

Reinere Luft in Ballungsgebieten

Kosten und Effektivität von Maßnahmen zur Luftreinhaltung

Dipl.-Ing. Dipl.-Kfm. Marcus Mattis; Dr. Ing. Rainer Friedrich;
Prof. Dr.-Ing. Alfred Voß, Stuttgart

Es werden die Ergebnisse einer Untersuchung zur effizienten Minderung von SO_2 - und NO_x -Emissionen in Ballungsgebieten am Beispiel der Stadt Stuttgart erläutert, die im Auftrag des Projekts „Europäisches Forschungszentrum für Maßnahmen zur Luftreinhaltung (PEF)“ durchgeführt wurde. Das PEF ist eine vom Land Baden-Württemberg und der Kommission der Europäischen Gemeinschaft getragene Einrichtung. Die Arbeiten wurden vom Institut für Kernenergetik und Energiesysteme in Zusammenarbeit mit dem Institut für Verbrennungsmotoren und Kraftfahrwesen (beide Universität Stuttgart) durchgeführt. Ziel des Vorhabens war es, diejenigen Maßnahmen und Möglichkeiten zur Reduzierung der SO_2 - und NO_x -Emissionen aus den verschiedenen Quellen (Emittenten) zu identifizieren, die die Emissionen am effizientesten mindern können.

verbräuche unter Berücksichtigung der zu erwartenden Bevölkerungsentwicklung sowie einer möglichen wirtschaftlichen Entwicklung und der daraus resultierenden SO_2 - und NO_x -Emissionen bis zum Jahr 2000 in den einzelnen Emittentengruppen erarbeitet (Referenzfall). In diesem Referenzfall werden geplante Energieträgersubstitutionen sowie Emissionsminderungsmaßnahmen, die sowohl durch Umweltschutzverordnungen als auch aufgrund anderer Überlegungen initiiert sein können, berücksichtigt.

In Zusammenhang mit der durch die neuartigen Waldschäden ausgelösten Diskussion über die Reduzierung der Emissionen von gasförmigen luftgetragenen Schadstoffen existieren heute eine Vielzahl von Vorschlägen, Möglichkeiten und Techniken zur Minderung von Schadstoffemissionen.

Was aber noch weitgehend fehlt, ist eine systematische Einordnung und Bewertung dieser Techniken, die den Entscheidungsträgern Kosten und Effektivität, d. h. zu erwartende Minderung der Emissionen, verdeutlicht und sie damit befähigt, möglichst effiziente Maßnahmen zur Minderung von Emissionen auszuwählen. Da die einsetzbaren Mittel zur Erreichung umweltpolitischer Ziele begrenzt sind, kommt es darauf an, die knappen Mittel so einzusetzen, daß der größtmögliche umweltentlastende Effekt erzielt wird. Wegen der komplexen Zusammenhänge und der Vielzahl von Einflußgrößen, die dabei zu erfassen sind, bedarf es zur Untersuchung dieser Fragen quantitativer systemtechnischer Analysen.

Vorgehensweise der Analyse

Im folgenden werden die Ergebnisse einer derartigen „Kosten-Effektivitäts-Analyse“ von Maßnahmen zur Reduktion von luftgetragenen Schadstoffen erläutert. Die Untersuchung beschränkt sich auf die Schadstoffe NO_x und SO_2 . Die Analysen wurden für die Stadt

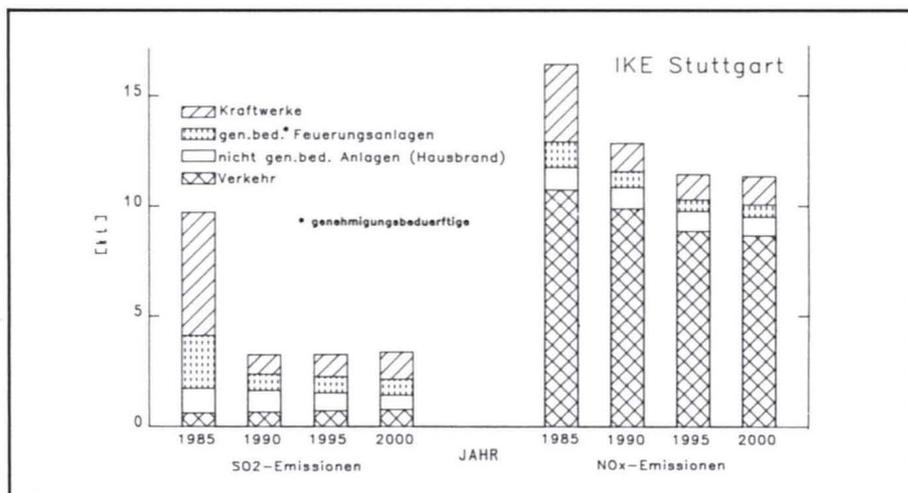


Bild 1: SO_2 - und NO_x -Emissionen in Stuttgart unter Berücksichtigung der existierenden und geplanten Emissionsminderungsmaßnahmen.

Stuttgart als Beispiel für ein Ballungsgebiet durchgeführt. Um die Auswirkung von Emissionsminderungsmaßnahmen räumlich differenziert erfassen zu können, wurden die Emissionen stadtteilweise betrachtet.

Grundlage für die Kosten-Effektivitäts-Analyse ist eine detaillierte Analyse der verschiedenen Maßnahmen und Techniken zur Schadstoffminderung bei den verschiedenen Emittenten. Die Techniken zur Emissionsminderung wurden dabei nach einem einheitlichen Schema (Anwendungsbereich, Rückhaltegrade, Kosten, Energieaufwand usw.) beschrieben und charakterisiert. (Vgl. die Langfassung der Studie [4] und [1, 2, 3].)

Aufbauend auf einer Erhebung der Ist-Situation bezüglich der Brennstoffeinsätze und Anlagenstruktur im Jahr 1985 wird eine Projektion der Brennstoff-

Im nächsten Schritt werden die Auswirkungen und Kosten weiterer technischer und organisatorischer sowie logistischer Emissionsminderungsmaßnahmen simuliert. Anhand der spezifischen Minderungskosten (SMK) lassen sich diese Maßnahmen bewerten, wobei die SMK (Quotient aus den entstehenden Kosten und Emissionsminderungen gegenüber dem Referenzfall) angeben, wieviel DM pro nicht mehr emittiertem kg Schadstoff aufgewendet werden müssen.

Unter Berücksichtigung der SMK läßt sich eine Rangfolge der zusätzlichen Maßnahmen für alle Emittentengruppen (Kraftwerke, sonstige genehmigungsbedürftige¹⁾ Anlagen, nicht genehmigungsbedürftige Anlagen, Verkehr) beginnend mit den niedrigsten und endend mit den höchsten SMK aufstellen. So kann einerseits festgestellt werden, welche Kosten mindestens aufgewen-

Prof. Dr.-Ing. A. Voß, Leiter des Instituts für Kernenergetik und Energiesysteme (IKE) der Universität Stuttgart, Dipl.-Ing. Dipl.-Kfm. M. Mattis, Dr.-Ing. R. Friedrich, Mitarbeiter desselben Instituts.

In Stuttgart gibt es 175 (nach der 4. BImSchV) genehmigungsbedürftige Feuerungsanlagen, davon 80 in der Industrie und 95 bei sogenannten „Kleinverbrauchern“ (Krankenhäuser, Universität, Verwaltungsgebäude usw.). Drei Anlagen unterliegen der GFAVO, davon werden zwei stillgelegt und eine auf Erdgas umgestellt. Diese Anlagenstruktur ist nicht typisch für Ballungsgebiete, weil große Betriebe der Grundstoffindustrie fehlen.

Die SO₂-Emissionen (Bild 1) aus genehmigungsbedürftigen Anlagen sinken im Referenzfall von 2,4 kt/a 1985 auf 0,7 kt/a im Jahr 2000 (ca. 70%). Die NO_x-Emissionen nehmen im gleichen Zeitraum nur um ca. 53% von 1,2 kt/a auf 0,5 kt/a ab. Diese Emissionsminderungen sind vor allem auf die Substitution von schwerem Heizöl und Kohle durch Erdgas (wodurch das geringere Sinken der NO_x-Emission zu erklären ist), Fernwärme und Strom sowie auf die Realisierung der Anforderungen der TA Luft zurückzuführen. Ohne diese Maßnahmen, aber unter Berücksichtigung der Energieeinsparungen, würden die SO₂- und NO_x-Emissionen ungefähr konstant bleiben.

Der weitaus größte Teil der SO₂-Emissionsminderungen wird durch Brennstoffsubstitution verursacht. Die TA-Luft bewirkt nur einen geringen Rückgang der SO₂-Emissionen um 0,15 kt/a bei Kosten von ca. 0,4 Mio. DM/a, wenn die in der TA Luft genannten Grenzwerte (ohne Dynamisierung) eingehalten werden. Die NO_x-Emissionen (Bild 1) im Jahr 2000 sinken durch die Brennstoffsubstitution im Referenzfall und durch die TA Luft um ca. 0,7 kt/a bei Kosten für die Umsetzung der TA Luft von ca. 2,2 Mio. DM.

Nicht genehmigungsbedürftige Anlagen

Im Referenzfall wird die Emissionsentwicklung im wesentlichen durch die Fortsetzung der bisherigen Tendenzen der Substitution von Öl und Kohle durch Erdgas und Fernwärme beeinflusst. Dadurch sinken die SO₂-Emissionen (Bild 1) von 1,1 kt im Jahr 1985 auf ca. 0,7 kt/a in 2000 (36%). Die NO_x-Emissionen nehmen im gleichen Zeitraum von 1,0 kt/a auf 0,85 kt/a um 15% ab.

Straßenverkehr

Im Referenzfall wurde eine Zunahme der Pkw-Fahrleistung um 15% bis zum Jahr 2000 angenommen [7]. Der Anteil an Kraftfahrzeugen mit Emissionsminderungstechnologien wächst aufgrund der Steuererleichterungen und der EG-

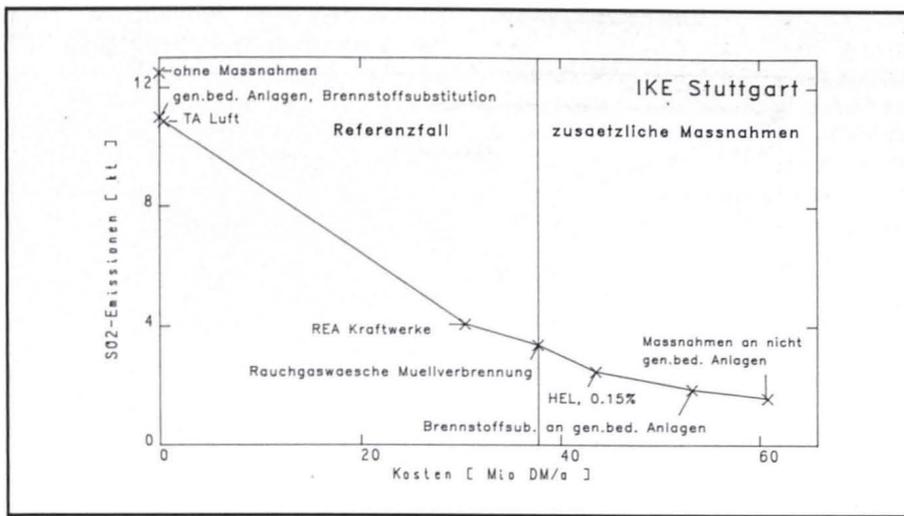


Bild 2: SO₂-Emissionsminderung und deren Kosten im Jahr 2000.

det werden müssen, um ein bestimmtes niedrigeres Emissionsniveau zu erreichen; andererseits kann ermittelt werden, welche Emissionsreduktion maximal erreichbar ist, wenn festgelegte volkswirtschaftliche Ressourcen eingesetzt werden.

Es wird im folgenden zunächst der Referenzfall, differenziert nach den vier Emittentengruppen, diskutiert.

Anschließend werden die zusätzlichen Möglichkeiten zur Minderung der SO₂- und NO_x-Emissionen sowie deren Kosten untersucht und eine Rangfolge der Maßnahmen vorgestellt. Nach der regionalen Betrachtung der Emissionen werden in den Schlußfolgerungen u. a. Empfehlungen zur Umsetzung zusätzlicher Emissionsminderungsmaßnahmen gegeben.

Referenzfall

Die Ausgangssituation im Jahr 1985 war gekennzeichnet von SO₂-Emissionen in Höhe von ca. 9,7 kt, woran die öffentlichen Kraftwerke mit ca. 58% beteiligt waren. Die NO_x-Emissionen betragen im gleichen Jahr 16,4 kt, davon wurden 66% vom Verkehr verursacht. Zunächst wird nun die Entwicklung in den vier Emittentengruppen beschrieben.

Öffentliche Kraftwerke

Die Technischen Werke der Stadt Stuttgart AG (TWS) betreiben an zwei Kraftwerksstandorten verschiedene Feuerungsanlagen. Zur Erfüllung der Großfeuerungsanlagenverordnung (GFAVO) sowie im Rahmen von Verein-

barungen mit der Landesregierung [1, 2, 5, 6], bzw. zum Teil als freiwillige Leistungen werden an den Kraftwerken folgende Schadstoffminderungsmaßnahmen durchgeführt:

- Umstellungen von schwerem auf leichtes Heizöl und Erdgas
- Installation von NO_x-armen Brennern und sonstigen Primärmaßnahmen
- Bau von Wirbelschichtkesseln
- Bau von Rauchgasentschwefelungs- und DENOX-Anlagen
- Bau einer Rauchgaswaschanlage in der Müllverbrennung.

Diese Maßnahmen und der Zubau des Kernkraftwerks Neckarwestheim II führen trotz steigendem Stromverbrauch zu einer Abnahme der SO₂-Emissionen von 5,6 kt/a 1985 auf 1,2 kt/a im Jahr 2000 (siehe Bild 1, die Emissionen der einzelnen Emittentengruppe sind hier kumuliert dargestellt). Ohne Minderungsmaßnahmen würden die SO₂-Emissionen im Jahr 2000 8,7 kt/a betragen, so daß eine Minderung um 7,5 kt/a erreicht wird, wobei Kosten von 37 Mio. DM/a entstehen.

Die NO_x-Emissionen der Kraftwerke sinken von 3,5 kt/a im Jahr 1985 auf 1,3 kt/a im Jahr 2000. Gegenüber dem Fall ohne Minderungsmaßnahmen mit 4,6 kt/a im Jahr 2000 werden die NO_x-Emissionen durch DENOX-Maßnahmen in den Kraftwerken und durch Rauchgaswäsche in der Müllverbrennungsanlage um ca. 3,3 kt/a bei Kosten von ca. 38 Mio. DM/a gemindert. Folgende spezifische Minderungskosten ergeben sich für die verschiedenen Maßnahmen:

- für die REA an Kraftwerken ca. 4,5 DM/kg SO₂
- für die SO₂-Minderung in der Müllverbrennung ca. 10 DM/kg SO₂
- für DENOX in Kraftwerken ca. 10 DM/kg NO_x
- für die NO_x-Minderung in der Müllverbrennung ca. 19 DM/kg NO_x.

¹⁾ Genehmigungsbedürftig sind alle Feuerungsanlagen mit einer thermischen Leistung von mehr als 1 MW, mit Ausnahme von Anlagen, die mit leichtem Heizöl (HEL) oder Erdgas gefeuert werden. Anlagen, die HEL einsetzen, sind ab 5 MW_{th}, die Erdgas benötigen, ab 10 MW_{th} genehmigungsbedürftig.

Grenzwerte stetig. Die von der EG festgelegten Grenzwerte werden immer mindestens erfüllt; wobei in der Hubraumklasse > 2000 cm³ ausschließlich Dreiwegkatalysatoren eingesetzt werden, in der Hubraumklasse zwischen 1400 und 2000 cm³ dagegen eine Mischung aus geregelten Dreiwegkatalysatoren, unregulierten Dreiwegkatalysatoren und Magermotoren mit Oxidationskatalysator.

Die NO_x-Emissionen des Straßenverkehrs (s. Bild 1) beliefen sich im Jahr 1985 auf ca. 10,8 kt. Dies entspricht ca. 66% der gesamten NO_x-Emissionen. Sie gehen im Referenzfall um ca. 21% auf 8,5 kt im Jahr 2000 zurück. Von diesen 8,5 kt/a stammen 5,2 kt/a bzw. 61% aus Lkw's, bei denen Minderungsmaßnahmen bis jetzt nicht vorgesehen sind. Die Kosten der Minderung im Referenzfall betragen 47 Mio. DM/a, wodurch der Ausstoß von 3 kt NO_x im Jahr 2000 vermieden wird. Aufgrund der Emissionsminderungen bei den anderen Emittentengruppen steigt der Anteil des Straßenverkehrs an der gesamten NO_x-Emissionen von 66% 1985 auf 76% im Jahr 2000 an.

Die SO₂-Emissionen (s. Bild 1) des Verkehrs betragen im Jahr 1985 0,6 kt und steigen auf 0,76 kt im Jahr 2000 (bei 0,28% Schwefelgehalt des Dieseldiesels; da zum Zeitpunkt der Ausarbeitung der Studie die neue Verordnung über den Schwefelgehalt von 0,2% ab 1.3.1988 noch nicht verabschiedet war). Ihr Anteil an den Gesamtemissionen beträgt im Jahr 1985 6% und steigt auf ca. 23% im Jahr 2000 (unter o.g. Annahme von 0,28% Schwefel im Dieseldiesels) an.

Gesamtemissionen aller Emittentengruppen

Addiert man die für die einzelnen Emittentengruppen ermittelten Werte, so ergibt sich im Referenzfall ein Absinken der SO₂-Emissionen von 9,7 kt im Jahr 1985 auf ca. 3,6 kt im Jahr 2000 (Bild 1). Die Stickoxide gehen im gleichen Zeitraum von ca. 16,4 kt auf 11,3 kt zurück.

Zusätzliche Maßnahmen zur Reduktion der Emissionen

Wie bereits erläutert, wurden neben den geplanten, im Referenzfall berücksichtigten Schadstoffminderungsmaßnahmen weitere mögliche Maßnahmen untersucht.

Die Bilder 2 und 3 zeigen die Ergebnisse dieser Analyse in zusammengefaßter Form. Dazu werden die verschiedenen untersuchten Emissionsminderungsmaßnahmen entsprechend ihrer SMK geordnet. Dies wird getrennt für die

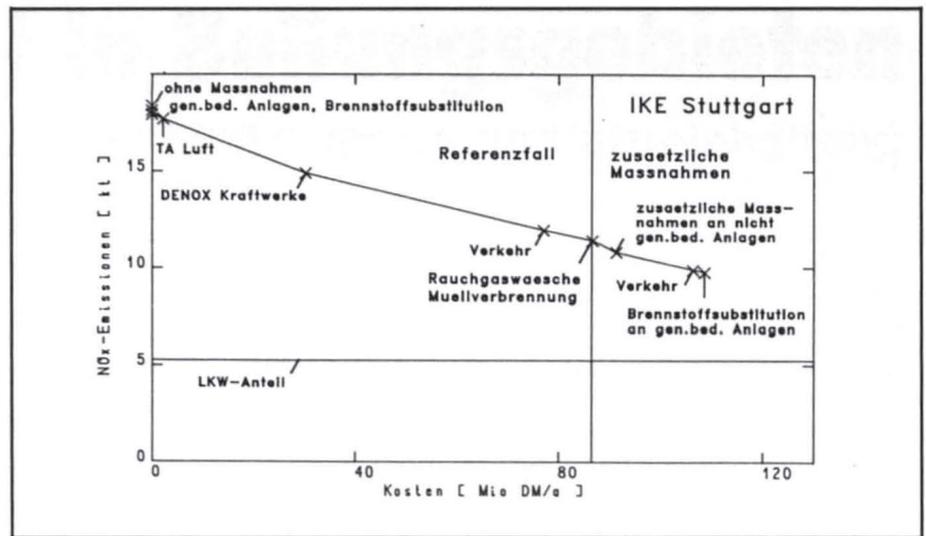


Bild 3: NO_x-Emissionsminderung und deren Kosten im Jahr 2000.

bereits bestehenden (im Referenzfall) und die im folgenden beschriebenen zusätzlichen Maßnahmen durchgeführt. Dann wird die sukzessive Durchführung dieser Maßnahmen in der ermittelten Reihenfolge – ausgehend von dem Emissionsniveau, das sich im Jahr 2000 ohne Minderungsmaßnahmen ergeben würde – simuliert und das jeweils erreichte Emissionsniveau und die dabei aufgewendeten Kosten in einer Kurve dargestellt.

Zur besseren Übersicht zeigen die Bilder 2 und 3 ein aggregiertes Ergebnis, in dem die zahlreichen untersuchten Einzelmaßnahmen bereits zu Maßnahmenbündeln zusammengefaßt sind.

In Kraftwerken wird mittel- und langfristig kein schweres Heizöl mehr verbrannt und an allen Kohleblöcken sind bzw. werden REA und DENOX-Maßnahmen eingesetzt. Da derzeit keine weitergehenden Minderungsmaßnahmen zu vertretbarem Aufwand bekannt sind, bzw. Kohleabnahmeverpflichtungen bestehen, werden keine zusätzlichen Maßnahmen zur Emissionsminderung speziell an Kraftwerken untersucht.

Sonstige genehmigungsbedürftige Anlagen

Bei den sonstigen genehmigungsbedürftigen Anlagen (z. B. Industriefeuerungen) wurden vor allem die Einsatzmöglichkeiten von Rauchgasentschwefelungen und DENOX-Anlagen sowie die Energieträgersubstitution untersucht. Es erwies sich, daß die effizienten Einsatzmöglichkeiten von Rauchgasreinigungsanlagen eng begrenzt sind, weil solche Anlagen nur in sehr wenigen Feuerungen mit günstigen spezifischen Minderungskosten betrieben werden können und weil die Energieträgersubstitution meist vergleichbare oder geringere Kosten aufweist. Zudem sei auf die z.T. noch ungelöste Problematik der Entsorgung der Abfallstoffe hingewiesen. Der Grund für die hohen spezifischen

Minderungskosten von Abgasreinigungsanlagen liegt hauptsächlich an den relativ gering ausgelasteten Feuerungsanlagen der Industrie in Stuttgart, weil vor allem keine Grundstoffindustrie mit hohen jährlichen Vollastbetriebsstunden ihrer Feuerungsanlagen existiert.

Die Substitution von Kohle und Heizöl (s. Bilder 2 u. 3) durch Erdgas ermöglicht ein zusätzliches Minderungspotential von ca. 0,6 kt/a SO₂ und 0,1 kt/a NO_x bei Kosten von insgesamt ca. 12 Mio. DM/a. Zur weiteren SO₂- und NO_x-Minderung bietet sich darüberhinaus die Untersuchung eines verstärkten Fernwärmeausbaus in zwei Industriegebieten an. Stickoxide ließen sich durch den Einsatz von Primärmaßnahmen an Brennern und Kesseln zusätzlich mindern.

Nicht genehmigungsbedürftige Feuerungsanlagen

In nicht genehmigungsbedürftigen Feuerungsanlagen sind zur Reduktion der SO₂-Emissionen Energieträgersubstitutionen und zur Senkung der Stickoxide vor allem Primärmaßnahmen effizient. Im einzelnen sind dies zur Minderung des Schwefeldioxid:

- verstärkte Substitution von Öl durch Gas in Zentralheizungen
- verstärkte Nutzung der Fernwärme
- Umstellung von Kohleeinzelöfen auf Gasheizung und die Nutzung moderner Öleinzelöfen
- verbesserte Regelung durch Temperaturabsenkung in unbenutzten Räumen.

Insgesamt können mit den o. g. Maßnahmen im Jahr 2000 (Bild 2) die Emissionen ca. 0,5 kt SO₂/a bei Kosten von 8 Mio. DM gesenkt werden.

Durch Blau- bzw. Gelbbrenner in Ölzentralheizungen, den Einsatz von Gas-spezialkesseln mit überstöchiometrisch vormischendem Brenner und Gasgebläsebrennern in bestimmten Kesseln

sowie Maßnahmen an Gaseinzelöfen und -etagenheizungen und der o. g. verbesserten Regelung lassen sich die NO_x -Emissionen (s. Bild 3) um 0,4 kt NO_x/a (ca. 47% der NO_x -Emission des Hausbrandes) bei Kosten von ca. 4,5 Mio./a mindern. Bei der Berechnung der Kosten wird angenommen, daß die jeweiligen Aggregate erst nach Erreichen der Lebensdauer ausgewechselt werden.

Dreiwegkatalysator

Als effektivste Maßnahme zur zusätzlichen Minderung der NO_x -Emissionen des Verkehrs erwies sich die Einführung des Dreiwegkatalysators für alle Nutzfahrzeuge mit einem Hubraum über 1000 cm^3 . Ihre Emissionsminderung beträgt im Jahr 2000 (Bild 3) 0,9 kt NO_x/a bei Kosten von ca. 15 Mio. DM. Darüberhinaus ist die Nachrüstung von Altfahr-

zeugen effizient, wenn auf eine möglichst rasche Emissionsminderung Wert gelegt wird. Organisatorische und planerische Maßnahmen wie Blaue Ampeln, Verkehrsberuhigung, Ausbau des Radwegnetzes etc. weisen zwar z.T. niedrige SMK auf, ihr Anteil am gesamten Minderungspotential ist jedoch sehr gering.

Entschwefelung von HEL und Diesel

Die weitere Entschwefelung von leichtem Heizöl (HEL) und Diesel wirkt sich auf die Minderung der SO_2 -Emissionen in allen Emittentengruppen aus. Ausgehend von 0,28% Schwefelgehalt werden die Emissionen im Jahr 2000 bei Entschwefelung auf 0,2% S, wie sie ab 1. 3. 88 gesetzlich gefordert werden, um ca. 0,55 kt bei Kosten von ca. 2,5 Mio. DM gemindert. Eine weitergehende Minderung auf 0,15% S ergibt noch ca. 0,35 kt/a bei Kosten von ca. 3,6 Mio. DM/a. Zusammen (Bild 2) gehen die SO_2 -Emissionen um ca. 0,9 kt/a bei Kosten von ca. 6 Mio. DM/a zurück.

Die so ermittelte Rangfolge von Einzelmaßnahmen kann direkt zu einer ersten Bewertung herangezogen werden. Die Rangfolge der Maßnahmen

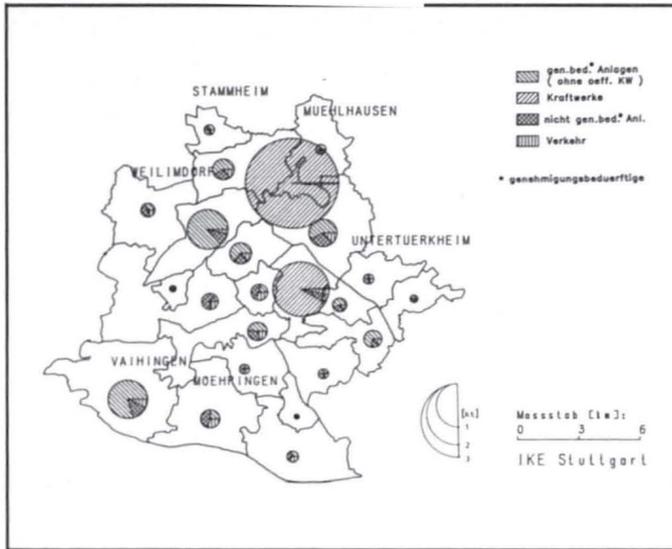
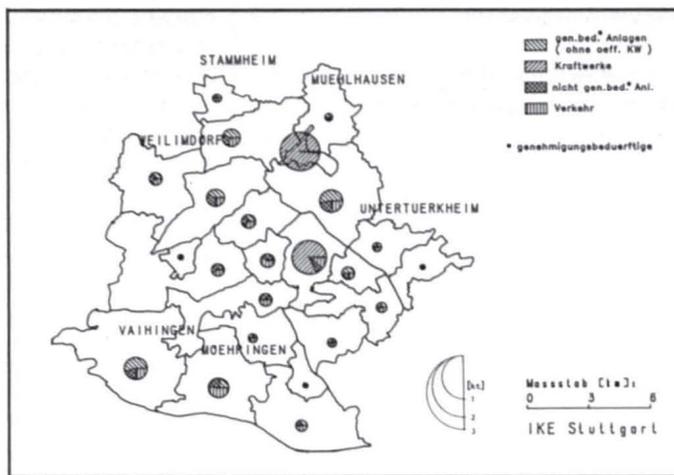


Bild 4:
 SO_2 -Emissionen
 gesamt im Jahr 1985
 in Stuttgart, Referenz-
 fall.

Bild 5:
SO₂-Emissionen
gesamt im Jahr 2000
in Stuttgart, Referenz-
fall.



ist nach ihrer Effizienz unmittelbar erkennbar. Die Effizienz, bzw. das Verhältnis von Kosten zu erreichter Minderung, läßt sich zudem aus der Steigung des zur Maßnahme gehörenden Kurvenabschnitts ableiten. Darüberhinaus kann für jede Maßnahme die Effektivität, bzw. die erreichte Emissionsminderung abgelesen und verglichen werden.

Regionale Verteilung der Emissionen

Neben der Entwicklung der gesamten SO₂- und NO_x-Emissionen von 1985 bis 2000 ist nicht zuletzt wegen der besonderen topographischen Gegebenheiten in Stuttgart – die Innenstadt liegt in einem Talkessel – eine regionale Betrachtung der Emissionsentwicklung wünschenswert. Bild 4 und 5 zeigen die SO₂-Emissionen in den 23 Stadtbezirken für die Jahre 1985 und 2000 im Referenzfall. Dabei fällt der Rückgang der SO₂-Emissionen an den beiden Kraftwerksstandorten besonders auf.

In den meisten Innenstadtbezirken ist im Jahr 2000 ein relativ großer Anteil der nicht genehmigungsbedürftigen Anlagen (Hausbrand) an den SO₂-Emissionen zu verzeichnen. Dabei ist zu berücksichtigen, daß diese Emissionen hauptsächlich in der kalten Jahreszeit entstehen und sie somit wegen ihres Beitrags zu den Immissionspitzen in den Wintermonaten besonders beachtet werden müssen.

Schlußfolgerungen

Im Referenzfall, also aufgrund der Durchführung der derzeit bereits beschlossenen Emissionsminderungsmaßnahmen, werden die SO₂-Emissionen im Jahr 2000 statt 12,5 kt (ohne Maßnahmen) nur ca. 3,4 kt/a betragen. Die Minderung um 73 % verursacht jährliche Kosten von etwa 38 Mio. DM. Die größten Beiträge resultieren aus dem Einbau von Rauchgasentschwefelungsanlagen in den öffentlichen Kraftwerken der TWS und der Energieträgersubstitution, also dem Einsatz von Erdgas und

Fernwärme statt Kohle und schwerem Heizöl.

Beim NO_x beträgt die Minderung durch die eigeleiteten Maßnahmen im Jahr 2000 ca. 38 %. Statt 18,4 kt/a betragen die NO_x-Emissionen 11,4 kt/a, wobei Kosten von 87 Mio. DM/a entstehen. Die größten Minderungen entstehen durch den Einbau von DENOX-Anlagen in den Kraftwerken der TWS und die Reduzierung der Emissionen aus Pkw. Die relativ geringe Abnahme der Stickoxide – in Verbindung mit der hohen NO_x-Immissionsbelastung in Stuttgart – verdeutlicht die Dringlichkeit einer weitergehenden Minderung von NO_x. Sowohl bei SO₂ als auch bei NO_x ist die Wirkung der neugefaßten TA Luft nur gering, dies gilt zumindest, solange die in der TA Luft enthaltenen Grenzwerte nicht dynamisiert werden.

Die Analyse verschiedener zusätzlicher Maßnahmen hat gezeigt, daß eine Reihe dieser Maßnahmen ähnlich effizient ist, also ähnlich niedrige spezifische Minderungskosten aufweist wie die bereits beschlossenen Maßnahmen. Beim SO₂ sind hier insbesondere zu nennen die weitergehende Entschwefelung von leichtem Heizöl unter die bereits beschlossenen 0,2 % und der verstärkte Einsatz von Erdgas insbesondere anstelle von schwerem Heizöl und Kohle in den Anlagen ohne Entschwefelungsanlage.

Beim NO_x sind die weitergehende Einführung von geregelten Dreiwegkatalysatoren bei Pkw sowie der Einsatz NO_x-armer Brenner bzw. Anlagen, auch bei kleinen Feuerungen (Hausheizungen) ähnlich effizient wie beschlossene Minderungsmaßnahmen.

Die Dringlichkeit einer weiteren NO_x-Minderung und der hohe Anteil der Lkw von über 45 % im Jahr 2000 an den gesamten NO_x-Emissionen zeigen deutlich, daß mit weiteren Überlegungen zur Schadstoffreduktion insbesondere bei Lkw anzusetzen ist. Gesicherte Erkenntnisse über Wirkungen und Kosten von

Maßnahmen liegen jedoch in diesem Bereich nicht vor. Als mögliche Maßnahme wird die Ladeluftkühlung diskutiert.

Die Durchführung der bereits beschlossenen Maßnahmen als auch zusätzlicher Maßnahmen muß durch umweltpolitische Aktionen gefördert werden, wenn ihre Einführung politisch gewünscht wird. Hierzu steht ein breites Instrumentarium zur Verfügung, z. B. die konsequente Ausnutzung der Dynamisierungsklauseln in den verschiedenen Verordnungen zum Bundesimmissionsschutzgesetz, damit verbunden die Förderung und Durchführung von Demonstrationsvorhaben, Informationen über schadstoffarme Anlagen, freiwillige Vereinbarungen mit Anlagen- bzw. Fahrzeugherstellern, Ausbau des Gas- und Fernwärmenetzes, Schadstoffminderung bei Anlagen und Fahrzeugen im Besitz der öffentlichen Hand.

Mit den im Rahmen des Forschungsvorhabens entwickelten Methoden und erhobenen Daten steht ein Instrumentarium zur Verfügung, das Kosten und Wirkungen von Maßnahmen zur Luftreinhaltung bei allen Emittentengruppen ermitteln und damit zur Identifizierung und Durchsetzung einer möglichst effizienten Umweltpolitik beitragen kann.

Dabei wird zunächst auf die Minderung der Emissionen abgehoben. Eine Weiterentwicklung des Instrumentariums könnte darin bestehen, durch Einsatz von Ausbreitungsmodellen auch die Auswirkungen von Maßnahmen auf die Immissionsituation mit zu erfassen.

Anmerkungen

- [1] Bericht der Arbeitsgruppe „Energiebedarf-Umwelt-Kraftwerksbetrieb“ im Auftrag der Landesregierung von Baden-Württemberg, Stuttgart, September 1983
- [2] Bericht der Arbeitsgruppe „Minderung von Stickoxidemissionen aus Kohlekraftwerken in Baden-Württemberg“ im Auftrag der Landesregierung von Baden-Württemberg, Stuttgart, Oktober 1984
- [3] Bericht der Arbeitsgruppe „Wirtschaftliche Entwicklung – Umwelt – Industrielle Produktion“: Im Auftrag der Landesregierung Baden-Württemberg, Stuttgart, Juni 1986
- [4] Voß, A. et al.: „Kosten-Effektivitäts-Analyse von Maßnahmen zur Reduzierung der SO₂- und NO_x-Emissionen in Ballungsräumen am Beispiel der Stadt Stuttgart“, KfK-PEF 27, Projekt Europäisches Forschungszentrum für Maßnahmen zur Luftreinhaltung, Kernforschungszentrum, Karlsruhe 1987
- [5] Friedrich, R.; Voß, A.; Ruff, E.: „Fünf Vorschläge für reinere Luft“, Energiewirtschaftliche Tagesfragen, 34. Jahrgang Heft 8, Düsseldorf 1984
- [6] Friedrich, R.; Mattis, M.; Voß, A.: „Entstickung in sechs Schritten“, Energiewirtschaftliche Tagesfragen, 35. Jahrgang Heft 1/2, Düsseldorf 1985
- [7] Nachbarschaftsverband Stuttgart (Hrsg.): „Verkehrsuntersuchung im Gebiet des Nachbarschaftsverbandes Stuttgart und der Landkreise Böblingen, Esslingen und Ludwigsburg“, Band I und II, Stuttgart, März 1985