

<b>Zeitschrift:</b>	Bulletin des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins, des Verbandes Schweizerischer Elektrizitätsunternehmen = Bulletin de l'Association suisse des électriciens, de l'Association des entreprises électriques suisses
<b>Herausgeber:</b>	Schweizerischer Elektrotechnischer Verein ; Verband Schweizerischer Elektrizitätsunternehmen
<b>Band:</b>	77 (1986)
<b>Heft:</b>	22
<b>Artikel:</b>	Energie, Umweltschäden und Umweltpolitik : eine ökonomische Analyse
<b>Autor:</b>	Frey, R. L. / Leu, R. E.
<b>DOI:</b>	<a href="https://doi.org/10.5169/seals-904302">https://doi.org/10.5169/seals-904302</a>

### Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

### Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

### Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

**Download PDF:** 26.01.2026

**ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>**

# **Energie, Umweltschäden und Umweltpolitik: eine ökonomische Analyse**

R. L. Frey und R. E. Leu

**Die Verwendung von Energie  
stiftet nicht nur Nutzen, sondern  
es entstehen auch uner-  
wünschte Nebenwirkungen und  
Schäden. Es werden verschie-  
dene Massnahmen aufgezeigt,  
von denen man sich zwar einen  
effizienteren Umweltschutz ver-  
spricht, die jedoch politisch  
noch wenig attraktiv sind.**

**L'utilisation de l'énergie n'est  
pas seulement d'une grande util-  
ité, mais elle peut aussi être la  
cause d'effets secondaires et de  
dommages indésirés. Diverses  
mesures sont présentées, mesu-  
res qu'on espère être efficaces  
pour la protection de l'environ-  
nement, mais qui, sur le plan  
politique, ne sont pas encore  
très attractives.**

Vortrag, gehalten anlässlich der Jahrestagung der Schweizerischen Vereinigung der Energiewirtschaftler am 25. April 1986 in Lausanne.

## **Adresse der Autoren**

Prof. Dr. René L. Frey und Prof. Dr. Robert E. Leu, Institut für Sozialwissenschaften der Universität Basel, Petersgraben 29, 4051 Basel

## **Einleitung**

Das Waldsterben dürfte heute in der Schweiz nach wie vor eines der aktuellsten Probleme sein. Es sind nicht mehr nur extreme Umweltschützer, welche diese Auffassung vertreten. Weitgehend einig ist man sich über die Ursache: die Luftverschmutzung. Erheblich weniger Übereinstimmung herrscht indessen bezüglich der zu ergreifenden Massnahmen. Zwar ist fast jedermann dafür, dass etwas getan wird, und zwar wirksam und rasch. Auch über die mit den Massnahmen anzustrebenden Ziele gibt es keine allzu grossen Divergenzen: Das Niveau der Schadstoffbelastung der fünfziger Jahre ist ohne grosse Diskussion zur Norm geworden. Bei den Massnahmen scheiden sich aber die Geister. Dies ist durchaus verständlich, denn erst bei den Massnahmen wird jedermann bewusst, dass der Umweltschutz etwas kostet, in Form von Geld oder des Verzichts auf Dinge, die einem am Herzen liegen.

Zur Bekämpfung des Waldsterbens ist so ziemlich alles vorgeschlagen worden, was im Arsenal der Politik an Instrumenten und Massnahmen vorhanden ist,

- angefangen von Appellen an die Vernunft der Menschen und
- der Umwelterziehung über
- Vorkehrungen zur Stärkung der Regenerationskraft der Natur und
- finanzielle Anreize in Form von Steuern und Subventionen
- bis hin zu staatlichen Geboten und Verboten zur Verhaltensänderung.

In diesem Feld zwischen Diagnose und Therapie bewegen sich die im folgenden dargestellten Überlegungen, Erkenntnisse und politischen Folgerungen. Diese beruhen auf einem Projekt, das die Verfasser in den letzten Jahren am Institut für Sozialwissenschaften der Universität Basel im Auftrag des Nationalen Forschungspro-

gramms 44 «Energie: sozio-ökonomische Forschungen im Konsumbereich» des Schweizerischen Nationalfonds durchgeführt haben. Die Ergebnisse sind kürzlich publiziert worden (vgl. [7], [8] und [9]).

In diesem Projekt wurden drei Fragen gestellt:

1. Wie lassen sich die auf den Energieeinsatz zurückzuführenden Schäden erfassen?
2. Wie hoch sind die energiebedingten Umweltkosten in der Schweiz?
3. Welche politischen Folgerungen ergeben sich daraus für unser Land?

Zur Beantwortung dieser Fragen wurden

- eine grosse Zahl von naturwissenschaftlichen Untersuchungen der Schweiz und des Auslands systematisch ausgewertet,
- Methoden zur frankenmässigen Schätzung der Umweltschäden entwickelt,
- für die Schadensbereiche Wald, Landwirtschaft, Gesundheit und Sachgüter diese Kosten zu schätzen versucht und
- daraus Empfehlungen für die Umweltschutz- und die Energiepolitik abgeleitet.

Die Untersuchung konzentrierte sich auf Erdölprodukte (Brenn- und Treibstoffe). Ausgeklammert wurden andere Energieträger (z.B. Atomenergie, Elektrizität), andere Schadstoffe (z.B. Radioaktivität) und andere Schadensbereiche (z.B. Tiere, Gewässer, Klima). Zum Teil sind die diesbezüglichen Umweltprobleme noch zu wenig geklärt; zum Teil stellen sie völlig anders gelagerte Probleme als die Erdölprodukte; zum Teil sind sie in der Schweiz von geringem Interesse.

Ins Gewicht fällt jedoch vor allem die Nichtberücksichtigung der langfristigen und möglicherweise irreversiblen Auswirkungen der Luftverschmutzung auf die Atmosphäre. Die-

se können, insbesondere über den sog. Treibhauseffekt, längerfristig zu Klimaveränderungen führen und haben eventuell biologische Konsequenzen [4]. So wird erwartet, dass bereits eine Erwärmung der bodennahen Temperaturen um 3 °C zu einem Anstieg des Meeresspiegels um 0,5 bis 1 Meter und zu nicht genau berechenbaren Verschiebungen der Trockengürtel der Erde führen würde. Die Einwirkungszeit beträgt bei diesen langfristigen Prozessen Jahrhunderte. Eine Ermittlung der daraus resultierenden Kosten ist vorläufig nicht möglich. Es ist aber nicht auszuschliessen, vor allem im Falle gewisser irreversibler Auswirkungen der Luftverschmutzung auf die Atmosphäre, dass es sich dabei um die wichtigste Schadenskategorie überhaupt handelt.

## 2. Externe Kosten als Ursache für Wohlfahrtsverluste

Bei der Produktion, der Umwandlung, der Verteilung und dem Verbrauch von Energie entstehen unerwünschte Nebenprodukte: im Falle von Erdölprodukten vor allem in Form von Abgasen. Diese werden der Umwelt übergeben. Wie die Waldschäden zeigen, ist deren Absorptions- und Regenerationsfähigkeit heute offensichtlich überfordert. Die natürliche Umwelt wird übernutzt. Es kommt zu Wohlfahrtsverlusten für die Bevölkerung. Der Grund wird von Ökonomen in erster Linie darin gesehen, dass die natürliche Umwelt den Menschen zum Nulltarif zur Verfügung steht, obwohl sie knapp ist. Anders formuliert: Die sozialen (volks- oder gesamtwirtschaftlichen) Kosten übersteigen die privaten Kosten; es treten sogenannte externe Kosten auf. Die Produzenten und Konsumenten von Energie erhalten dadurch für ihre wirtschaftlichen Entscheidungen falsche Signale.

An sich wäre es naheliegend, die externen Kosten den Verursachern anzulasten (sie zu internalisieren) und auf diese Weise sicherzustellen, dass nicht nur die Kosten für die Beschaffung von Energie, sondern auch die bis anhin auf Dritte und die Allgemeinheit abgewälzten externen Kosten berücksichtigt werden. Voraussetzung ist, dass die externen Kosten zuverlässig ermittelt und den einzelnen Energieeinheiten zugerechnet werden können.

Ausgangspunkt für die Erfassung der externen Kosten des Energieein-

satzes bilden die Schadstoffemissionen (vgl. Fig. 1). Da die Umwelt überfordert ist, die Abgase zu absorbieren und ausreichend zu verdünnen, kommt es, mehr oder weniger weit entfernt vom Ort der Emission, zur Luftverschmutzung. Diese Immissionen können zu Schäden führen, die sich in physischen Einheiten messen lassen: beispielsweise erhöhte Sterblichkeit und Krankheitsanfälligkeit der Menschen, Schäden an Gebäuden und Materialien, Ernteverluste in Landwirtschaft und Gartenbau sowie Waldschäden.

Werden diese physischen Schäden bewertet, so gelangt man zu den sozialen Kosten. Ein sehr kleiner Teil davon wird von den Verursachern selber getragen und gleich wie die Kosten für den Kauf von Benzin, Heizöl usw. bei den Entscheidungen über den Energieeinsatz berücksichtigt. Hauptverantwortlich für die heutigen Umweltprobleme sind nicht diese Kosten, sondern diejenigen sozialen Kosten, welche auf Dritte und die Allgemeinheit abgewälzt werden: die externen Kosten. Diese machen einen Grossteil der sozialen Kosten aus. Sie gilt es daher zu ermitteln. Sie müssen durch politische Vorkehrungen den Energieproduzenten und -konsumenten so zum Bewusstsein gebracht werden, dass die Umwelt nicht mehr übernutzt wird.

## 3. Grössenordnung der energiebedingten externen Kosten

Die wichtigsten Ergebnisse unserer Analyse der energiebedingten exter-

nen Kosten in der Schweiz lassen sich wie folgt zusammenfassen (siehe auch Tab. I):

- **Menschliche Gesundheit:** Immissionen – verursacht durch Industrie, Heizungen und Verkehr – können zu physiologisch unbedenklichen und reversiblen Belästigungen führen (z. B. Augenbrennen), aber auch zu Schädigungen in Form erhöhter Krankheitsanfälligkeit und Sterblichkeit. Ob in der Schweiz tatsächlich energiebedingt solche gesundheitliche Schädigungen auftreten, lässt sich beim heutigen Stand des Wissens nicht mit Sicherheit feststellen. Werden Untersuchungsergebnisse aus den Vereinigten Staaten auf die Schweiz übertragen, so gelangt man für den Gesundheitsbereich und für 1980 zu externen Kosten zwischen Null und 300 Millionen Franken.
- **Landwirtschaft:** Verantwortlich für immissionsbedingte Ernteverluste in der Landwirtschaft sind vor allem die Abgase des Verkehrs und der Industrie als Vorläufersubstanzen des Sekundärschadstoffes Ozon. Werden mangels Untersuchungen für die Schweiz Ergebnisse amerikanischer Begasungsversuche herangezogen, so ergeben sich für ländliche Gebiete durch Ozonimmissionen Ernteverluste in der Grössenordnung von 20 bis 30 Prozent. Die Bewertung dieser Verluste ist mit beträchtlichen Schwierigkeiten verbunden, namentlich weil neben der Produktion von Nahrungsmitteln auch die Versorgungssicher-

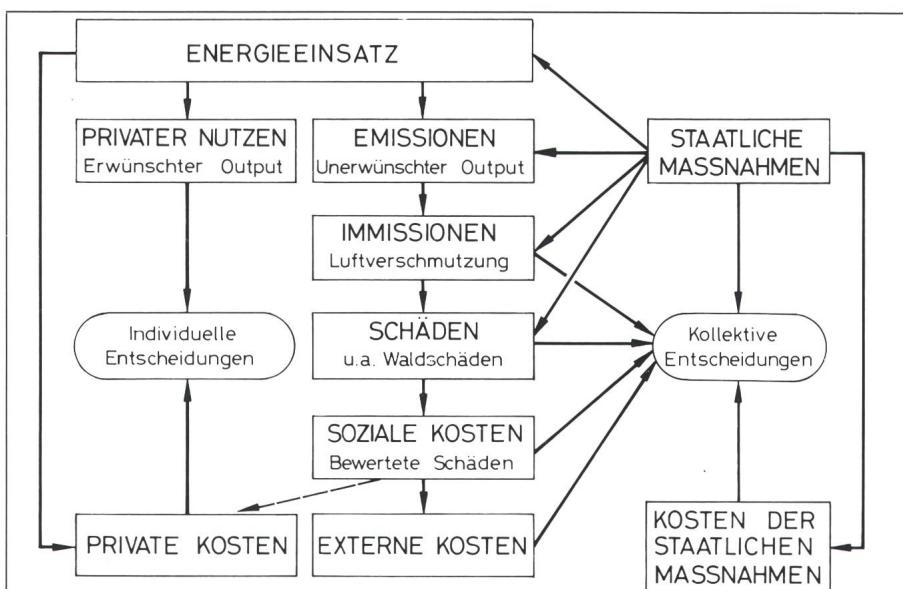


Fig. 1 Zusammenhang zwischen Energie, Umweltschäden, sozialen Kosten und politischen Massnahmen

heit und die Landschaftspflege zu berücksichtigen sind. Erste, als vorläufig zu betrachtende Schätzungen der energiebedingten Ernteverluste belaufen sich für die Schweiz auf eine halbe bis eine Milliarde Franken pro Jahr.

- **Wald:** Für das Waldsterben werden vor allem die Immissionen an Schwefeldioxid, Stickoxiden und Kohlenwasserstoffen, deren Sekundärschadstoff Ozon sowie Schwefel- und Stickstoffdepositionen (saurer Regen) verantwortlich gemacht (vgl. [5]). Waldschäden lösen Folgeschäden in Form von Beeinträchtigungen der Rohstoff-, Schutz- und Erholungsfunktion des Waldes aus. Vieles spricht dafür, dass die energiebedingten externen Kosten beim Schweizer Wald beträchtlich sind. Eine fundierte Schätzung der Wald- und ihrer Folgeschäden ist jedoch vorläufig noch nicht möglich.

- **Materialien:** Die immissionsbedingten Schäden an Gebrauchs- und Kulturgütern werden in erster Linie durch das Schwefeldioxid, die Stickoxide und den Staub von Industrie, Heizungen und Verkehr verursacht. Materialschäden führen zu zusätzlichen Kosten, beispielsweise weil häufigere Reinigungen und Farbanstriche nötig sind. Diese Kosten lassen sich bei Gebrauchsgütern relativ leicht erfassen. Bei Kulturgütern demgegenüber reicht dieser «Reparaturansatz» nicht aus, vielmehr müssen auch diejenigen immateriellen Verluste berücksichtigt werden, die sich dadurch ergeben, dass der Nachwelt weniger und schlechter erhaltene kulturelle Güter hinterlassen werden. Beiträchtliche Schwierigkeiten theoretischer Art, ungenügende statistische Daten und die Vielfältigkeit der immissionsbedingten Schäden an Sachgütern verunmöglichen vorerhand die Schätzung der energiebedingten externen Kosten von Gebrauchs- und erst recht von Kulturgütern.

#### 4. Elemente eines ökologisch wirksamen und ökonomisch effizienten Umweltschutzes

Welche politischen Folgerungen ergeben sich aus der hier zusammengefassten wirtschaftswissenschaftlichen

#### Hauptergebnisse der Analyse und Bewertung der energiebedingten Schäden

Quelle: Gysin [8]

Tabelle I

Untersuchte Schadenskategorie (Schadensart)	Primäre Schadstoffe (Emissionen)	Hauptmittler des Energiebereichs (Verursacher)	Relevante Immissionen	Methode	Schadensfunktion				Externe Kosten des Energiebereichs	
					Verlauf					
					Funktio-nale Form	Scha-dens-schwei-le	Reversi-bilität	Syner-gien, Antago-nismen		
Menschliche Gesundheit (Tod und Krankheit)	SO <sub>2</sub> , Staub	Industrie, Heizungen, Verkehr	SO <sub>4</sub> , TSP	Multivar. statist. Verfahren	Linear	?	?	kaum	0–300 Mio Fr. p.a. Kosten energiebedingter Mortalität und Morbidität (Humankapitalansatz)	
Landwirtschaft und Gartenbau (Ernteverluste)	NO <sub>x</sub> , HC	Verkehr, Industrie	v.a. O <sub>3</sub>	Begasung (NCLAN)	Linear	ja	?	ja	525–995 Mio Fr. p.a. infolge energiebedingter Ernteverluste in Landwirtschaft (regulierte Preise)	
Wald (Wald- und Folgeschäden)	SO <sub>2</sub> , NO <sub>x</sub> , HC, Schwermetalle	Industrie, Heizungen, Verkehr	SO <sub>2</sub> , NO <sub>x</sub> , HC, O <sub>3</sub> , S <sub>w</sub> , N <sub>w</sub> , Schwermetalle	Einfacher statistischer Schadensnachweis	Nicht monoton	ja	z.T. nicht	ja	Wegen Datenmangels noch keine fundierten Schätzungen möglich	
Sachgüter (Schäden an Gebrauchs- und Kulturgütern)	SO <sub>2</sub> , NO <sub>x</sub> , Staub	Industrie, Heizungen, Verkehr	SO <sub>x</sub> , NO <sub>x</sub> , Staub	Analytischer Ansatz, Economic Sector Approach	Verschie-dene	nein	? Beschleuni-gung von Irreversibilitäten	?	Wegen Datenmangels noch keine fundierten Schätzungen möglich	

Auswertung von naturwissenschaftlichen Untersuchungen über den Zusammenhang zwischen Energieeinsatz, Emissionen, Immissionen, Schäden sowie sozialen Kosten?

Die Antwort lautet: Die Höhe der externen Kosten kann nicht oder nur auf Grund äußerst gewagter Annahmen ermittelt werden. Erst recht unlösbar ist die Frage der Zurechnung dieser Kosten auf die einzelne Energieeinheit. So sinnvoll die systematische Anlastung, die sogenannte Internalisierung der sozialen Kosten nach dem Verursacherprinzip auch wäre, vorderhand ist sie nicht möglich. Es bleibt der unbefriedigende Zustand, dass die Energieproduzenten und -konsumen-ten nicht alle durch sie verursachten sozialen Kosten tragen und es so zu einer Übernutzung der Umwelt und zu Waldschäden kommt.

Die Unmöglichkeit, die sozialen Kosten des Energieeinsatzes – allgemein wie auch bezüglich der Waldschäden – zu ermitteln, bedeutet nun natürlich nicht, dass nichts unternommen werden soll. Im Vordergrund steht zweierlei:

- die Verbesserung der Regulierung und
- die vermehrte Anlastung der Kosten staatlicher Massnahmen (und nicht der sozialen Kosten) nach dem Verursacherprinzip.

Selbstverständlich gibt es noch weitere Möglichkeiten, beispielsweise Änderungen in den Eigentums- und Verfügungsrechten, also ordnungspolitische Massnahmen. Es würde jedoch zu weit führen, sie hier zu behandeln. (Zum Überblick über das Instrumentarium und dessen Beurteilung aus ökonomischer Sicht vgl. Tabelle II.)

#### Das Umweltschutz-Instrumentarium

Tabelle II

Instrument	Einschätzung aus ... Sicht	
	technisch-wirtschaftlicher	politischer
Eigentumsrechte Information, Appelle, Umwelterziehung Energiesteuern Emissionssteuern Emissionszertifikate Staatliche Reparatur- und Ersatzmassnahmen, finanziert nach - Gemeinlastprinzip - Verursacherprinzip Subventionen Direkte Eingriffe: Gebote und Verbote	sehr hoch tief mittel-tief hoch sehr hoch  tief hoch tief  mittel	tief sehr hoch mittel tief tief  mittel hoch mittel-hoch  hoch

Quelle: Frey u.a. [7]

#### 4.1 Verbesserung der Regulierung

Das Problem der sozialen Kosten im Umweltbereich wird in der Schweiz – wie auch in den meisten anderen Ländern – dadurch zu bewältigen versucht, dass auf Grund von groben Schadensvorstellungen *Immissionsgrenzwerte* formuliert und daraus *Emissionsgrenzwerte* für die einzelnen Schadstoffe abgeleitet werden. Diesbezüglich am wichtigsten sind die Luftreinhalte-Verordnung sowie die Einführung der US-Abgasnorm 83 für Automobile.

Ob ein solches Vorgehen zum Erfolg führt, hängt davon ab,

- ob die Transformations- und Diffusionsprozesse, d.h. die Kausalkette von den Emissionen über die Immissionen zu den Schäden korrekt erfasst wird, d.h. die Grenzwerte richtig festgelegt werden,
- ob ein genügend grosser Anteil der Immissionen hausgemacht ist, beziehungsweise ob eine internationale Koordination der betreffenden Umweltpolitik erreicht wird und
- ob die Grenzwerte durchgesetzt werden können.

Zur ersten dieser drei Bedingungen: Für die Festlegung von Grenzwerten sind Kenntnisse über die sozialen Kosten der Energie zwar nicht unbedingt erforderlich, aber durchaus hilfreich, weil sie Aufschluss darüber geben, in welchen Bereichen das Umweltproblem aus gesamtwirtschaftlicher Sicht am gravierendsten ist.

Auf die zweite Bedingung – jene der Höhe des hausgemachten Anteils – soll hier nicht eingegangen werden. Es handelt sich dabei nicht um eine spezifisch ökonomische Frage.

Dies im Gegensatz zur dritten Voraussetzung, jener der Durchsetzung der Grenzwerte: Die Einhaltung der Emissionsgrenzwerte wurde in der Praxis bisher vor allem mit Hilfe von direkten Eingriffen angestrebt: Verhaltensvorschriften, Verbot von schadstoffintensiven Anlagen usw.

Solche *Ge- und Verbote* sind zweifellos nötig, beispielsweise um sicherzustellen, dass bei akuten Krisensituatoren (etwa bei Smog-Alarm) oder bei der Gefahr irreversibler Schäden Grenzwerte eingehalten werden. Sie haben jedoch in normalen Zeiten den Nachteil, dass sie den unterschiedlichen Kosten der Vermeidung und Verringerung von Schadstoffemissionen, welche den einzelnen Verursachern erwachsen, nicht Rechnung zu tragen erlauben. Wegen Ziel- und Interessen-

konflikten ist die Überschreitung von Emissionsgrenzwerten daher in praxi kaum zu vermeiden. Auch werden jeweils lange Übergangsfristen und zahlreiche Ausnahmeregelungen zugestanden. Auf der anderen Seite bestehen keine Anreize für die freiwillige Unterschreitung von Grenzwerten durch diejenigen, die dazu in der Lage wären. Es besteht zudem die Gefahr, dass trotz Reduktion der Emissionen pro Anlage, Maschine oder Fahrzeug wegen deren zahlenmässigen Zunahme die Gesamtbelastung nicht in genügendem Ausmass sinkt. Unter Umständen steigt sie sogar weiter an. Mit anderen Worten: Direkte Kontrollen sind kein sonderlich effizientes Instrument des Umweltschutzes. Ähnliches gilt für die *Subventionen*.

Zur Effizienzsteigerung sind von Ökonomen in den letzten Jahren Instrumente vorgeschlagen worden, welche sich marktwirtschaftlicher Steuerungselemente und -anreize bedienen [1; 2; 3; 6; 10; 11; 12]. Am besten schneiden dabei die *Emissionszertifikate* und gewisse in den Vereinigten Staaten erprobte Instrumente des Umweltschutzes ab: die Ausgleichspolitik, die Glockenpolitik und die Emissionsguthaben. Der Einsatz dieser Instrumente honoriert die Unterschreitung von Grenzwerten zur Kompensation von Überschreitungen und verringert so die gesamtwirtschaftlichen Kosten des Umweltschutzes. Im Hinblick auf den Schutz der Umwelt kommt es darauf an, dass Schadstoffemissionen reduziert werden, nicht *wer* dies tut. Unter Effizienzgesichtspunkten sollen Emissionen durch diejenigen verringert werden, die dazu am besten, d.h. am kostengünstigsten, in der Lage sind. Dadurch wird auch der Konflikt zwischen dem Ziel «Umweltschutz» auf der einen Seite und den wirtschaftspolitischen Zielen «Vollbeschäftigung», «Wirtschaftswachstum» und «internationale Konkurrenzfähigkeit» auf der anderen Seite abgeschwächt.

*Emissionssteuern* als Lenkungssteuern haben grundsätzlich ähnliche Vorteile wie Emissionszertifikate. Sie lassen sich jedoch in praxi zu wenig flexibel einsetzen. *Energiesteuern* eignen sich demgegenüber nur unter ganz speziellen Bedingungen.

Für die Regulierung *stationärer Quellen im Industriebereich* kommen Zertifikate für Schwefeldioxid- und Kohlenwasserstoffemissionen in Frage, eventuell auch Steuern auf diese Schadstoffe.

Für die Regulierung *stationärer Quellen im Haushaltsbereich* – im Vordergrund stehen die Heizungen – eignen sich neben Vorschriften über den Schwefelgehalt des Heizöls vor allem Energiesteuern in Form von Heizölzollzuschlägen.

Zur *Regulierung mobiler Quellen* drängt sich eine Kombination von Vorschriften über die Zusammensetzung der Treibstoffe, Emissionsgrenzwerten für Fahrzeuge und Massnahmen zur Erhöhung des Anteils abgasarmer Fahrzeuge am gesamten Fahrzeugbestand auf. Treibstoffabgaben sind hierfür ungeeignet. Ebenfalls darf nicht eine bestimmte Technologie vorgeschrieben werden. Vorzuziehen ist die Differenzierung der Importzölle auf Autos und die Differenzierung der Motorfahrzeugsteuer, wobei als Bemessungsgrundlage anstelle von Gewicht oder Hubraum die typenspezifischen Abgaswerte heranzuziehen sind. Besser als einseitige Steuersenkungen zugunsten abgasarmer Fahrzeuge ist das symmetrische Bonus-Malus-System. Um die mit diesen fiskalischen Massnahmen verbundene unerwünschte Prämierung der Viel- gegenüber den Wenigfahrern zu verringern, würde sich die Differenzierung der Höchstgeschwindigkeitsgrenzen eignen: Tempo 80/130 (evtl. 80/120) für abgasarme, 80/100 für herkömmliche Fahrzeuge.

#### 4.2 Vermehrte Anlastung der Kosten staatlicher Massnahmen nach dem Verursacherprinzip

Im Gegensatz zur Abwasserreinigung sind die Kosten staatlicher Massnahmen im Zusammenhang mit der Luftverschmutzung weniger gut zu ermitteln – es gibt keine staatlichen «Luftkläranlagen» – und den Verursachern anzulasten. Dennoch ist die Finanzierung dieser Kosten nach dem *Gemeinlastprinzip*, d.h. aus allgemeinen Steuermitteln, abzulehnen, weil davon tendenziell negative Arbeits-, Spar-, Investitions- und Innovationsanreize ausgehen. Dies trägt zur viel beklagten «Verschlechterung der gesamtwirtschaftlichen Rahmenbedingungen» bei. Selbst eine lediglich schematische, gruppenmässige Anlastung dieser Kosten nach dem *Verursacherprinzip* hat gesamtwirtschaftlich günstigere Auswirkungen und sollte daher wenn immer möglich angestrebt werden. Als Instrumente kommen vor allem Emissionssteuern, ausnahmsweise Energiesteuern in Frage.

### 4.3 Verwendung der spezifischen Einnahmen

Staatliche Einnahmen, die sich im Zusammenhang mit der Finanzierung staatlicher Massnahmen nach dem Verursacherprinzip ergeben, können problemlos zweckgebunden werden. Ihre Höhe richtet sich ja nach der Höhe der Ausgaben.

Staatliche Einnahmen aus Lenkungssteuern (Emissions- und Energiesteuern) und aus dem Verkauf oder der Versteigerung von Zertifikaten sollten demgegenüber nicht für Umweltschutzmassnahmen zweckgebunden werden. Ihre Ergiebigkeit hängt von den Preis- und Einkommenselastizitäten ab und orientiert sich nicht an der sachlichen oder zeitlichen Priorität von Umweltschutzmassnahmen.

Problematisch ist die Kompensation von Geschädigten aus solchen Erträgen. Denn dadurch werden möglicherweise Anreize geschaffen, dass gewisse Leute sich erst recht Immissionen aussetzen, statt ihnen auszuweichen.

Ob die Einnahmen in die allgemeine Staatskasse fliessen oder zur Senkung anderer Steuern verwendet werden sollen, hängt davon ab, wie die Rationalität der Entscheidungen im öffentlichen Bereich eingeschätzt wird. Wer Verschwendungen im Staatssektor befürchtet, wird für die Variante «Steuerenkung» plädieren.

### 4.4 Effiziente Instrumente politisch wenig attraktiv

Der Vergleich der Instrumente zeigt, dass diejenigen, die sich aus technisch-wirtschaftlicher Sicht als effektiv und effizient in der Bewältigung des energiebedingten Sozialkostenproblems erweisen, heute aus politischer Sicht im grossen und ganzen schlecht abschneiden. Dies hängt einmal damit zusammen, dass durch sie Personen mit tiefem und mittlerem Einkommen tendenziell stärker belastet werden als die Reicher. Zum anderen ist ihr Symbolwert eher gering. Sie eignen sich nur bedingt, um eine sichtbare Aktivität in Sachen Umweltschutz sowie eine Umorientierung der Lebenshaltung in eine «grüne» Richtung zu dokumentieren.

Während sich als unerwünscht betrachtete Verteilungswirkungen durch Rückerstattung der spezifischen Einnahmen pro Kopf der Bevölkerung korrigieren liessen, bleibt dem Ökonomie hinsichtlich der «politischen Ak-

zeptanz» der effizienten Instrumente lediglich die Hoffnung, dass es mit der Verschärfung der Umweltproblematik irgend einmal zu einer anderen Einschätzung und zum Bedürfnis nach mehr Effizienz im Umweltschutz kommen wird.

insbesondere die Emissionszertifikate und Emissionssteuern, verfügen allerdings (vorläufig noch) über wenig politische Attraktivität und sind auch in ihrer praktischen Anwendung noch zu wenig erprobt.

- Die Lösung der energiebedingten Umweltprobleme sollte – wenn eine Ursachentherapie und keine blosse Symptomtherapie verfolgt werden soll – nicht primär im Rahmen einzelner Politiken wie der Energiepolitik, der Forstpolitik, der Gesundheitspolitik, der Landwirtschaftspolitik usw., sondern vielmehr im Rahmen einer auch energiepolitische Anliegen berücksichtigenden Umweltschutzpolitik erfolgen.

## 5. Zusammenfassung

Die wichtigsten Ergebnisse dieser Analyse der energiebedingten sozialen Kosten lassen sich in fünf Thesen zusammenfassen:

- Die Verwendung von Energie stiftet nicht nur einen erwünschten Nutzen (Bewegung, Wärme usw.), sondern hat auch unerwünschte Nebenwirkungen in Form von Emissionen. Abgase tragen erheblich zur Luftverschmutzung bei, die ihrerseits eine Ursache für das Waldsterben, für Ernteverluste in der Landwirtschaft, für Schäden an Gebäuden und Materialien und möglicherweise auch für Schädigungen der menschlichen Gesundheit darstellen. Obwohl für wichtige Schadensbereiche Kostenschätzungen vorhanden nicht möglich sind, ist die Größenordnung der energiebedingten externen Kosten beträchtlich.
- Da die Höhe der energiebedingten externen Kosten (vorläufig) nicht zuverlässig ermittelt und auf die einzelne Energieeinheit zugerechnet werden kann, scheitert deren Anlastung nach dem Verursacherprinzip.
- An die Stelle einer solchen Internalisierung von sozialen Kosten muss daher die Regulierung treten: Aus Immissionsgrenzwerten werden Emissionsgrenzwerte abgeleitet. Deren Einhaltung wird dann durch Verhaltensvorschriften, Gebote und Verbote und finanzielle Anreize (Subventionen und Lenkungssteuern) zu erreichen versucht.
- Die Effizienz der herkömmlichen, sich vor allem auf Gebote und Verbote abstützenden Politik der Reduktion von Schadstoffen kann durch Rückgriff auf Instrumente gesteigert werden, welche sich marktwirtschaftlicher Steuerungselemente und -anreize bedienen. Diese Gruppe von Instrumenten,

## Literatur

- [1] William J. Baumol and Wallace E. Oates: *The Theory of Environmental Policy*. Englewood Cliffs: Prentice Hall 1975.
- [2] William J. Baumol and Wallace E. Oates: *Economics, Environment Policy and the Quality of Life*. Englewood Cliffs: Prentice Hall 1979.
- [3] Holger Bonus: *Marktwirtschaftliche Konzepte im Umweltschutz – Auswertung amerikanischer Erfahrungen*. Stuttgart: Ulmer, 2. Auflage 1985.
- [4] Hans Dütsch: *Hauptaspekte der Luftverschmutzung*. NZZ, Nr. 32, 8./9. Februar 1986.
- [5] Eid. Departement des Innern (EDI): *Waldsterben und Luftverschmutzung*. Bern: EDMZ 1984.
- [6] Bruno S. Frey: *Umweltökonomie*. Göttingen: Vandenhoeck & Ruprecht, 2. Auflage 1985.
- [7] René L. Frey, Christoph H. Gysin, Robert E. Leu und Norbert Schmassmann: *Energie, Umweltschäden und Umweltpolitik*. Grüsch: Rüegger 1985.
- [8] Christoph H. Gysin: *Externe Kosten der Energie in der Schweiz. Methodische Grundlagen und Versuch einer Schätzung*. Grüsch: Rüegger 1985.
- [9] Robert E. Leu, Christoph H. Gysin, René L. Frey und Norbert Schmassmann: *Externe Kosten der Energie am Beispiel von Mortalität und Morbidität*. Schweiz. Zeitschrift für Volkswirtschaft und Statistik, 129. Jg. (1984).
- [10] Bernd Schärer: *Ökonomische Wege zur Bekämpfung der Luftverschmutzung in den Vereinigten Staaten – Offset Policy, Bubble Policy, Emission Banking*. Zeitschrift für Umweltpolitik, 5. Jg. (1982).
- [11] Horst Siebert: *Ökonomische Theorie der Umwelt*. Tübingen: Mohr 1978.
- [12] L. Wegehenkel (Hrsg.): *Marktwirtschaft und Umwelt*. Tübingen: Mohr 1981.