

DEUTSCHES INSTITUT FÜR WIRTSCHAFTSFORSCHUNG

WOCHENBERICHT 30/85

Berlin

25. Juli 1985

52. Jahrgang

Luftverunreinigung in der DDR: Die Emission von Schwefeldioxid und Stickoxiden

Die internationale Umweltschutzkonferenz der UN-Wirtschaftskommission für Europa (ECE) hat im Juli 1985 in Helsinki ein Protokoll zur 1979 verabschiedeten „Konvention über grenzüberschreitende Luftverschmutzung“ vorgelegt. Danach sind die gesamten Schwefeldioxidemissionen bis 1993 um mindestens 30 vH unter die Werte von 1980 zu senken. Jährlich soll über die Fortschritte und über die Meßmethoden berichtet werden. Das Dokument wurde von 21 der 34 ECE-Länder, darunter auch von der DDR, unterschrieben. Der Minister für Umweltschutz und Wasserwirtschaft der DDR bezeichnete die mit der Festlegung auf der Konferenz verbundene Aufgabe als sehr anspruchsvoll.

In der Tat ist die Schwefeldioxid-Emission gegenwärtig auf dem Gebiet der DDR außerordentlich hoch. Im DIW wurde über die Schadstoffemissionen und ihre regionale Verteilung in der DDR eine Untersuchung durchgeführt¹, deren Gesamtergebnisse hier dargestellt werden. Auf einer weniger als halb so großen Fläche wurden 1982 in der DDR knapp 5 Mill. t SO₂ emittiert, in der Bundesrepublik Deutschland 3 Mill. t. Dagegen ist die Situation bei der Emission von Stickoxiden günstiger (DDR: 0,4 Mill. t, Bundesrepublik: 3,1 Mill. t). Die von der DDR genannten Methoden zur Verringerung der Emission an SO₂ lassen eine durchschlagende Reduzierung dieser Schadstoffemission allerdings eher zweifelhaft erscheinen. Immer noch steht der Einsatz der — im Vergleich zu anderen Energieträgern besonders schwefelreichen — Braunkohle im Vordergrund der Energiepolitik der DDR.

Zur Ermittlung der Schadstoffemissionen in der DDR

Für Schätzungen und Berechnungen über die Emission von SO₂ und NO_x bei Verbrennungs- und Produktionsprozessen müssen im Prinzip zwei Tatbestände ermittelt werden:

- die spezifischen Emissionsfaktoren bei den einzelnen Energieträgern und Prozessen sowie
- der jeweilige Verbrauch an Energieträgern bzw. das Produktionsniveau.

Die spezifischen Parameter der Energieträger, die spezifischen Emissionen und die verursachenden Prozesse sind in der DDR — wie in anderen Ländern — vielfach Gegenstand von Untersuchungen. Einzelne zur Berechnung erforderliche Daten sind in Monographien und Fachzeitschriften angegeben². Auch über das Produk-

tionsniveau liegen Berichte vor. Vielfach waren aber eigene Schätzungen erforderlich. Zu beachten ist außerdem, daß es eindeutige Angaben über Emissionsfaktoren häufig nicht gibt. Z.B. ist der Schwefelgehalt der Braunkohle bei den einzelnen Lagerstätten, zum Teil sogar bei einzelnen Flözen, sehr unterschiedlich. Auch der Grad der Einbindung des Schwefels in der Asche differiert. So ergibt sich für die Emission von SO₂ eine breite Spanne von spezifischen Emissionen. Die Unter-

¹ Forschungsbericht des DIW: Emissionskataster für SO₂ und NO_x für die DDR 1982. Veröffentlichung in Vorbereitung.

² Vgl. z.B. Herbert Mohry und Hans-Günter Riedel (Hrsg.): Reinhaltung der Luft. Leipzig 1981. Kommission für Umweltschutz beim Präsidium der Kammer der Technik (Hrsg.): Technik und Umweltschutz, Luft- Wasser-Boden-Lärm. Hefte 1 bis 29.

schiede bei den Angaben über die NO_x -Emissionen sind sogar noch größer; außerdem können sich zwischen errechneten und gemessenen Werten gerade bei diesem Schadstoff große Abweichungen ergeben. Bei der Interpretation der Ergebnisse sollte der Unsicherheitsbereich, in dem sich die Ermittlungen heute noch befinden, berücksichtigt werden.

Der Brennstoffeinsatz

Im Jahr 1982 wiesen Niveau und Zusammensetzung des Primärenergieverbrauchs folgende Charakteristika auf³:

- Der Primärenergieverbrauch betrug 130 Mill. t Steinkohleneinheiten (SKE). Mit 7,8 t SKE je Einwohner ist der Verbrauch relativ hoch (Bundesrepublik Deutschland: 5,9 t SKE).
- Braunkohle ist der mit Abstand bedeutendste Energieträger; 276 Mill. t wurden gefördert und 63 vH des Primärenergieverbrauchs gedeckt. Seit 1981 wird die Braunkohlenförderung gesteigert, vor allem um die Abhängigkeit von Öl- und Steinkohlenimporten zu mindern. 1985 wird die Braunkohlenproduktion voraussichtlich 300 Mill. t überschreiten.
- Alle anderen Energieträger sind von geringerer Bedeutung: Mineralöl 19 vH, Erdgas 10 vH, Steinkohle 4 vH, Kernkraft 3 vH.

Die Emission von SO_2 hängt bei Verbrennungsprozessen von der eingesetzten Brennstoffmenge, dem Gesamtschwefelgehalt und dem Anteil des in der Asche eingebundenen Schwefels ab.

Zur Bestimmung der NO_x -Emissionen ist der Stickstoffgehalt der Brennstoffe hingegen von geringem Einfluß. Diese Emission steigt mit der Verbrennungstemperatur.

Die verschiedenen Braunkohlenlagerstätten der DDR unterscheiden sich geologisch bedingt in ihren wesentlichen Parametern voneinander. Die Kohle westlich der Elbe ist sehr alt; ihr Heizwert, Asche- und Schwefelgehalt sind im Vergleich zur jüngeren Kohle der ostelbischen Reviere hoch, der Wassergehalt ist dagegen niedriger⁴. Aber selbst innerhalb eines Reviers bzw. eines Flözes gibt es erhebliche Unterschiede⁵. So wurden für die westelbischen Tagebaue Espenhain und Zwenkau Schwefelgehalte für Kohle aus einem Flöz von 2,1 und 4,5 vH ermittelt⁶. Auch im 2. Niederlausitzer Flözhorizont sind die Unterschiede beträchtlich; genannt werden Schwefelgehalte zwischen 0,3 vH und 1,4 vH⁷. Bei der Berechnung der Emission wurden diese Unterschiede so weit wie möglich berücksichtigt.

Über den Ascheeinbindungsgrad des Schwefels gibt es nur globale Hinweise⁸. In dieser Untersuchung wurden für die Lausitzer Braunkohle 30 vH und für die Leipziger 40 vH angenommen; dies entspricht einem Verbrennungsanteil von 70 bzw. 60 vH.

Emission aus Kraft- und Heizwerken

Nach den Berechnungen des DIW emittierten 1982 die Kraft- und Heizwerke der DDR (einschließlich der Kraftwerke der Industrie) 2,91 Mill. t SO_2 und 0,18 Mill. t NO_x (als NO_2). Mit Anteilen von 61 vH bei SO_2 und 41 vH bei NO_x ist dieser Bereich der größte Emissionsverursacher in der DDR. Die relativ hohen Emissionen an SO_2 sind auf die intensive Nutzung der heimischen Braunkohle für die Strom- und Wärmeherzeugung zurückzuführen. Rund 60 vH des Braunkohlenaufkommens der DDR werden in Kraftwerken in Strom und Wärme umgewandelt, weitere 10 vH in Heizwerken eingesetzt. Im Jahre 1982 waren die Braunkohlenkraftwerke mit über 80 vH an der Stromproduktion in der DDR beteiligt. Wegen des hohen Braunkohlenanteils ist die Emission von NO_x vergleichsweise gering, da die Feuerungstemperatur bei der Verbrennung von Braunkohle relativ niedrig ist.

Für insgesamt 13 auf Braunkohlenbasis arbeitende Großkraftwerke wurde die Emission einzeln ermittelt, wobei Produktionsumfang, Alter der Anlage sowie Heiz-

³ Erst seit 1982 werden von der DDR Angaben über den Verbrauch von Primärenergie, festen Brennstoffen und Braunkohle veröffentlicht und zwar auch für die zurückliegenden Jahre. Bis 1978 weisen diese Angaben eine sehr gute Übereinstimmung mit den aus Produktions- und Außenhandelsangaben ermittelten Schätzwerten der Datenbank RGW-Energie des DIW auf. Für die Jahre 1979 und 1980 geben die DDR-Daten jedoch ein geringeres Wachstum des Primärenergieverbrauchs an. Die Differenzen müssen vor allem den Erdölverbrauch betreffen. Die hier verwendeten Schätzwerte liegen um etwa 9 vH höher als von der DDR ausgewiesen. Der Braunkohlenverbrauch ist hiervon jedoch nicht betroffen. Allerdings ergeben sich für die einzelnen Energieträger andere Anteile am Gesamtverbrauch. Für Braunkohle beträgt der Versorgungsanteil nach den DDR-Angaben 70 vH. Vgl. Statistisches Jahrbuch der DDR 1984, S. 151.

⁴ Vgl. Herbert Krug und Wolfgang Naundorf (Hrsg.): Braunkohlenbrikettierung. Band 1. Leipzig 1984, S. 30 ff.

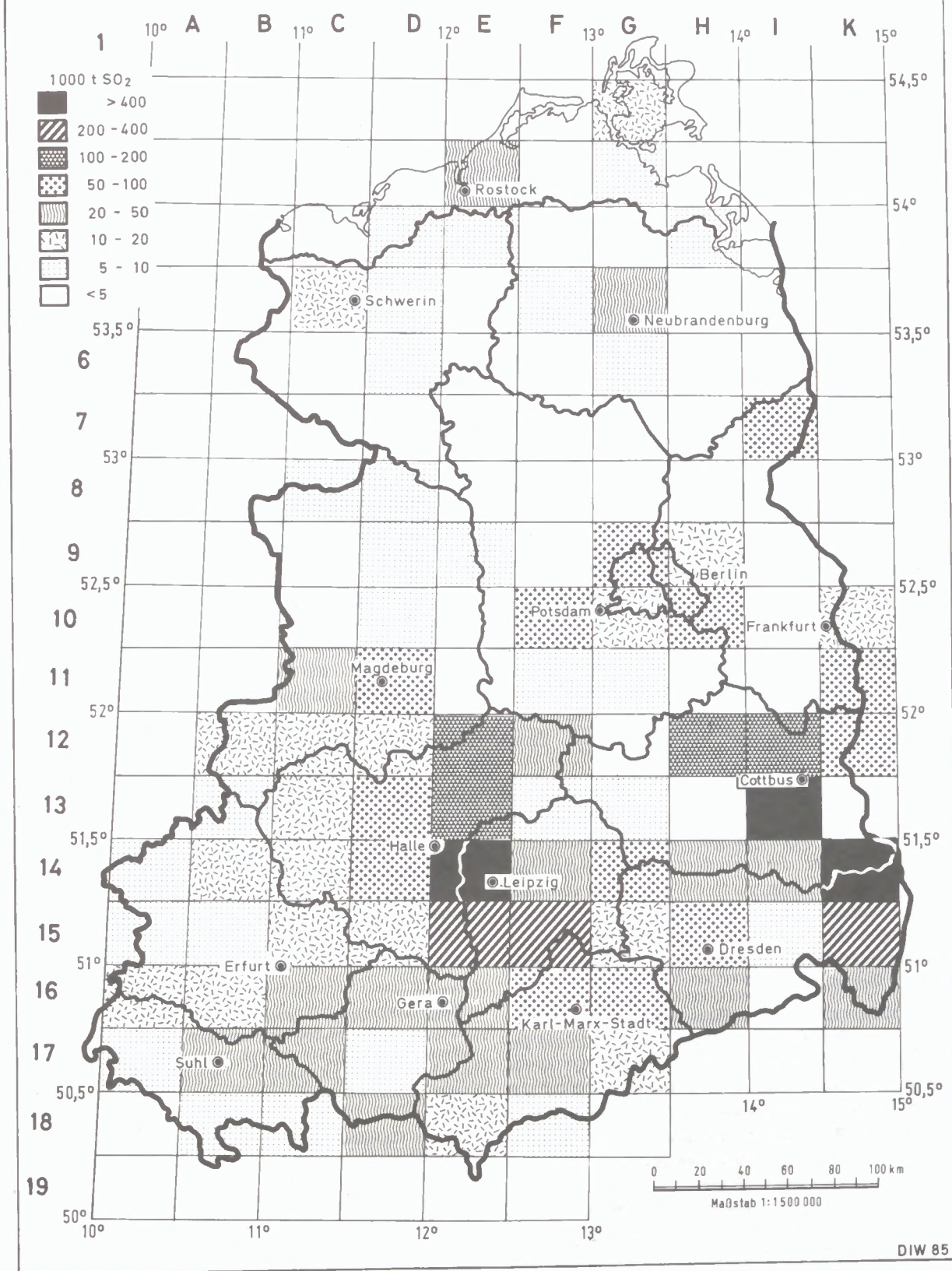
⁵ Von DDR-Autoren wird z.B. darauf hingewiesen, „daß der Schwefelgehalt des 2. Lausitzer Flözes nicht schlechthin als ein Lagerstättenparameter betrachtet werden darf“. Aus diesem Flöz werden etwa 50 vH der Rohbraunkohle der DDR gewonnen. Vgl. Rainer Vulpius und Karl Heinz Neubert: Zur Verteilung und Genese des Schwefels in den Braunkohlen des 2. Lausitzer Flözhorizonts. In: Neue Bergbautechnik. Heft 11/1982, S. 656.

⁶ Vgl. Dieter Bartnik: Rohstoffeigenschaften und Qualitätserkundung der Braunkohlen im nördlichen Teil der Leipziger Bucht. In: Freiburger Forschungshefte. Leipzig 1977, S. 81.

⁷ Vgl. M. Süß: Rohstoffliche Grundlage der Hochtemperaturverkokung von Weichbraunkohlen. In: Zeitschrift für angewandte Geologie. Heft 2/1980, S. 75. Die Angaben für den Analysezustand „wasserfrei“ wurden in den Zustand „roh“ unter der Annahme eines Wassergehalts von 58 vH umgerechnet.

⁸ Für die westelbische Kohle werden Werte von 40 bzw. 37 vH genannt, für die Lausitzer Kohle schwanken die Angaben zwischen 10 und 50 vH. Vgl. Dieter Bartnik, a.a.O., S. 51. Herbert Mohry und Hans-Günter Riedel (Hrsg.), a.a.O., S. 76. Wolfgang Kluge: IFE-Verfahren zur Rauchgasentschwefelung bei der Verbrennung von DDR-Rohbraunkohlen. In: Energietechnik. Heft 7/1981, S. 276.

SO₂-Emissionskataster für die DDR 1982



wert, Schwefelgehalt und Ascheeinbindungsgrad der eingesetzten Braunkohle berücksichtigt wurden.

Um hohe Transportkosten zu vermeiden, werden die Kraft- und Heizwerke in der Nähe der Braunkohlenlagerstätten errichtet. Dies hat eine starke Konzentration der Emission auf die Regionen um Cottbus, Halle und Leipzig zur Folge. Vor allem die Lausitz weist eine hohe Schadstoffemission auf. Hier sind rund 50 vH der SO₂- und 40 vH der NO_x-Emission aus Kraft- und Heizwerken konzentriert. Zwar ist der Schwefelgehalt der eingesetzten Braunkohle niedriger als im Raum Halle/Leipzig. Dafür aber sind in diesem Gebiet die meisten Großkraftwerke angesiedelt.

Größter Einzelemittent ist das im Südosten gelegene Großkraftwerk Boxberg. Es hat eine Gesamtkapazität von 3 520 MW, produziert rund 20 vH der gesamten DDR-Stromerzeugung und verbraucht jährlich etwa 30 Mill. t Rohbraunkohle. Die errechneten Emissionswerte betragen allein für dieses Kraftwerk 0,46 Mill. t SO₂ und 21 000 t NO_x.

Für die Heizkraftwerke wurde eine Gesamtemission von rund 0,30 Mill. t SO₂ und 45 000 t NO_x errechnet. Bemerkenswert ist, daß in diesem Bereich 1982 fast ein Drittel des Erdgasaufkommens der DDR eingesetzt worden ist. Beim Erdgaseinsatz entsteht nahezu keine Emission von SO₂.

Die reinen Heizwerke emittierten 1982, als die Heizölsubstitution durch Braunkohle noch nicht abgeschlossen war, 0,34 Mill. t SO₂ und 34 000 t NO_x. Die SO₂-Emission dürfte inzwischen höher sein. Berechnungen aus der DDR kommen zu dem Ergebnis, daß „sich die durch Kleindampferzeuger verursachte Schwefeldioxidemission bei vollständiger Freisetzung von Heizöl und Einsatz fester Brennstoffe eigener Vorkommen um 22 vH erhöht“⁹.

Trotz der hohen SO₂-Emission ist es bisher nicht zum großtechnischen Einsatz von Entschwefelungsanlagen gekommen. Lediglich im Kraftwerk Vockerode ist eine Pilotanlage im Einsatz, die nach dem Kalkstein-Additivverfahren arbeitet, bei dem durch den Zuschlag von Kalkstein zum Brennstoff Braunkohle eine erhöhte Schwefelbindung erfolgt¹⁰. Dieses Verfahren soll künftig in Heizkraftwerken der Bezirke Leipzig und Karl-Marx-Stadt eingesetzt werden¹¹.

Nach 1982 hat sich die Emission aus Kraftwerken weiter erhöht. Das Kraftwerk Jänschwalde ist in die Berechnungen erst mit einer Kapazität von 500 MW eingegangen, seine Gesamtkapazität soll aber auf 3000 MW (1984: 1500 MW) gesteigert werden. Daraus ergeben sich gegenüber 1982 zusätzliche Emissionen von 280 000 t SO₂ und 14 000 t NO_x. Jänschwalde dürfte aber das letzte Großkraftwerk der DDR sein, das auf Braunkohlenbasis gebaut wird. Vor allem Kernkraftwerke sollen künftig den Bedarfszuwachs decken. In welchem Umfang die Emission aus Kraftwerken insgesamt vermindert

werden kann, hängt somit in erster Linie von den Investitionen zur Entschwefelung ab.

Die Emissionen der Industrie

Informationen über die Produktion und die jeweiligen spezifischen Emissionen aus dem Bereich Industrie (ohne Kraftwerke der Industrie) waren für die Kohleveredlung, die Grundstoffchemie, die Mineralölindustrie, die Baustoff-, Glas- und Keramikindustrie und für einige andere Sektoren in ausreichendem Maß zu ermitteln. Die Konzentration auf die wichtigsten emissionsverursachenden Bereiche und deren Hauptproduktionslinien bedeutet allerdings, daß die Untersuchung nicht vollständig sein kann. Vermutlich sind etwa vier Fünftel der industriellen Schadstoffemissionen erfaßt worden. Eine genaue Abschätzung ist aufgrund der Quellenlage aber nicht möglich.

Die Ursachen für die relativ hohen SO₂-Emissionen in den ausgewählten Industriebereichen sind einmal die größere Grundstoffnähe der DDR-Industrie, zum anderen die Tatsache, daß die vergleichsweise schwefelreiche Braunkohle als Rohstoff und als Energieträger genutzt wird. Hinzu kommt, daß die Anlagen oft alt sind, ihre Technik überholt und der Zustand der Aggregate nicht der beste ist. In allen untersuchten Bereichen sind viele Anlagen älter als 15 Jahre. Hohes Alter und schlechte Wirkungsgrade gibt es besonders bei Anlagen der Braunkohlenschwelung, den Winkler-Generatoren in Leuna, der Karbidproduktion in Buna und Piesteritz, den Schwefelsäurefabriken, der Metallurgie, den Kali- und Zellstoffwerken. In all diesen Anlagen entweichen Schadstoffe aus diffusen Emissionsquellen; sie sind deshalb kaum berechenbar, geschweige denn meßbar.

Für 1982 ergaben die Berechnungen für die Emissionen der Industrie folgende Werte:

| | SO ₂ | NO _x |
|------------------------------------|-----------------|-----------------|
| | in 1 000 t | |
| Chemische Industrie | 508 | 35 |
| Metallurgie | 299 | 44 |
| Baustoffe, Glas und Keramik | 48 | 45 |
| zusammen | 855 | 123 |
| nachrichtlich: Industriekraftwerke | 700 | 29 |

⁹ Vgl. Wolfgang Schuster und Berthold Gartner: Probleme des Umweltschutzes bei der Umstellung heizölgefeuerter Dampferzeuger auf feste Brennstoffe. In: Kommission Umweltschutz beim Präsidium der Kammer der Technik (Hrsg.): Umweltschutz durch rationelle Energieanwendung. Heft 27. Leipzig 1984, S. 43.

¹⁰ Zum Kalkstein-Additivverfahren vgl. Wolfgang Kluge: Entschwefelungsgrade beim IfE-Verfahren für Rostfeuerungen. In: Energietechnik. Heft 8/1983, S. 318.

¹¹ Mitteilung der Staatlichen Zentralverwaltung für Statistik über die Durchführung des Volkswirtschaftsplanes 1985 im ersten Halbjahr. In: Neues Deutschland vom 13./14. Juli 1985, S. 3.

Demnach ist die chemische Industrie bei SO_2 der größte industrielle Emittent. Für stoffwirtschaftliche und energetische Zwecke setzt die Chemie 60 Mill. t Rohbraunkohlenäquivalent ein, darunter die Hälfte des einheimischen Erdgases. 30 vH aller organischen Chemieprodukte wurden 1982 auf Braunkohlenbasis hergestellt. Dafür wurden 30 Millionen t Braunkohle benötigt¹². Alle Kohleveredlungsanlagen zeichnen sich durch hohe Belastungen der Umwelt aus; dies gilt für die Emissionen von Schwefeldioxid — nur wenige Einrichtungen verfügen bisher über Entschwefelungsanlagen zur Abgasreinigung — und besonders hinsichtlich der Belastung der näheren Umgebung durch Lärm, Staub, Geruchsstoffe und verschmutzte Gewässer.

Zur Kohlenchemie gehören im wesentlichen die Schwelung, die Verkokung und die Druckvergasung. Zielprodukte der Schwelung sind Teer und Braunkohlentiefemperaturkoks (BTT-Koks). Verwendet wird dazu die teerhaltige Weichkohle aus dem Raum südlich von Leipzig. Die Produktion an den Standorten Espenhain, Böhlen und Deuben sollte bereits eingestellt werden, wurde aber im Zuge der veränderten Rohstofflage seit Ende der siebziger Jahre wieder forciert. Am Ort der Schwelung entwichen 1982 rund 145 000 Tonnen SO_2 . Weitere Emissionen entstehen bei der Verarbeitung von BTT-Koks in den alten Winkler-Synthesegasanlagen in Leuna und bei der Teeraufarbeitung in Rositz und Zeitz¹³.

Zielprodukte der Verkokung (Gaskombinat Schwarze Pumpe) sind Stadtgas und Braunkohlenhochtemperaturkoks (BHT-Koks), dafür wird sehr schwefelarme Kohle benötigt. Die SO_2 -Emission ist dementsprechend niedrig. Die Vergasung — Zielprodukt ist Stadtgas — nimmt an Bedeutung zu. Gas kann in fast allen Bereichen der Volkswirtschaft relativ umweltfreundlich und mit guten energetischen Wirkungsgraden eingesetzt werden. Bei der Vergasung wird in großem Umfang und wirtschaftlich Schwefel gewonnen, die Umweltverschmutzung am Standort Schwarze Pumpe (Lauchhammer und Hoyerswerda) ist gleichwohl erheblich.

Fast die gesamte Grundstoffchemie der DDR befindet sich im Umkreis von weniger als 50 km um Halle. Hier arbeiten die größten Chemiekombinate der DDR, Leuna (Großsynthesen), Buna (Karbonchemie) und Bitterfeld (Elektrolysen). Nachdem sich zu Beginn der siebziger Jahre die Umweltbelastung im Raum Halle durch die Substitution der Braunkohle durch Heizöl und Erdgas deutlich verringert hatte, wurde diese Tendenz zu Beginn der achtziger Jahre wieder ins Gegenteil verkehrt¹⁴.

Hohe Emissionen gibt es auch in der Schwefelsäureproduktion, der Kaliproduktion und Zellstoffproduktion. Die Schwefelsäureproduktion basiert überwiegend auf überalterten Anlagen, die Kaliindustrie setzt für die Trocknungsprozesse in großem Umfang Braunkohle ein und bei der Zellstoffindustrie entstehen zusätzliche SO_2 -

Emissionen durch Ablaugenverbrennung. Die Anlagen der Mineralölindustrie sind dagegen vergleichsweise modern.

Die metallurgische Industrie, besonders der Industriezweig Schwarzmetallurgie, verursacht aufgrund veralteter Produktionstechnik hohe Schadstoffemissionen. Bei der Roheisen- und Stahlerzeugung überwiegt das unter Umweltaspekten besonders problematische Siemens-Martin-Verfahren. Allein dabei werden 170 000 t SO_2 und 20 000 t NO_x emittiert. Allerdings wird Mitte der achtziger Jahre das neue Konverterstahlwerk in Eisenhüttenstadt einen Teil der Siemens-Martin-Produktion ersetzen. Auf die Siemens-Martin-Öfen in Brandenburg und Hennigsdorf scheint die DDR allerdings weiterhin angewiesen zu sein.

Die Produktionszahlen der NE-Metalle sind nicht bekannt. Entsprechend schwierig ist die Ermittlung der Emissionen in den Zentren dieser Industrie im Mansfelder Raum (Kupfer) und um Freiberg (Zinn und Blei). Die Hütten emittieren auch aus diffusen Quellen. Für 1982 ergeben sich SO_2 -Emissionen von mehr als 50 000 t. An beiden Standorten ist jedoch im Verlauf der achtziger Jahre mit einem absoluten Rückgang zu rechnen. Dazu wird die inzwischen forcierte Entschwefelung beitragen¹⁵.

Die Emissionen der Bereiche Baustoffe, Glas- und Keramik sind dadurch geprägt, daß die Prozesse fast ausnahmslos bei Temperaturen über 1000 °C gefahren werden. In der Glas- und Keramikindustrie wurden zudem hochwertige Energieträger (Erdgas, Stadtgas, leichtes Heizöl) eingesetzt. Die NO_x -Emissionen sind deshalb kaum niedriger als die SO_2 -Emissionen.

¹² Vgl. Horst Weihs: Chemiewerker wetteifern um geringen Produktionsverbrauch. In: Presse-Informationen Nr. 8 vom 18. Januar 1985, S. 2. Eberhard Klose und Horst Brand: Technischer Stand und Entwicklungstendenzen der Kohleveredlung in der Deutschen Demokratischen Republik. Vortrag auf dem Internationalen Messekongreß: Zur Braunkohlenveredlung. Leipzig 1985; auf Mikrofilm vervielfältigt.

¹³ Vgl. Günter Scholz und Werner Hauptmann: Kohlevergasung von Braunkohle im Gaskombinat Schwarze Pumpe, ein leistungsfähiges und effektives Verfahren zur Erzeugung von Stadt- und Synthesegas sowie Flüssigprodukten. Vortrag auf dem Internationalen Messekongreß zur Braunkohlenveredlung. Leipzig 1985, auf Mikrofilm vervielfältigt. Herbert Richter und Dieter Kalkreuth: Rolle und Bedeutung des Rohstoffes Braunkohle für die Entwicklung der Energiewirtschaft und der chemischen Industrie. Erfahrungen und Perspektiven der Kohleveredlung. In: Chemische Technik. Heft 2/1980, S. 61 ff.

¹⁴ Vgl. G.F. Müller: Die Situation der Luftverunreinigungen durch industrielle Quellen im Bezirk Halle. In: Kommission für Umweltschutz beim Präsidium der Kammer der Technik (Hrsg.): Luftreinhaltung in der Industrie. Heft 15. Leipzig 1977, S. 25 ff.

¹⁵ Vgl. z.B. Kurt Altnickel: Lufthygienische Probleme und Möglichkeiten zur Summierung von Emissionsquellen in den Buntmetallbetrieben des VEB Mansfeld Kombinat „Wilhelm Pieck“ unter besonderer Beachtung des Rohhüttenprozesses. In: Luftreinhaltung in der Industrie, a.a.O., S. 38 ff.

Insgesamt entfällt weit über die Hälfte der industriellen SO₂-Emissionen auf den Raum Halle/Leipzig, also auf die Standorte, in denen schwefelreiche Braunkohle traditionell Grundlage der Industrie ist. Die NO_x-Emissionen sind zwar in diesem Raum auch erheblich, doch gibt es bei diesem Schadstoff an den Standorten der Metallurgie, der Baustoffindustrie und der Glas- und Keramikindustrie ebenfalls beachtliche Emissionsschwerpunkte.

Im Prinzip ist in den achtziger Jahren im Bereich der gesamten Industrie der DDR mit sinkenden spezifischen Schadstoffemissionen zu rechnen. Bei weiter steigender Produktion ist aber ein absoluter Rückgang nicht wahrscheinlich.

Hausbrand und Kleinverbrauch

Zu diesem Bereich zählen viele, meist kleinere Feuerstätten mit Schornsteinhöhen unter 20 m. In den Haushalten dienen sie zum Heizen, zur Warmwasserbereitung sowie zum Kochen. Unter „Kleinverbrauch“ wird eine breite Palette unterschiedlicher Verbrauchergruppen zusammengefaßt: Handwerksbetriebe, Gaststätten, Hotels sowie öffentliche Dienstleistungen (z.B. Schulen, Krankenhäuser, Bibliotheken, Verwaltung). Insgesamt wurden für diesen Bereich Emissionen in Höhe von 950 000 t SO₂ und 38 000 t NO_x errechnet.

Zur Ermittlung der Emissionen durch Hausbrand — sowohl insgesamt als auch regional — wurde die Aufteilung des Wohnungsbestandes zum Jahresende 1982 nach Heizungsarten zugrunde gelegt. Vom gesamten Bestand (6,9 Mill.) verfügten noch 4,8 Mill. (69,3 vH) Wohnungen über Ofenheizung, 2,1 Mill. waren mit Zentralheizung ausgestattet. Von diesen wurden 1,2 Mill. Wohnungen (17,4 vH des Bestandes) mit Fernheizung beheizt; die Emissionen entstehen hier nicht am Standort der Wohnungen, sondern bei den Heiz- bzw. Industriekraftwerken.

An die privaten Haushalte wurden im Jahre 1982 Braunkohlenbriketts (15,7 Mill. t), Braunkohlenkoks (1,2 Mill. t) und Rohbraunkohle (0,2 Mill. t) abgegeben¹⁶. Es wurde angenommen, daß ein Viertel der Briketts aus dem Senftenberger (Lausitz) und drei Viertel aus dem Bitterfelder Raum (Halle/Leipzig) stammen.

Eine weitere Energiequelle für den Wärmebedarf ist Gas. Beim Heizen spielt Gas allerdings nur eine sehr geringe Rolle. Bei der Warmwasserbereitung wird mehr als ein Siebtel der erforderlichen Wärme mit dem umweltfreundlichen Gas erzeugt. Im Jahre 1982 dürfte es 4,5 Mill. Gasherde bzw. -kocher gegeben haben. Neugebaute Wohnungen werden überwiegend mit Elektroherden ausgestattet.

Unter der Annahme der Optimierung der Transportwege wurde bei dem Verbrauch der Lausitzer Kohle von einer Konzentration auf den Raum der Bezirke Cottbus, Dresden, Frankfurt (Oder) sowie Berlin (Ost) ausge-

gangen, bei den übrigen Regionen wurde der Einsatz von Halle/Leipziger Kohle unterstellt. Unter Zugrundelegung spezieller Emissionsfaktoren¹⁷ ergab sich für die Haushalte (Heizen, Warmwasserbereitung, Kochen) insgesamt eine SO₂-Emission von 600 000 t im Jahr. Die NO_x-Emission wurde auf jährlich 24 000 t veranschlagt.

Im „Kleinverbrauch“ wurden im Jahre 1982 überwiegend Braunkohlenbriketts (6,9 Mill. t) und Rohbraunkohle (3,7 Mill. t), geringe Mengen Braunkohlenkoks (0,2 Mill. t), aber auch Stadtgas (rd. 1 Mrd. m³) und Erdgas (170 Mill. m³) eingesetzt.

Eine Hochrechnung mit den unterschiedlichen Emissionsfaktoren ergab — bei Aufteilung des Braunkohleeinsatzes auf Lausitzer und Halle/Leipziger Kohle — eine gesamte Emission an SO₂ von rund 343 000 t sowie an NO_x von 13 200 t. Davon entfallen auf feste Brennstoffe 99 vH bei SO₂ und 89 vH bei NO_x.

Die künftige Entwicklung im Bereich Hausbrand und Kleinverbrauch wird vor allem durch den Ausbau der Fernheizung bei gleichzeitigem Rückgang des Bestandes an Ofenheizungen (Modernisierung der Wohnungsaltsbestände) gekennzeichnet sein. Für die Emissionen bedeutet das eine Verlagerung von den Flächenquellen zu Punktquellen. Jedoch kann kaum mit einer wesentlichen Änderung des Brennstoffeinsatzes in Richtung emissionsgünstigerer Brennstoffe gerechnet werden, vielmehr dürfte die Koksbereitstellung noch mehr abnehmen und insbesondere beim Kleinverbrauch der Einsatz von Rohbraunkohle steigen. Insgesamt kann bis 1990 beim Hausbrand und Kleinverbrauch deshalb nur eine leichte Emissionsminderung erwartet werden.

Emissionen aus dem Verkehrsbereich

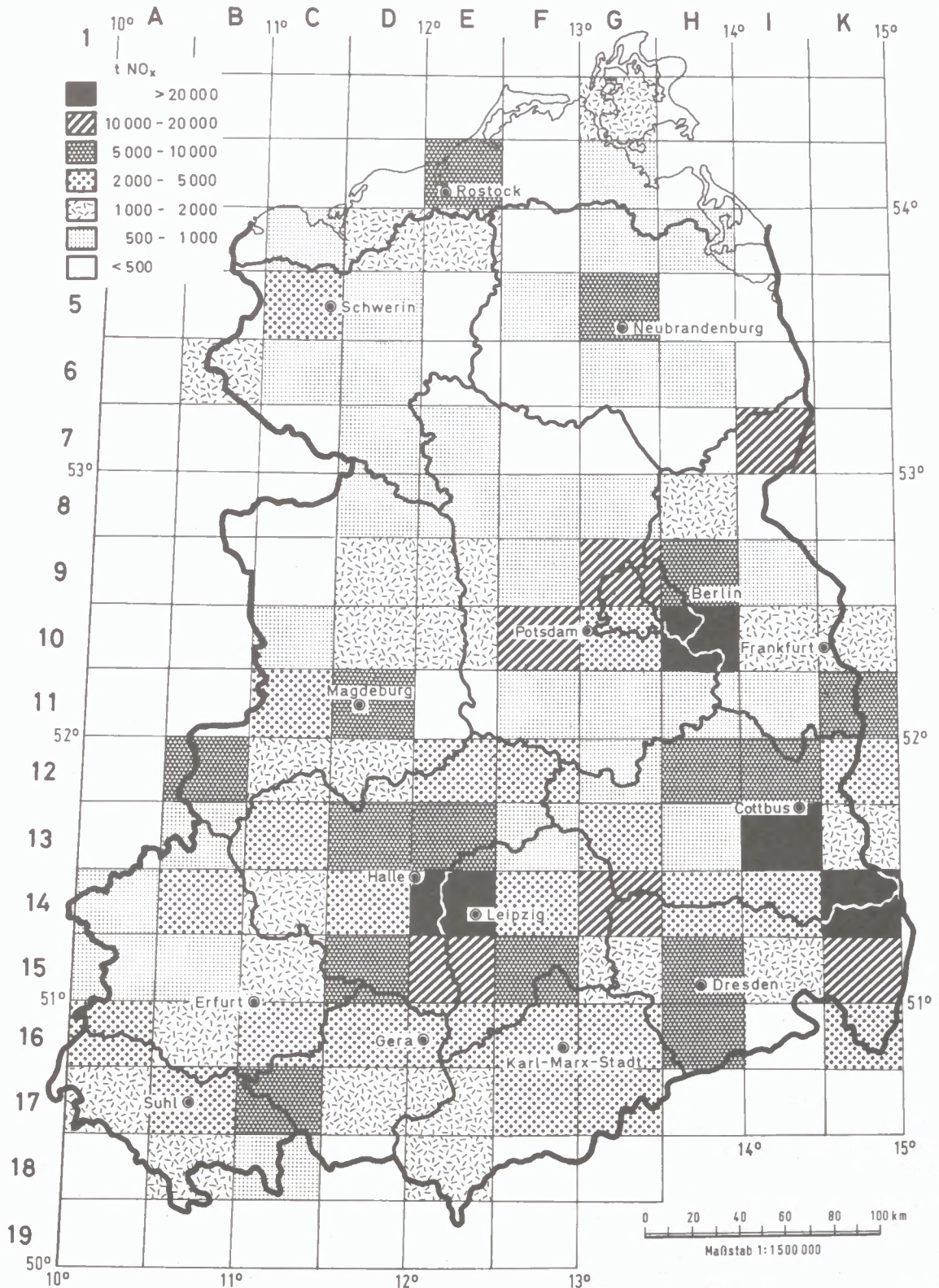
Wegen der speziellen Bedingungen und ihrer Bedeutung im Verkehrsbereich wurden hier auch die Emissionen von Kohlenmonoxid (CO) und Kohlenwasserstoff (CH) ermittelt.

Die stetige Zunahme der Beförderungs- und Transportleistungen im Personen- und Güterverkehr der DDR sowie vor allem der kontinuierliche Anstieg der Zahl der

¹⁶ Öl wird in der DDR für Heizzwecke an Haushalte und kommunale Wohnungsverwaltungen praktisch nicht mehr geliefert. Die ohnehin nur wenig verbreiteten Ölheizungsanlagen sind auf feste Brennstoffe umgerüstet worden.

¹⁷ Die in der Tabelle genannten Emissionsfaktoren liegen deutlich höher als jene, die für Braunkohle Leipzig (1368 mg/MJ) bzw. für Braunkohle Senftenberg (150 mg/MJ) bei der SO₂-Emission für Berlin (West) verwendet werden. Dabei ist jedoch zu berücksichtigen, daß es sich bei den aus der DDR nach Berlin (West) gelieferten Briketts um ausgesucht gute Qualitäten mit deutlich niedrigem Schwefelgehalt (Leipzig: 2,14 vH, Senftenberg: 0,5 vH) handelt. Sie können für die DDR nicht als repräsentativ angesehen werden. Vgl. Der Senator für Stadtentwicklung und Umweltschutz (Hrsg.): Emissionskataster Hausbrand Berlin-Quellgruppe Gebäudebeheizung. Berlin (West) 1981, S. 44.

NO_x-Emissionskataster für die DDR 1982



Kraftfahrzeuge haben den Verkehrsbereich zu einem Schadstoffemittenten gemacht, dem wie in westlichen Staaten große Bedeutung beigemessen werden muß. Der Anteil des Verkehrswesens an der gesamten Luftverunreinigung der DDR betrug nach Schätzungen von DDR-Wissenschaftlern Ende der siebziger Jahre bereits etwa ein Viertel¹⁸.

Hauptemittent auch in der DDR ist der Straßenverkehr, der in den Ballungsräumen industrialisierter Länder schon in den siebziger Jahren bis zu vier Fünfteln an der jeweiligen gesamten Luftverunreinigung beteiligt war. Die DDR war damals noch kein hochmotorisiertes Land. Dennoch war nach übereinstimmender Meinung von DDR-Autoren, die sich auf durchgeführte Messungen berufen, schon in jener Zeit auch in der DDR die Bevölkerung in verkehrsreichen Städten in erheblichem Maße durch Schadstoffe aus Motorabgasen bedroht¹⁹. Untersuchungen Ende der siebziger Jahre ergaben, daß die Luftverunreinigungen in den städtischen Ballungsgebieten bis zu 50 vH dem Straßenverkehr anzulasten waren²⁰, und hier vor allem dem individuellen Personenverkehr²¹.

Charakteristisch für die Fahrzeugzusammensetzung im Individualverkehr der DDR ist der relativ hohe Anteil der Zweitakter (zwei Drittel des gesamten PKW-Bestandes). Diese haben gegenüber Viertaktern ein völlig anderes Verbrennungsverfahren und weisen demzufolge auch ein anderes Emissionsverhalten auf. Zweitakter emittieren im Vergleich mit einem Viertakt-Ottomotor bei gleicher Fahrleistung nur etwa ein Zehntel der entsprechenden Stickoxide, jedoch das etwa fünf- bis zehnfache an Kohlenwasserstoffen. Die CH-Emissionen, bei denen es sich im wesentlichen um unverbrannte Kraftstoffreste handelt und die für den Menschen eine besondere Gefährdung darstellen, haben in der DDR mit 0,5 Mill. t trotz erheblich geringerer Gesamtfahrleistung fast den Wert erreicht, der in der Bundesrepublik vom gesamten Verkehrssektor emittiert wurde (1982: 0,6 Mill. t), während die NO_x-Emissionen mit 0,1 Mill. t erheblich darunter (1,7 Mill. t) liegen.

Die trotz des höheren Schwefelgehaltes des DDR-Dieselmotors vergleichsweise niedrigen SO₂-Emissionen (18 000 t) — etwa ein Fünftel bis ein Sechstel des entsprechenden Wertes für die Bundesrepublik — sind im wesentlichen darauf zurückzuführen, daß zum einen Diesel-PKW in der DDR praktisch keine Bedeutung haben und zum anderen die Gütertransporte auf der Straße aufgrund vieler gesetzlicher und administrativer Maßnahmen — zugunsten der Bahn — nur eine untergeordnete Rolle im binnenländischen Güterverkehrssystem spielen²².

Die Emissionen von Kohlenmonoxid (DDR: rd. 0,8 Mill. t; Bundesrepublik: rd. 5,3 Mill. t), des in beiden deutschen Staaten mengenmäßig bedeutendsten Schadstoffs, verhalten sich etwa proportional zu den jeweils erbrachten Verkehrsleistungen.

Emissionen im Verkehrsbereich¹

in 1 000 t

| | SO ₂ | NO _x | CO | CH |
|-------------------------|-----------------|-----------------|-------|-------|
| Straßenverkehr | | | | |
| Individualverkehr | | 33,0 | 780,0 | 460,0 |
| Omnibusverkehr | 2,2 | 6,5 | 4,4 | 3,3 |
| Straßengüterverkehr | 6,7 | 23,0 | 13,2 | 10,1 |
| Schieneverkehr | 7,1 | 31,7 | . | . |
| Binnenschifffahrt | 0,3 | 1,2 | . | . |
| Seeschifffahrt/Seehäfen | 1,5 | 0,6 | . | . |
| Luftverkehr | 0,1 | 1,1 | 1,7 | 1,0 |

¹ Einschließlich Transitverkehr von und nach Berlin (West).

Bei einer Betrachtung der Verkehrsarten nach ihrer Schadstoffrelevanz ergibt sich bei NO_x, CO und CH ein eindeutiges Übergewicht des Straßenverkehrs. Lediglich bei SO₂ hat auch der Schienenverkehr der Deutschen Reichsbahn (DR) — Güter- und Personenverkehr — eine ähnliche Größenordnung (7 000 t) wie der gesamte Verkehr auf der Straße. Dies ist im wesentlichen dadurch bedingt, daß die Bahn in der DDR, verglichen mit der Bundesrepublik, erheblich stärker — mit noch steigender Tendenz — in die binnenländischen Transportabläufe einbezogen ist, und darüber hinaus noch rund sieben Zehntel — bezogen auf die Bruttotonnenkilometer — des gesamten Eisenbahnverkehrs mit der (hier) emissionsrelevanten Dieseltraktion bewältigt werden. Die übrigen Schadstoffemittenten — Binnenschifffahrt, Seeschifffahrt/Seehäfen, Luftverkehr — sind bei dieser Gesamtbetrachtung relativ unbedeutend.

Die mit Sicherheit weiter steigende individuelle Motorisierung wird zwangsläufig eine Zunahme der Schadstoffbelastungen bringen. Selbst wenn es gelingt, den Verbrauch von Vergaserkraftstoff der das Straßenbild der DDR prägenden „Wartburg“ und „Trabant“ zu senken und bei den spezifischen Schadstoffemissionen noch Verbesserungen zu erzielen, dürfte der Anstieg noch be-

¹⁸ Vgl. u.a. Herbert Mohry und Hans-Günter-Riedel (Hrsg.), a.a.O., S. 23.

¹⁹ Vgl. u.a. Joachim Windolph: Straßenverkehr und Umwelt. In: Die Straße, Zeitschrift für Forschung und Praxis des Straßenwesens; Transpress VEB Verlag für Verkehrswesen, Berlin, Heft 12/1977, S. 508; ders.: Umweltbelastung und Wirkung der Luftverunreinigung. In: Die Straße, a.a.O., Heft 4/1982, S. 117.

²⁰ Vgl. Helmut Walter: Rechtsvorschriften für den Umweltschutz in der DDR unter besonderer Berücksichtigung des Verkehrswesens. In: Internationale Transport-Annalen 1980. Verkehr und Umweltschutz. Praha, Berlin, Warszawa 1980, S. 19.

²¹ Eine Ausnahme — zwar nicht von den insgesamt emittierten Schadstoffmengen jedoch vom relativen Gewicht her — bilden Städte und Ballungsgebiete mit einer hohen Industriekonzentration.

²² Vgl. hierzu auch DDR: Güterverkehr zurück zur Schiene. Bearb.: Rainer Hopf. In: Wochenbericht des DIW, Nr. 8/1981, S. 83 ff.

trächtlich sein. Etwas anders würde die längerfristige Perspektive aussehen, wenn — wie heute vielfach diskutiert — die Zweitakt- durch Viertaktmotoren ersetzt würden. Eine durchschlagende strukturelle Veränderung des PKW-Bestandes ist nach heutiger Kenntnis jedoch nicht vor Mitte/Ende der neunziger Jahre zu erwarten.

Der Straßengüterverkehr dürfte auch in absehbarer Zeit kein nennenswerter Schadstoffemittent werden. Bei der Bahn ist zu berücksichtigen, daß die heute noch dominierende Dieseltraktion (70 vH) in den nächsten Jahren im Zuge der Elektrifizierung des Streckennetzes der DR zu einem großen Teil durch den elektrischen Antrieb mit entsprechend geringeren Schadstoffemissionen im Verkehrsbereich substituiert wird.

Zusammenfassung und Perspektiven

Als Ergebnis der Untersuchung stellen sich die Emissionen von SO₂ und NO_x in der DDR nach einzelnen Emittentengruppen für 1982 wie folgt dar:

| | SO ₂ Mill. t | NO _x Mill. t |
|------------------------------------|----------------------------|----------------------------|
| Insgesamt | 4,73 | 0,43 |
| Kraftwerke, Heizwerke ¹ | 2,91 | 0,18 |
| Industrie | 0,86 | 0,12 |
| Haushalte, Kleinverbrauch | 0,95 | 0,04 |
| Verkehr | 0,02 | 0,10 |

¹ Einschließlich Kraftwerke der Industrie.

Höhe und Struktur der Emissionen sind anders als z.B. in der Bundesrepublik Deutschland:

| | SO ₂ | | NO _x | |
|---------------------------|-----------------|------|-----------------|------|
| | DDR | BRD | DDR | BRD |
| Insgesamt in Mill. t | 4,7 | 3,0 | 0,4 | 3,1 |
| Anteil in vH | | | | |
| Kraftwerke, Heizwerke | 61,5 | 62,1 | 40,7 | 27,7 |
| Industrie | 18,1 | 25,2 | 28,7 | 14,0 |
| Haushalte, Kleinverbrauch | 20,1 | 9,3 | 8,6 | 3,7 |
| Verkehr | 0,4 | 3,4 | 22,0 | 54,6 |

Auf einer weniger als halb so großen Fläche (DDR: 108 000 qkm, BRD: 249 000 qkm) wird in der DDR rund 60 vH mehr an SO₂ und rund 90 vH weniger an NO_x emittiert. Für den Vergleich ist in Betracht zu ziehen, daß sich die Relation bei der Einwohnerzahl auf 1 : 3,7 (DDR: 16,7 Mill. Pers., BRD: 61,7 Mill. Pers.) und bei der wirtschaftlichen Leistung — gemessen am Bruttosozialprodukt — auf 1:5 beläuft. Unter sonst gleichen Bedingungen müßte sich daraus auch eine Relation bei der Umweltbelastung zwischen 1:4 und 1:5 ergeben. Tatsächlich sind es aber 1:0,6 bei SO₂ und 1:7,7 bei NO_x. Wie die Darstellung der Emissionsursachen gezeigt hat, ist dies auf spezielle Strukturmerkmale in der DDR

(Braunkohle, Struktur der Industrie und des Verkehrs) zurückzuführen.

Unterstellt man vereinfachend völlig unveränderte Strukturmerkmale, dann läßt sich die Entwicklung der SO₂-Emission überschlägig mit dem Verbrauch an Braunkohle verknüpfen. Danach ergäbe sich im Jahr 1980 eine SO₂-Emission von rund 4,5 Mill. t, für 1985 von etwa 5 Mill. t.

Die Verpflichtung von Helsinki, die Emission bis 1993 auf 70 vH des Standes von 1980 zu senken, bedeutet für 1993 eine SO₂-Emission von rund 3 Mill. t, das sind rund 2 Mill. t oder 40 vH weniger als der Schätzwert für 1985.

Zur Senkung der SO₂-Emissionen will die DDR nach ihren Erklärungen in Helsinki „ein ganzes Bündel von Maßnahmen“ einsetzen²³:

- Verringerung des Energieverbrauchs und der vermeidbaren Verluste,
- stärkere Nutzung der Sekundärenergie,
- Wärme-Kraft-Kopplung,
- erweiterter Einsatz der Kernenergie,
- Versorgung mit Fernwärme,
- zunehmende stoffliche Verwertung der Braunkohle mit verstärkter Entschwefelung bei der Braunkohleveredlung,
- Anwendung der Wirbelschichtfeuerung,
- Rauchgasentschwefelung in Großkraft-, Heiz- und Heizkraftwerken.

Hierzu gehört sicherlich auch die Gründung einer staatlichen Umweltinspektion. Sie soll u.a. die Luftbelastung überwachen, Grenzwerte festlegen und deren Einhaltung kontrollieren²⁴.

Die ersten fünf Maßnahmen des Katalogs von Helsinki zielen auf Reduzierung des Energieverbrauchs aus fossilen Brennstoffen überhaupt, die drei letzten auf Entschwefelung der eingesetzten Braunkohle. In der Einsparung von Primärenergie hatte die DDR seit Beginn der achtziger Jahre große Erfolge. Der spezifische Energieverbrauch wurde gesenkt, der gesamte Primärenergieverbrauch nahm — bei beachtlichem wirtschaftlichen Wachstum — nur geringfügig zu. Die größten Einsparerfolge gab es bei Erdöl; der Einsatz von Braunkohle dagegen ist absolut gestiegen. Der immer noch sehr hohe Energieverbrauch je Kopf macht eine weitere Senkung des spezifischen Verbrauchs möglich. Nutzung von Sekundärenergie, Wärme-Kraft-Kopplungen und Fernwärme könnten diesen Prozeß unterstützen. Da die DDR vermutlich mittelfristig ein Wirtschaftswachstum von 4 vH

²³ Vgl. Neues Deutschland vom 9. Juli 1985, S. 2.

²⁴ Zur Durchsetzung von Auflagen können Zwangsgelder festgesetzt werden. Vgl. Verordnung über die staatliche Umweltinspektion vom 12. Juni 1985. In: GBl. der DDR. Teil I/1985, Nr. 19.

anstrebt, ist ein absoluter Rückgang des Energieverbrauchs ziemlich unwahrscheinlich. Den Braunkohleneinsatz will die DDR bis 1990 — wenn auch nicht im gleichen Umfang wie bis 1985 — erhöhen²⁵. Eine absolute Senkung der SO₂-Emissionen allein aus diesem Teil der Maßnahmen ist also nicht zu erwarten.

Die beabsichtigte zunehmende stoffliche Verwertung der Braunkohle dürfte sich wahrscheinlich auf eine Einführung moderner Vergasungsverfahren beziehen. Bei diesen Prozessen ist eine wirtschaftliche Entschwefelung (Clausanlage) möglich. In einer Pilotanlage wird schon der Einsatz von Salzkohle geprüft. Ein Ausbau der Braunkohlevergasung im großen Stil erfordert allerdings erhebliche Investitionen.

Maßnahmen zur Rauchgasentschwefelung werden in der DDR bislang noch kaum angewandt. Nach offizieller Bekundung will man sich in der DDR auf Verfahren konzentrieren, die leistungsfähig und wirtschaftlich sind. Dies ist kaum ein realistischer Ansatz. Der Nutzen aller

hier erforderlichen erheblichen Investitionen liegt nicht in der Gewinnung von Rohstoffen, sondern in der Vermeidung von volkswirtschaftlich unvermeidbaren Umweltschäden. Eine „Wirtschaftlichkeit“ im Sinn der betrieblichen Kostenrechnung, wie es die DDR anzustreben scheint, ist in diesem Zusammenhang illusorisch.

Somit ist die Verpflichtung zur Senkung der SO₂-Emissionen um 2 Mill. t unter den gegenwärtigen Stand zwar eine technisch lösbare, finanziell für die DDR wohl aber nur schwer zu bewältigende Aufgabe.

²⁵ Unter Berufung auf das 9. ZK-Plenum der SED vom November 1984 wurde auf einem internationalen Kongreß zur Erkundung, Gewinnung und Veredlung von Roh- und Brennstoffen zur Frühjahrmesse 1985 in Leipzig bekannt, daß nunmehr für das Jahr 1990 eine Rohkohleförderung von 320 bis 325 Mill. t angestrebt werde. Vgl. M. Müller und P. Dittmann: Komplettlösung der Erschließung von Lagerstätten für Energie- und Baurohstoffe sowie Aufbereitung der Rohprodukte. Vortrag am 14. März 1985 auf dem Internationalen Messekongreß. Leipzig, auf Mikrofilm vervielfältigt.

Herausgeber: Deutsches Institut für Wirtschaftsforschung, Königin-Luise-Straße 5, D-1000 Berlin 33
Telefon (030) 82 99 10 — Telefax (030) 82 99 12 00
BTX-Systemnummer - 2 99 11 #

Präsident: Prof. Dr. Hans-Jürgen Krupp
Abteilungsleiterkollegium: Dr. Oskar de la Chevallerie, Dr. Doris Cornelsen, Dr. Fritz Franzmeyer,
Prof. Dr. Wolfgang Kirner, Dr. Reinhard Pohl, Peter Ring (kommissarisch), Dr. Horst Seidler, Dr. Hans-Joachim Ziesing.
Präsident und Abteilungsleiter sind gemeinsam für die wissenschaftliche Leitung verantwortlich.

Schriftleitung: Dr. Klaus Henkner, in Vertretung Dr. Bernhard Seidel

Luftverunreinigung in der DDR: Die Emission von Schwefeldioxid und Stickoxiden.

Bearbeitet von Jochen Bethkenhagen, Doris Cornelsen, Rainer Hopf, Manfred Melzer, Cord Schwartau.

Verlag: Duncker & Humblot, Dietrich-Schäfer-Weg 9, D-1000 Berlin 41. Nachdruck und sonstige Verbreitung — auch auszugsweise — nur mit Quellenangabe zulässig.

Druck: Zippel-Druck, Oranienburger Str. 170, D-1000 Berlin 26.

Bezugspreis für den Jahrgang DM 100,—, vierteljährlich DM 30,—, Einzelnummer DM 4,—.

Zuzüglich Versandkosten.