

Kosten-Effektivitätsanalyse von Maßnahmen zur Minderung von SO<sub>2</sub>- und NO<sub>x</sub>-Emissionen in Baden-Württemberg für alle Emittentengruppen unter besonderer Berücksichtigung regionaler Aspekte

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

Zusammenfassung

Ziel des Projekts ist es, Kosten und Effektivität verschiedener Maßnahmen zur Reduzierung der SO<sub>2</sub>- und NO<sub>x</sub>-Emissionen in allen Emittentengruppen in Baden-Württemberg unter Berücksichtigung regionaler Aspekte zu untersuchen.

Dazu werden zunächst die gesamten derzeitigen SO<sub>2</sub>- und NO<sub>x</sub>-Emissionen in Baden-Württemberg kreisweise ermittelt. Anschließend wird ein Szenario erstellt, das die mögliche zukünftige Entwicklung der Emissionen im Rahmen der gegenwärtig bestehenden Umweltschutzaufgaben bis zum Jahr 2000 beschreibt.

In einem weiteren Schritt werden dann die Auswirkungen prinzipiell verfügbarer Maßnahmen zur Emissionsreduzierung und ihre Kosten ermittelt, um daraus Strategien und Empfehlungen für eine möglichst effiziente Politik zur Minderung der SO<sub>2</sub>- und NO<sub>x</sub>-Emissionen abzuleiten.

Summary

M. Mattis, B. Boysen, R. Friedrich, A. Voß  
Cost-Effectiveness-Analysis of Strategies to Reduce SO<sub>2</sub>- and NO<sub>x</sub>-Emissions in Baden-Württemberg Considering Regional Aspects

The objective of this project is to evaluate costs and effectiveness of measures to reduce SO<sub>2</sub>- and NO<sub>x</sub>-emissions from all air-polluters in Baden-Württemberg in the context of regional aspects.

In a first step the actual SO<sub>2</sub>- and NO<sub>x</sub>-emissions in Baden-Württemberg are calculated for each of its 44 counties. In addition a scenario is developed, in order to capture the effects of already implemented as well as planned emission - reduction measures on basis of expected future fuel use.

In the next step the effects of further reduction measures are calculated together with the cost component involved. With this conclusions strategies and recommendations for a cost-effective air-pollution-control policy are developed.

## ZIEL DES VORHABENS

In den letzten Jahren ist zur Gewißheit geworden, daß gasförmige Schadstoffemissionen zu Schäden der menschlichen Gesundheit, von Flora und Fauna sowie von Gewässern und ebenso Bauwerken aller Art in erheblichem Maße beitragen. Um diese Schäden zu mindern bzw. zu vermeiden, wurden eine Fülle von Techniken, Vorschlägen und Möglichkeiten zur Minderung von Emissionen in allen Emittentengruppen /u.a. 1/ entwickelt. In diesem Zusammenhang sind u. a. von Kommissionen der Landesregierung von Baden-Württemberg für die Emittentengruppen Kraftwerke /2,3/ und industrielle Feuerungsanlagen /4/ in Baden-Württemberg Möglichkeiten und Techniken zur Emissionsminderung betrachtet und systematisch bewertet worden. Entscheidungsträgern sollen damit die Kosten und Effektivität von Emissionsminderungsmaßnahmen aufgezeigt werden, um sie in die Lage zu versetzen, die jeweils effizienteste Maßnahme zur Emissionsminderung einleiten zu können. Für die restlichen Emittentengruppen, nämlich die genehmigungsbedürftigen Kleinverbraucherfeuerungen (dies sind im wesentlichen Feuerungsanlagen mit einer Leistung von über 1 MW<sub>th</sub> in Krankenhäusern, Universitäten, öffentl. Gebäuden, kleinen Heiz- und Heizkraftwerken, Schulen, größeren Handwerksbetrieben etc.), den Hausbrand sowie den Verkehr fehlen solche Untersuchungen für Baden-Württemberg bisher.

Es ist Ziel des Vorhabens, Kosten und Effektivität von Maßnahmen zur Minderung von SO<sub>2</sub>- und NO<sub>x</sub>-Emissionen in allen Emittentengruppen zu analysieren und zu vergleichen, wobei die bereits vorliegenden Erkenntnisse berücksichtigt werden. Zur Unterstützung einer rationalen Umweltpolitik können anhand der Ergebnisse die effizientesten Maßnahmen unter Berücksichtigung der Möglichkeiten in allen Emittentengruppen ausgewählt werden.

## VORGEHEN

Zunächst werden die derzeitigen SO<sub>2</sub>- und NO<sub>x</sub>- Emissionen kreisweise ermittelt. Dazu werden für die Kraftwerke und die Industrie die vorliegenden Arbeiten /2,3,4/ aktualisiert sowie zusätzlich Angaben aus dem Energiegutachten Baden-Württemberg /5/ eingearbeitet. Für die genehmigungsbedürftigen Feuerungsanlagen von Kleinverbrauchern wird eine Datenbank erstellt, die jede Anlage einzeln erfaßt.



Die Anzahl der nicht genehmigungsbedürftigen Feuerungsanlagen wird kreisweise, differenziert nach eingesetztem Brennstoff, Heizsystem (Einzel- oder Sammelheizung), Brennstoffverbrauch, Verbrauchergruppe (Haushalte, Kleinverbraucher und Industrie) und Leistungsgrößenklasse angegeben. Zur Ermittlung dieser Daten wird auf statistische Angaben zur Gebäudestruktur und auf Daten zum spezifischen Energieverbrauch zurückgegriffen /6/. Bei den nicht genehmigungsbedürftigen Kleinverbraucherfeuerungsanlagen werden die benötigten Parameter mit Hilfe von Indikatoren wie Anzahl der Arbeitsplätze differenziert nach Branchen, Krankenhausbetten, Schülerzahlen usw. zusammengestellt.

Grundlage für die Berechnung der  $\text{NO}_x$ - und  $\text{SO}_2$ -Emissionen des Verkehrs ist die Straßendatenbank /8/ für Baden-Württemberg, in der die Außerortsstraßen in den Kategorien Autobahn, Bundesstraße, Landesstraße und Kreisstraße erfaßt sind. Zusätzlich wird ein Modell über den Innerortsverkehr erarbeitet. Ergänzend zu bisherigen Studien wird der PKW-Bereich nach Hubraumklassen /9/ getrennt behandelt.

Aufbauend auf der Datenbasis für alle Emittentengruppen wird ein Referenzfall bis zum Jahr 2000 erarbeitet. In diesem Referenzfall wird der zu erwartende Brennstoffverbrauch der einzelnen Emittentengruppen bis zum Jahr 2000 untersucht. Auf Basis des Brennstoffverbrauchs werden die  $\text{SO}_2$ - und  $\text{NO}_x$ -Emissionen berechnet, wobei die geplanten und gesetzlich vorgeschriebenen Emissionsminderungsmaßnahmen berücksichtigt werden.

Ausgehend vom Referenzfall werden die Auswirkungen und die Kosten der verschiedenen Emissionsminderungsmaßnahmen untersucht. Dabei sind sowohl technische wie auch organisatorische und logistische Maßnahmen miteinbezogen. Anhand der spezifischen Minderungskosten, also der einzusetzenden Kosten pro kg weniger emittiertem Schadstoff, können die verschiedenen Maßnahmen bewertet und in eine Rangfolge eingeordnet werden. Aufgrund dieser Rangfolge ist erkennbar, mit welcher Maßnahmenkombination ein vorzuziehendes niedrigeres Emissionsniveau zu minimalen Kosten realisiert werden

kann. Ebenso läßt sich feststellen, welches Emissionsniveau beim Einsatz festgelegter volkswirtschaftlicher Ressourcen im günstigsten Fall erreicht werden kann. Da die Luftschadstoffbelastung in den einzelnen Regionen des Landes unterschiedlich ausgeprägt ist, kann u. U. auch die Dringlichkeit von Emissionsminderung regional unterschiedlich sein. Um diesen Aspekt untersuchen zu können, werden die o.g. Untersuchungen auch getrennt nach Raumtypen (ländlicher Raum, Verdichtungsgebiet) durchgeführt.

Aus den Untersuchungsergebnissen lassen sich - unter Berücksichtigung sonstiger Vor- und Nachteile der untersuchten Maßnahmen - besonders effiziente Maßnahmen ermitteln.

Im folgenden werden die ersten vorläufigen Ergebnisse des Referenzfalls dargestellt.

#### EMISSIONSENTWICKLUNG IN BADEN-WÜRTTEMBERG

Zunächst werden die Entwicklung des Brennstoffverbrauchs und die daraus resultierenden Emissionen der vier Emittentengruppen Kraftwerke, sonstige genehmigungsbedürftige Anlagen<sup>1)</sup>, nicht genehmigungsbedürftige Anlagen und Verkehr bis zum Jahr 2000 diskutiert. Anschließend wird auf die Gesamtentwicklung eingegangen. Es sei ausdrücklich darauf hingewiesen, daß es sich bei den im folgenden dargestellten Ergebnissen um erste vorläufige Resultate handelt, die im weiteren Verlauf des Projekts noch verfeinert werden.

1) In der Emittentengruppe sonstige genehmigungsbedürftige Anlagen sind die genehmigungsbedürftigen Industriefeuerungen und die genehmigungsbedürftigen Kleinverbraucheranlagen zusammengefaßt. Genehmigungsbedürftige Anlagen nach der neuen 4 BImSchV sind solche Feuerungsanlagen, die mehr als 1 MW thermischer Leistung haben, mit folgenden Ausnahmen. Mit leichtem Heizöl (HEL) gefeuerte Anlagen sind ab 5 MW<sub>th</sub>, mit Erdgas gefeuerte Anlagen sind ab 10 MW<sub>th</sub> genehmigungsbedürftig. Da in der Vergangenheit auch die mit HEL gefeuerten Anlagen zwischen 1 und 5 MW<sub>th</sub> genehmigungsbedürftig waren, sind sie hier unter dieser Gruppe miterfaßt.

### Kraftwerke

Über den Brennstoffverbrauch und die Emissionen sowie die Emissionsminderungsmaßnahmen an Kraftwerken liegen umfangreiche Daten aus den Arbeiten von zwei Kommissionen der Landesregierung /2,3/ sowie dem Energiegutachten Baden-Württemberg /5/ vor.

Die SO<sub>2</sub>-Emissionen aus öffentlichen Kraftwerken in Baden-Württemberg, in denen hauptsächlich Steinkohle verfeuert wird, betragen im Jahr 1985 ca. 73 kt. Sie werden bis zum Jahr 1989 auf ca. 12 kt absinken und sich dann bis zum Jahr 2000 in etwa auf diesem Niveau bewegen. Die NO<sub>x</sub>-Emissionen sinken von ca. 63 kt 1985 auf 12 kt bis 1989 ab und verringern sich danach bis zum Jahr 2000 weiter auf ca. 10 kt. Wesentliche Ursache für den Rückgang der SO<sub>2</sub>- und NO<sub>x</sub>-Emissionen ist der Einsatz von Rauchgasentschwefelungs- und -entstickungsanlagen sowie - bei NO<sub>x</sub> - die Durchführung von Primärmaßnahmen.

### Sonstige genehmigungsbedürftige Feuerungsanlagen

Insgesamt werden von dieser Emittentengruppe 1985 ca. 200 PJ Brennstoff verbraucht. Der Verbrauch steigt im Referenzfall bis zum Jahr 2000 bei angenommenen 2 - 2,4% wirtschaftlichem Wachstum und Verringerung des spezifischen Energieeinsatzes nur geringfügig an. Über die Hälfte des Brennstoffeinsatzes entfiel 1985 auf die Grundstoffindustrie, die genehmigungsbedürftigen Kleinverbraucheranlagen benötigen ca. 35 PJ Brennstoff. Betrachtet man die eingesetzten Brennstoffe, so ergibt sich ein deutlicher Rückgang des schweren Heizöls bis zum Jahr 2000 bei gleichzeitiger Zunahme des Erdgaseinsatzes um ca. 40% im gleichen Zeitraum.

Die SO<sub>2</sub>-Emissionen dieser Emittentengruppen nehmen von 1985 bis zum Jahr 2000 (ohne Berücksichtigung der Anforderungen der TA Luft) von ca. 80 kt auf ca. 65 kt ab. Die Minderung der SO<sub>2</sub>-Emissionen ist dabei vor allem auf die Substitution von schwerem Heizöl durch Erdgas und auf Rauchgasreinigungsmaßnahmen an Großfeuerungsanlagen, - vor allem bei Anlagen der Zellstoffindustrie, die Sulfitablauge verbrennen - zurückzuführen. An den SO<sub>2</sub>-Emissionen dieser Emittentengruppe hat die Grundstoffindustrie 1985 mit über 60% den größten Anteil. Die meisten Emissionsminderungs-



maßnahmen aufgrund der GfAVO werden in dieser Wirtschaftsgruppe durchgeführt. Die Umsetzung der Anforderungen der novellierten TA Luft führen zu einer weiteren Minderung der  $\text{SO}_2$ -Emissionen, die zu ca. 10 kt/a abgeschätzt werden kann. Das exakte Minderungspotential wird im Rahmen der weiteren Arbeiten in den Referenzfall eingefügt. Die Absenkung des Schwefelgehalts von leichtem Heizöl auf max. 0,2% Schwefel trägt zu einer Verminderung der  $\text{SO}_2$ -Emissionen aus genehmigungsbedürftigen Anlagen um ca. 1,5 kt/a bei. Die genehmigungsbedürftigen Feuerungsanlagen des Sektors Kleinverbraucher hatten 1985 einen Anteil von unter 10% an den  $\text{SO}_2$ -Emissionen der hier betrachteten Emittentengruppe.

Die  $\text{NO}_x$ -Emissionen aus genehmigungsbedürftigen Feuerungsanlagen lagen 1985 bei ca. 38 kt (ohne Berücksichtigung der TA Luft). Unter den hier getroffenen Annahmen vermindern sich die  $\text{NO}_x$ -Emissionen bis zum Jahr 2000 nur unwesentlich. Die Einhaltung der verschärften Grenzwerte der novellierten TA Luft läßt die  $\text{NO}_x$ -Emissionen ab dem Jahr 1991 um etwa 5 kt/a absinken.

#### Hausbrand

Wegen der noch fehlenden Datenbasis für die nicht genehmigungsbedürftigen Feuerungsanlagen bei Kleinverbrauchern werden deren Emissionen hier noch nicht diskutiert, vielmehr beschränkt sich die folgende Analyse auf die privaten Haushalte. In Baden-Württemberg wurden 1985 ca. 38 Mio. Wohnungen in 1,7 Mio. Gebäuden beheizt. Im Referenzfall wird eine Abnahme der Bevölkerung in Baden-Württemberg von 9,2 Mio. auf 9,1 Mio. Menschen von 1985 bis 2000 angenommen. Trotz steigender Wohnfläche wird der Endenergiebedarf für Wärme in den Haushalten wegen verbesserter Wärmedämmung um ca. 13% bis im Jahr 2000 sinken /5/. Der Brennstoffverbrauch, also der Verbrauch an fossilen Energieträgern, nicht aber an Strom und Fernwärme, nimmt im Betrachtungszeitraum von ca. 200 PJ auf ca. 158 PJ ab. Kohle und leichtes Heizöl werden vor allem durch Erdgas und auch Strom substituiert.

Die  $\text{SO}_2$ -Emissionen vermindern sich im Referenzfall von ca. 23 kt 1985 auf ca. 11 kt im Jahr 2000. Neben der Substitution von Brennstoffen ist darin auch eine Abnahme der  $\text{SO}_2$ -Emissionen ab dem Jahr 1988 um ca. 5,5 kt/a durch die gesetzlich vorgeschrie-

bene Verringerung des Schwefelanteils in leichtem Heizöl berücksichtigt. Die  $\text{NO}_x$ -Emissionen sinken im Referenzfall von ca. 11 kt im Jahr 1985 auf ca. 8,5 kt in 2000 ab.

### Verkehr

Im Referenzfall wurde für die Entwicklung des Brennstoffverbrauchs und der daraus resultierenden  $\text{SO}_2$ - und  $\text{NO}_x$ -Emissionen davon ausgegangen, daß bis zum Jahr 2000 das Verkehrsaufkommen der PKW's innerorts /1/ um 0,3%/a und außerorts /5/ um 1,3%/a sowie beim LKW-Verkehr entsprechend um 0,9%/a bzw. 1,1%/a ansteigt. Der Anteil an Diesel-PKW's am Gesamtbestand steigt, so die Annahmen, bis zum Jahr 2000 auf 20% an. Die erfolgte Verschärfung der EG-Grenzwerte führt zu einer kontinuierlichen Zunahme schadstoffarmer Fahrzeuge, wobei jedoch nur in der obersten Hubraumklasse > 2000  $\text{ccm}^3$  ausschließlich der Dreiwegkatalysator eingesetzt wird, während in den übrigen Hubraumklassen auch andere Schadstoffminderungsmaßnahmen (ungeregelter Katalysator, Magerkonzept usw.) zum Einsatz kommen.

Der Brennstoffverbrauch des Verkehrs steigt dabei von ca. 260 PJ im Jahr 1985 auf 280 PJ im Jahr 2000 an. Der Anteil des Dieselmotorkraftstoffs betrug im Jahr 1985 ca. 25%, er steigt bis zum Jahr 2000 auf über 30% an.

Die  $\text{SO}_2$ -Emissionen des Verkehrs betragen im Jahr 1985 ca. 10 kt. Trotz steigendem Verbrauch an Dieselmotorkraftstoff sinken sie durch die geforderte Absenkung des Schwefelgehalts auf max. 0,2% S leicht auf ca. 9,7 kt/a ab. Die Absenkung des Schwefelgehalts im Dieselmotorkraftstoff mindert die  $\text{SO}_2$ -Emissionen des Verkehrs im Jahr 2000 insgesamt um ca. 3 kt/a.

Die  $\text{NO}_x$ -Emissionen des Verkehrs sinken aufgrund der o.g. Emissionsminderungsmaßnahmen im Referenzfall von ca. 225 kt 1985 auf ca. 150 kt im Jahr 2000 ab. Dann wird der überwiegende Anteil der Stickoxide von Dieselfahrzeugen emittiert, davon wiederum machen LKW's einen Anteil von annähernd 90% aus.

BETRACHTUNG DER GESAMTENTWICKLUNG DER SO<sub>2</sub>- UND NO<sub>x</sub>-EMISSIONEN

Aus den Entwicklungen der Emissionen in den einzelnen Emittentengruppen ergibt sich die im folgenden dargestellte Gesamtentwicklung.

Die SO<sub>2</sub>-Emissionen (s. Abb. 1) sinken von 185 kt im Jahr 1985 auf ca. 105 kt im Jahr 1989 ab, um dann bis zum Jahr 2000 weiter auf ca. 98 kt zurückzugehen (ohne Berücksichtigung der TA Luft). Die SO<sub>2</sub>-Emissionen aus nicht genehmigungsbedürftigen Kleinverbraucherfeuerungen von ca. 20 kt SO<sub>2</sub> im Jahr 1985 sind dabei allerdings noch nicht enthalten. Die Gesamtemissionen lagen demnach im Jahr 1985 bei ca. 210 kt SO<sub>2</sub>.

Der Anteil der Kraftwerke an den gesamten SO<sub>2</sub>-Emissionen verringert sich deutlich bis zum Jahr 1989. Die SO<sub>2</sub>-Emissionen aus der Verbrennung von Kohle gehen von 1985 bis 1989 um über 50%, die aus dem Einsatz von schwerem Heizöl bis zum Jahr 2000 um ca.

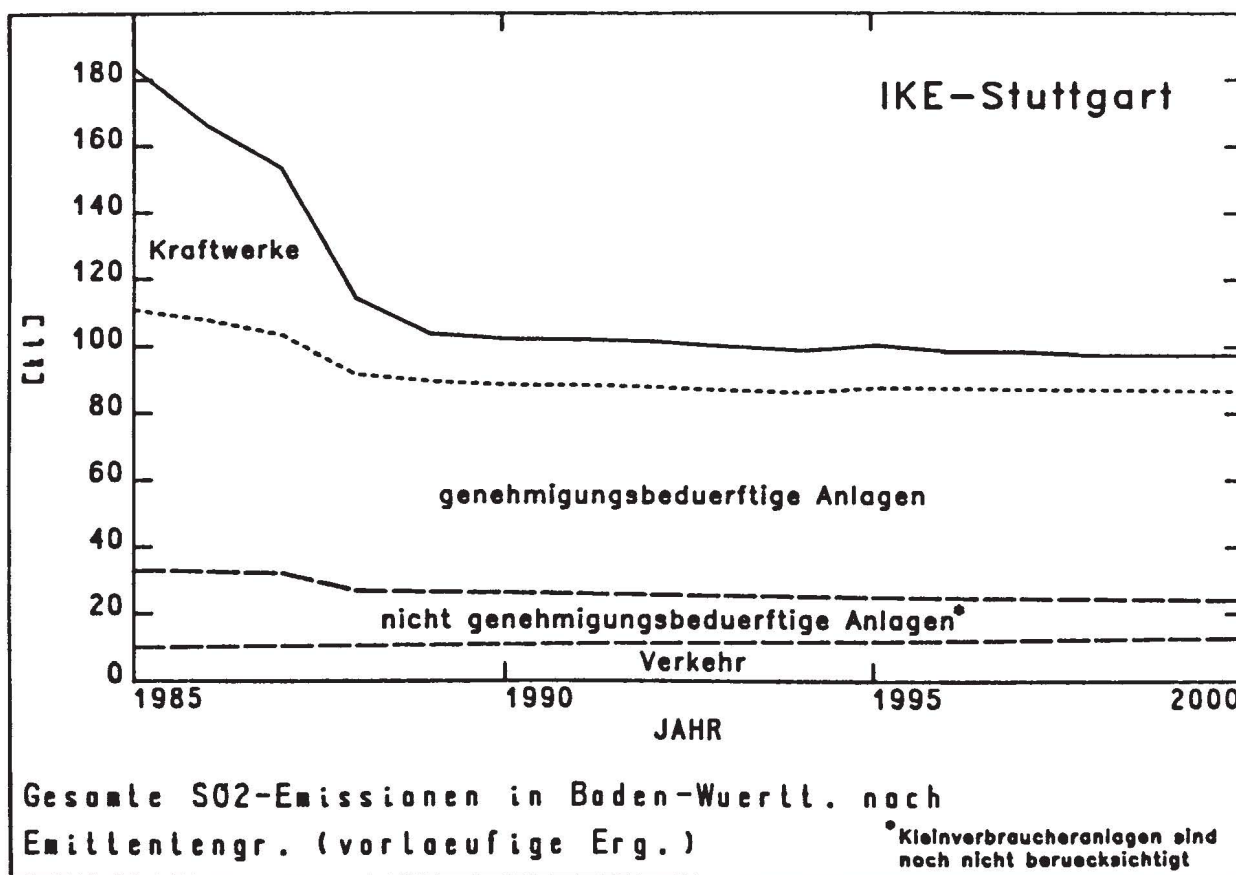


Abb. 1: Entwicklung der SO<sub>2</sub>-Emissionen im Referenzfall  
- Vorläufige Ergebnisse -



30% zurück. Bei Berücksichtigung der Auswirkungen der TA Luft werden die  $\text{SO}_2$ -Emissionen um weitere ca. 10 kt  $\text{SO}_2/\text{a}$  zurückgehen (in Abb. 1 noch nicht enthalten).

Die  $\text{NO}_x$ -Emissionen (Abb. 2) sinken im Betrachtungszeitraum von ca. 340 kt/a (ohne die noch einzuarbeitenden Emissionen der nichtgenehmigungsbedürftigen Kleinverbraucheranlagen) auf ca. 208 kt/a ab. Dieser Rückgang ist im wesentlichen auf die Minderung der  $\text{NO}_x$ -Emissionen im Verkehr und in den Kraftwerken zurückzuführen. Der Anteil des Verkehrs an den gesamten  $\text{NO}_x$ -Emissionen betrug 1985 ca. 65% und wird im Jahr 2000 ca. 70% betragen, wobei etwa die Hälfte der  $\text{NO}_x$ -Emissionen des Straßenverkehrs von LKW's emittiert werden, wenn keine geeigneten  $\text{NO}_x$ -Minderungsmaßnahmen eingesetzt werden. Die  $\text{NO}_x$ -Emissionen aus den nicht genehmigungsbedürftigen Feuerungsanlagen der Kleinverbraucher betragen abgeschätzt ca. 10 kt. Die gesamten  $\text{NO}_x$ -Emissionen betragen im Jahr 1985 demnach ca. 350 kt.

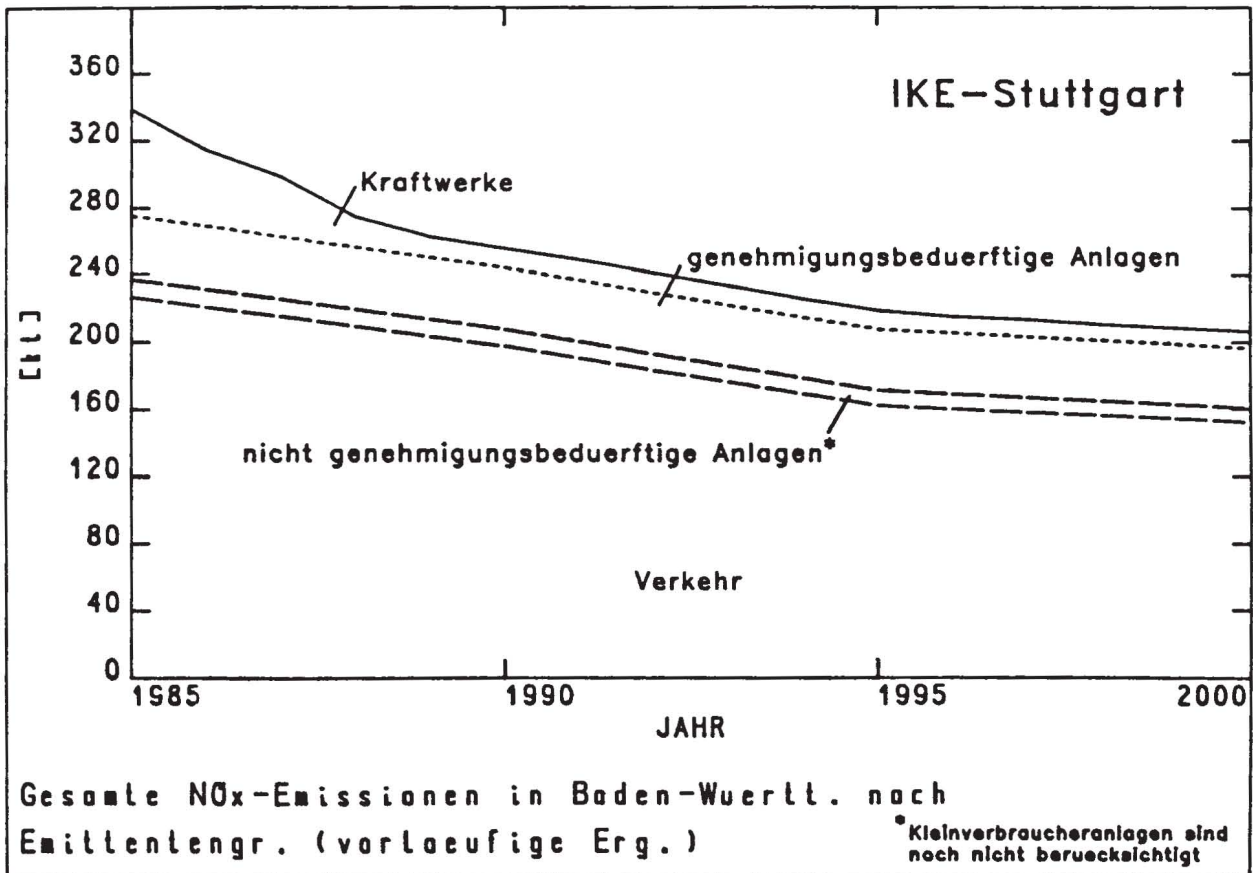


Abb. 2: Entwicklung der  $\text{NO}_x$ -Emissionen im Referenzfall  
- Vorläufige Ergebnisse -

Die Umsetzung der Grenzwerte der TA Luft 86 dürfte eine zusätzliche Verringerung der  $\text{NO}_x$ -Emissionen um ca. 5-6 kt/a bewirken. Die genauen Werte müssen im Zuge der weiteren Arbeiten noch bestimmt werden.

#### Regionale Verteilung der Emissionen.

Zur Untersuchung der regionalen Auswirkungen von Emissionsminderungsmaßnahmen ist eine ähnlich aufgegliederte Erfassung der  $\text{SO}_2$ - und  $\text{NO}_x$ -Emissionen und ihrer zukünftigen Entwicklung nötig, da in den Regionen unterschiedliche Emissionsschwerpunkte bestehen. Die vorliegende Datenbasis ermöglicht die Betrachtung der Emissionen in den Kreisen. Im folgenden werden die Ergebnisse des Referenzfalls kreisweise dargestellt.

Abb. 3 und 4 zeigen die  $\text{SO}_2$ -Emissionen des Referenzfalls im Jahr 1985 und 2000 in den Kreisen in Baden-Württemberg. Es handelt sich dabei um vorläufige Ergebnisse. Besonders fällt der deutliche Rückgang der Emissionen in den Kreisen mit Kraftwerken auf (z. B. Heilbronn, Mannheim, Stuttgart, Ludwigsburg, Esslingen). Bei den sonstigen Kreisen mit höheren  $\text{SO}_2$ -Emissionen sind zumeist Feuerungsanlagen der Industrie die Hauptverursacher. Bei niedrigem Emissionsniveau ist dagegen dem Hausbrand der größte Anteil an den Emissionen zuzuordnen.

In den Abb. 5 und 6 sind die  $\text{NO}_x$ -Emissionen in Baden-Württemberg kreisweise dargestellt. Im Jahr 1985 hat außer in 3 Kreisen mit Großkraftwerken der überwiegende Anteil an den  $\text{NO}_x$ -Emissionen seinen Ursprung im Straßenverkehr, der in einigen Kreisen bis zu über 80% an den  $\text{NO}_x$ -Emissionen beteiligt ist. Nach Durchführung der geplanten  $\text{NO}_x$ -Minderungsmaßnahmen in den Kraftwerken wird der Verkehr in allen Kreisen Baden-Württembergs den größten Anteil an den  $\text{NO}_x$ -Emissionen aufweisen.

Mit dem hier dargestellten Referenzfall ist somit eine Ausgangsbasis für die Simulation der Auswirkungen von Emissionsminderungsmaßnahmen bereitgestellt.

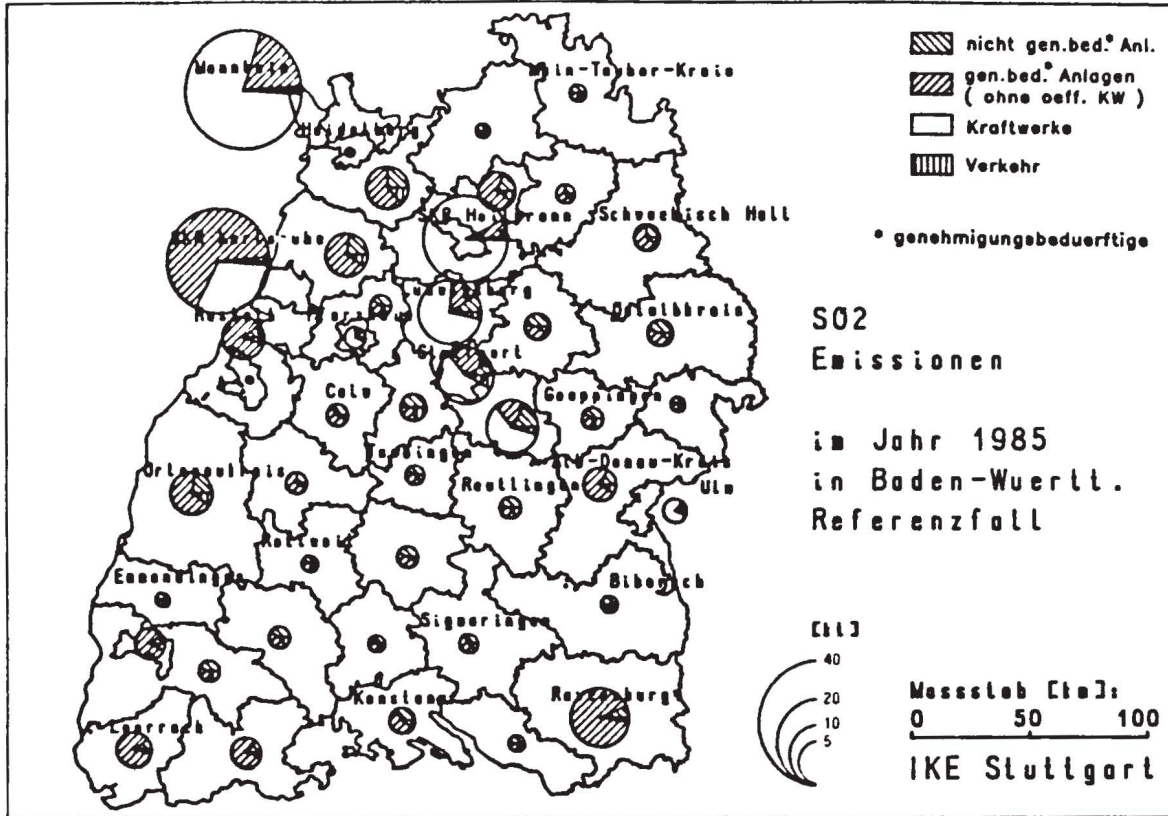


Abb. 3: SO<sub>2</sub>-Emissionen im Jahr 1985 in Baden-Württt. Referenzfall (Vorläufige Ergebnisse)

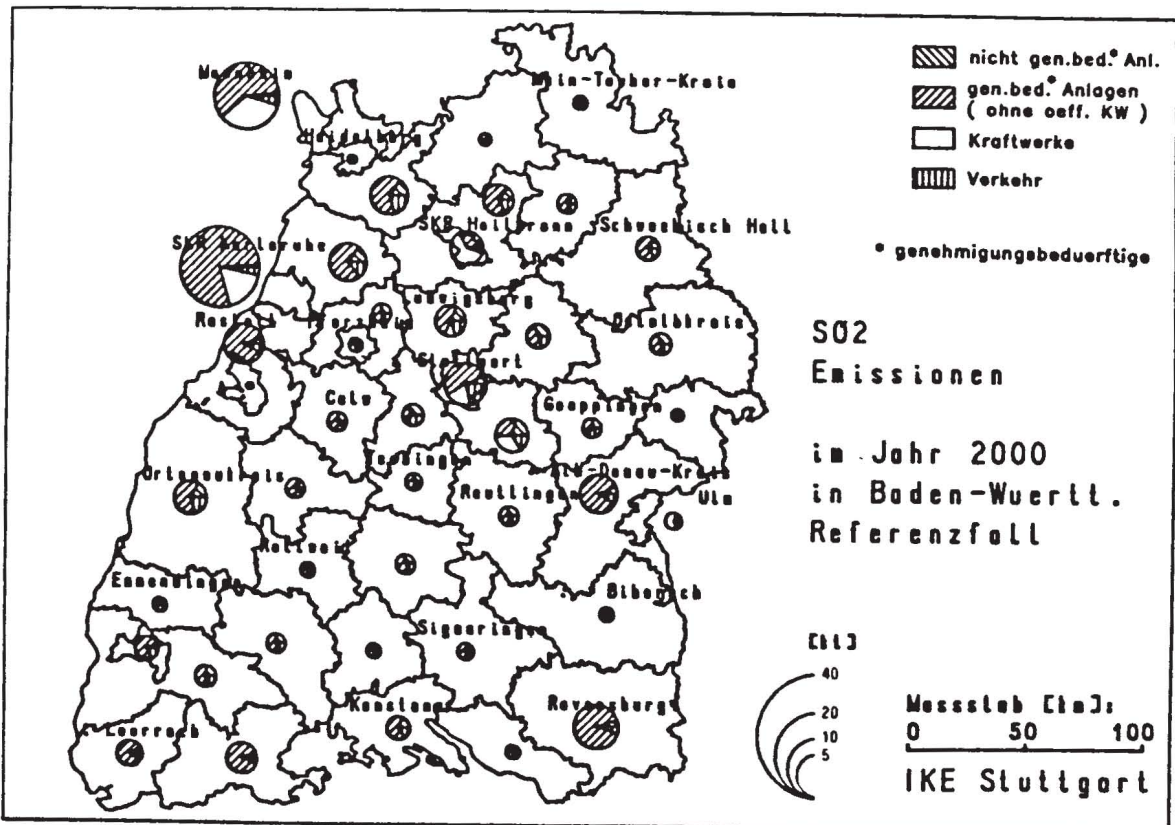


Abb. 4: SO<sub>2</sub>-Emissionen im Jahr 2000 in Baden-Württt. Referenzfall (Vorläufige Ergebnisse)



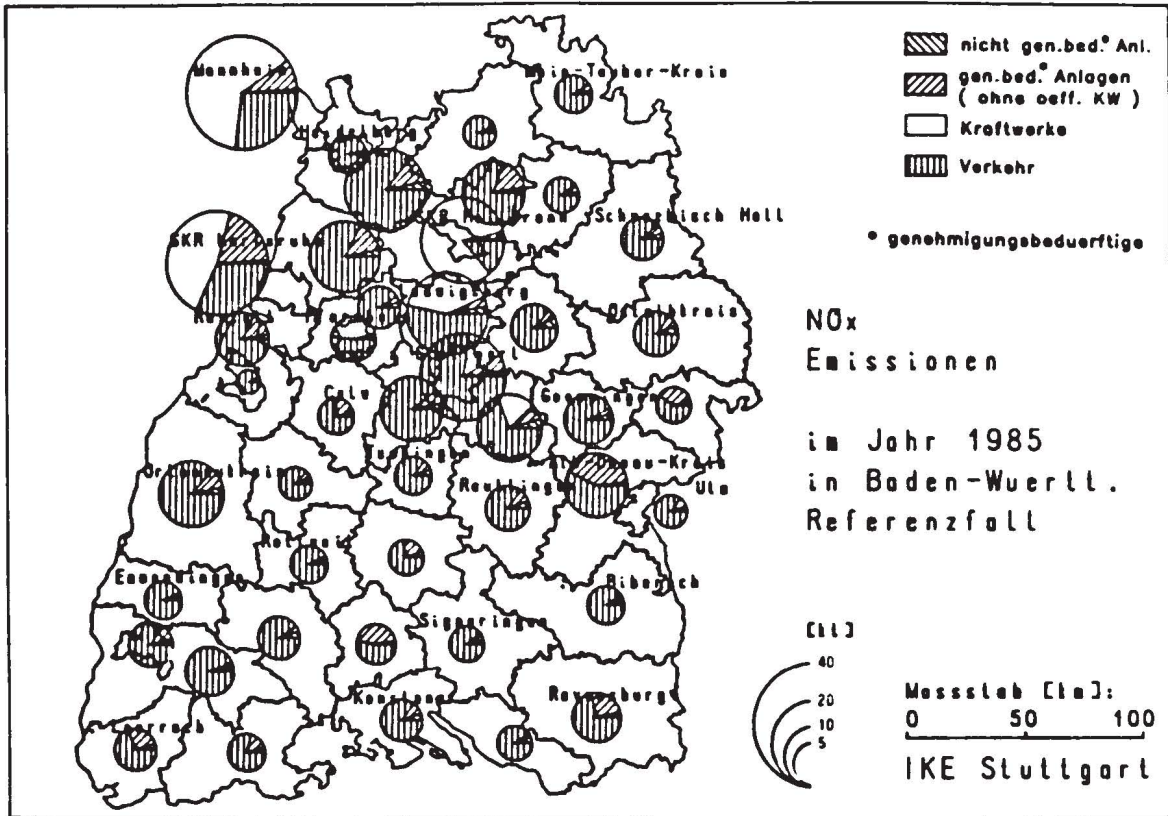


Abb. 5: NO<sub>x</sub>-Emissionen im Jahr 1985 in Baden-Württ. Referenzfall (Vorläufige Ergebnisse)

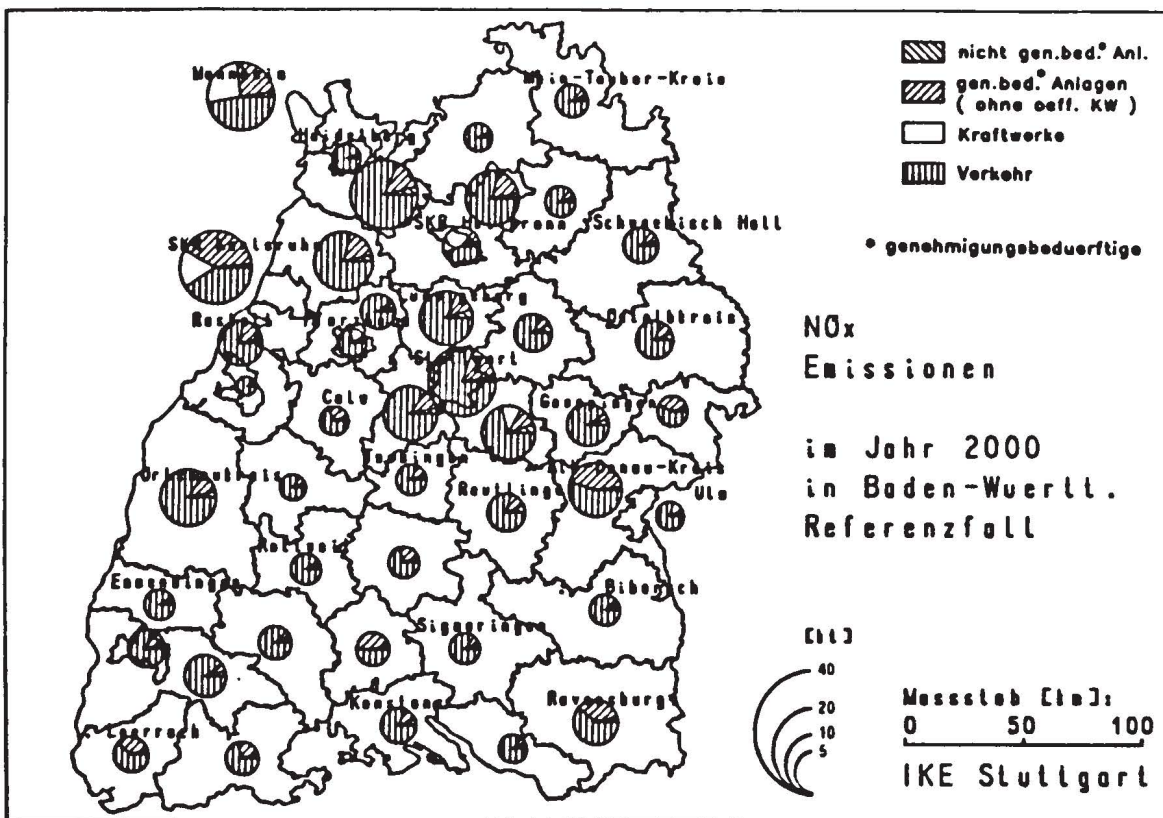


Abb. 6: NO<sub>x</sub>-Emissionen im Jahr 2000 in Baden-Württ. Referenzfall (Vorläufige Ergebnisse)

## Literatur

- /1/ Voß, A. et al: "Kosten-Effektivitäts-Analyse von Maßnahmen zur Reduzierung der SO<sub>2</sub>- und NO<sub>x</sub>-Emissionen in Ballungsräumen am Beispiel der Stadt Stuttgart, KfK-PEF 27, Projekt Europäisches Forschungszentrum für Maßnahmen zur Luftreinhaltung, Kernforschungszentrum, Karlsruhe 1987
- /2/ Bericht der Arbeitsgruppe "Energiebedarf-Umwelt-Kraftwerksbetrieb" im Auftrag der Landesregierung von Baden-Württemberg, Stuttgart, September 1983
- /3/ Bericht der Arbeitsgruppe "Minderung von Stickoxidemissionen aus Kohlekraftwerken in Baden-Württemberg" im Auftrag der Landesregierung von Baden-Württemberg, Stuttgart Oktober 1984
- /4/ Bericht der Arbeitsgruppe "Wirtschaftliche Entwicklung-Umwelt-Industrielle Produktion": Im Auftrag der Landesregierung Baden-Württemberg, Stuttgart, Juni 1986
- /5/ Voß, A. et al: "Perspektiven der Energieversorgung" Gutachten im Auftrag der Landesregierung Baden-Württemberg, Stuttgart 1987
- /6/ Boysen, B.; Friedrich, R.; Müller, Th.; Scheierle, N.; Voß, A.: "Erfassung stündlicher SO<sub>2</sub>- und NO<sub>x</sub>-Emissionen in Baden-Württemberg in einer räumlichen Auflösung von 1x1 km für die Zeit der TULLA Meßkampagne, KfK PEF 21, Kernforschungszentrum Karlsruhe, 1986
- /7/ Statistisches Landesamt Baden-Württemberg (Hrsg.): Struktur und Regionaldatenbank, Stuttgart 1986
- /8/ Landesamt für Straßenwesen Baden-Württemberg (Hrsg.): Straßendatenbank, Stuttgart 1985
- /9/ Veldt, C.: Emissions from Road Transport. Discussion paper for the OECD-Workshop on Comparison of Emission Inventory Data October 22-24, 1986 MT-TNO (Organisatie voor toegepast-natuurwetenschapelijk onderzoek), August 1986
- /10/ ECE Richtlinie 15/05