

Untersuchung von umweltpolitischen Instrumenten zur Durchsetzung
von effizienten Maßnahmen zur Luftreinhaltung

R. Friedrich, M. Mattis, A. Voß
Institut für Kernenergetik und Energiesysteme
Universität Stuttgart

Verschiedene Instrumente der Umweltschutzpolitik wie Auflagen, Abgaben, Zertifikate, Ausgleichsregelung, Subventionen und freiwillige Vereinbarungen sollen auf ihre Effizienz, d. h. vor allem auf ihre Fähigkeit, gewünschte Emissionsminderungen mit den geringstmöglichen Kosten zu erreichen, hin untersucht werden. Insbesondere soll ermittelt werden, welche Parameter, Parameterwerte usw. bei "intelligenten" Auflagenlösungen gewählt werden müssen, damit möglichst die optimalen Maßnahmen zur Schadstoffminderung durchgeführt werden. Anhand von Szenarien der Entwicklung der SO₂- und NO_x-Emissionen in Baden-Württemberg wird der Einsatz verschiedener Instrumente simuliert. Die dabei entstehenden Kosten und Minderemissionen werden berechnet und mit denen verglichen, die bei Durchführung von optimalen Maßnahmen mit den geringsten Kosten pro kg vermiedenem Schadstoff erreicht werden. Darüberhinaus werden weitere Kriterien wie Durchsetzbarkeit, Schnelligkeit der Umsetzung, Verwaltungsaufwand, Auswirkungen auf den Wettbewerb usw. zur Bewertung herangezogen.

Summary

Evaluation of instruments for realising efficient measures for
emission control

R. Friedrich, M. Mattis, A. Voß

Different approaches to environmental protection such as standards, charges, marketable permits, subsidies, offset policies and voluntary agreements will be investigated with regard to the efficiency, that means the ability to lower the emission with the least costs possible.

Using scenarios of the future development of the SO₂- and NO_x-emissions in Baden-Württemberg, the use of different instruments is simulated. Costs and reductions of emissions are evaluated and compared. Other criteria such as rapidity and degree of realization, costs for administration, economic consequences, a.s.o. are also used for the evaluation.

1 Problemstellung

Die Ökonomie hat auf die Frage, wie denn eine rationale Luftreinhaltepolitik aussehen sollte, eine eindeutige Antwort parat: es ist diejenige Umweltpolitik anzustreben, bei der die Grenzkosten der Schadstoffminderung gerade den verhinderten Grenzscha-den der Schadstoffemission entsprechen, da genau in diesem Punkt die Gesamtkosten bzw. gesamten Nachteile der Umweltpolitik und der Umweltschaden minimal werden /1/. Um Mißverständnissen vorzubeugen: die Kosten bzw. Nachteile von Umweltschaden umfassen nicht nur monetär wenigstens im Prinzip leicht erfagbare Schäden - z. B. Verwitterung und Verschmutzung von Außenflächen, Notwendigkeit zur Luftfilterung-, sondern auch monetär schwieriger zu bewertende Schäden wie Gesundheitsschäden oder Waldschäden, bis hin zu Schäden wie Verminderung des Erholungswerts oder negativen Empfindungen.

Diese Aufzählung zeigt aber bereits das Problem bei der oben angegebenen Handlungsanweisung für eine rationale Umweltpolitik: zum einen fehlen noch Kenntnisse über Wirkungszusammenhänge (z. B. werden quantitative Zusammenhänge zwischen Immissionen und Gesundheitsschäden oder Waldschäden benötigt), zum anderen ergeben sich praktische Probleme bei der Einbeziehung der nicht primär monetär angegebenen Schäden. Daher ist die Angabe von Schäden in Abhängigkeit von Emissionen nicht möglich.

Derzeit wird zwar versucht, die Schäden beim bestehenden Niveau der Luftschadstoffbelastung für Teilbereiche abzuschätzen /2/, ein funktionaler Zusammenhang zwischen Schaden und Emissionen kann daraus jedoch nicht abgeleitet werden.

Besser sieht es dagegen bei der Abschätzung der Kosten für Emissionsminderungen bei einigen Schadstoffen aus. So wurden in einigen Arbeiten die Kosten von Minderungsmaßnahmen in Abhängigkeit von der erreichten Minderung von SO_2 - und NO_x -Emissionen etwa für Kraftwerke und industrielle Feuerungsanlagen in Baden-Württemberg und für Haushalte und Verkehr in Stuttgart abgeschätzt /3-6/.

Da eine Erfassung der Umweltschaden nicht möglich ist, kann somit die anzustrebende Umweltqualität nicht berechnet werden, sie muß auf Grund einer politischen Entscheidung festgelegt werden ("Standard-Preis-Ansatz"). Eine effiziente Umweltpolitik hat dann die Aufgabe, die vorgegebene Umweltqualität mit den geringstmöglichen volkswirtschaftlichen Kosten zu erreichen. Es erhebt sich somit die Frage, mit welchen umweltpolitischen Instrumenten diese Aufgabe am effizientesten gelöst werden kann.

In diesem Forschungsvorhaben sollen dazu die Effizienz sowie die sonstigen Vor- und Nachteile verschiedener umweltpolitischer Instrumente zur Durchsetzung von Luftreinhaltemaßnahmen untersucht werden und daraus Strategien zur Einleitung von effizienten Maßnahmen zur Minderung von Luftschadstoffemissionen abgeleitet werden. Dabei wird insbesondere untersucht, welche Parameter und Bestimmungen im Rahmen einer "intelligenten Auflagenlösung" zu effizienten Lösungen, d. h. zu Emissionsminderungen mit möglichst geringen Kosten, führen. Des weiteren wird untersucht, ob sog. marktwirtschaftliche Lösungen soviel bessere Ergebnisse erbringen, daß die mit der Neueinführung solcher Instrumente verbundenen Nachteile aufgewogen werden.

2 Vorgehen

Um die Anwendung verschiedener Instrumente simulieren zu können, wird zunächst eine Datenbank aufgebaut, die detaillierte Daten über die Emittentenstruktur in Baden-Württemberg enthält. Da auch die Möglichkeiten einer Regionalisierung der Abgaben oder Auflagen diskutiert werden sollen, werden die Daten je nach Verfügbarkeit nach Kreisen oder Regionen getrennt erhoben.

Folgende Daten liegen vor:

a) Genehmigungsbedürftige Anlagen

Genehmigungsbedürftige Anlagen unterliegen der TA Luft oder der Großfeuerungsanlagenverordnung. Für jede der Anlagen liegen Daten

über Leistung, Feuerungsart, einsetzbare Brennstoffe und jährlichen Brennstoffeinsatz vor. Insgesamt sind ca. 60 Kessel von öffentlichen Kraftwerken an 14 Standorten, ca. 1300 industrielle Feuerungsanlagen mit 2700 Kesseln und 320 Prozeßfeuerungen sowie 800 Anlagen von sonstigen Betreibern mit ca. 1600 Kesseln einzeln erfaßt.

b) nicht nach der 4. BImSchV genehmigungsbedürftige Anlagen

Ausgehend von statistischen Daten über den Gebäudebestand und die eingesetzten Brennstoffe bei Haushalten sowie Struktur, Beschäftigtenzahlen und spezifischem Energieverbrauch bei Kleinverbrauchern wurde eine Datenbank erstellt, die Anzahl, Leistung und Brennstoffeinsatz kleineren Feuerungsanlagen differenziert nach Leistungsgrößenklassen und Brennstoffen enthält.

c) Verkehr

Die Straßendatenbank Baden-Württembergs beim Autobahnamt enthält Daten über die Straßenabschnitte Baden-Württemberg, insbesondere Koordinaten, Länge, Steigung, Kurvigkeit und durchschnittliche tägliche Verkehrsmengen. Unter Berücksichtigung dieser Daten werden Emissionsfaktoren gebildet, aus denen durch Multiplikation mit der Verkehrsmenge und der Straßenlänge die Emissionen abgeleitet werden. Dabei wird nach Diesel- und Benziner-PKW, LKW und verschiedenen Hubraumklassen differenziert.

Parallel dazu wird derzeit eine Maßnahmendatenbank aufgebaut, in der die wichtigsten Eigenschaften von Schadstoffminderungsmaßnahmen für alle Sektoren (z. B. Raumheizungen, PKW, Großfeuerungsanlagen usw.) enthalten sind. Insbesondere werden

- Anwendungsbereiche
 - Kosten
 - erreichbare Minderung
- erfaßt.

In einer Simulationsrechnung soll danach für jeden Emittenten bzw. jede Emittentengruppe die Durchführung verschiedener Emissionsminderungsmaßnahmen simuliert und diejenige mit den niedrigsten Minderungskosten bei verschiedenen Rückhaltegraden ermittelt. Dann werden die Maßnahmen nach steigenden spezifischen Minderungskosten geordnet. Die sukzessive Durchführung der Maßnah-

men ergibt dann die Emissionsminderung in Abhängigkeit von den dazu erforderlichen Kosten. Daraus läßt sich ableiten, welches die effektivsten Maßnahmen zur Erreichung verschiedener Emissionsniveaus sind und welche Kosten dabei entstehen. Parallel dazu wird die Wirkung verschiedener umweltpolitischer Instrumente simuliert. Durch Vergleich der Ergebnisse kann die ökonomische Effizienz der Instrumente bewertet werden.

3 Vor- und Nachteile verschiedener Instrumente

In diesem Abschnitt sollen einige grundlegende Problembereiche beim Vergleich umweltpolitischer Instrumente angesprochen werden.

Als Hauptnachteil von Auflagen wird zumeist die wirtschaftliche Ineffizienz genannt. Weil bei der Festlegung der Grenzwerte die individuellen Schadstoffrückhaltekosten der einzelnen Emittenten nicht genügend berücksichtigt werden, sondern trotz unterschiedlicher Bedingungen gleiche Grenzwerte gefordert sind, wird das vorgegebene Emissionsniveau nicht mit den kostengünstigsten Maßnahmen erreicht. Anders bei der Abgabenlösung: hier wird gerade die Durchführung der Maßnahmen mit den niedrigsten spezifischen Minderungskosten pro kg vermiedenem Schadstoff induziert.

Bei näherem Hinsehen ergeben sich allerdings einige Einschränkungen, die die vorgenannte Bewertung relativieren:

Zum einen entsteht diese Ineffizienz von Auflagen besonders dann, wenn die Auflage völlig undifferenziert gestaltet wird. Dies wird zwar in den theoretischen Beispielen der Ökonomen immer angenommen, ist aber in der Praxis nicht der Fall. Großfeuerungsanlagenverordnung und TA Luft differenzieren sehr weitgehend nach Brennstoffeinsatz, Prozeß und Leistungsgröße. Daher kommt es zu einer Annäherung der ökonomischen Effizienz der beiden Instrumente.

Theoretisch ist es ohne weiteres denkbar, eine Auflagenlösung so individuell zu gestalten, daß die Effizienz optimal wird.

Abb. 1 soll diesen Sachverhalt verdeutlichen. Dargestellt sind

die SO₂-Emissionen der industriellen Feuerungsanlagen in Baden-Württemberg, die den Bestimmungen der TA Luft unterliegen.

Dabei wurden - ausgehend von Einzeldaten aller Anlagen bezüglich Brennstoffeinsatz, Feuerungsart und Leistung - verschiedene Emissionsminderungsmaßnahmen simuliert und deren Kosten und Emissionsreduzierungen bestimmt. Ordnet man diese Maßnahmen nach ihren spezifischen Minderungskosten, so ergibt sich eine Kostenfunktion, bei der die erreichbaren Emissionsminderungen in Abhängigkeit von den dafür einzusetzenden Kosten aufgetragen sind (untere Kurve in Abb. 1). Legt man dagegen nur oberhalb bestimmter Leistungsklassen verschärfte Grenzwerte fest, und läßt als Maßnahmen bei der Simulation nur Rauchgasentschwefelungsanlagen, nicht dagegen Brennstoffsubstitutionen zu, so ergibt sich die obere Kurve in Abb. 1. Die Differenz zwischen beiden Kurven gibt die Mehrkosten an, die man bei einer Auflagenlösung gegenüber einer optimalen Lösung zusätzlich aufwenden muß, um ein bestimmtes Emissionsniveau zu erreichen.

Die Emissionsminderungskosten einer Feuerungsanlage wurden bei gegebenem Brennstoff vor allem durch die Anlagengröße (Feuerungswärmeleistung) und die Auslastung der Anlage bestimmt. Ohne die Berücksichtigung der Leistung wären die Mehrkosten somit erheblich größer. Die Analyse der Ergebnisse zeigt, daß die noch verbleibenden Mehrkosten insbesondere dadurch entstehen, daß die Auslastung der Feuerungsanlagen in der Auflage nicht ausreichend berücksichtigt ist. Dies muß jedoch nicht so sein, da auch Auflagenlösungen denkbar sind, bei denen die Auslastung direkt oder indirekt berücksichtigt ist, wobei letzteres z. T. schon durch die Leistungsdifferenzierung erfolgt, weil Kessel mit hoher Leistung im allgemeinen auch höher ausgelastet werden. Überdies wären z. B. branchenbezogene Grenzwerte denkbar, weil bestimmte Branchen insbesondere die Grundstoffindustrie wie Papier, Glasherstellung, z. T. Chemie, Zement ihre Anlagen generell hoch auslasten.

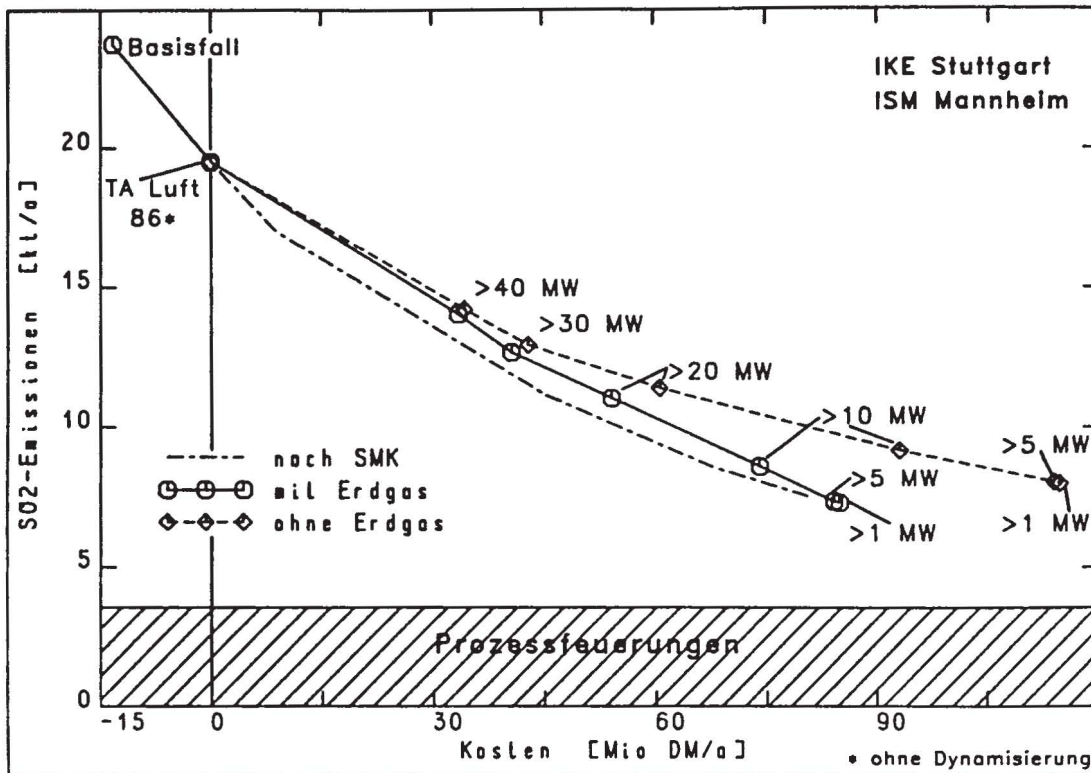


Abb. 1: Zusammenhang zwischen Emissionsminderungen und Kosten bei genehmigungsbedürftigen Anlagen $<50 \text{ MW}_{\text{th}}$ in Baden-Württemberg bei optimalen Maßnahmen (untere Kurve) und bei leistungsabhängigen Grenzwerten mit und ohne Gaseinsatz (mittlere und obere Kurve)

Läßt man als Schadstoffminderungsmaßnahme auch die Substitution von schwerem Heizöl durch Erdgas zu, so ergibt sich die mittlere Kurve in Abb. 1. Die Kosten der Gassubstitution hängen infolge höherer variabler Kostenanteile im Vergleich zur REA weniger stark von der Auslastung ab, somit ergeben sich auch wesentlich niedrigere Kostenunterschiede zur 'optimalen' Kurve.

Bisher wurde davon ausgegangen, daß bei der Abgabenlösung der Punkt auf der 'optimalen' Kurve in Abb. 1 erreicht wird, der dem gewünschten Emissionsniveau entspricht. In der Praxis ergeben sich davon jedoch Abweichungen.

So ist unsicher, ob die Wirtschaftssubjekte tatsächlich die für sie betriebswirtschaftlich optimale Maßnahme durchführen. Hemmnisse können z. B. fehlende oder ungenaue Kenntnisse über die möglichen Maßnahmen und deren Kosten, Bequemlichkeit besonders im Hinblick auf die in vielen Branchen recht geringen Anteile etwai-

ger Abgaben an den gesamten Kosten, fehlende Investitionsmittel oder effizientere Verwendungsmöglichkeiten vorhandener Mittel in anderen Bereichen, Einschränkung der Flexibilität durch Kapitalbindung für Rückhaltetechniken und besonders in der Industrie geforderte kurze pay-back bzw. Abschreibungszeiten sein.

Unabhängig von dieser Unsicherheit ist die Festlegung der Abgabenhöhe ein Problem, da hierzu die genaue Kenntnis der Kostenkurve und damit der Struktur der Anlagen einerseits und der Minderungsmöglichkeiten andererseits vorhanden sein muß. Das Informationsbedürfnis der Umweltbehörde ist daher von der Qualität der Daten her nicht geringer als bei einer individuellen Auflagenlösung. Mit der Auflagenlösung läßt sich aber das gewünschte Emissionsniveau mit größerer Wahrscheinlichkeit erreichen als bei der Abgabe.

Die bisherigen Ausführungen bezogen sich auf statische Randbedingungen. Tatsächlich ändern sich aber im Laufe der Zeit sowohl die Bewertung bzw. Kosten der Umweltschäden, z. B. durch Wertewandel, Fortschritte bei der Schadenseindämmung oder -reparatur, Ansteigen der Bevölkerungsdichte, als auch die Kosten der Schadstoffminderung, z. B. durch technischen Fortschritte bei der Schadstoffminderung oder Strukturwandel. Entsprechend dem eingangs erwähnten Grundprinzip einer rationalen Luftreinhaltepolitik führt eine Erhöhung der marginalen Kosten der Schaden zu einer Verringerung des optimalen Emissionsniveaus (und umgekehrt). Auch eine Verringerung der marginalen Kosten der Schadstoffminderung führt zu einer Verringerung des anzustrebenden Emissionsniveaus.

Es erhebt sich nun die Frage, inwieweit die verschiedenen Instrumente diese Anpassungen automatisch vornehmen bzw. ob laufende Änderungen der Grenzwerte, Abgaben usw. erforderlich sind. Bei einer Erhöhung der Kosten der Umweltschaden (Wertewandel, höhere Bevölkerungsdichte) sind bei allen Instrumenten (Abgabe, Auflagen, Zertifikate) Anpassungen notwendig, da sonst die Emissionen zu hoch werden. Entsprechendes gilt bei einer Verringerung der Kosten der Umweltschaden. Dagegen sind die Auswirkungen bei einer Änderung der Kosten der Schadstoffminderung differenziert zu

betrachten. Eine Verminderung dieser Kosten führt bei Auflagen und Zertifikaten nicht zu der gewünschten zusätzlichen Minderung der Emissionen. Bei Abgaben sinken dagegen die Emissionen, und zwar - wenn die marginalen Kosten der Schäden als ansteigend angenommen werden - sogar unter den optimalen Wert, so daß eine Verringerung der Abgabenhöhe erforderlich sein kann.

Durch technischen Fortschritt bei der Schadstoffminderung werden aber auf jeden Fall die Summe der Kosten bzw. Nachteile von Emissionsschäden und Minderungsmaßnahmen verringert. Somit ist ein wichtiges Kriterium, inwieweit durch das eingesetzte Instrument Innovationen bei der Schadstoffminderung gefördert werden. Bei der Auflagenlösung ist dabei ein zusätzlicher Anreiz zur Unterbietung der Auflage nicht generell gegeben, dagegen besteht ein starker Anreiz, die bestehenden Auflagen kostengünstiger zu erfüllen. Techniken zur weitergehenden Verringerung von Emissionen müssen aber durch Initiativen der Umweltschutzbehörden aktiv gefördert werden.

Abgabenlösungen geben einen hohen Anreiz zur Entwicklung verbesserter Techniken, da jede zusätzliche Emissionsreduzierung entsprechende Abgabenzahlungen mindert. Auch bei Zertifikaten besteht zunächst ein gewisser Anreiz zur Innovation, da dies z. B. den Verkauf von Zertifikaten ermöglicht. Allerdings führt das größere Angebot an Zertifikaten zu einer Absenkung des Zertifikatpreises, so daß der Anreiz für Innovationen schnell abnimmt. Langfristig ist der Anreiz für technischen Fortschritt bei Schadstoffminderungsmaßnahmen daher bei Abgaben größer als bei Zertifikaten.

Diese Ausführungen zeigen, daß die Bewertung verschiedener Instrumentarien eine sehr komplexe Aufgabe ist, die mit stark vereinfachten theoretischen Modellen allein nicht befriedigend zu lösen ist.

In diesem Vorhaben sollen die angesprochenen und weitere Problem-bereiche daher unter Zugrundelegen der tatsächlichen Emittentenstruktur in Baden-Württemberg untersucht werden; daraus sollen

Argumente und Entscheidungshilfen für die Auswahl umweltpolitischer Instrumente für die Luftreinhaltung abgeleitet werden.

Literatur

- /1/ H. Siebert: Ökonomische Theorie der Umwelt.
Tübingen, 1978
- /2/ Umweltbundesamt (Hrsg.): Kosten der Umweltverschmutzung.
Berichte 7/86
- /3/ R. Friedrich, A. Voß, E. Ruff: Fünf Vorschläge für reinere Luft. Energiewirtschaftliche Tagesfragen 8,/1984
- /4/ R. Friedrich, M. Mattis, A. Voß: Entstickung in 6 Schritten. Energiewirtschaftliche Tagesfragen 1/2, 1985
- /5/ Staatsministerium Baden-Württemberg (Hrsg.): Wirtschaftliche Entwicklung - Umwelt - Industrielle Produktion.
Stuttgart 1986
- /6/ M. Mattis, B. Boysen, R. Friedrich, A. Voß: Kosten-Effektivitäts-Analyse von Maßnahmen zur Reduzierung der SO₂- und No_x-Emissionen in Ballungsräumen am Beispiel der Stadt Stuttgart.
Kernforschungszentrum Karlsruhe, PFF-Berichte, KfK-PEF 12, 1987