

**KERNFORSCHUNGSZENTRUM
KARLSRUHE**

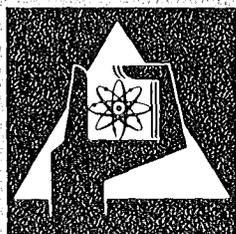
Dezember 1974

KFK 2103 UF

Institut für Angewandte Systemtechnik und Reaktorphysik

Zusammenstellung der in der Bundesrepublik Deutschland durch die Erzeugung und den Verbrauch von Energie bedingten Auswirkungen auf die Umwelt und der legislativen und technischen Maßnahmen zu ihrer Verminderung

G. Haury, W. Schikarski, E. Thöne



**GESELLSCHAFT
FÜR
KERNFORSCHUNG M.B.H.**

KARLSRUHE

Als Manuskript vervielfältigt

Für diesen Bericht behalten wir uns alle Rechte vor

GESELLSCHAFT FÜR KERNFORSCHUNG M. B. H.
KARLSRUHE

K E R N F O R S C H U N G S Z E N T R U M
K A R L S R U H E

INSTITUT FÜR ANGEWANDTE SYSTEMTECHNIK UND
REAKTORPHYSIK

KFK 2103 UF

Zusammenstellung der in der Bundesrepublik Deutschland
durch die Erzeugung und den Verbrauch von Energie
bedingten Auswirkungen auf die Umwelt und der
legislativen und technischen Maßnahmen zu ihrer Verminderung

Im Auftrag
des
Bundesministers des Innern

von

G. Haury
W. Schikarski
E. Thöne

Dezember 1974

GESELLSCHAFT FÜR KERNFORSCHUNG M.B.H. KARLSRUHE

Für die Bereitstellung von Daten und Informationen danken die Autoren folgenden Firmen und Industrieverbänden:

Bergbau-Forschung GmbH, Essen
Dornier-System GmbH, Friedrichshafen
Mineralölwirtschaftsverband e.V., Hamburg
Müller BBM, Schalltechnisches Beratungsbüro, München
Krupp-Forschungsinstitut, Essen
Rheinische Braunkohlenwerke AG, Köln
VGB Technische Vereinigung der Grosskraftwerksbetreiber e.V., Essen
Wirtschaftsverband Erdöl- und Erdgasgewinnung e.V., Hannover

Die Autoren danken ferner dem Umweltbundesamt Berlin für die Unterstützung bei der Beschaffung von Unterlagen und für hilfreiche Diskussionen.

Zusammenfassung

Der vorliegende Bericht wurde im Auftrag des Bundesministers des Innern erstellt. Er enthält eine Zusammenstellung der Umwelteinwirkungen, die durch die Erzeugung, die Wandlung, den Transport und den Endverbrauch von Energie in der Bundesrepublik Deutschland entstehen, sowie Angaben über die wichtigsten technischen und legislativen Maßnahmen, die bis heute zu ihrer Verminderung ergriffen wurden und die für die kommenden Jahre zu erwarten sind.

Abstract

Summary of the environmental impact caused by the production and use of energy in the Federal Republic of Germany and the legislative and technical measures for its reduction.

This report was compiled on behalf of the Bundesminister des Innern. It contains a summary of the impact on the environment caused by production, conversion, transport and use of energy in the Federal Republic of Germany as well as some information on technical and legislative procedures for the reduction of this impact today and similar procedures to be expected in the coming years.

I N H A L T S V E R Z E I C H N I S
=====

	Seite
I. Einleitung	1
II. Umweltbelastungen und Gegenmaßnahmen, aufgeteilt nach Emittentengruppen	4
1. Förderung und Verarbeitung von Steinkohle	4
2. Förderung und Verarbeitung von Braunkohle	13
3. Gewinnung, Transport und Lagerung von Erdöl und Erdgas sowie der daraus gewonnenen Brenn- und Treibstoffe	20
4. Erdölraffinerien	35
5. Stromerzeugung	46
6. Brennstoffverbrauch in der Industrie	80
7. Brennstoffverbrauch von Haushalten und Kleinverbrauchern	85
8. Strassenverkehr	91
9. Kernbrennstoffzyklus	110
III. Anhänge	123
A-1 Entschwefelung von Brennstoffen und Rauchgasen	123
A-2 Verfahren zur Abtrennung von Edelgasen und Jod aus der Abluft kerntechnischer Anlagen	129
A-3 Schaltschemata der verschiedenen Kühl- verfahren	131
A-4 Bundesimmissionsschutzgesetz (BImSchG) im Wortlaut	133
A-5 Technische Anleitung zur Reinhaltung der Luft (TA-Luft 74) im Wortlaut	145
A-6 VDI-Richtlinien	160
A-7 Auszüge aus dem OECD-Dokument NR/ENV/73.56	162
IV. Literaturverzeichnis	165

I. Einleitung

Die vorliegende Ausarbeitung wurde im Auftrag des Bundesministers des Innern angefertigt. Grundlage war das Dokument der OECD mit der Bezeichnung NR/ENV/73.56 (speziell die Anhänge) vom 5.11.1973 (s. Anhang A-7), in dem die Problemstellung der bei der Erzeugung und beim Verbrauch von Energie sich ergebenden Auswirkungen auf die Umwelt angesprochen ist. Im einzelnen bezog sich der Auftrag auf

- eine Zusammenstellung von Regierungsnormen und von z.Zt. in Kraft befindlichen sowie bis 1985 geplanten legislativen Maßnahmen und
- eine Übersicht über die im Zeitraum bis 1985 verfügbaren Technologien zur Verminderung der Umweltbelastung.

Die Notwendigkeit, eine Zusammenstellung dieser Art auf nationaler Ebene für alle OECD-Staaten zu erarbeiten, hatte sich aus der Arbeit des OECD-Komitees "Group of Experts on the Environmental Impact of Energy Production and Use" ergeben. Insbesondere wurde deutlich, dass die Informationen zu dieser Frage bei den verschiedenen Staaten unterschiedlich intensiv vorlagen und dass die wenigen vorliegenden Informationen auf zahlreiche Publikationen und Dokumente verteilt und nur schwer zugänglich waren.

Die vorliegende Zusammenstellung versucht, für die Bundesrepublik Deutschland diese Lücke zu füllen. Wegen der begrenzt zur Verfügung stehenden Zeit war es allerdings nicht möglich, für jedes relevante Problem der Auswirkung auf die Umwelt als Folge der Energieerzeugung und des Energieverbrauchs Einzeldarstellungen des Standes der technischen und legislativen Maßnahmen zu geben. Es wurde daher mehr Wert darauf gelegt, die insgesamt heute erkennbaren Probleme möglichst vollständig anzusprechen und die zugehörigen derzeit bekannten technischen und legislativen Maßnahmen zusammenzustellen, ohne eine Wertung oder Beurteilung dieser Maßnahmen vorzunehmen.

Die Autoren sind sich der Tatsache bewusst, dass die angesprochenen Umweltauswirkungen und die zugehörigen Maßnahmen in so zahlreiche Gebiete industrieller und wirtschaftlicher Tätigkeit hineinwirken, dass vollständige Bewertungen schwierig und nur in enger Zusammenarbeit mit den entsprechenden Fachleuten möglich sind. Trotzdem ist eine umfassende Zusammenstellung der Probleme und der Maßnahmen wegen der Interdependenzen der Umweltauswirkungen sinnvoll und notwendig.

Die Abfassung des Berichts wäre ohne die Hilfe der zuständigen Behörden, mehrerer Industrieverbände und Firmen nicht möglich gewesen. In der zur Verfügung stehenden Zeit konnte die einschlägige Literatur nur teilweise ausgewertet werden. Auf Teilgebieten waren die verfügbaren Informationen und Daten unzureichend, vorwiegend dort, wo wegen einer unübersichtlichen Emittentenstruktur sich der Zusammenhang zwischen Emission und Immission besonders schwierig darstellt. Insbesondere konnte nur auf die Gesamtauswirkungen der einzelnen Energiewandlungsbereiche auf die Umwelt eingegangen werden, ohne dass die notwendige Untersuchung regionaler Unterschiede erfolgen konnte.

Insgesamt sollte dieser Bericht als ein erster Schritt in die Richtung einer Gesamtdarstellung der Probleme zwischen Umwelt und Energie verstanden werden, dem weitere Ausarbeitungen, insbesondere in Richtung einer Beurteilung und Bewertung von Maßnahmen, folgen müssen.

Struktur des Berichts

Die Zusammenstellung der gesammelten Daten und Fakten dieses Berichts enthält das Kapitel II mit insgesamt neun Unterkapiteln gleicher Struktur, die sich, beginnend mit der Förderung und der Produktion von Brennstoffen, über ihre Verarbeitung und den Transport, bis zum Endverbraucher hin erstrecken.

Die Struktur der neun Unterkapitel wurde so gewählt, dass zunächst die spezifischen Emissionen, die Verbrauchs- oder

Umsatzzahlen und durch Kombination beider die Gesamtemissionen der jeweiligen Problemgruppen zusammengestellt wurden. Dabei wurde in die Belastungen der Umweltbereiche Luft, Wasser und Boden (z.B. Landbedarf) sowie in die Belastungen durch Abwärme und Lärm unterteilt. Die Zusammenstellung der Emissionen war als Voraussetzung für die Beschreibung der legislativen und technischen Maßnahmen notwendig.

Die derzeit gültigen und die für die absehbare Zukunft zu erwartenden legislativen und regulativen Maßnahmen zur Verhinderung oder Verringerung der Umweltbelastungen wurden jeweils im Anschluss daran zusammengestellt. Danach wurden die derzeit verfügbaren technischen Maßnahmen gegen die einzelnen Belastungen aufgeführt. Angaben über Kosten solcher Maßnahmen konnten nur unvollständig ermittelt werden. Die in der Zukunft zu erwartenden technischen Maßnahmen und die sich daraus ergebenden Veränderungen der Emissionen wurden, soweit möglich, am Schluss jedes Unterkapitels behandelt.

II. Umweltbelastungen und Gegenmaßnahmen, aufgeteilt nach Emittentengruppen

1. Produktion von Steinkohle und Koks

1.1 Zusammenstellung der durch die Produktion von Steinkohle und Koks entstehenden umweltbezogenen Probleme

1.1.1 Luft

Beim Brechen der Kohle unter Tage, in den Kohleaufbereitungsanlagen, den Brikettfabriken sowie bei den Verlade- und Transporteinrichtungen entsteht Staub.

Die technischen Probleme bei der Rückhaltung des bei der Produktion entstehenden Staubes sind als gelöst anzusehen /1/. Die überall installierten Entstaubungsanlagen und angewandten Verfahren arbeiten mit sehr hohen Wirkungsgraden. Daher ist der Staub bei der Kohleproduktion weniger als Umweltproblem, sondern mehr als Arbeitsschutzproblem zu betrachten /5/.

Während die Staubemissionen bei der Produktion vernachlässigt werden können, so sind die durch Abwehen des Feinstmaterials hervorgerufenen Emissionen der Abraum-, Kohle- und Kokshalden zu berücksichtigen. Darüberhinaus kommt es noch in einzelnen Fällen zu Rauchentwicklungen durch brennende Abraumhalden.

Quantitative Angaben über die Höhe dieser Emissionen konnten nicht ermittelt werden /6/.

Die Kokereien sind die stärkste Emittentengruppe für Staub, Gase und Dämpfe innerhalb des Bergbaubereichs. Die Schwierigkeiten liegen darin, dass die verschiedenen Arbeitsvorgänge zur Koksherstellung - Füllen der Koksöfen, Drücken, Löschen und Aufbereitung des Kokes - räumlich und zeitlich voneinander getrennt heute noch im Freien ablaufen. Darüberhinaus entstehen beim Koksofenbetrieb selbst und bei der dazu gehörigen Anlage zur Gewinnung von Kohlenwertstoffen gasförmige, geruchsintensive Emissionen.

Die folgenden Tabellen enthalten die spezifischen Emissionen, die Zahlen über die Gesamtproduktion bzw. den Gesamtverbrauch der einzelnen Stoffe, die Schadstoffemissionen verursachen und die sich durch entsprechende Multiplikation daraus ergebenden Gesamtemissionen für das Jahr 1972.

A) Spezifische Emissionen

Prozeß	Schadstoff	Spezifische Emissionen
Kokserzeugung	Staub	0,515 (kg/t Koks)
Kokserzeugung	SO ₂ /SO ₃	0,8 (kg/t Koks)
Schwefelsäuregewinnung aus H ₂ S des Hochofengases	Schwefelsäure als Aerosole	2,0 (kg/t Schwefelsäure)

Tabelle T1 : Spezifische Emissionen bei der Kokserzeugung. Nach /1/.

B) Koksproduktion

Koksart	Menge (Mio t)
Hüttenkoks	7,87
Zeckenkoks	26,58
Gaskoks	1,72
Gesamt	36,17

Tabelle T2 : Koksproduktion in der BRD im Jahr 1972. Nach /2/.

C) Gesamtemissionen

Prozeß	Schadstoff	Gesamtemission 1972 (t/a)
Kokserzeugung	Staub	18600
Kokserzeugung	SO ₂ /SO ₃	29900

Tabelle T3 : Gesamtemissionen durch Kokserzeugung im Jahr 1972.

1.1.2 Wasser

Im Bergbau fällt Grubenabwasser und Verfahrensabwasser an. Die Grubenabwässer sind unterschiedlich salzhaltig (Chloride der Alkalien und Erdalkalien) und tragen zur Belastung der Flüsse bei. Das zum Waschen der Kohle benutzte Wasser ist mit mineralischen und organischen Stoffen belastet.

Verfahrensabwässer entstehen in den Kokereien. Sie sind phenol- ammoniakhaltig und ausserdem noch durch Spuren von Zyanid, Sulfit und Thiocyanat verunreinigt.

A) Spezifische Emissionen

Über Art und Umfang der Schadstoffbelastung im Abwasser konnten keine detaillierten Angaben ermittelt werden.

Bei der Kohleförderung und -aufbereitung sind nach /3/ die Abwässer wie folgt belastet:

BSB₅: 5 gr O₂/m³; CSB: 100 bis 150 gr O₂/m³ (s. Fussnote).

Der spezifische Frischwasserbedarf bei der Kohleproduktion wurde nach /3/ mit 1 m³ pro t verwertbarer Kohle angegeben.

Auch über die Art und den Umfang der Verunreinigung der Verfahrensabwasser aus den Kokereien konnten keine Zahlenangaben ermittelt werden. Je nach Art der Einsatzkohle fallen unterschiedlich phenol- und ammoniakhaltige Abwässer mit geringen Gehalten an Zyanid an /7/. Der spezifische Wasserbedarf für die Koksherstellung beträgt 0,8 m³/t Koks.

B) Produktionszahlen

Produkt	Gesamtproduktion Mio t/a
Kohle	102,5
Koks	36,2

Tabelle T4 : Produktion von Kohle und Koks im Jahr 1972. Nach /2/.

Definitionen:

BSB₅ - Biologischer Sauerstoffbedarf eines Wassers in fünf Tagen bei 20° C. Die Zusammensetzung der Bio-Organismen ist nicht definiert.

CSB - Chemischer Sauerstoffbedarf bei Zugabe von Kaliumpermanganat bzw. Kaliumbichromat.

C) Gesamtemissionen

Tabelle T5 enthält die Angaben über die gesamten Abwassermengen aus dem Bereich des Steinkohlebergbaus und der Koksproduktion.

Art des Wassers	Gesamtmenge Mio m ³ /a
Waschwasser aus Kohleproduktion	102,5
Kokereiabwasser	28,9
Grubenwasser	140
Sickerwasser	60
Gesamtabwasser	331,6

Tabelle T5 : Gesamtabwassermengen im Jahr 1972. Nach /1/.

1.1.3 Boden

Die Zechenanlagen mit ihren angeschlossenen Kokereien haben vor allem aufgrund der weiträumigen Verlade- und Transporteinrichtungen sowie der Deponien einen grossen Landbedarf.

Absenkungen des Bodens sowie der darauf angelegten Strassen, Brücken und Häuser können als Folge des Untertagebaus eintreten. Bei hochliegendem Grundwasserspiegel kann abgesunkenes Gelände überflutet werden.

A) Spezifische Belastungen

Um den spezifischen Landbedarf für die Steinkohlenproduktion zu ermitteln, wurden die 1972 im Abbau befindlichen Felder zu der Steinkohlenproduktion 1972 ins Verhältnis gesetzt. (Felder oder Berechtsame sind die auf der Erdoberfläche vermessenen Gebiete, die unter Tage abgebaut werden dürfen, wobei über Tage durchaus eine andere Nutzung vorliegen kann, wie z.B. Landwirtschaft oder Bebauung.)

Unter diesen Voraussetzungen beträgt nach /3/ der spezifische Landbedarf 1972 $33\text{m}^2/\text{t}$ geförderter Steinkohle (Durchschnittswert für das Ruhrgebiet). Die Werte für die einzelnen Gruben liegen zwischen 10 und $55\text{m}^2/\text{t}$ geförderter Steinkohle /3/.

Der spezifische Abraum betrug 1970 0,575 t/t geförderter Kohle /1/. Davon wurden unter Tage 0,30 t/t geförderte Kohle eingebaut und 0,27 t/t geförderte Kohle über Tage deponiert.

B) Gesamtbelastungen

Der Gesamtlandbedarf, bezogen auf das Jahr 1972, betrug ca. 3400 km². Innerhalb dieses Gebietes sind über Tage Schäden durch den Untertageabbau möglich.

Für die Berechnung des Abraums konnten nur spezifische Zahlen des Jahres 1970 ermittelt werden. Wenn davon ausgegangen wird, dass sich diese Werte für das Jahr 1972 nicht wesentlich verändert haben, ergibt sich bei einer Kohleproduktion von 102,5 Mio t (nach /8/) im Jahr 1972 ein Gesamtabraum von etwa 59 Mio t für das gleiche Jahr. Von diesem Abraum wurden ca. 31 Mio t unter Tage versetzt und 28 Mio t über Tage deponiert.

Dies sind nur die im Jahr 1972 angefallenen Berge, die früher aufgeschütteten Halden konnten nicht erfasst werden. Ein Teil existiert noch als Halden, ein anderer Teil ist kultiviert.

1.1.4 Abwärme

Bei der Kohleförderung fällt keine Abwärme an. Über die bei der Kokserzeugung freigesetzte Abwärme gibt es z.Zt. noch keine Daten. Mehrere Forschungsarbeiten auf diesem Gebiet sind in Angriff genommen worden /3/.

1.1.5 Lärm

Neben dem normalen Industrielärm, der in der Produktion und weiteren Verarbeitung eingesetzten Maschinen, muss auf den Lärm der Grubenlüfter hingewiesen werden. Wegen der grossen Ausdehnung der Zechengebäude verursachen diese Lärmemissionen jedoch nur geringe Belastungen ausserhalb der Zechengelände. Daher fällt die Lärmfrage im Steinkohlenbergbau in das Gebiet des Arbeitsschutzes und weniger in den Bereich des Umweltschutzes.

1.2 Legislative und regulative Maßnahmen zur Verhinderung und Verminderung von Umweltbelastungen durch den Steinkohlebergbau

A) Derzeitiger Stand

Durch die jahrhundertalte Tradition des Bergbaus hat sich schon sehr früh eine Gesetzgebung und ein Ordnungswesen ergeben, Bedingt durch die Standorthäufung der Bergwerke sind es heute neben den Verordnungen und Gesetzen auf Bundesebene (Bundesimmissionsschutzgesetz (BImSchG) /9/, TA-Luft /10/, TA-Lärm /11/, Wasserhaushaltsgesetz (WHG) /12/ in Verbindung mit den Normalanforderungen für Abwasserreinigungsanlagen) vor allem Ländergesetze, die für die kohlefördernden Unternehmen genaue Richtlinien geben. Nach §4(2) BImSchG sind die Anlagen des Bergwesens, soweit sie der Aufsuchung oder Gewinnung von Bodenschätzen dienen, nicht genehmigungspflichtig im Sinne des Bundesimmissionsschutzgesetzes. Die TA-Luft gilt daher für diese Anlagen nicht. Ein Beispiel für Ländergesetze ist die Bergverordnung des Landes Nordrhein-Westfalen auf der Grundlage des allgemeinen Berggesetzes für den Steinkohlenbergbau. Diese Vorschrift enthält vorrangig Arbeitsschutzbestimmungen, wodurch auch der Emissionsschutz für besondere Fälle, z.B. Kokerei, Grubenluft etc. integriert ist /4/. Durch Auflagen und Anordnungen kann die Aufsichtsbehörde (Bergämter) in den Betrieben Einfluss nehmen.

Für den Fall der Kokereien enthält die TA-Luft 74 /10/ in Abschnitt 3.29.1 besondere Anforderungen für die Auslegung und den Betrieb, soweit sie zur Verminderung der Emissionen dieser Anlagen nötig sind.

In vielen Einzelproblemen dienen die zahlreichen VDI-Richtlinien als Grundlage für die Klärung technischer Fragen. Eine Zusammenstellung aller für die hier diskutierten Fragen wichtigen VDI-Richtlinien ist im Anhang A-5 aufgeführt.

B) Voraussichtliche Entwicklung

Wie alle anderen Industriezweige wird auch der Bergbau von der Verschärfung der allgemeinen Umweltschutzgesetze be-

troffen. Da das neue BImSchG den Begriff des technischen Standes wesentlich härter als die bisherigen Vorschriften definiert (s. dazu Abschnitt 5.2.1), ist damit zu rechnen, dass insbesondere diejenigen Anlagen des Bergwesens, die nach § 4 BImSchG genehmigungsbedürftig sind, in Zukunft entsprechend der Fortentwicklung des technischen Standes mit weiteren Auflagen belegt werden.

Neue Gesetze für die Grubenanlagen nach Art der Bergverordnungen sind für den Zeitraum bis 1985 nicht zu erwarten. Wichtig wird für die Bergwerke in diesem Zeitraum vor allen Dingen noch das neue Abwasserabgabengesetz, das sich auf das Verursacherprinzip stützt.

1.3 Derzeit angewandte technische Maßnahmen zur Verminderung der Umweltbelastung im Steinkohlenbergbau

Die Unterdrückung der Staubemission bei der Kohleproduktion wird mit einfachen Verfahren und Anlagen erreicht. Die frisch gehauene Kohle wird so früh wie möglich befeuchtet, z.T. sogar schon vor Ort. Teile der Transport- und Verladeeinrichtungen, an denen besonders viel Staub entstehen kann, sind in der Regel entweder gekapselt, in Tunneln untergebracht, oder sie haben Entstaubungsanlagen. Das Staubproblem im Steinkohlenbergbau als Umweltbelastung kann als gelöst betrachtet werden /1/, /3/.

Noch nicht befriedigend gelöst ist die Staubrückhaltung im Kokereibereich beim Ausdrücken des Kokes aus den Öfen.

Zur Aufheizung der Koksöfen wird schwefelhaltiges Koksofen- oder Gichtgas verwendet. Um die SO_2 -Emission bei der Beheizung der Öfen zu verringern, wird das Heizgas vorher durch Wasserstoffzugabe und Entfernen des Schwefelwasserstoffs soweit entschwefelt, dass die SO_2 -Emission unter 1 g/m^3 Rauchgas (VDI-Richtlinie 2110) bleibt. Der abgetrennte Schwefelwasserstoff wird in Clausanlagen zur Schwefelsäureerzeugung eingesetzt. Bei diesem Prozess werden die nicht umgesetzten Schwefelverbindungen zu SO_2/SO_3 verbrannt und in die Atmosphäre emittiert. Um diese Emission

so gering wie möglich zu halten, muss der Umsatz so gross wie möglich gemacht werden. Laut VDI-Richtlinie 2298 muss mit einem SO₂-Mindestumsatz von 97,5 % gerechnet werden /1/.

Angaben über die Kosten dieser Maßnahmen zur Verminderung der atmosphärischen Schadstoffbelastung konnten nicht in Erfahrung gebracht werden.

Bei der Behandlung der Abwässer aus der Kohleproduktion werden nur einfache Methoden und Anlagen angewendet. Zur Reinigung der Kohlenwaschwasser von festen Stoffen werden mechanische Kläranlagen eingesetzt; dabei handelt es sich meistens um Absetzbecken. Die im Bergbau anfallenden Gruben- und Sickerwässer werden nicht geklärt.

Die Behandlung der Kokereiabwässer ist aufwendig. Zu Anfang werden die Abwässer durch verschiedene Extraktionsverfahren von den Phenolen gereinigt. Die nachfolgende Reinigung bzw. der Abbau der organischen und anorganischen Schadstoffe des Abwassers vollzieht sich in mechanischen, chemischen und nachgeschalteten biologischen Kläranlagen. Diese Aufgaben werden von den verschiedenen Wasserverbänden wahrgenommen. Die Gesamtkosten für die Reinhaltung des Bergbauwassers dürften bei 75 Mill. DM/Jahr liegen /1/.

Bei den Deponien ist es neuerdings gelungen, das Material einer weiteren Verwendung, z.B. im Strassenbau, zuzuführen, so dass nur noch eine zwischenzeitige Lagerung anfällt. Bei den älteren Bergen wird eine Rekultivierung durch Begrünen durchgeführt.

Technische Maßnahmen gegen Bergschäden (Absenkungen und deren Folgen) sind derzeit mit vertretbarem finanziellem Aufwand nicht möglich. Der Schadenersatz für diese Schäden an Häusern und Strassenbauwerken belief sich 1972, bezogen auf die Gesamtforderung, auf 2,72 DM/t geförderter Kohle /3/.

Die Maßnahmen zur Lärminderung beschränken sich auf den Maschinenbau und werden von dort kontinuierlich verfolgt

und verbessert. Es handelt sich im wesentlichen um gekapselte Maschinen und geräuscharme Antriebe und Transporteinrichtungen.

1.4 Zukünftige technische Maßnahmen

Aus dem vorstehenden Abschnitt ist zu erkennen, dass im Bergbau nur noch an wenigen Punkten eine weitere Reduzierung der Umweltbeeinträchtigung durchgeführt werden muss. Dies sind vor allem die Koksherstellung und die Behandlung der Abwässer.

Bei der Koksherstellung wird verstärkt eine kontinuierliche Verkokung angestrebt, die zu einer wesentlichen Reduzierung der Schadstoffemissionen beiträgt. Dabei ist zu berücksichtigen, dass der kontinuierlich erzeugte Koks andere Eigenschaften aufweist als der bisherige Hochofenkoks. Unklar ist die Reinigung des bei diesen Verfahren entstehenden Abwassers und deren Kosten.

Bei den sonstigen Abwässern aus der Kohleindustrie wird versucht, die physikalische und chemische Abwasserreinigung so zu verbessern, dass man die aufwendige biologische Klärung sparen kann, z.B. durch die Verwendung von Adsorptionskoks zur Beseitigung der Phenole.

Untersuchungen und Entwicklungsarbeiten befassen sich auch mit Verfahren zu besserer Staubbindung an der Oberfläche bei der Lagerung von Kohle und Koks.

1.5 Zukünftige Entwicklung der Umweltbelastungen durch die Kohleproduktion

Als Zusammenfassung kann festgestellt werden, dass die Produktion von Steinkohle unter den jetzigen Bedingungen als umweltfreundlich angesehen werden kann. Mit fortschreitender technischer Entwicklung werden in diesem Bereich weitere kleinere Verbesserungen eingeführt werden, die vor allem dem Gesundheits- und Arbeitsschutz des im Bergbau tätigen Personenkreises zugutekommen. Die von den Kokeereien emittierten Schadstoffe in Luft und Wasser sind da-

gegen z.Zt. noch erheblich. Diese Emissionen werden jedoch durch die Einführung neuer Verkokungsverfahren gesenkt werden können.

Insgesamt wird auch ein Sinken der Gesamtemission durch den Rückgang des Kohle- und Koksverbrauchs hervorgerufen.

2. Förderung und Verarbeitung von Braunkohle

2.1 Zusammenstellung der durch die Produktion von Braunkohle und Briketts entstehenden umweltbezogenen Probleme

In der Bundesrepublik findet die Braunkohle vor allem in der Stromerzeugung und zur Brikettierung Verwendung. Die Umweltprobleme bei der Stromerzeugung werden im Zusammenhang in Kap. 5 behandelt. Hier sollen die bei der Brikettierung anstehenden Umweltprobleme sowie einige Aspekte des Braunkohlentagebaus dargestellt werden.

2.1.1 Luft

Die in der Bundesrepublik produzierte Rohbraunkohle wird im Tagebau gewonnen. Dabei entstehen keine Emissionen, die die Luft belasten, es werden keine schädlichen Gase frei und auch die Staubentwicklung ist vernachlässigbar klein.

Bei der Brikettherstellung wird die Rohbraunkohle durch Erwärmen getrocknet und gepresst; dabei werden Feststoffe, erwärmte Luft und Wasserdampf emittiert.

A) Spezifische Emissionen

Die spezifischen Emissionen bei der Brikettherstellung sind in Tabelle T6 zusammengestellt. Die dort aufgeführten Werte beziehen sich nur auf die Herstellung von Braunkohlenbriketts aus rheinischer Braunkohle. Da jedoch seit Frühjahr 1974 im Bereich Helmstedt keine Briketts mehr hergestellt werden, sind sie repräsentativ für die Bundesrepublik /19/.

Schadstoff	Spezifische Emissionen (kg Schadstoff/t Brikett)
Feststoffe	1,3 - 1,6
SO ₂	0,9
H ₂ O	1360
Fluor	0,00018
NO _x	0,84

Tabelle T6 : Spezifische Emissionen bei der Brikettherstellung. Nach /13/.

B) Gesamtemissionen

Produziert wurden 1972 6,751 Mio t Braunkohlenbriketts /2/. Daraus ergeben sich die in Tabelle T7 aufgeführten Gesamtemissionen.

Schadstoff	Gesamtemissionen 1972 (10 ³ t)
Feststoffe	8,8 - 10,8
SO ₂	6,08
H ₂ O	9181,4
Fluor	0,0012
NO _x	5,7

Tabelle T7 : Gesamtemissionen bei der Brikettherstellung 1972.

2.1.2 Wasser

Durch den Tagebau werden die Grundwasserverhältnisse lokal verändert: Die Beseitigung des Deckgebirges und der Abbau der Braunkohlenflöze setzen voraus, dass zuvor die vom Grundwasser erfüllten Gebirgsschichten im Hangenden und den Zwischenmitteln möglichst restlos entwässert werden /13/. Weiterhin ist wichtig, dass das Grundwasser auch an den Böschungen des Tagebaurandes und im Liegenden unter die tiefste Abbausohle abgesenkt oder entspannt wird. Um diese Voraussetzungen für den Tagebau zu erreichen, muss also der Grundwasserspiegel abgesenkt werden, d.h. das Grundwasser muss abgepumpt werden. Spezifische Zahlen des Grundwasser-

anfalls (Menge Wasser pro t geförderter Kohle) können nicht allgemeingültig angegeben werden. Im Jahr 1973 fielen im Bereich der Rheinischen Braunkohlenwerke AG pro t geförderter Kohle $12,5 \text{ m}^3$ Wasser an /19/. Ein Teil des abgepumpten Grundwassers wird als Trink- und Brauchwasser für öffentliche Wasserwerke und Industriebetriebe bzw. für Kraftwerke benutzt. Ein anderer Teil, z.Zt. 10 bis 11 Mio m^3 /Jahr, wird in den Brikettfabriken verbraucht. Davon dienen als Kühlwasser 30 % und als Kesselspeisewasser 15 %. Der Rest wird als Einsatzwasser bei der Nassentstaubung eingesetzt /1/, wobei eine wesentliche Verunreinigung mit Feststoffen auftritt, die jedoch vor Einleitung in die Vorfluter wieder entfernt wird.

2.1.3 Boden

Beim Tagebau entsteht Abraum, der gelagert werden muss. Die abzubauen Fläche kann während des Abbaus nicht anders genutzt werden. Der spezifische Flächenbedarf (m^2 /t geförderter Kohle) eines Tagebaus ist sehr unterschiedlich. Er hängt ab von der zeitlichen Abbauphase und der Mächtigkeit der Kohleschichten. In der Aufschlussphase ist der spezifische Flächenbedarf sehr hoch, weil zunächst ein ausreichender Arbeitsraum geschaffen werden muss, bevor überhaupt mit der Kohleförderung begonnen werden kann. Die unterschiedliche Mächtigkeit der Kohleflöze, die zwischen 3 und 70 m liegt /13/, erschwert die Ermittlung des spezifischen Flächenbedarfs. Eine genaue Angabe über den beim Tagebau bestehenden spezifischen Flächenbedarf ist nur im Einzelfall möglich.

Um jedoch eine ungefähre Vorstellung über den spezifischen Flächenbedarf zu erhalten, hat die Rheinische Braunkohlenwerke AG /13/ die Flächeninanspruchnahme ihrer sämtlichen Tagebaue in den letzten fünf Jahren mit der Kohleförderung des gleichen Zeitraums ins Verhältnis gesetzt und dabei einen spezifischen Bedarf von 29 m^2 /1000 t geförderter Koh-

le erhalten. Der Gesamtlandbedarf des Braunkohlenabbaus lässt sich durch Addition der Felder erhalten; das sind in der BRD ca 1000 km².

2.1.4 Abwärme

Bei der Braunkohlenproduktion gibt es keine Abwärmeprobleme im Hinblick auf die Umwelt.

2.1.5 Lärm

Durch die Grösse und Weitläufigkeit der Braunkohlengruben gibt es keine nennenswerte Belästigung der Umwelt durch Lärm. Lediglich bei der Brikettierung entstehen Lärmemissionen, die jedoch durchschnittliche industrielle Emissionen nicht überschreiten und darüberhinaus in grösserer Entfernung von Wohngebieten auftreten.

2.2 Legislative und regulative Maßnahmen zur Vermeidung oder Verminderung von Umweltbelastungen durch den Braunkohlenabbau

A) Derzeitiger Stand

Wie schon in Abschn. 1.2 erwähnt, sind Anlagen des Bergwesens, soweit sie der Aufsuchung oder Gewinnung von Bodenschätzen dienen, nicht genehmigungspflichtig im Sinne des Bundesimmissionsschutzgesetzes (§4(2)BImSchG). Für die eigentlichen Grubenanlagen gelten also die Verwaltungsvorschriften mit TA-Luft und TA-Lärm nicht. Die allgemeinen Bestimmungen (insbesondere Teil 1 (§§ 1 bis 3) und Teil 6 (§§ 48 bis 65)) des BImSchG gelten jedoch auch für diese Anlagen. Darüberhinaus kommen die schon vor Inkrafttreten des BImSchG gültigen speziellen Vorschriften für den Bergbau in Betracht.

Die Grundlage dieser Vorschriften ist wie bei der Steinkohle das Allgemeine Berggesetz /16/. Spezielle Gesetze in dem Zusammenhang sind Ländergesetze. Als Beispiel ist hier die Gesetzgebung des Landes Nordrhein-Westfalen anzu-

führen. Analog zur Steinkohle werden spezielle, die Braunkohle betreffende Fragen und Problemkreise in der Bergverordnung für die Braunkohlenbergwerke behandelt, die vom Landesoberbergamt erlassen wurde /17/. Die Bergverordnung befasst sich in erster Linie mit Arbeitsschutzbestimmungen, wobei jedoch auch bestimmte Umweltfragen direkt angesprochen sind. Wesentlichen Einfluss auf die Struktur und den Flächenbedarf der Braunkohlengruben, insbesondere unter dem Gesichtspunkt des Umweltschutzes, nimmt das Gesetz über die Gesamtplanung im Rheinischen Braunkohlengebiet, das sogenannte "Braunkohlengesetz" von 1950 /18/.

B) Voraussichtliche Entwicklung

Von der Verschärfung der Umweltschutzgesetze, die bis 1985 zu erwarten ist, wird auch der Braunkohlenbergbau betroffen /14/. Am wenigsten betroffen ist der normale Tagebau; schwieriger wird die Situation bei den Brikettfabriken, die punktuell zur Umweltbelastung beitragen. Hier werden trotz des zu erwartenden Produktionsrückgangs an Braunkohlenbriketts für die verbleibenden Anlagen die Bestimmungen des § 17 des BImSchG u.U. weitere Anordnungen nötig machen.

2.3 Derzeit angewandte technische Maßnahmen zur Verminderung der Umweltbelastung

Die Dauer der Inanspruchnahme der Flächen zum Braunkohlentagebau beträgt im Normalfall 8 bis 12 Jahre. Danach werden die Gruben mit Abraum gefüllt und mit einer 1 bis 2 m dicken Lössschicht überzogen. Diese Fläche wird dann 3 bis 5 Jahre von den betriebseigenen Schirrhöfen bearbeitet. Spätestens nach Abschluss dieser sogenannten Zwischenbewirtschaftung, in der noch eine Bodenverbesserung durch gezielte Düngung und Bearbeitung erreicht wird, haben diese Flächen mindestens die gleiche Qualität wie der natürlich gewachsene Boden in der Umgebung, was sich nach /13/ aus statistischen Untersuchungen vergleichbarer Ernteerträge ergibt. In manchen Gebieten entsteht sogar hinterher eine Landschaft, die hochwertiger ist als vor dem Braunkohlenabbau, so z.B. landwirtschaftliche Nutzfläche

anstelle von Brachland, oder ein Wald-Seen-Gebiet als Naherholungszentrum für die Bevölkerung in Ballungsbieten. Bei der Bodenfrage lässt sich also zusammenfassend sagen, dass die Umweltbelastungen mittelfristig sind und nach geeigneter Rekultivierung wieder aufgehoben werden.

Der Hauptteil des abgepumpten Grundwassers, der nicht weiter verwendet wird, kann ohne weitere Maßnahmen in die Vorfluter abgeleitet werden. Die in den Brikettfabriken benutzten Wasser müssen gereinigt werden. Als Endwerte werden Gehalte an Feststoffen bis höchstens 50 mg/l und Gehalte an absetzbaren Stoffen nach zwei Stunden von höchstens 0,3 ml/l vorgeschrieben. Um diese Werte zu erreichen, müssen die Abwässer mechanisch geklärt werden. Im Braunkohlengebiet sind aufgrund des relativ weiträumigen Geländes gute Ausgangsmöglichkeiten gegeben. Meistens werden Vakuumfilteranlagen und Klärbecken zur Reinigung eingesetzt. Insbesondere dienen die Klärteiche der Tagebaue als Absetzbecken. Diese relativ einfache mechanische Reinigung der Abwässer genügt völlig, um eine ausreichende Abwasserqualität zu erreichen.

Zur Verminderung der Feststoffemissionen der Brikettfabriken werden Elektrofilter, Trocken- und Nassentstauber und Filter eingesetzt. Aufgrund der langen Erfahrungen mit diesen Techniken werden heute ausreichend hohe Wirkungsgrade erreicht /13/.

2.4 Zukünftige technische Maßnahmen

Beim Abbau der Braunkohle werden nach Auskunft der Rheinischen Braunkohlenwerke AG keine neuen Techniken eingeführt; dasselbe gilt auch für die Aufschüttung und Rekultivierung der ehemaligen Braunkohlengruben.

Bedeutung für die nächste Zukunft wird das Grubenwasser in zweierlei Hinsicht bekommen: Zum einen wird es aufbereitet und als Trinkwasser benutzt, zum anderen dient es den nahe der Braunkohlengruben gelegenen Kraftwerken als Kühlwasser.

Ausser der weiteren Verwendung der Grubenwasser ist bis 1985 mit keiner wesentlichen technischen Neuerung auf diesem Gebiet zu rechnen. Bei den Abwässern aus den Brikettfabriken wird analog der technologischen Entwicklung von Kläranlagen eine geringfügige Verbesserung eintreten.

Insgesamt lässt sich sagen, dass bei der Produktion von Braunkohle und Braunkohlenbriketts keine wesentlichen Veränderungen eingeführt werden. Eine direkte Brennstoffentschwefelung ist nur schwer möglich und daher ökonomisch nicht sinnvoll. Technisch lässt sich eine Entschwefelung nur indirekt über die Vergasung durchführen. Dadurch wird erreicht, dass die Schwefelemissionen von der grossen Zahl der Endverbraucher auf wenige Anlagen verlagert werden, was gezielte Maßnahmen zur Emissionsverminderung erleichtert (s. Anhang A-1).

Bei der Vergasung der Braunkohle wird der Schwefel aus dem Produktgas ausgewaschen und in einer Claus-Anlage zu elementarem Schwefel verarbeitet. Während der Verarbeitung in der Claus-Anlage entstehen Schwefelemissionen durch die Nachverbrennung der nicht umgesetzten Schwefelverbindungen. Um die SO_2 -Emissionen möglichst gering zu halten, muss der Umsatz so gross wie möglich gemacht werden (nach TA-Luft 74 muss der Umsetzungsgrad von Claus-Anlagen mindestens 98 % betragen). Daher werden in Zukunft verstärkt zwei- und dreistufige Anlagen zum Einsatz kommen müssen.

2.5 Zukünftige Entwicklung der Gesamtbelastung bei der Braunkohlengewinnung und -verarbeitung

Ausgehend vom heutigen Stand der durch die Braunkohle- und Brikettproduktion hervorgerufenen Emissionen lässt sich sagen, dass sich die Gesamtemissionen verringern werden.

Der Hauptgrund für diese Entwicklung ist der 50-prozentige Produktionsrückgang bei der Brikettherstellung bis 1985. Dementsprechend werden sich auch die Emissionen verringern. Zusätzlich werden die Gesamtemissionen auch durch die Verbesserung der angewandten Verfahren und Technologien vermindert. Für das Ausmaß der Verminderung kann heute noch keine genaue Zahl genannt werden.

3. Gewinnung, Transport und Lagerung von Erdöl und Erdgas sowie der daraus gewonnenen Brenn- und Treibstoffe

Die gleichzeitige Behandlung von Rohstoffen und den daraus gewonnenen Produkten ist problematisch, wenn nicht die dazwischenliegende Stufe der Raffinierung ebenfalls mit angesprochen wird. Da jedoch die technischen Probleme und ihre Lösung zu Emissionsverminderung aus Raffinerungsanlagen sich stark von denen unterscheiden, die bei der Lagerung und dem Transport von Gasen und Flüssigkeiten auftauchen, wurde zur Wahrung der Übersichtlichkeit eine Trennung durchgeführt. Damit soll nicht übersehen werden, dass es auch auf dem Gebiet der Raffinerien Umweltprobleme gibt, die durch Lagerung und Transport von Gasen und Flüssigkeiten entstehen. Gewisse Überschneidungen der entsprechenden Kapitel sind daher unvermeidbar.

3.1 Zusammenstellung der durch die Förderung, den Transport und die Lagerung von Erdöl und Erdgas und deren Folgeprodukten entstehenden umweltbezogenen Probleme

3.1.1 Luft

Auf dem Gebiet der Erdöl- und Erdgasgewinnung war es nicht möglich, genaue spezifische Emissionsdaten zu erhalten, so dass vornehmlich qualitative Aussagen über die Art der Umweltbeeinträchtigung gemacht werden können.

Bei der Erdöl- und Erdgasgewinnung können Kohlenwasserstoffemissionen auftreten. Neben schwefelwasserstofffreiem Erdgas wird auch schwefelwasserstoffhaltiges Erdgas produziert. Der bei seiner Reinigung entzogene Schwefelwasserstoff wird in Claus-Anlagen zu Schwefel umgesetzt. Wie auch in den Abschnitten 1 und 4 beschrieben wird, ist eine hundertprozentige Umsetzung des Schwefelwasserstoffs in Schwefel verfahrenstechnisch nicht möglich. Aus diesem Grund wird ein geringer Teil der Schwefelverbindungen

(normal 3 %, maximal 5 % /31/) nach einer Nachverbrennung in Form von Schwefeldioxid über Schornsteine in die Atmosphäre emittiert.

Beim Transport von Erdöl und Erdgas in Pipelines treten im Normalbetrieb keine Luftbelastungen auf.

Verfolgt man den Weg des Erdöls weiter, so stellt sich das Problem der Lagerung. Beim Füllen der Lagertanks entstehen durch die Verdrängung der Dämpfe und die temperaturbedingte Atmung Kohlenwasserstoffemissionen /16/. Leckverluste treten unter normalen Betriebsbedingungen (nach /20/, /21/) nicht auf. Von besonderer Bedeutung sind die Kohlenwasserstoffemissionen beim Umschlag der leichter flüchtigen Folgeprodukte, wie Heizöl EL oder Motorentreibstoffe.

A) Spezifische Emissionen

Wie schon erwähnt, konnten für die Kohlenwasserstoffemissionen bei Erdöl- und Erdgasgewinnung keine spezifischen Werte in Erfahrung gebracht werden. Es muss dabei darauf hingewiesen werden, dass die Emissionen aufgrund der unterschiedlichen Zusammensetzungen der jeweiligen Rohöle und Erdgase relativ stark differieren. Das gleiche trifft für die SO₂-Emissionen der Anlagen zur Aufbereitung von schwefelwasserstoffhaltigen Erdgasen zu. Auch spezifische Emissionswerte aufgrund der Verluste aus Lagerbehältern für Folgeprodukte konnten nicht ermittelt werden. Die Ursache dafür ist die grosse Vielfalt der zu lagernden Produkte und deren unterschiedliche Temperaturabhängigkeit ihrer Sättigungsdampfdrücke. Im folgenden konnten daher nur wenige Daten für einzelne Produkte zusammengestellt werden. Für die Verladung von Benzin werden in /22/ Emissionsraten angegeben, die in Tabelle T8 zusammengestellt sind.

Verladung in	Emissionsrate Vol. %/pro Füllvorgang
Tankwagen	zwischen 0,066 - 0,085 (je nach Tankanlage)
Kesselwagen	zwischen 0,061 - 0,146
Binnentanker	zwischen 0,012 - 0,044

Tabelle T8 : Emissionsraten beim Füllen von Transportbehältern mit Benzin. Nach /22/.

Bei Erdgas gibt es bei Transport und Verteilung keine Umweltprobleme durch Emissionen.

B) Gesamtemissionen

Für den Inlandsabsatz 1972 stehen die in Tabelle T9 aufgeführten Zahlen zu Verfügung.

Kraftstoffart	Menge (in 1000 t)
Motorenbenzin	18 130
Flugbenzin	40
Spezialbenzin	122
Testbenzin	199
Rohbenzin	4 632
Flugturbinenkraftstoff	1 958
Gesamt	25 081

Tabelle T9 : Inlandsabsatz an Benzin für 1972. Nach /23/

Zur Einschätzung der Gesamtemissionen muss aus den Emissionsraten des Abschnitts A) ein Mittelwert angenommen werden. Für diese Einschätzung wurde 0,08 Vol. % gewählt. Damit ergibt sich eine Gesamtemission von etwa 20 000 t Kohlenwasserstoff pro Jahr für die Produktengruppe Benzin.

Diese jährliche Emissionsrate muss als untere Grenze angesehen werden, da hier nur von einem einmaligen Umschlag des Benzins ausgegangen wurde. Nimmt man von der Verteilerstruktur her an, dass das Benzin zweimal umgeschlagen wird, so würde sich die Gesamtemission von Kohlenwasserstoffen aus Verladegründen auf 40 000 t im Jahr 1972 belaufen.

3.1.2 Wasser

Durch Erdöl- und Erdgasbohrungen wird keine Verunreinigung des Grundwassers hervorgerufen /20/. Abwässer im Sinn anderer Industrien fallen ebenfalls nicht an.

Die bei der Förderung gehobenen Lagerstättenwässer werden in die Speicherformationen zurückversenkt. Die mittleren Kosten hierfür liegen bei 0,50 DM pro m³ versenkten Wassers. Dieser Wert ist von der Grösse des jeweiligen Betriebs abhängig.

Unter normalen Betriebsbedingungen sind Wasserverunreinigungen durch Leckverluste an Pipelines und Tanklagern ausgeschlossen /20/, /21/. Die grösste Umweltgefährdung bei Pipelines und Tanklagern sind mögliche Unfälle, bei denen auslaufendes Öl in das Wasser gelangt. Der LAWA-Bericht (Länderarbeitsgemeinschaft Wasser-Abwasser) /24/ liefert dazu die in den Tabellen T10 und T11 aufgeführten Daten, die eine Zusammenfassung der bisher bekannten Unfälle darstellen.

Unfalltyp	Anzahl der Unfälle	Menge der ausgelaufenen Flüssigkeiten (in m ³)
a: Lagerung u. Umschlag einschl. Kleinhändler u. Kundentanks	1 178	1 890 m ³
b: Pipelinetransport	3	1 110 m ³

Tabelle T10 : Unfälle mit Flüssigkeitsaustritt im Jahr 1972. Nach /24/.

Einschliesslich der Unfälle beim Strassen- und Schienentransport wurden 1972 insgesamt 1852 Schadensfälle registriert, von denen 1339 zu Schäden und Gefährdungen an Gewässern führte. Eine Aufteilung dieser Unfälle nach der Art des Schadens enthält Tabelle T11.

Schadenstyp	Anzahl
Schädigungen oder Gefährdungen von	
- Wassergewinnungsanlagen	62
- sonstigen Wassernutzungen	43
Berührung mit Grundwasser	223
Berührung mit oberirdischen Gewässern	267
Einlauf in Kanalisation	222

Tabelle T11 : Häufigkeit der einzelnen Schadenstypen. Nach /24/.

Die durch Schiffsunfälle und Reinigen der Schiffstanks entstehenden Wasserbelastungen werden hier nicht untersucht.

Bei der Speicherung und dem Transport von Erdgas sind auch bei Unfällen keine Gewässerbelastungen zu erwarten.

3.1.3 Boden

Eine Tiefbohrung benötigt einen Platz von 4000 bis 10000 m² und ein Förderbohrloch zwischen 500 und 2000 m² /31/.

Diesem Punkt kommt jedoch keine grosse Bedeutung zu, da die Erdöl/Ergas-Gewinnungsindustrie gesetzlich verpflichtet ist, nach Beendigung der Förderperiode die Bohrlöcher bestimmungsgemäss zu verfüllen und den vorherigen Zustand wieder herzustellen. Nach der Förderperiode kann das Gelände wieder genutzt werden.

Seit der mehr als 100 Jahre betriebenen Erdöl- und Erdgasfördertätigkeit in der BRD konnten bisher keine geologischen Folgen festgestellt werden.

Pipelines benötigen aufgrund der Sicherheitsbestimmungen eine bestimmte Fläche (Schutzstreifen), in dem die Nutzung des Geländes eingeschränkt ist. Innerhalb des Schutzstreifens, der sich abhängig von der Pipelinekapazität zwischen 2 und 5 m nach jeder Seite erstreckt, sind leitungsgefährdende Einwirkungen untersagt. Zu diesem Flächenbedarf kommt noch die Fläche der Pump- und Kopfstationen mit ihren technischen Einrichtungen.

Für den reibungslosen Produktionsablauf und zur Reservehaltung wird eine gewisse Tankkapazität benötigt, die ebenfalls einen Flächenbedarf darstellt. Das Netz der Erdöl- und Fertigproduktenleitungen der Mineralölwirtschaft ist wegen der begrenzten Zahl von Abnehmern (Petrochemie etc.) übersichtlich.

Das Netz der Erdgasleitungen ist aufgrund der zahlreichen Abnehmer erheblich dichter /7/. Eine ausführliche Darstellung der einzelnen Leitungen, wie sie in Abschnitt 3B

für die Erdöl- und Fertigproduktleitungen vorgenommen wird, wurde für die Gasleitungen daher nicht vorgenommen-

A) Spezifische Belastungen

Der Flächenbedarf einer Pipeline ist aus der Länge der Pipeline und der Schutzstreifenbreite zu errechnen. Die Angaben für die Schutzstreifenbreite einer Ölpipeline lauten /25/:

Bei Leitungsdurchmesser

bis 150 mm	-	mindestens	4 m
bis 400 mm	-	mindestens	6 m
bis 600 mm	-	mindestens	8 m
über 600 mm	-	mindestens	10 m

Die Schutzstreifenbreiten für Erdgasleitungen liegen etwa im gleichen Rahmen. Der spezifische Flächenbedarf für Tanklager der Gewinnungsindustrie beträgt ca. 1 m^2 pro m^3 gelagerten Rohöls /31/. Eine Pipeline-Endstation mit einer Tankkapazität von ca. $500\,000 \text{ m}^3$ hat einen Flächenbedarf von 0,2 bis $0,25 \text{ km}^2$.

B) Gesamtbelastung

Tabelle T12 enthält eine Zusammenstellung der Rohölleitungen auf dem Gebiet der Bundesrepublik. Die angekreuzten Leitungen sind Pipelines der heimischen Erdölgewinnungsindustrie.

Die entsprechenden Angaben für Transportleitungen von Fertigprodukten (nur Energiestoffe) enthält Tabelle T13.

Insgesamt ergibt sich somit für alle in den Tabellen T12 und T13 aufgeführten Leitungen ein Flächenbedarf von etwa 25 km^2 .

Tabelle T12 : Rohölleitungen in der BRD Stand 1972. Nach /23/, /2/.

Strecke	Ø mm	Länge km	Schutzstreifen m	Fläche m ² · 10 ³
Ascheberg Heide *	250	90	6	540
Brunsbüttel Heide	450	32	8	256
Wilhelmshaven Wesseling	710	389	10	3890
Wilhelmshaven Hünxe	1020	244	10	2440
Rühlermoor Holthausen *	200	19	6	114
Haukensbüttel Misburg *	200	76,5	6	459
Schönewörde Misburg *	150	72	4	280
Stelle Harburg *	200	20	6	120
Rühlertwist Holthausen *	200	64	6	384
Venlo Wesseling	610	104	10	1040
Venlo Wesel	610	45	10	450
Wesseling Raunheim	610	156	10	1560
Wesel Horst	384	44	6	264
Karlsruhe Jockgrim	864	24	10	240
Moder Klarenthal	400	5	6	30
Deutsche Grenze Ingolstadt	1000	159	10	1590
Ingolstadt Jockgrim	660	298	10	1980
Ingolstadt Neustadt	660	21	10	210
Jockgrim Speyer	400	33	6	198
Jockgrim Mannheim	400	59	6	354
Steinhöring Burghausen	324	62	6	372
Lindau Ingolstadt	559 /457	227	8	1816
Gesamtfläche Rohölleitungen				19587 19,6 km ²

Strecke	Ø mm	Länge km	Schutzstreifen m	Fläche 10 ³ m ²
Heide Brunsbüttel	6 Leit.	32	10	320
Gelsenkirchen Duisburg	200	38	6	228
Gelsenkirchen Bottrop	200	15,5	6	93
Herongen Raunheim	600/500/450	513	8	4104
Burghausen Feldkirchen	470	90	8	720
Gesamtfläche Fertigproduktleitungen				5465 ≈ 5,5 km ²

Tabelle T13 : Fertigproduktleitungen in der BRD Stand 1972.
Nach /23/, /2/.

Für das Erdgas-Fernleitungsnetz der Bundesrepublik konnte aus /2/ nur die Länge der Leitungen, nicht jedoch ihr Durchmesser entnommen werden. Da nach /31/ die Schutzstreifenbreite etwa in der gleichen Grössenordnung wie bei den Ölpipelines liegt, wurde aus der Gesamtlänge aller Erdgasfernleitungen (nach /2/ mindestens 13 000 km) und einer angenommenen mittleren Schutzstreifenbreite von 8 m, ein Flächenbedarf von 10⁴ km² errechnet.

Abgesehen von dem Explosionsrisiko ist der Transport von Erdgas in Pipelines wesentlich risikoloser im Hinblick auf Umweltbeeinträchtigungen. An schadhafte Stellen wird zwar Gas emittiert, aber es tritt keine Verunreinigung des Bodens auf.

Die Tankkapazität an Lagertanks mit einem Volumen grösser als 100 m³ betrug 1970 in der Bundesrepublik rund 25 Mio m³ Tanklager in Raffinerien und Rohölpipelines und etwa 10,7 Mio m³ Tanklager ausserhalb der Raffinerien und sonstigen Verarbeitungsstellen /23/. Damit ergibt sich für den Platzbedarf aller Tanks mit über 100 m³ Volumen ein Gesamtflächenbedarf von rd. 35 km².

3.1.4 Abwärme

und

3.1.5 Lärm

Abwärme hat im Bereich der Erdöl- und Erdgasgewinnung sowie beim Transport keine Bedeutung. Der bei der Förderung entstehende Lärm hat praktisch keine Auswirkungen, während die Lärmentwicklung der stationären Pumpstationen sowie der Pumpen von Transportfahrzeugen in Einzelfällen zu Belästigungen führen kann.

3.2 Legislative und regulative Maßnahmen zur Vermeidung oder Verminderung von Umweltbelastungen

A) Derzeitiger Stand

Die Erdöl- und Erdgasgewinnung unterliegt den bergrechtlichen und bergbehördlichen Bestimmungen der einzelnen Bundesländer, wie sie schon in den Kapiteln 1 und 2 besprochen wurden. Für die Bereiche Transport und Lagerung haben die grundlegenden Umweltschutzgesetze, wie das Bundesimmissionsschutzgesetz (BImSchG), die TA-Luft und TA-Lärm, und gewerberechtliche Bestimmungen Geltung.

Für die Lagerung und den Transport von Erdöl und Folgeprodukten kommen u.a. noch Teile der technischen Regeln für brennbare Flüssigkeiten in Betracht. Maßgebend für den Betrieb der Pipeline sind die Richtlinien für Fernleitungen zum Befördern gefährdender Flüssigkeiten (RFF) /25/ in Verbindung mit der EWG-Richtlinie für Ölferrnleitungen. Bestimmungen über Tankwagen, Abfüllstationen und Kesselwagen finden sich in der Anordnung über die Errichtung und den Betrieb von Anlagen zur Lagerung, Abfüllung und Beförderung brennbarer Flüssigkeiten zu Lande (Verordnung über brennbare Flüssigkeiten - Vbf - /23/).

Die sogenannte Druckgasverordnung /32/ ist für die Lagerung, den Transport und die Umfüllung von Gasen von Bedeutung. Diese Verordnung wurde durch § 68(3) BImSchG geringfügig geändert.

Für Verladevorgänge innerhalb von Raffinerien sind in Ziffer 3.27.11 h der TA-Luft 1974 zusätzliche emissionsvermindernde Maßnahmen vorgeschrieben.

Ein Grossteil von Gesetzen, Verordnungen und Maßnahmen befasst sich mit der Reduzierung von Unfallgefahren, um so auch Umweltbeeinträchtigungen zu vermeiden. Bei diesen Maßnahmen spielt vor allen Dingen die Reinhaltung des Wassers ein Rolle. Damit beschäftigen sich auch die Wassergesetze der Bundesländer und die aufgrund dieser Gesetze erlassenen Verordnungen über das Lagern wassergefährdender Flüssigkeiten (VLwF) /29/. Auf regionaler Ebene sind für Wasserschutzgebiete Verkehrsbeschränkungen für Tankfahrzeuge mit Mineralölen und Mineralölerzeugnissen erlassen.

Die Leckagegefahr bei Gaspipelines ist mit der von Ölpipelines vergleichbar, hat aber für den Umweltschutz andere Konsequenzen. Im Fall von ausströmenden Gasen wird Wasser nicht verunreinigt, dafür können sich die ausströmenden Gase leicht entzünden. Für den Erdgastransport kommen im wesentlichen die Richtlinien des DVGW-Regelwerkes /30/ zur Anwendung.

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass die bisher beschriebenen Gesetze und Regelwerke sich vorwiegend mit der Unfallverhütung befassen und dadurch auch zum Umweltschutz beitragen.

B) Zukünftige Entwicklung

Erfahrungsgemäss werden auch auf diesem Sektor aufgrund der technischen Weiterentwicklung Überarbeitungen erforderlich. Diese neuen Maßnahmen sollen eine Verbesserung des Umweltschutzes bewirken. So befinden sich z.Z. der Referentenentwurf eines Bundesberggesetzes im Beratungsstadium, eine neue Tiefbohrverordnung und eine Gashochdrucksleitungsverordnung /20/ in der Bearbeitung.

Neben diesen Änderungen und Neuauflagen bestehender Gesetze sind für die nächste Zeit auf dem Gebiet der Erdöl/

Erdgasgewinnung, -Transport und -Lagerung keine grundlegend neuen Gesetze und Verordnungen zu erwarten. Es zeigt sich auch hier wieder das Bestreben, das bestehende Gesetzeswerk so zu erweitern, dass es den zukünftigen technischen Entwicklungen gerecht bleibt.

3.3 Derzeit angewandte technische Maßnahmen zur Vermin- derung von Umweltbeeinträchtigungen

Die bei der Förderung von Erdöl und Erdgas freiwerdenden Gase (Kohlenwasserstoffe) werden üblicherweise aufgefangen und dem Erdgasleitungssystem und damit dem Verkauf oder Eigenverbrauch zugeführt bzw. - soweit das nicht möglich ist - abgefackelt.

Beim Transport von Pipelines treten infolge der hohen Dichtheit im Normalbetrieb keine Leckverluste auf. Die stärksten technischen Anstrengungen entfallen auf das Gebiet der Unfallverhütung und Sicherung bei eingetretenen Störfällen. Die Pipelines, Schieberstationen sowie die Pump- bzw. Verdichtungsstationen werden mit Hilfe der neuesten Methoden laufend auf Festigkeit und Dichtheit geprüft. Bei den Pipelines werden vor allen Dingen zerstörungsfreie Prüfverfahren, wie z.B. Röntgenmethoden, angewendet. Über das gesamte Transportsystem sind Messeinrichtungen verteilt, die eingetretene Störfälle sofort melden. Danach ist es möglich, die in Abständen in die Pipeline eingebauten Schieber zu schliessen, um ein weiteres Auslaufen von Öl und Entweichen von Gas zu unterbinden.

Als weitere Maßnahme ist hier die Organisation des Katastrophenschutzes für den sogenannten Ölalarm zu erwähnen. Ist das Öl ausgelaufen, so werden durch Abpumpen des Öls und Abtragen der verölten Erde, u.U. mit Zugabe von Bindemitteln, die Folgen der Emission auf Grundwasser und Erde eingedämmt.

Während die Pipelinerohre im Normalfall dicht sind, können an Flanschverbindungen, Pumpen, Kompressoren, Ventilatoren

und Schiebern älterer Bauart Leckagen auftreten. Um dies einzuschränken, werden immer mehr moderne Pumpen, Kompressoren, Ventile und Schieber verwendet. Mit Überdruck arbeitende Anlagen müssen nach den für sie geltenden einschlägigen Vorschriften mit Sicherheitsventilen ausgestattet sein. Diese Ventile sind genauso wie die vorher erwähnten Anlagenteile, bei denen Leckagen auftreten oder auftreten können, an Sammelleitungen angeschlossen, so dass die emittierten Stoffe entweder weiterverwendet oder vernichtet werden können.

Bei der Lagerung in Tanks entstehen Emissionsprobleme beim Füllen der Tanks und durch die aufgrund der Temperaturunterschiede zwischen Tag und Nacht eintretende sogenannte Atmung der Tanks. Diese Problematik zeigt sich vor allem bei den heute noch verwendeten Festdachtanks. Eine wesentliche Verbesserung der Situation bringen die neuen Festdachtanks mit Schwimmdecke oder Schwimmdachtanks, die seit Anfang der 60er Jahre zur Lagerung leichtflüchtiger Produkte in Raffinerien und Grosslagern fast ausschliesslich eingesetzt werden. Die verbleibenden Verluste betragen nach vorliegenden Untersuchungen nur $1/5$ bis $1/10$ der beim Festdachtank gegebenen Verluste $/6/$.

Als technisch sehr sinnvoll erweist sich bei der Frage der Lagerung die Benutzung von Untertagespeichern und zwar sowohl für Gas als auch für Rohöl und Mineralölprodukte. Bisher werden am häufigsten für Gas Porenspeicher, für Rohöl und Folgeprodukte Salzstock-Kavernen ausgebaut. Diese Methode der Lagerung gilt als die sicherste und umweltfreundlichste. Die Tabellen T14 und T15 enthalten eine Zusammenstellung aller Erdöl- und Erdgasuntertagespeicher, die z.Z. in Betrieb oder geplant sind.

Wie schon ausgeführt, treten erhebliche Emissionsraten von Kohlenwasserstoffen bei der Befüllung von Tankwagen, Kesselwagen und Binnenschiffen auf. Um die Emissionen zu verringern, sind in die Auslaufrohre der Füllsysteme Mengengrenzungsventile eingebaut, die eine vollständige Einführung der Füllrohre in die Tanks gewährleisten und

so ein übermässiges Sprühen verhindern sollen. Weitere Maßnahmen speziell für Verladevorgänge auf Strassen- und Schienenfahrzeuge in Raffinerien werden in der TA-Luft vorgeschrieben: Gaspendelsysteme, Rückführung der Gase in das Raffineriegassystem, Absaugung und Beseitigung durch Absorption oder Verbrennen. Diese Maßnahmen sind heute zwar bekannt, werden jedoch nicht durchweg angewandt.

Tabelle T14 : Untertage-Gasspeicher in der BRD Stand 1972. Nach /2/

Ort	Bau- bzw. Betriebsges.	Speichertyp	Teufe ca.	Speicherformation	max. Speichervolumen	Füllung	Zustand
Heide	Deutsche Texaco AG	Salzstock-Kaverne	660 - 790 m	Rotliegendes (Haselgebirge)	20 000 m ³ *	Butan	in Betrieb
Rönne	Deutsche Texaco AG	Salzstock Kaverne	1300 - 1400 m	Rotliegendes (Haselgebirge)	32 000 m ³ *	hergest. Gas	in Betrieb
Reitbrook	Erdölbetrieb Reitbrook	Aquifer - Porenspeicher	250 - 300 m	Neuengammer Gassand (Oligozän)	50 Mill. m ³	hergest. Gas (Raffineriegas)	in Betrieb
		Öllagerstätte mit Gaskappe	650 - 700 m	Reitbrooker Schichten (Oberkreide)	100 Mill. m ³	Erdgas	in Betrieb
Huntorf	Kavernen, Bau- und Betriebs-GmbH (KBB) und Edeleanu GmbH	Salzstock-Kavernen	650 - 950 m	Zechstein	ca. 800 000 m ³	Erdgas	im Bau
Engelbostel	Ruhrgas AG	Aquifer - Porenspeicher	180 - 250 m	Wealden	200 Mill. m ³	Umstellung von hergest. Gas auf Erdgas	in Betrieb
Stockstadt	Gew. Brigitta und Elwerath Betriebsführungs-ges.mBH (BEB)	Aquifer - Porenspeicher	500 m	Tertiär (Pliozän)	270 Mill. m ³	Erdgas	in Betrieb und im Ausbau
Hähnlein	Ruhrgas AG	Aquifer - Porenspeicher	500 m	Tertiär (Pliozän)	200 Mill. m ³	hergest. Gas (Erdgas geplant)	in Betrieb
Mürsbach	Ruhrgas AG	Aquifer	150 m	Zechstein		Erdgas geplant	in Exploration
Eschenfelden	Ruhrgas AG	Aquifer	600 m	Muschelkalk	180 Mill. m ³	Erdgas	in Betrieb
Wolfersberg	Deutsche Texaco AG	Gaslagerstätte	2900 m	Lithothamnienkalk (Tertiär)	300 Mill. m ³	Erdgas	in Betrieb
Pliening	Deutsche Texaco AG für Stadtwerke München	Aquifer	250 m	Obere Süßwassermolasse (Tertiär)	30 Mill. m ³	Erdgas	in Betrieb

Tabelle T15 : Untertagespeicher für Rohöl und Mineralölprodukte Stand 1972. Nach /2/

Ort	Bau- bzw. Betriebsges.	Speichertyp	Teufe	Anzahl der Einzelspeicher	Speichervolumen	Füllung	Zustand
Heide	Edeleanu GmbH	Salzstock-Kavernen	700 - 1100 m	3	0,6 Mill. m ³	-	im Bau
Wilhelms- haven Rüstin- gen	Nord-West- Kavernen GmbH (NWKG)	Salzstock- Kavernen	1200 - 2000 m	(a) 10	(a) 2 Mill. m ³	(a) Rohöl- Mitteldest.	(a) in Betrieb
				(b) 31	(b) 10,85 Mill. m ³	(b) -	(b) gepl. bzw. im Bau
Etzel	Industriever- waltungsges. mbH (IVG)	Salzstock- Kavernen	850 - 1650 m	33	12 Mill. m ³	Rohöl	im Bau
Blexen	Untertage- Speicher-Ges. mbH (USG) mit Kavernen Bau- und Betriebs- GmbH (KBB)	Salzstock- Kavernen	700 - 1400 m	8	2,4 Mill. m ³	Rohöl	im Bau
Sottorf	Deutsche Texaco AG und Edeleanu GmbH	Salzstock- Kavernen	600 - 1200 m	(a) 3	(a) 0,6 Mill. m ³	(a) leicht. Heizöl	(a) in Betrieb
				(b) 3	(b) 0,6 Mill. m ³	(b) leicht. Heizöl	(b) im Bau
				(c) -	(c) 0,6 Mill. m ³	(c) -	(c) im Bau
Bremen- Lesum	Preussag AG	Salzstock- Kavernen	550 - 950 m	(a) 2	(a) 0,5 Mill. m ³	(a) Rohöl	(a) in Betrieb
				(b) 4	(b) 0,9 Mill. m ³	(b) -	(b) gepl. bzw. im Bau
Hülsen	Wintershall AG	stillgel. Schachtan- lage Wil- helmine- Carlsglück	550 - 600 m Sohle	1	0,6 Mill. m ³	Rohöl	im Bau

3.4 Zukünftige technische Maßnahmen

Bei neuen technischen Verfahren für den beschriebenen Problembereich handelt es sich hauptsächlich um Verbesserungen bestehender technischer Lösungen. Als Beispiel soll hier das Problem der Verpumpung angeführt werden.

Auf dem Gebiet der Pumpen sind die früher üblichen Kolbenpumpen fast durchweg durch Kreiselpumpen und Schraubepumpen mit geringer Leckrate ersetzt worden. Zusätzlich wurden neue Dichtmethoden entwickelt, wie die Gleitringdichtung (Dichtung durch zwei mit hoher Pressung aufeinander gleitenden, metallischen Ringflächen) /26/. Als weitere Mög-

lichkeit zur Emissionsverminderung bei der Verpumpung muss die Spaltröhrepumpe erwähnt werden. Die Spaltröhrepumpe arbeitet ohne Stopfbuchse, da das Antriebsaggregat mit der Pumpe in einer Kapsel zu einer stopfbuchslosen Einheit verbunden ist. Diese beiden konstruktiven Verbesserungen bedingen eine erhebliche Verminderung der Emissionsrate.

Weitere Entwicklungen befassen sich vor allem mit der verstärkten Anwendung der bereits erwähnten Gaspindel-, Ableitungs- oder Absaug- und Gassammelsysteme. Untersuchungen und Messungen, die sicher zu weiteren technischen Verbesserungen führen können, werden über die Wirkungsweise und den Wirkungsgrad der Hoch- und Bodenfackeln durchgeführt (s. hierzu auch Kap. 4).

3.5 Zukünftige Entwicklung der Umweltbelastung

Gegenwärtig ist davon auszugehen, dass die Gewinnung von Erdöl und Erdgas in der Bundesrepublik nicht mehr wesentlich ansteigen wird. Daher werden sich durch technische Verbesserungen der Anlagen die Emissionen aus diesem Bereich aller Voraussicht nach verringern. Obwohl der Durchsatz und die Zahl der Pipelines bis 1985 ansteigt, wird dies bei der Umweltbelastung nicht ins Gewicht fallen, da unter Normalbetriebsbedingungen keine Emissionen vorhanden sind. Für eine Abschätzung des zukünftigen Unfallrisikos fehlt derzeit die Grundlage. Im Bereich der Lagerung kann davon ausgegangen werden, dass trotz Erhöhung der Lagerkapazität die Gesamtemissionen der Tanks voraussichtlich zumindest gleich bleiben werden, möglicherweise aber auch sinken werden. (Grund: Schwimmdachtanks und unterirdische Speicher.) Für das Befüllen von Tank-Lkw und -Waggons ist mit einer Verminderung der Emissionsrate zu rechnen, falls die in der TA-Luft für die Verladung in Raffinerien vorgeschriebenen Maßnahmen auch auf Verladevorgänge ausserhalb der Raffinerien Anwendung finden sollten.

Bei Tankschiffen wird durch die Anwendung der sogenannten Stand-by-Technik die Emissionsrate deutlich gesenkt werden können. Dabei wird nach der Entleerung der Flüssigkeit das zurückbleibende Gas in einen leeren Tank abgepumpt.

Wie stark sich derartige Senkungen der Emissionsrate bei der zu erwartenden Steigerung des Verbrauchs auf die Gesamtemissionen auswirken wird, kann derzeit nicht genau abgeschätzt werden. Eine mit dem Verbrauchszuwachs proportional ansteigende Gesamtemission ist jedoch nicht zu erwarten, wenn die angesprochenen technischen Maßnahmen zur Anwendung kommen.

4. Raffinerien

4.1 Zusammenstellung der durch die Verarbeitung des Rohöls entstehenden umweltbezogenen Probleme

4.1.1 Luft

Von den beiden Hauptgruppen der Mineralölwirtschaft, den Raffinerien und der Petrochemie, werden im folgenden nur die Raffinerien und nur deren Teilproduktspektrum Benzin, Heizöl S und Heizöl EL betrachtet.

Die Raffinerien benötigen Energie für die Verarbeitung des Rohöls und die sich daran anschliessende Weiterverarbeitung der Komponenten in den verschiedenen Prozessanlagen. Dieser Eigenenergiebedarf wird mit Heizölen und den im Betrieb anfallenden Heizgasen gedeckt. Bei der Verbrennung der Heizöle und Heizgase entstehen Schadstoffemissionen im Rauchgas. Zusätzlich entstehen bei den einzelnen Raffinerieprozessen Emissionen von Kohlenwasserstoffen und anderen nicht immer genau definierbaren organischen Verbindungen. Die organischen Gase und Dämpfe gelangen durch undichte Stellen der chemischen Apparate, Rohrleitungen, Ventile und Flansche sowie durch die Fackelsysteme in die Umgebungsluft. Da die meisten dieser Gase und Dämpfe sehr geruchsintensiv sind, führen sie in der Umgebung der Anlagen zeitweise zu Geruchsbelästigungen, deren Art jedoch

nicht in Maßzahlen angegeben werden kann. Zahlenangaben über einzelne Emissionen werden zwar in den Genehmigungsverfahren diskutiert und die Höhe von Emissionen beschränkt, sie können jedoch jeweils nur für einzelne Anlagen gelten. Überdies sind in der Regel die entsprechenden Dokumente nicht veröffentlicht.

Zur Abschätzung der Umgebungsbelastung können nur die Gesamtemissionsraten aller organischen Dämpfe herangezogen werden.

Die aus chemischen Prozessen stammenden Raffinerieabwässer sind z.T. mit flüchtigen Stoffen belastet. Bei offener Abwasserführung können nicht entfernte Reste von Gasen und Dämpfen emittiert werden.

A) Spezifische Emissionen

Die Schwefeloxidemissionen aus Rauchgas und Clausprozess betragen ca. 2400 t SO₂ pro Mio t Jahresrohöldurchsatz (Annahme 1,8 % Schwefel im Brennstoff) /6/. Der Rauchgasgehalt an Kohlenmonoxid und an Stickoxiden liegt in der Größenordnung der Emissionen anderer Grosskessel, also bei etwa 8 bis 10 kg Stickoxide pro t verbrannten Öls und bei etwa 0,3 kg Kohlenmonoxid pro t verbrannten Öls. Diese Angaben sind Schätzwerte, genaue Messwerte konnten nicht ermittelt werden.

Genaue Zahlenangaben der Kohlenwasserstoffemissionen im Bundesgebiet liegen nicht vor. Überdies hängen alle Emissionswerte sehr stark vom Typ, Alter und Produktionsspektrum der einzelnen Anlage ab.

Zur Eingrenzung des Problems soll auf eine Schätzung in Nordrhein-Westfalen hingewiesen werden, aus der jedoch keine allgemeine Beurteilung abgeleitet werden kann. Die Mineralölwirtschaft weist in ihren Statistiken Verarbeitungsverluste zwischen 0,4 und 1,0 % des Rohöldurchsatzes auf. In einem Fall /6/ konnten Verluste von 0,4 % nachgewiesen werden, die sich folgendermaßen aufschlüsselten: direkte Emissionen an organischen Gasen und Dämpfen 0,08 %,

Prozessgase zur Fackel 0,23 %, Heizgase zur Fackel und Abwasseraufbereitung jeweils 0,02 %, 0,05 % sonstige Verluste. Die indirekten Emissionen hängen stark vom Wirkungsgrad der Fackeln ab. Allgemeingültige Aussagen über diese Wirkungsgrade existieren derzeit noch nicht. Als Anhaltspunkt können die Werte angeführt werden, die in der neuen TA-Luft /10/ für die Berechnung der Emission an organischen Gasen und Dämpfen den Ansatz eines Umsetzungsgrades für die Abgasverbrennung in der Bodenfackel von Höchstens 95 %, in der Hochfackel von höchstens 75 % zulässt. Nach /35/ wurden Fackelwirkungsgrade für Bodenfackeln von 99 %, für Hochfackeln bis 98 % gemessen.

Setzt man im o.g. Beispiel einen durchschnittlichen Wirkungsgrad von 95 % an, so ergibt sich einschliesslich der direkten Emissionen ein durchschnittlicher Auswurf von 3 t organischer Gase und Dämpfe pro Tag und Mio t JahresRohöldurchsatz, entsprechend 0,1 % bezogen auf den Rohöldurchsatz. Es sei nochmals darauf hingewiesen, dass es sich bei den hier angegebenen Werten um ein Beispiel handelt, über dessen Allgemeingültigkeit keine Aussage gemacht werden kann.

B) Gesamtemissionen

Der Rohöldurchsatz der Raffinerien betrug 1972 rd. 110 Mio t /2/. Mit den vorher erwähnten spezifischen Emissionen ergeben sich für die Gesamtemissionen der Raffinerien an SO₂ rd. 260 000 t im Jahr 1972.

Entsprechend den in Absch. A) angeführten Unsicherheiten über die Verluste und Wirkungsgrade der Fackeln kann für die Gesamtemission von Kohlenwasserstoffen allenfalls die Grössenordnung abgeschätzt werden. Die Annahme einer jährlichen Gesamtemission von 100 000 bis 200 000 t Kohlenwasserstoffen aus den Raffinerieanlagen der Bundesrepublik scheint realistisch zu sein.

Es sei jedoch nochmals darauf hingewiesen, dass wegen der starken Abhängigkeit der Raffinerieemissionen vom Produkt-

Spektrum einzelner Raffinerien Hochrechnungen der Gesamtemissionen aus Einzelmessungen nur dazu dienen können, eine grobe Vorstellung vom Anteil der Raffinerien an den Umweltbelastungen zu erhalten. Stärker als in den meisten der anderen hier untersuchten Emittentengruppen schwanken die Emissionen von Raffinerie zu Raffinerie.

4.1.2 Wasser

Im Abwassernetz einer Raffinerie sind auch die Prozesswässer enthalten, die in irgendeiner Art und Weise mit dem Mineralöl direkt in Berührung gekommen sind und organische sowie anorganische Stoffe aufgenommen haben /26/. Vor der Einleitung in offene Systeme werden diese Stoffe jedoch weitgehend entfernt (s. 4.3.2).

Als Schätzwerte werden für die Mengen organischer Dämpfe in den einschlägigen Quellen 0,02 bis 0,07 % des Durchsatzes genannt. Neben die Explosionsgefahr der Gase tritt auch hier wieder die Geruchsbelästigung. Zahlenmässig ist diese Umweltbelastung bei den Emissionen im vorhergehenden Abschnitt Luft mit erfasst.

Die direkte Beladung der Raffinerieabwässer konnte nicht in Erfahrung gebracht werden. Um einen Überblick über die Abwassermenge zu geben, soll hier noch der spezifische Wasserbedarf erwähnt werden, der in der letzten Zeit ständig gesunken ist und für moderne Raffinerien nach /21/ bei 0,5 bis 1,0 m³/t Rohöldurchsatz liegt. Auf den Jahresdurchsatz bezogen ergibt dies für den Frischwasserbedarf der Raffinerien 55 bis 110 Mio m³ im Jahr 1972. Berücksichtigt man auch die älteren Anlagen, so ergibt sich nach /33/ ein spezifischer Wasserverbrauch von ca. 4 m³/t Rohöldurchsatz, also der vierfache Wert der o.g. Gesamtwassermenge für moderne Anlagen.

4.1.3 Boden

In der Bundesrepublik gab es im Jahr 1972 ca. 40 Raffinerien, deren Jahreskapazitäten zwischen 0,5 und 10 Mio t

Rohöl liegen. Aufgrund der somit sehr unterschiedlich grossen Anlagen ist es wenig sinnvoll, spezifische Flächenbedarfszahlen anzugeben. Um trotzdem einen Eindruck von der Grösse einer Raffinerie zu vermitteln, wird nach /21/ folgende Zahl angegeben: Der Flächenbedarf einer Raffinerie mit einem Jahresdurchsatz von 5 Mio t liegt zwischen 1,2 und 1,5 km². 1973 betrug die Raffineriekapazität 145 Mio t, das entspricht einem Platzbedarf aller Raffinerien von ungefähr 34,8 bis 43,5 km². Ausser der Belegung des Bodens durch die Anlagen entstehen keine nennenswerten Beeinträchtigungen des Bodens.

Bodenverschmutzungen durch Leckagen wurden in Kap. 3 behandelt.

4.1.4 Abwärme

Nach /23/ wurden zur Deckung des Eigenbedarfs in den deutschen Raffinerien vor allem Heizöl S (4,074 Mio t) und Raffineriegas (3,513 Mio t) sowie Petrolkoks (0,239 Mio t) und Heizöl EL (0,041 Mio t) eingesetzt. Die Heizwerte der eingesetzten HS-Öle betrug nach /35/ zwischen 9600 und 9900 kcal/kg, für die Heizgase zwischen 12000 und 16000 kcal/kg. Dies entspricht gemittelt einer Wärmemenge von etwa $80 \cdot 10^6$ Gcal/Jahr.

Eine Aussage darüber, welcher Teil dieser Abwärmemenge direkt an die Atmosphäre abgegeben und welcher Anteil über Kühleinrichtungen abgeführt wird, kann nicht gemacht werden. Die durch Zwangskühlung abgeführte Wärme wird z.Z. in modernen Raffinerien zu 75 % über Luftkühler und zu 25 % über Wasserkühler abgegeben, so dass die durch die in alten Anlagen ausschliesslich eingesetzte Wasserkühlung hervorgerufene Belastung der Vorfluten stark reduziert werden konnte.

4.1.5 Lärm

Für den in diesem Bericht untersuchten Teil der Raffinerien können als Hauptschallquellen Prozessöfen, Luftküh-

ler, Motoren, Hoch- und Bodenfackeln sowie Turboverdichter angeführt werden. Für die Schalleitungen dieser Anlagen können naturgemäss keine exakten allgemeingültigen Angaben gemacht werden, da ausser den verschiedenen wirksamen aktiven und passiven (oder primären und sekundären) Schallschutzmaßnahmen die speziellen Konstruktions- und Einbaumerkmale sich stark auf die abgegebene Schalleistung auswirken. Nach /37/ kann jedoch für den Schwankungsbereich und die Leistungs- bzw. Durchsatzabhängigkeit folgende empirische Beziehung angegeben werden:

$$L_{PA} = A + 10 \cdot \text{Log} (B/E) .$$

Darin bedeuten:

- L_{PA} - A-bewertete Schalleistungspegel (dBA)
- A - spezifische A-Schalleistungspegel
- B - Leistung bzw. Durchsatz
- E - Einheit, in der B angegeben wird.

Über die Zahlenwerte, die für die verschiedenen Anlagen in die Beziehung eingesetzt werden, gibt Tabelle T 16 Auskunft. Für die Grösse A wird dabei jeweils der Schwankungsbereich angegeben.

Anlagentyp	A (dBA)	B	E
Prozessöfen	80 - 115	unterfeuerte Wärmeleistung	1 Gkal/h
Luftkühler	75 - 95	Förderleistung	1 kW
Motoren luftgekühlt	60 - 85	Nennleistung	1 kW
Hochfackeln	115 - 125	Gasdurchsatz	1 t/h
Bodenfackeln	95 - 105	Gasdurchsatz	1 t/h
Turboverdichter	70 - 95	Antriebsleistung	1 kW

Tabelle T16 : Daten für die Abschätzung der Schalleistung von Raffinerieanlagen (s. Text). Nach /37/.

Es sei nochmals wiederholt, dass die angegebene Beziehung empirisch gefunden wurde und dass die Werte der Grösse A in Einzelfällen mit besonderen Randbedingungen den angegebenen Bereich verlassen können.

4.2 Legislative und regulative Maßnahmen zur Vermeidung oder Verringerung von Umweltbelastungen durch die Raffinerien

A) Derzeitiger Stand

Nach § 4 des Bundesimmissionsschutzgesetzes sind Raffinerien genehmigungsbedürftige Anlagen im Sinne des Bundesimmissionsschutzgesetzes. Daraus folgt die Anwendung der TA-Luft und TA-Lärm (für die prinzipiellen Zusammenhänge sei auf Abschn. 5.2.1 verwiesen).

Die TA-Luft 1974 enthält Emissionsgrenzwerte für eine grosse Zahl von organischen Verbindungen, wie sie auch, oder vor allem, von Raffinerien emittiert werden. Darüberhinaus werden in Ziffer 3.27.11 der TA-Luft besondere Anforderungen an einzelne Anlagen von Raffinerien gestellt. Z.T. sind diese Anforderungen schon in Abschn. 3.2 angesprochen.

Für Abwasserfragen gilt das Gesetz zur Ordnung des Wasserhaushaltes (Wasserhaushaltsgesetz).

Neben den Bundesgesetzen und -Verordnungen gelten für Raffinerien entsprechende Landesgesetze zu den gleichen Problemkreisen (Wassergesetze der Bundesländer, Bauordnungen der Länder und Immissionsschutzgesetze der Länder). Die Polizeigesetze der Länder befassen sich mit der Sicherheit der Raffinerien.

In Abhängigkeit von der Grösse, dem Standort und anderen Parametern werden für bestimmte Raffinerien im Rahmen der behördlichen Genehmigungsverfahren Auflagen und Verfügungen erlassen, die über bestehende Verordnungen hinausgehen können.

Die Qualität der Raffinerieabwässer wird im Wasserrechtsverfahren festgelegt. Die Anforderungen sind nicht für alle Raffinerien einheitlich. Die bisher geforderten Maximalkonzentrationen der verschiedenen Wasserlaststoffe sind in Tabelle T17 zusammengestellt. Der Sauerstoffgehalt insgesamt wird durch eine Kombination von BSB₅ und CSB geregelt.

Laststoff	Bereich mg/l
Öl	3 - 5
Absetzbares	0,2 - 0,5
Phenole	0,1 - 1
Eisen	0,2 - 1
Schwermetalle	max. 3
Sauerstoff (BSB ₅)	20-25

Tabelle T17 : Maximal zulässige Konzentration verschiedener Laststoffe in Raffinerieabwässern. Nach /2/.

B) Voraussichtliche Entwicklung

Der durch das Bundesimmissionsschutzgesetz und die TA-Luft 74 gesteckte Rahmen der gesetzgeberischen Maßnahmen wird auf Bundesebene in den nächsten Jahren nicht wesentlich erweitert werden. Allerdings besteht in diesem Rahmen die Möglichkeit, einzelne Bestimmungen dem fortschreitenden Stand der Technik anzupassen. Darüberhinaus werden weitere Durchführungsverordnungen des Bundesimmissionsschutzgesetzes sich auf die Raffinerien auswirken (Verordnung über Grossemittenten, Begrenzung des Schwefelgehaltes im Heizöl EL und Dieselkraftstoff). Weiterhin ist mit Verwaltungsvorschriften über Emissionsmessungen, Emissionsbegrenzung im Bereich der Petrochemie und zur Überwachung der Schwefelbegrenzung im Heizöl EL zu rechnen. Direkt betroffen ist das Raffineriewesen auch vom geplanten Abwasserabgabengesetz.

Auf Länderebene wird im Laufe des Jahres 1975 ein Raffinerie-Erlass des Landes Nordrhein-Westfalen in Kraft treten, der erstmals für diese Emittentengruppe genaue Vorschriften für die Errichtung und den Betrieb enthalten wird. Hier sind auch erstmals Werte für die belästigende und gesundheitsgefährdende Wirkung von Benzol, Toluol, Merkaptanen, Schwefelwasserstoff, den gesamten organischen Dämpfen und Gasen und von Olefinen und Paraffinen zu erwarten /36/.

4.3 Derzeit angewandte technische Maßnahmen zur Verminderung der Umweltbelastung durch die Raffinerien

Das zur Deckung eines Teils des Raffinerieeigenbedarfs eingesetzte Raffineriegas (Kohlenwasserstoffgemisch mit einem Heizwert zwischen 12000 und 16000 kcal/kg) führt zu insgesamt geringeren Emissionen als Heizöl, wenn die teilweise notwendige Entfernung des Schwefelwasserstoffs gemäss dem derzeitigen Stand der Technik durchgeführt wird. Ein Teil des zur weiteren Eigenbedarfsdeckung eingesetzten schweren Heizöls weist gegenüber den vermarkteten Ölen häufig hohe Schwefelgehalte auf. In den Fällen, in denen von den Genehmigungsbehörden nicht der Schwefelgehalt des Brennstoffs, sondern nur der der Rauchgase begrenzt wird, muss daher das Rauchgas entschwefelt werden (s. dazu Anhang A-1).

Das beim Clausprozess nicht umgesetzte H_2S^* wird in einem nachgeschalteten Prozess zu SO_2 verbrannt und mit den Rauchgasen abgegeben.

Aufgrund der leichten Entflammbarkeit der niedrigsiedenden Kohlenwasserstoffe müssen bereits aus Sicherheitsgründen die für die Prozesse verwendeten Apparaturen eine hohe Dichtigkeit aufweisen /26/. Dieser Vorteil bewirkt naturgemäss schon eine Verminderung der Emissionen.

Die bei den Prozessen entstehenden Abgase werden, soweit sie nicht weiterverarbeitet werden, entweder unter den Öfen oder in Fackeln (s.u.) verbrannt. Oft haben diese Abgase einen geringen Heizwert, so dass darauf geachtet werden muss, dass sie im Verbrennungsraum die zur restlosen Verbrennung erforderlichen Temperaturen erhalten (nicht unter $800^\circ C$).

Alle Anlagen, die unter Druck arbeiten, müssen aufgrund der Vorschriften mit Sicherheitsventilen ausgestattet sein. Um bei Störfällen ein starkes Ansteigen der Emissionen zu vermeiden, sind diese Ventile an Gas-Sammelleitungen angeschlossen. Das hierin gesammelte Gas wird soweit wie

* Die partielle Oxidation von H_2S zu S verläuft nicht vollständig; i.a. wird nur ein Umsetzungsgrad von 93 bis 95 % erzielt.

möglich in das Heizgassystem zurückgeführt; ungleichförmig anfallende Überschussmengen werden an die Fackeln abgegeben und dort verbrannt. Die Fackeln sind so ausgebildet, dass die Gasmengen weitgehend russfrei verbrannt werden. Die Wirkungsgrade von Hochfackeln liegen heute zwischen 70 und 98 %, für Bodenfackeln zwischen 90 und 99 %.

Staubquellen in den Raffinerien sind vor allem die Cat-cracker und die Öfen. Zur Entstaubung der Cat-cracker werden Zyklone eingesetzt; die Feinstäube aus den Öfen werden heute in der Regel noch nicht abgeschieden.

Um die in Wasserrechtsverfahren festgelegten Werte zu erreichen, müssen die Raffinerieabwässer behandelt werden. Zur Vermeidung von unangenehmen Grüchen werden die Abwässer in der Regel im Abwasserstripper unter Verwendung von Dampf entgast. Diese Abwässer, die vorher nur in geschlossenen Systemen geführt wurden, können dann in offene Systeme eingeleitet werden.

Die weitere Aufbereitung des Wassers geschieht i.a im üblichen 3-Stufen-Klärverfahren:

1. mechanische Trennung
2. chemische Behandlung
3. biologische Behandlung.

Die Kosten für die Aufbereitung des Abwassers belaufen sich auf ca. 1 bis 2 DM/m³ Abwasser.

Die starke Lärmentwicklung vor allem der Hochfackeln führten dazu, dass zunehmend Bodenfackeln eingesetzt werden oder dass die Gasentspannung in der Fackel nicht-kritisch durchgeführt wird /37/.

Die Lärmemissionen aus den anderen, in 4.1.5 aufgeführten Anlagen, werden mit den in anderen Industriezweigen üblichen aktiven und passiven Schallschutzmaßnahmen verringert.

4.4 Zukünftige technische Maßnahmen

Aufgrund der verschärften Bedingungen z.B. in der TA-Luft oder in Erlassen, wie dem voraussichtlich 1975 in Kraft tretenden Raffinerieerlass des Landes Nordrhein-Westfalen, müssen neue Technologien angewandt werden, die z.T. aus heute zwar schon bekannten, aber technisch noch nicht hinreichend ausgereiften Verfahren entwickelt werden müssen.

Als Beispiele seien genannt:

- Ein dem Claus-Prozess nachzuschaltendes Verfahren zur Erzielung eines Umsetzungsgrades von mindestens 98 %;
- Verfahren zur Rückstandsentschwefelung und/oder Rauchgasentschwefelung;
- Tank-, Kesselwagen und Schiffsverladung mit Absaugvorrichtung (s. auch 3.5).

Darüberhinaus müssen zur Erfüllung der zukünftigen qualitativen und quantitativen Anforderungen an einzelne Raffinerieerzeugnisse neue Verfahren in den Raffinerien angewandt werden. Diese Maßnahmen sind im Rahmen dieses Berichts bei den Verbrauchergruppen solcher Produkte aufgeführt (Absenkung des Bleigehalts in Kapitel 8, Heizölentschwefelung in Kapitel 5 und 7).

4.5 Zukünftige Entwicklung der Umweltbelastung durch die Raffinerien

Die Prognosen über die weitere Entwicklung der Raffineriekapazitäten gehen durchweg von einer weiteren konstanten prozentualen Steigerung aus. Der durch die Energiekrise des Winters 1973/74 verursachte Verbrauchsrückgang scheint keine Auswirkungen auf die langfristigen Kapazitätserweiterungen zu haben. Wenn man davon ausgeht, dass die spezifischen Schadstoffemissionen der neu zu bauenden Raffinerieanlagen kleiner als die der bestehenden Anlagen sein werden und dass an bestehenden Anlagen Verbesserungen durchgeführt werden, ist damit zu rechnen, dass trotz der

zu erwartenden Kapazitätserweiterung die Gesamtumweltbelastung durch die Raffinerien nur geringfügig ansteigen oder im günstigsten Fall gleichbleiben wird.

An dieser Stelle sei nochmals auf die Problematik hingewiesen, die durch die globale Erfassung der Gesamtemissionen eines Industriezweiges auftritt. Die Lokalisierung von Raffinerien an z.B. verkehrsgünstigen Standorten kann regional zu Umweltbelastungen führen, die in einer globalen Betrachtung nicht berücksichtigt werden können.

5. Stromerzeugung

Dieses Kapitel umfasst die Stromerzeugung in den öffentlichen Kraftwerken, den Zechen-Kraftwerken und den Industrie-Kraftwerken. Es wurde in Kraftwerke mit fossilbeheizten Kesseln und in Kernkraftwerke unterteilt.

5.1 Zusammenstellung der bei der Stromerzeugung entstehenden umweltbezogenen Probleme

5.1.1 Luft

a) Fossilbeheizte Kraftwerke

Die Rauchgase fossilbeheizter Kessel enthalten Schadgase: im wesentlichen Stickoxide (NO_x), Schwefeldioxid (SO_2), Kohlenwasserstoffe (C_mH_n), Kohlenmonoxid (CO), Fluor- und Chlorverbindungen, sowie Flugstaub, der z.T. toxische Schwermetallverbindungen enthält.

A) Spezifische Emissionen

Tabelle T18 enthält die spezifischen Schadstoffemissionen bei der Verbrennung der verschiedenen Brennstoffe (nach /27/).

	SO_2	NO_x	C_mH_n	CO	Staub	Fluor
Steinkohle	26	7	0,1	0,5	3,5	0,2
Braunkohle	23	8,5	0,1	0,1	4,5	-
Heizöl S	23	7	0,2	0,1	1,0	-
Erdgas	-	5	-	-	-	-

Tabelle T18 : Spezifische Schadstoffemissionen in kg Schadstoff je t SKE (Stand 1970). Nach /27/.

Diese Werte sind nur Mittelwerte, die überschritten werden können. Neuere Messungen /38/ weisen darauf hin, dass gerade bei den Staubemissionen ein sehr grosser Schwankungsbereich sowohl von Anlage zu Anlage als auch in Abhängigkeit vom Betriebszustand der Anlagen existiert. Die angegebenen Emissionszahlen beziehen sich nur auf die Rauchgase, so dass z.B. die Kohlestaubemissionen beim Auf- und Abbau von Kohlehalden sowie durch Abwehen der ruhenden Halden darin nicht enthalten sind.

B) Brennstoffverbrauch

Im Jahr 1972 wurden von den fossilbeheizten Kraftwerken der öffentlichen Stromversorgung, den Industriekraftwerken und Zechenkraftwerken folgende, in Tabelle T19 aufgeführten Mengen der verschiedenen Brennstoffe eingesetzt (nach /63/).

Brennstoff	Eingesetzte Menge (Mio t SKE)
Steinkohle, Koks, Briketts	35,1
Braunkohle	25,6
Heizöl S	11,0
Erdgas, Gichtgas, Raffineriegas, Kokereigas	11,0

Tabelle T19 : Brennstoffverbrauch für die Stromerzeugung 1972. Nach /62/.

C) Gesamtemissionen

Aus den spezifischen Emissionen (Tabelle T18) und den Verbrauchszahlen ergeben sich für die Gesamtemissionen im Jahr 1972 durch die Stromerzeugung aus fossilen Brennstoffen die in Tabelle T20 aufgeführten Werte.

Schadstoff	Menge (in Mio t)
SO ₂	1,75
Staub	0,25
NO _x	0,54
C _m H _n	0,01
CO	0,02
Fluor	0,01

Tabelle T20 : Gesamt-Schadstoffemissionen durch die Stromerzeugung mit fossilen Brennstoffen (Stand 1972).

b) Kernkraftwerke

Bei den in Kernreaktoren gebildeten gasförmigen Stoffen und Aerosolen handelt es sich um Spaltedelgase aus dem Brennstoff, aktivierte Gase aus dem Kühlmittel und sonstige Spaltprodukte, die durch Undichtheiten der Brennelemente über das Kühlmittel in die Abluft gelangen.

Tabelle T21 gibt einen Überblick über die Zusammensetzung des in einem Siedewasserreaktor freigesetzten Spaltgasgemisches, Tabelle T22 über die gasförmigen Aktivierungsprodukte des gleichen Reaktortyps.

Isotop	Halbwertszeit	Aktivitätsanteil in ppm
Xe und Kr	1 min	886 894
Kr 89	3,2 min	37 088
Xe 137	3,9 min	39 429
Xe 138	14 min	17 729
Xe 135 m	15,7 min	6 189
Kr 87	78 min	4 080
Kr 83	114 min	1 038
Kr 88	166 min	3 714
Kr 85 m	262 min	1 088
Xe 135	552 min	3 743
Xe 133 m	2,3 d	33
Xe 133	5,27 d	910
Xe 131 m	12,0 d	3
Kr 85	10,6 a	2
Gesamt		1 000 000

Tabelle T21 : Im SWR freigesetztes Spaltedelgasgemisch. Nach /39/.

Isotop	Halbwertszeit	Aktivitätsanteil in ppm
N 16, N 17, O 19	1 min	999 500
O 15	2,1 min	0,02
N 13	10 min	500
Ar 41	1,8 h	0,02
H 3	12,3 a	0,03
		1 000 000

Tabelle T22 : Gasförmige Aktivierungsprodukte am Reaktoraustritt (SWR). Nach /39/.

Diese Werte gelten in Grenzen auch für Druckwasserreaktoren. Die unterschiedliche Kreislaufstruktur der beiden Reaktortypen bedingt jedoch einen Unterschied in den tatsächlich an die Umgebung abgegebenen Anteilen dieser Isotopengemische.

Eine Zusammenstellung der wichtigsten Spaltprodukte, die in der Abluft von LWR-Kraftwerken enthalten sind, ist in Tabelle T23 aufgeführt.

Nuklid	Halbwertszeit
Tritium	12,3 a
Sr 89	51,0 d
Sr 90	28,1 a
Ba 140	13,0 d
Co 58	71,0 d
Co 60	5,3 a
Radiojod	s. Tabelle T24
Cs 137	30,0 a

Tabelle T23 : Luftgetragene Spaltprodukte in der Abluft von LWR-Kernkraftwerken. Nach /56/.

Der Anteil dieser Spaltprodukt-nuklide ist im Verhältnis zu den Spalteredelgasen klein.

A) Spezifische Emissionen

Von den in Tabellen T21, T22 und T23 aufgeführten Radionukliden tragen beim heutigen Stand der Technik vor allem die Edelgase, das Tritium und das Radiojod zur tatsächlichen Umgebungsbelastung bei.

Nach /56/ liegen typische maximale Emissionswerte für LWR-Kernkraftwerke mittlerer Grösse heute grössenordnungsmässig bei ca. 1 Ci/h für Edelgase und ca. 10 mCi/h für Tritium. Von den Edelgasen sind vor allem das Kr-85 wegen seiner langen Halbwertszeit (10,6 a) und das Xe-133 wegen seiner hohen Emissionsrate bei mittlerer Halbwertszeit (5,3 d) wichtig.

Besondere Bedeutung kommt derzeit den Emissionen von Jodisotopen zu. In Tabelle T24 sind für die wichtigsten Jodisotope berechnete Emissionsraten für verschiedene Reaktortypen (nach /64/) zusammengestellt. Diese Raten wür-

den auf die Leistung des Reaktors bezogen, was nicht zu der Vorstellung führen soll, dass die Emissionswerte leistungsproportional zunehmen. Da die Leckagen vom Stand der Technik und nicht von der Grösse der Anlage abhängen, ist davon auszugehen, dass für neue grosse Anlagen bessere Rückhaltmaßnahmen ergriffen werden und dass damit die Emissionswerte geringer als leistungsproportional zunehmen.

Tabelle T24 : Die auf die Leistung bezogenen Emissionsraten in Ci/MW_{th} · a bei verschiedenen Reaktortypen. Nach /64/.

Jodisotop	Halbwertszeit	SWR	DWR	HTR	NaSB
J 129	1,6 · 10 ⁷ a	3,8 · 10 ⁻⁹	1,0 · 10 ⁻⁹	1,7 · 10 ⁻¹¹	2,4 · 10 ⁻¹³
J 131	8,05 d	3,0 · 10 ⁻⁴	7,9 · 10 ⁻⁵	1,2 · 10 ⁻⁶	4,9 · 10 ⁻⁶
J 132	2,30 h	1,3 · 10 ⁻³	1,7 · 10 ⁻⁴	1,0 · 10 ⁻⁶	2,0 · 10 ⁻⁸
J 133	21,00 h	1,7 · 10 ⁻³	3,9 · 10 ⁻⁴	4,9 · 10 ⁻⁶	6,9 · 10 ⁻⁷
J 134	53,00 m	1,6 · 10 ⁻³	1,7 · 10 ⁻⁴	7,0 · 10 ⁻⁷	9,6 · 10 ⁻⁹
J 135	6,70 h	2,0 · 10 ⁻³	3,6 · 10 ⁻⁴	3,4 · 10 ⁻⁶	1,4 · 10 ⁻⁷

Für die beiden wichtigsten Isotope betragen die derzeit berechneten spezifischen Emissionswerte 0,1 µCi/kWh für Krypton 85 und 5 µCi/kWh (Siedewasserkernkraftwerke) bzw. 2 uCi/kWh (Druckwasserkernkraftwerke) für Xenon 133.

B) Gesamtemissionen

Von den derzeit in der Bundesrepublik installierten Kernkraftwerken wurden nach /58/ im Jahr 1972 die in Tabelle T25 zusammengestellten Aktivitätsmengen an die Atmosphäre abgegeben.

Kraftwerk	Leistung/Typ	Abgas-Aktivitätsfreisetzung	
		Ci/a	Prozent der genehmigten Rate
Stade KKS	662/DWR	2445	3,97
Würgassen KKW	670/SWR	610	0,2
Gundremmingen KRB	252/SWR	1104	0,6
Obrigheim KWO	345/DWR	3202	4,0
Lingen KWL	252/SWR	315	0,1
Karlsruhe MZFR	57/DWR	955	31,8
Jülich AVR	15/HTGR	30	84,5

Tabelle T25 : Abgas-Aktivitätsfreisetzung deutscher Kernkraftwerke im Jahr 1972. Nach /58/.

c) Wasserdampf von Nasskühltürmen

Eine andere, als die bisher aufgeführten Formen der Luftbelastung, wird durch die Feuchteemissionen von Nasskühltürmen hervorgerufen, deren Auswirkungen in /43/ näher untersucht werden.

Bei bestimmten Wetterverhältnissen kann die durch die thermodynamischen Vorgänge im Innern der Fahne und die Kaminwirkung des Turmes verursachte Überhöhung der Kühlturm- fahne verringert oder gar verhindert werden:

- Bei sehr grossen Windgeschwindigkeiten (12 m/sec) wird die Fahne vom Kühlturmoberrand zum Boden heruntergerissen und tritt in unmittelbarer Kühlturmnähe als Nebel in Erscheinung. Wegen der hohen Windgeschwindigkeit wird die sichtbare Fahne jedoch rasch aufgelöst, so dass nur die unmittelbare Umgebung des Kühlturmes betroffen ist (Umkreis von einigen 100 m).
- Bei grossen Windgeschwindigkeiten, die nicht ausreichen, ein Herunterreißen bis zum Boden zu verursachen, kann dennoch die Überhöhung stark verringert werden, so dass aufgrund der so verringerten effektiven Quellhöhe die Ausbreitung der emittierten Feuchte sich auf ein kleineres Gebiet als im Normalfall erstreckt.
- Bei Inversionswetterlagen können in ungünstigen Fällen (Windgeschwindigkeit gleich null, Inversionsobergrenzen höher als 300 m, Inversionsdauer über 24 h, hohe Umgebungsluftfeuchten) Flächen von mehreren km² durch die Feuchteemissionen mit Nebel bedeckt werden.

5.1.2 Wasser

Wärme- kraftwerke benötigen Wasser zum Kühlen der Kondensatoren, als wärmeübertragendes Medium im Kessel-Turbinen-Kreislauf und in kleineren Mengen für verschiedene andere Prozesse.

Der grösste Wasserbedarf besteht für die Kühlung.

Bei der Durchflusskühlung (Schemata der einzelnen Kühlverfahren s. Anhang A-3) werden dem Wasser keine zusätz-

lichen Schmutzstoffe zugeladen. Vielmehr wird in den meisten Fällen dieses Kühlwasser sauberer an den Vorfluter zurückgegeben als es entnommen wurde. Die Probleme, die dem Vorfluter aus der Erwärmung durch das Kühlwasser entstehen, werden in Abschn. 5.1.4 behandelt.

Das bei der nassen Rückkühlung verdunstete Wasser hinterlässt im Kreislauf seine Schmutzstoffe, die durch Abschlämmen an die Vorfluter zurückgegeben werden. Auch bei der Reinigung der Vollentsalzungsanlagen für Kesselspeisewasser fallen nur Schmutzstoffe an, die bei der Entnahme des Wassers aus dem Vorfluter in diesem schon enthalten waren. Der gesamte Bedarf an Kühlwasser, Zusatzwasser und Kesselspeisewasser der öffentlichen Stromversorgung sowie eine Entwicklung dieses Bedarfs bis 1985 ist in Tabelle T26 angegeben.

Jahr	Gesamtbedarf (Mio m ³)	Kühlwasser für Durchflugs-kühlung (Mio m ³)	Zusatzwasser für den Rück- kühlkreislauf (Mio m ²)	Kessel- speise- wasser ² (Mio m ²)
1969	14.491	12.300	180	11
1975	14.024	13.650	360	14
1980	14.246	13.650	580	16
1985	14.519	13.650	850	19

Tabelle T26 : Wasserbedarf der öffentlichen Stromversorgungsunternehmen. Nach /33/.

Eine Schadstoffbelastung der Abwässer von Kraftwerken ist nur bei den Kernkraftwerken von Bedeutung, die im Rahmen der Genehmigungsbedingungen bestimmte Mengen schwach radioaktiver Stoffe an die Vorfluter abgeben.

A) Spezifische Emissionen

In Tabelle T27 sind Messergebnisse der relativen Konzentrationen und Radiotoxizität der verschiedenen, in Abwässern von Siedewasser- und Druckwasserreaktor-Kraftwerken enthaltenen Radionuklide zusammengestellt. Bei der Beurteilung dieser Belastung der Flüsse durch Kernkraftwerke ist jedoch darauf hinzuweisen, dass die Emissionen, die heute bei etwa 10 Ci/Jahr Spalt- und Aktivierungsprodukten und einigen 100 Ci/Jahr Tritium liegen, zu einer

Aktivitätsfracht der Flüsse führen, die weit unter der natürlichen radioaktiven Belastung liegt. Dies wird beim Betrachten z.B. der Aktivitätsfracht der Donau unterhalb des Kernkraftwerks Gundremmingen deutlich, wie sie in Tabelle T28 nach Radionukliden und Quellen aufgeteilt ist.

Tabelle T27 : Radionuklide in den Abwässern von Kernkraftwerken. Nach /57/.

Druckwasserreaktor, 98 Proben mit einer mittleren Gesamtkonzentration von $1,4 \times 10^2$ uCi/ml			Siedewasserreaktor, 58 Proben mit einer mittleren Gesamtkonzentration von $3,5 \times 10^3$ uCi/ml		
Radionuklid	mittlere % der Gesamtkonzentration	mittlere % d. Gesamtradio-toxizität	Radionuklid	mittl. % d. Gesamtkonzentration	mittl. % d. Gesamtra-diotoxi-tät
H 3	97,5	19,0	H 3	91,0	0,5
Co 58	1,1	5,6	Sr89	7,6	12,0
Co 60	0,3	4,5	Sr 90	0,5	83,0
J 131	0,03	50,0	J 131	0,3	4,3
Cs 134	0,2	12,0	Sonstige	0,6	0,2
Cs 137	0,3	6,9			
Sonstige	0,6	2,0			

Radionuklid	Herkunft	1967	1968	1969
$^{40}_{\text{K}}$	natürlich	7,7 Ci	9,6 Ci	7,5 Ci
$^{226}_{\text{Ra}}$	natürlich	1,3	1,6	1,3
$^{238}_{\text{U}}$	natürlich	0,4	0,5	0,4
Gesamt-niederschlag	natürlich	3,1	2,7	7,0
$^3_{\text{H}}$ (Tritium)	natürlich + fall-out	4000	3200	4000
$^{90}_{\text{Sr}}$	KRB+)	0,09 Ci	0,02 Ci	0,09 Ci
$^{89}_{\text{Sr}}$		1,3c	0,70	1,60
$^{131}_{\text{I}}$		0,7c	0,50	0,70
$^{140}_{\text{Ba}} + ^{140}_{\text{La}}$		0,40	0,20	0,18
$^{137}_{\text{Cs}}$		0,60	0,70	0,22
$^{58}_{\text{Co}}$		0,30	0,20	0,18
$^{60}_{\text{Co}}$		0,07	0,10	0,09
$^3_{\text{H}}$ (Tritium)		26,0	21,4	17,8
Summe KRB (ohne $^3_{\text{H}}$)		3,4 Ci	2,4 Ci	3,0 Ci

Tabelle T28 : Aktivitätsfracht der Donau unterhalb des Kernkraftwerks Gundremmingen. Nach /57/.

B) Gesamtemissionen

Die Abgabe radioaktiver Stoffe mit dem Abwasser aus den Kernkraftwerken in der Bundesrepublik im Jahr 1972 zeigt Tabelle T29. Die aufgeführten Werte stammen aus Messungen, die im Bundesgesundheitsamt an Proben durchgeführt wurden, die von den Kraftwerksbetreibern im wöchentlichen bzw. monatlichen Abstand dorthin geschickt werden. Sie enthalten also nicht mehr den Einfluss der kurzlebigen Nuklide, die in den Messungen der Betreiber noch berücksichtigt sind /59/.

Kraftwerk	Leistung/Typ	Tritium Ci/a	Gesamt ohne ^3H Ci/a	% der genehmigten Rate ohne ^3H
Stade KKS	662/DWR	96.6	0.32	6,4
Würgassen KKW	670/SWR	3.22	0,19	2,8
Gundremmingen KRB	252/SWR	78.0	2,0	13,7
Obrigheim KWO	345/DWR	243.0	4.56	25,3
Lingen KWL	252/SWR	23,7	0,044	1,0

Tabelle T29 : Aktivitätsabgabe deutscher Kernkraftwerke in das Abwasser im Jahr 1972. Nach /59/.

Ausser den tatsächlich verschmutzten oder kontaminierten Abwässern von Kraftwerken sind noch die potentielle Gefährdung von Oberflächen- und Grundwasser durch die Lagerung grosser Mengen von flüssigen Brennstoffen auf dem Kraftwerksgelände sowie die Änderung der natürlichen Gewässerstruktur bei Wasserkraftwerken zu nennen (Laufwasser-, Speicher- und Pumpspeicherkraftwerke waren nach /40/ 1972 mit zusammen 10,5 % an der Engpassleistung und mit 6,0 % an der Gesamtstromerzeugung der öffentlichen Kraftwerke beteiligt).

5.1.3 Boden

Der Landbedarf der Kraftwerke ist nicht als primäre Umweltbelastung einzuordnen. Das Problem gewinnt jedoch durch notwendige Abstandszonen zu Siedlungsgebieten zunehmend an Bedeutung.

Statistische Übersichten über den Flächenbedarf konnten nicht ausfindig gemacht werden. Nach /60/ wird jedoch ein Richtwert von 0,1 bis 0,3 m²/KW installierter Leistung für Wärmekraftwerke angenommen. Der Flächenbedarf eines Ölkraftwerkes liegt dabei etwas unter dem eines Kohlekraftwerkes und ist etwa genauso gross wie der eines Kernkraftwerkes vergleichbarer Leistung. Beim heutigen Stromverbrauch ergibt sich damit ein pro-Kopf Flächenbedarf für die Stromerzeugung von 0,1 bis 0,3 m²/Einwohner (nach /60/).

Der Flächenbedarf von Speicherkraftwerken liegt wesentlich höher, ist von Fall zu Fall aber stark unterschiedlich. Das Pumpspeicherwerk Waldeck (PREAG) hat z.B. bei einer maximalen Leistung von 140 MW und einer maximalen Seefläche von 12 km² einen spezifischen Flächenbedarf von 85 m²/KW.

Ausser für die Kraftwerke selbst wird für die Leitungen zum Abtransport des erzeugten Stroms Gelände benötigt.

Eine andere Form von Bodenbelastung stellt die Abschattung des eventuell landwirtschaftlich genutzten Bodens durch Kühlturmfahnen dar. Nach /46/ ist durchschnittlich an 55 % aller Tage im Jahr die sichtbare Kühlturmfahne (Kühlturmleistung 1 GW_{th}) länger als 500 m, jedoch nur an 20 % der Tage des Sommerhalbjahres länger als 1000 m und an weniger als 6 % der Sommertage länger als 2000 m. Da aber in den meisten Fällen die Richtung der Fahne schwankt, ist sehr selten mit einer lang andauernden Abschattung von Gelände ausserhalb des Kraftwerks zu rechnen.

5.1.4 Abwärme

Die Erzeugung elektrischer Energie aus Wärme ist naturbedingt mit der Produktion von Überschusswärme verbunden. Da diese Überschusswärme am kalten Ende der Turbine niedertemperaturig und mit geringem Überdruck anfällt, ist sie i.a. nur sehr schlecht für andere industrielle Prozesse verwertbar. Sie muss daher als Abwärme abgeführt werden, sofern sie nicht durch Abgase, Schlacken, Abdampf,

Wärmeleitung und Wärmestrahlung verlorengelassen.

Die Menge der abzuführenden Wärme ist abhängig vom Wirkungsgrad der Kraftwerke. Bei modernen fossilbeheizten Wärmekraftwerken werden heute Wirkungsgrade bis etwa 40 %, bei Kernkraftwerken mit Leichtwasserreaktoren bis 33 % erreicht. Die thermischen Verluste durch Abgase, Schlacken und Isolationsverluste betragen bei fossilbeheizten Kraftwerken etwa 10 %, bei Kernkraftwerken 4 % /57/. Das bedeutet, dass von einem fossilbeheizten Kraftwerk je 100 MW elektrischer Leistung etwa 33 Mcal/s, von einem LWR-Kernkraftwerk gleicher Leistung etwa 43 Mcal/s an Abwärme abgeführt werden müssen.

Als Medien zur Abführung dieser Abwärme kommen praktisch nur Wasser oder Luft in Frage. Man unterscheidet drei Gruppen von Kühlverfahren: die Frischwasserkühlung, die Kühlung mit Nasskühltürmen und die Kühlung mit Trockenkühltürmen.

Das Prinzip der Frischwasserkühlung ist die Kühlung in einem Durchlaufverfahren ohne Phasenwechsel des Kühlmediums. Das Wasser wird dem Fluss entnommen, geht dann durch den Kondensator, wo es erwärmt wird und geht im Anschluss daran mit der Abwärme belastet wieder zurück in den Fluss. Die bei diesem Kühlsystem erforderliche Wassermenge ergibt sich aus der zugelassenen Kühlwassererwärmung und der abzuführenden Überschusswärmemenge. Geht man davon aus, dass eine Wärmemenge von 1 Mcal erforderlich ist, um 1 m³ Wasser um 1° C zu erwärmen, so ergibt sich bei einer Kühlwassererwärmung um 10° C für ein fossilbeheiztes Kraftwerk in Abhängigkeit von Wirkungsgrad und Betriebsweise ein Kühlwasserbedarf von 30 bis 40 m³/s je 1000 MW elektrischer Leistung und für ein Kernkraftwerk mit Druck- oder Siedewasserreaktor ein Kühlwasserbedarf von etwa 40 bis 50 m³/s je 1000 MW_e.

Wegen der hohen Zuwachsraten von grossen Kraftwerken wird dieser Kühlwasserbedarf von den Flüssen in absehbarer Zukunft nicht mehr zur Verfügung gestellt werden können.

Tabelle T30 gibt einen Überblick über die Kühlwasserkapazität der wichtigsten Vorfluter (nach /42/).

Tabelle T30 : Wasserführung einiger westdeutscher Flüsse. Höchstzulässiger Kühlwasserverbrauch bei direkter Durchlaufkühlung und sich daraus ergebende örtliche Höchstleistung von Kraftwerken bei 25°C Flusstemperatur. Nach /42/.

Fluß	Wasserführung m ³ /sec		Höchstzulässiger Kühlwasserverbrauch m ³ /h bei		Höchstleistung von Kraftwerken MWe			
	MQ	MNQ	MQ	MNQ	Konventionell		Nuklear bei	
					MQ	MNQ	MQ	MNQ
Oberrhein	1 200	520	3,1 10 ⁶	1,3 10 ⁶	14 000	6 000	10 000	4 000
Niederrhein	2 200	960	5,7 10 ⁶	2,5 10 ⁶	26 000	11 000	17 000	7 500
Neckar	150	70	3,9 10 ⁵	1,8 10 ⁵	1 800	800	1 200	550
Main	150	70	3,9 10 ⁵	1,8 10 ⁵	1 800	800	1 200	550
Mosel	290	60	7,5 10 ⁵	1,6 10 ⁵	3 500	700	2 500	500
Lippe	48	13	1,3 10 ⁵	3,0 10 ⁴	600	150	400	100
Weser	320	115	8,3 10 ⁵	3,0 10 ⁵	4 000	1 500	2 500	1 000
Elbe	700	270	1,8 10 ⁶	7,0 10 ⁵	8 000	3 000	5 500	2 000

* Die Angaben beziehen sich auf die Elbe oberhalb von Hamburg. Am Unterlauf treten infolge der Gezeiten Wasserführungen von 5000 bis 8000 m³/sec auf.

Bei der Einleitung von erwärmtem Kraftwerkskühlwasser in die Flüsse entstehen Probleme vor allem durch die Verunreinigung dieser Gewässer. Als wichtigstes Kriterium gilt hierbei der Sauerstoffgehalt. Hohe Vorbelastung durch Verunreinigung bei gleichzeitig stärkerer Wärmeinleitung kann gefährliche Auswirkungen auf das Gewässer haben. Der so verursachte schnelle Abbau der organischen Verschmutzungen führt zu einer Verringerung des vorhandenen, an sich heute schon meist relativ niedrigen Sauerstoffgehaltes des Gewässers. Das kann bis zur völligen Sauerstoffleere führen /57/.

Wegen der für die Wassernutzung nötigen Wasserqualität ist daher nur eine begrenzte Aufwärmspanne möglich. Die Anwendung der Frischwasserkühlung ist daher begrenzt, so dass bald der Übergang zu Rückkühlverfahren nötig sein wird.

Das Prinzip der nassen Rückkühlung ist charakterisiert durch die Rückkühlung des im Kondensator erwärmten Wassers im Luftstrom des Kühlturmes unter teilweiser Verdunstung. Da bei dieser Art der Kühlung die Temperatur im Kondensator höher liegt als bei Frischwasserkühlung, ist damit eine Verschlechterung des Wirkungsgrades verbunden. Diese Tatsache wirkt sich umso stärker aus, je niedriger die obere Temperatur des Wärme-Kraft-Prozesses liegt, d.h. sie fällt besonders bei Kraftwerken mit Leichtwasserreaktor ins Gewicht. Noch ausgeprägter ist die Wirkungseinbuße bei der trockenen Rückkühlung, d.h. bei Luftkühlung. Trotz des im Vergleich zur Frischwasserkühlung geringen Wasserbedarfs der nassen Kühltürme, wird auch diese Art der Kühlung nicht für eine beliebig lange Zeit angewendet werden können.

Mit Rücksicht darauf, dass die Wasserführung der deutschen Flüsse häufig sehr weit zurückgeht und dadurch erhebliche Schwierigkeiten für die Wasserwirtschaft, insbesondere die Wasserversorgung entstehen, muss der Wasserverlust durch Kühlturbetrieb in Grenzen gehalten werden. Diese Grenzen werden durch die verschiedenen wasserwirtschaftlichen und ökologischen Funktionen bestimmt, die die einzelnen Flüsse erfüllen. Sofern eine Verminderung der Wasserführung nicht zugestanden werden kann, kommt als Alternative in Betracht, dass sich die Energieversorgungsunternehmen im Rahmen eines Wasserwirtschaftsplans für das betreffende Flussgebiet durch Beiträge zum Bau von Talsperren oder Speicherausbau von Seen einen Anteil am zusätzlichen Niedrigwasserabfluss sichern, der in Nasskühltürmen verbraucht werden kann. Dabei ist allerdings noch ungewiss, ob die vorhandenen Speichermöglichkeiten für eine solche Verwendung ausreichen. Welche durchschnittliche Verdampfungsrate für das Bundesgebiet eintreten wird, hängt davon ab, welche Wasserverluste von Oberflächengewässern vertretbar sind. Gegenwärtig wird davon ausgegangen, dass im Mittel für das Bundesgebiet ein Wasserverlust, bezogen auf NQ von nicht mehr als 3 %,

akzeptiert werden kann /41/. Was die klimatischen Auswirkungen anbetrifft, so dürfte eine Verdampfungsrate von 3 % NQ für das Gesamtgebiet der Bundesrepublik keine merklichen Auswirkungen haben. Tabelle T31 zeigt den Wasserbedarf der verschiedenen Kraftwerkstypen sowie die bei 3 % Verdampfung pro 1000 MW_e nötigen Abflussmengen (nach /57/).

Kraftwerks- typ	Wasserbedarf (m ³ /s 1000 MWe)	benötigte Abflussmenge bei 3 % Verdampfung (m ³ /s 1 000 MWe)
F	0,667	22,25
LWR	0,853	28,45
HTR/SNR	0,682	22,7
HHT	0,638	21,3

Tabelle T31 : Wasserbedarf bei nasser Rückkühlung und benötigte Abflussmenge (Mittelwerte). Nach /57/.

Erklärung der Abkürzungen

- F - fossilbeheiztes Kraftwerk
- LWR - Kernkraftwerk (KKW) mit Leichtwasserreaktor
- HTR - KKW mit Hochtemperaturreaktor und Dampfsekundärkreislauf
- SNR - KKW mit schnellem natriumgekühlten Brutreaktor
- HHT - KKW mit Hochtemperaturreaktor und Heliumturbine

Da für einige Standorte auch dieser Wasserbedarf eines Tages nicht mehr zur Verfügung stehen wird, ist heute schon der Einsatz der trockenen Rückkühlung abzusehen. Ausser den Nachteilen ihrer enormen Grösse und der Kosten können auch diese Luftkühltürme Auswirkungen auf die Umwelt haben, die bis heute noch nicht im einzelnen untersucht sind. In jedem Fall wird jedoch die schon erwähnte Verringerung des Wirkungsgrades des Gesamtkraftwerks dazu führen, dass ein noch grösserer Anteil der eingesetzten Primärenergie als Abwärme verloren geht.

Gesamtabwärme

In Tabelle T32 sind nach /27/ die Stromerzeugungsraten und die dabei erzeugte Abwärmeleistung für den Zeitraum bis 1985 zusammengestellt. Ausserdem sind die Abwärmeleistungen aufgeführt, die die Industrie in die Flüsse einleitet.

		1973	1980	1985
Fossil- Kraftwerke	Strom	267,0 TWh/a	325,0 TWh/a	383,0 TWh/a
	Abwärme	30,5 GW	37,0 GW	44,0 GW
Kernkraft- werk	Strom	15,5 TWh/a	144,0 TWh/a	285,0 TWh/a
	Abwärme	3,5 GW	33,0 GW	65,2 GW
Industrie-Abwärme in Flüsse		10,0 GW	12,0 GW	13,5 GW
Gesamt-Abwärme		44,0 GWab	82,0 GW	122,7 GW

Tabelle T32 : Stromerzeugung und Abwärme in der Bundesrepublik. Nach /27/.

Da auch ein grosser Teil des in den Haushalten verbrauchten Stroms in Wärme (z.B. Warmwasser) umgesetzt wird, ist die Gesamtabwärme insgesamt noch erheblich höher.

5.1.5 Lärm

Lärmquellen auf Kraftwerksgeländen, die zu einer Immission in der Nachbarschaft führen können, sind (nach /44/) Bekohlungsanlagen (1), Öltanklager mit Ölpumpen (2), Erdgas-Reduzierstationen (3), Saugzuggebläse (4), Kühltürme (5), Gasturbinen (6) und schallabstrahlende Öffnungen der Gebäude (7). Tabelle T33 gibt typische Schallpegel der entsprechenden Aggregate der genannten Anlagen an (nach /44/). Die angegebenen Werte beziehen sich auf ungedämpfte Einrichtungen. Die Auswirkungen von Schalldämpfungsmaßnahmen sind in Abschn. 5.3.5 zusammengestellt.

Aggregat/Anlagen Nr.	Anlagen-Typ	Schallpegel (dB (A))
Bagger und Krananlage	1	70 bis 85
Planiertrauen und Schaufel- lader	1	65 bis 100
Bandanlagen	1	90 bis 100
Kohlenzüge	1	100 bis 110
Klappen von Kohlewaggons	1	110
Ölpumpen	2	70 bis 80
Erdgasreduzierarmaturen	3	80 bis 110
Saugzuggebläse	4	70 bis 85
Rauchgaskanalgeräusch am Schornsteinaustritt	4	90 bis 110
Frischluchtgebläse	7	100 bis 110
Sicherheitseinrichtungen des Dampfkreislaufes (nur im Notfall)	7	100 bis 150
Gasturbinen	6	100 bis 150
Naß-Kühltürme	5	70 bis 90

Tabelle T33 : Schallpegel verschiedener Anlagenkomponenten in Kraftwerken. Nach /44/.

5.2 Legislative und regulative Maßnahmen zur Verminderung oder Verringerung von Umweltbelastungen durch Kraftwerke

Fossilbeheizte und Kernkraftwerke sind genehmigungsbedürftige Anlagen im Sinne der Gewerbeordnung bzw. des Bundesimmissionsschutzgesetzes. Neben dem Bundesimmissionsschutzgesetz /9/ mit den zugehörigen Verwaltungsvorschriften kommen bei den Genehmigungsverfahren eine Reihe von Länderregelungen und vielfach besondere, durch den jeweiligen Standort bedingte Auflagen zur Anwendung. Dies gilt insbesondere für Kernkraftwerke.

5.2.1 Legislative Maßnahmen gegen Luftbelastungen

A) Derzeitiger Stand

Die neue Situation, die sich durch das Inkrafttreten des Bundesimmissionsschutzgesetzes und der neuen TA-Luft 74 ergibt, zeigt sich besonders deutlich im Bereich der Kraftwerke. Es soll daher im folgenden, stellvertretend auch für die anderen Kapitel dieses Berichts, die neue Struktur der Bestimmungen aufgezeigt werden.

Nach § 1 des Bundesimmissionsschutzgesetzes ist sein Zweck, "Menschen sowie Tiere, Pflanzen und andere Sachen vor schädlichen Umwelteinwirkungen und, soweit es sich um genehmigungsbedürftige Anlagen handelt, auch vor Gefahren, erheblichen Nachteilen und erheblichen Belästigungen, die auf andere Weise herbeigeführt werden zu schützen und dem Entstehen schädlicher Umwelteinwirkungen vorzubeugen". Gegenüber dem früher gültigen § 16 der Gewerbeordnung stellt dies eine ganz erheblich stärkere Forderung dar. Als Maß für die tolerierbaren Umwelteinwirkungen werden in der 1. Verwaltungsvorschrift zum Bundesimmissionsschutzgesetz (TA-Luft 74) /10/ Immissionswerte definiert. Um ihre Nichtüberschreitung zu gewährleisten, werden teilweise Emissionsgrenzwerte erlassen, sowie der technische Stand definiert, den Anlagen zur Einhaltung von Emissionsbegrenzungen haben müssen.

Während in der TA-Luft 64 /47/ nur einige besonders auf die Einwirkungen auf Pflanzen ausgerichtete Immissionsgrenzwerte zur Verfügung standen, wurde in der TA-Luft 74 entsprechend dem inzwischen erweiterten Kenntnisstand über die Auswirkungen von Schadstoffen auf den menschlichen Organismus sowohl die Anzahl der Stoffe mit entsprechenden Immissionswerten vermehrt, als auch die Größenordnung der Werte selbst den neueren Erkenntnissen angepasst.

Die Immissionswerte der TA-Luft sind (nach /65/) "Standards, die auf der Basis wirkungsbezogener, wissenschaftlich erarbeiteter Kriterien, aber unter Einbeziehung und Abwägung aller übrigen für unsere Industriegesellschaft wichtigen wirtschaftlichen und sozialen Gesichtspunkte, im Rahmen einer politischen Entscheidung festgelegt werden".

Eine der wissenschaftlichen Grundlagen für die Immissionswerte der TA-Luft 74 sind die von der VDI-Kommission Reinhaltung der Luft erarbeiteten "Maximalen Immissions-Werte" /66/.

Insgesamt sind also "Die Erfüllung des Standes der Technik, das Einhalten der Immissionswerte und das entsprechende Verteilen der Emissionen die Maßstäbe des Immissionsschutzes" /65/.

Stand der Technik

Während vor Inkrafttreten des Bundesimmissionsschutzgesetzes der Begriff "Stand der Technik" nur in Verwaltungsvorschriften definiert war, wird er nun in § 3(6) des BImSchG gesetzlich festgelegt, was bedeutet, dass diese Definition für lange Zeit nicht mehr geändert werden wird und dass sie bei Rechtsstreitigkeiten verbindliche Grundlage des Gerichts bei der Urteilsfindung ist /65/.

Weiter präzisiert ist für den Sektor der Luftreinhaltung der Stand der Technik in der TA-Luft 74, wo insbesondere bei den Anforderungen für bestimmte Anlagen auch wieder VDI-Richtlinien angeführt werden.

Welche Bedeutung der Stand der Technik hat, wird auf dem Gebiet der Kraftwerke besonders deutlich bei der Anwendung der Rauchgasentschwefelung für Feuerungsanlagen mit festen und flüssigen Brennstoffen. Nach § 3(6) BImSchG können die in Japan und den USA mit Erfolg im Betrieb erprobten Rauchgas-Entschwefelungsanlagen als Stand der Technik auch für die Bundesrepublik angesehen werden, obwohl derartige Erfahrungen in der BRD in solchem Umfang noch nicht vorliegen.

Stand der Technik bei Altanlagen

Für schon nach dem früheren § 16 GWO genehmigte Anlagen können nachträgliche Anordnungen unter bestimmten Bedingungen erlassen werden (§ 17(1) BImSchG). Sind eine oder mehrere dieser Bedingungen erfüllt, sollen Maßnahmen angestrebt werden, wie sie für neue Anlagen vorgesehen sind.

Emissionsbegrenzungen

Emissionsbegrenzungen quantifizieren den Stand der Technik. Die in der TA-Luft 74 festgelegten Emissionswerte für Feuerungsanlagen sind daher stark von der neuen Begriffsdefinition für den Stand der Technik nach § 3(6) BImSchG geprägt. Die Anforderungen sind im Vergleich zur TA-Luft 64 und auch im Vergleich mit den entsprechenden VDI-Richtlinien schärfer geworden, wie die Tabelle T34 nach /65/ zeigt.

Einhaltung der Immissionswerte

Während die in der TA-Luft 74 zulässigen Immissionswerte für die Kraftwerke grossräumig keine unüberwindbare Hürde darstellen /65/, können sie in Ballungsräumen oder auch an für Kraftwerke günstigen Standorten wegen der dort eventuell bereits bestehenden Vorbelastungen Einschränkungen für den Neubau oder die Erweiterung mit sich bringen. So ist nämlich bei der Genehmigung der Anlagen sicherzustellen, dass in Gebieten, in denen die Langzeitimmissionswerte nicht überschritten werden, auch nach der Inbetriebnahme diese Werte eingehalten werden.

Tabelle T34 : Grenzwerte für Emissionen aus Feuerungsanlagen. Nach /65/.

	TA Luft 1974	VDI	TA Luft 1964
Anlagen für feste Brennstoffe			
1) Staubförmige Emissionen Grosswasserraumkessel	300 mg/m ³	V < 25000 m ³ /h: 300 mg/m ³ gemäss VDI 2300 Entwurf Juli 1974	V > 100000 m ³ /h: 150 mg/h ³ V < 100000 m ³ /h: 750-0,006 V [mg/m ³]
Wasserkessel mit Volumenstrom ≤ 500000 m ³ /h	150 mg/m ³	0 < V < 500000 m ³ /h: 300 mg/m ³	kein CO ₂ - oder O ₂ -Bezug bzw. Staubauswurf in kg/h in % der Aschenmenge der Gesamtanlage
≥ 500000 m ³ /h	100 mg/m ³ *	V > 500000 m ³ /h: 150 mg/m ³ bei Steinkohle	1 t/h - 5,5 % 10 t/h - 3,3 % 100 t/h - 2,0 %
Braunkohle	150 mg/m ³ *	100 mg/m ³ bei Braunkohle, wenn W ≤ 40 % gemäss VDI 2091 Entwurf Juni 1974	
Steinkohle			
2) Grauwert	heller als Nr. 1	keine Angaben	heller als Nr. 2
3) Kohlenmonoxid	250 mg/m ³	keine Angaben	keine Angaben
Anlagen für flüssige Brennstoffe			
1) Staubförmige Emissionen bei einem Volumenstrom z.B. von 50000 m ³ /h ≥ 100000 m ³ /h	100 mg/m ³ 50 mg/m ³	keine Angaben keine Angaben	keine Angaben keine Angaben
2) Schwärzungsgrad nach DIN 51402	2(EL) 3(M, S)	2(EL) 3(M, S) VDI 2297 Juli 1969	2(EL) 3(M, s)
3) Kohlenmonoxid	175 mg/m ³	keine Angaben	keine Angaben
Anlagen für gasförmige Brennstoffe			
Erdgas			
Schwefeldioxid	50 mg/m ³	keine VDI- Richtlinie	keine Angaben
Kohlenmonoxid	100 mg/m ³	vorhanden	keine Angaben
Aldehyde	20 mg/m ³		keine Angaben
Kokereigas			
Schwefeldioxid	100 mg/m ³	keine VDI- Richtlinie	keine Angaben
Kohlenmonoxid	100 mg/m ³	vorhanden	keine Angaben
Aldehyde	20 mg/m ³		keine Angaben

* Bei Anlagen mit V > 500000 m³/h sind 150 mg/m³ bzw. 100 mg/m³ auch bei dem Ausfall eines Filterfeldes einzuhalten.

Die Probleme der Prognose, der aus den Emissionen einer noch nicht gebauten Anlage resultierenden Immissionen sind vielfältig und in der TA-Luft 74 noch nicht durchweg gelöst. So wurde zwar das in der TA-Luft 64 festgelegte, lediglich emissionskorrelierte Verfahren zur Schornstein-

höhenberechnung in der TA-Luft 74 abgelöst durch ein der Praxis gerechter werdendes Berechnungsschema der Schornsteinhöhe mit eingeschlossener individueller Immissionsprognose. Allerdings ist die Genauigkeit der heute verfügbaren Methoden zur Ausbreitungsrechnung noch nicht genau genug, um auf Sicherheitsfaktoren verzichten zu können, die nötig sind, um in Grenzfällen, die durch die verschärfte Immissionswerte zahlreicher als früher auftreten können, eindeutige Entscheidungen zu treffen.

Kernkraftwerke

Das Bundesimmissionsschutzgesetz gilt nicht für die Anlagen, die den Vorschriften des Atomgesetzes vom 23.12.1959 oder einer danach erlassenen Rechtsverordnung unterliegen, soweit es sich um den Schutz vor den Gefahren der Kernenergie und der schädlichen Wirkung ionisierender Strahlen handelt (§ 2(2) BImSchG). Die wichtigsten dieser Vorschriften werden in Kapitel 9 (Kernbrennstoffzyklus) behandelt.

B) Zukünftige Maßnahmen

Das neue Bundesimmissionsschutzgesetz stellt zusammen mit der TA-Luft 74 bereits ein stark an zukünftigen Bedürfnissen des Immissionsschutzes orientiertes Gesetzes- und Regelwerk dar, so dass mit wesentlichen neuen Bestimmungen für die nächsten Jahre nicht zu rechnen ist. Die Möglichkeiten für nachträgliche Anordnungen und weitere Durchführungsbestimmungen sind jedoch im Gesetz ausdrücklich vorgesehen.

So z.B. in § 4 (inzwischen erfolgt: TA-Luft /10/), in §23 (inzwischen erfolgt: 1. BImSchV. /74/), §32, §33, §34, §35, §40, §43 und insbesondere §48.

Für genehmigungsbedürftige Anlagen nach § 7 des Atomgesetzes sind über die bestehenden Strahlenschutzverordnungen hinaus weitere Verordnungen in Arbeit, insbesondere den Strahlenschutz in kerntechnischen Anlagen betreffend.

5.2.2 Legislative und regulative Maßnahmen gegen Wasserbelastungen

A) Derzeitiger Stand

Die Kompetenz für die Gesetzgebung auf dem Gebiet der Wasserreinhaltung liegt derzeit bei den Ländern, soweit nicht übergeordnete Gesichtspunkte im Spiel sind. Diesbezügliche Gesetze und Bestimmungen existieren daher fast ausschliesslich auf Länderebene.

Von den in Abschn. 5.1.2 angesprochenen Wasserproblemen wird z.Z. auf Bundesebene nur die Sauerstoffkonzentration von zur Kühlung benutzten Gewässern geregelt.

Der Wärmelastplan Rhein /48/ enthält die Empfehlung, dass der Sauerstoffgehalt 5 mg/l nicht unterschreiten soll. Dieser Wert wird bei den Genehmigungsverfahren allgemein zugrundegelegt.

Darüberhinaus werden von den Bundesländern im Rahmen ihrer Kompetenzen für Wasserhaushaltsfragen häufig weitere Auflagen erlassen.

Die Gefährdung, die durch die Lagerung, Abfüllung und Beförderung von Heizöl in Kraftwerken besteht, wird durch die Bestimmungen der Verordnung über brennbare Flüssigkeiten (VbF) /43/ geregelt.

Für die Abgabe von Radionukliden mit dem Abwasser kerntechnischer Anlagen wurden Freigrenzen festgelegt, die sicherstellen, dass im Rahmen der für jedes neue Kernkraftwerk notwendigen radioökologischen Analyse unter Beachtung der örtlichen Verhältnisse und der Summierung im gesamten Flusssystem die Unterschreitung der maximal zulässigen Konzentration von radioaktiven Stoffen im Fluss jederzeit sichergestellt ist /57/. Über die Höhe dieser maximal zulässigen Konzentrationen wird in /61/ ausführlich diskutiert.

B) Voraussichtliche Entwicklung

Im Rahmen der 4. Novelle zum Wasserhaushaltsgesetz, dessen Behandlung im Bundestag für Dezember 1974 und dessen Ab-

schlussbehandlung für April 1975 vorgesehen sind, sind u.a. zwei Verordnungen bzw. Verwaltungsvorschriften (nach /34/ in Arbeit, die für den Kraftwerksbereich von Bedeutung sind:

- Verordnung über das Lagern und Abfüllen wassergefährdender Stoffe (Abschlussbehandlung für Frühjahr 1976 vorgesehen);
- Verwaltungsvorschriften über Gewässerstandards und Anforderungen an das Einleiten von Abwasser (Abschlussbehandlung für Frühjahr 1976 vorgesehen).

Für Kernkraftwerke sind zusammen mit neuen Vorschriften, die die Sicherheit der Anlagen betreffen, eine Reihe von Maßnahmen im Stadium der Beratung und Diskussion, die auch die Wasserbelastung durch Kernkraftwerke betreffen. Zeitpläne für einzelne Vorhaben existieren noch nicht.

5.2.3 Legislative Maßnahmen gegen die Bodenbelastung

Der Stellenwert, der durch Kraftwerke verursachten Bodenprobleme ist gegenüber anderen Problemen so gering, dass bisher keine speziellen legislativen Maßnahmen existieren. Mit neuen Gesetzen und Regelungen ist nicht zu rechnen.

Einzelne Länder haben im Rahmen von Standortkriterien Abstandszonen für Besiedelung u.a. im Umkreis von Kraftwerken festgelegt.

5.2.4 Legislative Maßnahmen gegen die Auswirkungen der Abwärme von Kraftwerken

Für den Rhein hat die "Arbeitsgemeinschaft der Länder zur Reinhaltung des Rheins" Richtlinien für die Wärmeleitung in den Rhein erlassen, die für die künftige Errichtung von Grosskraftwerken am Rhein maßgeblich sind:

- Die Flusstemperatur t_{\max} darf unterhalb des Kraftwerks nach vollständiger Durchmischung mit dem Kühlwasser 28° C nicht überschreiten.
- Die maximale Temperatursteigerung t_{\max} des Flusswassers darf nach vollständiger Durchmischung nicht grösser als 3° C sein.

- Der Sauerstoffgehalt des Flusses darf durch die Wärme-einleitung nicht unter 5 mg/l sinken.

Diese Richtwerte gelten für den Rhein /48/. Für andere Flüsse ist die Situation ähnlich. Wärmelastpläne für andere Flüsse sind in Arbeit und z.T. veröffentlicht.

Aus diesen Richtwerten leiten die Genehmigungsbehörden die Auflagen ab, die heute in der Regel für neue Kraftwerke an den meisten Flüssen schon den vollen Kühlturbetrieb oder zumindest die technischen Einrichtungen für kombinierten Frischwasser-Kühlturbetrieb vorschreiben.

5.2.5 Legislative Maßnahmen gegen die Lärmemissionen von Kraftwerken

Kraftwerke sind genehmigungspflichtige Anlagen gemäss § 4 BImSchG (bzw. früher § 16 Gewerbeordnung). Demgemäss gelten für sie die Bestimmungen der TA-Lärm bzw. folgende VDI-Richtlinien:

- 2058/1 "Beurteilung von Arbeitslärm in der Nachbarschaft";
- 2713 "Lärmminderung bei Wärmekraftanlagen" /45/.

5.3 Derzeit angewandte technische Maßnahmen zur Verminderung der Umweltbelastungen durch Kraftwerke

5.3.1 Luft

A) Feststoffemissionen

Von den technischen Problemen bei der Verminderung von Emissionen aus Grosskesselanlagen in die Atmosphäre kann allein die Rauchgasentstaubung als weitgehend gelöst angesehen werden.

Zur Abscheidung der feinen Stäube aus mit festen Brennstoffen beheizten grossen Dampfkesseln können technisch, betrieblich und wirtschaftlich befriedigend z.Z. nur Elektrofilter verwendet werden /50/. Probleme auf diesem Gebiet bestehen vor allem in der Abhängigkeit der Filterwirkungsgrade von den Eigenschaften der Brennstoffe und ihrer Aschen sowie vom Grad der Homogenität der Verbrennung in

den immer grösser werdenden Verbrennungsräumen. Das Erreichen eines 100-prozentigen Filterwirkungsgrades wird verhindert durch die wegen der Anordnung der Hochspannungselektroden unvermeidbaren Beipässe, durch die Gasmengen ungefiltert strömen können und durch die Abstaubung von den letzten Niederschlagsplatten des Elektrofilters bei deren Reinigung /50/.

Die Verminderung der Staubemissionen beim Auf- und Abbau von Staubkohlehalden kann durch eine sinnvolle Geometrie, z.B. ringwallförmige Halde /51/, durch Verringerung der Abwurfhöhe der Kohle aus den Greifern und, bei festen Bandbrücken, durch Einsatz von Teleskopschürren erreicht werden.

Das Abwehen von Staub aus ruhenden Halden kann durch Besprühen der Haldenoberflächen mit Chemikalien, die zu einer Verfestigung der Oberfläche führen, stark verringert werden. Die Kosten für diese Sprühbehandlung betragen nach /51/ je nach Chemikaliertyp und Haldengrösse zwischen 0,20 und 0,60 DM/m² (Stand 1972).

Der Feststoffauswurf bei flüssigen Brennstoffen ist von Brennstoffeigenschaften und vom Verbrennungsprozess abhängig. Einflussreiche Brennstoffeigenschaften sind der Metallgehalt sowie die chemische Konstitution der Kohlenwasserstoffverbindungen /52/. Bei der derzeitigen Marktsituation können diese beiden Eigenschaften nur in sehr begrenztem Maß durch Wahl von Rohöl anderer Provenienz verändert werden. Die prozessbedingte Feststoffbildung wird in ihrer Menge weitgehend durch die Brennstoffaufbereitung, die Gemischaufbereitung und die Verweil- oder Reaktionszeiten bestimmt /52/. Zur Verminderung dieser Emissionen können ausser der Filterung der Rauchgase also auch Primärmaßnahmen durch Optimierung des Verbrennungsablaufs getroffen werden. Die Bildung von Flugkoks wird verhindert durch die Regulierung der Zerstäubercharakteristik der Brenner (Veränderung von Heizöldruck und Viskosität, Sprühwinkel und Kegelform der Zerstäubungsdüse, Druck und Geschwindigkeit der Primär- und Sekundärluft). Die

Russentstehung kann weitgehend verringert werden, wenn vermieden wird, dass die Flammen gegen Kühlflächen schlagen und wenn der CO-Gehalt niedrig gehalten wird, d.h. durch die gleichen Maßnahmen, die zur Verringerung der Koksbildung benötigt werden.

Wegen des im Vergleich zu Kohlekesseeln sehr geringen Staubanteils wurden Elektrofilter in Ölfeuerungen bisher selten eingebaut. Die Bestimmungen der neuen TA-Luft bezüglich gefährdender Stäube machen dies jedoch in Zukunft erforderlich.

B) Schwefeldioxid

Die Emission von SO_2 kann prinzipiell auf drei Arten verringert werden:

- Entschwefelung der Brennstoffe;
- Entschwefelung der Rauchgase;
- Benutzung schwefelfreier oder schwefelarmer Brennstoffe (z.B. Erdgas).

Da die dritte Möglichkeit nur in den Grenzen der Verfügbarkeit dieser Brennstoffe möglich ist, kommt die grösste Bedeutung den beiden Entschwefelungsmöglichkeiten zu. Die Diskussion um die Anwendungsreife der Verfahren zur Entschwefelung von Rauchgasen und Brennstoffen ist in der Bundesrepublik noch nicht beendet. Da darüberhinaus die Entschwefelungsproblematik unterschiedlich stark auch für andere Emittentengruppen dieses Berichts von Bedeutung ist, wurden die entsprechenden Aussagen, wie sie sich derzeit aus der Literatur ergeben, im Anhang A-1 zusammengefasst.

C) Stickoxide

Verfahren zur Verminderung von NO_x -Emissionen sind in der Bundesrepublik noch nicht in Betrieb. Allein die Steuerung des Luftüberschusses bei der Verbrennung wird in gewissem Umfang praktiziert.

Weitere Verfahren sind die Rezirkulierung der Rauchgase und die Zwei-Stufen-Verbrennung. Ihr grosstechnischer Einsatz ist in Zukunft wohl möglich, jedoch liegen im

Moment keine verlässlichen Kostenabschätzungen vor.

D) Kohlenwasserstoffe

Da die Kohlenwasserstoffemissionen aus Grosskesseln gering sind, war die Notwendigkeit für Abscheidemaßnahmen bisher nicht vorhanden. In Zukunft kann eine solche Abscheidung jedoch vorgeschrieben werden.

E) Spalteredelgase

Aufgrund der unterschiedlichen Bauweise von SWR und DWR unterscheiden sich auch die Maßnahmen zur Verringerung von radioaktiven Abgasen. Im wesentlichen sind jedoch die Einzelkomponenten der verschieden zusammengesetzten Reinigungssysteme in beiden Fällen die gleichen, nämlich Maßnahmen, die zum Abklingen der Radionuklide im Gasgemisch und solche, die zum Trennen der Aktivitätsträger von den übrigen Gemischbestandteilen führen. Die Verzögerung bis zum Abklingen erfolgt durch meist mehrstufige Adsorptionsanlagen; zum Trennen der Gemischbestandteile werden Fein- und Feinstfilter eingesetzt. Für die danach noch übrigbleibenden langlebigen Isotope Kr 85 und Xe 133 können drei Verfahren in Betracht gezogen werden, die zwar technisch heute schon verfügbar sind, aber bisher in der Regel in Kraftwerken nicht eingesetzt wurden. Ihre Anwendung wird jedoch schon sehr bald in den Wiederaufbereitungsanlagen nötig sein. Einzelheiten über die Verfahren werden in Kapitel 9 bzw. im Anhang A-2 behandelt.

F) Radiojod

Die Maßnahmen zur Abtrennung des in der Abluft von KKW enthaltenen Radiojods, das gasförmig oder an Aerosole gebunden auftritt, werden in Kapitel 9 bzw. in Anhang A-2 behandelt.

5.3.2 Technische Maßnahmen gegen Wasserbelastung

A) Sauerstoffgehalt

Bei der direkten Durchlaufkühlung wird die Anreicherung von Kühlwasser mit Sauerstoff zur Aufrechterhaltung des

mikrobiologischen Gleichgewichts durch Vermischen mit Luft erreicht. Die verschiedenen Verfahren - Wasserablauf über kaskadenförmige Hindernisse oder Durchpumpen von Luft durch das Wasser - sind technisch nicht aufwendig, daher ist die finanzielle Belastung relativ gering. Schon die Wirksamkeit einfacher Kaskaden ist gut /54/.

B) Salzanreicherung durch Verdunstungsverluste

Bei Ablaufkühltürmen (s. 5.3.4) ist durch den nur einmaligen Durchlauf des erwärmten Kühlwassers durch den Kühlturm die Konzentrationserhöhung relativ gering (2 %). Maßnahmen gegen diese Aufsatzung sind daher nicht nötig.

Bei der nassen Rückkühlung muss dem Kreislauf das durch die Verdunstung und Versprühung verlorengegangene Wasser ersetzt werden. Falls man für den Zusatz nicht vollentsalztes Wasser verwendet, enthält das Zusatzwasser gelöste Stoffe, die sich durch die Verdunstung im Kreislauf anreichern (Sprühverluste ergeben keine Konzentrationserhöhung). Diese Eindickung, die nur bis zu einer gewissen Grenze getrieben werden darf, muss durch "Absalzen" kontrolliert werden, wozu zusätzlich zur Verdunstungsmenge eine bestimmte Absatzmenge an Zusatzwasser nötig ist, die stark salzhaltig als Abwasser den Prozess verlässt.

Eine Vollentsalzung des Zusatzwassers würde zwar das Abschlammern vermeiden, das Abwasserproblem jedoch nicht lösen, ganz abgesehen von den enormen Kosten. Nach /42/ würde die Vollentsalzung der für ein 1000 MW_e-Kraftwerk benötigten 2500 t/h Zusatzwasser bei einem Salzgehalt von 7 val/t (typischer Wert für den Oberrhein) für Chemikalien und Anlagenunterhaltung etwa 6 Mio Mark pro Jahr kosten. Darüberhinaus würden bei der Regenerierung der Ionenaustauscher etwa 2 Mio m³ Abwasser mit einem Salzgehalt von 4000 bis 5000 t pro Jahr anfallen.

Zweckmäßiger ist es, nur die Salze aus dem Zusatzwasser zu entfernen, die in erhöhter Konzentration den Kühlbetrieb am meisten stören; also vor allem die Karbonathärte.

Dafür sind z.Z. drei Verfahren möglich: Kalk-Schnell-entkarbonisierung, H-Austausch und Impfen mit Säure.

C) Radioaktive Abwässer

Das aufgefangene Leckwasser, die Abwässer aus Laboratorien, Probeentnahmen, Dekontaminationsvorgängen, Wäscherei und Waschräumen wird in sinnvoller Unterteilung gesammelt und in der Regel aufbereitet, bevor es abgegeben wird. Die zur Aufbereitung angewandten Verfahren werden in Kapitel 9 näher behandelt.

Die bei der Abwasseraufbereitung anfallenden Konzentrate, Schlämme und andere höheraktive wasserhaltige Substanzen werden an saugfähigen Materialien wie Zement, Gips, Kieselerde usw. gebunden und somit in eine lagerfähige Form gebracht (s. Kap. 9).

5.3.3 Boden

Die technischen Maßnahmen, die bei der Endlagerung der radioaktiven Abfälle von Kernkraftwerken ergriffen werden müssen, sind in Kapitel 9 aufgeführt.

Der Flächenbedarf der Kraftwerke wird schon aus Kostengründen so gering wie möglich gehalten. Besondere zusätzliche Maßnahmen werden nicht ergriffen.

5.3.4 Abwärme

Das Problem der Abwärme aus Kraftwerken kann durch neue Technologien nicht gelöst werden. Der maximal mögliche Wirkungsgrad kann grundsätzlich nicht überschritten werden. Allein durch die Methode, wie die Abwärme an die Atmosphäre abgegeben wird, kann der Einfluss auf die Umwelt gesteuert werden.

Da die für die nahe Zukunft bereitstehenden Kühlmethoden schon heute weitgehend bekannt sind, werden sie hier mitbehandelt.

Folgende Kühlverfahren stehen derzeit zur Verfügung:

1. Durchlaufkühlung
 - 1.1 Direkte Durchlaufkühlung
 - 1.2 Durchlaufkühlung mit nachgeschaltetem Nasskühlturm (Ablaufkühlung)
2. Umlaufkühlung
 - 2.1 Umlauf mit Nasskühlturm
 - 2.2 Umlauf mit Trockenkühlturm
 - 2.2.1 Direktes Verfahren
 - 2.2.2 Indirektes Verfahren
 - 2.2.2.1 Oberflächenkondensator
 - 2.2.2.2 Mischkondensator

Schaltschemata dieser verschiedenen Kühlverfahren sind im Anhang A-3 angegeben.

Die in den Kühlverfahren 1.2 und 2.1 eingesetzten Nasskühltürme können sowohl als Naturzugkühltürme als auch als Ventilatorkühltürme ausgebildet sein. Der Grösse von Ventilatorkühltürmen ist jedoch aus technischen Gründen eine Grenze nach oben gesetzt, so dass sie vor allem bei den kleineren Kesselanlagen der Industrie und bei Spitzenlastkraftwerken eingesetzt werden. Der mit Ventilatorkühltürmen erreichbare niedrigere Kondensatordruck ergibt zwar einen höheren thermischen Wirkungsgrad, der aber wieder durch die für den Ventilatorantrieb benötigte Leistung (bis über 2,5 % der Kraftwerksleistung) verschlechtert wird. Darüberhinaus liegt die technische Grenze für Kühlventilatoren derzeit bei maximal 26 m Durchmesser, was eine Grössenbeschränkung bedeutet, so dass für grosse Kraftwerke mehrere Türme auf grösserer Fläche gebaut werden müssen.

Nasse Naturzugkühltürme werden z.Z. für Blockeinheiten bis 800 MW und mehr gebaut.

Die Zusatzwassermengen für die nassen Kühltürme (s. 5.3.2) sind jedoch verhältnismässig gross, so dass regional schon bald der Übergang zu Trockenkühlverfahren notwendig wird.

Bei der direkten Kondensation durch Luftkühlung (2.2.1) wird der Turbinendampf direkt den Kühlelementen zugelei-

tet, wo er unter Abgabe seiner Wärme an die Luft kondensiert. Die grösste bisher installierte Anlage dieser Art steht in Utrillas/Spanien zur Kühlung eines Kraftwerks mit 156 MW; in Deutschland wird beim VW-Werk ein Kraftwerk mit 2 x 40 MW mit dieser Methode gekühlt.

Bei der indirekten Luftkühlung (2.2.2) wird der Dampf in einem der Turbine unmittelbar nachgeschalteten Kondensator niedergeschlagen, wobei zwei Möglichkeiten bestehen: entweder man verwendet einen Oberflächenkondensator (2.2.2.1) und leitet das erwärmte Kühlwasser dann durch einen Luftkühler, oder man verwendet das Einspritz- oder Mischkondensator-Verfahren (2.2.2.2), bei dem der Dampf durch in den Kondensator eingespritztes Wasser niedergeschlagen wird. Ein Teil des Kühlwasser-Kondensat-Gemisches wird dem Speisewasser-Kreislauf zugeleitet, den Rest leitet man zum Kühler (Heller-Forgo-System). Kraftwerke mit indirekter Luftkühlung sind in Tabelle T35 aufgeführt.

Anlage	Leistung (MWe)
Ibbenbüren (Preussag)	150
Gyöngyös/Ungarn	2 x 100
" "	2 x 220
Rugeley-/Großbrit.	120
Razdan-UDSSR	5 x 220
Grootvlei/Südafrika	200

Tabelle T35 : Kraftwerke mit indirektem Luftkühlverfahren.

Über die Kosten bzw. Mehrkosten der Anlagen und Stromerzeugung geben die Tabellen T36, T37 und T38 Auskunft.

Tabelle T36 : Änderung der Auslegungswerte und der Investitionskosten von Wärmekraftwerken bei Änderung des Kühlsystems gegenüber Frischwasserkühlung. Nach /24/.

Brennstoff	Leistung	Prozeß	Kühlverfahren	Kond.-	Wärme-	Mehrinvest.	Zusatz-	Zusatz-	Kühlver-	Kond.-	Wärmemehr-	Mehrin-
				druck	mehrverbr.	kosten	Wasserbed.	Wasserk.	fahren	druck	verbrauch	vest.-K
	MW			at	kcal/kWh	DM/kW	kg/kWh	Pf/kWh		at	kcal/kWh	DM/kW
Steinkohle	300	DT	RV-NZ	0,07	100	14,--	2,32	0,116	RT-I	0,1	150	35,--
	600	DT	RV-NZ	0,07	100	12,60	2,26	0,113	RT-I	0,1	150	33,--
Heizöl	300	DT	RV-NZ	0,07	100	12,--	2,24	0,112	RT-I	0,1	150	33,--
	600	DT	RV-NZ	0,07	90	10,--	2,16	0,108	RT-I	0,1	140	30,--
Erdgas	300	DT	RV-NZ	0,07	90	10,--	2,16	0,108	RT-I	0,1	140	30,--
	600	DT	RV-NZ	0,07	90	8,40	2,08	0,104	RT-I	0,1	140	29,--
Braunkohle	300	DT	RV-NZ	0,07	100	15,--	2,36	0,118	RT-I	0,1	160	36,--
	600	DT	RV-NZ	0,07	100	13,--	2,28	0,114	RT-I	0,1	140	33,--
Kernenergie LWR	1200	SDT	RV-NZ	0,08	120	40,--	3,38	0,169	RT-I	0,12	230	70,--

- * Incl. Eigenbedarf
- ** Zusätzlich Wasserpreis incl. Aufbereitung DM 0,50/m³
- *** 1,2 kg/Mcal Abwärme - Verdunstungsverlust
0,4 kg/Mcal Abwärme - Sprühverlust
0,4 kg/Mcal Abwärme - Abschlämmung

Erklärung der Abkürzungen: s. Tabelle T38.

Tabelle T37 : Prozentuale Stromerzeugungsmehrkosten verschiedener Wärmekraftwerke bei trockener Rückkühlung gegenüber Frischwasserkühlung. Nach /55/.

Brennstoff	Leistung	Prozeß	Kondensation	Prozentuale Stromerzeugungsmehrkosten bei einer Volllastausnutzung von					
				3000 h/a	4000 h/a	5000 h/a	6000 h/a	7000 h/a	8000 h/a
Steinkohle	150	DT	D	7,8	8,0	8,3	8,5	8,7	8,8
	300	DT	I	5,7	5,8	5,9	6,0	6,1	6,2
	600	DT	I	6,1	6,2	6,3	6,3	6,4	6,5
	410	DT+GT	T	5,1	5,2	5,3	5,4	5,5	5,6
Heizöl	150	DT	D	7,8	7,9	8,0	8,2	8,3	8,4
	300	DT	I	6,0	6,0	6,1	6,2	6,3	6,3
	600	DT	I	6,2	6,2	6,2	6,3	6,3	6,3
	350	DT+GT	I	4,9	5,1	5,2	5,3	5,4	5,5
Erdgas	150	DT	D	7,7	7,8	7,9	8,1	8,2	8,3
	300	DT	I	5,6	5,7	5,7	5,8	5,9	5,9
	600	DT	I	6,2	6,2	6,3	6,3	6,3	6,4
	420	DT+GT	I	5,2	5,3	5,3	5,4	5,5	5,6
Braunkohle	300	DT	I	5,5	5,6	5,7	5,8	5,9	5,9
	600	DT	I	5,7	5,7	5,7	5,8	5,8	5,8
Kernenergie LWR	1200	SDT	I	12,0	11,9	11,8	11,7	11,6	11,5

Erklärung der Abkürzungen s. Tabelle T38.

Tabelle T38 : Prozentuale Stromerzeugungsmehrkosten verschiedener Wärmekraftwerke bei Verdunstungsrückkühlung gegenüber Frischwasserkühlung. Nach /55/.

Brennstoff	Leistung MW	Prozeß	Zug- zeugung	Prozentuale Stromerzeugungsmehrkosten bei einer Vollastausnutzung von					
				3000 h/a	4000 h/a	5000 h/a	6000 h/a	7000 h/a	8000 h/a
<u>Steinkohle</u>	150	DT	VZ	5,5	5,8	6,2	6,5	6,7	6,8
	300	DT	NZ	4,5	4,9	5,3	5,6	5,8	6,0
	600	DT	NZ	4,8	5,2	5,6	5,8	6,0	6,2
	410	DT+GT	NZ	4,0	4,4	4,7	5,0	5,3	5,5
<u>Heizöl</u>	150	DT	VZ	6,0	6,5	6,9	7,3	7,6	7,9
	300	DT	NZ	4,8	5,3	5,8	6,2	6,5	6,8
	600	DT	NZ	4,9	5,4	5,9	6,2	6,5	6,8
	350	DT+GT	NZ	3,8	4,2	4,6	5,0	5,3	5,5
<u>Erdgas</u>	150	DT	VZ	6,0	6,5	6,9	7,4	7,7	8,0
	300	DT	NZ	4,5	5,0	5,5	5,9	6,3	6,6
	600	DT	NZ	4,7	5,3	5,8	6,2	6,6	6,9
	420	DT+GT	NZ	4,2	4,7	5,2	5,6	5,9	6,0
<u>Braunkohle</u>	300	DT	NZ	4,7	5,4	5,9	6,4	6,9	7,3
	600	DT	NZ	5,0	5,7	6,3	6,8	7,3	7,6
<u>Kernenergie</u>	1200	SDT	NZ	9,7	10,7	11,5	12,5	13,3	14,0
<u>LWR</u>									

Erklärung der Abkürzungen:

DT	- Dampfturbine	RV	- Verdunstungsrückkühlung
GT	- Gasturbine	RT	- Trockene Rückkühlung
SDT	- Sattdampfturbine	VZ	- Ventilatorzug
DT+GT	- Gas-Dampf-Anlage	NZ	- Naturzug
LWR	- Leichtwasserreaktor	D	- direkt
		I	- indirekt

5.3.5 Technische Maßnahmen gegen Kraftwerkslärm

Gegen die in Abschn. 5.1.5 aufgeführten Lärmemissionen sind derzeit folgende aktiven (d.h. die Lärmerzeugung) und passiven (d.h. den Lärmaustritt) dämpfenden Maßnahmen in Gebrauch (nach /44/).

1. Bekohlungsanlagen:

- Schalldämmende Kapselung von Motoren und Getrieben der Krananlagen.
- Wasservorlagen zur Verminderung des Auspuffgeräusches bei Baggern, Planierdrauen und Schaufelladern mit Ver-

brennungsmotoren. Dadurch ist eine Senkung der Auspuffgeräusche auf unter 75 dB(A) möglich.

- Tunnelung oder unterirdische Verlegung von Bandanlagen ; Lärmreduzierung auf 60 bis 70 dB(A).
 - Entladung von Kohlezügen in Schallschutztunneln, Verbesserung der Klappen : Lärminderung auf 60 bis 65 dB(A) ausserhalb des Tunnels.
2. Tanklager und Pumpen:
- Kapselung der Pumpen und gleichzeitige schwingungselastische Anbringung der Rohrleitungen : Lärminderung auf 55 bis 60 dB(A).
3. Erdgas-Reduzierstationen:
- Errichtung von Schallschutzgebäuden.
 - Unterirdische Verlegung der Leitungen oder Rohrleitungsschalldämpfer.
 - Reduzierung der Strömungsgeschwindigkeit.
4. Saugzuggebläse:
- Gegen direkte Lärmentwicklung des Antriebsmotors, Kapselung : Lärminderung auf unter 60 dB(A).
 - Gegen Lärmabgabe über den Schornstein : Schalldämpfer auf der Druckseite des Gebläses, jedoch Probleme durch Verschmutzung.
5. Kühltürme:
- Schalldämpfer an den Luftansaugöffnungen.
 - Lärmschutzwälle.
6. Gebäudeöffnungen:
- Druckseitige Schalldämpfung der Frischluftansaugöffnungen : Lärminderung auf 70 bis 80 dB(A).
 - Aufteilung der Abblaseleitung von Sicherheitsventilen auf Teilmengen von 500 bis 700 t/h und damit auf mehrere Schalldämpfer.
7. Gasturbinenanlagen:
- Schalldämpfer für Ansaugstrom : Minderung auf 40 dB(A).
 - Schalldämpfer für Abgasseite und hoher Schornstein : Minderung auf 60 bis 65 dB(A).

Kosten der Lärminderung:

Die normale Kraftwerkskonstruktion sieht eine beträchtliche Schallminderung schon im Grundkonzept vor. Zusammen mit dem technischen Aufwand der Dämpfer belaufen sich die Kosten für Schallminderungsmaßnahmen bei neu errichteten Kraftwerken auf 2 bis 3 % der Gesamtinvestitionskosten. Für Standorte besonders in dicht besiedelten Wohngebieten können jedoch die Schallschutzmaßnahmen erheblich teurer sein /44/.

5.4 Zukünftige technische Maßnahmen

Zur Verminderung der Umweltbelastung durch die Stromerzeugung werden eine Reihe von Maßnahmen zum Einsatz kommen, die heute schon bekannt sind. In den meisten Fällen sind diese Verfahren schon in den einzelnen Abschnitten des Kapitels 5.3 aufgeführt worden. (z.B. Brennstoff- und Rauchgasentschwefelung, Nass- und Trockenkühltürme).

Die Maßnahmen, die zur Kryptonrückhaltung in Kernkraftwerken zu erwarten sind, werden in Kapitel 9 angesprochen.

5.5 Zukünftige Entwicklung der Umweltbelastung durch die Stromerzeugung

Die zukünftige Entwicklung der Umweltbelastung im Elektrizitätssektor ist gekennzeichnet durch folgende Faktoren:

- Verschiebung des eingesetzten Primärenergiespektrums von den fossilen Brennstoffen zur Kernenergie.
- Weiterhin starke Zuwachsraten im Bedarf elektrischen Stroms.
- Zunehmender Einsatz der schwefelarmen rheinischen Braunkohle zur Stromerzeugung.
- Einsatz entschwefelter Brennstoffe.
- Entschwefelung der Rauchgase.
- Starke Zunahme des Gaseinsatzes.

Unter der Annahme, dass alle Punkte realisiert werden, ist mit einem Rückgang der Schadstoffbelastung zu rechnen /27/.

Der Anfall radioaktiven Abfalls wird entsprechend dem Kernenergieeinsatz zunehmen. Die damit verbundenen Probleme sind in Kapitel 9 dargestellt. Die Zunahme der abzuführenden Abwärme wird den Übergang von der Frischwasserkühlung auf Nass- und später auf Trockenkühltürme erzwingen. Über die Auswirkungen von grossen Trockenkühltürmen auf regionalklimatische Verhältnisse ist noch wenig bekannt /27/.

6. Umweltbelastungen durch den Verbrauch fester, flüssiger und gasförmiger Brennstoffe in der Industrie

6.1 Zusammenstellung der durch den Industrieverbrauch von Brennstoffen entstehenden umweltbezogenen Problemen

6.1.1 Luft

Bei der Verbrennung von festen und flüssigen Brennstoffen enthält das entstehende Rauchgas schädliche Gase und Feststoffe. Günstiger ist die Situation bei der Benutzung von Gas als Primärenergie, da das Abgas praktisch staubfrei ist.

A) Spezifische Emissionen

Nach /27/ können für Industriefeuerungen die in Tabelle T39 aufgeführten spezifischen Emissionen als gesichert gelten. Es handelt sich dabei um Mittelwerte. Die Schwankungen von Anlage zu Anlage können erheblich sein /68/.

	SO ₂	Staub	NO _x	C _m H _n	CO
Steinkohle	26	6,7	6,5	0,4	5,0
Steinkohlenkoks	19	3	6,5	0,3	5,0
Braunkohle	23	10	7	0,1	5,0
Heizöl S	23	1,5	5	0,8	0,2
Heizöl EL	8	1,5	5	0,8	0,2
Erdgas	-	-	5	-	-

Tabelle T39 : Spezifische Emissionen von Industriefeuerungen in kg Schadstoff je t SKE. Nach /27/.

B) Verbrauchszahlen

In Industrieanlagen wurden nach /2/ im Jahr 1972 die in Tabelle T40 aufgeführten Mengen von Brennstoffen eingesetzt.

Brennstoff	Einzelverbrauchsgruppen		Gesamtverbrauch (Mio t)
	Industriegruppe	Menge (Mio t)	
Steinkohle	Eisenschaffende I.	1,382	9,242
	übrige I.	7,860	
Steinkohlenkoks	Eisenschaffende I.	17,850	19,792
	übrige I.	1,942	
Rohbraunkohle	gesamte Industrie	4,818	4,818
Braunkohlebrikett	gesamte Industrie	0,50	0,5
Heizöl S	gesamte Industrie	16,90	16,90
Heizöl EL	gesamte Industrie	7,05	7,05
Erdgas ₃ (Mio m ³)	Eisenschaffende I.	7,234	28,659
	chemische I.	8,739	
	übrige Industrie	12,686	

Tabelle T40 : Brennstoffverbrauch der Industrie im Jahr 1972.
Nach /2/.

C) Gesamtemissionen

Tabelle T39 enthält spezifische Emissionen nur für Feuerungsanlagen. Die in der eisenschaffenden Industrie und in der Kalk- und Zementindustrie eingesetzten Brennstoffe führen jedoch zu deutlich niedrigeren Emissionen zumindest für SO₂, da ein grosser Teil des Schwefels eingebunden wird. Auf eine Berechnung der Gesamtemissionen wurde für den Bereich dieser Industrie daher verzichtet. Es können jedoch folgende Werte für die Gesamtemissionen herangezogen werden (nach /27/):

SO₂ - 1,10 Mio t
 Staub - 0,15 Mio t
 NO_x - 0,40 Mio t
 C_mH_n - 0,04 Mio t
 CO - 0,08 Mio t .

6.1.2 Wasser

Eine Belastung des Wassers durch die Feuerungsanlagen tritt primär nur unbedeutend auf. Die Belastung von Gewässern mit Abwärme und den daraus sich ergebenden Problemen ist in der Art ähnlich wie bei den Kraftwerken (s. dazu also 5.1.2).

6.1.3 Boden

Der Landbedarf der Industriefeuerungen ist klein gegenüber den restlichen Industrieanlagen.

Der Anfall von Asche und Schlacke stellt kein Problem dar.

6.1.4 Abwärme

Nach /27/ wurden im Jahr 1973 von der Industrie etwa 10,0 GW Abwärmeleistung an die Flüsse abgegeben. Das sind etwa 29 % der von den Kraftwerken an die Flüsse abgegebenen Abwärmeleistung.

6.1.5 Lärm

Eine besondere Belastung der Umwelt speziell durch die Feuerungsanlagen der Industrie konnte nicht ermittelt werden. Die übrige Lärmentwicklung der Industrie wird hier nicht untersucht.

6.2 Legislative und regulative Maßnahmen zur Verminderung der Umweltbelastungen durch den Einsatz fossiler Brennstoffe in der Industrie

A) Derzeitige Situation

Den Rahmen der legislativen und regulativen Maßnahmen stellt das Bundesimmissionsschutzgesetz dar, das auch einen Teil der früheren Gewerbeordnung ersetzt. Für Industrieanlagen, die nach § 4 BImSchG einer Genehmigung für die Errichtung und den Betrieb bedürfen (früher § 16 Gewerbeordnung) gelten die schon an anderer Stelle erwähnten Verwaltungsvorschriften wie TA-Luft und TA-Lärm. Für Industriefeuerungs-

anlagen, die dieser Genehmigung nicht bedürfen, gilt die 1. Verordnung zur Durchführung des BImSchG (1. BImSchV)/74/. Da es sich bei nicht genehmigungsbedürftigen Anlagen zum überwiegenden Teil um Haushalte und Kleinverbraucher handelt, werden die Bestimmungen der 1. BImSchV in Kapitel 7 behandelt.

Die für genehmigungsbedürftige Anlagen gültige TA-Luft enthält ausser den für alle Anlagen gültigen Bestimmungen besondere Anforderungen zur Begrenzung der Emissionen aus bestimmten Anlagearten. Von den in diesem Bericht behandelten Anlagen sind insbesondere angesprochen:

- Feuerungsanlagen für feste Brennstoffe (§ 3.1.1);
- Feuerungsanlagen für flüssige Brennstoffe (§ 3.1.2);
- Feuerungsanlagen für gasförmige Brennstoffe (§ 3.1.3);
- Anlagen zur Herstellung von Zementen (§ 3.3.4) (vor allem Staubemissionen);
- Anlagen zur Gewinnung von Roheisen (§ 3.4.1) (vor allem Staub);
- Claus-Anlagen (§ 3.17d.31);
- Mineralölraffinerien (§ 3.27.1);
- Kokereien (§ 3.29.1).

Für diese und die nicht aufgeführten Anlagenarten werden die zur Erfüllung der Auflagen notwendigen Technologien und Mittel durch Angabe von VDI-Richtlinien festgeschrieben, die daher, wie schon mehrfach erwähnt, eine wichtige Basis der Vorschriften darstellen.

B) Voraussichtliche Entwicklung

Der jetzt vorhandene Rahmen der o.a. Gesetze wird aller Voraussicht nach bis 1985 nicht wesentlich erweitert werden. Einzelne spezielle Verordnungen werden erweitert oder neu erlassen werden. So sind Durchführungsverordnungen und allgemeine Verwaltungsvorschriften zum Bundesimmissionsschutzgesetz geplant, die sich direkt mit dem Brennstoffverbrauch in der Industrie, vornehmlich auf dem Gebiet der genehmigungspflichtigen Anlagen und der Schwe-

felbegrenzung in Brennstoffen, befassen /68/. Weiterhin kann damit gerechnet werden, dass das Mess- und Überwachungswesen für atmosphärische Schadstoffe verstärkt ausgebaut wird.

6.3 Derzeit angewandte technische Maßnahmen zur Verminderung von Umweltbelastungen durch Industriefeuerungen

Die in Kapitel 6.2 aufgeführten Einzelmaßnahmen der TA-Luft für bestimmte Anlagearten sehen z.T. den Einsatz ganz konkret definierter technischer Maßnahmen zur Emissionsverminderung vor. Diese technischen Maßnahmen sind grösstenteils erprobt und in VDI-Richtlinien beschrieben. Da die im Bereich der Industrie im Zusammenhang mit dem Verbrauch von Energie interessanten Anlagen sehr zahlreich sind, sei für Einzelmaßnahmen auf die entsprechenden Bestimmungen (Teil 3) der TA-Luft und die dort angeführten VDI-Richtlinien und DIN-Normen verwiesen /10/.

Von besonderer Bedeutung ist auch hier wieder die Entschwefelungsproblematik. In diesem Zusammenhang sei auf Anhang A-1 verwiesen.

6.4 Zukünftige technische Maßnahmen

Die zur Reduzierung der Schwefelemissionen nötigen Maßnahmen wurden schon in anderen Kapiteln mehrfach angesprochen (s. auch Anhang A-1).

Eine Möglichkeit, zusammen mit einem Gewinn an Wirtschaftlichkeit auch eine Reduzierung der Umweltbelastung zu erreichen, wird sich in absehbarer Zukunft durch den Einsatz von Hochtemperaturreaktoren bieten. So kann z.B. in der chemischen Industrie sowohl der Elektrizitätsbedarf als auch der Bedarf an hochtemperaturiger Prozesswärme durch einen Hochtemperaturreaktor gedeckt werden, was durch einen Leichtwasserreaktor wegen seiner niedrigen Maximaltemperatur nicht möglich wäre. Wenn auch der direkte Vergleich von radioaktiven Emissionen und den Emissionen der beiden eingesetzten fossilen Anlagen nicht unproblematisch ist,

so kann dennoch erwartet werden, dass der Einsatz von Hochtemperaturreaktoren in der chemischen Grossindustrie eine Reduzierung der Umweltbelastung bringen wird.

Eine übersichtliche Diskussion dieses Vergleichs wird in /67/ gegeben.

6.5 Abschätzung der zukünftigen Emissionen

Ausgehend vom Energieprogramm der Bundesregierung und anderen Quellen (/2/, /27/, /53/, /67/, /69/) lässt sich feststellen, dass der Industrieverbrauch von Braunkohle bis 1985 auf null, der von Steinkohle auf ein Viertel des heutigen Verbrauchs zurückgehen wird. Der bis 1985 auf das 1,5-fache des heutigen Bedarfs ansteigende Energiebedarf wird zukünftig stärker durch Heizöl EL und Erdgas gedeckt werden (jeweils Faktor 3 gegenüber 1972).

Treffen diese Voraussagen zu und werden die angesprochenen Maßnahmen verwirklicht, so ist damit zu rechnen, dass sich für die meisten Schadstoffe eine Emissionsverringering ergeben wird.

7. Verbrauch von festen und flüssigen Brennstoffen durch Haushalte und Kleinverbraucher

7.1 Zusammenstellung der durch den Verbrauch der Brennstoffe entstehenden umweltbezogenen Probleme

7.1.1 Luft

Die Art der Luftbelastungen durch Haushalte und Kleinverbraucher ist die gleiche wie bei den anderen Verbrauchergruppen, die in Feuerstellen fossile Brennstoffe einsetzen. Die grosse Zahl der Haushaltsfeuerungen mit niedrigen Quellhöhen führt dazu, dass diese Kleinverbraucher überproportional an der Luftbelastung insbesondere in den Städten beteiligt sind.

A) Spezifische Emissionen

In Tabelle T41 sind mittlere spezifische Emissionen für Haushalte und Kleinverbraucher aufgeführt (nach /27/). Noch stärker als bei den anderen Verbrauchergruppen streuen jedoch die tatsächlichen Emissionswerte um diese gemittelten Werte (/70/, /71/, /72/, /78/).

Brennstoff	SO ₂	Staub	NO _x	C _m H _n	CO
Steinkohle	20	24	1,5	5	50
Steinkohlenkoks	19	12	1,5	5	50
Braunkohle	12	14	2	3	50
Heizöl EL	8	0,2	1,5	0,2	1,0
Erdgas	-	-	1,5	-	-

Tabelle T41 : Spezifische Schadstoffemissionen aus Haushaltsfeuerungen in kg Schadstoff je t SKE. Nach /27/.

Eine andere Form der Darstellung spezifischer Emissionen wird in /73/ gegeben. Dort werden dem Haushaltsverbrauch nicht nur die tatsächlich beim Energieverbrauch entstehenden Emissionen, sondern auch die anteiligen Emissionen bei der Energiegewinnung und -umwandlung angerechnet. Folge davon ist, dass z.B. die Heizung mit Elektrospeicheröfen in der effektiven Schadstoffemission verglichen werden kann mit anderen Heizungsarten, wobei allerdings unbeachtet bleiben muss, dass die Emissionen von Großemittenten (z.B. Kraftwerken) in der Regel zu erheblich niedrigeren Immissionen führen als die Emissionen aus den niedrigen Quellen der Haushaltsfeuerungen.

Unter Einbeziehung der unterschiedlichen Nutzungsgrade verschiedener Heizungsarten und des unterschiedlich grossen Energieeinsatzes wird in /73/ zusammenfassend festgestellt, dass die Gasheizung die deutlich niedrigsten Emissionen aufweist, dass jedoch auch die elektrische Speicherheizung (durch die Emissionsfreiheit der Heizanlage selbst und den hohen Anlagennutzungsgrad) vor allem in Ballungsgebieten die Umweltbelastung vermindern kann.

B) Brennstoffverbrauch

In Tabelle T42 sind die Brennstoffverbrauchszahlen für 1972 zusammengestellt (nach /2/). Die Deputatenmengen wurden mit aufgeführt, da anzunehmen ist, dass sie überwiegend in Haushalten eingesetzt werden. Die von militärischen Dienststellen verfeuerten Brennstoffe haben wahrscheinlich ähnliche Emissionen zur Folge wie die der Haushalte und Kleinverbraucher. Sie wurden daher ebenfalls hier aufgeführt.

Brennstoff	Verbrauchergruppe		Gesamtmenge in 10 ⁶ t
	Typ	Menge in 10 ⁶ t	
Steinkohle + Steinkohle- briketts	Deputate	0,96	6,16
	Haushalte und KV	3,70	
	Militär	1,5	
Steinkohlenkoks	Deputate	0,80	3,48
	Haushalte und KV	2,34	
	Militär	0,34	
Braunkohle- briketts	Deputate	0,19	6,28
	Haushalte und KV	6,07	
	Militär	0,02	
Gas (Mill. m ³ _n)	Haushalte und KV	11320	11320
Heizöl EL	Haushalte und KV	40,64	41,27
	Militär	0,63	

Tabelle T42 : Brennstoffverbrauch durch Haushalte und Kleinverbraucher 1972. Nach /2/.

C) Gesamtemissionen

Unter den gemachten Einschränkungen der grossen Schwankungen von Verbraucher zu Verbraucher lassen sich aus den Tabellen T41 und T42 die in Tabelle T43 aufgeführten Gesamtemissionen berechnen.

Dabei wurden die verschiedenen Heizwerte berücksichtigt.

Haushalte und Kleinverbrauch	SO ₂	Staub	NO _x	C _m H _n	CO
	in 10 ³ t	in 10 ³ t			
Steinkohle	0,123	0,148	0,009	0,030	0,308
Steinkohlenkoks	0,066	0,042	0,005	0,017	0,174
Braunkohle	0,052	0,061	0,009	0,013	0,217
Heizöl	0,482	0,012	0,090	0,012	0,060
Erdgas	-	-	0,019	-	-
Gesamt	0,723	0,263	0,132	0,072	0,759

Tabelle T43 : Gesamt-Schadstoffemissionen durch Haushalte und Kleinverbraucher im Jahr 1972.

7.1.2 Wasser

Eine Wasserbelastung durch den Brennstoffverbrauch bei Haushalten und Kleinverbrauchern ist nicht festzustellen.

Die bei der unsachgemässen Lagerung von Heizöl oder bei Tankleckagen auftretenden Wasserbelastungen können nur sehr schwer in Zahlen erfasst werden, da die Dunkelziffer solcher Ölverluste sehr hoch ist.

7.1.3 Boden

Da die Feuerstellen der Haushalte und Kleinverbraucher fast immer in die Gebäude integriert sind, kann ein Platzbedarf nicht gesondert festgestellt werden.

Die anfallende Asche wird zusammen mit dem Hausmüll entfernt und stellt mengenmässig gegenüber den gesamten Müllmengen kein Problem dar /75/. Für die Bodenbelastung durch austretendes Öl gilt das in 7.1.2 Gesagte entsprechend.

7.1.4 Abwärme

Das Spektrum verschiedener Feuerstellen in der Gruppe Haushalte und Kleinverbraucher ist sehr breit. Die Gesamtnutzungsgrade der Hausfeuerstellen setzen sich zusammen aus einer Reihe von Einzelnutzungsgraden (feuerungstechnische Nutzung, Wärmeaustauschnutzung, Verteilungsnutzung, Raumregelungsnutzung und Kesselregelungsnutzung). Diese Gesamtnutzungsgrade liegen für verschiedene Feuerungsarten

zwischen 0,62 (Optimalwert für Ölsammelheizungen) und 0,41 (Durchschnittswert für Kokssammelheizungen) /73/. Ausser der tatsächlich zur Raumheizung genutzten Wärme, die letztlich auch an die Atmosphäre abgegeben wird, wird also ein nicht unbeträchtlicher Teil der eingesetzten Energie ungenutzt an die Atmosphäre abgegeben. Eine Folge dieser Wärmeabgabe ist die über Städten um einige Grade erhöhte Lufttemperatur gegenüber Gebieten ausserhalb der Städte.

7.2 Legislative und regulative Maßnahmen zur Verminderung der Umweltbelastungen durch Haushalte und Kleinverbraucher

A) Derzeitige Situation

Aufgrund des § 23 des am 1.4.1974 in Kraft getretenen Bundesimmissionsschutzgesetzes /9/ wurde mit Wirkung vom 1.10.1974 eine 1. Durchführungsverordnung erlassen /74/. Nach § 1 dieser Verordnung (1. BImSchV) gilt sie für die Errichtung, die Beschaffenheit und den Betrieb von Feuerungsanlagen, die für den Einsatz fester und flüssiger Brennstoffe bestimmt sind. Sie gilt nicht für Feuerungsanlagen, die einer Genehmigung nach § 4 des Bundesimmissionsschutzgesetzes bedürfen. Somit sind praktisch alle Hausbrandfeuerungsanlagen betroffen. Mit Inkrafttreten dieser Verordnung traten eine Reihe von einschlägigen Landesvorschriften ausser Kraft, die im einzelnen in § 12 der Verordnung aufgeführt sind.

Die wichtigsten Maßnahmen der Verordnung über Feuerungsanlagen sind folgende:

- Der Gehalt der Auchgase an Staub, Ölderivaten und Kohlendioxid werden für verschiedene Brennerarten begrenzt. Zur Definition werden DIN-Vorschriften bzw. Mess- und Bewertungsverfahren angegeben.
- Für Feuerungsanlagen für feste Brennstoffe werden raucharme Brennstoffe aufgezählt, deren Einsatz vorgeschrieben wird (abgesehen von den relativ selten verwendeten Universal-Dauerbrennern).

- Vorschriften zur Überwachung der Anordnungen der Verordnung.

B) Voraussichtliche Entwicklung

Das Bundesimmissionsschutzgesetz /9/ stellt zusammen mit der 1. Durchführungsverordnung /74/ bereits einen sehr breiten Rahmen legislativer und regulativer Maßnahmen zur Reduzierung der Umwelteinflüsse von Hausbrandanlagen dar. Eine wesentliche Erweiterung dieses Rahmens ist für die nächsten Jahre nicht zu erwarten. Allerdings bleibt nach § 7 der Durchführungsverordnung die Befugnis zuständiger Behörden aufgrund des Bundesimmissionsschutzgesetzes, andere oder weitergehende Anordnungen zu treffen, unberührt.

7.3 Derzeit angewandte technische Maßnahmen zur Emissionsverminderung in Haushalten

Da in einzelnen Bundesländern auch schon vor Inkrafttreten der 1. Durchführungsverordnung zum Bundesimmissionsschutzgesetz /74/ entsprechende Verordnungen auf Länderebene existierten, wurden Methoden entwickelt, die Schadstoffemissionen von Haushaltsfeuerungen zu verbessern. Besondere Anstrengungen wurden dazu in Nordrhein-Westfalen unternommen, wo durch die 3. Durchführungsverordnung des Landes-Immissionsschutzgesetzes /77/ schon fast der Stand der Verordnungen erreicht war, der heute bundesweit durchgesetzt ist. Die technischen Maßnahmen, die heute für Ölfeuerungen ergriffen werden können, sind nach /75/ zu unterteilen in Prozessoptimierungsverfahren und in apparative Verbesserungen. So wurde festgestellt (/75/, /76/), dass die Emission von Russ und Geruchstoffen durch einen Brennerbetrieb bei einem CO₂-Gehalt des Rauchgases zwischen 10 und 13 % minimiert werden kann. Die damit verbundene Wirkungsgraderhöhung führt zu einer zusätzlichen Verbesserung der Emissionsverhältnisse.

Ausserdem bestehen zwischen den Brenner- und Kesselfabrikaten Unterschiede hinsichtlich der Russemission bzw. des

Wirkungsgrades. Apparative Verbesserungen an schlechten Anlagenfabrikaten ermöglichen eine weitere Emissionsverminderung.

Für Neuanlagen werden diese Verbesserungen z.Z. durch § 4 der 1. BImSchV /74/ erzwungen, in der ein CO₂-Gehalt von mindestens 10 % vorgeschrieben wird.

Für die zunehmend geringer werdende Zahl der Feststoffbrenner ist der Einsatz raucharmer Brennstoffe, wie er in § 5 der 1. BImSchV /74/ vorgeschrieben ist, die im Augenblick einzige Möglichkeit der Emissionsverminderung.

7.4 Zukünftige technische Maßnahmen

Eine wesentliche Verbesserung der Brenner über den heute schon bekannten technischen Stand hinaus oder der Einbau von Filtern ist nicht zu erwarten. Jedoch ist anzunehmen, dass durch erweiterte Überwachungsmaßnahmen die Brenneroptimierung auch bundesweit zu einer Verbesserung der Emissionssituation beitragen wird.

Die Reduzierung des Schwefelgehaltes im Heizöl um 0,2 %, von heute 0,5 % auf 0,3 %, ist bereits beschlossen. Diese Maßnahme wird nach /27/ dazu führen, dass die mittlere Immissionskonzentration im Jahr 1980 den Vergleichswert von 1970 nicht übersteigt. In dichtbesiedelten Gebieten ist auf diesem Weg sogar eine deutliche Verbesserung der SO₂-Immissionsbelastung zu erreichen.

8. Strassenverkehr

8.1 Zusammenstellung der durch den Strassenverkehr entstehenden umweltbezogenen Probleme

8.1.1 Luft

Die stärkste vom Strassenverkehr ausgehende Umweltbeeinträchtigung ist ausser dem Lärm die Emission von Abgasen.

Die Angabe von spezifischen Schadstoff-Emissionen für

Kraftfahrzeuge ist sehr problematisch. Der grosse Schwankungsbereich der wesentlichen Grössen, die die Emissionen bestimmen (wie Betriebsart, Betriebszustand, Alter der Fahrzeuge, u.ä.) verursacht erhebliche Schwankungen der Emissionswerte. Zwar werden in Europa nach einem fest definierten Fahrzyklus (ECE-Zyklus) normalerweise die Typprüfungen neuer Fahrzeuge durchgeführt, jedoch ist dieser Zyklus Stadtverkehr-spezifisch; eine Hochrechnung aus auf diese Weise gemessenen spezifischen Emissionen und den Verbrauchszahlen auf die Gesamtemissionen führt daher zwangsläufig zu Fehlern.

A) Spezifische Emissionen

Im folgenden werden daher nur als Anhaltspunkt die im Emissionskataster Köln /78/ aufgeführten Messwerte für verschiedene Fahrmodi angegeben. Dabei ist zu berücksichtigen, dass der Überlandverkehr auf Autobahnen nur auf einem 22 km langen Autobahnstück gemessen wurde.

Tabelle T44 gibt die Fahrmodi an, deren Emissionen untersucht wurden.

Nr.	Geschwindigkeitsbereich (km/h) und Verkehrssituation	PKW-Anteil an der Gesamtfahrleistung %	LKW-Anteil an der Gesamtfahrleistung %
1	ca. 100 Autobahn	6,3	14,7
2	55-65 Ausfallstraße	1,9	2,0
3	30-55 flüssiger D Durchgangsverkehr	26,8	31,3
4	22-30 flüssiger Stadtverkehr	56,9	47,0
(0)	17-22 Europa-Test *	5,1	4,1
5	10-17 zähflüssiger Stadtverkehr	1,6	0,9
6	2-10 verstopfte Straßen	1,4	-
		100	100

Tabelle T44 :
Untersuchte Fahrmodi.

* Vergleichbarer Fahrzyklus

Die Tabellen T45 und T46 geben spezifische Kenn- und Emissionswerte für Pkw und Lkw (Vergaserkraftstoff bzw. Dieselmotor) für die in Tabelle T44 angegebenen Fahrmodi an.

Tabelle T45 : Kfz-Verkehr, spezifische Kenn- und Emissionswerte für Pkw. Nach /78/.

Fahrzeugkennwerte	Fahrmodus		1	2	3	4	o	5	6
	mittlere Fahrgeschwindigkeit	km/h		100,0	60,0	42,5	26,0	19,5	13,5
Abgasvolumen	Nm ³ /Kfz-Std.		51,18	30,30	25,26	20,85	18,50	13,51	11,50
Kraftstoffverbrauch	l/Kfz-Std.		7,554	4,417	3,718	2,855	2,792	2,127	1,732
Emissionswerte	Kohlenmonoxid	g/l	213,5	239,5	229,3	279,9	281,1	340,0	368,7
		g/Kfz-Std.	1571,4	1035,7	822,3	751,8	793,5	725,1	585,7
	Schwefeldioxid	g/l	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4
		g/Kfz-Std.	2,8	1,6	1,4	1,1	1,0	0,8	0,6
	Stickoxide	g/l	14,5	13,5	11,2	8,7	7,7	5,9	3,5
		g/Kfz-Std.	107,6	61,3	42,3	25,2	22,1	12,6	6,0
	Kohlenwasserstoffe	g/l	7,5	7,3	8,6	10,2	10,8	12,0	12,4
		g/Kfz-Std.	55,8	32,1	32,1	29,4	30,9	23,0	20,3
	Blei	g/l	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4
		g/Kfz-Std.	2,8	1,7	1,4	1,1	1,0	0,8	0,7

Tabelle T46 : Kfz-Verkehr, spezifische Kenn- und Emissionswerte für Lkw. Nach /78/.

Fahrzeugkennwerte	Fahrmodus		1	2	3	4	o	5
	mittlere Fahrgeschwindigkeit	km/h		85,0	60,0	42,5	26,0	19,5
Abgasvolumen	Nm ³ /Kfz-Std.		218	169	136	104	92	80
Kraftstoffverbrauch	l/Kfz-Std.		19,8	14,0	9,9	6,3	4,9	3,4
Emissionswerte	Kohlenmonoxid	g/l	25,3	27,3	29,7	33,3	36,3	44,7
		g/Kfz-Std.	501	378	294	210	178	162
	Schwefeldioxid	g/l	4,1	4,1	4,1	4,1	4,1	4,1
		g/Kfz-Std.	81,2	57,4	40,6	25,8	20,1	13,9
	Stickoxide	g/l	6,1	6,3	7,1	8,3	9,0	9,7
		g/Kfz-Std.	120	88	70	52	44	33
	Kohlenwasserstoffe	g/l	1,6	1,7	1,8	2,0	2,2	2,6
		g/Kfz-Std.	32,6	24,2	17,9	12,6	10,7	8,8
	Ruß	g/l	2,5	1,9	1,6	1,5	1,5	1,6
		g/Kfz-Std.	50,1	27,0	16,3	9,4	7,4	5,6

Wie schon erwähnt, wurden diese Messungen im Raum Köln durchgeführt. Ohne weitere Messungen lassen sich daher Gesamtemissionen für die gesamte Bundesrepublik nicht unbedingt herleiten.

Für grobe Abschätzungen seien jedoch noch die Verbrauchszahlen für 1972 für Vergaser- und Dieselkraftstoff angegeben (nach /23/):

Vergaserkraftstoff - 18,130 Mio t
Dieselkraftstoff - 10,151 Mio t.

B) Gesamtemissionen

Daraus ergeben sich unter den gemachten Einschränkungen die in Tabelle T47 angegebenen Gesamtemissionen für die Bundesrepublik, wenn man annimmt, dass die in Tabelle T44 angeführten Fahrmodi in gleicher Häufigkeitsverteilung in der gesamten BRD am Verkehrsaufkommen beteiligt sind und dass der Vergaserkraftstoff ausschliesslich von Pkw, der Dieselkraftstoff ausschliesslich von Lkw benutzt wird.

Kraftstoff	CO	SO ₂	NO _x	CnH _m	Pb	Ruß
Vergaser	4,78	0,007	0,175	0,175	0,007	-
Diesel	0,32	0,041	0,077	0,019	-	0,014
Gesamt	5,10	0,048	0,252	0,194	0,007	0,014
Gesamt Nach /27/	6,5	0,1	0,3	0,25	-	0,07 (Staub)

Tabelle T47 : Gesamtemissionen durch den Kfz-Verkehr in der BRD für 1972 (in Mio t).

Beim Tanken der Fahrzeuge werden darüberhinaus rd. 8000 t, durch Verdunsten aus Autotanks und Vergasern rd. 63000 t gasförmige Kohlenwasserstoffe emittiert (nach /29/).

Teile des Reifenabriebs gelangen zumindest vorübergehend in Form von Aerosolen in die Luft, wobei im Reifenabrieb enthaltene, möglicherweise krebserregende Stoffe in die Atemwege gelangen können. Nach /79/ trugen 1969 etwa 60000 t emittierten Reifenabriebs zur Luftverschmutzung bei.

8.1.2 Wasser

Eine Belastung von Oberflächen- und Grundgewässern tritt ausser durch die bei Unfällen auslaufenden Treibstoffe (Grossunfälle von Tankwagen s. Kap. 2) durch die mit dem Regenwasser mitgespülten Staubanteile der Strassenverkehrsemissionen und die durch den Regen aus der Luft ausgewaschenen Schadgase auf. Globale Zahlen hierüber sind nicht bekannt.

Die unkontrollierte Beseitigung von Altölen führt ebenfalls zu erheblichen Belastungen der Gewässer. Nach /1/ werden in der BRD pro Jahr etwa 50000 bis 60000 t Altöl unkontrolliert beseitigt, d.h. sie gelangen mit grosser Wahrscheinlichkeit über die Kanalisation in die Gewässer.

Eine indirekt durch den Verkehr hervorgerufene Wasserbelastung stellt der Gebrauch von Streusalz dar. Nach /79/ wurden im Mittel der letzten 10 Jahre allein auf den Autobahnen und Bundesstrassen rd. 240 000 t Salz pro Winter gestreut, also rd. 7 t pro km Strasse. Ausser einer Schädigung der Vegetation am Strassenrand wird dadurch eine nicht unerhebliche Konzentrationserhöhung von Natriumchlorid in den Gewässern hervorgerufen.

8.1.3 Boden

Die Einordnung des Landbedarfs für den Bau von Strassen und anderen Verkehrsanlagen in die Rubrik "Bodenbelastung" ist zwar problematisch, sie soll aber der Vollständigkeit halber doch vorgenommen werden.

Nach /79/ wies am 1.1.1973 das gesamte Strassennetz in der BRD das in Tabelle T48 angeführte Bild auf.

Für die dort aufgeführten Strassen ergibt sich danach ein Flächenbedarf von 4431 km², das entspricht 1,8 % der Gesamtfläche der Bundesrepublik.

Straßenart	Länge km	Fläche km ²	Durchschn. Breite d. Fahrbahn m
Bundesautobahnen	5 258,3	326	17,85
Bundesstraßen	32 696,0	696	7,79
freie Strecken	25 523,5	636	
Ortsdurchfahrten	7 172,5	60	
Landesstraßen	65 289,7	890	6,01
freie Strecken	51 588,1	802	
Ortsdurchfahrten	13 801,6	88	
Kreisstraßen	63 323,7	686	5,28
freie Strecken	51 069,2	618	
Ortsdurchfahrten	12 254,5	68	
Gemeindestraßen **	276 375,2	1 833	4,92
Außerortsstraßen	119 473,2	1 000	4,28
Innerortsstraßen	156 901,9	833	5,41
Insgesamt	443 042,9	4 431	5,50
außerorts	252 912,3	3 382	
innerorts	190 130,5	1 049	
Gesamtfläche	4 431 km ²		

Tabelle T48 : Abmessungen der Strassen- und Grundstücksflächen am 1.1.1973 nach Strassenarten. Nach /79/.

* Einschliesslich der Anschlussstellen, sonstigen kleinen Knoten, Parkplätzen, Strassenmeistereien, sowie Verkehrsanlagen der Nebenbetriebe, Bankette, Gräben und Böschungen.

** 1.1.1971.

8.1.4 Abwärme

Eine Abschätzung der durch die Verbrennungsprozesse in den Motoren entstehenden Abwärme wurde bisher nicht bekannt. Durch die grosse räumliche Verteilung der Emitterten stellt sie ein derzeit nicht stark in Erscheinung getretenes Problem dar.

8.1.5 Lärm

Der Strassenverkehr stellt eine der wichtigsten Lärmquellen überhaupt dar. Seit der Jahrhundertwende hat sich der Strassenverkehrslärm einer grösseren Verkehrs-

strasse von etwa 45 dB(A) auf etwa 75 dB(A) erhöht /80/. Mittelwerte von Messungen des Schallpegels an verschiedenen Strassenarten gibt Tabelle T49 wieder.

Straßenart	Tageswert dB(A))	Nachtwert (dB(A))
Autobahn in 50 m Entfernung	60- 70	60 - 65
Bundes- u. Land- straßen in 50 m Entfernung	60- 65	50 - 60
Innerstädtische Hauptverkehrsstraßen	70- 75	60 - 70

Tabelle T49 : Schallpegel an verschiedenen Strassenarten. Nach /80/.

Nach /80/ wurde in Köln durch Messungen an rd. 1000 Strassen ermittelt, dass, bezogen auf die Werte der TA-Lärm (s. Abschn. 8.2.5), tagsüber 30 % der Anwohner unter starken und 60 % unter mittleren Strassenverkehrsbelastungen leben. In der Nacht standen von den gemessenen 375 Strassen etwa 90 % unter starker, z.T, sogar sehr starker Lärmeinwirkung.

8.2 Legislative und regulative Maßnahmen zur Verminderung der Umweltbelastungen durch den Strassenverkehr

Das am 15.3.1974 in Kraft getretene Bundesimmissionschutzgesetz enthält auch für die vom Strassenverkehr verursachten Umweltbelastungen der Luft und durch Lärm einen Rahmen, der im Teil 4 des Gesetzes, §§ 38 bis 43, definiert ist. Inwieweit durch diese Paragraphen bestehende Verordnungen beeinflusst werden, ist in § 70 (Änderung verkehrsrechtlicher Vorschriften) angegeben.

Nach § 38 BImSchG müssen "Kraftfahrzeuge und ihre Anhänger ... so beschaffen sein, dass ihre Emissionen bei bestimmungsmässigem Betrieb die zum Schutz vor schädlichen Umwelteinwirkungen einzuhaltenden Grenzwerte nicht überschreiten. Sie müssen so betrieben werden, dass vermeidbare Emissionen verhindert und unvermeidbare Emissionen auf ein Mindestmaß beschränkt bleiben ..." /9/.

Die derzeit gültigen Bestimmungen, die hier angesprochen sind, werden in den folgenden Abschnitten aufgeführt.

8.2.1 Luft

A) Derzeitiger Stand

- Neufahrzeuge -

Die in der BRD seit 1969 bzw. 1970 in Kraft befindlichen Vorschriften zur Begrenzung der Emissionen von CO und $C_n H_m$ aus Ottomotoren (Anlagen XII und XIII der Strassenverkehrszulassungsordnung (StVZO) /100/) wurden durch Verordnung vom 14.7.1972 /3/ durch die Anlage XIV zur StVZO ersetzt, die der vom Rat der EG erlassenen Richtlinie vom 20.3.1970 entspricht /79/. Darin werden für folgende Betriebstypen Prüfverfahren und Emissionsgrenzwerte für einen festgelegten europäischen Fahrzyklus vorgeschrieben:

Typ 1 - Emissionen im Stadtbereich nach Kaltstart
(Ottomotoren)

Typ 2 - Emissionen im Leerlauf (Ottomotoren)

Typ 3 - Emissionen aus dem Kurbelgehäuse.

Für Prüfungstyp 1 sind folgende Grenzwerte festgelegt:

- für CO zwischen 120 g/Test (Fahrzeuggewicht 750 kg) und 264 g/Test (Fahrzeuggewicht 2150 kg);
- für $C_n H_m$ zwischen 10,4 g/Test (Fahrzeuggewicht 750 kg) und 16,6 g/Test (Fahrzeuggewicht 2150 kg).

Die Regelungen der Anlage XIV der StVZO gelten für die Prüfung zur Erteilung einer allgemeinen Betriebserlaubnis von Kfz mit Fremdzündungsmotoren, d.h. sie beziehen sich auf eine Typprüfung, die in der Regel bei einigen Fahrzeugen eines neuen Typs vorgenommen wird.

- Im Verkehr befindliche Fahrzeuge -

Darüberhinaus werden nach § 29 der StVZO alle im Verkehr befindlichen Fahrzeuge einer technischen Überwachung unterzogen, die sich auf die Betriebssicherheit und den Umweltschutz bezieht. Die Anlage XI der StVZO legt in die-

sem Zusammenhang für alle nach dem 1.7.1969 erstmals in den Verkehr gekommenen Fahrzeuge den im Leerlauf zulässigen CO-Gehalt der Auspuffgase auf derzeit 4 Volumen-Prozent fest.

Zur Begrenzung von Stickoxiden in den Abgasen von Otto- und Dieselmotoren sowie von Schwefeloxiden aus Dieselmotoren liegen derzeit keine gesetzlichen Bestimmungen vor.

Die Emission von Bleiverbindungen wird durch Bestimmungen über den maximalen Bleigehalt von Vergaserkraftstoffen begrenzt. Das Benzinbleigesetz /81/ vom 5.8.1971 schreibt vor, dass der Anteil der Bleizusätze im Benzin seit dem 1.1.1972 nur 0,4 g/l betragen darf. Dieser Wert wird voraussichtlich vom 1.1.1976 an auf 0,15 g/l gesenkt.

Die Begrenzung der Russemission von Dieselmotoren wurde gemäss der Richtlinie des Rates der EG vom 2.8.1972 in allen EG-Ländern einheitlich festgelegt.

Alle diese Einzelmaßnahmen können jedoch nicht verhindern, dass in Ballungszentren während austauscharmer Wetterlagen die Schadstoffkonzentrationen bedrohliche Werte annehmen können.

Durch § 40 BImSchG werden daher "die Landesregierungen ermächtigt, durch Rechtsverordnung Gebiete festzulegen, in denen während austauscharmer Wetterlagen der Kraftfahrzeugverkehr beschränkt oder verboten werden muss, um ein Anwachsen schädlicher Umwelteinwirkungen durch Luftverunreinigungen zu vermeiden oder zu vermindern".

Das Strassenverkehrsgesetz /86/ wurde entsprechend geändert.

B) Zukünftige Entwicklung

Nach /34/ sind eine Reihe von Einzelmaßnahmen eingeleitet, über die Tabelle T50 Auskunft gibt.

Sachgebiet/ Zielsetzung	Vorauss. Erlaß	Vorauss. In- krafttreten	Bemerkungen
Emissionsverminderung bei Ottomotoren 2. Stufe (Redu- zierung CO: 20 %, CH: 15 %)	1.4.74 1.7.74	1.10.75 1.10.75	EG-Richtlinie Deutsche Norm
Anpassung des Prüfverfahrens Typ I an den Fortschritt der Entwicklung (z.B. Meßvor- schriften für NO _x)	1.4.75 1.7.75	1.10.76 1.10.76	EG-Richtlinie Deutsche Norm
Begrenzung der Verdampfungs- verluste aus Tank- und Ge- mischauflbereitungsanlagen	1.4.75 1.7.75	1.10.76 1.10.76	EG-Richtlinie Deutsche Norm
Überwachung der Abgasemission im Verkehr befindlicher KFZ	1.4.76 1.7.76	1.10.77 1.10.77	EG-Richtlinie Deutsche Norm
Emissionsverminderung bei Ottomotoren 3. Stufe (Redu- zierung CO: 58 %, CH: 72 %, NO _x entsprechend Stand von 1972)	1.4.78 1.7.78	1.10.80 1.10.80	EG-Richtlinie Deutsche Norm
Begrenzung der Emission krebs- erregender Kohlenwasserstoff- gruppen		nach 1980	
Begrenzung der Emission von Stickoxiden bei Dieselmotoren	1.4.78 1.7.78	1.10.80 1.10.80	EG-Richtlinie Deutsche Norm
Begrenzung der Emission von Geruchsstoffen bei Dieselmotoren	1.4.78 1.7.78	1.10.80 1.10.80	EG-Richtlinie Deutsche Norm
2. Verwaltungsvorschrift zur Durchführung des Benzin- bleigesetzes (Überwachung)	Kabinettt- vorlage bis 3.13.74		
Kennzeichnung der Oktanzah- len an den Tankstellen	Kabinettt- vorlage Sommer 74		

Tabelle T50 : Vorgesehene Maß-
nahmen gegen Luftbelastungen
durch Kfz. Nach /34/.

8.2.2. Wasser

Für die Behandlung von Strassenabwässern existiert noch keine gesetzliche Regelung.

Die Sicherung der Altölbeseitigung wird vom Altölgesetz /82/ erreicht, das eine Gewässer- und Boden schonende und Luftverschmutzungen vermeidende Beseitigung von Altölen vorschreibt. Allerdings erstreckt sich das Altölgesetz bisher nur auf die Beseitigung von Mengen ab 200 l aufwärts. Die Kostenfrage wurde bisher so gehandhabt, dass im Kaufpreis bereits ein Betrag enthalten ist, der die Kosten für die Altölbeseitigung deckt.

Gesetzliche Bestimmungen, die den Einsatz von Streusalz regeln, sind bisher nicht in Kraft.

8.2.3 Boden

Gesetze und Vorschriften, die die Flächenbelegung durch Strassenbauwerke regeln, existieren bis heute nicht. Im Einzelfall wird jedoch bei der Festlegung von Trassen zunehmend dem Landschaftsschutz Rechnung getragen.

Die Bodenbelastung durch unkontrollierte Altölbeseitigung wird durch das Altölgesetz eingeschränkt (s. 8.2.2).

8.2.4 Abwärme

Über die Abwärme von Kraftfahrzeugen existiert keine gesetzliche Regelung, da sie eine unvermeidbare Folge der Verbrennungsprozesse ist und Alternativen zu der herkömmlichen Art, sie mit den Auspuffgasen durch Wärmeleitung u.ä. an die Luft abzugeben, nicht in Sicht sind.

8.2.5 Lärm

A) Derzeitiger Stand

Die Lärmemissionen von Kraftfahrzeugen werden gemäss der Richtlinie vom 6.2.1970 zur Angleichung der Rechtsvorschriften der Mitgliedstaaten der EG /83/ durch die in Tabelle T51 aufgeführten Emissionswerte eingeschränkt.

Fahrzeugart	Emissionsgrenzwert (dB(A))
Kraftomnibusse ab 200 DIN-PS	91
LKW ab 200 DIN-PS und über 12 t zul. Gesamtgewicht	91
Kraftomnibusse und LKW über 3,5 t zul. Gesamtgewicht	89
Kraftomnibusse u. LKW bis 3,5 t zul. Gesamtgewicht	84
Personenkraftwagen	82

Tabelle T51 : Lärmemissionsgrenzwerte für Kfz. Nach /83/.

Für Zweiräder gelten gemäss der "Richtlinie für die Geräuschmessung an Kraftfahrzeugen" zu § 49 der Strassenverkehrs-
zulassungsordnung /100/ entsprechend dem Stand der Technik die in Tabelle T52 aufgeführten Emissionsgrenzwerte.

Fahrzeugart	Emissionsgrenzwert (dB (A))
Krafträder	84
Kleinkrafträder	79
Mopeds	73
Mofas	70

Tabelle T52 : Lärmemissionsgrenze für motorgetriebene Zweiräder.

Die aufgeführten Grenzwerte müssen sowohl bei der Typenprüfung als auch bei einer Nachkontrolle eingehalten werden, wobei in 7,5 m Abstand von der Fahrzeugmitte aus bei beschleunigter Vorbeifahrt gemessen wird. Verbindliche Immissionsgrenz- oder Richtwerte gibt es bisher nicht. Lediglich eine DIN-Norm (DIN 18005 Bl. 1) enthält Richtwerte, die auch vom Verkehrslärm eingehalten werden sollen. Eine Verbindlichkeit besteht jedoch nicht.

Vergleicht man die durch den Strassenverkehr hervorgerufenen Lärmimmissionen (Tabelle T49) mit den Immissionsrichtwerten für Arbeitslärm gemäss TA-Lärm (zu § 16 GeWO bzw. § 4 BImSchG) bzw. mit VDI-Richtlinie 2058/1 (Beurteilung von Arbeitslärm in der Nachbarschaft) wie sie in Tabelle T53 aufgeführt sind, so muss man feststellen, dass die Verkehrsemissionen wesentlich über den maximal zulässigen Arbeitslärmemissionen liegen.

Diese Diskrepanz kann von den Strassenverkehrsbehörden gemäss § 45 Abs. 1 der Strassenverkehrsordnung (StVO) nur dadurch etwas gemildert werden, als ihnen das Recht zusteht, auf bestimmten Strassen oder Strassenstrecken u.a. zum Schutz der Nachtruhe den Verkehr zu beschränken oder zu verbieten oder Geschwindigkeitsbeschränkungen einzuführen. Das gilt besonders in Bade-, Luftkur- und Erho-

lungsorten und einer Reihe anderer Orten, an denen Lärm-
belästigungen auf andere Weise nicht verhütet werden kön-
nen.

Baugebiet	Tageswert (dB(A))	Nachtwert (dB(A))
Industriegebiet	70	70
Gewerbegebiet	65	50
Kerngebiet		
Mischgebiet	60	45
Dorfgebiet		
Allgemein. Wohn- gebiet, Kleinsie- delungsgebiet	55	40
Reines Wohngebiet	50	35
Kurgebiet	45	35

Tabelle T53 : Richtwerte nach TA-Lärm
bzw. VDI 2058.

B) Zukünftige Entwicklung

Nach /34/ sind auf dem Gebiet Lärmemissionen folgende Maß-
nahmen vom Gesetzgeber vorgesehen (ein Zeitplan liegt im
einzelnen noch nicht vor):

- Prüfung und Nutzung des nach EG-Recht vorhandenen
Spielraums für nationale Regelungen;
- Initiative zur Verbesserung des EG-Rechts;
- Prüfung grossangelegter Lärmstudien in typischen Ge-
bieten zur Bestandsaufnahme der Geräusche;
- Untersuchungen der Bevölkerungsreaktion;
- Festsetzung nächtlicher Bewertungsfaktoren.

8.3 Heutige und zukünftige technische Maßnahmen zur Ver- minderung von Umweltbelastungen durch Kraftfahrzeuge im Strassenverkehr

Verfahren zur Verminderung des Schadstoffausstosses bei
Kraftfahrzeugen werden von fast allen entsprechenden Her-
stellerfirmen und vielen Instituten entwickelt. Durch
den Kostendruck werden eventuell schon in Serienreife vor-

liegende Verfahren wegen der damit verbundenen Kosten an den Kraftfahrzeugen nicht eher angewendet, als bis alle Konkurrenten vom Gesetzgeber dazu gezwungen werden. Die meisten Firmen bewahren über die entwickelten oder in Arbeit befindlichen Verfahren strenges Stillschweigen. Aussagen über Wirksamkeit und Kosten sind daher schwer zu erhalten.

Im Rahmen des Verkehrs-Emissions-Programms (VEP) der Bundesregierung werden eine Vielzahl von Einzelmaßnahmen durch Forschungsaufträge untersucht, wobei die technische Realisierbarkeit im Vordergrund steht.

Ebenfalls im VEP wurde eine Umfrage bei den Herstellern von Kraftfahrzeugen und Zubehör durchgeführt /84/, die eine Aussage über die Wirksamkeit und Kosten von Maßnahmen zur Reduzierung der Schadstoffemission bei Kraftfahrzeugen erbrachte.

Die Ergebnisse dieser Umfrage können nicht ohne weiteres auf einen einfachen Nenner gebracht werden, da das Zusammenwirken verschiedener Maßnahmen nicht in jedem Fall eine einfache Überlagerung der Einzelwirkungen ergibt. Prinzipiell lässt sich jedoch folgendes feststellen: Eine Verminderung der CO-Emissionen geht weitgehend Hand in Hand mit einer HC-Verminderung, die NO-Emission steigt jedoch ohne gleichzeitige gezielte Bekämpfung an.

Tabelle T54 gibt eine Liste der untersuchten technischen Verfahren an.

Tabelle T55 gibt die aus dem Umfrageergebnis^{*} entnommenen technischen Besonderheiten der Testfahrzeuge im Vergleich zu Serienfahrzeugen vom Stand 1972 an.

* Der umfassende Bericht /84/ enthält eine Reihe weiterer Verfahren und zwei weitere Testzyklen (CVS und 13-Mode).

Abkürzung	Genaue Bezeichnung der Verfahrensweise
AR	Abgasrückführung
ATL	Abgasturbolader (Aufladung) ATL-K mit Ladeluftkühlung ("Kalt") ATL-H ohne Ladeluftkühlung ("Heiß")
DE	Direkteinspritzermotor
FB	Förderbeginn (Einspritzung) auf "später"
GA	Gemischaufbereitung geändert (z.B. "magerer") GA-W besonders in der Warmlaufphase GA-S besonders in der Schubphase
GV	Gemischvorwärmung (Ansaugluftvorwärmung, Saugrohrvorwärmung)
KAT	Katalysator KAT-O Oxidationskatalysator Kat-O/L " " mit Lufteinblasung KAT-O/oL Oxidationskatalysator ohne Lufteinblasung KAT-R Reduktionskatalysator
KV-E	elektrische Kaltstartvorheizung
MVS	Modifikation des Verbrennungssystems (z.B. Ladungsbewegung, Muldenkolben, Kraftstoff-Wandauftragung)
TR	Thermischer Reaktor TR/L mit Lufteinblasung TR/oL ohne Lufteinblasung
VK	Vorkammermotor
VS	Ventilsteuerung geändert (z.B. Steuerzeiten oder exakterer Antrieb)
WK	Wirbelkammermotor
Z	Zündung geändert (z.B. unterbrecherlose Zündung, Transistorzündung)
ZZ	Zündzeitpunkt geändert
L	Lufteinblasung im Auslaßkanal
MAO	Man-Air-Ox
V	Verdichtungserniedrigung

Tabelle T54 : Die Abkürzungen für die Beschreibung der verschiedenen Verfahren. Nach /84/.

Nr. des Verfahrens x)	Brennverfahren	Beschreibung der technischen Besonderheiten im Vergleich Serienfahrzeugen 1972
1	Otto	GA-W + GA-S + GV + KAT-O/L + V + VS + ZZ
2	"	AR + TR/L + ZZ
3	"	GA-W + GA-S + GV + TR/L + V + VS-ZZ
4	"	GA + KAT-O/oL
5	"	GA-W + GA-S + GV + TR/oL + V + VS + ZZ
6	"	GA + TR/oL + ZZ
7	"	GA + TR/oL + ZZ
8	"	GA + GV + ZZ
9	"	GA + GV + VS + ZZ
10	"	GA + TR/oL + ZZ
11	"	GA-W + GA-S + GV + V + VS + ZZ
12	"	GA
13	"	GA-W + GA-S + GV + ZZ
14	"	GA + MBS + ZZ
15	"	keine Besonderheiten
16	"	GA-W + GA-S
17	"	GA- GV + ZZ
18	"	AR + GA-W + GA-S + GV + ZZ
19	"	GA + MVS + VS + Z
20	"	GA + GV + ZZ
21	"	AR + GA + ZZ
22	"	GA-W + ZZ

Tabelle T55 : Die Beschreibung der Verfahren, die im ECE-Test beurteilt wurden, sortiert nach CO-Emission. Nach /84/.

Tabelle T56 gibt an, auf wieviel Prozent der derzeit gültigen Typprüfungsgrenzwerte die Emission mit den einzelnen Maßnahmen-Kombinationen (lfd. Nr. wie in Tabelle T55) gesenkt werden konnte und welche Mehrkosten dafür angesetzt werden müssen (Stand 1972).

Nr. des Verfahrens	E C E korrigierte Emission in % (1972)			Mehrkosten einschließlich Verzinsung in DM (1972)	
	CO	CH - NDIR	NO _x	AMK	GMK
1	39	39	62	1.940	6.113
2	45	40	48	540	2.880
3	45	46	46	2.260	4.958
4	48	48	--	370	1.670
5	54	54	54	1.730	2.841
6	57	49	--	51	812
7	62	48	--	34	781
8	64	51	--	93	1.234
9	64	57	84	50	1.470
10	65	59	--	51	812
11	67	64	59	1.100	2.468
12	67	75	--	170	396
13	70	70	--	56	822
14	72	67	60	510	2.533
15	73	70	57	0	0
16	74	74	--	56	186
17	75	67	--	110	1.416
18	75	75	60	90	1.558
19	79	63	73	0	0
20	81	74	--	109	1.406
21	82	48	56	108	2.491
22	97	53	80	47	170

Tabelle T56 : Korrigierte Emission und Mehrkosten einschliesslich Verzinsung für die einzelnen im ECE-Test beurteilten Verfahren (Stand Dezember 1972). Nach /84/.

AMK = Anschaffungsmehrkosten
GMK = Gesamtmehrkosten

Als Maß für die technische Wirksamkeit wird dabei die "korrigierte" Emission E benutzt, die sich aus der gemessenen Emission unter Verwendung eines Korrekturfaktors ergibt, der die Unsicherheit der Abschätzung des Emissions-Mittelwertes von Fahrzeugen aus der Serienproduktion nach dem gegenwärtigen Entwicklungsstand berücksichtigt.

Die angeführten Kosten, die sich auf definierte europäische Fahrzeuge beziehen, sind unterteilt in Anschaffungs-

mehrkosten (AMK), die sich aus der Verkaufspreiserhöhung und dem zugehörigen Kapitaldienst bei 8 %-iger Verzinsung über 8 Jahre errechnen und die Gesamtmehrkosten (GMK), die ebenfalls für 8 Jahre ausser den AMK die Betriebskosten- und Wartungskosten-Erhöhungen mit der jeweiligen Verzinsung enthalten. .

Zu den Emissionsmessungen muss bemerkt werden, dass die NO_x -Messungen noch nicht für alle Fahrzustände praktikabel sind und dass die CH-Messungsergebnisse stark vom Messprinzip abhängen.

Die Verwendung von Flüssiggas als Treibstoff für Kfz-motoren

Eine in jüngster Zeit stärker beachtete Möglichkeit, Motorenemissionen zu vermindern, besteht in der Verwendung von Flüssiggas als Kraftstoff. Dabei kommen zwei Gassorten in Betracht

- Flüssiges Erdgas (liquid natural gas, LNG), das zu 97 % aus Methan besteht;
- flüssiges Petroleumgas (liquid petrol gas, LPG), nach DIN 51621 ein Gemisch niedrig siedender Kohlenwasserstoffe (vorwiegend Propan, Butan und deren Isomere), das in den Erdölraffinerien anfällt. Die derzeit in der BRD erzeugten Mengen von LPG (1972 1,7 Mio t /23/) reichen jedoch bei weitem nicht aus, um eine auch nur regionale Versorgung von Fahrzeugflotten sicherzustellen. Eine Änderung dieser Versorgungslage ist auch durch LPG-Importe (1972 0,2 Mio t /85/) nicht zu erwarten.

Die Möglichkeiten des Einsatzes von flüssigem Gas wurden im Rahmen des VEP untersucht. Die Ergebnisse dieser Untersuchungen können nach /85/ wie folgt zusammengefasst werden:

Der Einsatz von LNG ist am ehesten bei Fahrzeugflotten von öffentlichen Verkehrsbetrieben und Taxiunternehmen praktikabel. Eine Umstellung dieser dieselbetriebenen Flotten rechtfertigt jedoch den Aufwand kaum, da sie nur zu einem geringen Anteil an der Gesamtemission beteiligt sind.

Eine grössere Senkung der Emissionen wäre durch die Umstellung der Pkw mit Ottomotoren auf LPG-Betrieb zu erzielen. Da LPG jedoch nur beschränkt verfügbar ist, scheidet diese Möglichkeit aus.

Die Anwendung von H₂ (Wasserstoff) als Kfz-Kraftstoff greift den Möglichkeiten noch etwas voraus. Obwohl die motorische Verbrennung - mit deutlich besseren Emissionsdaten - möglich ist, ist die Verfügbarkeit z.Z. ebensowenig gegeben, wie eine zufriedenstellende Tank-Technik. Hier bedarf es noch einiger Entwicklungsarbeit auf den Gebieten der H₂-Anlagerung an Metalle bzw. der Tieftemperatur-Tanks.

Neue Antriebe

Neben der Weiterentwicklung von Otto- und Dieselmotoren oder dem Einsatz von Gas in Motoren dieses Typs besteht die Möglichkeit, diese Motoren durch Antriebe anderer Art zu ersetzen. Die mit einer solchen Umstellung verbundenen technischen, strukturellen und finanziellen Schwierigkeiten sind jedoch so gross, dass für die nächsten Jahre keine leicht und rasch realisierbaren Lösungen sichtbar sind.

Als umweltfreundliche Antriebe stehen hauptsächlich zur Diskussion /79/: Elektrochemische Antriebe (Batterie- und Brennstoffzellen-Antrieb), Hybrid-Antrieb und Antriebe mit stetiger Verbrennung (Gasturbinen- und Dampf-Antrieb und Stirling-Motor).

Soweit ein Urteil nach dem gegenwärtigen Stand der Technik überhaupt möglich ist, eignen sich für den individuellen Personenverkehr wahrscheinlich Antriebe mit elektrochemischen Brennstoffzellen am ehesten. Die anderen Antriebsarten lassen sich voraussichtlich am besten bei Omnibussen und Lkw anwenden.

Gegen die vorher aufgeführten Belastungen der Gewässer, des Bodens und durch Abwärme sind derzeit und für die absehbare Zukunft keine technischen Maßnahmen bekannt, z.T. deshalb, weil die Probleme gegenüber anderen so untergeordnet sind, dass ihre Lösung in hohem Maße unwirtschaftlich wäre.

Technische Maßnahmen gegen die Verkehrslärmauswirkungen können in aktive Maßnahmen an den Fahrzeugen und passive Maßnahmen an den an die Strassen angrenzenden Gebäuden unterteilt werden.

Als aktive Maßnahmen kommen nach /79/ in Frage:

- Verbesserung der Abgasschalldämpfer und des Ansaug-Geräuschkämpfungssystems, schallabsorbierende Auskleidung des Motorraums bewirken eine Verringerung um 5 dB(A) am Einzelfahrzeug.
- Der Einbau automatischer Getriebe bringt eine Senkung des Emissionspegels im Beschleunigungszustand bis zu 6 dB(A).
- Durch Motorkapselung an Lkw und Bussen kann der Beschleunigungsschallpegel um bis zu 10 dB(A) gesenkt werden.

Die Auswirkungen dieser und eventuell weiterer Maßnahmen beschränken sich auf Fahrgeschwindigkeiten bis etwa 60 km/h, da (nach /79/) bei höheren Geschwindigkeiten das Rollgeräusch überwiegt, und zwar

- für Pkw bei Geschwindigkeiten höher als 60 bis 70 km/h;
- für Lkw bei Geschwindigkeiten höher als 50 bis 60 km/h;
- für Motorräder bei Geschwindigkeiten über 100 km/h.

Oberhalb dieser Geschwindigkeiten ist eine Verringerung des Geräuschpegels durch Veränderung von Fahrwerk, Reifen- und Strassenbelageigenschaften nur auf Kosten der Sicherheit möglich /79/.

Ausser durch Maßnahmen der Verkehrsstrategie und -Regelung in den Städten kann die Wirkung des Verkehrslärms darüberhinaus nur durch passive Maßnahmen verringert werden. Dies sind vor allem bauliche Einzelmaßnahmen (schalldämmende Werkstoffe und Fenster, sinnvolle Anordnung der Räume in Wohnungen, schallreflektierende Wände und Wälle) und Maßnahmen, die die langfristige Planung der Streckenführung in der Nähe von Wohngebieten betreffen.

Nach /79/ bzw. /80/ lassen sich die Wirksamkeit einzelner dieser passiven Maßnahmen und ihre Kosten wie in Tabelle T57 aufgeführt abschätzen.

Tabelle T57 : Folgen und Kosten verschiedener passiver schalldämpfender Maßnahmen. Nach /79/, /80/.

Maßnahme	Schallpegelverringerung	Ungefähre Kosten (Stand: 1.1.72)
Abschirmung durch geschlossene Gebäudezeilen	10 - 25 dB(A)	-
Abschirmung durch Lärmschutzwände, Wälle u. Einschnitte	10 dB(A)	DM 200-300/m ² für Wände DM 3-8/m ² für Wälle
Grundrißanordnung mit Aufenthaltsräumen auf der dem Schall abgewandten Seite	5 - 25 dB(A)	-
Schalldämmende Fenster	bis 50 dB(A)	DM 500-700/m ² DM 1500-2000/m ² ohne bzw. mit Lüftung
Untertunnelungen oder Abdeckungen von Straßen	20 - 40 dB(A)	DM 1000-2000/m ² Straße
Minderungen durch Abstände (bei freier Schallausbreitung)	4 - 7 dB(A) je Abstand-Verdoppelung	keine Angaben möglich
Dichter Bewuchs (als Riegel ausgeführt)	ca. 1 dB(A) je 10 m	keine Angaben möglich

8.4 Zukünftige Entwicklung der Verkehrsemissionen

Die zukünftige Entwicklung der Verkehrsemissionen ist geprägt durch die komplexen Zusammenhänge vieler Teilgebiete, deren Entwicklung im einzelnen heute noch nicht abzuschätzen ist. Als Einflüsse können genannt werden: Kfz-Technologie, Produktionskapazitäten, Kraftstoffverfügbarkeit (z.B. Raffineriekapazitäten für spezielle Kraftstoffkomponenten), Verbrauchsstrukturen und -gewohnheiten sowie die Entwicklung des Strassenbaus mit Mitteln der Öffentlichen Hand.

Eine Abschätzung der Entwicklung der Verkehrsemissionen ist daher zur Zeit nicht möglich.

9. Kernbrennstoffzyklus

Der Kreislauf, den spaltbare Materialien durchlaufen, ist komplex. Die Umweltprobleme, die in den einzelnen Stationen auftreten, sind vielschichtig und wegen der nur relativ kurzen Zeit seit kerntechnische Anlagen betrieben werden, noch nicht vollständig gelöst. Darüberhinaus können durch internationale Abkommen im Rahmen der Lieferung und

Verarbeitung von Kernbrennstoffen und radioaktiven Abfällen einige Umweltauswirkungen nur global betrachtet werden.

Es werden in diesem Kapitel daher nur solche Probleme behandelt, über die in der Bundesrepublik selbst Erfahrungen vorliegen. So spielen z.B. Umwelteinwirkungen bei der Förderung von Uranerzen eine nur untergeordnete, bei der Isotopen-Anreicherung derzeit überhaupt keine Rolle. Umweltbeeinträchtigungen bei der Herstellung von Brennelementen aus vom Ausland bezogenem Rohmaterial sind im Hinblick auf den Produktionsumfang derzeit unbedeutend. Die Probleme beim Gebrauch radioaktiver Materialien in der Medizin oder in der Technik werden nicht behandelt.

Angaben über die Emissionen von radioaktiven Schadstoffen aus Kernkraftwerken wurden im Kapitel 5 (Stromerzeugung) aufgeführt. Im wesentlichen bleiben daher vor allem die Wiederaufarbeitung und die Endlagerung als wichtige Stationen des Kernbrennstoffzyklus zu behandeln.

9.1 Zusammenstellung der durch den Kernbrennstoffzyklus entstehenden umweltbezogenen Probleme

9.1.1 Luft

Ausser von den Kernkraftwerken werden vor allem von den Wiederaufbereitungsanlagen luftgetragene radioaktive Schadstoffe emittiert. Die abgebrannten Brennstäbe werden vor der Wiederaufarbeitung so lange gelagert, dass nur die langlebigen Spaltprodukte Tritium (^3H) und Krypton (^{85}Kr) sowie Jodisotope als Schadstoffe von Bedeutung sind.

Nach /57/ erzeugten die in der Bundesrepublik installierten Kernkraftwerke 1970 eine ^{85}Kr -Menge von 3×10^5 Ci/a. Unter der heutigen Annahme der Steigerung des Kernenergieeinsatzes steigt diese Produktionsrate nach /57/ auf 1×10^7 Ci ^{85}Kr /a im Jahr 1980. Da diese Kryptonmengen voraussichtlich auch 1980 in einer einzigen Wiederaufbereitungsanlage anfallen werden, würde ohne Gegenmaßnahmen

die Dosisbelastung durch ^{85}Kr in der Umgebung dieser Anlage von 5 mrem/a im Jahr 1970 auf 130 mrem/a 1985 ansteigen.

Das ebenfalls in atmosphärischen Emissionen von WA enthaltene ^3H , das etwa 10 bis 20 % des in der WA freiwerdenden Tritiums darstellt (der weitaus grössere Rest wird über das Prozesswasser abgegeben), trägt, verglichen mit dem ^{85}Kr , relativ wenig zur Umweltbelastung bei (Tabelle T58).

	Emission	Dosisbelastung
1972	2 400 Ci/a	0,06 mrem/a
1980	96 000 Ci/a	2,4 mrem/a

Tabelle T58 : Tritiumemission in die Atmosphäre für 1972. Nach /57/.

Die Aktivitätsfreisetzung durch J^{131} mit der Abluft von Wiederaufbereitungsanlagen ist noch geringer. Durch die Lagerung (Annahme 120 Tage) der Brennstäbe vor der Verarbeitung ist die Aktivität des Jods bis zur Verarbeitung schon um etwa den Faktor 10^4 abgeklungen /89/. Deshalb ist die Emission von J^{131} aus Wiederaufbereitungsanlagen vergleichsweise gering. Zunehmende Bedeutung wird dem J^{129} zukommen, da es aufgrund seiner langen Halbwertszeit ($1,7 \times 10^7$ a) trotz geringer Konzentration im Abgas der Wiederaufbereitungsanlage als Emission einen Beitrag zu der Dosis liefern kann, die über die Nahrungskette (Weide - Kuh - Milch - Pfad) in den menschlichen Körper gelangt.

9.1.2 Wasser

Bei der Betrachtung der Abwasserprobleme muss der Primäranfall bei den einzelnen Prozessen vom Sekundäranfall durch Aufbereitung von Primärabwasser und primär anfallenden festen Abfallstoffen unterschieden werden. Es werden daher im folgenden zuerst die primär anfallenden flüssigen Abfälle untersucht.

Die Tabelle T59 gibt einen Überblick über den heutigen Stand des Primäranfalls von radioaktiven Abwässern in der BRD.

Entstehungsort	radioaktive Abwässer	
	Menge	Aktivität
Erzgewinnung ¹⁾	minimal	schwachaktiv
Brennelementherstellung ²⁾	400 m ³	einige 10 ⁶ Ci/m ³
Kernkraftwerk ³⁾	16 000 - 20 000 m ³ /a	einige 10 ³ Ci/m ³
Wiederaufarbeitung ⁴⁾ bestrahlter Kernbrennstoffe	0,3 m ³	einige 10 ⁶ Ci/m ³
	90,0 m ³	10 ³ - 10 ² Ci/m ³
Kernforschungszentrum ⁵⁾	10 000 m ³ /a	10 ⁴ - 10 ² Ci/m ³
	50 - 150 m ³ /a	1 - 5 Ci/m ³
Isotopenanwendung in Forschung, Medizin, Technik etc.	einige m ³ /a	schwachaktiv

Tabelle T59 : Primäranfall an radioaktiven Abwässern in der BRD. Nach /57/.

- 1) Spielt in der BRD keine nennenswerte Rolle.
- 2) Anfall pro t Kernbrennstoff.
- 3) Grösse des Reaktors nicht von entscheidender Bedeutung: Angabe bezieht sich auf einen Reaktor.
- 4) Anfall pro t wiederaufbereiteten Kernbrennstoffs.
- 5) Anfall hängt wesentlich von der Grösse der Anlagen und der Art der Tätigkeit ab.

Die Arbeiten zur Wiederaufbereitung bestrahlter Kernbrennstoffe sind mengen- und aktivitätsmässig am stärksten mit der Bildung radioaktiver Abfälle belastet /87/. So fallen z.B. beim Purex-Prozess* je Tonne aufbereiteten Urans 6 m³ hochaktive Spaltproduktlösungen, 5 m³ mittelaktive Abwässer und 100 m³ schwachaktive Abwässer an. Die Primärabwässer führen jedoch nicht zu einer Belastung der natürlichen Gewässer, da sie durch besondere Verfahren (s. 8.3.2) aufbereitet werden. Insgesamt führt die Aufbereitung dazu, dass die radioaktiven Verunreinigungen in weniger als 1 % Rückstand verbleiben, während über 99 % des dekontaminierten Abwassers normal abgeleitet werden können /87/.

* Zunächst werden die Brennelemente mechanisch zerlegt (chop), danach erfolgt das Auslaugen (leach) des Urans, Plutoniums und der Spaltprodukte. Das Auslaugverfahren, das sich am weitesten durchgesetzt hat, ist das Purex-Verfahren, das eine Lösung von Tributylphosphat in einem organischen Solvens wie Dodekan zur Extraktion benutzt.

Der nicht mit den Abgasen abgeführte Teil des Tritiums wird beim heutigen Stand der Technik an die Gewässer abgegeben. Die Bedeutung dieser Tritiumabgaben wird in /57/ dargestellt.

Eine weitere, wenn auch nur potentielle Emissionsquelle für radioaktive, luftgetragene und wassergefährdende Schadstoffe oder für direkte Strahlung stellen die Transporte von radioaktivem Material im Brennstoffzyklus dar. Tabelle T60 gibt einen Überblick über die Art dieser Transporte und die spezielle Aktivität des transportierten Materials nach /57/.

Material	von/nach	spez. Aktivität
bestrahlte Brennelemente	Reaktor/ Wiederaufarbeitung	LWR: 4 KCi/kg SBR: 12 KCi/kg
PU-Lieferungen	Wiederaufarbeitung Fabrikation	Pu-Nitrat ³ : 3 KCi/kg PuO ₂ : 9 KCi/kg
U-Nitrat	Wiederaufarbeitung Fabrikation	U-Nitrat: 2 mCi/kg Lösung :
UF ₆ -Lieferungen	Anreicherung/ Fabrikation	UF ₆ : 1,4 mCi/kg
Radioaktive Abfälle	Wiederaufarbeitung/ Endlager	hochaktiv: 10 ⁶ Ci/m ³ mittelaktiv 10 ³ Ci/m ³
Radioaktive Abfälle	Fabrikation/ Endlager	nicht aufarb. würdiger PU-Schrott: 10 ² -10 ³ Ci/m ³
unbestrahlte Brennelemente	Fabrikation/ Reaktor	UO ₂ : 2 mCi/kg (U-Pu)O ₂ : 1 KCi/kg

Tabelle T60 : Wichtige Transporte von radioaktivem Material im Brennstoffzyklus. Nach /57/.

Die bisherige Unfallstatistik lässt keine Schlüsse auf tatsächliche Emissionen zu. Modellrechnungen können nur Einzelfälle beschreiben, so dass auf die Wiedergabe solcher Rechnungen (z.B. nach /57/) hier verzichtet wird.

9.1.3 Boden

Die Lagerung der eingeeengten radioaktiven Abfälle stellt ein zentrales Problem der Nutzung der Kernenergie dar.

Die Lagerstätte muss sicherstellen, dass auch nicht kleine Teile der Radioaktivität in den Biozyklus gelangen können. Beim gegenwärtigen Stand der Technik ist davon auszugehen, dass eine Belastung im Sinne von Verschmutzung des Bodens durch radioaktive Abfälle nicht zu befürchten ist.

Tabelle T61 enthält eine Abschätzung der zur Endlagerung anfallenden radioaktiven Abfälle in der BRD (nach /57/, /90/).

Herkunft	Schwachaktiv * (m ³ /a)				
	1970	1975	1980	1990	2000
Industrie, Industrie- und Hochschulforschung	60	90	120	240	480
Kernforschungszentren	740	1 060	1 280	1 280	1 280
Leistungsreaktoren	100	300	800	1 950	4 000
Wiederaufbereitung	-	200	2 000	7 200	14 500
<u>Summe</u>	900	1 650	4 200	10 700	20 300

Herkunft	Mittelaktiv * (m ³ /a)				
	1970	1975	1980	1990	2000
Industrie, Industrie- und Hochschulforschung	5	7,5	10	20	40
Kernforschungszentren	160	210	210	210	210
Wiederaufbereitung	-	45	2 000	7 200	?
<u>Summe</u>	165	262,5	2 220	7 430	?

Herkunft	Hochaktiv * m ³ /a (als Gläser)				
	1970	1977	1982	1992	2002
Wiederaufbereitung	3	3	30	100	220

Tabelle T61 : Schätzung der eingengten, zur Endlagerung anfallenden radioaktiven Abfälle in der BRD. Nach /57/, /90/.

* Die Aktivitätskonzentration der schwachaktiven Abfälle liegt unter etwa 1 Ci/m³, die der mittelaktiven bei 1 bis 10000 Ci/m³, die der hochaktiven über 10000 Ci/m³.

Wegen der oft sehr langen Halbwertzeiten einzelner dieser Abfallkomponenten müssen die Lagerstätten über viele Generationen die Anforderungen an die Sicherheit erfüllen können. Der Schutz vor Sabotage oder Diebstahl muss ebenfalls über sehr lange Zeiträume sichergestellt sein.

9.1.4 Abwärme

und

9.1.5 Lärm

Die Umweltbelastung durch Abwärme und Lärm aus Komponenten des Kernbrennstoffzyklus ist vernachlässigbar klein.

9.2 Legislative und regulative Maßnahmen zur Verminderung der Umweltbelastung durch kerntechnische Anlagen

A) Derzeitiger Stand

Die rechtlichen Grundlagen für die friedliche Nutzung der Kernenergie und den Umgang mit radioaktiven Stoffen sind das Gesetz über die friedliche Verwendung der Kernenergie und den Schutz gegen ihre Gefahren (Atomgesetz) /93/ und die erste Verordnung über den Schutz vor Schäden durch Strahlen radioaktiver Stoffe (Erste Strahlenschutzverordnung /1/, /94/).

Die in der Strahlenschutzverordnung (SSVO) und den internationalen Strahlenschutzempfehlungen enthaltenen Schutzgrundsätze haben bei der Ableitung radioaktiver Stoffe im Abwasser und in der Abluft aus kerntechnischen Anlagen zu einer restriktiven Genehmigungspraxis geführt, so dass aus der Verordnung abzuleitende Höchstwerte der Dosis ionisierender Strahlung oder der Konzentration radioaktiver Stoffe in der Umwelt von Anfang an z.T. erheblich unterschritten werden /88/.

Einzelheiten über die in der Genehmigungspraxis benutzten Grenzwerte für die Ableitung radioaktiver Abluft und Abwasser sind in /88/ zusammengestellt, so dass auf eine Diskussion hier verzichtet werden kann.

B) Zukünftige Entwicklung

Bedingt durch den schnellen Anstieg des Kernenergieeinsatzes ist für die nahe Zukunft auf dem Gebiet des Atom- und Strahlenschutzrechts eine Vielzahl neuer Bestimmungen zu erwarten, die in konsequenter Anwendung der Bestimmungen der SSVO

erstellt werden. In verstärktem Maße werden sich in diesen neuen Bestimmungen Belange der Sicherheit kerntechnischer Anlagen, Risiken beim Transport und der Endlagerung radioaktiver Stoffe sowie die regionale Belastung durch erhöhte Standortdichte niederschlagen /34/.

9.3 Technische Maßnahmen zur Verminderung von Umweltbelastungen durch kerntechnische Anlagen

9.3.1 Radioaktive Abgase, Spaltjod, Aerosole

Die in der Abluft von Wiederaufarbeitungsanlagen und Kernkraftwerken enthaltenen radioaktiven Edelgase belasten im Augenblick und auch in naher Zukunft die Umwelt nur in sehr geringem Maß. Wegen der grossen Zuwachsraten der Kernenergie werden jedoch auch diese Probleme zunehmend an Bedeutung gewinnen.

Es wurden daher mehrere Verfahren zur Abtrennung der Spaltedelgase aus den Abgasen kerntechnischer Anlagen entwickelt, die zusammen mit Aussagen über Vor- und Nachteile in Anhang A-2 zusammengestellt sind (nach /91/ und dort zitierte Literatur). Von den acht dort genannten Verfahren werden gegenwärtig nur die beiden ersten in grösserem Maßstab an Kernkraftwerken als Verzögerungsstrecken benutzt, um die kurzlebigen Krypton und Xenon-Isotope abklingen zu lassen. Die Emission von Krypton⁸⁵ wird dadurch nicht verringert. Für eine endgültige Abtrennung und Lagerung von Krypton⁸⁵ aus den Abgasen von Wiederaufbereitungsanlagen liegen halbtechnische Untersuchungen mit den Verfahren 3 und 4 der Tabelle im Anhang vor. Als aussichtsreichstem Verfahren wird der Tieftemperatur-Rektifikation gegenwärtig in der Bundesrepublik der Vorzug gegeben. Bei entsprechendem Aufwand lassen sich auch höhere Trennwerte als 98 % erzielen /92/.

Nach /87/ kann Spaltjod in der Abluft kerntechnischer Anlagen an Aerosole angelagert sowie gasförmig im elementaren Zustand und als organische Jodverbindung auftreten, wobei als organische Jodverbindung, abhängig von den Entstehungs-

bedingungen vorwiegend das Methyljodid angenommen wird.

Zur Abtrennung der gasförmigen Bestandteile des Spaltjods wurden zahlreiche Absorptions- und Adsorptionsmittel untersucht, die in Anhang A-2 zusammengestellt sind (nach /87/ und der darin zitierten Literatur). Diese Verfahren werden in heutigen Anlagen jedoch im regulären Betrieb noch nicht eingesetzt.

Die in der Abluft von kerntechnischen Anlagen befindlichen Aerosole werden durch Feinstfilter mit hohem Wirkungsgrad weitgehend entfernt.

9.3.2 Radioaktive Abwasser

Radioaktive Abwasser müssen durch Dekontaminierung soweit gereinigt werden, bis die Konzentration an Radionukliden unter den behördlich zulässigen Grenzwerten liegt (für Tritium z.B. 5000 pCi/l) /57/.

Steht genügend Verdünnungswasser zur Verfügung, können die radioaktiven Abwasser stark verdünnt in Flüsse und Kanalisationen abgeleitet werden. Die Verdünnung als Beseitigungsverfahren wendet man bei kleinen Mengen schwachaktiver Abwasser (10^{-4} Ci/m³) an /87/.

Für höher aktive Mengen von Abwassern benutzt man Dekontaminationsverfahren, die die gelösten und suspendierten radioaktiven Stoffe vom Wasser abtrennen. Im wesentlichen werden dabei folgende Verfahren angewendet:

- C h e m i s c h e F ä l l u n g . Die erreichbaren Dekontaminationsfaktoren liegen bei der Fällung zwischen zwei und einigen hundert.
- I o n e n a u s t a u s c h v e r f a h r e n . Dabei werden die radioaktiven Substanzen in den vorwiegend organischen Austauschern zurückgehalten, die danach entweder regeneriert oder verworfen werden. Erreichbare Dekontaminationsfaktoren liegen zwischen einigen zehn und tausend.
- V e r d a m p f e n . Dies ist das teuerste, aber auch wirkungsvollste Verfahren. Die Aktivität bleibt im

Rückstand, während sehr reines Wasser abdestilliert wird. Es sind damit Dekontaminationsfaktoren von zehntausend und mehr zu erzielen.

Kosten konnten für diese Verfahren nicht in Erfahrung gebracht werden.

Das Tritium lässt sich mit den genannten Verfahren nicht vom Wasser abtrennen. Die Freigrenze des Tritiums (Flussstandard 5000 pCi/l) erlaubt jedoch heute die Beseitigung grosser Mengen von Tritium durch Verdünnung. Für den hohen Tritiumanfall in Wiederaufbereitungsanlagen wird sich dieses Verfahren jedoch in absehbarer Zeit nicht mehr anwenden lassen. Neben verfahrenstechnischen Anlagen zur Tritium-Abtrennung wird daher die Möglichkeit der Einleitung in isolierte Aquiferspeicher untersucht.

9.3.3 Emissionen während des Transports

Der Umweltbelastung durch Transporte von radioaktivem Material wird durch die Konstruktion von Spezialbehältern entgegengewirkt. Darüberhinaus werden in Zukunft die Standorte vor allem der Wiederaufbereitungsanlagen und der Endlagerstätten auch im Hinblick auf die Minimierung der notwendigen Transportwege gewählt werden müssen.

9.3.4 Bodenbelastung

Die bei der Wasserdekontamination anfallenden wässrigen Konzentrate und die festen Rückstände von anderen Zyklusstationen müssen über die zum vollständigen Abklingen der Aktivität erforderlichen Zeiträume sicher gelagert werden /57/.

Die schwach- und mittelaktiven Konzentrate werden zu diesem Zweck z.B. durch Verrühren mit Zement in ein festes Produkt überführt. Durch Einrühren in heisses Bitumen kann aus den wässrigen Konzentraten das Wasser ausgetrieben und die verbleibenden Salze in Bitumen fest gebunden werden. Beide Verfahren sind in der Praxis gut erprobt.

Hochaktive Konzentrate werden nach Verdampfung mit geeigneten Zuschlagstoffen zu Gläsern oder keramischen Massen

geschmolzen, die sowohl gegen die aufgrund der Zerfallwärme auftretenden hohen Temperaturen als auch gegen die hohen Strahlenbelastungen beständig sind. Die entsprechenden Verfahren befinden sich noch in Erprobung, werden aber rechtzeitig zur Verfügung stehen, da erst Anfang der achtziger Jahre grössere Mengen hochaktiver Flüssigkeiten anfallen werden.

Nach den genannten Behandlungen können die radioaktiven Konzentrate sicher transportiert und gelagert werden.

Die Behandlung der festen radioaktiven Abfälle ist je nach Materialeigenschaft unterschiedlich. Sofern sie brennbar sind, werden sie verbrannt, wobei die verbleibende Asche wiederum meist in Beton oder Bitumen fixiert wird. Die Verbrennungsluft kann bis auf Atemluftkonzentration gereinigt werden. Durch die Veraschung wird eine erhebliche Volumenreduktion erzielt und die Sicherheit von Transport und Lagerung erhöht. Die nicht brennbaren festen Abfälle können durch Pressen in ihrem Volumen eingeengt werden, eventuell nach vorheriger mechanischer Zerkleinerung. Die Presslinge werden in der Regel wiederum in Fässern verpackt und in Beton eingebettet. Die entsprechenden Einrichtungen sind technisch erprobt.

Die auf ein kleines Volumen reduzierten radioaktiven Konzentrate werden anschliessend so gelagert, dass keine unzulässigen Mengen an Radionukliden in den Biozyklus gelangen.

Die Zeiträume, für die die radioaktiven Abfälle von der Biosphäre isoliert bleiben müssen, betragen einige Jahrhunderte, in Sonderfällen, wie z.B. bei Plutoniumabfällen, sogar einige Jahrtausende. Für diese "Endlagerung" kommen daher nur solche Strukturen in Frage, die durch ihre Geschichte über vergleichbare Zeiträume den Nachweis über ihre vollkommene Isolierung vom Biozyklus und langfristige Stabilität geliefert haben. Dies ist bei bestimmten geologischen Formationen gegeben. Nach der bei Fachleuten vorherrschenden Meinung erfüllen zahlreiche Steinsalzformationen die Voraussetzungen für die Einrichtung von Endlagern für radioaktive Abfälle in hervorragender Weise.

In der Bundesrepublik ist zunächst das stillgelegte Salzbergwerk Asse als Versuchsstelle für die Endlagerung radioaktiver Rückstände vorgesehen. Es liegt in einem mehrere Kilometer langen Salzsattel in einer Tiefe von etwa 400 m bis mehr als 1000 m.

Seit 1967 werden im Salzbergwerk Asse verfestigte schwach aktive Abfälle gelagert. Dies geschieht durch einfaches Stapeln in den alten Abbaukammern. Das Volumen dieser Kammern reicht nach den bisherigen Schätzungen bis zum Jahr 2000 für alle in der BRD anfallenden schwachaktiven Abfälle aus.

Die mittelaktiven Abfälle müssen wegen ihrer höheren Aussenstrahlung in Abschirmbehältern in das Bergwerk eingebracht werden. Von einer besonders hierfür hergerichteten Einrichtung werden dann die Abfallfässer unter Wahrung der vollen Strahlenabschirmung in die vorgesehene Lagerkammer abgelassen. Dieses System ist sehr einfach, aber in erster Linie für kleine Durchsätze geeignet. Für neue Grossanlagen müssen andere technische Verfahren entwickelt werden. Um einen Engpass zu vermeiden, wird z.Z. ein Bohrloch errichtet, durch das später die mittelaktiven Abfälle von einer speziellen oberirdischen Entladeeinrichtung ohne Abschirmbehälter direkt bis in eine grosse Lagerkaverne abgesenkt werden können. Mit diesem System werden auch grosse Durchsätze einfach zu beherrschen sein /57/.

Die ersten verfestigten hochaktiven Abfälle (Glaskörper in Edelstahlzylindern) werden 1976 zur Verfügung stehen. Sie sollen dann in über 800 m Tiefe in einzelne vertikale Bohrlöcher abgesenkt werden, die, nachdem sie weitgehend mit Glasblöcken gefüllt sind, mit gemahlenem Salz aufgefüllt werden. Durch diese Art der Lagerung wird sichergestellt, dass die in den hochaktiven Abfällen freigesetzte Zerfallswärme über das Salz ausreichend abgeführt wird. Die höhere Temperatur bewirkt ein verstärktes plastische Fliessen des Salzes, so dass die Glasblöcke schon nach relativ kurzer Zeit vollkommen dicht im Salz eingebettet sind. Obwohl die

hochaktiven Abfallzylinder aus Gründen der Wärmeleitung in grossen Abständen voneinander gelagert werden müssen, würde die Kapazität des Salzbergwerkes Asse auch für diese Abfallkategorie bis zum Jahr 2000 ausreichen /57/.

III. Anhänge

1. A n h a n g A-1

Entschwefelung von Brennstoffen und Rauchgasen

Für die Reduzierung der SO_2 -Emissionen an Feuerungsanlagen stehen verschiedene Möglichkeiten zu Verfügung. Die Auswahl des anzuwendenden Prozesses hängt stark von den jeweils vorherrschenden Gegebenheiten ab /95/:

- Grösse der Feuerung
- Zahl der jährlichen Benutzungsstunden
- Schwefelgehalt im Brennstoff
- technische Möglichkeit der Entschwefelung eines Brennstoffes
- geforderter Entschwefelungsgrad.

Durch die im Bundesimmissionsschutzgesetz und der TA-Luft erlassenen Grenzwerte für SO_2 -Immissionen wurde in der Bundesrepublik die Diskussion um die Vor- und Nachteile der verschiedenen Entschwefelungsmethoden stark angeregt. Es sind daher in jüngerer und jüngster Zeit eine ganze Reihe von Untersuchungen und Studien veröffentlicht worden, z.B. /15/, /69/, /95/ und /96/, in denen unter teilweise verschiedenen Aspekten der gesamte Problemkreis behandelt wurde. Es würde den Rahmen dieses Berichts weit sprengen, wenn alle technischen und wirtschaftlichen Aussagen dieser Studien zusammengetragen würden.

Es sollen daher im wesentlichen basierend auf /15/ und /95/ im folgenden die wichtigsten Aspekte zusammengefasst werden.

a) Entschwefelung von schwerem Heizöl

Schwefel liegt im Mineralöl in verschiedenen aliphatischen- und Ring-Verbindungen vor. Je höher die Siedegrenze einer Fraktion liegt, desto mehr ist mit dem Auftreten von Thiophenen und mehrkernigen Ringverbindungen zu rechnen. Durch Destillation unter atmosphärischem oder vermindertem Druck wird die Verteilung der Schwefelverbindungen geändert. Es

ergibt sich ein schwefelarmes Destillat und ein Rückstand, der den grössten Teil des Schwefels vor allem in Form von kompletten Mehrring-Verbindungen enthält. Dabei reichern sich auch die bei der Entschwefelung störenden Metalle (z.B. Nickel, Vanadium) im Rückstand an.

Die Entschwefelung der niedrigsiedenden Destillate mit Katalysatoren ist heute ein gängiges Verfahren und wird seit Jahren z.B. zur Entschwefelung von Heizöl EL und Dieselöl eingesetzt.

Die Entschwefelung der Rückstände der atmosphärischen Rohöldestillation kann auf direktem und indirektem Weg erfolgen.

Die direkte katalytische Entschwefelung wird in einigen grosstechnischen Anlagen der Welt betrieben. Es können dabei aber nur solche atmosphärischen Rückstände eingesetzt werden, die arm an Asphalt- und Metallverbindungen sind. Die in grosstechnischen Anlagen erreichten Entschwefelungsgrade belaufen sich auf ca. 75 %, jedoch bestehen in Japan Pläne zur Installation von Anlagen mit höheren Entschwefelungsgraden /95/.

Die Kosten für die direkte Entschwefelung betragen für atmosphärische Rückstände mit S-Gehalten von 1,5 bis 4,6 % bei 1 % Schwefel im entschwefelten Öl etwa 25 bis 70 DM/t /95/.

Diese Kosten können jedoch für relativ kleine Anlagen, mit denen z.B. bestehende Raffinerien nachgerüstet werden müssen, bis zu 50 % höher sein /95/.

Die direkte Entschwefelung von asphalt- und metallreichen Rohölrückständen wird heute noch nicht durchgeführt, da der hohe Katalysatorverbrauch diesen Prozess unwirtschaftlich macht.

Stattdessen wird zur Entschwefelung von atmosphärischen Rückständen, die einer direkten Entschwefelung nicht zugänglich sind, ein indirektes Verfahren eingesetzt: der Rückstand wird einer Vakuumdestillation unterworfen und das erhaltene Destillat entschwefelt. Anschliessend wird der

schwefelreiche Rückstand mit dem entschwefelten Destillat gemischt. Dieses Verfahren führt je nach Herkunft des Rückstandes zu Entschwefelungsgraden zwischen 25 und 40 %. Die Kosten für die indirekte Entschwefelung betragen bei voller Rückmischung des Vakuum-Rückstandes etwa 20 bis 25 DM/t /95/.

Würde der gesamte hochschwefelhaltige atmosphärische Rückstand in der Bundesrepublik (bezogen auf die Rohölschätzung der EG für 1980) entschwefelt, so würden ca. 810000 t Schwefel/a entfernt /95/.

Der Energie-Eigenverbrauch von Entschwefelungsanlagen beträgt - abhängig von der Herkunft des Rückstandes und vom Entschwefelungsgrad - zwischen 5 und 15 % des Gemischproduktes /95/. Nach /95/ müssen vor Einsatz der Entschwefelungsverfahren in grossem Maß in der Bundesrepublik auf folgenden Gebieten Forschungsanstrengungen unternommen werden:

- Wirtschaftliche Aufarbeitung der Mengen anfallender metallbelegter Katalysatoren, die für eine weitere Verwendung unbrauchbar sind. Eine Deponie dieser Stoffe ist aufgrund verschiedener Gesichtspunkte unerwünscht.
- Verfahrenstechnische Verbesserungen solcher Verfahren, die es gestatten, auch hoch asphalt- und metallhaltige Rückstände zu entschwefeln. Für die Anwendung der Entasphaltierung muss ein wirtschaftlich und technisch sinnvoller Einsatz der hoch schwefel- und metallhaltigen Asphalte gefunden werden.

b) Entschwefelung von Steinkohle

Der Schwefelgehalt der Steinkohle setzt sich zusammen aus einem organisch gebundenen und einem mineralisch vorliegenden Anteil. Bei Ruhrkohle z.B. sind diese beiden Anteile etwa gleich gross; der mineralische Teil ist überwiegend Pyrrit und liegt in Form von kleinen Körnern vor, die mit mechanisch-physikalischen Verfahren abgetrennt werden können. Bei der Anwendung dieser Verfahren ist es möglich, grosse Teile der Kraftwerkskohle mit einem durchschnittlichen S-Gehalt von gegenwärtig 1,3 % auf 1,0 % zu entschwefeln /95/, /98/, /99/.

Werden diese Verfahren angewandt, um das bei der Aufbereitung der Rohkohle zu Vollwertkohle anfallende Mittelgut zu entschwefeln, so kann dessen S-Gehalt von 2,7 % auf 1,35 % gesenkt werden. Nach /95/ ist es theoretisch möglich, durch Mischen der entsprechenden Mengen des so aufbereiteten Mittelgutes mit der Kraftwerksvollwertkohle die vom Energieprogramm (1973) der Bundesregierung zur Verstromung vorgesehenen 30 Mio t SKE/a auf insgesamt 1 % Schwefel zu bringen. Es könnte dadurch eine Verminderung der Schwefel-emission um ca. 130 000 t/a erzielt werden. Die notwendigen Investitionen würden 180 Mio DM, die Betriebskosten etwa 135 Mio DM/a betragen /95/.

c) Umwandlung von Brennstoffen

Die hydrierende Umwandlung von Kohle in flüssige und gasförmige Brennstoffe, die leicht entschwefelt werden können, ist technisch möglich und wurde schon vor dem zweiten Weltkrieg in Deutschland durchgeführt. Bei den derzeitigen Kostenstrukturen muss jedoch davon ausgegangen werden, dass diese Verfahren gegenüber der Herstellung schwefelarmer, flüssiger Brennstoffe derzeit nicht konkurrenzfähig sind.

Die Möglichkeit, Brennstoffe (Kohle, Öle) in brennbare Gase umzuwandeln, ist seit langem bekannt. Derartige Gase werden in der chemischen Industrie für Synthesen eingesetzt und dienen seit langem der Stadtgasversorgung. In diese Verfahren integrierbar sind Verfahrensschritte zur nahezu völligen Entfernung der Schwefelverbindungen aus den Gasen. Dabei wird der Schwefel durch Luft oder Sauerstoff partiell oxidiert und durch bekannte Gasreinigungsverfahren nahezu vollständig entfernt /15/, /95/.

Der Einsatz solcher Verfahren für den Betrieb von Grossfeuerungen (z.B. thermische Kraftwerke) ist noch nicht erprobt.

Die Möglichkeit, Brennstoffe unter äusserer Zufuhr von Wärme (z.B. aus Hochtemperatur-Kernreaktoren) in entschwefelte Gase umzuwandeln, kann in der Zukunft in Abhängigkeit von der Verfügbarkeit billiger Wärme ebenso wie die Kohledruckvergasung wirtschaftlich interessant werden.

d) Rauchgasentschwefelung

Bei den Verfahren zur Rauchgasentschwefelung unterscheidet man die Nass- und die Trockenentschwefelung.

Die Nassentschwefelungsverfahren arbeiten im Bereich des Taupunktes, d.h. der Wasserdampfsättigung der Rauchgase /15/. Die in die Anlage eintretenden Rauchgase werden durch Verdampfung von zugeführtem Wasser bis zur Taupunkttemperatur gekühlt. In einem nachgeschalteten Adsorber wird das SO_2 aus dem Rauchgas ausgewaschen. Als adsorbierende Stoffe kommen Alkalien, Erdalkalien, Metalloxide und organische, den Alkalien chemisch ähnliche Verbindungen in Frage, wobei gute Wasserlöslichkeit und hohe Reaktivität gegenüber SO_2 vorteilhaft sind. Diese Adsorbentien werden in Form von klaren Lösungen oder als Aufschlämmungen und Suspensionen eingesetzt. Um zu verhindern, dass die Rauchgasfahne absinkt, bzw. ein Teil des aus dem Kamin austretenden Wasserdampfes sofort kondensiert und mit Teilen des Restschwefelgehaltes in der Nähe des Kamins zum Boden gelangt, müssen die Rauchgase hinter den Adsorbern genügend über ihren Taupunkt hinaus erwärmt werden.

Bei den Trockenentschwefelungsverfahren ändert sich der Wasserdampfgehalt der Rauchgase beim Durchtritt durch den Adsorber nur unwesentlich. /15/. Es wird also kein Zusatzwasser zur Wasserdampfsättigung und keine Wärme zur Wiederaufheizung der Rauchgase benötigt. Den daraus resultierenden Betriebskosteneinsparungen stehen allerdings grössere Investitionsanforderungen infolge der meist geringeren Bindungskräfte bei Abwesenheit von Wasser gegenüber /15/. Als Adsorbentien können die meisten Stoffe dienen, die auch bei der Nassentschwefelung eingesetzt werden. Sie werden als Pulver oder Granulat auf Gleichstrom-Kontaktstrecken mit dem Rauchgas in Verbindung gebracht und anschliessend von diesem über Zyklone und Filter abgetrennt.

Die Zahl der nach diesen beiden Prinzipien arbeitenden technischen Verfahren oder Vorschlägen ist gross /15/, /63/,

/69/, /95/, /96/, /97/. Der Entwicklungsstand der einzelnen Verfahren ist unterschiedlich.

Problematisch ist in vielen Fällen der Verbleib der Endprodukte der Entschwefelung (z.B. elementarer Schwefel, Salze der verschiedenen Schwefelsäuren). Für einige dieser Produkte ist eine technische Weiterverwendung möglich, für andere bleibt nach dem heutigen Stand des Wissens nur die Deponie /55/, /69/.

In der Bundesrepublik sind derzeit noch keine Entschwefelungsanlagen für Grossfeuerungen in Betrieb. Anhand von Angeboten wurden in /95/ aufgrund des Standes vom Dezember 1973 für eine 600 MW-Anlage Betriebskosten von 1,3 bis 2,2 DPf/kWh und Investitionskosten zwischen 55 und 180DM/kW installierter Leitung errechnet. Die Angaben beruhen auf einem speziellen Satz von Randbedingungen für die Anlagen und können daher nur als Anhaltswerte angesehen werden. Die Kostenentwicklung insgesamt und die Fortentwicklung einzelner Verfahren bis zur Anwendungsreife in Grossanlagen können diese Kostenrechnungen noch erheblich verändern. Der Energieverbrauch für die Rauchgasentschwefelung beträgt zwischen 6 und 16 %, bezogen auf den Einsatz in die Feuerung /95/. Ein Teil dieses Eigenverbrauchs (ca. 5 %) dient bei den nassen Verfahren zur Wiederaufheizung der Rauchgase, ein anderer Teil zur Reduktion von SO_2 zu elementarem Schwefel.

2. A n h a n g A-2

a) Verfahren zur Abtrennung von Edelgasen und Jod aus der Abluft kerntechnischer Anlagen

Die Tabelle stellt die wichtigsten Merkmale der heute bekannten Verfahren zur Abtrennung von Krypton und Xenon aus den Abgasen kerntechnischer Anlagen zusammen (nach /87/ bzw. /91/). Die in der zweiten Spalte aufgeführten Abtrennungsgrade können nur als Anhaltswerte gelten.

Verfahren	Mögliche Abtrennung (Gewinnung des Kr)	Vorteile	Nachteile	Bemerkungen
1. Adsorption an Aktivkohle oder Molsieben bei Raumtemperatur	99 %	einfache Methode	grosse Mengen Adsorber notwendig, Kohle kann sich entzünden, oxidierende Gase vorher beseitigen	Anlagen vorwiegend in KKW eingesetzt
2. Tieftemperaturadsorption an Aktivkohle oder Silicagel	99 %	geringes Bettvolumen	Kohle kann sich entzünden, oxidierende Gase, CO ₂ und H ₂ O vorher entfernen, hoher Verbrauch an flüssigem N ₂ , grosse Betriebskosten	Entwicklung abgeschlossen, Anlagen sind in Betrieb; Einsatz in KKW (Xe-, Kr-Rückhaltung aus Abgasen, Reinigung des Primärkühlmittels He) WA (Eindscale)
3. Flüssigabsorption (Extraktion)	98 %	Verwendung von Freon 12, keine Explosionsgefahr, keine grosse Vorbehandlung des zu reinigenden Abgases notwendig	Absorberkolonne arbeitet unter erhöhtem Druck (28 bis 72 at)	Anlagen für KKW werden angeboten, Pilotanlage auch für WA
4. Kryogene Destillation (Luftverflüssigung, Claude-Verfahren)	98 %	relativ geringe Investitions- und Betriebskosten	Explosionsgefährdung durch Bildung von Ozon	Verfahren in der konventionellen Technik erprobt
5. Clathratbildung (Einschlussverbindungen von Chinon und Hydrochinon)	unbekannt	Kr bzw. Kr/Xe liegt als "fester Stoff" vor	Kr muss vorkonzentriert werden, Anlagen arbeiten diskontinuierlich	Untersuchungen zur Strahlenbeständigkeit noch notwendig, nur Laborergebnisse
6. Membrandiffusion (Silicongummimembran)	99 %	Anlage arbeitet kontinuierlich	Membrane sind gegenüber Chemikalien empfindlich, grosse Energiekosten	Laboranlagen arbeiten Verfahren könnte Anwendung finden für: Abluftreinigung in KKW, Reinigung der Abgase in WA, Reinigung von Schutzgas des SBR
7. Thermodiffusion	keine Daten verfügbar			
8. Valenzverbindungen der Edelgase (Fluoride, Fluorokomplexe)	unbekannt	gegebenenfalls feste Stoffe erhältlich	chemisch aggressive Reaktionsbedingungen	nicht abgeschlossen

Erklärung der Abkürzungen:

KKW - Kernkraftwerk
 WA - Wiederaufbereitungsanlage
 SBR - schneller Brutreaktor

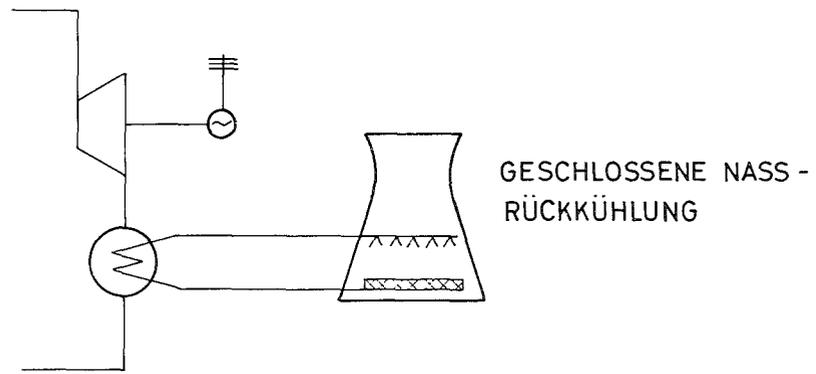
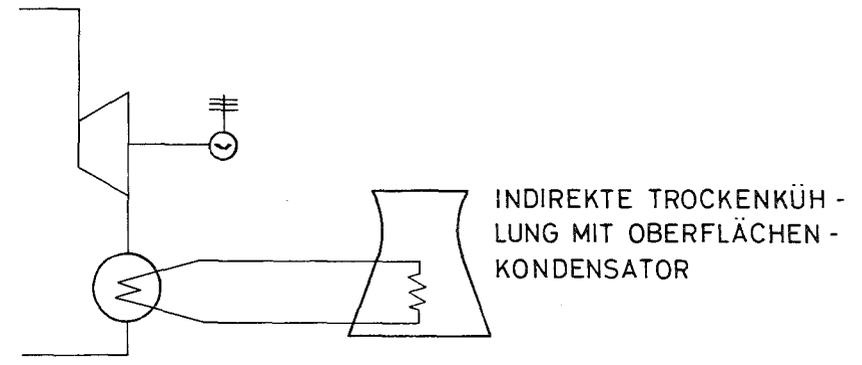
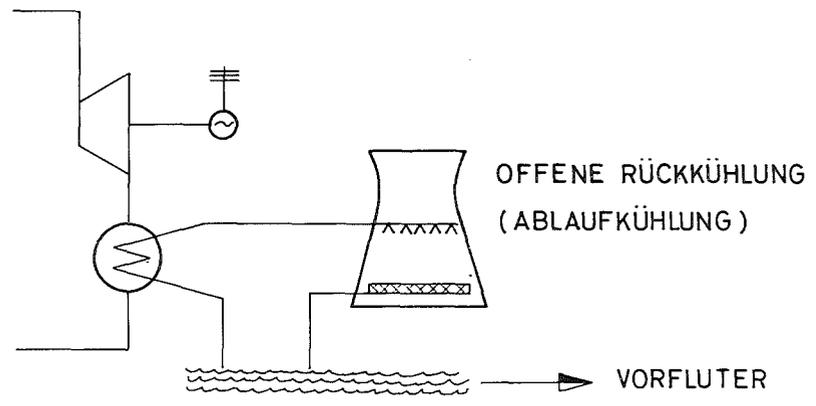
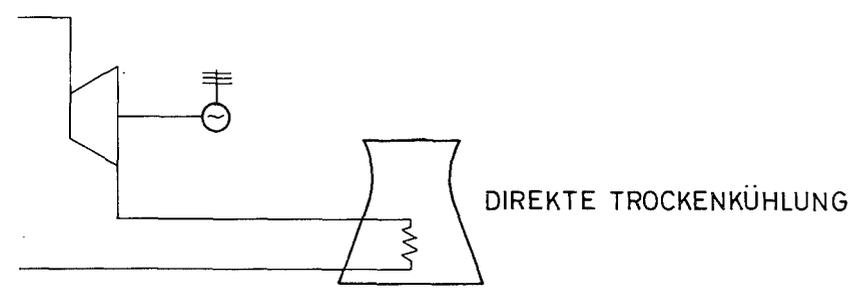
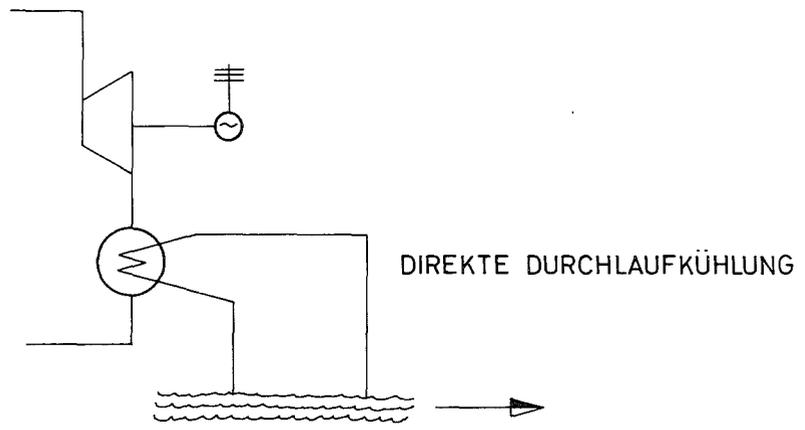
b) Sorbenzien zur Abtrennung von Spaltjod

In der Tabelle sind die wichtigsten Sorbenzien zur Abtrennung von Spaltjod aus der Abluft kerntechnischer Anlagen zusammengestellt (nach /87/ bzw. /91/). Die in der zweiten Spalte angeführten Dekontaminationsfaktoren können nur als Anhaltswerte gelten.

Sorbenzien	Erreichbarer Dekontaminationsfaktor	Einsatzort	Bemerkungen
1. Aktivkohle unimprägniert	$10^{-1} - 10^{-3}$ (durch Laboruntersuchungen ermittelt) $8 \cdot 10^{-2}$ (Werte aus techn. Anlagen)	spezielle Laboratorien KKW	unimprägnierte Aktivkohle verschlechtert ihre Effektivität bei Zunahme der Luftfeuchte und ist schlecht wirksam für organische Jodverbindungen
2. Aktivkohle imprägniert			
2.1 mit KJ (Isotopenaustausch)	10^4	KKW und gelegentlich WA	für organische Jodverbindungen haben nur imprägnierte Aktivkohlen eine genügend große Effektivität
2.2 mit Alkylaminen	$10^3 - 10^4$	geringer Einsatz	die Effektivität imprägnierter Aktivkohlen bei höherem Feuchtegehalt ändert sich kaum (0,1 bis 90 % Feuchte) allgemein gilt für Aktivkohlen: leicht oxydierbar (Gefahr eines Brandes) - Stickoxidgehalt des Abgases muß 3 % sein
3. Molsiebe (Typen X und A sowie Filtrolit), unimprägniert	10^3		H ₂ O-Dampf und Stickoxide werden unter diesen Bedingungen ebenfalls gut adsorbiert
4. Molsiebe, imprägniert mit Ag	10^4	z.Z. noch nicht eingesetzt, scheint besonders für WA geeignet	gute Adsorption von J und organischen Jodverbindungen auch bei großem Feuchtegehalt (0-98 %)
5. Bi-dotiertes γ-Zirkoniumoxid	10^3	bisher nicht eingesetzt	effektiv nur für elementares Jod (Preis geringer als für Ag-imprägnierte Molsiebe)
6. Bornitrid	10^2	bisher nicht eingesetzt	außerordentlich spezifisch für elementares Jod; Feuchtegehalt und Gaszusammensetzung der Abgase haben keinen Einfluß auf die Trenneffektivität; hoher Preis: 300 mal teurer als Aktivkohle
7. Ionenaustauscher stark basisch	10^4	bisher kaum eingesetzt	große Adsorptionskapazität für gasförmiges Jod, größere Trenneffektivität als bei Aktivkohle, Cu-Kugeln und Molsieben bei gleichem Druckverlust
8. Silberreaktor (Betriebstemp. 200°C)	200	WA	der Ag-Reaktor ist gegen Verunreinigungen oder Oberflächenkontamination anfälliger als Aktivkohle (größere O ₂ - und NO ₂ -Konzentration erhöhen den Partialdruck des J ₂)
9. Absorption durch Lösungen (Waschtürme)			Wirksamkeit gegen organische Jodverbindungen gering
9.1 Alkalische Thio- sulfatlösung (0,1 m)	200	WA	Abnahme der Kapazität durch Bildung von Nitraten aus Stickoxiden
9.2 saure Wäsche mit Zusatz von Hg (NO ₃) ₂	10^3	WA	große Trenneffektivität für J ₂ und organische Jodverbindungen

3. Anhang A-3

Schalterschemata der verschiedenen Kühlverfahren



4. A n h a n g A-4

Bundesimmissionsschutzgesetz (BImSchG) im Wortlaut

**Gesetz
zum Schutz vor schädlichen Umwelteinwirkungen
durch Luftverunreinigungen, Geräusche, Erschütterungen
und ähnliche Vorgänge
(Bundes-Immissionsschutzgesetz - BImSchG)**

Vom 15. März 1974 (BGBl. I S. 721)

Inhaltsübersicht

Erster Teil	Zweiter Abschnitt
Allgemeine Vorschriften	Nicht genehmigungsbedürftige Anlagen
§ 1 Zweck des Gesetzes	§ 22 Pflichten der Betreiber nicht genehmigungsbedürftiger Anlagen
§ 2 Geltungsbereich	§ 23 Anforderungen an die Errichtung, die Beschaffenheit und den Betrieb nicht genehmigungsbedürftiger Anlagen
§ 3 Begriffsbestimmungen	§ 24 Anordnungen im Einzelfall
	§ 25 Untersagung
Zweiter Teil	Dritter Abschnitt
Errichtung und Betrieb von Anlagen	Ermittlung von Emissionen und Immissionen
Erster Abschnitt	
Genehmigungsbedürftige Anlagen	
§ 4 Genehmigung	§ 26 Messungen aus besonderem Anlaß
§ 5 Pflichten der Betreiber genehmigungsbedürftiger Anlagen	§ 27 Emissionserklärung
§ 6 Genehmigungsvoraussetzungen	§ 28 Erstmalige und wiederkehrende Messungen bei genehmigungsbedürftigen Anlagen
§ 7 Anforderungen an die Errichtung, die Beschaffenheit und den Betrieb genehmigungsbedürftiger Anlagen	§ 29 Kontinuierliche Messungen
§ 8 Teilgenehmigung	§ 30 Kosten der Messungen
§ 9 Vorbescheid	§ 31 Auskunft über ermittelte Emissionen und Immissionen
§ 10 Genehmigungsverfahren	
§ 11 Einwendungen Dritter bei Teilgenehmigung und Vorbescheid	
§ 12 Nebenbestimmungen zur Genehmigung	
§ 13 Genehmigung und andere behördliche Entscheidungen	
§ 14 Ausschluß von privatrechtlichen Abwehransprüchen	
§ 15 Wesentliche Änderung genehmigungsbedürftiger Anlagen	
§ 16 Mitteilungspflicht	
§ 17 Nachträgliche Anordnungen	
§ 18 Erlöschen der Genehmigung	
§ 19 Vereinfachtes Verfahren	
§ 20 Untersagung, Stilllegung und Beseitigung	
§ 21 Widerruf der Genehmigung	
	Dritter Teil
	Beschaffenheit von Anlagen, Stoffen, Erzeugnissen, Brennstoffen und Treibstoffen
	§ 32 Beschaffenheit von Anlagen
	§ 33 Bauartzulassung
	§ 34 Beschaffenheit von Brennstoffen und Treibstoffen
	§ 35 Beschaffenheit von Stoffen und Erzeugnissen
	§ 36 Ausfuhr
	§ 37 Erfüllung von zwischenstaatlichen Vereinbarungen und Beschlüssen der Europäischen Gemeinschaften

Vierter Teil

Beschaffenheit und Betrieb von Fahrzeugen, Bau und Änderung von Straßen und Schienenwegen

- § 38 Beschaffenheit und Betrieb von Fahrzeugen
- § 39 Erfüllung von zwischenstaatlichen Vereinbarungen und Beschlüssen der Europäischen Gemeinschaften
- § 40 Verkehrsbeschränkungen bei austauschbaren Wetterlagen
- § 41 Straßen und Schienenwege
- § 42 Entschädigung für Schallschutzmaßnahmen
- § 43 Rechtsverordnung der Bundesregierung

Fünfter Teil

Überwachung der Luftverunreinigung im Bundesgebiet und Luftreinhaltepläne

- § 44 Feststellungen in Belastungsgebieten
- § 45 Verfahren der Messung und Auswertung
- § 46 Emissionskataster
- § 47 Luftreinhaltepläne

Sechster Teil

Gemeinsame Vorschriften

- § 48 Verwaltungsvorschriften
- § 49 Schutz bestimmter Gebiete
- § 50 Planung
- § 51 Anhörung beteiligter Kreise

- § 52 Überwachung
- § 53 Bestellung eines Betriebsbeauftragten für Immissionschutz
- § 54 Aufgaben
- § 55 Pflichten des Betreibers
- § 56 Stellungnahme zu Investitionsentscheidungen
- § 57 Vortragsrecht
- § 58 Benachteiligungsverbot
- § 59 Zuständigkeit bei Anlagen der Landesverteidigung
- § 60 Ausnahmen für Anlagen der Landesverteidigung
- § 61 Bericht der Bundesregierung
- § 62 Ordnungswidrigkeiten
- § 63 Straftaten
- § 64 Straftaten
- § 65 Verletzung der Geheimhaltungspflicht

Siebenter Teil

Schlußvorschriften

- § 66 Fortgeltung von Vorschriften
- § 67 Übergangsvorschrift
- § 68 Änderung gewerberechtl. Vorschriften
- § 69 Änderung des Atomgesetzes, des Gaststättengesetzes, des Schornsteinfegergesetzes und des Abfallbeseitigungsgesetzes
- § 70 Änderung verkehrsrechtlicher Vorschriften
- § 71 Überleitung von Verweisungen
- § 72 Aufhebung von Vorschriften
- § 73 Berlin-Klausel
- § 74 Inkrafttreten

liche Nachteile oder erhebliche Belästigungen für die Allgemeinheit oder die Nachbarschaft herbeizuführen.

(2) Immissionen im Sinne dieses Gesetzes sind auf Menschen sowie Tiere, Pflanzen oder andere Sachen einwirkende Luftverunreinigungen, Geräusche, Erschütterungen, Licht, Wärme, Strahlen und ähnliche Umwelteinwirkungen.

(3) Emissionen im Sinne dieses Gesetzes sind die von einer Anlage ausgehenden Luftverunreinigungen, Geräusche, Erschütterungen, Licht, Wärme, Strahlen und ähnlichen Erscheinungen.

(4) Luftverunreinigungen im Sinne dieses Gesetzes sind Veränderungen der natürlichen Zusammensetzung der Luft, insbesondere durch Rauch, Ruß, Staub, Gase, Aerosole, Dämpfe oder Geruchsstoffe.

- (5) Anlagen im Sinne dieses Gesetzes sind
1. Betriebsstätten und sonstige ortsfeste Einrichtungen,
 2. Maschinen, Geräte und sonstige ortsveränderliche technische Einrichtungen sowie Fahrzeuge, soweit sie nicht der Vorschrift des § 38 unterliegen, und
 3. Grundstücke, auf denen Stoffe gelagert oder abgelagert oder Arbeiten durchgeführt werden, die Emissionen verursachen können, ausgenommen öffentliche Verkehrswege.

(6) Stand der Technik im Sinne dieses Gesetzes ist der Entwicklungsstand fortschrittlicher Verfahren, Einrichtungen oder Betriebsweisen, der die praktische Eignung einer Maßnahme zur Begrenzung von Emissionen gesichert erscheinen läßt. Bei der Bestimmung des Standes der Technik sind insbesondere vergleichbare Verfahren, Einrichtungen oder Betriebsweisen heranzuziehen, die mit Erfolg im Betrieb erprobt worden sind.

(7) Dem Herstellen im Sinne dieses Gesetzes steht das Verarbeiten, Bearbeiten oder sonstige Behandeln, dem Einführen im Sinne dieses Gesetzes das sonstige Verbringen in den Geltungsbereich dieses Gesetzes gleich.

Zweiter Teil

Errichtung und Betrieb von Anlagen

Erster Abschnitt

Genehmigungsbedürftige Anlagen

§ 4

Genehmigung

(1) Die Errichtung und der Betrieb von Anlagen, die auf Grund ihrer Beschaffenheit oder ihres Betriebs in besonderem Maße geeignet sind, schädliche Umwelteinwirkungen hervorzurufen oder in anderer Weise die Allgemeinheit oder die Nachbarschaft zu gefährden, erheblich zu benachteiligen oder erheblich zu belästigen, bedürfen einer Genehmigung. Anlagen, die nicht gewerblichen Zwecken dienen und nicht im Rahmen wirtschaftlicher Unternehmungen Verwendung finden, bedürfen der Ge-

nehmigung nur, wenn sie in besonderem Maße geeignet sind, schädliche Umwelteinwirkungen durch Luftverunreinigungen oder Geräusche hervorzurufen. Die Bundesregierung bestimmt nach Anhörung der beteiligten Kreise (§ 51) durch Rechtsverordnung mit Zustimmung des Bundesrates die Anlagen, die einer Genehmigung bedürfen (genehmigungsbedürftige Anlagen).

(2) Keiner Genehmigung nach diesem Gesetz bedürfen Anlagen des Bergwesens, soweit sie der Aufsuchung oder Gewinnung von Bodenschätzen dienen.

§ 5

Pflichten der Betreiber genehmigungsbedürftiger Anlagen

Genehmigungsbedürftige Anlagen sind so zu errichten und zu betreiben, daß

1. schädliche Umwelteinwirkungen und sonstige Gefahren, erhebliche Nachteile und erhebliche Belästigungen für die Allgemeinheit und die Nachbarschaft nicht hervorgerufen werden können,
2. Vorsorge gegen schädliche Umwelteinwirkungen getroffen wird, insbesondere durch die dem Stand der Technik entsprechenden Maßnahmen zur Emissionsbegrenzung, und
3. die beim Betrieb der Anlagen entstehenden Reststoffe ordnungsgemäß und schadlos verwertet oder, soweit dies technisch nicht möglich oder wirtschaftlich nicht vertretbar ist, als Abfälle ordnungsgemäß beseitigt werden.

§ 6

Genehmigungsvoraussetzungen

Die Genehmigung ist zu erteilen, wenn

1. sichergestellt ist, daß die sich aus § 5 und einer auf Grund des § 7 erlassenen Rechtsverordnung ergebenden Pflichten erfüllt werden, und
2. andere öffentlich-rechtliche Vorschriften und Belange des Arbeitsschutzes der Errichtung und dem Betrieb der Anlage nicht entgegenstehen.

§ 7

Anforderungen an die Errichtung, die Beschaffenheit und den Betrieb genehmigungsbedürftiger Anlagen

(1) Die Bundesregierung wird ermächtigt, nach Anhörung der beteiligten Kreise (§ 51) durch Rechtsverordnung mit Zustimmung des Bundesrates vorzuschreiben, daß die Errichtung, die Beschaffenheit und der Betrieb genehmigungsbedürftiger Anlagen zur Erfüllung der sich aus § 5 ergebenden Pflichten bestimmten Anforderungen genügen müssen, insbesondere, daß

1. die Anlagen bestimmten technischen Anforderungen entsprechen müssen,
2. die von Anlagen ausgehenden Emissionen bestimmte Grenzwerte nicht überschreiten dürfen und
3. die Betreiber von Anlagen Messungen von Emissionen und Immissionen nach in der Rechtsverordnung näher zu bestimmenden Verfahren vorzunehmen haben oder vornehmen lassen müssen

Der Bundestag hat mit Zustimmung des Bundesrates das folgende Gesetz beschlossen:

Erster Teil

Allgemeine Vorschriften

§ 1

Zweck des Gesetzes

Zweck dieses Gesetzes ist es, Menschen sowie Tiere, Pflanzen und andere Sachen vor schädlichen Umwelteinwirkungen und, soweit es sich um genehmigungsbedürftige Anlagen handelt, auch vor Gefahren, erheblichen Nachteilen und erheblichen Belästigungen, die auf andere Weise herbeigeführt werden, zu schützen und dem Entstehen schädlicher Umwelteinwirkungen vorzubeugen.

§ 2

Geltungsbereich

(1) Die Vorschriften dieses Gesetzes gelten für

1. die Errichtung und den Betrieb von Anlagen,
2. das Herstellen, Inverkehrbringen und Einführen von Anlagen, Brennstoffen und Treibstoffen, Stoffen und Erzeugnissen aus Stoffen nach Maßgabe der §§ 32 bis 37,

3. die Beschaffenheit, die Ausrüstung, den Betrieb und die Prüfung von Kraftfahrzeugen und ihren Anhängern und von Schienen-, Luft- und Wasserfahrzeugen nach Maßgabe der §§ 38 bis 40 und

4. den Bau öffentlicher Straßen sowie von Eisenbahnen und Straßenbahnen nach Maßgabe der §§ 41 bis 43.

(2) Die Vorschriften dieses Gesetzes gelten nicht für Flugplätze; sie gelten ferner nicht für Anlagen, Geräte, Vorrichtungen sowie Kernbrennstoffe und sonstige radioaktive Stoffe, die den Vorschriften des Atomgesetzes vom 23. Dezember 1959 (Bundesgesetzbl. I S. 814), zuletzt geändert durch das Kostenermächtigungs-Änderungsgesetz vom 23. Juni 1970 (Bundesgesetzbl. I S. 805), oder einer hier-nach erlassenen Rechtsverordnung unterliegen, soweit es sich um den Schutz vor den Gefahren der Kernenergie und der schädlichen Wirkung ionisierender Strahlen handelt.

§ 3

Begriffsbestimmungen

(1) Schädliche Umwelteinwirkungen im Sinne dieses Gesetzes sind Immissionen, die nach Art, Ausmaß oder Dauer geeignet sind, Gefahren, erheb-

(2) Wegen der Anforderungen nach Absatz 1 Satz 1 Nr. 1 bis 3 kann auf jedermann zugängliche Bekanntmachungen sachverständiger Stellen verwiesen werden; hierbei ist

1. in der Rechtsverordnung das Datum der Bekanntmachung anzugeben und die Bezugsquelle genau zu bezeichnen,

2. die Bekanntmachung bei dem Deutschen Patentamt archivmäßig gesichert niederzulegen und in der Rechtsverordnung darauf hinzuweisen.

§ 8

Teilgenehmigung

Auf Antrag kann eine Genehmigung für

1. die Errichtung einer Anlage oder eines Teils einer Anlage oder

2. die Errichtung und den Betrieb eines Teils einer Anlage

erteilt werden, wenn eine vorläufige Prüfung ergibt, daß die Voraussetzungen des § 6 im Hinblick auf die Errichtung und den Betrieb der gesamten Anlage vorliegen werden und ein berechtigtes Interesse an der Erteilung einer Teilgenehmigung besteht.

§ 9

Vorbescheid

(1) Auf Antrag kann durch Vorbescheid über einzelne Genehmigungsvoraussetzungen sowie über den Standort der Anlage entschieden werden, sofern die Auswirkungen der geplanten Anlage ausreichend beurteilt werden können und ein berechtigtes Interesse an der Erteilung eines Vorbescheides besteht.

(2) Der Vorbescheid wird unwirksam, wenn der Antragsteller nicht innerhalb von zwei Jahren nach Eintritt der Unanfechtbarkeit die Genehmigung beantragt; die Frist kann auf Antrag bis auf vier Jahre verlängert werden.

(3) Die Vorschriften der §§ 6 und 21 gelten sinngemäß.

§ 10

Genehmigungsverfahren

(1) Das Genehmigungsverfahren setzt einen schriftlichen Antrag voraus. Dem Antrag sind die zur Prüfung nach § 6 erforderlichen Zeichnungen, Erläuterungen und sonstigen Unterlagen beizufügen. Reichen die Unterlagen für die Prüfung nicht aus, so hat sie der Antragsteller auf Verlangen der zuständigen Behörde innerhalb einer angemessenen Frist zu ergänzen.

(2) Soweit Unterlagen Geschäfts- oder Betriebsgeheimnisse enthalten, sind die Unterlagen zu kennzeichnen und getrennt vorzulegen. Ihr Inhalt muß, soweit es ohne Preisgabe des Geheimnisses geschehen kann, so ausführlich dargestellt sein, daß es Dritten möglich ist, zu beurteilen, ob und in welchem Umfang sie von den Auswirkungen der Anlage betroffen werden können.

(3) Sind die Unterlagen vollständig, so hat die zuständige Behörde das Vorhaben in ihrem amtlichen Veröffentlichungsblatt und außerdem in örtlichen Tageszeitungen, die im Bereich des Stand-

ortes der Anlage verbreitet sind, öffentlich bekanntzumachen. Der Antrag und die Unterlagen sind, mit Ausnahme der Unterlagen nach Absatz 2 Satz 1, nach der Bekanntmachung zwei Monate zur Einsicht auszulegen; während dieser Frist können Einwendungen gegen das Vorhaben schriftlich oder zur Niederschrift bei der Behörde erhoben werden. Mit Ablauf dieser Frist werden alle Einwendungen ausgeschlossen, die nicht auf besonderen privatrechtlichen Titeln beruhen.

(4) In der Bekanntmachung nach Absatz 3 Satz 1 ist

1. darauf hinzuweisen, wo und wann der Antrag auf Erteilung der Genehmigung und die Unterlagen zur Einsicht ausgelegt sind;

2. dazu aufzufordern, etwaige Einwendungen bei einer in der Bekanntmachung zu bezeichnenden Stelle innerhalb der Auslegungsfrist vorzubringen; dabei ist auf die Rechtsfolgen nach Absatz 3 Satz 3 hinzuweisen;

3. ein Erörterungstermin zu bestimmen und darauf hinzuweisen, daß die formgerecht erhobenen Einwendungen auch bei Ausbleiben des Antragstellers oder von Personen, die Einwendungen erhoben haben, erörtert werden;

4. darauf hinzuweisen, daß die Zustellung der Entscheidung über die Einwendungen durch öffentliche Bekanntmachung ersetzt werden kann, wenn mehr als 500 Zustellungen vorzunehmen sind.

(5) Die für die Erteilung der Genehmigung zuständige Behörde (Genehmigungsbehörde) holt die Stellungnahmen der Behörden ein, deren Aufgabenbereich durch das Vorhaben berührt wird.

(6) Nach Ablauf der Einwendungsfrist hat die Genehmigungsbehörde die rechtzeitig gegen das Vorhaben erhobenen Einwendungen mit dem Antragsteller und denjenigen, die Einwendungen erhoben haben, zu erörtern. Einwendungen, die auf besonderen privatrechtlichen Titeln beruhen, sind auf den Rechtsweg vor den ordentlichen Gerichten zu verweisen.

(7) Der Genehmigungsbescheid ist schriftlich zu erlassen, schriftlich zu begründen und dem Antragsteller und den Personen, die Einwendungen erhoben haben, zuzustellen.

(8) Sind außer an den Antragsteller mehr als 500 Zustellungen vorzunehmen, so können diese Zustellungen durch öffentliche Bekanntmachung ersetzt werden. Die öffentliche Bekanntmachung wird dadurch bewirkt, daß der verfügbare Teil des Bescheides und die Rechtsbehelfsbelehrung in entsprechender Anwendung des Absatzes 3 Satz 1 bekanntgemacht werden; auf Auflagen ist hinzuweisen. In diesem Fall ist eine Ausfertigung des gesamten Bescheides vom Tage nach der Bekanntmachung an zwei Wochen zur Einsicht auszulegen. In der öffentlichen Bekanntmachung ist anzugeben, wo und wann der Bescheid und seine Begründung eingesehen und nach Satz 6 angefordert werden können. Mit dem Ende der Auslegungsfrist gilt der Bescheid als zugestellt; darauf ist in der Bekanntmachung hinzuweisen. Nach der öffentlichen Bekanntmachung können

der Bescheid und seine Begründung bis zum Ablauf der Widerspruchsfrist von den Personen, die Einwendungen erhoben haben, schriftlich angefordert werden.

(9) Die Absätze 1 bis 8 gelten entsprechend für die Erteilung eines Vorbescheides.

(10) Die Bundesregierung wird ermächtigt, durch Rechtsverordnung mit Zustimmung des Bundesrates die Grundsätze des Genehmigungsverfahrens zu regeln; in der Rechtsverordnung können auch Grundsätze des Verfahrens bei Erteilung einer Genehmigung im vereinfachten Verfahren (§ 19) sowie bei der Erteilung eines Vorbescheides (§ 9) und einer Teilgenehmigung (§ 8) geregelt werden.

(11) Der Bundesminister der Verteidigung wird ermächtigt, im Einvernehmen mit dem Bundesminister des Innern durch Rechtsverordnung mit Zustimmung des Bundesrates das Genehmigungsverfahren für Anlagen, die der Landesverteidigung dienen, abweichend von den Absätzen 1 bis 9 zu regeln.

(12) Absatz 11 gilt nicht im Land Berlin.

§ 11

Einwendungen Dritter bei Teilgenehmigung und Vorbescheid

Ist eine Teilgenehmigung oder ein Vorbescheid erteilt worden, können nach Eintritt ihrer Unanfechtbarkeit im weiteren Verfahren zur Genehmigung der Errichtung und des Betriebs der Anlage Einwendungen nicht mehr auf Grund von Tatsachen erhoben werden, die im vorhergehenden Verfahren fristgerecht vorgebracht worden sind oder nach den ausgelegten Unterlagen hätten vorgebracht werden können.

§ 12

Nebenbestimmungen zur Genehmigung

(1) Die Genehmigung kann unter Bedingungen erteilt und mit Auflagen verbunden werden, soweit dies erforderlich ist, um die Erfüllung der in § 6 genannten Genehmigungsvoraussetzungen sicherzustellen.

(2) Die Genehmigung kann auf Antrag für einen bestimmten Zeitraum erteilt werden. Sie kann mit einem Vorbehalt des Widerrufs erteilt werden, wenn die genehmigungsbedürftige Anlage lediglich Erprobungszwecken dienen soll.

(3) Die Teilgenehmigung kann für einen bestimmten Zeitraum oder mit dem Vorbehalt erteilt werden, daß sie bis zur Entscheidung über die Genehmigung widerrufen oder mit Auflagen verbunden werden kann.

§ 13

Genehmigung und andere behördliche Entscheidungen

Die Genehmigung schließt andere, die Anlage betreffende behördliche Entscheidungen ein, insbesondere öffentliche-rechtliche Genehmigungen, Zulassungen, Verleihungen, Erlaubnisse und Bewilligungen,

mit Ausnahme von Planfeststellungen, Zulassungen bergrechtlicher Betriebspläne, Zustimmungen sowie von behördlichen Entscheidungen auf Grund wasserrechtlicher und atomrechtlicher Vorschriften. § 4 des Energiewirtschaftsgesetzes vom 13. Dezember 1935 (Reichsgesetzbl. I S. 1451), zuletzt geändert durch das Außenwirtschaftsgesetz vom 28. April 1961 (Bundesgesetzbl. I S. 481), bleibt unberührt.

§ 14

Ausschluß von privatrechtlichen Abwehrensprüchen

Auf Grund privatrechtlicher, nicht auf besonderen Titeln beruhender Ansprüche zur Abwehr benachteiligender Einwirkungen von einem Grundstück auf ein benachbartes Grundstück kann nicht die Einstellung des Betriebs einer Anlage verlangt werden, deren Genehmigung unanfechtbar ist; es können nur Vorkehrungen verlangt werden, die die benachteiligenden Wirkungen ausschließen. Soweit solche Vorkehrungen nach dem Stand der Technik nicht durchführbar oder wirtschaftlich nicht vertretbar sind, kann lediglich Schadensersatz verlangt werden.

§ 15

Wesentliche Änderung genehmigungsbedürftiger Anlagen

(1) Die wesentliche Änderung der Lage, der Beschaffenheit oder des Betriebs einer genehmigungsbedürftigen Anlage bedarf der Genehmigung. Über den Genehmigungsantrag ist innerhalb einer Frist von sechs Monaten zu entscheiden. Die zuständige Behörde kann die Frist um jeweils drei Monate verlängern, wenn dies wegen der Schwierigkeit der Prüfung erforderlich ist.

(2) Die zuständige Behörde darf von der Auslegung des Antrags und der Unterlagen sowie von der öffentlichen Bekanntmachung des Vorhabens nur absehen, wenn nicht zu besorgen ist, daß durch die Änderung zusätzliche oder andere Emissionen oder auf andere Weise Gefahren, Nachteile oder Belästigungen für die Allgemeinheit oder die Nachbarschaft herbeigeführt werden.

§ 16

Mitteilungspflicht

Unbeschadet des § 15 Abs. 1 ist der Betreiber verpflichtet, der zuständigen Behörde nach Ablauf von jeweils zwei Jahren mitzuteilen, ob und welche Abweichungen von den Angaben zum Genehmigungsantrag einschließlich der beigefügten Unterlagen eingetreten sind. Dies gilt nicht für Angaben, die Gegenstand einer Emissionserklärung nach § 27 Abs. 1 sind.

§ 17

Nachträgliche Anordnungen

(1) Zur Erfüllung der sich aus diesem Gesetz und der auf Grund dieses Gesetzes erlassenen Rechtsverordnungen ergebenden Pflichten können nach Erteilung der Genehmigung Anordnungen getroffen

werden. Wird nach Erteilung der Genehmigung festgestellt, daß die Allgemeinheit oder die Nachbarschaft nicht ausreichend vor schädlichen Umwelteinwirkungen oder sonstigen Gefahren, erheblichen Nachteilen oder erheblichen Belästigungen geschützt ist, soll die zuständige Behörde nachträgliche Anordnungen treffen.

(2) Die Behörde darf eine nachträgliche Anordnung nicht treffen, wenn die ihr bekannten Tatsachen ergeben, daß die Anordnung

1. für den Betreiber und für Anlagen der von ihm betriebenen Art wirtschaftlich nicht vertretbar oder

2. nach dem Stand der Technik nicht erfüllbar ist. Ist zu erwarten, daß die in Satz 1 genannten Hinderungsgründe zu einem späteren Zeitpunkt wegfallen werden, so kann die Behörde die Anordnung mit der Bestimmung treffen, daß die Anordnung nach diesem Zeitpunkt zu erfüllen ist. Darf eine nachträgliche Anordnung nach Satz 1 nicht getroffen werden, soll die zuständige Behörde, sofern nicht eine Anordnung nach Satz 2 getroffen wird, die Genehmigung unter den Voraussetzungen des § 21 Abs. 1 Nr. 3 bis 5 ganz oder teilweise widerrufen; § 21 Abs. 3 bis 6 sind anzuwenden.

(3) Ist es zur Erfüllung der Anordnung erforderlich, die Lage, die Beschaffenheit oder den Betrieb der Anlage wesentlich zu ändern und ist in der Anordnung nicht abschließend bestimmt, in welcher Weise sie zu erfüllen ist, so bedarf die Änderung der Genehmigung nach § 15.

(4) Die Absätze 1 und 3 gelten entsprechend für Anlagen, die nach § 67 Abs. 2 anzuzeigen sind oder vor Inkrafttreten dieses Gesetzes nach § 16 Abs. 4 der Gewerbeordnung anzuzeigen waren.

§ 18

Erlöschen der Genehmigung

(1) Die Genehmigung erlischt, wenn
1. innerhalb einer von der Genehmigungsbehörde gesetzten angemessenen Frist nicht mit der Errichtung oder dem Betrieb der Anlage begonnen oder

2. eine Anlage während eines Zeitraums von mehr als drei Jahren nicht mehr betrieben worden ist.

(2) Die Genehmigung erlischt ferner, soweit das Genehmigungserfordernis aufgehoben wird.

(3) Die Genehmigungsbehörde kann auf Antrag die Fristen nach Absatz 1 aus wichtigem Grunde verlängern, wenn hierdurch der Zweck des Gesetzes nicht gefährdet wird.

§ 19

Vereinfachtes Verfahren

(1) Durch Rechtsverordnung nach § 4 Abs. 1 Satz 3 kann vorgeschrieben werden, daß die Genehmigung von Anlagen bestimmter Art oder bestimmter Umfangs in einem vereinfachten Verfahren

erteilt wird, sofern dies nach Art, Ausmaß und Dauer der von diesen Anlagen hervorgerufenen schädlichen Umwelteinwirkungen und sonstigen Gefahren, erheblichen Nachteilen und erheblichen Belästigungen mit dem Schutz der Allgemeinheit und der Nachbarschaft vereinbar ist.

(2) In dem vereinfachten Verfahren sind die §§ 8 und 9, § 10 Abs. 2, 3, 4, 6, 8 und 9, § 11, § 12 Abs. 3 und die §§ 13 und 14 nicht anzuwenden.

§ 20

Untersagung, Stillelegung und Beseitigung

(1) Kommt der Betreiber einer genehmigungsbedürftigen Anlage einer Auflage oder einer vollziehbaren nachträglichen Anordnung nicht nach, so kann die zuständige Behörde den Betrieb der Anlage ganz oder teilweise bis zur Erfüllung der Auflage oder Anordnung untersagen.

(2) Die zuständige Behörde soll anordnen, daß eine Anlage, die ohne die erforderliche Genehmigung errichtet, betrieben oder wesentlich geändert wird, stillzulegen oder zu beseitigen ist. Sie hat die Beseitigung anzuordnen, wenn die Allgemeinheit oder die Nachbarschaft nicht auf andere Weise ausreichend geschützt werden kann.

(3) Die zuständige Behörde kann den weiteren Betrieb einer genehmigungsbedürftigen Anlage durch den Betreiber oder einen mit der Leitung des Betriebes Beauftragten untersagen, wenn Tatsachen vorliegen, welche die Unzuverlässigkeit dieser Personen in bezug auf die Einhaltung von Rechtsvorschriften zum Schutz vor schädlichen Umwelteinwirkungen dartun, und die Untersagung zum Wohl der Allgemeinheit geboten ist. Dem Betreiber der Anlage kann auf Antrag die Erlaubnis erteilt werden, die Anlage durch eine Person betreiben zu lassen, die die Gewähr für den ordnungsgemäßen Betrieb der Anlage bietet. Die Erlaubnis kann mit Auflagen verbunden werden.

§ 21

Widerruf der Genehmigung

(1) Eine nach diesem Gesetz erteilte rechtmäßige Genehmigung darf, auch nachdem sie unanfechtbar geworden ist, ganz oder teilweise mit Wirkung für die Zukunft nur widerrufen werden,

1. wenn der Widerruf gemäß § 12 Abs. 2 Satz 2 oder Abs. 3 vorbehalten ist;

2. wenn mit der Genehmigung eine Auflage verbunden ist und der Begünstigte diese nicht oder nicht innerhalb einer ihm gesetzten Frist erfüllt hat;

3. wenn die Genehmigungsbehörde auf Grund nachträglich eingetretener Tatsachen berechtigt wäre, die Genehmigung nicht zu erteilen, und wenn ohne den Widerruf das öffentliche Interesse gefährdet würde;

4. wenn die Genehmigungsbehörde auf Grund einer geänderten Rechtsvorschrift berechtigt wäre, die Genehmigung nicht zu erteilen, soweit der Betreiber von der Genehmigung noch keinen Gebrauch gemacht hat, und wenn ohne den Widerruf das öffentliche Interesse gefährdet würde;

5. um schwere Nachteile für das Gemeinwohl zu verhüten oder zu beseitigen.

(2) Erhält die Genehmigungsbehörde von Tatsachen Kenntnis, welche den Widerruf einer Genehmigung rechtfertigen, so ist der Widerruf nur innerhalb eines Jahres seit dem Zeitpunkt der Kenntnisnahme zulässig.

(3) Die widerrufenen Genehmigung wird mit dem Wirksamwerden des Widerrufs unwirksam, wenn die Genehmigungsbehörde keinen späteren Zeitpunkt bestimmt.

(4) Wird die Genehmigung in den Fällen des Absatzes 1 Nr. 3 bis 5 widerrufen, so hat die Genehmigungsbehörde den Betroffenen auf Antrag für den Vermögensnachteil zu entschädigen, den dieser dadurch erleidet, daß er auf den Bestand der Genehmigung vertraut hat, soweit sein Vertrauen schutzwürdig ist. Der Vermögensnachteil ist jedoch nicht über den Betrag des Interesses hinaus zu ersetzen, das der Betroffene an dem Bestand der Genehmigung hat. Der ausgleichende Vermögensnachteil wird durch die Genehmigungsbehörde festgesetzt. Der Anspruch kann nur innerhalb eines Jahres geltend gemacht werden; die Frist beginnt, sobald die Genehmigungsbehörde den Betroffenen auf sie hingewiesen hat.

(5) Die Länder können die in Absatz 4 Satz 1 getroffene Bestimmung des Entschädigungspflichtigen abweichend regeln.

(6) Für Streitigkeiten über die Entschädigung ist der ordentliche Rechtsweg gegeben.

(7) Die Absätze 1 bis 6 gelten nicht, wenn eine Genehmigung, die von einem Dritten angefochten worden ist, während des Vorverfahrens oder während des verwaltungsgerichtlichen Verfahrens aufgehoben wird, soweit dadurch dem Widerspruch oder der Klage abgeholfen wird.

Zweiter Abschnitt

Nicht genehmigungsbedürftige Anlagen

§ 22

Pflichten der Betreiber nicht genehmigungsbedürftiger Anlagen

(1) Nicht genehmigungsbedürftige Anlagen sind so zu errichten und zu betreiben, daß

1. schädliche Umwelteinwirkungen verhindert werden, die nach dem Stand der Technik vermeidbar sind,

2. nach dem Stand der Technik unvermeidbare schädliche Umwelteinwirkungen auf ein Mindestmaß beschränkt werden und

3. die beim Betrieb der Anlagen entstehenden Abfälle ordnungsgemäß beseitigt werden können.

Für Anlagen, die nicht gewerblichen Zwecken dienen und nicht im Rahmen wirtschaftlicher Unternehmungen Verwendung finden, gilt die Verpflichtung des Satzes 1 nur, soweit sie auf die Verhinderung

oder Beschränkung von schädlichen Umwelteinwirkungen durch Luftverunreinigungen oder Geräusche gerichtet ist.

(2) Weitergehende öffentlich-rechtliche Vorschriften bleiben unberührt.

§ 23

Anforderungen an die Errichtung, die Beschaffenheit und den Betrieb

nicht genehmigungsbedürftiger Anlagen

(1) Die Bundesregierung wird ermächtigt, nach Anhörung der beteiligten Kreise (§ 51) durch Rechtsverordnung mit Zustimmung des Bundesrates vorzuschreiben, daß die Errichtung, die Beschaffenheit und der Betrieb nicht genehmigungsbedürftiger Anlagen, soweit sie der Vorschrift des § 22 unterliegen, bestimmten Anforderungen zum Schutz der Allgemeinheit und der Nachbarschaft vor schädlichen Umwelteinwirkungen genügen müssen, insbesondere daß

1. die Anlagen bestimmten technischen Anforderungen entsprechen müssen,

2. die von Anlagen ausgehenden Emissionen bestimmte Grenzwerte nicht überschreiten dürfen und

3. die Betreiber von Anlagen Messungen von Emissionen und Immissionen nach in der Rechtsverordnung näher zu bestimmenden Verfahren vorzunehmen haben oder von einer in der Rechtsverordnung zu bestimmenden Stelle vornehmen lassen müssen.

Wegen der Anforderungen nach Satz 1 Nr. 1 bis 3 gilt § 7 Abs. 2 entsprechend.

(2) Soweit die Bundesregierung von der Ermächtigung keinen Gebrauch macht, sind die Landesregierungen ermächtigt, durch Rechtsverordnung Vorschriften im Sinne des Absatzes 1 zu erlassen. Die Landesregierungen können die Ermächtigung auf eine oder mehrere oberste Landesbehörden übertragen.

§ 24

Anordnungen im Einzelfall

Die zuständige Behörde kann im Einzelfall die Durchführung des § 22 und der auf dieses Gesetz gestützten Rechtsverordnungen erforderlichen Anordnungen treffen. Kann das Ziel der Anordnung auch durch eine Maßnahme zum Zwecke des Arbeitsschutzes erreicht werden, soll diese angeordnet werden.

§ 25

Untersagung

(1) Kommt der Betreiber einer Anlage einer vollziehbaren behördlichen Anordnung nach § 24 Satz 1 nicht nach, so kann die zuständige Behörde den Betrieb der Anlage ganz oder teilweise bis zur Erfüllung der Anordnung untersagen.

(2) Wenn die von einer Anlage hervorgerufenen schädlichen Umwelteinwirkungen das Leben oder die Gesundheit von Menschen oder bedeutende Sachwerte gefährden, soll die zuständige Behörde die Errichtung oder den Betrieb der Anlage ganz oder teilweise untersagen, soweit die Allgemeinheit oder die Nachbarschaft nicht auf andere Weise ausreichend geschützt werden kann.

Dritter Abschnitt

Ermittlung von Emissionen und Immissionen

§ 26

Messungen aus besonderem Anlaß

Die zuständige Behörde kann anordnen, daß der Betreiber einer genehmigungsbedürftigen Anlage oder, soweit § 22 Anwendung findet, einer nicht genehmigungsbedürftigen Anlage Art und Ausmaß der von der Anlage ausgehenden Emissionen sowie die Immissionen im Einwirkungsbereich der Anlage durch eine der von der zuständigen obersten Landesbehörde bekanntgegebenen Stellen ermitteln läßt, wenn zu befürchten ist, daß durch die Anlage schädliche Umwelteinwirkungen hervorgerufen werden. Die zuständige Behörde ist befugt, Einzelheiten über Art und Umfang der Ermittlungen sowie über die Vorlage des Ermittlungsergebnisses vorzuschreiben.

§ 27

Emissionserklärung

(1) Der Betreiber einer in einem Belastungsgebiet (§ 44) gelegenen oder einer in einer Rechtsverordnung nach Absatz 4 Nr. 2 bezeichneten genehmigungsbedürftigen Anlage ist verpflichtet, der zuständigen Behörde innerhalb einer von ihr zu setzenden Frist oder zu dem in der Rechtsverordnung nach Absatz 4 festgesetzten Zeitpunkt Angaben zu machen über Art, Menge, räumliche und zeitliche Verteilung der Luftverunreinigungen, die von der Anlage in einem bestimmten Zeitraum ausgegangen sind, sowie über die Austrittsbedingungen (Emissionserklärung); er hat die Emissionserklärung jährlich entsprechend dem neuesten Stand zu ergänzen. § 52 Abs. 5 gilt sinngemäß.

(2) Die nach Absatz 1 erlangten Kenntnisse und Unterlagen dürfen nicht für ein Besteuerungsverfahren, ein Strafverfahren wegen eines Steuervergehens oder ein Bußgeldverfahren wegen einer Steuerordnungswidrigkeit verwendet werden. Die Vorschriften der §§ 175, 179; 183 Abs. 1 und des § 189 der Reichsabgabenordnung über Beistands- und Anzeigepflichten gegenüber den Finanzämtern sind insoweit nicht anzuwenden.

(3) Einzelangaben der Emissionserklärung dürfen nicht veröffentlicht werden, wenn aus diesen Rückschlüsse auf Betriebs- oder Geschäftsgeheimnisse gezogen werden können. Der Betreiber ist vor der Veröffentlichung zu deren Art und Umfang zu hören.

(4) Die Bundesregierung wird ermächtigt, durch Rechtsverordnung mit Zustimmung des Bundesrates

1. Inhalt, Umfang, Form und Zeitpunkt der Abgabe der Emissionserklärung sowie das bei der Ermittlung der Emissionen einzuhaltende Verfahren zu regeln,

2. zu bestimmen, daß Betreiber genehmigungsbedürftiger Anlagen, die nicht in einem Belastungsgebiet gelegen sind, zur Abgabe einer Emissionserklärung verpflichtet sind, sofern dies wegen der Art oder der Größe der Anlage, insbesondere mit Rücksicht auf die von der Anlage ausgehenden Emissionen, erforderlich ist.

§ 28

Erstmalige und wiederkehrende Messungen bei genehmigungsbedürftigen Anlagen

Die zuständige Behörde kann bei genehmigungsbedürftigen Anlagen

1. nach der Inbetriebnahme oder einer wesentlichen Änderung im Sinne des § 15 und sodann
2. nach Ablauf eines Zeitraums von jeweils fünf Jahren

Anordnungen nach § 26 auch ohne die dort genannten Voraussetzungen treffen.

§ 29

Kontinuierliche Messungen

(1) Die zuständige Behörde kann bei genehmigungsbedürftigen Anlagen anordnen, daß statt durch Einzelmessungen nach § 26 oder § 28 oder neben solchen Messungen bestimmte Emissionen oder Immissionen unter Verwendung aufzeichnender Meßgeräte fortlaufend ermittelt werden.

(2) Die zuständige Behörde kann bei nicht genehmigungsbedürftigen Anlagen, soweit § 22 anzuwenden ist, anordnen, daß statt durch Einzelmessungen nach § 26 oder neben solchen Messungen bestimmte Emissionen oder Immissionen unter Verwendung aufzeichnender Meßgeräte fortlaufend ermittelt werden, wenn dies zur Feststellung erforderlich ist, ob durch die Anlage schädliche Umwelteinwirkungen hervorgerufen werden.

§ 30

Kosten der Messungen

Die Kosten für die Ermittlungen der Emissionen und Immissionen trägt der Betreiber der Anlage. Die Kosten für die Ermittlungen nach § 26 oder § 28 Abs. 2 trägt der Betreiber der Anlage nur, wenn die Ermittlungen ergeben, daß

1. Auflagen oder Anordnungen nach den Vorschriften dieses Gesetzes oder der auf dieses Gesetz gestützten Rechtsverordnungen nicht erfüllt worden sind oder
2. Anordnungen oder Auflagen nach den Vorschriften dieses Gesetzes oder der auf dieses Gesetz gestützten Rechtsverordnungen geboten sind.

§ 31

Auskunft über ermittelte Emissionen und Immissionen

Der Betreiber der Anlage hat das Ergebnis der auf Grund einer Anordnung nach § 26, § 28 oder § 29 getroffenen Ermittlungen der zuständigen Behörde auf Verlangen mitzuteilen und die Aufzeichnungen der Meßgeräte nach § 29 fünf Jahre lang aufzubewahren. Die zuständige Behörde kann die Art der Übermittlung der Meßergebnisse vorschreiben.

Dritter Teil

Beschaffenheit von Anlagen, Stoffen, Erzeugnissen, Brennstoffen und Treibstoffen

§ 32

Beschaffenheit von Anlagen

(1) Die Bundesregierung wird ermächtigt, nach Anhörung der beteiligten Kreise (§ 51) durch Rechtsverordnung mit Zustimmung des Bundesrates vorzuschreiben, daß serienmäßig hergestellte Teile von Betriebsstätten und sonstigen ortsfesten Einrichtungen sowie die in § 3 Abs. 5 Nr. 2 bezeichneten Anlagen gewerbsmäßig oder im Rahmen wirtschaftlicher Unternehmungen nur in den Verkehr gebracht oder eingeführt werden dürfen, wenn sie bestimmten Anforderungen zum Schutz vor schädlichen Umwelteinwirkungen durch Luftverunreinigungen, Geräusche oder Erschütterungen genügen. In den Rechtsverordnungen nach Satz 1 kann insbesondere vorgeschrieben werden, daß

1. die Emissionen der Anlagen oder der serienmäßig hergestellten Teile bestimmte Werte nicht überschreiten dürfen,
2. die Anlagen oder die serienmäßig hergestellten Teile bestimmten technischen Anforderungen zur Begrenzung der Emissionen entsprechen müssen.

Emissionswerte nach Satz 2 Nr. 1 können unter Berücksichtigung der technischen Entwicklung auch für einen Zeitpunkt nach Inkrafttreten der Rechtsverordnung festgesetzt werden. Wegen der Anforderungen nach den Sätzen 1 bis 3 gilt § 7 Abs. 2 entsprechend.

(2) Soweit in einer Rechtsverordnung nach Absatz 1 Satz 2 Nr. 1 Emissionswerte festgesetzt werden, kann ferner vorgeschrieben werden, daß die Anlagen oder die serienmäßig hergestellten Teile gewerbsmäßig oder im Rahmen wirtschaftlicher Unternehmungen nur in den Verkehr gebracht oder eingeführt werden dürfen, wenn sie mit Angaben über die Höhe ihrer Emissionen gekennzeichnet sind.

§ 33

Bauartzulassung

(1) Die Bundesregierung wird ermächtigt, nach Anhörung der beteiligten Kreise (§ 51) durch Rechtsverordnung mit Zustimmung des Bundesrates

1. zum Schutz vor schädlichen Umwelteinwirkungen durch Luftverunreinigungen, Geräusche oder Erschütterungen vorzuschreiben, daß serienmäßig

hergestellte Teile von Betriebsstätten und sonstigen ortsfesten Einrichtungen sowie die in § 3 Abs. 5 Nr. 2 bezeichneten Anlagen gewerbsmäßig oder im Rahmen wirtschaftlicher Unternehmungen nur in den Verkehr gebracht oder eingeführt werden dürfen, wenn die Bauart der Anlage oder des serienmäßig hergestellten Teils zugelassen ist und die Anlage oder der serienmäßig hergestellte Teil dem zugelassenen Muster entspricht;

2. das Verfahren der Bauartzulassung zu regeln;
3. zu bestimmen, welche Gebühren und Auslagen für die Bauartzulassung zu entrichten sind; die Gebühren werden nur zur Deckung des mit den Prüfungen verbundenen Personal- und Sachaufwandes erhoben, zu dem insbesondere der Aufwand für die Sachverständigen, die Prüfeinrichtungen und -stoffe sowie für die Entwicklung geeigneter Prüfverfahren und für den Erfahrungsaustausch gehört; es kann bestimmt werden, daß eine Gebühr auch für eine Prüfung erhoben werden kann, die nicht begonnen oder nicht zu Ende geführt worden ist, wenn die Gründe hierfür von demjenigen zu vertreten sind, der die Prüfung veranlaßt hat; die Höhe der Gebührensätze richtet sich nach der Zahl der Stunden, die ein Sachverständiger durchschnittlich für die verschiedenen Prüfungen der bestimmten Anlagenart benötigt; in der Rechtsverordnung können die Kostenbefreiung, die Kostengläubigerschaft, die Kostenschuldnerschaft, der Umfang der zu erstattenden Auslagen und die Kostenerhebung abweichend von den Vorschriften des Verwaltungskostengesetzes vom 23. Juni 1970 (Bundesgesetzblatt I S. 821) geregelt werden.

(2) Die Zulassung der Bauart darf nur von der Erfüllung der nach § 32 Abs. 1 Satz 2 vorgeschriebenen Anforderungen abhängig gemacht werden.

§ 34

Beschaffenheit von Brennstoffen und Treibstoffen

(1) Die Bundesregierung wird ermächtigt, nach Anhörung der beteiligten Kreise (§ 51) durch Rechtsverordnung mit Zustimmung des Bundesrates vorzuschreiben, daß Brennstoffe oder Treibstoffe gewerbsmäßig oder im Rahmen wirtschaftlicher Unternehmungen nur hergestellt, in den Verkehr gebracht oder eingeführt werden dürfen, wenn sie bestimmten Anforderungen zum Schutz vor schädlichen Umwelteinwirkungen durch Luftverunreinigungen genügen. In den Rechtsverordnungen nach Satz 1 kann insbesondere bestimmt werden, daß

1. natürliche Bestandteile oder Zusätze von Brennstoffen oder Treibstoffen, die bei bestimmungsgemäßer Verwendung der Brennstoffe oder Treibstoffe Luftverunreinigungen hervorrufen oder die Bekämpfung von Luftverunreinigungen behindern, einen bestimmten Höchstgehalt nicht überschreiten dürfen,
2. Brennstoffe oder Treibstoffe bestimmte Zusätze enthalten müssen, durch die das Entstehen von Luftverunreinigungen begrenzt wird, oder

3. Brennstoffe oder Treibstoffe einer bestimmten Behandlung, durch die das Entstehen von Luftverunreinigungen begrenzt wird, unterworfen werden müssen.

Anforderungen nach Satz 2 können unter Berücksichtigung der technischen Entwicklung auch für einen Zeitpunkt nach Inkrafttreten der Rechtsverordnung festgesetzt werden. Wegen der Anforderungen nach den Sätzen 1 bis 3 gilt § 7 Abs. 2 entsprechend.

(2) Die Bundesregierung wird ermächtigt, durch Rechtsverordnung mit Zustimmung des Bundesrates vorzuschreiben,

1. daß bei der Einfuhr von Brennstoffen oder Treibstoffen, für die Anforderungen nach Absatz 1 Satz 2 festgesetzt worden sind, eine schriftliche Erklärung des Herstellers über die Beschaffenheit der Brennstoffe oder Treibstoffe den Zollstellen vorzulegen, bis zum ersten Bestimmungsort der Sendung mitzuführen und bis zum Abgang der Sendung vom ersten Bestimmungsort dort verfügbar zu halten ist,
2. daß der Einführer diese Erklärung zu seinen Geschäftspapieren zu nehmen hat,
3. welche Angaben über die Beschaffenheit der Brennstoffe oder Treibstoffe die schriftliche Erklärung enthalten muß,
4. daß Brennstoffe oder Treibstoffe, die in den Geltungsbereich dieses Gesetzes, ausgenommen in Zollausschlüssen, verbracht werden, bei der Verbringung von dem Einführer den zuständigen Behörden des Bestimmungsortes zu melden sind und
5. daß bei der Lagerung von Brennstoffen oder Treibstoffen Tankbelegbücher zu führen sind, aus denen sich die Lieferer der Brennstoffe oder Treibstoffe ergeben.

§ 35

Beschaffenheit von Stoffen und Erzeugnissen

(1) Die Bundesregierung wird ermächtigt, nach Anhörung der beteiligten Kreise (§ 51) durch Rechtsverordnung mit Zustimmung des Bundesrates vorzuschreiben, daß bestimmte Stoffe oder Erzeugnisse aus Stoffen, die geeignet sind, bei ihrer bestimmungsgemäßen Verwendung oder bei der Verbrennung zum Zwecke der Beseitigung oder der Rückgewinnung einzelner Bestandteile schädliche Umwelteinwirkungen durch Luftverunreinigungen hervorzurufen, gewerbmäßig oder im Rahmen wirtschaftlicher Unternehmungen nur hergestellt, eingeführt oder sonst in den Verkehr gebracht werden dürfen, wenn sie zum Schutz vor schädlichen Umwelteinwirkungen durch Luftverunreinigungen bestimmten Anforderungen an ihre Zusammensetzung und das Verfahren zu ihrer Herstellung genügen. Die Ermächtigung des Satzes 1 erstreckt sich nicht auf Anlagen, Brennstoffe, Treibstoffe und Fahrzeuge.

(2) Anforderungen nach Absatz 1 Satz 1 können unter Berücksichtigung der technischen Entwicklung auch für einen Zeitpunkt nach Inkrafttreten der Rechtsverordnung festgesetzt werden. Wegen der Anforderungen nach Absatz 1 und Absatz 2 Satz 1 gilt § 7 Abs. 2 entsprechend.

(3) Soweit dies mit dem Schutz der Allgemeinheit vor schädlichen Umwelteinwirkungen durch Luftverunreinigungen vereinbar ist, kann in der Rechtsverordnung nach Absatz 1 an Stelle der Anforderungen über die Zusammensetzung und das Herstellungsverfahren vorgeschrieben werden, daß die Stoffe und Erzeugnisse deutlich sichtbar und leicht lesbar mit dem Hinweis zu kennzeichnen sind, daß bei ihrer bestimmungsgemäßen Verwendung oder bei ihrer Verbrennung schädliche Umwelteinwirkungen entstehen können oder daß bei einer bestimmten Verwendungsart schädliche Umwelteinwirkungen vermieden werden können.

§ 36

Ansuhr

In den Rechtsverordnungen nach den §§ 32 bis 35 kann vorgeschrieben werden, daß die Vorschriften über das Herstellen, Einführen und das Inverkehrbringen nicht gelten für Anlagen, Stoffe, Erzeugnisse, Brennstoffe und Treibstoffe, die zur Lieferung in Gebiete außerhalb des Geltungsbereichs dieses Gesetzes bestimmt sind.

§ 37

Erfüllung von zwischenstaatlichen Vereinbarungen und Beschlüssen der Europäischen Gemeinschaften

Zur Erfüllung von Verpflichtungen aus zwischenstaatlichen Vereinbarungen oder von bindenden Beschlüssen der Europäischen Gemeinschaften kann die Bundesregierung zu dem in § 1 genannten Zweck durch Rechtsverordnung mit Zustimmung des Bundesrates bestimmen, daß Anlagen, Stoffe, Erzeugnisse, Brennstoffe oder Treibstoffe gewerbmäßig oder im Rahmen wirtschaftlicher Unternehmungen nur in den Verkehr gebracht werden dürfen, wenn sie nach Maßgabe der §§ 32 bis 35 bestimmte Anforderungen erfüllen.

Vierter Teil

Beschaffenheit und Betrieb von Fahrzeugen, Bau und Änderung von Straßen und Schienenwegen

§ 38

Beschaffenheit und Betrieb von Fahrzeugen

Kraftfahrzeuge und ihre Anhänger, Schienen-, Luft- und Wasserfahrzeuge müssen so beschaffen sein, daß ihre Emissionen bei bestimmungsgemäßem Betrieb die zum Schutz vor schädlichen Umwelteinwirkungen einzuhaltenden Grenzwerte nicht überschreiten. Sie müssen so betrieben werden, daß vermeidbare Emissionen verhindert und unvermeidbare Emissionen auf ein Mindestmaß beschränkt bleiben. Der Bundesminister für Verkehr und der Bundesminister des Innern bestimmen nach Anhörung der beteiligten Kreise (§ 51) durch Rechtsverordnung, auch auf Grund der in § 70 Abs. 1 bis 5 genannten Ermächtigungen, die zum Schutz vor schädlichen Umwelteinwirkungen notwendigen An-

forderungen an die Beschaffenheit, die Ausrüstung, den Betrieb und die Prüfung der in Satz 1 genannten Fahrzeuge, soweit diese den verkehrsrechtlichen Vorschriften des Bundes unterliegen. Im übrigen regeln sie die Beschaffenheit, die Ausrüstung, den Betrieb und die Prüfung von Fahrzeugen, soweit dies zum Schutz vor schädlichen Umwelteinwirkungen erforderlich ist, durch Rechtsverordnung nach Anhörung der beteiligten Kreise (§ 51); dabei können Emissionsgrenzwerte unter Berücksichtigung der technischen Entwicklung auch für einen Zeitpunkt nach Inkrafttreten der Rechtsverordnung festgesetzt werden.

§ 39

Erfüllung von zwischenstaatlichen Vereinbarungen und Beschlüssen der Europäischen Gemeinschaften

Zur Erfüllung von Verpflichtungen aus zwischenstaatlichen Vereinbarungen oder von bindenden Beschlüssen der Europäischen Gemeinschaften können zu dem in § 1 genannten Zweck der Bundesminister für Verkehr und der Bundesminister des Innern durch Rechtsverordnung mit Zustimmung des Bundesrates bestimmen, daß die in § 38 genannten Fahrzeuge bestimmten Anforderungen an Beschaffenheit, Ausrüstung, Prüfung und Betrieb genügen müssen.

§ 40

Verkehrsbeschränkungen bei austauscharmen Wetterlagen

Die Landesregierungen werden ermächtigt, durch Rechtsverordnung Gebiete festzulegen, in denen während austauscharmer Wetterlagen der Kraftfahrzeugverkehr beschränkt oder verboten werden muß, um ein Anwachsen schädlicher Umwelteinwirkungen durch Luftverunreinigungen zu vermeiden oder zu vermindern; in der Rechtsverordnung kann auch der zeitliche Umfang der erforderlichen Verkehrsbeschränkungen bestimmt werden. Die Straßenverkehrsbehörden haben in diesen Gebieten den Verkehr der in der Rechtsverordnung genannten Kraftfahrzeuge ganz oder teilweise nach Maßgabe der verkehrsrechtlichen Vorschriften zu verbieten, sobald eine austauscharme Wetterlage im Sinne des Satzes 1 von der zuständigen Behörde bekanntgegeben worden ist.

§ 41

Straßen und Schienenwege

(1) Bei dem Bau oder der wesentlichen Änderung öffentlicher Straßen sowie von Eisenbahnen und Straßenbahnen ist unbeschadet des § 50 sicherzustellen, daß durch diese keine schädlichen Umwelteinwirkungen durch Verkehrsgeräusche hervorgeufen werden können, die nach dem Stand der Technik vermeidbar sind.

(2) Absatz 1 gilt nicht, soweit die Kosten der Schutzmaßnahme außer Verhältnis zu dem angestrebten Schutzzweck stehen würden.

§ 42

Entschädigung für Schallschutzmaßnahmen

(1) Werden im Fall des § 41 die in der Rechtsverordnung nach § 43 Abs. 1 Satz 1 Nr. 1 festgelegten Immissionsgrenzwerte überschritten, hat der

Eigentümer einer betroffenen baulichen Anlage gegen den Träger der Baulast einen Anspruch auf angemessene Entschädigung in Geld, es sei denn, daß die Beeinträchtigung wegen der besonderen Benutzung der Anlage zumutbar ist. Dies gilt auch bei baulichen Anlagen, die bei Auslegung der Pläne im Planfeststellungsverfahren oder bei Auslegung des Entwurfs der Bauleitpläne mit ausgewiesener Wegeplanung bauaufsichtlich genehmigt waren.

(2) Die Entschädigung ist zu leisten für Schallschutzmaßnahmen an den baulichen Anlagen in Höhe der erbrachten notwendigen Aufwendungen, soweit sich diese im Rahmen der Rechtsverordnung nach § 43 Abs. 1 Satz 1 Nr. 3 halten. Vorschriften, die weitergehende Entschädigungen gewähren, bleiben unberührt.

(3) Kommt zwischen dem Träger der Baulast und dem Betroffenen keine Einigung über die Entschädigung zustande, setzt die nach Landesrecht zuständige Behörde auf Antrag eines der Beteiligten die Entschädigung durch schriftlichen Bescheid fest. Im übrigen gelten für das Verfahren die Enteignungsgesetze der Länder entsprechend.

§ 43

Rechtsverordnung der Bundesregierung

(1) Die Bundesregierung wird ermächtigt, nach Anhörung der beteiligten Kreise (§ 51) durch Rechtsverordnung mit Zustimmung des Bundesrates die zur Durchführung des § 41 und des § 42 Abs. 1 und 2 erforderlichen Vorschriften zu erlassen, insbesondere über

1. bestimmte Grenzwerte, die zum Schutz der Nachbarschaft vor schädlichen Umwelteinwirkungen durch Geräusche nicht überschritten werden dürfen, sowie über das Verfahren zur Ermittlung der Emissionen oder Immissionen,
2. bestimmte technische Anforderungen an den Bau von Straßen, Eisenbahnen und Straßenbahnen zur Vermeidung von schädlichen Umwelteinwirkungen durch Geräusche und
3. Art und Umfang der zum Schutz vor schädlichen Umwelteinwirkungen durch Geräusche notwendigen Schallschutzmaßnahmen an baulichen Anlagen.

In den Rechtsverordnungen nach Satz 1 ist den Besonderheiten des Schienenverkehrs Rechnung zu tragen.

(2) Wegen der Anforderungen nach Absatz 1 gilt § 7 Abs. 2 entsprechend.

Fünfter Teil

Überwachung der Luftverunreinigung im Bundesgebiet und Luftreinhaltepläne

§ 44

Feststellungen in Belastungsgebieten

(1) Um den Stand und die Entwicklung der Luftverunreinigung im Bundesgebiet zu erkennen und Grundlagen für Abhilfe- und Vorsorgemaßnahmen zu gewinnen, haben die nach Landesrecht zustän-

digen Behörden in den nach Absatz 2 festgesetzten Belastungsgebieten Art und Umfang bestimmter Luftverunreinigungen in der Atmosphäre, die schädliche Umwelteinwirkungen hervorrufen können, fortlaufend festzustellen sowie die für ihre Entstehung und Ausbreitung bedeutsamen Umstände zu untersuchen.

(2) Belastungsgebiete sind Gebiete, in denen Luftverunreinigungen auftreten oder zu erwarten sind, die wegen

1. der Häufigkeit und Dauer ihres Auftretens,
2. ihrer hohen Konzentrationen oder
3. der Gefahr des Zusammenwirkens verschiedener Luftverunreinigungen

in besonderem Maße schädliche Umwelteinwirkungen hervorrufen können. Die Belastungsgebiete werden durch Rechtsverordnung der Landesregierungen festgesetzt.

§ 45

Verfahren der Messung und Auswertung

Soweit es zur einheitlichen Beurteilung von Stand und Entwicklung der Luftverunreinigung im Bundesgebiet erforderlich ist, erläßt der Bundesminister des Innern zur Durchführung der Feststellungen nach § 44 Abs. 1 mit Zustimmung des Bundesrates allgemeine Verwaltungsvorschriften über die

1. Meßobjekte,
2. Meßverfahren und Meßgeräte,
3. für die Bestimmung der Zahl und der Lage der Meßstellen zu beachtenden Grundsätze und
4. Auswertung der Meßergebnisse.

§ 46

Emissionskataster

(1) Die nach Landesrecht zuständigen Behörden haben für die Belastungsgebiete (§ 44) ein Emissionskataster aufzustellen, das Angaben enthält über Art, Menge, räumliche und zeitliche Verteilung und die Austrittsbedingungen von Luftverunreinigungen bestimmter Anlagen und Fahrzeuge, insbesondere soweit die Luftverunreinigungen

1. als Meßobjekte nach § 45 Nr. 1 festgesetzt oder
 2. Gegenstand der Emissionserklärungen (§ 27) sind
- Bei der Ermittlung der Angaben für das Emissionskataster sind die Ergebnisse von Messungen nach den §§ 26, 28, 29 und 52 zu berücksichtigen. Die Landesregierungen werden ermächtigt, durch Rechtsverordnung geeignete Stellen zu bestimmen, die für die Aufstellung des Emissionskatasters erforderlichen Angaben, insbesondere über die Leistung von Einzelfeuerungen, die dort eingesetzten Brennstoffe und die Höhe der Schornsteine, zu ermitteln und an die zuständige Behörde weiterzuleiten haben; dabei sind auch Regelungen über die Vergütung zu treffen. Die zuständigen Behörden haben in regelmäßigen Zeitabständen die Angaben nach Satz 1 zu überprüfen und das Emissionskataster zu ergänzen. Der Bundesminister des Innern erläßt

mit Zustimmung des Bundesrates allgemeine Verwaltungsvorschriften über die Grundsätze, die bei der Aufstellung von Emissionskatastern zu beachten sind.

(2) Die Länder können auch unter anderen als den in Absatz 1 Satz 1 genannten Voraussetzungen die Aufstellung von Emissionskatastern vorschreiben.

§ 47

Luftreinhaltepläne

Die Feststellungen nach § 44 Abs. 1 und die Emissionskataster sind unter Berücksichtigung der meteorologischen Verhältnisse auszuwerten. Ergibt die Auswertung, daß im gesamten Belastungsgebiet oder Teilen des Gebietes schädliche Umwelteinwirkungen durch Luftverunreinigungen auftreten oder zu erwarten sind, soll die nach Landesrecht zuständige Behörde für dieses Gebiet einen Luftreinhalteplan aufstellen. Der Luftreinhalteplan enthält

1. Art und Umfang der festgestellten und zu erwartenden Luftverunreinigungen sowie der durch diese hervorgerufenen schädlichen Umwelteinwirkungen,
2. Feststellungen über die Ursachen der Luftverunreinigungen und
3. Maßnahmen zur Verminderung der Luftverunreinigungen und zur Vorsorge.

Sechster Teil

Gemeinsame Vorschriften

§ 48

Verwaltungsvorschriften

Die Bundesregierung erläßt nach Anhörung der beteiligten Kreise (§ 51) mit Zustimmung des Bundesrates zur Durchführung dieses Gesetzes und der auf Grund dieses Gesetzes erlassenen Rechtsverordnungen des Bundes allgemeine Verwaltungsvorschriften, insbesondere über

1. Immissionswerte, die zu dem in § 1 genannten Zweck nicht überschritten werden dürfen,
2. Emissionswerte, deren Überschreiten nach dem Stand der Technik vermeidbar ist,
3. das Verfahren zur Ermittlung der Emissionen und Immissionen.

§ 49

Schutz bestimmter Gebiete

(1) Die Landesregierungen werden ermächtigt, durch Rechtsverordnung vorzuschreiben, daß in näher zu bestimmenden Gebieten, die eines besonderen Schutzes vor schädlichen Umwelteinwirkungen durch Luftverunreinigungen oder Geräusche bedürfen, bestimmte

1. ortsveränderliche Anlagen nicht betrieben werden dürfen,
2. ortsfeste Anlagen nicht errichtet werden dürfen,

3. ortsveränderliche oder ortsfeste Anlagen nur zu bestimmten Zeiten betrieben werden dürfen oder erhöhten betriebstechnischen Anforderungen genügen müssen oder

4. Brennstoffe in Anlagen nicht oder nur beschränkt verwendet werden dürfen,

soweit die Anlagen oder Brennstoffe geeignet sind, schädliche Umwelteinwirkungen durch Luftverunreinigungen oder Geräusche hervorzurufen, die mit dem besonderen Schutzbedürfnis dieser Gebiete nicht vereinbar sind, und die Luftverunreinigungen und Geräusche durch Auflagen nicht verhindert werden können.

(2) Die Landesregierungen werden ermächtigt, durch Rechtsverordnung Gebiete festzusetzen, in denen während austauscharmer Wetterlagen ein starkes Anwachsen schädlicher Umwelteinwirkungen durch Luftverunreinigungen zu befürchten ist. In der Rechtsverordnung kann vorgeschrieben werden, daß in diesen Gebieten

1. ortsveränderliche oder ortsfeste Anlagen nur zu bestimmten Zeiten betrieben oder
2. Brennstoffe, die in besonderem Maße Luftverunreinigungen hervorrufen, in Anlagen nicht oder nur beschränkt verwendet

werden dürfen, sobald die austauscharme Wetterlage von der zuständigen Behörde bekanntgegeben wird.

(3) Landesrechtliche Ermächtigungen für die Gemeinden und Gemeindeverbände zum Erlaß von ortrechtlichen Vorschriften, die Regelungen zum Schutz der Bevölkerung vor schädlichen Umwelteinwirkungen durch Luftverunreinigungen oder Geräusche zum Gegenstand haben, bleiben unberührt.

§ 50

Planung

Bei raumbedeutsamen Planungen und Maßnahmen sind die für eine bestimmte Nutzung vorgesehenen Flächen einander so zuzuordnen, daß schädliche Umwelteinwirkungen auf die ausschließlich oder überwiegend dem Wohnen dienenden Gebiete sowie auf sonstige schutzbedürftige Gebiete soweit wie möglich vermieden werden.

§ 51

Anhörung beteiligter Kreise

Soweit Ermächtigungen zum Erlaß von Rechtsverordnungen und allgemeinen Verwaltungsvorschriften die Anhörung der beteiligten Kreise vorschreiben, ist ein jeweils auszuwählender Kreis von Vertretern der Wissenschaft, der Betroffenen, der beteiligten Wirtschaft, des beteiligten Verkehrswesens und der für den Immissionsschutz zuständigen obersten Landesbehörden zu hören.

§ 52

Überwachung

(1) Die zuständigen Behörden haben die Durchführung dieses Gesetzes und der auf dieses Gesetz gestützten Rechtsverordnungen zu überwachen.

(2) Eigentümer und Betreiber von Anlagen sowie Eigentümer und Besitzer von Grundstücken, auf denen Anlagen betrieben werden, sind verpflichtet, den Angehörigen der zuständigen Behörde und deren Beauftragten den Zutritt zu den Grundstücken und zur Verhütung dringender Gefahren für die öffentliche Sicherheit oder Ordnung auch zu Wohnräumen und die Vornahme von Prüfungen einschließlich der Ermittlung von Emissionen und Immissionen zu gestatten sowie die Auskünfte zu erteilen und die Unterlagen vorzulegen, die zur Erfüllung ihrer Aufgaben erforderlich sind. Das Grundrecht der Unverletzlichkeit der Wohnung (Artikel 13 des Grundgesetzes) wird insoweit eingeschränkt. Betreiber von Anlagen, für die ein Immissionsschutzbeauftragter bestellt ist, haben diesen auf Verlangen der zuständigen Behörde zu Überwachungsmaßnahmen nach Satz 1 hinzuzuziehen. Im Rahmen der Pflichten nach Satz 1 haben Eigentümer und Betreiber der Anlagen Arbeitskräfte sowie Hilfsmittel, insbesondere Treibstoffe und Antriebsaggregate, bereitzustellen.

(3) Absatz 2 gilt entsprechend für Eigentümer und Besitzer von Anlagen, Stoffen, Erzeugnissen, Brennstoffen und Treibstoffen, soweit diese der Regelung der nach den §§ 32 bis 35 oder 37 erlassener Rechtsverordnung unterliegen. Die Eigentümer und Besitzer haben den Angehörigen der zuständigen Behörde und deren Beauftragten die Entnahme von Stichproben zu gestatten, soweit dies zur Erfüllung ihrer Aufgaben erforderlich ist.

(4) Kosten, die durch Prüfungen im Rahmen des Genehmigungsverfahrens entstehen, trägt der Antragsteller. Kosten, die bei der Entnahme von Stichproben nach Absatz 3 und deren Untersuchung entstehen, trägt der Auskunftspflichtige. Im übrigen sind die Kosten, die durch Prüfungen nach den Absätzen 2 und 3 entstehen, den Auskunftspflichtigen nur aufzuerlegen, wenn die Ermittlungen ergeben, daß

1. Auflagen oder Anordnungen nach den Vorschriften dieses Gesetzes oder der auf dieses Gesetz gestützten Rechtsverordnungen nicht erfüllt worden oder
2. Anordnungen oder Auflagen nach den Vorschriften dieses Gesetzes oder der auf dieses Gesetz gestützten Rechtsverordnungen geboten sind.

(5) Der zur Auskunft Verpflichtete kann die Auskunft auf solche Fragen verweigern, deren Beantwortung ihn selbst oder einen der in § 383 Abs. 1 Nr. 1 bis 3 der Zivilprozeßordnung bezeichneten Angehörigen der Gefahr strafgerichtlicher Verfolgung oder eines Verfahrens nach dem Gesetz über Ordnungswidrigkeiten aussetzen würde.

(6) Soweit zur Durchführung dieses Gesetzes oder der auf dieses Gesetz gestützten Rechtsverordnungen Immissionen zu ermitteln sind, haben auch die Eigentümer und Besitzer von Grundstücken, auf denen Anlagen nicht betrieben werden, den Angehörigen der zuständigen Behörde und deren Beauftragten den Zutritt zu den Grundstücken und zur Verhütung dringender Gefahren für die öffentliche

Sicherheit oder Ordnung auch zu Wohnräumen und die Vornahme der Prüfungen zu gestatten. Das Grundrecht der Unverletzlichkeit der Wohnung (Artikel 13 des Grundgesetzes) wird insoweit eingeschränkt. Bei Ausübung der Befugnisse nach Satz 1 ist auf die berechtigten Belange der Eigentümer und Besitzer Rücksicht zu nehmen; für entstandene Schäden hat das Land, im Falle des § 59 Abs. 1 der Bund, Ersatz zu leisten. Waren die Schäden unvermeidbare Folgen der Überwachungsmaßnahmen und haben die Überwachungsmaßnahmen zu Anordnungen der zuständigen Behörde gegen den Betreiber einer Anlage geführt, so hat dieser die Ersatzleistung dem Land oder dem Bund zu erstatten.

(7) Die nach den Absätzen 2, 3 und 6 erlangten Kenntnisse und Unterlagen dürfen nicht für ein Besteuerungsverfahren, Strafverfahren wegen eines Steuervergehens oder ein Bußgeldverfahren wegen einer Steuerordnungswidrigkeit verwendet werden. Die Vorschriften der §§ 175, 179, 188 Abs. 1 und des § 189 der Reichsabgabenordnung über Beistands- und Anzeigepflichten gegenüber den Finanzämtern sind insoweit nicht anzuwenden.

§ 53

Bestellung eines Betriebsbeauftragten für Immissionsschutz

(1) Betreiber genehmigungsbedürftiger Anlagen haben einen oder mehrere Betriebsbeauftragte für Immissionsschutz (Immissionsschutzbeauftragte) zu bestellen, sofern dies im Hinblick auf die Art oder die Größe der Anlagen wegen der

1. von den Anlagen ausgehenden Emissionen,
2. technischen Probleme der Emissionsbegrenzung oder
3. Eignung der Erzeugnisse, bei bestimmungsgemäßer Verwendung schädliche Umwelteinwirkungen durch Luftverunreinigungen, Geräusche oder Erschütterungen hervorzurufen,

erforderlich ist. Der Bundesminister des Innern bestimmt nach Anhörung der beteiligten Kreise (§ 51) durch Rechtsverordnung mit Zustimmung des Bundesrates die genehmigungsbedürftigen Anlagen, deren Betreiber Immissionsschutzbeauftragte zu bestellen haben.

(2) Die zuständige Behörde kann anordnen, daß Betreiber genehmigungsbedürftiger Anlagen, für die die Bestellung eines Immissionsschutzbeauftragten nicht durch Rechtsverordnung vorgeschrieben ist, sowie Betreiber nicht genehmigungsbedürftiger Anlagen einen oder mehrere Immissionsschutzbeauftragte zu bestellen haben, soweit sich im Einzelfall die Notwendigkeit der Bestellung aus den in Absatz 1 Satz 1 genannten Gesichtspunkten ergibt.

§ 54

Aufgaben

(1) Der Immissionsschutzbeauftragte ist berechtigt und verpflichtet,

1. auf die Entwicklung und Einführung

a) umweltfreundlicher Verfahren, einschließlich Verfahren zur ordnungsgemäßen Verwertung der beim Betrieb entstehenden Reststoffe,

b) umweltfreundlicher Erzeugnisse, einschließlich Verfahren zur Wiedergewinnung und Wiederverwendung, hinzuwirken,

2. bei der Entwicklung und Einführung umweltfreundlicher Verfahren und Erzeugnisse mitzuwirken, insbesondere durch Begutachtung der Verfahren und Erzeugnisse unter dem Gesichtspunkt der Umweltfreundlichkeit,

3. die Einhaltung der Vorschriften dieses Gesetzes und der auf Grund dieses Gesetzes erlassenen Rechtsverordnungen und die Erfüllung erteilter Bedingungen und Auflagen zu überwachen, insbesondere durch Kontrolle der Betriebsstätte in regelmäßigen Abständen, Messungen von Emissionen und Immissionen, Mitteilung festgestellter Mängel und Vorschläge über Maßnahmen zur Beseitigung dieser Mängel,

4. die Betriebsangehörigen über die von der Anlage verursachten schädlichen Umwelteinwirkungen aufzuklären sowie über die Einrichtungen und Maßnahmen zu ihrer Verhinderung unter Berücksichtigung der sich aus diesem Gesetz oder Rechtsverordnungen auf Grund dieses Gesetzes ergebenden Pflichten.

(2) Der Immissionsschutzbeauftragte erstattet dem Betreiber jährlich einen Bericht über die nach Absatz 1 Nr. 1 bis 4 getroffenen und beabsichtigten Maßnahmen.

§ 55

Pflichten des Betreibers

(1) Der Betreiber hat den Immissionsschutzbeauftragten schriftlich zu bestellen; werden mehrere Immissionsschutzbeauftragte bestellt, sind die dem einzelnen Immissionsschutzbeauftragten obliegenden Aufgaben genau zu bezeichnen. Der Betreiber hat die Bestellung der zuständigen Behörde anzuzeigen.

(2) Der Betreiber darf zum Immissionsschutzbeauftragten nur bestellen, wer die zur Erfüllung seiner Aufgaben erforderliche Fachkunde und Zuverlässigkeit besitzt. Werden der zuständigen Behörde Tatsachen bekannt, aus denen sich ergibt, daß der Immissionsschutzbeauftragte nicht die zur Erfüllung seiner Aufgaben erforderliche Fachkunde oder Zuverlässigkeit besitzt, kann sie verlangen, daß der Betreiber einen anderen Immissionsschutzbeauftragten bestellt. Der Bundesminister des Innern wird ermächtigt, nach Anhörung der beteiligten Kreise (§ 51) durch Rechtsverordnung mit Zustimmung des Bundesrates vorzuschreiben, welche Anforderungen an die Fachkunde und Zuverlässigkeit des Immissionsschutzbeauftragten zu stellen sind.

(3) Werden mehrere Immissionsschutzbeauftragte bestellt, so hat der Betreiber für die erforderliche Koordinierung in der Wahrnehmung der Aufgaben, insbesondere durch Bildung eines Ausschusses für Umweltschutz, zu sorgen. Entsprechendes gilt, wenn

neben einem oder mehreren Immissionsschutzbeauftragten Betriebsbeauftragte nach anderen gesetzlichen Vorschriften bestellt werden.

(4) Der Betreiber hat den Immissionsschutzbeauftragten bei der Erfüllung seiner Aufgaben zu unterstützen und ihm insbesondere, soweit dies zur Erfüllung seiner Aufgaben erforderlich ist, Hilfspersonal sowie Räume, Einrichtungen, Geräte und Mittel zur Verfügung zu stellen.

§ 56

Stellungnahme zu Investitionsentscheidungen

(1) Der Betreiber hat vor Investitionsentscheidungen, die für den Immissionsschutz bedeutsam sein können, eine Stellungnahme des Immissionsschutzbeauftragten einzuholen.

(2) Die Stellungnahme ist so rechtzeitig einzuholen, daß sie bei der Investitionsentscheidung angemessen berücksichtigt werden kann; sie ist derjenigen Stelle vorzulegen, die über die Investition entscheidet.

§ 57

Vortragsrecht

Der Betreiber hat dafür zu sorgen, daß der Immissionsschutzbeauftragte seine Vorschläge oder Bedenken unmittelbar der Geschäftsleitung vortragen kann, wenn er sich mit dem zuständigen Betriebsleiter nicht einigen konnte und er wegen der besonderen Bedeutung der Sache eine Entscheidung der Geschäftsleitung für erforderlich hält.

§ 58

Benachteiligungsverbot

Der Immissionsschutzbeauftragte darf wegen der Erfüllung der ihm übertragenen Aufgaben nicht benachteiligt werden.

§ 59

Zuständigkeit bei Anlagen der Landesverteidigung

(1) Die Bundesregierung wird ermächtigt, durch Rechtsverordnung mit Zustimmung des Bundesrates zu bestimmen, daß der Vollzug dieses Gesetzes und der auf dieses Gesetz gestützten Rechtsverordnungen bei Anlagen, die der Landesverteidigung dienen, Bundesbehörden obliegt.

(2) Absatz 1 gilt nicht im Land Berlin.

§ 60

Ausnahmen für Anlagen der Landesverteidigung

(1) Der Bundesminister der Verteidigung kann für Anlagen nach § 3 Abs. 5 Nr. 1 und 3, die der Landesverteidigung dienen, in Einzelfällen, auch für bestimmte Arten von Anlagen, Ausnahmen von diesem Gesetz und von den auf dieses Gesetz gestützten Rechtsverordnungen zulassen, soweit dies zwingende Gründe der Verteidigung oder die Erfüllung zwischenstaatlicher Verpflichtungen erfordern. Dabei ist der Schutz vor schädlichen Umwelteinwirkungen zu berücksichtigen.

(2) Die Bundeswehr darf bei Anlagen nach § 3 Abs. 5 Nr. 2, die ihrer Bauart nach ausschließlich zur Verwendung in ihrem Bereich bestimmt sind, von den Vorschriften dieses Gesetzes und der auf dieses Gesetz gestützten Rechtsverordnungen abweichen, soweit dies zur Erfüllung ihrer besonderen Aufgaben zwingend erforderlich ist. Die auf Grund völkerrechtlicher Verträge in der Bundesrepublik Deutschland stationierten Truppen dürfen bei Anlagen nach § 3 Abs. 5 Nr. 2, die zur Verwendung in deren Bereich bestimmt sind, von den Vorschriften dieses Gesetzes und der auf dieses Gesetz gestützten Rechtsverordnungen abweichen, soweit dies zur Erfüllung ihrer besonderen Aufgaben zwingend erforderlich ist.

(3) Absatz 1 und Absatz 2 Satz 1 gelten nicht im Land Berlin.

§ 61

Bericht der Bundesregierung

Die Bundesregierung erstattet dem Deutschen Bundestag jeweils ein Jahr nach dem ersten Zusammentritt Bericht über

1. den Stand und die Entwicklung schädlicher Umwelteinwirkungen durch Luftverunreinigungen und Geräusche im Bundesgebiet während des Berichtszeitraums sowie über die voraussichtliche weitere Entwicklung,
2. die in Durchführung dieses Gesetzes getroffenen und beabsichtigten Maßnahmen,
3. die laufenden und die in Aussicht genommenen Forschungsvorhaben über die Wirkung von Luftverunreinigungen und Geräuschen,
4. die Entwicklung technischer Verfahren und Einrichtungen zur Verminderung schädlicher Umwelteinwirkungen durch Luftverunreinigungen und Geräusche und
5. die für die Forschung und Entwicklung nach den Nummern 3 und 4 aufgewendeten, insbesondere die von Bund und Ländern zu diesen Zwecken bereitgestellten Mittel.

§ 62

Ordnungswidrigkeiten

(1) Ordnungswidrig handelt, wer vorsätzlich oder fahrlässig

1. eine Anlage ohne die Genehmigung nach § 4 Abs. 1 errichtet,
2. einer auf Grund des § 7 erlassenen Rechtsverordnung über den Betrieb genehmigungsbedürftiger Anlagen zuwiderhandelt, soweit die Rechtsverordnung für einen bestimmten Tatbestand auf diese Bußgeldvorschrift verweist,
3. eine vollziehbare Auflage nach § 12 Abs. 1 nicht, nicht richtig, nicht vollständig oder nicht rechtzeitig erfüllt,
4. die Lage, die Beschaffenheit oder den Betrieb einer genehmigungsbedürftigen Anlage ohne die Genehmigung nach § 15 Abs. 1 wesentlich ändert,

5. einer vollziehbaren Anordnung nach § 17 Abs. 1, Abs. 2 Satz 2 oder Abs. 4, § 24 Satz 1, § 26, § 28 oder § 29 nicht, nicht richtig, nicht vollständig oder nicht rechtzeitig nachkommt,
6. eine Anlage entgegen einer vollziehbaren Untersagung nach § 25 betreibt oder
7. einer auf Grund der §§ 23, 32, 33 Abs. 1 Nr. 1, §§ 34, 35, 37, 38 Satz 4 oder § 39 erlassenen Rechtsverordnung oder einer auf Grund einer solchen Rechtsverordnung ergangenen vollziehbaren Anordnung zuwiderhandelt, soweit die Rechtsverordnung für einen bestimmten Tatbestand auf diese Bußgeldvorschrift verweist.

(2) Ordnungswidrig handelt ferner, wer vorsätzlich oder fahrlässig

1. entgegen § 16 Satz 1 eine Mitteilung nicht, nicht richtig, nicht vollständig oder nicht rechtzeitig macht,
2. entgegen § 27 Abs. 1 eine Emissionserklärung nicht, nicht richtig, nicht vollständig oder nicht rechtzeitig abgibt,
3. entgegen § 31 das Ergebnis der Ermittlungen nicht mitteilt oder die Aufzeichnungen der Meßgeräte nicht aufbewahrt,
4. entgegen § 52 Abs. 2 Satz 1, auch in Verbindung mit Abs. 3 Satz 1 oder Abs. 6 Satz 1, den Zutritt zu Grundstücken oder Wohnräumen oder die Vornahme von Prüfungen nicht gestattet,
5. entgegen § 52 Abs. 2 Satz 1, 3 oder 4, auch in Verbindung mit Abs. 3 Satz 1, oder Abs. 3 Satz 2
 - a) Auskünfte nicht, nicht richtig, nicht vollständig oder nicht rechtzeitig erteilt oder Unterlagen nicht vorlegt,
 - b) den Immissionsschutzbeauftragten zu einer Überwachungsmaßnahme auf Verlangen nicht hinzuzieht,
 - c) Arbeitskräfte oder Hilfsmittel nicht bereitstellt,
 - d) die Entnahme von Stichproben nicht gestattet,
6. eine Anzeige nach § 67 Abs. 2 Satz 1 nicht, nicht richtig, nicht vollständig oder nicht rechtzeitig erstattet oder
7. entgegen § 67 Abs. 2 Satz 2 Unterlagen nicht, nicht richtig, nicht vollständig oder nicht rechtzeitig vorlegt.

(3) Die Ordnungswidrigkeit nach Absatz 1 kann mit einer Geldbuße bis zu hunderttausend Deutsche Mark, die Ordnungswidrigkeit nach Absatz 2 mit einer Geldbuße bis zu fünftausend Deutsche Mark geahndet werden.

§ 63

Straftaten

- (1) Mit Freiheitsstrafe bis zu zwei Jahren oder mit Geldstrafe wird bestraft, wer
1. eine Anlage ohne Genehmigung nach § 4 Abs. 1 oder entgegen einer vollziehbaren Untersagung nach § 20 Abs. 1 oder 3 betreibt,

2. eine Anlage, deren Lage, Beschaffenheit oder Betrieb ohne Genehmigung nach § 15, auch in Verbindung mit § 17 Abs. 3, wesentlich geändert worden ist, betreibt oder
3. einer Rechtsverordnung nach § 49 Abs. 1 oder 2 über den Schutz bestimmter Gebiete oder einer auf Grund einer solchen Rechtsverordnung ergangenen vollziehbaren Anordnung zuwiderhandelt, soweit die Rechtsverordnung für einen bestimmten Tatbestand auf diese Strafvorschrift verweist.

(2) Handelt der Täter fahrlässig, so ist die Strafe Freiheitsstrafe bis zu einem Jahr oder Geldstrafe.

§ 64

Straftaten

(1) Mit Freiheitsstrafe bis zu fünf Jahren oder mit Geldstrafe wird bestraft, wer eine in § 62 Abs. 1 Nr. 1 bis 6 oder § 63 Abs. 1 bezeichnete Handlung begeht und dadurch das Leben oder die Gesundheit eines anderen oder fremde Sachen von bedeutendem Wert gefährdet.

(2) In besonders schweren Fällen ist die Strafe Freiheitsstrafe von sechs Monaten bis zu zehn Jahren. Ein besonders schwerer Fall liegt in der Regel vor, wenn der Täter durch die Tat das Leben oder die Gesundheit einer großen Zahl von Menschen gefährdet oder leichtfertig den Tod oder eine schwere Körperverletzung (§ 224 des Strafgesetzbuches) eines Menschen verursacht.

(3) Wer in den Fällen des Absatzes 1

1. die Gefahr fahrlässig verursacht oder
 2. fahrlässig handelt und die Gefahr fahrlässig verursacht,
- wird mit Freiheitsstrafe bis zu zwei Jahren oder mit Geldstrafe bestraft.

§ 65

Verletzung der Geheimhaltungspflicht

(1) Wer ein fremdes Geheimnis, namentlich ein Betriebs- oder Geschäftsgeheimnis, das ihm in seiner Eigenschaft als Angehöriger oder Beauftragter einer mit Aufgaben auf Grund dieses Gesetzes betrauten Behörde bekanntgeworden ist, unbefugt offenbart, wird mit Freiheitsstrafe bis zu einem Jahr oder mit Geldstrafe bestraft.

(2) Handelt der Täter gegen Entgelt oder in der Absicht, sich oder einen anderen zu bereichern oder einem anderen zu schädigen, so ist die Strafe Freiheitsstrafe bis zu zwei Jahren oder Geldstrafe. Ebenso wird bestraft, wer ein fremdes Geheimnis, namentlich ein Betriebs- oder Geschäftsgeheimnis, das ihm unter den Voraussetzungen des Absatzes 1 bekanntgeworden ist, unbefugt verwertet.

(3) Die Tat wird nur auf Antrag des Verletzten verfolgt.

Siebenter Teil Schlußvorschriften

§ 66

Fortgeltung von Vorschriften

(1) Bis zum Inkrafttreten der Rechtsverordnung über genehmigungsbedürftige Anlagen gemäß § 4 Abs. 1 Satz 3 gelten für das Genehmigungserfordernis die Vorschriften der Verordnung über genehmigungsbedürftige Anlagen nach § 16 der Gewerbeordnung in der Fassung der Bekanntmachung vom 7. Juli 1971 (Bundesgesetzbl. I S. 888).

(2) Bis zum Inkrafttreten von entsprechenden allgemeinen Verwaltungsvorschriften nach diesem Gesetz sind die

- Technische Anleitung zur Reinhaltung der Luft vom 8. September 1964 (Gemeinsames Ministerialblatt vom 14. September 1964 S. 433),
- Technische Anleitung zum Schutz gegen Lärm vom 16. Juli 1968 (Beilage zum Bundesanzeiger Nr. 137 vom 26. Juli 1968),
- Allgemeine Verwaltungsvorschrift zum Schutz gegen Baulärm — Geräuschimmissionen — vom 19. August 1970 (Beilage zum Bundesanzeiger Nr. 160 vom 1. September 1970),
- Allgemeine Verwaltungsvorschrift zum Schutz gegen Baulärm — Emissionsmeßverfahren — vom 22. Dezember 1970 (Bundesanzeiger Nr. 242 vom 30. Dezember 1970),
- Allgemeine Verwaltungsvorschrift zum Schutz gegen Baulärm — Emissionsrichtwerte für Betonmischeinrichtungen und Transportbetonmischer — vom 6. Dezember 1971 (Bundesanzeiger Nr. 231 vom 11. Dezember 1971), ber. am 14. Dezember 1971 (Bundesanzeiger Nr. 235 vom 17. Dezember 1971),
- Allgemeine Verwaltungsvorschrift zum Schutz gegen Baulärm — Emissionsrichtwerte für Radlader — (RadladerVwV) vom 16. August 1972 (Bundesanzeiger Nr. 156 vom 22. August 1972),
- Allgemeine Verwaltungsvorschrift zum Schutz gegen Baulärm — Emissionsrichtwerte für Kompressoren — (KompressorenVwV) vom 24. Oktober 1972 (Bundesanzeiger Nr. 205 vom 28. Oktober 1972),
- Allgemeine Verwaltungsvorschrift zum Schutz gegen Baulärm — Emissionsrichtwerte für Betonpumpen — (BetonpumpenVwV) vom 28. März 1973 (Bundesanzeiger Nr. 64 vom 31. März 1973),
- Allgemeine Verwaltungsvorschrift zum Schutz gegen Baulärm — Emissionsrichtwerte für Planieraupen — (PlanieraupenVwV) vom 4. Mai 1973 (Bundesanzeiger Nr. 87 vom 10. Mai 1973),
- Allgemeine Verwaltungsvorschrift zum Schutz gegen Baulärm — Emissionsrichtwerte für Kettenlader — (KettenladerVwV) vom 14. Mai 1973 (Bundesanzeiger Nr. 94 vom 19. Mai 1973) und die

Allgemeine Verwaltungsvorschrift zum Schutz gegen Baulärm — Emissionsrichtwerte für Bagger — (BaggerVwV) vom 17. Dezember 1973 (Bundesanzeiger Nr. 239 vom 21. Dezember 1973)

maßgebend.

(3) Soweit sich die

Erste Verordnung der Landesregierung des Landes Baden-Württemberg zur Durchführung des Immissionsschutzgesetzes vom 29. März 1966 (GBl. S. 67),

Zweite Verordnung der Landesregierung des Landes Baden-Württemberg zur Durchführung des Immissionsschutzgesetzes vom 16. Januar 1973 (GBl. S. 18),

Dritte Verordnung der Landesregierung des Landes Baden-Württemberg zur Durchführung des Immissionsschutzgesetzes (Ofenfeuerungsanlagen) vom 19. Juli 1973 (GBl. S. 279),

Erste Landesverordnung des Bayerischen Staatsministeriums des Innern zur Durchführung des Artikels 18b des Landesstraf- und Verordnungs-gesetzes (Verordnung über Abfallverbrennungsanlagen — VAVA —) vom 2. Oktober 1967 (GVBl. S. 458),

Zweite Landesverordnung des Bayerischen Staatsministeriums des Innern zur Durchführung des Artikels 18b des Landesstraf- und Verordnungs-gesetzes (Verordnung zur Verhütung von Luftverunreinigungen durch Feuerungsanlagen — VVLF —) vom 16. Juli 1969 (GVBl. S. 229),

Dritte Landesverordnung des Bayerischen Staatsministeriums des Innern zur Durchführung des Artikels 18b des Landesstraf- und Verordnungs-gesetzes (Verordnung zur Verhütung von Luftverunreinigungen durch Anlagen zur chemischen Reinigung — VChemA —) vom 24. August 1970 (GVBl. S. 440),

Erste Verordnung des Senats der Freien Hansestadt Bremen zur Durchführung des Gesetzes zum Schutz vor Luftverunreinigungen, Geräuschen und Erschütterungen — 1. VOImSchG — (Verhütung von Luftverunreinigungen durch Feuerungsanlagen) vom 19. Dezember 1972 (GBl. S. 259),

Verordnung des Senats der Freien und Hansestadt Hamburg zur Verhütung von Luftverunreinigungen durch Feuerungsanlagen für flüssige Brennstoffe vom 19. Juni 1973 (GVBl. S. 219),

Polizeiverordnung des Hessischen Ministers für Landwirtschaft und Umwelt und des Hessischen Ministers für Wirtschaft und Technik über die Auswurfbegrenzung bei Feuerungsanlagen mit Ölbrennern vom 19. März 1973 (GVBl. S. 102),

Verordnung des Niedersächsischen Landesministeriums über die Auswurfbegrenzung bei Feuerungen mit Ölbrennern vom 15. Februar 1972 (GVBl. S. 121),

Verordnung des Niedersächsischen Landesministeriums über die Auswurfbegrenzung bei Chemischreinigungsanlagen vom 6. Februar 1973 (GVBl. S. 32),

Verordnung des Niedersächsischen Landesministeriums über die Errichtung und den Betrieb von Aufbereitungsanlagen für bituminöse Straßenbaustoffe und Teersplittanlagen vom 9. April 1973 (GVBl. S. 113),

Erste Verordnung der Landesregierung des Landes Nordrhein-Westfalen zur Durchführung des Immissionsschutzgesetzes (Allgemeine Begrenzung des Rauchauswurfs) vom 26. Februar 1963 (GVNW S. 118),

Zweite Verordnung der Landesregierung des Landes Nordrhein-Westfalen zur Durchführung des Immissionsschutzgesetzes (Errichtung und Betrieb von Müllverbrennungsanlagen) vom 24. Juni 1963 (GVNW S. 234),

Dritte Verordnung der Landesregierung des Landes Nordrhein-Westfalen zur Durchführung des Immissionsschutzgesetzes (Auswurfbegrenzung bei Feuerungen mit Ölbrennern) vom 25. Oktober 1965 (GVNW S. 370),

Vierte Verordnung der Landesregierung des Landes Nordrhein-Westfalen zur Durchführung des Immissionsschutzgesetzes (Lärmrecht bei Baumaschinen) vom 26. Oktober 1965 (GVNW S. 322),

Fünfte Verordnung der Landesregierung des Landes Nordrhein-Westfalen zur Durchführung des Immissionsschutzgesetzes (Auswurfbegrenzung bei Chemischreinigungsanlagen) vom 25. Juli 1967 (GVNW S. 137),

Sechste Verordnung der Landesregierung des Landes Nordrhein-Westfalen zur Durchführung des Immissionsschutzgesetzes (Errichtung und Betrieb von Aufbereitungsanlagen für bituminöse Straßenbaustoffe einschließlich Teersplittanlagen) vom 17. Oktober 1967 (GVNW S. 184),

Siebente Verordnung der Landesregierung des Landes Nordrhein-Westfalen zur Durchführung des Immissionsschutzgesetzes (Auswurfbegrenzung bei Trockenöfen) vom 1. Oktober 1968 (GVNW S. 320),

Achte Verordnung der Landesregierung des Landes Nordrhein-Westfalen zur Durchführung des Immissionsschutzgesetzes (Auswurfbegrenzung bei Feuerungen für feste Brennstoffe) vom 6. Februar 1970 (GVNW S. 172),

Neunte Verordnung der Landesregierung des Landes Nordrhein-Westfalen zur Durchführung des Immissionsschutzgesetzes (Auswurfbegrenzung bei Hausbrandöfen mit Ölfeuerung) vom 23. September 1971 (GVNW S. 250) und die

Landesverordnung der Landesregierung des Landes Rheinland-Pfalz über die Auswurfbegrenzung bei Feuerungsanlagen für flüssige Brennstoffe vom 11. Dezember 1972 (GVBl. S. 378)

auf Gegenstände beziehen, die durch Rechtsverordnung auf Grund dieses Gesetzes geregelt werden können, treten diese Vorschriften erst mit Inkrafttreten der entsprechenden Rechtsverordnungen auf Grund dieses Gesetzes außer Kraft. Die Bundesregierung wird ermächtigt, durch Rechtsverordnung mit Zustimmung des Bundesrates die in Satz 1 genannten Rechtsverordnungen aufzuheben, soweit sie sich auf Gegenstände beziehen, die den Vorschriften dieses Gesetzes unterliegen.

§ 67

Übergangsvorschrift

(1) Eine Genehmigung, die vor dem Inkrafttreten dieses Gesetzes nach § 16 oder § 25 Abs. 1 der Gewerbeordnung erteilt worden ist, gilt als Genehmigung nach diesem Gesetz fort.

(2) Eine genehmigungsbedürftige Anlage, die bei Inkrafttreten der Verordnung nach § 4 Abs. 1 Satz 3 errichtet oder wesentlich geändert ist, oder mit deren Errichtung oder wesentlichen Änderung begonnen worden ist, muß innerhalb eines Zeitraums von drei Monaten nach Inkrafttreten der Verordnung der zuständigen Behörde angezeigt werden, sofern die Anlage nicht nach § 16 Abs. 1 oder § 25 Abs. 1 der Gewerbeordnung genehmigungsbedürftig war oder nach § 16 Abs. 4 der Gewerbeordnung angezeigt worden ist. Der zuständigen Behörde sind innerhalb eines Zeitraums von zwei Monaten nach Erstattung der Anzeige Unterlagen gemäß § 10 Abs. 1 über Art, Lage, Umfang und Betriebsweise der Anlage im Zeitpunkt des Inkrafttretens der Verordnung nach § 4 Abs. 1 Satz 3 vorzulegen.

(3) Die Anzeigepflicht nach Absatz 2 gilt nicht für ortsveränderliche Anlagen, die im vereinfachten Verfahren (§ 19) genehmigt werden können.

(4) Bereits begonnene Verfahren sind nach den Vorschriften dieses Gesetzes und der auf dieses Gesetz gestützten Rechts- und Verwaltungsvorschriften zu Ende zu führen.

§ 68

Anderung gewerblicher Vorschriften

(1) Die Gewerbeordnung wird wie folgt geändert:

1. Die §§ 16 bis 28 werden mit Ausnahme der §§ 24 bis 24d aufgehoben;

2. § 33a Abs. 2 Nr. 3 erhält folgende neue Fassung:
„3. wenn der beabsichtigte Betrieb des Gewerbes schädliche Umwelteinwirkungen im Sinne des Bundes-Immissionsschutzgesetzes oder sonst eine erhebliche Belästigung der Allgemeinheit befürchten läßt.“;

3. § 33i Abs. 2 Nr. 3 erhält folgende neue Fassung:
„3. der Betrieb des Gewerbes eine Gefährdung der Jugend, eine übermäßige Ausnutzung des Spieltriebs, schädliche Umwelteinwirkungen im Sinne des Bundes-Immissionsschutzgesetzes oder sonst eine nicht zumutbare Belästigung der Allgemeinheit, der Nachbarn oder einer im öffentlichen Interesse bestehenden Einrichtung befürchten läßt.“;

4. § 49 wird wie folgt geändert:

a) in Absatz 1 Satz 1 werden die Worte „der in den §§ 16 und 24 bezeichneten Arten“ ersetzt durch die Worte „der in § 24 bezeichneten Art“;

b) Absatz 4 wird gestrichen, der bisherige Absatz 5 wird Absatz 4;

5. in § 51 Abs. 1 wird folgender Satz 3 angefügt:

„Die Sätze 1 und 2 gelten nicht für Anlagen, soweit sie den Vorschriften des Bundes-Immissionsschutzgesetzes unterliegen.“;

6. in § 145a Abs. 1 werden die Worte „Die in den Fällen der §§ 16, 24 und 25“ ersetzt durch die Worte „Die im Falle des § 24“;

7. § 147 Abs. 1 Nr. 2 und Abs. 3 werden gestrichen;

8. § 155 Abs. 4 wird gestrichen.

(2) § 10 Abs. 2 Nr. 1 der Verordnung über elektrische Anlagen in explosionsgefährdeten Räumen vom 15. August 1963 (Bundesgesetzbl. I S. 697), zuletzt geändert durch die Zweite Änderungsverordnung vom 29. Januar 1968 (Bundesgesetzbl. I S. 109), erhält folgende Fassung:

„1. den Vorschriften des Bundes-Immissionsschutzgesetzes vom 15. März 1974 (Bundesgesetzbl. I S. 721) über genehmigungsbedürftige Anlagen.“

(3) § 18 der Druckgasverordnung vom 20. Juni 1968 (Bundesgesetzbl. I S. 730), geändert durch die Erste Verordnung zur Änderung der Druckgasverordnung vom 31. August 1972 (Bundesgesetzbl. I S. 1658), wird wie folgt geändert:

1. Die Überschrift erhält folgende Fassung:

„Füllanlagen in Verbindung mit einer nach den Vorschriften des Bundes-Immissionsschutzgesetzes genehmigungsbedürftigen Anlage“;

2. Satz 1 erhält folgende Fassung:

„Für Füllanlagen, die in verfahrenstechnischer Verbindung mit einer nach den Vorschriften des Bundes-Immissionsschutzgesetzes vom 15. März 1974 (Bundesgesetzbl. I S. 721) genehmigungsbedürftigen Anlage errichtet oder betrieben werden, gilt die Genehmigung nach § 4 des Bundes-Immissionsschutzgesetzes als Erlaubnis im Sinne des § 17 dieser Verordnung.“;

3. in Satz 2 Nr. 2 werden die Worte „§ 18 der Gewerbeordnung“ durch die Worte „§ 6 des Bundes-Immissionsschutzgesetzes“ ersetzt.

(4) Die Acetylenverordnung vom 5. September 1969 (Bundesgesetzbl. I S. 1593) wird wie folgt geändert:

1. in § 1 Abs. 2 Nr. 2 Buchstabe b werden die Worte „dem § 16 der Gewerbeordnung“ durch die Worte „den Vorschriften des Bundes-Immissionsschutzgesetzes vom 15. März 1974 (Bundesgesetzbl. I S. 721) über genehmigungsbedürftige Anlagen“ ersetzt;

2. § 10 wird wie folgt geändert:

a) Die Überschrift erhält folgende Fassung:

„Acetylenanlagen in Verbindung mit einer nach den Vorschriften des Bundes-Immissionsschutzgesetzes genehmigungsbedürftigen Anlage“;

b) Satz 1 erhält folgende Fassung:

„Für Acetylenanlagen, die in verfahrenstechnischer Verbindung mit einer nach den Vorschriften des Bundes-Immissionsschutzgesetzes vom 15. März 1974 (Bundesgesetzbl. I S. 721) genehmigungsbedürftigen Anlage errichtet oder betrieben werden, gilt die Genehmigung nach § 4 oder nach § 15 des Bundes-Immissionsschutzgesetzes als Erlaubnis im Sinne der §§ 7 und 9 dieser Verordnung.“;

c) in Satz 2 Nr. 2 werden die Worte „§ 18 der Gewerbeordnung“ durch die Worte „§ 6 des Bundes-Immissionsschutzgesetzes“ ersetzt.

(5) Die Verordnung über brennbare Flüssigkeiten in der Fassung der Bekanntmachung vom 5. Juni 1970 (Bundesgesetzbl. I S. 689, 1449) wird wie folgt geändert:

1. in § 1 Abs. 2 werden die Worte „§ 16 der Gewerbeordnung“ durch die Worte „den Vorschriften des Bundes-Immissionsschutzgesetzes vom 15. März 1974 (Bundesgesetzbl. I S. 721)“ ersetzt;

2. § 12 wird wie folgt geändert:

a) In der Überschrift werden die Worte

„§ 16 der Gewerbeordnung“ durch die Worte „§ 4 des Bundes-Immissionsschutzgesetzes“ ersetzt;

b) Satz 1 erhält folgende Fassung:

„Für Anlagen, die in verfahrenstechnischer Verbindung mit einer nach den Vorschriften des Bundes-Immissionsschutzgesetzes genehmigungsbedürftigen Anlage errichtet oder betrieben werden (§ 1 Abs. 2), gilt die Genehmigung nach § 4 des Bundes-Immissionsschutzgesetzes als Erlaubnis im Sinne dieser Verordnung.“;

3. in § 12 Nr. 2 werden die Worte „§ 18 der Gewerbeordnung“ durch die Worte „§ 6 des Bundes-Immissionsschutzgesetzes“ ersetzt.

§ 69

Anderung des Atomgesetzes, des Gaststättengesetzes, des Schornsteinfegergesetzes und des Abfallbeseitigungsgesetzes

(1) Das Atomgesetz wird wie folgt geändert:

1. § 7 wird wie folgt geändert:

a) In Absatz 3 Satz 3 werden die Worte „§§ 17 bis 19 und 49 der Gewerbeordnung“ durch die Worte „§§ 8, 10 Abs. 1 bis 4 und Abs. 6 bis 8 und des § 18 des Bundes-Immissionsschutzgesetzes vom 15. März 1974 (Bundesgesetzbl. I S. 721)“ ersetzt.

b) In Absatz 5 werden die Worte „§ 26 der Gewerbeordnung“ durch die Worte „§ 14 des Bundes-Immissionsschutzgesetzes“ ersetzt.

2. § 8 wird wie folgt geändert:

a) Die Überschrift erhält folgende Fassung:

„Verhältnis zum Bundes-Immissionsschutzgesetz und zur Gewerbeordnung“;

b) Absatz 1 erhält folgende Fassung:

„(1) Die Vorschriften des Bundes-Immissionsschutzgesetzes über genehmigungsbedürftige Anlagen sowie über die Untersagung der ferneren Benutzung solcher Anlagen finden auf genehmigungspflichtige Anlagen im Sinne des § 7 keine Anwendung, soweit es sich um den Schutz vor den Gefahren der Kernenergie oder der schädlichen Wirkung ionisierender Strahlen handelt.“

c) Es wird folgender Absatz 1a eingefügt:

„(1a) Bedarf eine nach § 4 des Bundes-Immissionsschutzgesetzes genehmigungsbedürftige Anlage einer Genehmigung nach § 7, so schließt diese Genehmigung die Genehmigung nach § 4 des Bundes-Immissionsschutzgesetzes ein. Die atomrechtliche Genehmigungsbehörde hat die Entscheidung im Einvernehmen mit der für den Immissionsschutz zuständigen Landesbehörde nach Maßgabe der Vorschriften des Bundes-Immissionsschutzgesetzes und der dazu erlassenen Rechtsverordnungen zu treffen.“

3. In § 13 Abs. 5 Satz 2 werden die Worte „§ 7 Abs. 4 dieses Gesetzes in Verbindung mit § 26 der Gewerbeordnung“ durch die Worte „§ 7 Abs. 5 dieses Gesetzes in Verbindung mit § 14 des Bundes-Immissionsschutzgesetzes“ ersetzt.

(2) Das Gaststättengesetz vom 5. Mai 1970 (Bundesgesetzbl. I S. 465, 1298) wird wie folgt geändert:

1. § 4 Abs. 1 Nr. 3 erhält folgende Fassung:

„3. der Gewerbebetrieb im Hinblick auf seine örtliche Lage oder auf die Verwendung der Räume dem öffentlichen Interesse widerspricht, insbesondere schädliche Umwelteinwirkungen im Sinne des Bundes-Immissionsschutzgesetzes oder sonst erhebliche Nachteile, Gefahren oder Belästigungen für die Allgemeinheit befürchten läßt.“

2. § 5 Abs. 1 Nr. 3 erhält folgende Fassung:

„3. gegen schädliche Umwelteinwirkungen im Sinne des Bundes-Immissionsschutzgesetzes und sonst gegen erhebliche Nachteile, Gefahren oder Belästigungen für die Bewohner des Betriebsgrundstücks oder der Nachbargrundstücke sowie der Allgemeinheit“.

(3) Das Schornsteinfegergesetz vom 15. September 1969 (Bundesgesetzbl. I S. 1634, 2432) wird wie folgt geändert:

§ 13 Abs. 1 Nr. 10 erhält folgende Fassung:

„10. Überprüfung von Schornsteinen, Feuerstätten und Verbindungsstücken oder ähnlichen Einrichtungen sowie Feststellung und Weiterleitung der für die Aufstellung von Emissionskatastern im Sinne des § 46 des Bundes-Immissionsschutzgesetzes erforderlichen Angaben nach Maßgabe der öffentlich-rechtlichen Vorschriften auf dem Gebiet des Immissionsschutzes.“

(4) Das Abfallbeseitigungsgesetz vom 7. Juni 1972 (Bundesgesetzbl. I S. 873) wird wie folgt geändert:

1. § 7 Abs. 3 erhält folgende Fassung:

„(3) Bei Abfallbeseitigungsanlagen, die Anlagen im Sinne des § 4 des Bundes-Immissionsschutzgesetzes sind, ist Planfeststellungs- und Anhörungsbehörde die Behörde, deren Genehmigung nach § 4 des Bundes-Immissionsschutzgesetzes durch die Planfeststellung ersetzt wird.“

2. In § 8 Abs. 1 Satz 3 wird der zweite Halbsatz gestrichen; das Semikolon wird durch einen Punkt ersetzt.

3. In § 11 Abs. 2 werden die Worte „dem § 16“ durch die Worte „dem § 4 des Bundes-Immissionsschutzgesetzes“ ersetzt.

§ 70

Änderung verkehrsrechtlicher Vorschriften

(1) § 6 des Straßenverkehrsgesetzes in der Fassung der Bekanntmachung vom 19. Dezember 1952 (Bundesgesetzbl. I S. 837), zuletzt geändert durch das Gesetz zur Änderung des Straßenverkehrsgesetzes vom 20. Juli 1973 (Bundesgesetzbl. I S. 870), wird wie folgt geändert:

1. In Absatz 1 Satz 1 werden nach der Nummer 5 folgende Nummern 5a und 5b eingefügt:

„5a. die Beschaffenheit, Ausrüstung und Prüfung der Fahrzeuge und über das Verhalten im Straßenverkehr zum Schutz vor den von Fahrzeugen ausgehenden schädlichen Umwelteinwirkungen im Sinne des Bundes-Immissionsschutzgesetzes; dabei können Emissionsgrenzwerte unter Berücksichtigung der technischen Entwicklung auch für einen Zeitpunkt nach Inkrafttreten der Rechtsverordnung festgesetzt werden;

5b. das Verbot des Kraftfahrzeugverkehrs in den nach § 40 des Bundes-Immissionsschutzgesetzes festgelegten Gebieten nach Bekanntgabe austauscharmer Weiterlagen;“.

2. In Absatz 1 Satz 1 wird nach der Nummer 6 folgende Nummer 7 eingefügt:

„7. die in den Nummern 1 bis 6 vorgesehenen Maßnahmen, soweit sie zur Erfüllung von Verpflichtungen aus zwischenstaatlichen Vereinbarungen oder von bindenden Beschlüssen der Europäischen Gemeinschaften notwendig sind.“

3. Absatz 1 Satz 2 und Absatz 2 werden durch folgende Absätze 2 und 3 ersetzt:

„(2) Rechtsverordnungen nach Absatz 1 Nr. 5a und 5b sowie Nr. 7, soweit sie sich auf Maßnahmen nach Nr. 5a und 5b beziehen, und Allgemeine Verwaltungsvorschriften hierzu werden vom Bundesminister für Verkehr und vom Bundesminister des Innern erlassen.

(3) Abweichend von den Absätzen 1 und 2 bedürfen Rechtsverordnungen zur Durchführung der Vorschriften über die Beschaffenheit, die Ausrüstung und die Prüfung von Fahrzeugen und Fahrzeugteilen sowie Rechtsverordnungen über allgemeine Ausnahmen von den auf diesem Gesetz beruhenden Rechtsvorschriften nicht der Zustimmung des Bundesrates; vor ihrem Erlaß sind die zuständigen obersten Landesbehörden zu hören.“

(2) An § 57 Abs. 1 des Personenbeförderungsgesetzes vom 21. März 1961 (Bundesgesetzbl. I S. 241), zuletzt geändert durch das Gesetz zur Änderung des Rechtspflegergesetzes, des Beurkundungsgesetzes und zur Umwandlung des Offenbarungseides in eine eidesstaatliche Versicherung vom 27. Juni 1970 (Bundesgesetzbl. I S. 911), werden folgende Sätze 2 bis 4 angefügt:

„Rechtsverordnungen nach Satz 1 Nr. 1 können auch Vorschriften zum Schutz vor schädlichen Umwelteinwirkungen im Sinne des Bundes-Immissionsschutzgesetzes enthalten; dabei können Emissionsgrenzwerte unter Berücksichtigung der technischen Entwicklung auch für einen Zeitpunkt nach Inkrafttreten der Rechtsverordnung festgesetzt werden. Vorschriften nach Satz 2 werden vom Bundesminister für Verkehr und vom Bundesminister des Innern erlassen. Die Ermächtigung nach Satz 2 gilt nicht, soweit § 43 des Bundes-Immissionsschutzgesetzes Anwendung findet.“

(3) § 3 des Allgemeinen Eisenbahngesetzes vom 29. März 1951 (Bundesgesetzbl. I S. 225, 438), zuletzt geändert durch das Einführungsgesetz zum Gesetz über Ordnungswidrigkeiten vom 24. Mai 1968 (Bundesgesetzbl. I S. 503), wird wie folgt geändert:

1. Absatz 1 erhält folgende Fassung:

„(1) Der Bundesminister für Verkehr wird ermächtigt, mit Zustimmung des Bundesrates für die dem öffentlichen Verkehr dienenden Eisenbahnen Rechtsverordnungen über den Bau, den Betrieb und den Verkehr sowie die Eisenbahnstatistik zu erlassen, welche

a) die Anforderungen an Bau, Ausrüstung und Betriebsweise der Eisenbahnen nach den Erfordernissen der Sicherheit, nach den neuesten Erkenntnissen der Technik und nach den internationalen Abmachungen einheitlich regeln,

b) einheitliche Vorschriften für die Beförderung der Personen und Güter auf den Eisenbahnen entsprechend den Bedürfnissen von Verkehr und Wirtschaft und in Übereinstimmung mit den Vorschriften des Handelsrechts aufstellen,

c) die notwendigen Vorschriften zum Schutz der Anlagen und des Betriebes der Eisenbahnen gegen Störungen und Schäden enthalten,

d) Art und Umfang der Eisenbahnstatistik einheitlich regeln,

e) dem Schutz vor schädlichen Umwelteinwirkungen im Sinne des Bundes-Immissionsschutzgesetzes dienen; dabei können Emissionsgrenzwerte unter Berücksichtigung der

technischen Entwicklung auch für einen Zeitpunkt nach Inkrafttreten der Rechtsverordnung festgesetzt werden.

Rechtsverordnungen nach Buchstabe e werden vom Bundesminister für Verkehr und vom Bundesminister des Innern erlassen. Die Ermächtigung nach Satz 1 Buchstabe e gilt nicht, soweit § 43 des Bundes-Immissionsschutzgesetzes Anwendung findet.“

2. Absatz 2 wird gestrichen; der bisherige Absatz 3 wird Absatz 2.

(4) Das Gesetz über die Aufgaben des Bundes auf dem Gebiet der Binnenschifffahrt vom 15. Februar 1956 (Bundesgesetzbl. II S. 317), zuletzt geändert durch das Zweite Änderungsgesetz vom 14. April 1971 (Bundesgesetzbl. I S. 345), wird wie folgt geändert:

1. § 1 Abs. 1 Nr. 2 erhält folgende Fassung:

„2. die Abwehr von Gefahren für die Sicherheit und Leichtigkeit des Verkehrs sowie die Verhütung von der Schifffahrt ausgehender Gefahren (Schiffahrtspolizei) und schädlicher Umwelteinwirkungen im Sinne des Bundes-Immissionsschutzgesetzes auf den Bundeswasserstraßen; die schiffahrtspolizeilichen Vollzugsaufgaben nach Maßgabe einer mit den Ländern zu schließenden Vereinbarung.“

2. § 3 Abs. 1 Satz 4 wird gestrichen.

3. In § 3 wird nach Absatz 1 folgender Absatz 1a eingefügt:

„(1a) Vorschriften nach Absatz 1 Satz 1 Nr. 1 bis 3 können auch erlassen werden

1. zur Abwehr von Gefahren für das Wasser,

2. zur Verhütung von der Schifffahrt ausgehender schädlicher Umwelteinwirkungen im Sinne des Bundes-Immissionsschutzgesetzes; dabei können Emissionsgrenzwerte unter Berücksichtigung der technischen Entwicklung auch für einen Zeitpunkt nach Inkrafttreten der Rechtsverordnung festgesetzt werden.

Rechtsverordnungen nach Satz 1 Nr. 2 werden vom Bundesminister für Verkehr und vom Bundesminister des Innern erlassen.“

4. In § 4 wird das Wort „Gefahrenabwehr“ durch die Worte „Abwehr von Gefahren und schädlichen Umwelteinwirkungen“ ersetzt.

(5) Das Gesetz über die Aufgaben des Bundes auf dem Gebiet der Seeschifffahrt vom 24. Mai 1965 (Bundesgesetzbl. II S. 833), zuletzt geändert durch das Gesetz über den Bundesgrenzschutz vom 18. August 1972 (Bundesgesetzbl. I S. 1834), wird wie folgt geändert:

1. § 1 Nr. 2 erhält folgende Fassung:

„2. die Abwehr von Gefahren für die Sicherheit und Leichtigkeit des Verkehrs sowie die Verhütung von der Seeschifffahrt ausgehender Gefahren (Schiffahrtspolizei) und schädlicher Umwelteinwirkungen im Sinne des Bundes-Immissionsschutzgesetzes auf den

Seewasserstraßen und den nach § 9 Abs. 1 Nr. 1 begrenzten Binnenwasserstraßen sowie in den an ihnen gelegenen bundeseigenen Häfen;“.

2. In § 1 Nr. 4 werden nach den Worten „seegängigen Wasserfahrzeuge“ die Worte eingefügt:
„und zum Schutz vor schädlichen Umwelteinwirkungen im Sinne des Bundes-Immissionsschutzgesetzes“.

3. In § 3 werden die Worte „Aufrechterhaltung der Sicherheit und Leichtigkeit des Verkehrs“ durch die Worte „Abwehr von Gefahren und schädlichen Umwelteinwirkungen“ ersetzt.

4. In § 9 wird nach Absatz 1 folgender Absatz 1a eingefügt:

„(1a) Vorschriften nach Absatz 1 Satz 1 Nr. 2, 4, 5 und 6 können auch erlassen werden zur

1. Abwehr von Gefahren für das Wasser,
2. Verhütung von der Schifffahrt ausgehender schädlicher Umwelteinwirkungen im Sinne des Bundes-Immissionsschutzgesetzes; dabei können Emissionsgrenzwerte unter Berücksichtigung der technischen Entwicklung auch für einen Zeitpunkt nach Inkrafttreten der Rechtsverordnung festgesetzt werden.

Rechtsverordnungen nach Satz 1 Nr. 2 werden vom Bundesminister für Verkehr und vom Bundesminister des Innern erlassen.“

5. § 12 wird wie folgt geändert:

a) In Absatz 1 Satz 1 werden die Worte „§ 9 Abs. 1 und 2“ durch die Worte „§ 9 Abs. 1, 1a und 2“ ersetzt.

b) In Absatz 2 Satz 6 Nr. 1 werden die Worte „für die Sicherheit und Leichtigkeit des Verkehrs“ durch die Worte „und von schädlichen Umwelteinwirkungen“ ersetzt und nach den Worten „§ 9 Abs. 1 Nr. 2“ die Worte „und Abs. 1a“ eingefügt.

(6) § 11 Satz 1 des Luftverkehrsgesetzes in der Fassung der Bekanntmachung vom 4. November 1968 (Bundesgesetzbl. I S. 1113), zuletzt geändert durch das Gesetz zum Schutz gegen Fluglärm vom 30. März 1971 (Bundesgesetzbl. I S. 282), erhält folgende Fassung:

„Die Vorschrift des § 14 des Bundes-Immissionsschutzgesetzes gilt für Flughäfen entsprechend.“

(7) Rechtsverordnungen auf Grund der in den Absätzen 4 und 5 enthaltenen Ermächtigungen bedürfen nicht der Zustimmung des Bundesrates.

§ 71

Überleitung von Verweisungen

Soweit in anderen als den durch die §§ 68 bis 70 geänderten Gesetzen und Rechtsverordnungen des Bundes auf die §§ 16 bis 23 und 25 bis 28 der Gewerbeordnung verwiesen wird, beziehen sich diese Verweisungen auf die entsprechenden Vorschriften dieses Gesetzes.

§ 72

Aufhebung von Vorschriften

Es werden aufgehoben

1. das Gesetz über Vorsorgemaßnahmen zur Luftreinhaltung vom 17. Mai 1965 (Bundesgesetzbl. I S. 413), geändert durch das Einführungsgesetz zum Gesetz über Ordnungswidrigkeiten vom 24. Mai 1968 (Bundesgesetzbl. I S. 503),
2. das Gesetz zum Schutz gegen Baulärm vom 9. September 1965 (Bundesgesetzbl. I S. 1214), geändert durch das Einführungsgesetz zum Gesetz über Ordnungswidrigkeiten vom 24. Mai 1968 (Bundesgesetzbl. I S. 503).

§ 73

Berlin-Klausel

Dieses Gesetz gilt nach Maßgabe des § 13 Abs. 1 des Dritten Überleitungsgesetzes vom 4. Januar 1952 (Bundesgesetzbl. I S. 1) auch im Land Berlin. Rechtsverordnungen, die auf Grund der Gewerbeordnung, des Luftverkehrsgesetzes oder dieses Gesetzes erlassen werden, gelten im Land Berlin nach § 14 des Dritten Überleitungsgesetzes.

§ 74

Inkrafttreten

Die Vorschriften dieses Gesetzes, die zum Erlaß von Rechtsverordnungen und allgemeinen Verwaltungsvorschriften ermächtigen, sowie § 51 treten am Tage nach der Verkündung in Kraft. Im übrigen tritt das Gesetz am ersten Tage des auf die Verkündung folgenden Monats in Kraft.

Das vorstehende Gesetz wird hiermit verkündet.

Bonn, den 15. März 1974

Der Bundespräsident
Heinemann

Der Bundeskanzler
Brandt

Der Bundesminister des Innern
Genscher

Der Bundesminister für Verkehr
Lauritzen

147

5. A n h a n g A-5

Technische Anleitung zur Reinhaltung der Luft
(TA-Luft 74) im Wortlaut

Z 3191 A

Ausgabe A
Seite 425

GEMEINSAMES
MINISTERIALBLATT

*des Auswärtigen Amtes / des Bundesministers des Innern
des Bundesministers für Jugend, Familie und Gesundheit
des Bundesministers für Raumordnung, Bauwesen und Städtebau / des Bundesministers für innerdeutsche Beziehungen
des Bundesministers für Forschung und Technologie / des Bundesministers für Bildung und Wissenschaft
des Bundesministers für wirtschaftliche Zusammenarbeit*

HERAUSGEGEBEN VOM BUNDESMINISTERIUM DES INNERN

25. Jahrgang

Bonn, den 4. September 1974

Nr. 24

INHALT

Amtlicher Teil

Der Bundesminister des Innern

**UB. Wasserwirtschaft, Abfallwirtschaft,
Luftreinhaltung, Lärmbekämpfung**

Erste VwV zum Bundes-Immissionsschutzgesetz
(Technische Anleitung zur Reinhaltung der Luft

— TA Luft —) v. 28. 8. 74 426

Amtlicher Teil

Der Bundesminister des Innern

UB. Wasserwirtschaft, Abfallwirtschaft,
Luftreinhaltung, Lärmbekämpfung

**Erste Allgemeine Verwaltungsvorschrift
zum Bundes-Immissionsschutzgesetz**

(Technische Anleitung zur Reinhaltung der Luft — TA Luft —)

Vom 28. August 1974

Inhaltsübersicht

1	Sachlicher Geltungsbereich
2	Allgemeine Vorschriften zur Reinhaltung der Luft
2.1	Begriffsbestimmungen und Einheiten im Meßwesen
2.1.1	Luftverunreinigungen
2.1.2	Emissionen
2.1.3	Immissionen
2.1.4	Abkürzungen für sonstige Einheiten im Meßwesen
2.2	Allgemeine Grundsätze für die Genehmigung, den Vorbescheid und die nachträglichen Anordnungen
2.2.1	Prüfung der Anträge auf Genehmigung zur Errichtung und zum Betrieb neuer Anlagen
2.2.2	Prüfung der Anträge auf Erteilung einer Teilgenehmigung
2.2.3	Prüfung der Anträge auf Genehmigung zur wesentlichen Änderung der Lage, der Beschaffenheit oder des Betriebes einer Anlage
2.2.4	Prüfung der Anträge auf Erteilung eines Vorbescheides
2.2.5	Nachträgliche Anordnungen
2.3	Begrenzung der Emissionen
2.3.1	Allgemeines
2.3.2	Dunkler Rauch
2.3.3	Staubförmige Emissionen
2.3.4	Emissionen von Gasen und Dämpfen
2.4	Immissionswerte
2.4.1	Allgemeines
2.4.2	Immissionswerte für Stäube
2.4.3	Immissionswerte für Gase
2.5	Feststellung und Beurteilung der Immissionen
2.5.1	Grundsätze
2.5.2	Feststellung und Beurteilung von Immissionen im Genehmigungsverfahren
2.5.3	Feststellung und Beurteilung von Immissionen bei der Prüfung nach Nr. 2.2.5
2.6	Schornsteinmindesthöhe
2.6.1	Allgemeines
2.6.2	Nomogramm zur Bestimmung der Schornsteinmindesthöhe
2.6.3	Ermittlung der Schornsteinmindesthöhe unter Berücksichtigung der Bebauung und des Bewuchses
2.7	Ausbreitungsrechnung
2.8	Feststellung der Emissionen
2.8.1	Meßplätze
2.8.2	Meßprogramm
2.8.3	Auswertung und Beurteilung
2.8.4	Laufende Überwachung der Emissionen
2.8.5	Abnahmemessungen
3	Anforderungen an bestimmte Anlagearten
4	Übergangsvorschrift

Nach § 48 des Bundes-Immissionsschutzgesetzes — BImSchG — vom 15. März 1974 (Bundesgesetzbl. I S. 721, 1193) erläßt die Bundesregierung nach Anhörung der beteiligten Kreise mit Zustimmung des Bundesrates folgende allgemeine Verwaltungsvorschrift:

1 Sachlicher Geltungsbereich

Diese Technische Anleitung zur Reinhaltung der Luft gilt für die unter § 4 des Bundes-Immissionsschutzgesetzes fallenden Anlagen, soweit nach § 66 Abs. 1 des Bundes-Immissionsschutzgesetzes für das Genehmigungsverfahren die Vorschriften der Verordnung über genehmigungsbedürftige Anlagen nach § 16 der Gewerbeordnung in der Fassung der Bekanntmachung vom 7. Juli 1971 (Bundesgesetzbl. I S. 888) gelten. Sie enthält Vorschriften zur Reinhaltung der Luft, die die zuständigen Behörden zu beachten haben

- a) bei der Prüfung der Anträge auf Genehmigung zur Errichtung und zum Betrieb einer Anlage (§§ 6 und 9 BImSchG) sowie zur wesentlichen Änderung der Lage, der Beschaffenheit oder des Betriebes einer Anlage (§ 15 BImSchG),
- b) bei der Prüfung der Anträge auf Erteilung eines Vorbescheides (§ 9 BImSchG),
- c) bei nachträglichen Anordnungen (§ 17 BImSchG) und
- d) bei der Anordnung über Ermittlungen von Art und Ausmaß der von einer Anlage ausgehenden Emissionen sowie der Immissionen im Einwirkungsbereich der Anlage (§ 26 BImSchG).

2 Allgemeine Vorschriften zur Reinhaltung der Luft

2.1 Begriffsbestimmungen und Einheiten im Meßwesen

2.1.1 Luftverunreinigungen

Luftverunreinigungen im Sinne dieser Anleitung sind Veränderungen der natürlichen Zusammensetzung der Luft, insbesondere durch Rauch, Ruß, Staub, Gase, Aerosole, Dämpfe oder Geruchsstoffe; zu den Dämpfen kann auch Wasserdampf gehören.

2.1.2 Emissionen

Emissionen im Sinne dieser Anleitung sind die von einer Anlage ausgehenden Luftverunreinigungen.

Emissionen werden wie folgt angegeben:

- a) Masse der emittierten Stoffe bezogen auf das Volumen
- aa) von Abgas im Normzustand (0°C; 1013 mbar) nach Abzug des Feuchtegehaltes an Wasserdampf
- bb) von Abgas (f) im Normzustand (0°C; 1013 mbar) vor Abzug des Feuchtegehaltes an Wasserdampf
- als Massenkonzentration in der Einheit mg/m³;

- b) Masse der emittierten Stoffe bezogen auf die Zeit
als Massenstrom in den Einheiten kg/h oder g/h;
- c) Verhältnis der Masse der emittierten Stoffe zu der Masse der erzeugten oder verarbeiteten Produkte *)
als Massenverhältnis in den Einheiten kg/t oder g/t.

Abgabe im Sinne dieser Anleitung sind die Trägergase mit den festen, flüssigen und gasförmigen Emissionen.

Die Luftmengen, die einer Einrichtung der Anlage zugeführt werden, um das Abgas zu verdünnen oder zu kühlen, bleiben bei der Bestimmung der Massenkonzentration unberücksichtigt.

Als Bestimmungsgröße für die optische Bewertung von Abgasfahnen dient der Grauwert nach der Ringelmann-Skala.

2.1.3 Immissionen

Immissionen im Sinne dieser Anleitung sind auf Menschen sowie Tiere, Pflanzen oder andere Sachen einwirkende Luftverunreinigungen. Als einwirkende Luftverunreinigungen sind in der Regel in 1,5 Meter Höhe über dem Erdboden oder der oberen Begrenzung der Vegetation oder in einem Abstand von 1,5 Meter von der Oberfläche eines Bauwerkes auftretende Luftverunreinigungen anzusehen.

Immissionen werden wie folgt angegeben:
allgemein

Masse der luftverunreinigenden Stoffe bezogen auf das Volumen der verunreinigten Luft

als Massenkonzentration in der Einheit mg/m³;

bei Gasen auch

Volumen der luftverunreinigenden Stoffe bezogen auf das Volumen der verunreinigten Luft als Volumenkonzentration in der Einheit cm³/m³;

bei Stäuben auch

Anzahl der Staubpartikel bezogen auf das Volumen der verunreinigten Luft
als Konzentration an Staubpartikeln in der Einheit 1/cm³;

als Staubbiederschlag

Masse der niedergeschlagenen Stäube bezogen auf die Auffangfläche und auf die Meßzeit (Probenahmezeit)
als zeitbezogene Massenbedeckung in der Einheit g/(m² · d).

2.1.4 Einheitenzeichen von weiteren Einheiten im Meßwesen

µm	Mikrometer;	1 µm	= 1/1000 mm
km	Kilometer;	1 km	= 1000 m
µg	Mikrogramm;	1 µg	= 1/1000 mg
mg	Milligramm;	1 mg	= 1/1000 g
t	Tonne;	1 t	= 1000 kg
h	Stunde;	1 h	= 3 600 s
d	Tag;	1 d	= 24 h = 86 400 s
mbar	Millibar;	1 mbar	= 1/1000 bar = 100 Pa

kJ/h Kilojoule durch Stunde (thermische Leistung);

MJ/h Megajoule durch Stunde; 1 MJ/h = 1000 kJ/h

GJ/h Gigajoule durch Stunde; 1 GJ/h = 1000 MJ/h

TJ/h Terajoule durch Stunde; 1 TJ/h = 1000 GJ/h

m³/h Kubikmeter durch Stunde (Volumenstrom);

*) Emissionsfaktoren

Allgemeine Grundsätze für die Genehmigung, den Vorbescheid und die nachträglichen Anordnungen

2.2.1 Prüfung der Anträge auf Genehmigung zur Errichtung und zum Betrieb neuer Anlagen

Die Genehmigungsvoraussetzungen nach § 6 des Bundes-Immissionsschutzgesetzes sind aus Gründen der Luftreinhaltung als erfüllt anzusehen, wenn

- a) die Anlagen mit den dem Stand der Technik (2.3.1) entsprechenden Einrichtungen zur Begrenzung der Emissionen ausgerüstet sind,
- b) durch den Betrieb der Anlage die Immissionswerte (2.4) im Einwirkungsbereich der Anlage nicht überschritten werden und
- c) die Verteilung der Emissionen nach 2.6 erfolgt.

Die Genehmigungsvoraussetzungen sind aus Gründen der Luftreinhaltung auch in den Fällen als erfüllt anzusehen, wenn eine Überschreitung der Immissionswerte zu besorgen ist und

- a) durch technische Maßnahmen, die über die Anforderungen zur Begrenzung der Emissionen in 2.3.2 bis 2.3.4 und 3 hinausgehen,
- b) durch Einsatz geeigneter Brenn- und Arbeitsstoffe, höhere Schornsteine, Verkleinerung der Anlagen oder
- c) durch Verminderung der Emissionen aus sonstigen vom Antragsteller betriebenen Anlagen

die Emissionen soweit vermindert oder verteilt werden, daß die Einhaltung der Immissionswerte sichergestellt werden kann.

In dem Fall des Absatzes 1 Buchstabe c kann dem Antragsteller zur Vermeidung von Produktionsausfällen oder in sonstigen Härtefällen eingeräumt werden, die Verminderung der Emissionen bestehender Anlagen binnen einer Frist vorzunehmen, die in der Regel sechs Monate nach Inbetriebnahme der neuen Anlage nicht überschreiten soll.

Die Genehmigung von Anlagen in Gebieten, in denen Immissionswerte überschritten werden, soll wegen dieser Überschreitung nicht versagt werden, wenn der Antragsteller durch die neue Anlage eine bestehende Anlage gleicher Art ersetzt und dadurch die Emissionen und Immissionen erheblich vermindert. Zur Vermeidung von Produktionsausfällen oder in sonstigen Härtefällen kann dem Antragsteller eingeräumt werden, die bestehende Anlage binnen einer Frist stillzulegen, die in der Regel sechs Monate nach Inbetriebnahme der neuen Anlage nicht überschreiten soll.

In Gebieten, in denen Immissionswerte überschritten sind oder eine Überschreitung von Immissionswerten zu erwarten ist, soll die Genehmigung wegen der bestehenden oder zu erwartenden Überschreitung nicht versagt werden, wenn die Möglichkeiten zur Immissionsminderung nach 2.2.1.2 ausgeschöpft werden und wenn durch einen Luftreinhaltungsplan nach § 47 Satz 3 Nr. 3 des Bundes-Immissionsschutzgesetzes sichergestellt ist, die zusätzlich durch bestehende Anlagen anderer Betreiber verursachten Immissionen soweit zu senken, daß die Einhaltung der Immissionswerte im Einwirkungsbereich der neuen Anlage künftig erreicht wird.

In den durch Rechtsverordnungen der Landesregierungen nach § 49 Abs. 2 des Bundes-Immissionsschutzgesetzes ausgewiesenen Gebieten sowie in Gebieten, in denen bei austauschenden Wetterlagen eine anhaltende erhebliche Überschreitung der Immissionswerte (2.4) zu be-

fürchten ist und die aufgrund von Gutachten des Deutschen Wetterdienstes von den zuständigen obersten Landesbehörden ausgewiesen sind, kann dem Antragsteller die Lagerung von schwefelarmen Brenn- und Arbeitsstoffen in Höhe eines Wochenbedarfs und die Umstellung auf diese Brenn- und Arbeitsstoffe bei diesen Wetterlagen auferlegt werden, es sei denn, daß ausreichende Abgasentschwebungsanlagen eingebaut werden. Die Lagerung soll nicht auferlegt werden, soweit schwefelarme Brennstoffe aus der laufenden Produktion genommen werden können (z. B. bei Zechenkraftwerken) oder auf andere Weise die Versorgung mit schwefelarmen Brenn- und Arbeitsstoffen sichergestellt ist.

Soweit eine Umstellung auf schwefelarme Brenn- und Arbeitsstoffe nicht geeignet oder nicht ausreichend ist, um eine erhebliche Überschreitung der Immissionswerte im Falle des Absatzes 1 Satz 1 zu verhindern, kann dem Antragsteller auferlegt werden, den Betrieb der Anlage während der austauscharmen Wetterlagen einzuschränken, insbesondere diskontinuierliche Arbeitsvorgänge, z. B. Anfahrvorgänge, Reinigungs- und Wartungsarbeiten, die zu erhöhten Emissionen führen können, aufzuschieben.

2.2.1.6 In den durch Rechtsverordnungen der Landesregierungen nach § 49 Abs. 2 des Bundes-Immissionsschutzgesetzes ausgewiesenen Gebieten sowie in Gebieten, in denen bei austauscharmen Wetterlagen eine anhaltende erhebliche Überschreitung der Immissionswerte (2.4) zu befürchten ist und die aufgrund von Gutachten des Deutschen Wetterdienstes von den zuständigen obersten Landesbehörden ausgewiesen sind und bei denen auch bei Durchführung von Maßnahmen nach 2.2.1.5 mit einer erheblichen Überschreitung der Immissionswerte (2.4) gerechnet werden muß, können dem Antragsteller Maßnahmen, die über 2.2.1.1 Buchstaben a und c hinausgehen, auferlegt werden.

2.2.2 Prüfung der Anträge auf Erteilung einer Teilgenehmigung
Eine Teilgenehmigung nach § 8 des Bundes-Immissionsschutzgesetzes kann insbesondere erteilt werden, wenn die Errichtung und der Betrieb von umfangreichen und neuartigen Anlagen vorgesehen sind, deren Planung und Aufbau abschnitts- oder stufenweise vorgenommen wird. Für die Erteilung der Teilgenehmigung ist 2.2.1 anzuwenden.

2.2.3 Prüfung der Anträge auf Genehmigung zur wesentlichen Änderung der Lage, der Beschaffenheit oder des Betriebes einer Anlage

2.2.3.1 Bei der Entscheidung darüber, ob eine Änderung aus Gründen der Luftreinhaltung wesentlich ist, ist von dem Inhalt der letzten Genehmigung auszugehen. In der Regel sind solche Änderungen als wesentlich anzusehen, die zu einer erheblichen Abweichung von den Emissions- oder Immissionsverhältnissen führen können, die der letzten Genehmigung zugrunde gelegen haben.

2.2.3.2 Kann die Veränderung zu einer Verschlechterung der Emissions- oder Immissionsverhältnisse führen, ist sie insbesondere mit einer erheblichen Produktionserweiterung verbunden, so gelten für die Prüfung der Anträge die Vorschriften der Nummer 2.2.1 entsprechend; das gleiche gilt für den Fall, daß die Veränderung der Errichtung einer neuen Anlage gleichkommt. In den übrigen Fällen soll die Genehmigung aus Gründen der Luftreinhaltung nicht versagt werden.

2.2.3.3 Wenn die Prüfung nach 2.2.3.2 ergibt, daß die Immissionswerte überschritten werden, können auch die übrigen Anlagenteile in die Prüfung einbezogen werden.

2.2.4 Prüfung der Anträge auf Erteilung eines Vorbescheides

Für die Erteilung eines Vorbescheides nach § 9 des Bundes-Immissionsschutzgesetzes gilt 2.2.1 sinngemäß. Ein berechtigtes Interesse an der Erteilung eines Vorbescheides liegt insbesondere vor, wenn es sich um komplexe oder neuartige Anlagen handelt und die Beibringung der zur Beurteilung des gesamten Vorhabens erforderlichen Unterlagen zu einer unzumutbaren Verzögerung des Genehmigungsverfahrens führen würde.

2.2.5 Nachträgliche Anordnungen

2.2.5.1 Von der Ermächtigung in § 17 Abs. 1 Satz 1 des Bundes-Immissionsschutzgesetzes soll in der Regel Gebrauch gemacht werden, wenn eine Überschreitung der folgenden Werte festgestellt wird:

- a) der in 2.3.2 und 3 festgelegten Grauwerte von Abgasfahnen
- b) der in 2.3.3.3 festgelegten Schwärzungsgrade der Abgase von Ölf Feuerungen oder
- c) der zweifachen in 2.3.3.1 und 2.3.3.2 sowie der zweieinhalbfachen in 3 festgelegten Massenkonzentrationen, Massenströme und Massenverhältnisse staubförmiger Emissionen.

2.2.5.2 Voraussetzungen für nachträgliche Anordnungen nach § 17 Abs. 1 Satz 2 des Bundes-Immissionsschutzgesetzes sind insbesondere als erfüllt anzusehen, wenn durch Messung der Immissionen oder Berechnung aus den Emissionen eine Überschreitung der Immissionswerte (2.4) festgestellt wird.

2.2.5.3 Liegen die Voraussetzungen für nachträgliche Anordnungen nach § 17 Abs. 1 des Bundes-Immissionsschutzgesetzes vor, sollen die Maßnahmen angestrebt werden, die für neue Anlagen vorgesehen sind; hierbei ist § 17 Abs. 2 des Bundes-Immissionsschutzgesetzes zu beachten.

2.3 Begrenzung der Emissionen

2.3.1 Allgemeines

Dem Stand der Technik entsprechen insbesondere fortschrittliche Maßnahmen zur Begrenzung von Emissionen, die mit Erfolg im Betrieb erprobt worden sind. In begründeten Fällen können auch noch nicht für den jeweiligen Anwendungsfall abschließend betriebsprobierte Maßnahmen als dem Stand der Technik entsprechend angesehen werden, z. B., wenn diese in einem solchen Maße erprobt worden sind, daß die vorgesehene Anwendung ohne unzumutbares Risiko möglich ist. Bei der Bestimmung des Standes der Technik für den jeweiligen Anwendungsfall sind insbesondere vergleichbare Verfahren, Einrichtungen oder Betriebsweisen heranzuziehen; fehlt es an derartigen Verfahren, Einrichtungen oder Betriebsweisen, so sind an die Prüfung, ob die praktische Eignung der Maßnahme zur Begrenzung von Emissionen gesichert erscheint, besonders strenge Anforderungen zu stellen.

Für bestimmte Anlagearten enthalten die Vorschriften der Nummer 3 dem Stand der Technik entsprechende Anforderungen zur Begrenzung von Emissionen. Die Vorschriften der Nummern 2.3.2 bis 2.3.5 finden keine Anwendung, soweit die Vorschriften der Nummer 3 abweichende Anforderungen enthalten.

Bei der Prüfung nach Absatz 1 sind, insbesondere für emissions- oder immissionsmindernde Auflagen und Anordnungen, Richtlinien des VDI-Handbuchs Reinhaltung der Luft und

DIN-Normen heranzuziehen, wenn diese vom Bundesminister des Innern nach Abstimmung mit den für die Luftreinhaltung zuständigen obersten Landesbehörden veröffentlicht worden sind.

2.3.2 Dunkler Rauch

Der Grauwert von Abgasfahnen muß heller sein als der Wert der Nummer 2 der Ringelmann-Skala.

2.3.3 Staubbörmige Emissionen

2.3.3.1 Begrenzung staubbörmiger Emissionen im Abgas
Die im Abgas enthaltenen staubbörmigen Emissionen dürfen unbeschadet der Anforderungen nach 2.3.3.4 die aus dem Diagramm (Abb. 1) sich ergebenden Massenkonzentrationen nicht überschreiten, soweit nicht 2.3.3.2 Anwendung findet.

2.3.3.2 Begrenzung staubbörmiger Emissionen im Abgas bestimmter Anlagen

Die im Abgas von Fördereinrichtungen sowie Zerkleinerungs-, Klassier- und Abfüllanlagen oder ähnlichen Anlagen enthaltenen staubbörmigen Emissionen dürfen unbeschadet der Anforderungen nach 2.3.3.4 bei einem Massenstrom bis 3 kg/h die Massenkonzentration 150 mg/m³ und bei einem Massenstrom von mehr als 3 kg/h die Massenkonzentration 75 mg/m³ nicht überschreiten.

2.3.3.3 Begrenzung von Emissionen an Staub und Ruß in den Abgasen von Ölf Feuerungen

Staub und Ruß in den Abgasen von Ölf Feuerungen, auch wenn diese Bestandteile von Anlagen sind, dürfen bei Verwendung von Heizöl EL und L den Schwärzungsgrad 2 und bei Verwendung von Heizöl M und S den Schwärzungsgrad 3, gemessen nach der Norm DIN 51402 vom September 1970, nicht überschreiten. Die Abgase müssen frei von Öl und seinen Zersetzungsprodukten sein (Pyridintest).

2.3.3.4 Begrenzung von Emissionen an besonderen staubbörmigen Stoffen im Abgas

Die im Abgas enthaltenen Stoffe besonderer staubbörmiger Emissionen, die in der nachstehenden Liste nach den Klassen I bis III eingeteilt sind, dürfen, auch beim Vorhandensein mehrerer Stoffe derselben Klasse, nachfolgende Massenkonzentrationen nicht überschreiten:

Stoffe der Klasse I bei einem Massenstrom von 0,1 kg/h und mehr,	20 mg/m ³
Stoffe der Klasse II bei einem Massenstrom von 1 kg/h und mehr,	50 mg/m ³
Stoffe der Klasse III bei einem Massenstrom von 3 kg/h und mehr.	75 mg/m ³

Beim Vorhandensein von Stoffen mehrerer Klassen darf unbeschadet des Satzes 1 beim Zusammentreffen von Stoffen der Klasse I und II die Massenkonzentration im Abgas insgesamt 50 mg/m³ sowie beim Zusammentreffen von Stoffen der Klasse I und III und der Klasse II und III die Massenkonzentration im Abgas insgesamt 75 mg/m³ nicht überschreiten.

Stoff	Klasse
Aluminiumcarbid	III
Aluminiumnitrid	III
Ammonium-Verbindungen	III
Antimon und seine löslichen Verbindungen *)	II
Arsen und seine löslichen Verbindungen *)	I
Asbest	I
Bariumsulfat	III
Barium-Verbindungen, soweit löslich *)	II
Beryllium und seine löslichen Verbindungen *)	I
Bitumen	III
Bortrifluorid	II

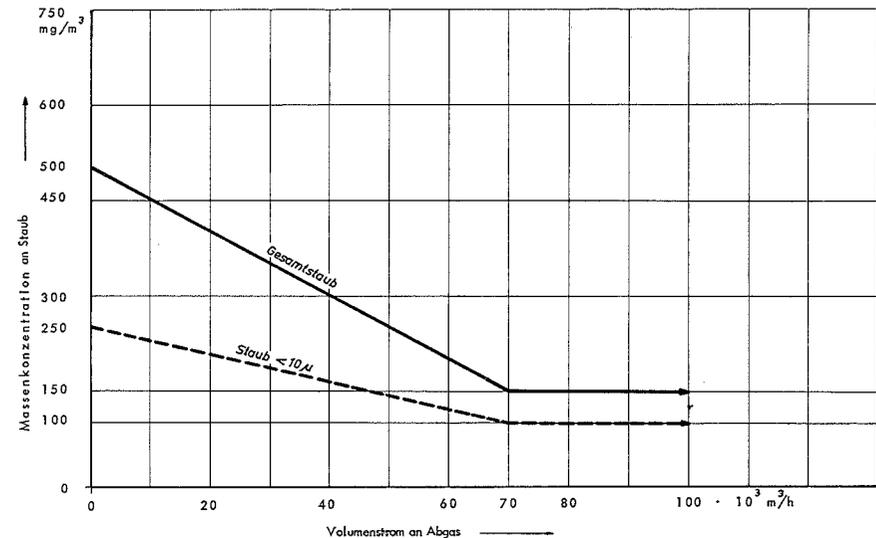


Abbildung 1

147

Stoff	Klasse	Anlagen zur Herstellung staubender Güter mit einer Körnung von höchstens 5 mm Durchmesser sind in geschlossenen Räumen zu errichten, soweit der Austritt von Staub nicht durch vollständige Kapselung oder gleichwertige Maßnahmen vermieden wird.
Bor-Verbindungen, soweit löslich *)	III	Staubende Mahlgüter mit einer Körnung von höchstens 2 mm Durchmesser sind in geschlossenen Förderanlagen zu transportieren und in geschlossenen Behältern oder Räumen zu lagern, soweit eine Feuchte entsprechend einem Massengehalt von wenigstens 10% Wasser an der Oberfläche nicht ständig eingehalten wird. Umfülleinrichtungen und Verpackungseinrichtungen für diese Mahlgüter müssen staubdicht sein.
Eis und seine löslichen Verbindungen *)	I	
Cadmium und seine löslichen Verbindungen *)	I	2.3.3.5.2 Freilagerung von Schüttgütern Bei der Freilagerung staubender Schüttgüter sind Maßnahmen zur Verhinderung staubförmiger Immissionen zu treffen, z. B. durch Anlegen von begrünter Erdwällen, Windschutzpflanzungen oder Windschutzzäunen; durch Kapseln der Bandförderer oder sonstiger Transporteinrichtungen;
Calciumarsenat	I	
Calciumcyanamid	III	2.3.3.5.3 Transport und Lagerung staubender Verbrennungs- und Produktionsrückstände Bei der Beseitigung staubender Verbrennungs- und Produktionsrückstände sind geschlossene Transporteinrichtungen zu verwenden. Bei der Freilagerung dieser Rückstände gilt 2.3.3.5.2 entsprechend; fertiggestellte Haldenoberflächen sind soweit möglich unverzüglich zu begrünen.
Calciumfluorid	II	
Calciumhydroxid	III	2.3.3.5.4 Zustand von Fahrwegen Ist zu erwarten, daß durch die Benutzung von Fahrwegen staubförmige Immissionen entstehen, sind die Fahrwege im Anlagenbereich mit einer Decke aus bituminösen Straßenbaustoffen, in Zementbeton oder gleichwertigem Material anzulegen und regelmäßig zu säubern oder mit wirksamen Staubbindemitteln zu behandeln.
Calciumoxid	III	
Chrom-Verbindungen, soweit 6wertig	I	2.3.3.5.5 Entleeren von Filteranlagen Staubförmige Emissionen, die beim Entleeren von Filteranlagen entstehen können, sind dadurch zu verhindern, daß die Stäube in geschlossene Behältnisse abgezogen oder an den Austragsstellen befeuchtet werden.
Cristobalit mit einer Partikelgröße < 5 µm	II	
Fluor-Verbindungen, soweit löslich *)	I	2.3.4 Emissionen von Gasen und Dämpfen
Flußspat	II	
Jod und seine Verbindungen	II	2.3.4.1 Begrenzung von Emissionen an anorganischen gasförmigen Chlorverbindungen Betragen die gasförmigen Emissionen anorganischer Chlorverbindungen 3 kg/h und mehr, dürfen diese Verbindungen im Abgas, angegeben als Cl ⁻ , 30 mg/m ³ nicht überschreiten.
Kieselgur	II	
Kobalt und seine Verbindungen	II	2.3.4.2 Begrenzung von Emissionen an anorganischen gasförmigen Fluorverbindungen Betragen die gasförmigen Emissionen anorganischer Fluorverbindungen 150 g/h und mehr, dürfen diese Verbindungen im Abgas, angegeben als F ⁻ , 5 mg/m ³ nicht überschreiten.
Kupfer und seine löslichen Verbindungen *)	III	
Kupferrauch	I	2.3.3.5.1 Herstellen, Fördern, Lagern oder Um- und Abfüllen staubender Güter Beim Fördern, Zerkleinern, Klassieren, Abfüllen oder ähnlicher Behandlung staubender Stoffe sind die staubhaltigen Abgase zu erfassen und Entstaubungsanlagen zuzuführen.
Magnesiumhydroxid	III	
Magnesiumoxid	III	*) Lösliche Verbindungen sind solche Stoffe, die in Atmungs- und Verdauungswegen, auf der Hautoberfläche oder in den pflanzlichen Aufnahmeorganen in einem Grade löslich sind, daß sie ihre gefährdende Wirkung entfalten können.
Molybdän und seine löslichen Verbindungen *)	III	
Nickel	I	2.3.3.5.1 Herstellen, Fördern, Lagern oder Um- und Abfüllen staubender Güter Beim Fördern, Zerkleinern, Klassieren, Abfüllen oder ähnlicher Behandlung staubender Stoffe sind die staubhaltigen Abgase zu erfassen und Entstaubungsanlagen zuzuführen.
Nickelcarbonat	I	
Nickeloxid	I	2.3.3.5.1 Herstellen, Fördern, Lagern oder Um- und Abfüllen staubender Güter Beim Fördern, Zerkleinern, Klassieren, Abfüllen oder ähnlicher Behandlung staubender Stoffe sind die staubhaltigen Abgase zu erfassen und Entstaubungsanlagen zuzuführen.
Nickelsulfid	I	
Phosphate	III	2.3.3.5.1 Herstellen, Fördern, Lagern oder Um- und Abfüllen staubender Güter Beim Fördern, Zerkleinern, Klassieren, Abfüllen oder ähnlicher Behandlung staubender Stoffe sind die staubhaltigen Abgase zu erfassen und Entstaubungsanlagen zuzuführen.
Phosphorpentoxid	I	
Quarz mit einer Partikelgröße < 5 µm	II	2.3.3.5.1 Herstellen, Fördern, Lagern oder Um- und Abfüllen staubender Güter Beim Fördern, Zerkleinern, Klassieren, Abfüllen oder ähnlicher Behandlung staubender Stoffe sind die staubhaltigen Abgase zu erfassen und Entstaubungsanlagen zuzuführen.
Quecksilber und seine Verbindungen, ausgenommen Zinnober	I	
Ruß	II	2.3.3.5.1 Herstellen, Fördern, Lagern oder Um- und Abfüllen staubender Güter Beim Fördern, Zerkleinern, Klassieren, Abfüllen oder ähnlicher Behandlung staubender Stoffe sind die staubhaltigen Abgase zu erfassen und Entstaubungsanlagen zuzuführen.
Selen und seine löslichen Verbindungen *)	I	
Silber-Verbindungen, leichtlöslich wie Silbernitrat *)	II	2.3.3.5.1 Herstellen, Fördern, Lagern oder Um- und Abfüllen staubender Güter Beim Fördern, Zerkleinern, Klassieren, Abfüllen oder ähnlicher Behandlung staubender Stoffe sind die staubhaltigen Abgase zu erfassen und Entstaubungsanlagen zuzuführen.
Ferrosilizium	III	
Siliziumcarbid	III	2.3.3.5.1 Herstellen, Fördern, Lagern oder Um- und Abfüllen staubender Güter Beim Fördern, Zerkleinern, Klassieren, Abfüllen oder ähnlicher Behandlung staubender Stoffe sind die staubhaltigen Abgase zu erfassen und Entstaubungsanlagen zuzuführen.
Strontium und seine Verbindungen	II	
Teer	II	2.3.3.5.1 Herstellen, Fördern, Lagern oder Um- und Abfüllen staubender Güter Beim Fördern, Zerkleinern, Klassieren, Abfüllen oder ähnlicher Behandlung staubender Stoffe sind die staubhaltigen Abgase zu erfassen und Entstaubungsanlagen zuzuführen.
Teerpech	II	
Tellur und seine löslichen Verbindungen *)	I	2.3.3.5.1 Herstellen, Fördern, Lagern oder Um- und Abfüllen staubender Güter Beim Fördern, Zerkleinern, Klassieren, Abfüllen oder ähnlicher Behandlung staubender Stoffe sind die staubhaltigen Abgase zu erfassen und Entstaubungsanlagen zuzuführen.
Thallium und seine Verbindungen	I	
Tridymit mit einer Partikelgröße < 5 µm	II	2.3.3.5.1 Herstellen, Fördern, Lagern oder Um- und Abfüllen staubender Güter Beim Fördern, Zerkleinern, Klassieren, Abfüllen oder ähnlicher Behandlung staubender Stoffe sind die staubhaltigen Abgase zu erfassen und Entstaubungsanlagen zuzuführen.
Uran und seine Verbindungen	I	
Vanadin und seine Verbindungen	I	2.3.3.5.1 Herstellen, Fördern, Lagern oder Um- und Abfüllen staubender Güter Beim Fördern, Zerkleinern, Klassieren, Abfüllen oder ähnlicher Behandlung staubender Stoffe sind die staubhaltigen Abgase zu erfassen und Entstaubungsanlagen zuzuführen.
Wismut	III	
Wolfram und seine Verbindungen, ausgenommen Wolfram-Carbid	III	2.3.3.5.1 Herstellen, Fördern, Lagern oder Um- und Abfüllen staubender Güter Beim Fördern, Zerkleinern, Klassieren, Abfüllen oder ähnlicher Behandlung staubender Stoffe sind die staubhaltigen Abgase zu erfassen und Entstaubungsanlagen zuzuführen.
Zink und seine Verbindungen	II	
Stäube organischer Verbindungen, z. B. Anthrazen, aromatische Amine, 1,4-Benzochinon, Naphtalin	II	2.3.3.5.1 Herstellen, Fördern, Lagern oder Um- und Abfüllen staubender Güter Beim Fördern, Zerkleinern, Klassieren, Abfüllen oder ähnlicher Behandlung staubender Stoffe sind die staubhaltigen Abgase zu erfassen und Entstaubungsanlagen zuzuführen.
2.3.3.5 Verminderung staubförmiger Emissionen bei Bearbeitungs-, Verarbeitungs-, Lagerungs- und Transportvorgängen		

*) Lösliche Verbindungen sind solche Stoffe, die in Atmungs- und Verdauungswegen, auf der Hautoberfläche oder in den pflanzlichen Aufnahmeorganen in einem Grade löslich sind, daß sie ihre gefährdende Wirkung entfalten können.

Stoff	chemische Formel	Klasse
2.3.4.3 Begrenzung von Emissionen dampf- oder gasförmiger organischer Verbindungen im Abgas		
Die im Abgas enthaltenen dampf- oder gasförmigen Emissionen an organischen Verbindungen, die in der nachstehenden Liste nach den Klassen I bis III eingeteilt sind, dürfen, auch beim Vorhandensein mehrerer organischer Verbindungen derselben Klasse, folgende Massenkonzentration nicht überschreiten:		
organische Verbindungen der Klasse I	20 mg/m ³	
bei einem Massenstrom von 0,1 kg/h und mehr,		
organische Verbindungen der Klasse II	150 mg/m ³	
bei einem Massenstrom von 3 kg/h und mehr,		
organische Verbindungen der Klasse III	300 mg/m ³	
bei einem Massenstrom von 6 kg/h und mehr.		
Beim Vorhandensein von organischen Verbindungen mehrerer Klassen darf unbeschadet des Satzes 1 die Massenkonzentration im Abgas insgesamt 300 mg/m ³ nicht überschreiten.		
Stoff	chemische Formel	Klasse
Acetaldehyd	CH ₃ CHO	II
Aceton	CH ₃ COCH ₃	III
Acrolein	CH ₂ CHCHO	I
Acrylnitril	CH ₂ CHCN	I
Acrylsäuren	CH ₂ CHCOOH	I
Acrylsäure-äthylester	CH ₂ CHCOOC ₂ H ₅	I
Acrylsäure-methylester	CH ₂ CHCOOCH ₃	I
Amelsensäure	HCOOH	I
Amylacetat	CH ₃ COOC ₄ H ₉	II
Anilin	C ₆ H ₅ NH ₂	I
Äthanol	C ₂ H ₅ OH	III
Äthylbenzol	C ₆ H ₅ C ₂ H ₅	III
Äthylchlorid	CH ₃ CH ₂ Cl	III
Äthylendiamin	H ₂ NCH ₂ CH ₂ NH ₂	II
Äthylenglykol	HOCH ₂ CH ₂ OH	III
Äthylglykol	C ₂ H ₄ OCH ₂ CH ₂ OH	III
Äthylenglykolumethylether (Methylglykol)	CH ₃ OCH ₂ CH ₂ OH	II
Äthylenimin	CH ₂ NHCH ₂	I
Äthylenoxid	CH ₂ OCH ₂	I
2-Äthylhexanol-1	CH ₃ (CH ₂) ₄ CH ₂ OH	II
Benzin mit einem Massengehalt an C ₇ und C ₈ Aromaten von mehr als 25 %		II
Benzol und Lösemittel mit einem Massengehalt an Benzol > 1 %		
C ₆ H ₆		I
Bleitetraäthyl	Pb(C ₂ H ₅) ₄	I
Butadien (1,3)	CH ₂ CHCHCH ₂	II
i-Butanol	(CH ₃) ₂ CHCH ₂ OH	III
n-Butanol	C ₄ H ₉ OH	III
n-Butylacetat	CH ₃ COOC ₄ H ₉	III
Buttersäure	C ₄ H ₇ COOH	I
Capronsäure	CH ₃ (CH ₂) ₄ COOH	I
2-Chlorbutadien 1,3	CH ₂ CClCHCH ₂	II
Chloressigsäure	CH ₂ ClCOOH	I
Chlorpropionsäure	CH ₃ CHClCOOH	I
Cyclohexan	C ₆ H ₁₂	III
Cyclohexanol	C ₆ H ₁₁ OH	III
Cyclohexanon	C ₆ H ₁₀ O	II
Diacetonalkohol	(CH ₃) ₂ C(OH)CH ₂ COCH ₃	II
Diäthanolamin	(OHCH ₂) ₂ NH	I
Diäthylamin	(C ₂ H ₅) ₂ NH	II
Diäthyläther	(C ₂ H ₅) ₂ O	III
Dibromäthan	CH ₂ BrCH ₂ Br	II

Stoff	chemische Formel	Klasse
1,1-Dichloräthan	CHCl ₂ CH ₃	II
(Äthylendichlorid)	ClCH ₂ CH ₂ Cl	I
1,2-Dichloräthan	ClCH ₂ CHCl	III
1,2-Dichloräthylen	ClCH=CHCl	III
p-Dichlorbenzol und o-Dichlorbenzol	C ₆ H ₄ Cl ₂	II
Dichlormethan	CH ₂ Cl ₂	III
Dichlorphenol	C ₆ H ₃ Cl ₂ OH	I
Dimethyläthylamin	(CH ₃) ₂ C ₂ H ₅ NH ₂	I
Dimethylamin	(CH ₃) ₂ NH	I
Dimethylanilin	C ₆ H ₅ N(CH ₃) ₂	I
Dimethylformamid	HCON(CH ₃) ₂	II
Dimethylsulfid	CH ₃ SCH ₃	I
Dimethylsulfat	(CH ₃) ₂ SO ₂	I
Dimethylsulfoxid	(CH ₃) ₂ SO	II
Dinitrobenzole	C ₆ H ₄ (NO ₂) ₂	I
1,4-Dioxan	C ₈ H ₁₆ O	II
Diphenyl	(C ₆ H ₅) ₂	I
Di-i-propyläther	(CH ₃) ₂ CHOCH(CH ₃) ₂	II
Epichlorhydrin	CH ₂ (O)CHCH ₂ Cl	I
Essigsäure	CH ₃ COOH	II
Essigsäure-äthylester	CH ₃ COOC ₂ H ₅	III
Essigsäure-n-amylolester	CH ₃ COOC ₄ H ₉	II
Essigsäure-n-butylester	CH ₃ COOC ₄ H ₉	III
Essigsäure-methylester	CH ₃ COOCH ₃	II
Essigsäure-vinylester	CH ₂ COOCH=CH ₂	II
Formaldehyd	HCHO	I
Furfural	C ₄ H ₄ O ₂	I
n-Heptan	C ₇ H ₁₆	III
Hexamethylendiisocyanat	OCN(CH ₂) ₆ CO	I
n-Hexan	C ₆ H ₁₄	III
4-Hydroxy-4-methylpentanon-2	(CH ₃) ₂ C(OH)CH ₂ COCH ₃	III
Kresole	C ₆ H ₄ (CH ₃)OH	I
Keten	CH ₂ CO	I
Merkapptane		I
Metacrylsäure-methylester	CH ₂ C(CH ₃)COOCH ₃	II
Methanol	CH ₃ OH	III
Methylamin	CH ₃ NH ₂	I
Methyläthylketon	CH ₃ COC ₂ H ₅	III
Methylbutylketon	CH ₃ CO(CH ₂) ₃ CH ₃	III
Methylcyclohexan	C ₆ H ₁₁ CH ₃	III
Methylcyclohexanon	CH ₃ C ₆ H ₁₀ CO	II
Methylisobutylketon	(CH ₃) ₂ CHCH ₂ COCH ₃	III
Methylisocyanat	CH ₃ NCO	I
Methylnaphthalin	C ₁₀ H ₇ CH ₃	II
Monoäthylamin	C ₂ H ₅ NH ₂	II
Morpholin	O(CH ₂) ₂ NH	II
Monoäthanolamin	H ₂ NCH ₂ CH ₂ OH	II
Monochlorbenzol	C ₆ H ₅ Cl	II
Naphtalin	C ₁₀ H ₈	II
Nitrobenzol	C ₆ H ₅ NO ₂	I
Nitrokresol (2-Nitro-p-kresol)	CH ₃ C ₆ H ₃ (OH)NO ₂	I
Nitrophenole	NO ₂ C ₆ H ₄ OH	I
Nitrotoluole	NO ₂ C ₆ H ₄ CH ₃	II
n-Pentan	C ₅ H ₁₂	III
Pentanol-1	C ₅ H ₁₁ OH	III
Phenol	C ₆ H ₅ OH	I
Phosgen	COCl ₂	I
Pinen	(CH ₃) ₂ (Cl) ₂ C ₁₀ H ₁₆	III

148

Stoff	chemische Formel	Klasse	10 µm in der Luft wird folgender Immissionswert festgelegt:
Polychlorierte Diphenyle (Clophen)		I	IW 1 0,10 mg / m ³
i-Propanol	(CH ₃) ₂ CHOH	III	IW 2 0,20 mg / m ³
i-Propyläther	(CH ₃) ₂ CHOCH-(CH ₃) ₂	III	
Propylenoxid	CH ₃ CHCH ₂ O	II	
Propionsäure	C ₂ H ₅ COOH	II	
Pyridin	C ₅ H ₅ N	I	IW 1 0,20 mg / m ³
Schwefelkohlenstoff	CS ₂	II	IW 2 0,40 mg / m ³ .
Styrol	C ₆ H ₅ CHCH ₂	II	
Tetrachloräthan	C ₂ H ₂ Cl ₄	I	
Tetrachlor-äthylen	Cl ₂ CCl ₂	III	
Tetrachlorkohlenstoff	CCl ₄	I	
Tetrahydrofuran	C ₄ H ₈ O	II	
Tetrahydronaphthalin	C ₁₀ H ₁₂	II	
Thioäther	C ₂ H ₆ S	I	
Thiokresol	CH ₃ C ₆ H ₄ SH	I	
Thiophenol	C ₆ H ₅ SH	I	
Toluol	C ₆ H ₅ CH ₃	II	
Tolyldiisocyanat	CH ₃ C ₆ H ₄ (NCO) ₂	I	
Triäthanolamin	(CH ₂ OHCH ₂) ₃ N	I	
Triäthylamin	(C ₂ H ₅) ₃ N	I	
Triäthylenglykol	HOC ₂ H ₄ OC ₂ H ₄ OC ₂ H ₄ OH	III	
Trimethylamin	(CH ₃) ₃ N	I	
1,1,1-Trichloräthan	CH ₃ CCl ₃	III	
1,1,2-Trichloräthan	CH ₂ CClCHCl ₂	I	
Trichloräthylen	CCl ₂ CHCl	II	
Trichlormethan (Chloroform)	CHCl ₃	II	
Trichlorphenol	C ₆ H ₂ Cl ₃ OH	II	
Trioxan	(CH ₂ O) ₃	II	
Valeriansäure	CH ₃ (CH ₂) ₄ COOH	I	
Vinylchlorid	CH ₂ CHCl	II	
Xylol	C ₆ H ₄ (CH ₃) ₂	II	

Die in den vorstehenden Klassen I bis III nicht aufgeführten organischen Verbindungen sind den Klassen zuzuordnen, deren Verbindungen sie in dampf- oder gasförmiger Form nach ihrer Wirkung am nächsten stehen; ist die Zuordnung nach der Wirkung nicht möglich, sind die organischen Verbindungen den Klassen zuzuordnen, deren Verbindungen sie in ihrer chemischen Beschaffenheit am nächsten stehen.

Die wichtigsten Anwendungsgebiete der organischen Verbindungen und die Mittel zur Verminderung der Emissionen sind in der VDI-Richtlinie VDI 2280 vom April 1969 dargestellt.

2.4 Immissionswerte

2.4.1 Allgemeines

Immissionswerte sind die in 2.4.2 und 2.4.3 festgelegten Werte für Langzeiteinwirkungen (IW 1) und Kurzeiteinwirkungen (IW 2). Sie beziehen sich, mit Ausnahme von Stäuben mit einer Korngröße unter 10 µm und Schwefeldioxid, deren gleichzeitiges Auftreten in Betracht gezogen ist, auf die alleinige Wirkung der jeweiligen luftverunreinigenden Stoffe.

Die Prüfung, ob die Immissionswerte eingehalten sind, ist nach 2.5 durchzuführen.

2.4.2 Immissionswerte für Stäube

2.4.2.1 Staubbiederschlag

Für nicht gefährdenden Staubbiederschlag wird folgender Immissionswert festgelegt:
IW 1 0,35 g / (m² · d)
IW 2 0,65 g / (m² · d)

2.4.2.2 Staubkonzentration in der Luft

Für die Massenkonzentration von nicht gefährdenden Stäuben mit einer Partikelgröße unter

2.4.3

Immissionswerte für Gase

Für einzelne gasförmige Immissionen in der Luft werden folgende Immissionswerte festgelegt:

Art der Immission	Massenkonzentration	
	mg/m ³	mg/m ³
	IW 1	IW 2
Chlor	0,10	0,30
Chlorwasserstoff	0,10	0,20
— angegeben als anorganische gasförmige Chlorverbindungen —		
Fluorwasserstoff	0,0020	0,0040
— angegeben als anorganische gasförmige Fluorverbindungen —		
Kohlenmonoxid	10,0	30,0
Schwefeldioxid	0,140	0,40
Schwefelwasserstoff	0,0050	0,010
Stickstoffdioxid	0,10	0,30
Stickstoffmonoxid	0,20	0,60

Solange zur Messung von Chlorwasserstoff-Immissionen keine Meßverfahren zur Verfügung stehen, mit denen einwandfrei getrennt von Chloriden gemessen werden kann, gilt für Chlorwasserstoff in der Luft, angegeben als anorganische gasförmige Chlorverbindungen, folgender Immissionswert:

IW 1 0,10 mg / m³
IW 2 0,30 mg / m³.

In Gebieten, in denen nach 2.5.2 festgestellt wird, daß für Schwefeldioxid die Kenngröße I 1 die Massenkonzentration 0,06 mg/m³ Luft nicht überschreitet, ist bei der Genehmigung von Anlagen sicherzustellen, daß dieser Wert eingehalten wird; die zuständige oberste Landesbehörde kann im Einzelfall Ausnahmeregelungen treffen, soweit dadurch für diese Gebiete der Zweck des Bundes-Immissionsschutzgesetzes nicht gefährdet wird.

2.5 Feststellung und Beurteilung der Immissionen

2.5.1 Grundsätze

Messungen zur Feststellung von Immissionen sollen so ausgeführt werden, daß

- a) die Meßergebnisse miteinander vergleichbar sind und
- b) aus den Meßergebnissen Kenngrößen abgeleitet werden können, die für eine Beurteilung der Immissionen durch Vergleich mit den Immissionswerten (2.4) geeignet sind.

Diese Voraussetzungen sind bei Anwendung der Methoden nach 2.5.2 und 2.5.3 erfüllt. Die Durchführung von laufenden Messungen ist grundsätzlich anzustreben.

Vor Beginn der Messungen sind die Zahl und der Umfang der Immissionsmessungen, die Meßzeiten und Meßorte in einem Meßplan festzulegen, der unter Berücksichtigung der Topographie und der räumlichen und zeitlichen Verteilung der Immissionen aufzustellen ist. Hierbei können Feststellungen über Emissionen

und meteorologische Ausbreitungsbedingungen herangezogen werden.

Die Ergebnisse der Messungen des Staubbiederschlages sind in Jahres- und Monatsmittelwerten, der Massenkonzentration von Stäuben mit einer Partikelgröße unter 10 µm in Tagesmittelwerten und der Massen- oder Volumenkonzentration von Gasen in Halbstundenmittelwerten anzugeben. Sind die genannten Mittelwerte im Einzelfall für eine Feststellung oder Beurteilung der Immissionen nicht geeignet, sind Mittelwerte über abweichende Zeiträume anzugeben.

2.5.2 Feststellung und Beurteilung von Immissionen im Genehmigungsverfahren

2.5.2.1 Allgemeines

Soweit zur Feststellung von Immissionen Messungen erforderlich sind, soll der Meßzeitraum höchstens ein Jahr betragen. Dieser kann bis auf zwei Monate verkürzt werden, wenn die Immissionen in dem kürzeren Zeitraum beurteilt werden können. Eine Verkürzung des Meßzeitraumes kommt insbesondere in Betracht, wenn die vorhandenen Immissionen keinen jahreszeitlichen Schwankungen unterliegen oder wenn jahreszeitliche Schwankungen rechnerisch berücksichtigt werden können. Das Gebiet, in dem die Immissionen zu messen sind (Meßgebiet), soll in der Regel eine quadratische Fläche umfassen. Die Größe des Meßgebietes soll bei einer zu erwartenden Schornsteinhöhe

- bis zu 100 m 4 km x 4 km
- bis zu 200 m 8 km x 8 km

betragen. Bei einer zu erwartenden Schornsteinhöhe H [m] von mehr als 200 m sollen die Seitenlängen L [km] des Meßgebietes nach folgender Formel berechnet werden

$$L = 8 + 0,08 (H - 200).$$

Die sich ergebende Seitenlänge L ist in der Regel auf volle Kilometer, bei Anwendung laufender Messungen (2.5.2.4) auf den nächsten durch 4 teilbaren Wert in vollen Kilometern aufzurunden.

Das Meßgebiet ist so festzulegen, daß die zu genehmigende Anlage möglichst nahe am Mittelpunkt des Meßgebietes liegt. Unter besonderen Bedingungen (z. B. in Tallagen) kann auch ein rechteckiges Meßgebiet, dessen größere Seitenlänge nach Absatz 2 ermittelt wird, festgelegt werden; das Seitenverhältnis soll mindestens 1 : 4 sein.

Von einer Feststellung der Immissionen durch Messungen nach festgelegtem Meßplan kann abgesehen werden, wenn die Immissionen im Einwirkungsbereich der zu genehmigenden Anlage offensichtlich nicht mehr als 50% der Immissionswerte (2.4) betragen oder die Emissionen der zu genehmigenden Anlage gering sind und auf Grund orientierender Einzelmessungen oder Berechnungen festgestellt werden kann, daß die Immissionswerte (2.4) offensichtlich nicht überschritten werden.

2.5.2.2 Staubbiederschlag

2.5.2.2.1 Meßstellendichte und Meßhäufigkeit

Zur Feststellung der Immissionen wird auf jeder Fläche von 1 Quadratkilometer des Meßgebietes eine Meßstelle festgelegt; die Entfernung zwischen den nächstgelegenen Meßstellen soll 1 Kilometer betragen. Die Lage der Meßstellen kann durch die Schnittpunkte der Gitterlinien auf Meßtischblättern festgelegt werden. Können die Messungen nicht an der festgelegten Meßstelle durchgeführt werden oder ist wegen besonderer örtlicher Verhältnisse eine ausreichende Feststellung und

Beurteilung der Immissionen dort nicht möglich, werden die Messungen an dem nächstgelegenen zugänglichen Ort durchgeführt. Die Abweichung soll 200 Meter nicht überschreiten.

Die Meßgeräte werden jeweils für die Zeit (30 ± 2) d aufgestellt.

2.5.2.2.2 Meßverfahren

Die Feststellungen werden nach dem in der VDI-Richtlinie VDI 2119 Blatt 2 vom Juni 1972 beschriebenen Meßverfahren (Bergerhoff-Gerät) durchgeführt.

2.5.2.2.3 Auswertung und Beurteilung

Der Staubbiederschlag wird für jede Meßstelle nach folgenden Verfahren berechnet:

$$\text{Staubbiederschlag} = \frac{m}{A \cdot t} \quad (\text{g/m}^2 \cdot \text{d}).$$

Hierbei bedeuten

- m Masse des Staubbiederschlages in g
- A Auffangfläche in m²
- t Probenahmezeit in Tagen.

Aus dem Staubbiederschlag sind die Kenngrößen (2.5.1 Buchstabe b) zur Beurteilung der Immissionen für ein Meßgebiet nach folgendem Verfahren abzuleiten:

Die Kenngröße I 1 für den Vergleich mit dem Wert IW 1 (2.4.2.1) ist der arithmetische Mittelwert aus dem Staubbiederschlag aller Meßstellen eines Meßgebietes.

Zur Ermittlung der Kenngröße I 2 ist für jeden Monat aus dem Staubbiederschlag aller Meßstellen eines Meßgebietes der arithmetische Mittelwert zu berechnen. Die Kenngröße I 2 für den Vergleich mit dem Wert IW 2 (2.4.2.1) ist der höchste sich ergebende arithmetische Mittelwert.

Bei quadratischen Meßgebieten mit einer Größe von mehr als 4 km x 4 km oder bei rechteckigen Meßgebieten mit einer Länge von mehr als 4 km werden die Kenngrößen für den Vergleich mit den Immissionswerten für jede Fläche von 4 km x 4 km oder von 4 km Länge unabhängig von deren Breite, die sich bei paralleler Verschiebung nach jeder Seite um jeweils 1 km ergibt, berechnet.

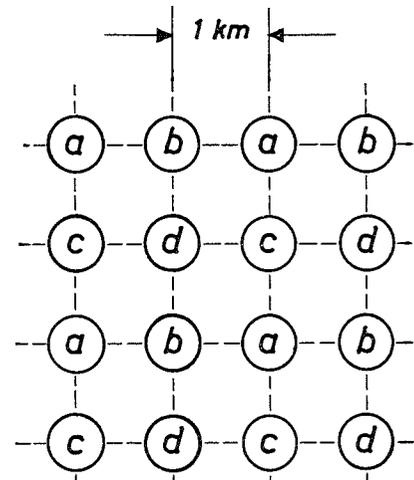


Abbildung 2 Meßstellennetz

149

2.5.2.3 Massenkonzentration von Stäuben mit einer Korngröße unter 10 µm und Massen- oder Volumenkonzentration von Gasen (Stichproben-Messungen)

2.5.2.3.1 Meßstellendichte und Meßhäufigkeit
Die Meßstellen werden nach 2.5.2.2.1 Abs. 1 festgelegt. Hierbei werden 4 Meßstellennetze mit je 1 Meßstelle auf einer Fläche von 4 Quadratkilometer so überlagert, daß eine Meßstellendichte von 1 Meßstelle auf 1 Quadratkilometer entsteht (Abb. 2).

Jedes Meßstellennetz wird, auch bei Verkürzung des Meßzeitraumes (2.5.2.1 Abs. 1), innerhalb des Meßzeitraumes mindestens 13mal ausgemessen. Am ersten Meßtag wird z. B. an den in Abb. 2 mit a, am zweiten an den mit b, am dritten an den mit c und am vierten an den mit d bezeichneten Meßstellen gemessen. Die Messung wird jeweils nach Ablauf von 4 Wochen oder, bei Verkürzung des Meßzeitraumes oder bei Verkleinerung des Meßgebietes (2.5.2.1 Abs. 2), in entsprechend kürzeren Abständen an der gleichen Meßstelle wiederholt, so daß die Anzahl der Messungen insgesamt erhalten bleibt.

Die Meßtage werden vor Beginn der Messung unabhängig von der Wetterlage festgelegt.

2.5.2.3.2 Meßverfahren

Die Feststellungen werden nach den in den folgenden VDI-Richtlinien beschriebenen Meßverfahren durchgeführt.

Art der Immission	VDI-Richtlinie	Ausgabe
Staubkonzentration	VDI 2463 Bl. 1	Januar 1974
	VDI 2458 Bl. 1	Dezember 1973
Chlor Kohlenmonoxid	VDI 2455 Bl. 1	August 1970
	VDI 2455 Bl. 2	Oktober 1970
Schwefeldioxid	VDI 2451 Bl. 1	August 1968
	bis 4	
Schwefelwasserstoff	VDI 2454 Bl. 1	Februar 1974
	bis 3	
Stickstoffmonoxid und Stickstoffdioxid	VDI 2453 Bl. 1	November 1972
	VDI 2453 Bl. 2	Januar 1974

2.5.2.3.3 Auswertung und Beurteilung

Aus allen Meßergebnissen sind die Kenngrößen (2.5.1 Buchstabe b) zur Beurteilung der Immissionen für ein Meßgebiet nach folgendem Verfahren abzuleiten:

Die Kenngröße I 1 für den Vergleich mit dem Wert IW 1 (2.4.2.2 und 2.4.3) ist der arithmetische Mittelwert aller Einzelwerte eines Meßgebietes.

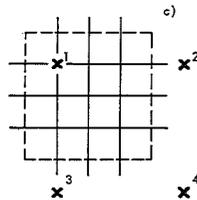
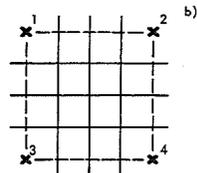
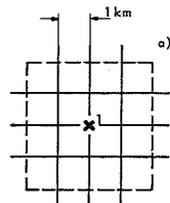


Abbildung 3 x¹, x², x³, x⁴: Meßstellen
Im Beispiel a wird nur das Meßergebnis der Meßstelle x¹, im Beispiel b werden die Meßergebnisse der Meßstellen x¹ bis x⁴

Die Kenngröße I 2 für den Vergleich mit dem Wert IW 2 (2.4.2.2 und 2.4.3) ist der 95 %-Wert der Summenhäufigkeitsverteilung aller Einzelwerte eines Meßgebietes; diese kann auch nach der Formel $I 2 = \bar{x} + t \cdot s$ berechnet werden.

Hierbei bedeuten:

\bar{x} arithmetischer Mittelwert der Einzelwerte eines Meßgebietes

$$s = \sqrt{\frac{2 \sum (\bar{x} - x_i)^2}{2z - 1}}$$

x_i Einzelwerte, die größer sind als \bar{x}

z Zahl der Einzelwerte, die größer sind als \bar{x}

t Faktor der Student-Verteilung, der für den 95 %-Vertrauensbereich bei einseitiger Fragestellung t = 1,64 beträgt.

2.5.2.2.3 Abs. 5 gilt entsprechend.

2.5.2.4 Massenkonzentration von Stäuben mit einer Korngröße unter 10 µm und Massen- oder Volumenkonzentration von Gasen (laufende Messungen)

2.5.2.4.1 Meßstellendichte und Meßhäufigkeit

Für die Festlegung der Meßstellen gilt 2.5.2.2.1 Abs. 1 mit der Maßgabe, daß die Entfernung zwischen den nächstgelegenen Meßstellen 4 Kilometer beträgt. Die Abweichung soll 400 Meter nicht überschreiten.

2.5.2.4.2 Meßverfahren

Die Feststellungen werden nach den in 2.5.2.3.2 genannten Meßverfahren durchgeführt.

2.5.2.4.3 Auswertung und Beurteilung

Aus allen Meßergebnissen sind die Kenngrößen (2.5.1 Buchstabe b) zur Beurteilung der Immissionen für ein Meßgebiet nach folgendem Verfahren abzuleiten:

Die Kenngröße I 1 für den Vergleich mit dem Wert IW 1 (2.4.2.2 und 2.4.3) ist der arithmetische Mittelwert aller Einzelwerte eines Meßgebietes.

Die Kenngröße I 2 für den Vergleich mit dem Wert IW 2 (2.4.2.2 und 2.4.3) ist der 95 %-Wert der Summenhäufigkeitsverteilung aller Einzelwerte eines Meßgebietes.

2.5.2.2.3 Abs. 5 gilt entsprechend.

Die Berechnung der Kenngrößen wird beispielhaft für die Fläche von 4 km x 4 km bei unterschiedlicher Anordnung der Meßstellen in Abb. 3 erläutert.

2.5.3 Feststellung und Beurteilung von Immissionen bei der Prüfung nach 2.2.5

2.5.3.1 Allgemeines

Soweit zur Feststellung, ob im Einwirkungsbereich einer bestehenden Anlage die Vorausset-

zungen für nachträgliche Anordnungen (2.2.5) erfüllt sind, Messungen erforderlich sind, sollen der Meßzeitraum und das Meßgebiet in dem Einwirkungsbereich so festgelegt werden, daß eine ausreichende Beurteilung möglich ist. Das Meßgebiet kann auf Teilgebiete des Einwirkungsbereiches beschränkt werden, in denen Wirkungen aufgetreten oder zu besorgen sind; die Auswertung soll auf diese Teilgebiete beschränkt werden.

Von einer Feststellung der Immissionen durch Messungen nach festgelegtem Meßplan kann abgesehen werden, wenn auf Grund orientierender Einzelmessungen oder durch Berechnungen festgestellt werden kann, daß die Immissionswerte um mehr als 50 % überschritten sind.

2.5.3.2 Staubbiederschlag

Der Staubbiederschlag wird entsprechend den für das Genehmigungsverfahren geltenden Vorschriften (2.5.2.2) festgestellt. Reichen die hiernach festzulegenden Meßstellen für eine Feststellung der Immissionen auf einem Teilgebiet nicht aus, sollen zusätzliche Meßstellen festgelegt werden, wobei die Entfernung zwischen den nächstgelegenen Meßstellen nicht weniger als 250 m betragen soll.

Ein ausreichender Schutz vor schädlichen Umwelteinwirkungen durch Luftverunreinigungen liegt nicht vor, wenn die Auswertung der Meßergebnisse ergibt, daß an vier benachbarten Meßstellen, die zusammenzufassen sind, die Kenngröße I 1 den Wert IW 1 (2.4.2.1) oder die Kenngröße I 2 den Wert IW 2 (2.4.2.1) überschreitet. In Fällen, in denen die Prüfung dieses Teilgebietes nicht ausreicht zur Beurteilung, ob schädliche Umwelteinwirkungen durch Luftverunreinigungen für den einzelnen Nachbarn vorliegen, können auch die Meßergebnisse einer Meßstelle zugrunde gelegt werden. Soweit erforderlich, ist die Emissionsquelle, z. B. durch Analyse des Staubbiederschlags und Berücksichtigung der Ausbreitungsbedingungen zu ermitteln.

2.5.3.3 Massenkonzentration von Stäuben mit einer Korngröße unter 10 µm und Massen- oder Volumenkonzentration von Gasen (Stichproben-Messungen und laufende Messungen)

Die Feststellung der Immissionen wird entsprechend den für das Genehmigungsverfahren geltenden Vorschriften ausgeführt; bei Stichproben-Messungen wird entsprechend 2.5.2.3 und bei laufenden Messungen entsprechend 2.5.2.4 verfahren. Reichen die hiernach festzulegenden Meßstellen für eine Feststellung der Immissionen auf einem Teilgebiet nicht aus, sollen zusätzliche Meßstellen festgelegt werden, wobei die Entfernung zwischen den nächstgelegenen Meßstellen nicht weniger als 250 m betragen soll.

Ein ausreichender Schutz vor schädlichen Umwelteinwirkungen durch Luftverunreinigungen liegt nicht vor, wenn die Auswertung der Meßergebnisse bei laufenden Messungen an einer oder bei Stichproben-Messungen an 4 benachbarten Meßstellen, die zusammenzufassen sind, ergibt, daß die Kenngröße I 1 den Wert IW 1 (2.4.2.2 und 2.4.3) oder die Kenngröße I 2 den Wert IW 2 (2.4.2.2 und 2.4.3) überschreitet.

Wenn der Verursacher einer Immission, deren Zulässigkeit überprüft werden soll, bekannt ist, können die Messungen ausschließlich auf den leeseitigen Einwirkungsbereich der Anlage beschränkt werden. Bei Anwendung dieses Verfahrens kann jedoch nur die Kenngröße I 2 bestimmt werden.

2.6 Schornsteinmindesthöhe

2.6.1 Allgemeines

Die Emissionen sind in der Regel über Schornsteine abzuleiten. Die Höhe ist so festzulegen, daß ein ungestörter Abtransport der Emissionen mit der freien Luftströmung ermöglicht und die Einhaltung der Immissionswerte (2.4) gewährleistet wird. Diese Bedingungen sind in der Regel erfüllt, wenn

- a) der Schornstein den Dachfirst um 3 m überragt, wobei in der Regel von der Höhe eines Daches mit einer Neigung von 20° auszugehen ist und
- b) die Schornsteinmindesthöhe nach 2.6.2 und 2.6.3 ermittelt wird.

Wird die Schornsteinmindesthöhe gemäß Buchstabe a ermittelt, so soll diese das 2,5fache der Gebäudehöhe nicht übersteigen.

Wird die Schornsteinmindesthöhe gemäß Buchstabe b ermittelt, so soll diese 250 m über Immissionsniveau nicht übersteigen. Ergibt sich eine größere Schornsteinmindesthöhe, soll eine Verminderung der Emission angestrebt werden.

2.6.2 Nomogramm zur Bestimmung der Schornsteinmindesthöhe

Das Nomogramm (Abb. 4) setzt idealisierte Ausbreitungsverhältnisse voraus. Die aus dem Nomogramm zu entnehmenden Werte gelten daher nur, wenn

- a) die Emissionen gasförmig sind oder wenn Stäube emittiert werden, die keine nennenswerte Sinkgeschwindigkeit haben (Partikelgröße < 10 µm),
- b) die Emissionen während der Ausbreitung keiner physikalischen oder chemischen Veränderung unterliegen,
- c) die Emissionen hinsichtlich ihrer Menge und Temperatur konstant sind,
- d) die Ausbreitung weder durch vorhandene oder nach einem Bebauungsplan zulässige Bebauung oder durch Bewuchs gestört ist,
- e) das Ausbreitungsgelände eben ist und
- f) der zeitliche Mittelwert der vorhandenen Immissionen keine nennenswerten Unterschiede in horizontaler Richtung aufweist.

Soweit diese Voraussetzungen nicht erfüllt sind, bedarf die mit dem Nomogramm ermittelte Schornsteinhöhe einer Berichtigung; soweit die Voraussetzung nach Buchstabe d nicht erfüllt ist, ist die Berichtigung nach 2.6.3 zu ermitteln.

Weitere Einzelheiten sind der VDI-Richtlinie VDI 2289 vom Juni 1963 zu entnehmen.

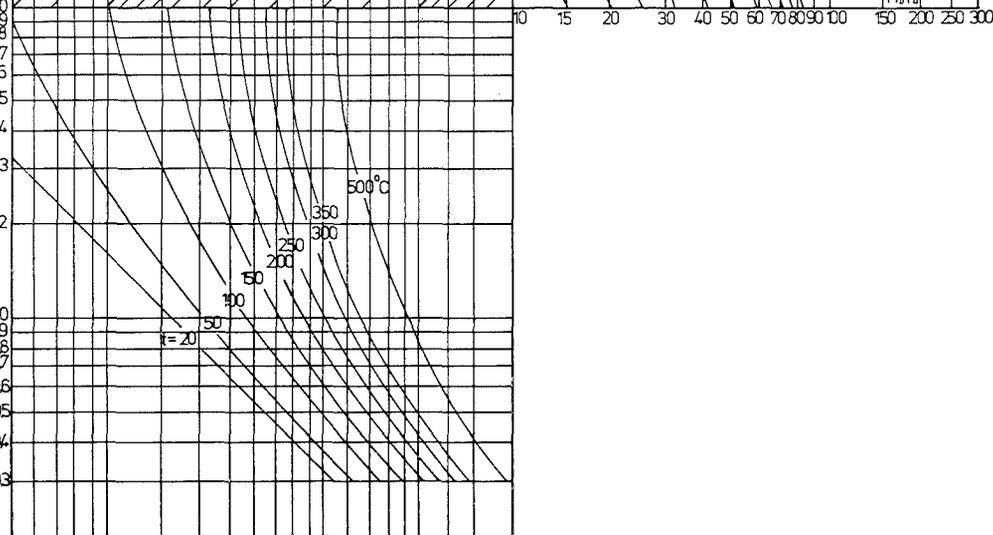
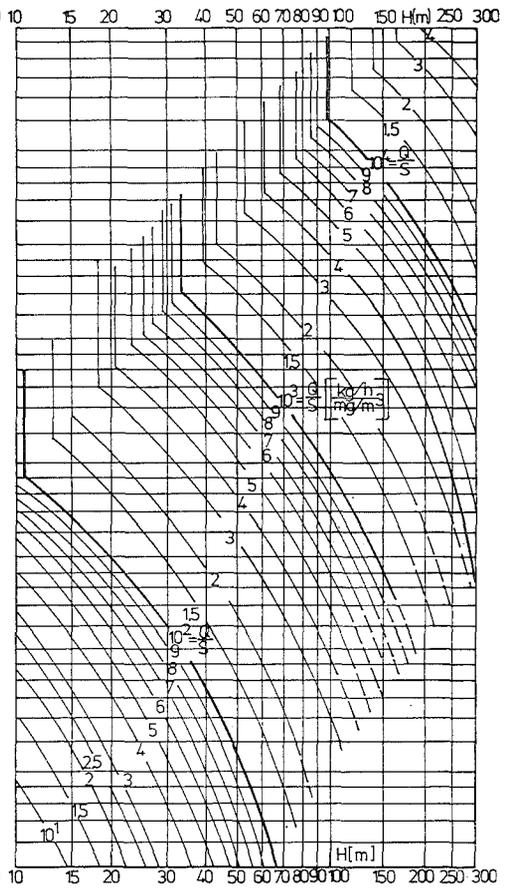
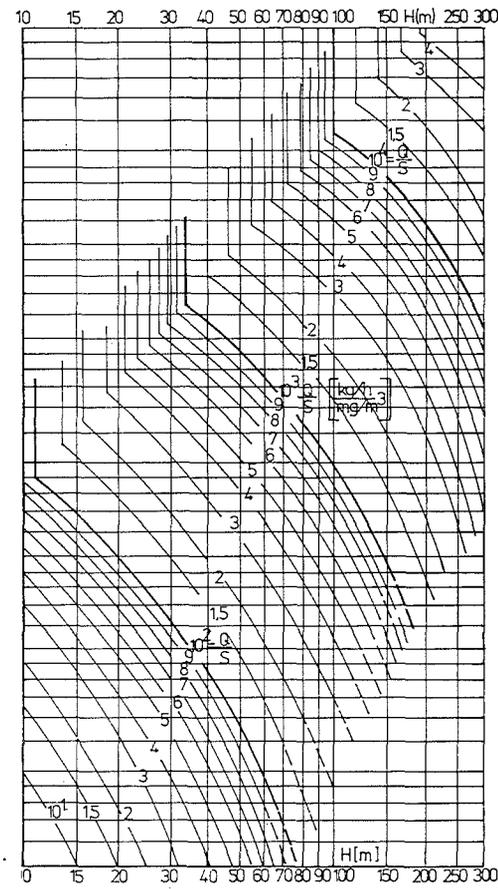
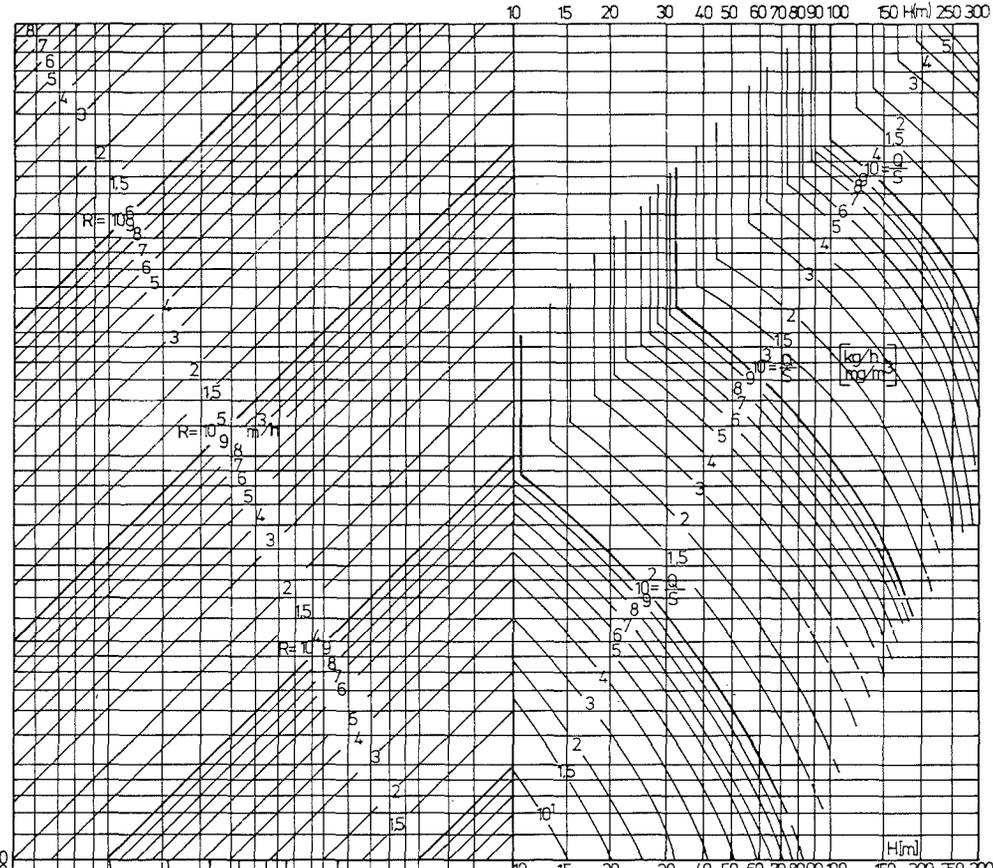
Hierbei bedeutet:

- H [m] Schornsteinmindesthöhe über Immissionsniveau
- d [m] Innendurchmesser des Schornsteins oder der Innendurchmesser der berechneten kreisförmigen Querschnittsfläche
- t [°C] Abgastemperatur an der Schornsteinmündung
- R [m³/h] Volumenstrom des Abgases im Normzustand
- Q [kg/h] Massenstrom des einzelnen emittierten luftverunreinigenden Stoffes
- S [mg/m³] Für S darf höchstens der Wert $\frac{1}{2} \cdot IW 2$ (2.4) eingesetzt werden. Die zuständige oberste Landesbehörde kann in bestimmten Gebieten, beispielsweise in Belastungsgebieten oder in besonders schutzwürdigen Gebieten hiervon abweichende Werte für S vorschreiben.

$\bar{u}_M = 2 \text{ m/s}$

$\bar{u}_M = 3 \text{ m/s}$

$\bar{u}_M = 4 \text{ m/s}$



Nomogramm zur Ermittlung der Schornsteinhöhe

\bar{u}_m [m/s] mittlere Windgeschwindigkeit in einer Höhe von etwa 10 m am Ort des Emitenten.

Für die Größen t , R und Q sind jeweils die Werte bei Vollast und Verwendung der für die Luftreinhalteung ungünstigeren Brenn- bzw. Rohstoffe, die im Betrieb verwendet werden sollen, einzusetzen.

- 2.6.3 Ermittlung der Schornsteinmindesthöhe unter Berücksichtigung der Bebauung und des Bewuchses
- Wenn die Voraussetzungen nach 2.6.2 Abs. 1 Buchstabe d nicht erfüllt sind und wenn die geschlossene vorhandene oder nach einem Bauungsplan zulässige Bebauung oder der geschlossene Bewuchs mehr als 5% der Fläche des Einwirkungsbereiches beträgt, wird die Berechnung der nach dem Nomogramm (Abb. 4) ermittelten Schornsteinhöhe H nach der Formel $H' = H + J$ durchgeführt. Der Wert J [m] ist aus Abb. 5 zu ermitteln.

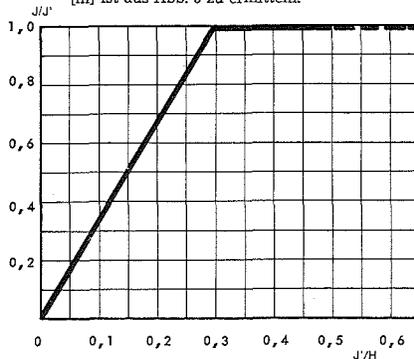


Abbildung 5 Diagramm zur Ermittlung des Wertes J

Hierbei bedeutet:

J' = mittlere Höhe der geschlossenen vorhandenen oder nach einem Bauungsplan zulässigen Bebauung oder des geschlossenen Bewuchses über Grund.

2.7 Ausbreitungsrechnung

Die Prüfung, ob die in 2.2.1.1 Buchstabe b festgelegte Bedingung erfüllt ist, kann mit Hilfe von Ausbreitungsrechnungen als Immissionsprognose vorgenommen werden. Zwischen Emission, Schornsteinhöhe und Immission besteht ein Zusammenhang, der unter bestimmten Vereinfachungen mathematisch dargestellt werden kann. Damit können bei festgelegter Emission und Schornsteinhöhe die Immissionen im Einwirkungsbereich der Anlage abgeschätzt werden.

Bei Großemittenten ist dieses Verfahren in der Regel anzuwenden.

2.8 Feststellung der Emissionen

2.8.1 Meßplätze

Bei der Genehmigung von Anlagen soll gefordert werden, daß Meßstellen und Meßstrecken den Anforderungen der in 3 genannten VDI-Richtlinien entsprechen, insbesondere der VDI-Richtlinie VDI 2066 vom Mai 1966. Die Meßplätze müssen technisch einwandfrei und gefahrlose Emissionsmessungen gewährleisten.

Es soll gefordert werden, daß die Meßplätze ausreichend groß und leicht begehbar sind und daß Versorgungsleitungen verlegt werden.

2.8.2 Meßprogramm

Messungen zur Feststellung der Emissionen

sollen grundsätzlich so durchgeführt werden, daß die Meßergebnisse miteinander vergleichbar sind. Meßgeräte und Meßverfahren sollen den Anforderungen der in 3 genannten VDI-Richtlinien, insbesondere der VDI-Richtlinie VDI 2066 vom Mai 1966, entsprechen. Bei Anlagen mit überwiegend zeitlich unveränderlichen Betriebsbedingungen sollen mindestens 3 Messungen bei der in der Genehmigung festgelegten Höchstleistung und mindestens jeweils eine weitere Messung bei solchen Betriebszuständen durchgeführt werden, die für die Beurteilung der Emissionen wichtig sind, z. B. Reinigungs- oder Regenerierungsarbeiten, beim Rußblasen und bei längeren Anfahrperioden.

Bei Anlagen mit überwiegend zeitlich veränderlichen Betriebsbedingungen sollen Messungen in ausreichender Zahl, jedoch mindestens sechs bei Betriebsbedingungen mit maximaler Emission durchgeführt werden.

Die Dauer der Einzelmessung soll so kurz wie möglich gewählt werden; sie soll in den Fällen, in denen der Querschnitt eines Rauchgas-, Abgas- oder Abluftkanals ausgemessen werden muß und die Messung mit besonderen Schwierigkeiten verbunden ist, 2 Stunden nicht überschreiten.

2.8.3 Auswertung und Beurteilung

Der Meßbericht muß Angaben über alle Einzelwerte, über das verwendete Meßverfahren und über die Betriebsbedingungen, die für die Beurteilung der Einzelwerte und des Meßergebnisses von Bedeutung sind, enthalten. Hierzu gehören auch Angaben über Brenn-, Roh- und Arbeitsstoffe sowie über den Betriebszustand der Abgasreinigungsanlage.

Die Anlage ist hinsichtlich der Emissionen nicht zu beanstanden, wenn kein Einzelwert den festgelegten Emissionsgrenzwert überschreitet.

2.8.4 Laufende Überwachung der Emissionen

2.8.4.1 Allgemeines

Die Einhaltung von Emissionsgrenzwerten kann, insbesondere zur Feststellung der Wirksamkeit von Abgasreinigungsanlagen (Entstauber, Gaswäscher, Nachverbrennungsanlagen usw.) sowie zur Feststellung von rohstoff- oder verfahrensbedingten Emissionen, durch laufende oder laufend aufzeichnende Messung der Emissionen überwacht werden.

2.8.4.2

Laufende Messung staubförmiger Emissionen

Jede Feuerungsanlage für feste und flüssige Brennstoffe mit einer höchsten Feuerungsleistung von 15 GJ/h und mehr *) ist zur Überwachung der Feuerführung mit einem Meßgerät auszurüsten, das die Rauchdichte laufend aufzeichnet. Jede Feuerungsanlage für feste Brennstoffe und für Heizöl M oder S mit einer höchsten Feuerungsleistung von 100 GJ/h und mehr *) und Anlagen mit staubförmigen Emissionen (einschließlich Verbrennlichem) von mehr als 15 kg/h sind mit einem Meßgerät auszurüsten, das die Konzentration der staubförmigen Emissionen laufend aufzeichnet.

Der Bundesminister des Innern veröffentlicht geeignete Meßgeräte und Richtlinien über die Eignungsprüfung, die Wartung, den Einbau und die Kalibrierung von Meßgeräten und über die Auswertung der Meßergebnisse.

Bei Anlagen mit staubförmigen Emissionen von Stoffen der Nummer 2.3.3.4 ist, wenn bei Stoffen der Klasse I die Emission 2 kg/h und bei Stoffen der Klasse II die Emission 5 kg/h über-

*) — bei mehreren Feuerungsanlagen gilt die Summe der Feuerungsleistungen je Schornstein —

schreitet, die tägliche Emissionsmasse dieser Stoffe festzustellen.

Wenn zu besorgen ist, daß bei einer Anlage der festgelegte Emissionsgrenzwert zeitweise überschritten wird, z. B. bei wechselnder Betriebsweise einer Anlage oder bei Störanfälligkeit einer Abgasreinigungsanlage, kann die laufende Messung staubförmiger Emissionen auch bei geringeren als den in Absatz 1 angegebenen Feuerungswärmeleistungen und den in Absatz 3 angegebenen Emissionsmassen gefordert werden.

Die Meßergebnisse sind mindestens 5 Jahre aufzubewahren.

2.8.4.3 Laufende Messung gasförmiger Emissionen

Anlagen mit gasförmigen Emissionen von mehr als jeweils

- 100 kg/h Schwefeldioxid
- 1 kg/h Chlor
- 10 kg/h organische Verbindungen — angegeben als Kohlenstoff —
- 20 kg/h Stickoxide — angegeben als NO —
- 1 kg/h anorganische gasförmige Chlorverbindungen — angegeben als Cl —
- 1 kg/h Schwefelwasserstoff
- 2 kg/h anorganische gasförmige Fluorverbindungen — angegeben als F —
- 5 kg/h Kohlenmonoxid

sind zur Überwachung der Wirksamkeit von Maßnahmen zur Emissionsverminderung mit einem Meßgerät auszurüsten, das die Massenkonzentration dieser Stoffe laufend aufzeichnet. Der Bundesminister des Innern veröffentlicht geeignete Meßgeräte und Richtlinien über die Eignungsprüfung, die Wartung, den Einbau und die Kalibrierung von Meßgeräten sowie über die Auswertung der Meßergebnisse.

Die Meßergebnisse sind mindestens 5 Jahre aufzubewahren.

2.8.5 Abnahmemessungen

Bei der Genehmigung von Anlagen soll gefordert werden, daß durch eine von der obersten Landesbehörde bestimmte Stelle in der Regel frühestens 3 und spätestens 12 Monate nach Inbetriebnahme einer Anlage festgestellt wird, ob die festgelegten Emissionsbegrenzungen eingehalten werden. Von dieser Forderung ist abzusehen, wenn die Feststellung der Emissionen nach 2.8.4 vorgenommen wird.

3

Anforderungen an bestimmte Anlagearten

Die Vorschriften der Nummer 3 enthalten für bestimmte Anlagearten besondere Anforderungen zur Begrenzung von Emissionen. Soweit in 2.3.3.1 bis 2.3.4 allgemeine Anforderungen zur Begrenzung von Emissionen für bestimmte Anlagearten besondere Bedeutung haben können, wird auf diese besonders hingewiesen. Die Vorschriften sind nach den Nummern des Katalogs in § 1 der Verordnung über genehmigungsbedürftige Anlagen nach § 16 der Gewerbeordnung geordnet.

3.1 Anlagen der Nummer 1:

3.1.1 Feuerungsanlagen für feste Brennstoffe

3.1.1.1 Folgende besondere Anforderungen werden gestellt:

- a) staubförmige Emissionen im Abgas von Feuerungsanlagen dürfen abweichend von 2.3.3.1 folgende Emissionsgrenzwerte nicht überschreiten:
 - bei Großwasserraumkesseln 300 mg/m³
 - bei Wasserröhrkesseln mit einem Volumenstrom an Abgas bis 500 000 m³/h 150 mg/m³
 - bei Wasserröhrkesseln mit einem Volumenstrom an Abgas von mehr als 500 000 m³/h

- bei Verwendung von Braunkohle 100 mg/m³
- bei Verwendung von Steinkohle 150 mg/m³;

die Emissionsgrenzwerte beziehen sich bei Feuerungen für Holz oder Holzabfälle auf einen Volumengehalt an O₂ von 13%

Rostfeuerungen von Großwasserraumkesseln und von Wasserröhrkesseln für Kohle auf einen Volumengehalt an O₂ von 7%

Feuerungen von Wasserröhrkesseln für Kohle mit trockenem Schlackenabzug auf einen Volumengehalt an O₂ von 6%

Feuerungen von Wasserröhrkesseln für Kohle mit flüssigem Schlackenabzug auf einen Volumengehalt an O₂ von 5%;

- b) bei Feuerungsanlagen von Wasserröhrkesseln mit einem Volumenstrom an Abgas von mehr als 500 000 m³/h sind Elektrofilter so auszuliegen, daß bei gleichzeitigen Ausfall je eines Feldes einer Filterstraße die Emissionsgrenzwerte nicht überschritten werden;
- c) der Grauwert der Abgasfahnen von Feuerungsanlagen für Kohle mit Ausnahme der Feuerungsanlagen von Planrostkesseln mit Wurfbeschickung muß abweichend von 2.3.2 heller sein als der Wert der Nummer 1 der Ringelmann-Skala;
- d) die Emissionsbegrenzungen nach Buchstaben a und c sind auch beim Rußblasen einzuhalten;
- e) Emissionen von Kohlenmonoxid im Abgas dürfen 250 mg/m³ nicht überschreiten; dieser Grenzwert ist jeweils auf die in Buchstabe a angegebenen Volumengehalte an O₂ im Abgas und auf Nennlast zu beziehen.

3.1.1.2 Soweit wie möglich sind Emissionen von Stickoxiden durch technische Maßnahmen, z. B. durch Absenken der Verbrennungstemperatur mit Hilfe der Abgasrückführung oder der Zweistufenverbrennung zu vermindern.

3.1.1.3 2.3.4.1 und 2.3.4.2 finden keine Anwendung.

3.1.1.4 Emissionen an Schwefeldioxid im Abgas aus Feuerungsanlagen für Kohle sind soweit wie möglich zu begrenzen; bei Feuerungsanlagen mit einer Feuerungswärmeleistung unter 4 TJ/h insbesondere durch Verwendung schwefelarmer Steinkohle (Massengehalt \leq 1%), bei Feuerungsanlagen mit einer höchsten Feuerungswärmeleistung von 4 TJ/h und mehr auch durch Entschwefelung der Abgase (bei Abgasen läßt sich eine Entschwefelung von über 80% erreichen); bei Entschwefelung der Abgase kann für eine zu bestimmende Übergangszeit, die in der Regel nicht mehr als 3 Jahre betragen soll, zugelassen werden, daß die Feuerungsanlage auch dann mit ihrer höchsten Feuerungswärmeleistung betrieben werden darf, wenn die Abgasentschwefelungsanlage wegen einer Störung nicht betrieben werden kann.

3.1.1.5 Bei Feuerungsanlagen, die als Zweistofffeuerungen betrieben werden, sind 3.1.2 und 3.1.3 zu beachten.

3.1.1.6 Auf 2.3.3.5.2 bis 2.3.3.5.5 wird hingewiesen.

3.1.1.7 Die Technologie der Feuerungsanlagen von Wasserröhrkesseln und Großwasserraumkesseln für feste Brennstoffe sowie die Mittel zur Verminderung des Staubabwurfs sind in den VDI-Richtlinien VDI 2091 vom März 1970 und VDI 2300 vom August 1970 dargestellt.

3.1.2 Feuerungsanlagen für flüssige Brennstoffe

3.1.2.1 Folgende besondere Anforderungen werden gestellt:

- a) staubförmige Emissionen im Abgas dürfen abweichend von 2.3.3.1 die aus dem Dia-

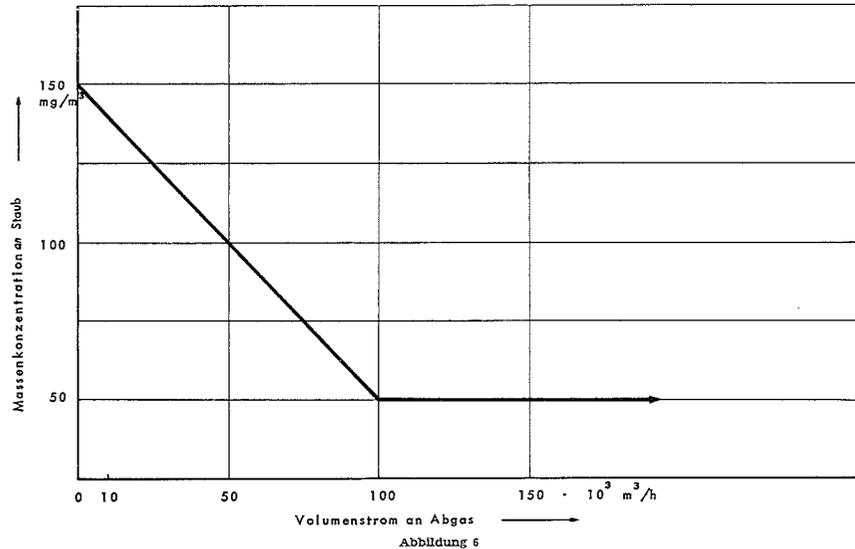


Abbildung 6

gramm (Abb. 6) sich ergebenden Emissionsgrenzwerte, bezogen auf einen Volumengehalt an O₂ von 3% und nach Abzug der adsorbierten Schwefelsäure, nicht überschreiten.

- b) die Emissionsbegrenzungen nach Buchstabe a und Nr. 2.3.3.3 sind auch beim Rußblasen einzuhalten;
- c) Emissionen von Kohlenmonoxid im Abgas dürfen 175 mg/m³, bezogen auf einen Volumengehalt an O₂ von 3%, nicht überschreiten.
- 3.1.2.2 Soweit wie möglich sind Emissionen von Stickoxiden durch technische Maßnahmen, z. B. durch Absenken der Verbrennungstemperatur mit Hilfe der Abgasrückführung oder der Zweistufenverbrennung zu vermindern.
- 3.1.2.3 2.3.3.4 findet keine Anwendung auf Anlagen mit einem Volumenstrom an Abgas bis 100 000 m³/h.
- 3.1.2.4 Die Emissionen von Schwefeldioxid sind soweit wie möglich zu begrenzen, insbesondere
- aa) bei Anlagen mit einer Schornsteinhöhe unter 30 m durch den Einsatz von Heizöl mit einem Massengehalt an Schwefel von höchstens 0,5 %;
- bb) bei Anlagen mit einer höchsten Feuerungswärmeleistung von mehr als 40 GJ/h bis 4 TJ/h durch den Einsatz von Heizöl mit einem Massengehalt an Schwefel von höchstens 1 %; der Einsatz von Heizöl mit einem höheren Massengehalt an Schwefel kann in Zeiten, in denen die Versorgung mit Heizöl mit einem Massengehalt an Schwefel von höchstens 1 % nachweislich nicht gegeben ist, mit Zustimmung der obersten Landesbehörde zugelassen werden, wenn hierdurch der Immissionswert für SO₂ im Einwirkungsbereich der Anlage nicht überschritten wird;
- cc) bei Anlagen mit einer höchsten Feuerungswärmeleistung von mehr als 4 TJ/h durch die Entschwefelung der Abgase, durch den

auf Dauer gesicherten Einsatz gleichwertig schwefelarmer Heizöle oder durch die Anwendung von Verfahren, bei denen der Brennstoff während oder nach der Vergasung des Öls entschwefelt wird (bei Abgasen sowie nach der Vergasung läßt sich eine Entschwefelung von über 80 % erreichen); bei Anwendung dieser Verfahren zur Entschwefelung kann für eine zu bestimmende Übergangszeit, die in der Regel nicht mehr als 3 Jahre betragen sollte, zugelassen werden, daß die Feuerung auch dann mit ihrer höchsten Feuerungswärmeleistung betrieben werden darf, wenn die Entschwefelungsanlage wegen einer Störung nicht betrieben werden kann.

- 3.1.2.5 Bei Feuerungsanlagen, die als Zweistofffeuerungen betrieben werden, sind 3.1.1 und 3.1.3 zu beachten.
- 3.1.2.6 Die Technologie von Dampfkesseln mit Ölfeuerung und technischen Möglichkeiten zur Verminderung der staubförmigen Emissionen sind in der VDI-Richtlinie VDI 2297 vom Juli 1969 dargestellt.
- 3.1.3 Feuerungsanlagen für gasförmige Brennstoffe
- 3.1.3.1 Folgende besondere Anforderungen werden gestellt:
- a) gasförmige Emissionen im Abgas dürfen die aus der folgenden Tabelle (Abb. 7) sich ergebenden Emissionsgrenzwerte, bezogen auf einen Volumengehalt an O₂ von 3%, nicht überschreiten:

	Schwefeldioxid	Kohlenmonoxid	Aldehyde — berechnet als Formaldehyd —
	mg/m ³	mg/m ³	mg/m ³
Erdgas	50	100	20
Kokereigas	100	100	20

Abbildung 7

- b) die staubförmigen Emissionen im Abgas dürfen abweichend von 2.3.3.1 bei der Verwendung brennbarer Gase aus Anlagen zur Gewinnung von Roh Eisen und Stahl (3.4.1 und 3.6.1.2) 50 mg/m³ nicht überschreiten.
- 3.1.3.2 Soweit wie möglich sind die Emissionen von Stickoxiden durch technische Maßnahmen, z. B. durch Absenken der Verbrennungstemperatur mit Hilfe der Abgasrückführung oder der Zweistufenverbrennung zu vermindern.
- 3.1.3.3 Bei Feuerungsanlagen, die als Zweistofffeuerungen betrieben werden, sind 3.1.1 und 3.1.2 zu beachten.
- 3.1.3.4 Auf 2.3.3.4 wird hingewiesen.
- 3.2 Anlagen der Nummer 2:
- 3.2.1.1 Anlagen, die dazu bestimmt sind, überwiegend Abfälle aus Haushaltungen und ähnliche Stoffe durch Verbrennen ganz oder teilweise zu beseitigen
- 3.2.1.1.1 Folgende besondere Anforderungen werden gestellt:
- a) Anlagen zum Verbrennen von festen Abfällen, die sich überwiegend aus Hausmüll und ähnlichen geruchsintensiven Stoffen zusammensetzen, mit einem Massenstrom von mehr als 0,75 t/h müssen einen Müllbunker haben, dessen Druck ständig kleiner als Atmosphärendruck zu halten ist; die abgesaugte Luft ist der Feuerung zuzuführen; ist bei kontinuierlich betriebenen Anlagen z. B. infolge von Störfällen die Feuerung nicht in Betrieb, ist die abgesaugte Luft über den Schornstein abzuleiten; bei diskontinuierlich betriebenen Anlagen (Anlagen, die täglich weniger als 24 Stunden betrieben oder tageweise stillgelegt werden) ist die abgesaugte Luft während der Stillstandzeiten über den Nachverbrennungsraum abzuleiten;
- b) wenn neben festen Stoffen auch flüssige Abfälle verbrannt werden, sind die flüssigen Abfälle in geschlossenen Behältern zu lagern; offene Übergabestellen sind mit einer Luftabsaugereinrichtung auszurüsten; die abgesaugte Luft ist der Feuerung zuzuführen;
- c) die Anlagen sind mit einer Zusatzfeuerung auszurüsten;
- d) alle Anlagen sind an einen Schornstein anzuschließen;
- e) die Anlagen müssen einen in den Feuerungsraum übergelassenen oder ihm nachgeschalteten Nachverbrennungsraum haben, in dem bei einem Volumengehalt an O₂ im Abgas von mindestens 6% und bei einer Verweilzeit von mindestens 0,3 s eine Mindesttemperatur von 800 °C eingehalten wird; die Temperatur ist kontinuierlich registrierend zu überwachen; die Anlagen müssen so beschaffen sein, daß eine Beschickung nur möglich ist, wenn diese Mindesttemperatur erreicht ist; in dem Nachverbrennungsraum ist ein zusätzlicher Brenner anzubringen, der sich bei Unterschreiten der Mindesttemperatur automatisch einschaltet, bei Anlagen mit einem Massenstrom von mehr als 0,75 t/h auch dann, wenn die Anlage nicht in Betrieb ist und die abgesaugte Luft aus dem Müllbunker über den Nachverbrennungsraum abgeleitet wird;
- f) die Anlagen sind so zu betreiben, daß ein möglichst vollständiger Ausbrand der Abgase und mitgeführten vergärbaren Bestandteile gewährleistet ist;
- g) abweichend von 2.3.3.1 dürfen die staubförmigen Emissionen im Abgas (f) 100 mg/m³ nicht überschreiten; der Emissionsgrenzwert bezieht sich

- bei Anlagen mit einem Massenstrom an Abfällen bis 0,75 t/h auf einen Volumengehalt an O₂ von 17 %
- bei Anlagen mit einem Massenstrom an Abfällen von mehr als 0,75 t/h auf einen Volumengehalt an O₂ von 11 %;
- h) der Grauwert der Abgasfahnen muß abweichend von 2.3.2 heller sein als der Wert der Nummer 1 der Ringelmann-Skala;
- i) die Emissionsbegrenzungen nach Buchstaben f und g sind auch beim Rußblasen einzuhalten;
- k) bei Anlagen mit einem Massenstrom an Abfällen bis 0,75 t/h dürfen abweichend von 2.3.4.1 und 2.3.4.2 die gasförmigen Emissionen anorganischer
- Chlorverbindungen 6 kg/h
— angegeben als Cl⁻ —
Fluorverbindungen 0,2 kg/h
— angegeben als F⁻ —
nicht überschreiten;
- l) bei Anlagen mit einem Massenstrom an Abfällen von mehr als 0,75 t/h sind abweichend von 2.3.4.1 und 2.3.4.2 die gasförmigen Emissionen im Abgas (f) an anorganischen
- Chlorverbindungen 100 mg/m³
— angegeben als Cl⁻ —
Fluorverbindungen 5 mg/m³
— angegeben als F⁻ —
nicht überschreiten; die Emissionsgrenzwerte beziehen sich auf einen Volumengehalt an O₂ von 11 %;
- m) Emissionen von Kohlenmonoxid im Abgas (f) dürfen 1 g/m³ nicht überschreiten; dieser Emissionsgrenzwert ist jeweils auf die in Buchstabe g angegebenen Volumengehalte an O₂ zu beziehen;
- n) die Anlagen mit einem Massenstrom an Abfällen von mehr als 0,75 t/h sind abweichend von 2.8.4.2 und 2.8.4.3 mit Meßgeräten auszurüsten, die die Massenkonzentration der staubförmigen Emission und der gasförmigen Emissionen anorganischer Chlor- und Fluorverbindungen laufend aufzeichnen.
- 3.2.1.1.2 Polychlorierte Biphenyle (PCB) oder Stoffe, die PCB enthalten, dürfen nur in besonders dafür geeigneten Anlagen verbrannt werden; 3.2.1.2.1 Buchstabe d Halbsatz 5 ist hierbei zu beachten.
- 3.2.1.1.3 Bei Anlagen mit einem Massenstrom an Abfällen bis 0,75 t/h, die täglich weniger als 24 Stunden betrieben oder tageweise stillgelegt werden, können im Hinblick auf austauschbare Wetterlagen (z. B. bei häufig auftretenden Strahlungsinversionen) zeitliche Beschränkungen des Betriebes bei einer Lage in einem Stadtkern notwendig sein.
- 3.2.1.1.4 Auf 2.3.3.4 und 2.3.3.5.3 bis 2.3.3.5.5 wird hingewiesen.
- 3.2.1.1.5 Die Technologie der Anlagen und Mittel zur Bekämpfung der Staubemissionen sowie zur Bekämpfung über Geräte sind in der VDI-Richtlinie VDI 2114 vom April 1969 und in der VDI-Richtlinie VDI 2301 vom Februar 1967 dargestellt.
- 3.2.1.2 Anlagen, die dazu bestimmt sind, sonstige Abfälle durch Verbrennen ganz oder teilweise zu beseitigen
- 3.2.1.2.1 Folgende besondere Anforderungen werden gestellt:
- a) flüssige Abfallstoffe sind in geschlossenen Behältern zu lagern; offene Übergabestellen sind mit einer Absaugereinrichtung auszurüsten; die abgesaugte Luft ist der Feuerung zuzuführen; ein Entladen ist nicht zulässig, wenn die Verbrennungsanlage außer Betrieb ist;

- b) die Anlagen sind mit einer Zusatzfeuerung auszurüsten;
- c) alle Anlagen sind an einen Schornstein anzuschließen;
- d) die Anlagen müssen einen in den Feuerraum übergelenden oder ihm nachgeschalteten Nachverbrennungsraum haben, in dem bei einem Volumengehalt an O₂ im Abgas von mindestens 6% und bei einer Verweilzeit von mindestens 0,3 s eine Mindesttemperatur von 900 °C eingehalten wird; die Temperatur ist kontinuierlich registrierend zu überwachen; die Anlagen müssen so beschaffen sein, daß eine Beschickung nur möglich ist, wenn die Mindesttemperatur erreicht ist; in dem Nachverbrennungsraum ist ein zusätzlicher Brenner anzubringen, der sich bei Unterschreiten der Mindesttemperatur automatisch einschaltet; abweichend von Halbsatz 1 beträgt die Mindesttemperatur 1200 °C, wenn polychlorierte Biphenyle (PCB) oder Stoffe, die PCB enthalten, verbrannt werden; ein Nachverbrennungsraum ist nicht erforderlich bei Anlagen, die nach dem Wirbelschichtverfahren arbeiten und wenn ein gleichwertiger Ausbrand erreicht wird;
- e) Emissionen von Kohlenstoff dürfen abweichend von 2.3.4.3 in den verbrennbaren organischen Stoffen 50 mg/m³ Abgas (f), bezogen auf einen Volumengehalt an O₂ von 11%, nicht überschreiten;
- f) abweichend von 2.3.3.1 dürfen die staubförmigen Emissionen im Abgas (f) 100 mg/m³, bezogen auf einen Volumengehalt an O₂ von 11%, nicht überschreiten;
- g) der Grauwert der Abgasfahnen muß abweichend von 2.3.2 heller sein als der Wert der Nummer 1 der Ringelmann-Skala;
- h) die Emissionsbegrenzungen nach Buchstaben f und g sind auch beim Rußblasen einzuhalten;
- i) Emissionen von Kohlenmonoxid im Abgas (f) dürfen 100 mg/m³, bezogen auf einen Volumengehalt an O₂ von 11%, nicht überschreiten;
- k) abweichend von 2.3.4.1 und 2.3.4.2 dürfen gasförmige Emissionen von anorganischen Chlorverbindungen 100 mg/m³ Abgas (f) — angegeben als Cl⁻ — Fluorverbindungen 5 mg/m³ Abgas (f) — angegeben als F⁻ — nicht überschreiten; die Emissionsgrenzwerte beziehen sich auf einen Volumengehalt an O₂ von 11%;
- l) die Anlagen sind abweichend von 2.8.4.2 mit einem Meßgerät auszurüsten, das die Massenkonzentration der staubförmigen Emission laufend aufzeichnet; Anlagen, in denen chlorierte Verbindungen verbrannt werden, sind abweichend von 2.8.4.3 mit einem Meßgerät auszurüsten, das die Massenkonzentration der anorganischen gasförmigen Chlorverbindungen laufend aufzeichnet.
- 3.2.1.2.2 Auf 2.3.3.3, 2.3.3.4 und 2.3.3.5.3 bis 2.3.3.5.5 wird hingewiesen.
- 3.2.2.1 Anlagen, die dazu bestimmt sind, durch Verbrennen ausfesten Stoffen einzelne Bestandteile zurückzugewinnen
- 3.2.2.1.1 Folgende besondere Anforderungen werden gestellt:
- a) die Anlagen sind mit einer Zusatzfeuerung auszurüsten;
- b) alle Anlagen sind an einen Schornstein anzuschließen;
- c) die Anlagen müssen einen in den Feuerraum übergelenden oder ihm nachgeschalteten Nachverbrennungsraum haben, in dem bei einem Volumengehalt an O₂ im Abgas von mindestens 6% bei einer Verweilzeit von mindestens 0,3 s eine Mindesttemperatur von 900 °C eingehalten wird; die Temperatur ist kontinuierlich registrierend zu überwachen; die Anlagen müssen so beschaffen sein, daß eine Beschickung nur möglich ist, wenn die Mindesttemperatur erreicht ist; in dem Nachverbrennungsraum ist ein zusätzlicher Brenner anzubringen, der sich bei Unterschreiten der Mindesttemperatur automatisch einschaltet; abweichend von Halbsatz 1 beträgt die Mindesttemperatur 1200 °C, wenn polychlorierte Biphenyle (PCB) oder Stoffe, die PCB enthalten, verbrannt werden;
- d) staubförmige Emissionen im Abgas dürfen abweichend von 2.3.3.1 100 mg/m³, bezogen auf einen Volumengehalt an CO₂ von 7%, nicht überschreiten;
- e) abweichend von 2.3.4.1 dürfen gasförmige Emissionen anorganischer Chlorverbindungen, angegeben als Cl⁻, im Abgas 100 mg/m³, bezogen auf einen Volumengehalt an CO₂ von 7%, nicht überschreiten;
- f) der Grauwert der Abgasfahnen muß heller sein als der Wert der Nummer 1 der Ringelmann-Skala;
- g) die Anlagen sind abweichend von 2.8.4.2 mit einem Meßgerät auszurüsten, das die Massenkonzentration der staubförmigen Emission laufend aufzeichnet; Anlagen, in denen chlorierte Verbindungen verbrannt werden, sind mit einem Meßgerät auszurüsten, das die Massenkonzentration der anorganischen gasförmigen Chlorverbindungen laufend aufzeichnet.
- 3.2.2.1.2 Auf 2.3.3.3, 2.3.3.4, 2.3.3.5.2 und 2.3.3.5.3 bis 2.3.3.5.5 wird hingewiesen.
- 3.2.3 Kompostierungsanlagen
- 3.2.3.1 Folgende besondere Anforderungen werden gestellt:
- a) bei Kompostierungsverfahren, die mit Belüftung arbeiten, ist die Abluft in einem Erdfilter (Kompostfilter) oder gleichwertig zu reinigen;
- b) die bei der Belüftung der Mieten auskondensierenden Brüden und die anfallenden Sickerwässer dürfen nicht zum Befeuerten des Kompostes verwendet werden, sondern sind einer Kläranlage zuzuführen;
- c) die Aufgabebunker sind geschlossen und soweit möglich mit Schleuse zu errichten; mindestens ist beim Öffnen der Halle und beim Entladen der Müllfahrzeuge abzusaugen; diese Abluft ist in einem Erdfilter oder gleichwertig zu reinigen.
- 3.2.4 Anlagen, die dazu bestimmt sind, Stoffe aufzubereiten, die verbrannt, kompostiert oder abgelaagert werden sollen (Abfallaufbereitungsanlagen)
- 3.2.4.1 Folgende besondere Anforderung wird gestellt: abweichend von 2.3.3.1 dürfen die staubförmigen Emissionen im Abgas 150 mg/m³ Abgas nicht überschreiten.
- 3.2.4.2 Auf 2.3.3.4, 2.3.3.5.4 und 2.3.3.5.5 wird hingewiesen.
- 3.2.5 Anlagen zum Zerkleinern von Schrott durch Rotormühlen (Shredder)
- 3.2.5.1 Folgende besondere Anforderung wird gestellt: abweichend von 2.3.3.2 dürfen die staubförmigen Emissionen im Abgas 100 mg/m³ nicht überschreiten.

- gen Emissionen im Abgas 100 mg/m³ nicht überschreiten.
- 3.2.5.2 Auf 2.3.3.4, 2.3.3.5.3, 2.3.3.5.4 und 2.3.3.5.5 wird hingewiesen.
- 3.3 Anlagen der Nummer 3:
- 3.3.1 Anlagen zum Brechen und Klassieren von in Steinbrüchen gewonnenem Gestein
- 3.3.1.1 2.3.3.5.4 findet keine Anwendung auf die Fahrzeuge im Steinbruch zur Vorberechanlage.
- 3.3.1.2 Auf 2.3.3.2, 2.3.3.4, 2.3.3.5.1 und 2.3.3.5.5 wird hingewiesen.
- 3.3.1.3 Die Technologie der Anlagen und Mittel zur Bekämpfung der Staubemissionen sind in der mit Rundschreiben des Bundesministers des Innern vom 11. 8. 1971 veröffentlichten Richtlinie (GMBL 1971 S. 368) dargestellt.
- 3.3.2 Anlagen zum Mahlen oder Blähen von Schiefer oder Ton
- 3.3.2.1 Folgende besondere Anforderungen werden gestellt:
- a) abweichend von Nr. 2.3.3.1 dürfen die staubförmigen Emissionen beim Vortrocknen und Blähen im Abgas (f) 150 mg/m³, bezogen auf einen Volumengehalt an CO₂ von 3%, nicht überschreiten;
- b) in Füllen, in denen organische Blähhilfsmittel zugesetzt werden, dürfen diese im Abgas (f) den Anteil von Kohlenstoff in den verbrennbaren organischen Stoffen um nicht mehr als 20 mg/m³ erhöhen; die Abgabe des Trockners sind bei Verwendung von organischen Blähhilfsmitteln nach Möglichkeit zu verwerten oder einer Nachverbrennung zuzuführen.
- 3.3.2.2 2.3.3.5.4 findet keine Anwendung auf die Fahrzeuge im Steinbruch zur Vorberechanlage.
- 3.3.2.3 Auf 2.3.3.2, 2.3.3.5.1, 2.3.3.5.3 und 2.3.3.5.5 wird hingewiesen.
- 3.3.2.4 Beim Blähen von Tonen können erhebliche Emissionen an Schwefeloxiden und Fluorverbindungen und Emissionen von organischen Verbindungen entstehen.
- 3.3.3.1 Anlagen zum Mahlen von Bauxit, Dolomit, Feldspat, Gips, Kieselerde, Magnesit, Mineralfarben, Muschelschalen, Pegmatitsand, Quarzit, Schamotte, Schlacke, Speckstein, Talkum, Tuff (Traß) und Kalk
- 3.3.3.1.1 2.3.3.5.4 findet keine Anwendung auf die Fahrzeuge im Steinbruch zur Vorberechanlage.
- 3.3.3.1.2 Auf 2.3.3.2, 2.3.3.4, 2.3.3.5.1, 2.3.3.5.2, 2.3.3.5.3 und 2.3.3.5.5 wird hingewiesen.
- 3.3.3.2 Anlagen zum Brennen von Dolomit, Magnesit und Kalk
- 3.3.3.2.1 Folgende besondere Anforderung wird gestellt: abweichend von 2.3.3.1 dürfen die staubförmigen Emissionen im Abgas der Öfen 150 mg/m³ nicht überschreiten.
- 3.3.3.2.2 2.3.3.5.4 findet keine Anwendung auf die Fahrzeuge im Steinbruch zur Vorberechanlage.
- 3.3.3.2.3 Auf 2.3.3.2, 2.3.3.4, 2.3.3.5.1, 2.3.3.5.2 und 2.3.3.5.5 wird hingewiesen.
- 3.3.3.2.4 Eine laufend aufzeichnende Messung der staubförmigen Emissionen in den Abgasen der Öfen und der Mahlanlagen ist, soweit dies im Einzelfall möglich ist, vorzusehen.
- 3.3.3.2.5 Neben staubförmigen Emissionen können Schwelgase und CO anfallen.
- 3.3.3.3 Anlagen zum Brennen von Gips
- 3.3.3.3.1 Folgende besondere Anforderungen werden gestellt:
- abweichend von 2.3.3.1 dürfen die beim Brennen entstehenden staubförmigen Emissionen im Abgas (f) 150 mg/m³ nicht überschreiten; bei Anwendung filternder Entstauber sollen die staubförmigen Emissionen im Abgas (f) 75 mg/m³ nicht überschreiten;
- 3.3.3.3.2 2.3.3.5.4 findet keine Anwendung auf die Fahrzeuge im Steinbruch zur Vorberechanlage.
- 3.3.3.3.3 Auf 2.3.3.2, 2.3.3.5.1, 2.3.3.5.2 und 2.3.3.5.5 wird hingewiesen.
- 3.3.4 Anlagen zur Herstellung von Zementen
- 3.3.4.1 Folgende besondere Anforderungen werden gestellt:
- a) die staubförmigen Emissionen im Abgas dürfen abweichend von 2.3.3.1 und 2.3.3.2 folgende Werte nicht überschreiten:
- bei Anlagen, die nicht mit Elektroentstaubern ausgerüstet sind 75 mg/m³
- bei Anlagen, die aus verfahrenstechnischen Gründen in der Regel mit Elektroentstaubern ausgerüstet werden, wie Zementöfen, Klinkerkühler, Trockner, Mahltrocknungsanlagen, Rohrmühlen mit feuchter Abluft, soweit die Elektroentstaubung angewendet wird 120 mg/m³
- bei Anlagen, bei denen die Absecheidung wegen eines hohen elektrischen Widerstandes der Stäube unverhältnismäßig schwierig ist, soweit die Elektroentstaubung angewendet wird, 150 mg/m³
- b) das Klinkermaterial ist in geschlossenen Räumen zu lagern; eine Freilagung aus der überschüssigen Winterproduktion ist zulässig, wenn durch gleichwertige Maßnahmen staubförmige Emissionen beim Lagern und Verladen vermieden werden;
- c) die Zementöfen sind mit einem Meßgerät auszurüsten, das die Konzentration der staubförmigen Emission laufend aufzeichnet.
- 3.3.4.2 Bei Klinkerkühlern ist das Abgas so vollständig wie möglich zu verwerten.
- 3.3.4.3 2.3.3.5.4 findet keine Anwendung auf die Fahrzeuge im Steinbruch zur Vorberechanlage.
- 3.3.4.4 Auf 2.3.3.4, 2.3.3.5.1, 2.3.3.5.2 und 2.3.3.5.5 wird hingewiesen.
- 3.3.4.5 Eine laufend aufzeichnende Messung der staubförmigen Emission in den Abgasen der Rohrmahlmahlanlagen, der Klinkerkühlung und der Zementmahlmahlanlagen ist, soweit dies im Einzelfall möglich ist, vorzusehen.
- 3.3.4.6 Schwefelreiche Brennstoffe können eingesetzt werden, soweit der im Brennstoff enthaltene Schwefel beim Brennen der Zementklinker, in der Mahltrocknung oder im Verdampfungskühler eingebunden werden kann und die Qualitätsnorm der Zemente dem nicht entgegensteht.
- 3.3.4.7 Die Technologie der Anlagen und Mittel zur Verminderung der Staubemissionen sind in der VDI-Richtlinie VDI 2094 vom Februar 1967 dargestellt.
- 3.3.5 Anlagen zum Brennen von grobkeramischen Erzeugnissen, insbesondere von feuerfesten Steinen, Steinzeugrohren und sonstigen Erzeugnissen aus Grobsteinzeug, Mauer-, Decken- und Dachziegeln, Klinkern sowie sonstigen Ziegeleierzeugnissen
- 3.3.5.1 Folgende besondere Anforderungen werden gestellt:

- a) abweichend von 2.3.4.2 dürfen gasförmige Emissionen anorganischer Fluorverbindungen, angegeben als F⁻, im Abgas 30 mg/m³, bezogen auf einen Volumengehalt an CO₂ von 3%, nicht überschreiten; wenn Schäden zu besorgen sind, z. B. bei einem Standort der Brennanlage vor oder in einer Hanglage, darf die gasförmige Emission anorganischer Fluorverbindungen, angegeben als F⁻, im Abgas 5 mg/m³, bezogen auf einen Volumengehalt an CO₂ von 3%, nicht überschreiten;
- b) bei der Verwendung von Erdalkalien zur Bindung von anorganischen gasförmigen Fluorverbindungen dürfen abweichend von 2.3.3.1 die staubförmigen Emissionen im Abgas 150 mg/m³, bezogen auf einen Volumengehalt an CO₂ von 3%, nicht überschreiten;
- 3.3.5.2 2.3.3.5.4 findet keine Anwendung auf die Fahrwege in der Gewinnungsstätte zur Aufbereitungsanlage;
- 3.3.5.3 Auf 2.3.3.3 und 2.3.3.4 wird hingewiesen.
- 3.3.5.4 Die Technologie der Anlagen ist in der VDI-Richtlinie VDI 2585 vom März 1969 dargestellt.
- 3.4 Anlagen der Nummer 4
- 3.4.1 Anlagen zur Gewinnung von Roheisen
- 3.4.1.1 Hochöfen
- 3.4.1.1.1 Folgende besondere Anforderungen werden gestellt:
abweichend von 2.3.3.1 dürfen die staubförmigen Emissionen im Abgas 20 mg/m³ oder soweit das Gichtgas abgefackelt wird, 50 mg/m³ nicht überschreiten.
- 3.4.1.1.2 Auf 2.3.3.4 und 2.3.3.5 wird hingewiesen.
- 3.4.1.1.3 Schwefelreiche Brennstoffe können eingesetzt werden, soweit der im Brennstoff enthaltene Schwefel in die Schlacke eingebunden werden kann und die Anforderungen an die Qualität des Roheisens dem nicht entgegenstehen.
- 3.4.1.1.4 Die Technologie der Anlagen und Mittel zur Verminderung der staubförmigen Emissionen sind in der VDI-Richtlinie VDI 2099 vom Februar 1959 dargestellt.
- 3.4.2 Anlagen zur Gewinnung von rohen Nichteisenmetallen
- 3.4.2.1 Folgende besondere Anforderungen werden gestellt:
Abgase mit einem Volumengehalt an SO₂ von 2% und darüber sind einer Verwertung zuzuführen; die SO₂-Emissionen nach der Verwertung dürfen die Werte nicht überschreiten, die sich bei Anwendung der Vorschrift der Nummer 3.17 a. 3.1 Buchstabe b ergeben; bei Abgasen mit einem Volumengehalt unter 2 Vol-% SO₂ sind, soweit möglich, die Emissionen von Schwefeldioxid im Abgas auf 3 g/m³ zu begrenzen.
- 3.4.2.2 Abweichend von 2.3.1 und 2.3.3.4 dürfen die staubförmigen Emissionen in den Abgasen von Anlagen zur Verhüttung von Blei 20 mg/m³ nicht überschreiten; im übrigen wird auf 2.3.3.4 hingewiesen.
- 3.4.2.3 Die Technologie der Anlagen und Mittel zur Verminderung der staub- und gasförmigen Emissionen sind in den folgenden VDI-Richtlinien dargestellt:
VDI 2285 März 1974 Auswurfbegrenzung Bleihütten
VDI 2101 September 1966 Auswurfbegrenzung Kupfererzhütten
VDI 2102 Oktober 1966 Auswurfbegrenzung Kupferschrotthütten und Kupferaffinerien

VDI 2287 Juli 1963
Staubauswurfbegrenzung
Naßmetallurgische Kupfergewinnung nach chlorierender Röstung

3.5 Anlagen der Nummer 5

3.5.1 Eisenerzsinteranlagen

- 3.5.1.1 2.3.4.2 findet keine Anwendung; soweit möglich sollen jedoch die gasförmigen Emissionen anorganischer Fluorverbindungen, angegeben als F⁻, im Abgas 5 mg/m³ nicht überschreiten.
- 3.5.1.2 Abweichend von 2.3.3.5.1 dürfen Feinerze auch mit einem Massegehalt von weniger als 10% Wasser an der Oberfläche im Freien gelagert werden, wenn aus verfahrensbedingten Gründen für die weitere Verarbeitung ein geringerer Feuchtigkeitsgehalt erforderlich ist und Emissionen beim Lagern und Verladen vermieden werden können; im übrigen wird auf 2.3.3.5.2 bis 2.3.3.5.5 hingewiesen.
- 3.5.1.3 Auf 2.3.3.1 und 2.3.3.4 wird hingewiesen.
- 3.5.1.4 Die Technologie der Anlagen und Mittel zur Verminderung der Staub- und Schwefeldioxidemissionen sind in der VDI-Richtlinie VDI 2095 vom Februar 1963 dargestellt.

3.5.2 Anlagen zum Sintern von Rohphosphatkonzentraten

- 3.5.2.1 Folgende besondere Anforderungen werden gestellt:
a) abweichend von 2.3.3.1 dürfen die staubförmigen Emissionen im Abgas 75 mg/m³ nicht überschreiten;
b) abweichend von 2.3.4.2 dürfen die gasförmigen Emissionen anorganischer Fluorverbindungen, angegeben als F⁻, im Abgas 10 mg/m³ nicht überschreiten.
- 3.5.2.2 2.3.4.1 findet keine Anwendung; soweit wie möglich sind jedoch die gasförmigen Emissionen von anorganischen Chlorverbindungen auf den in dieser Vorschrift genannten Wert zu begrenzen.
- 3.5.2.3 Auf 2.3.3.4 wird hingewiesen.

3.6 Anlagen der Nummer 6

3.6.1 Anlagen zum Schmelzen von Roheisen (Kupolofenanlagen)

- 3.6.1.1.1 Folgende besondere Anforderungen werden gestellt:
a) die während des Anfahrens von Kupolofenanlagen entstehenden Abgase sind zu erfassen und einer Entstaubungsanlage zuzuführen;
b) die während des Niederschmelzens entstehenden Abgase sind bei Kupolofenanlagen mit einem Massenstrom an Eisenschmelze von mehr als 14 t/h zu erfassen und einer Entstaubungsanlage zuzuführen; soweit wie möglich gilt dies auch bei Kupolofenanlagen mit einem Massenstrom an Eisenschmelze bis 14 t/h; bei Kupolofenanlagen mit einem Massenstrom an Eisenschmelze von mehr als 20 t/h sind die Gichtgase nach Möglichkeit (z. B. doppelter Gichtgasverschluß) vollständig zu erfassen;
c) staubförmige Emissionen dürfen abweichend von 2.3.3.1
aa) bei Anlagen mit einem Massenstrom an Eisenschmelze bis 14 t/h die aus dem Diagramm (Abb. 8) sich ergebenden Massenverhältnisse nicht überschreiten;
bb) bei Anlagen mit einem Massenstrom an Eisenschmelze von mehr als 14 t/h ein Massenverhältnis von 0,250 kg/t erzeugtes Eisen nicht überschreiten;

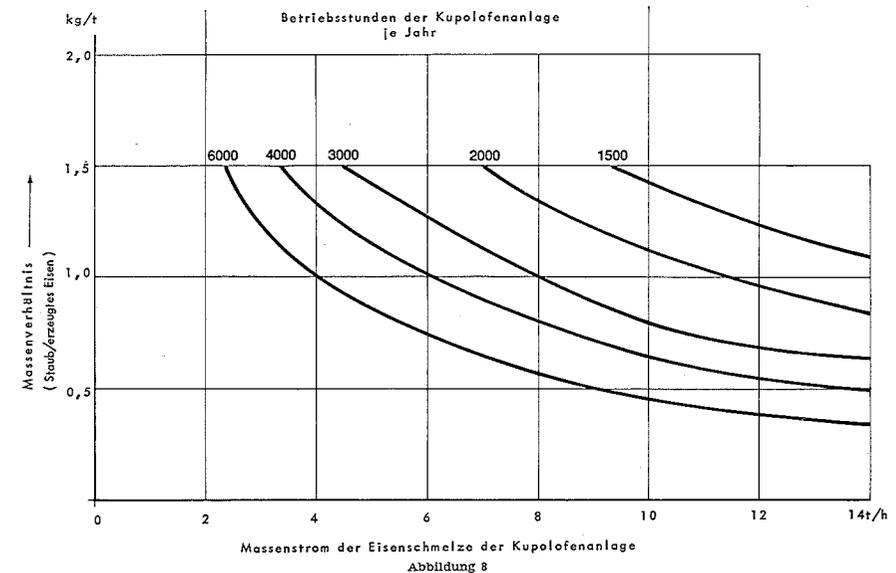


Abbildung 8

- d) das im Gichtgas enthaltene CO ist entweder zu verwerten, zu verbrennen oder, soweit eine Verbrennung mit einem Wirkungsgrad von mindestens 90% nicht möglich ist, nach 2.6 zu verteilen.
- 3.6.1.1.2 Die Technologie der Anlagen und Mittel zur Begrenzung der Staubemissionen sind in der VDI-Richtlinie VDI 2288 Bl. 1 vom September 1971 dargestellt.
- 3.6.1.2 Anlagen zur Stahlerzeugung in Konvertern, Elektrolichtbogenöfen und Vakuum-Schmelzanlagen
- 3.6.1.2.1 Folgende besondere Anforderungen werden gestellt:
a) die Abgase sind während aller Betriebsvorgänge, z. B. bei den mit Einfüll- und Entleerungsvorgängen verbundenen Arbeiten sowie bei Misch- und Entschwefelungsvorgängen zu erfassen und einer Entstaubungsanlage zuzuführen;
b) abweichend von Nr. 2.3.3.1 dürfen die staubförmigen Emissionen im Abgas 150 mg/m³ nicht überschreiten;
c) Emissionen an CO sind entweder zu verwerten, zu verbrennen oder, soweit eine Verbrennung mit einem Wirkungsgrad von mindestens 90% nicht möglich ist, nach Nr. 2.6 zu verteilen.
- 3.6.1.2.2 Auf 2.3.3.4, 2.3.3.5 und 2.3.4.2 wird hingewiesen.
- 3.6.1.2.3 Für Aufblaskonverter sind die Technologie und die Mittel zur Verminderung von Staubemissionen in der VDI-Richtlinie VDI 2112 Blatt 1 vom Juni 1966 dargestellt.
- 3.6.1.3 Elektro-Schlacke-Umschmelzanlagen
- 3.6.1.3.1 Folgende besondere Anforderungen werden gestellt:
a) abweichend von 2.3.4.2 dürfen die gasförmigen Emissionen anorganischer Fluorverbindungen, angegeben als F⁻, 1 mg/m³ nicht überschreiten;
b) bei der Verwendung von Erdalkalien zur Bindung von Fluorwasserstoff dürfen abweichend von 2.3.3.1 die staubförmigen Emissionen im Abgas 150 mg/m³ nicht überschreiten.
- 3.6.1.3.2 Auf 2.3.3.4 und 2.3.3.5.4 wird hingewiesen.
- 3.6.1.3.3 Bei der Anwendung des Elektro-Schlacke-Umschmelzverfahrens können Fluorwasserstoffemissionen auftreten.
- 3.6.2 Anlagen zum maschinellen Flämmen von Stahl
- 3.6.2.1 Folgende besondere Anforderung wird gestellt:
abweichend von 2.3.3.1 dürfen die staubförmigen Emissionen im Abgas 150 mg/m³ nicht überschreiten.
- 3.6.2.2 Auf 2.3.3.4, 2.3.3.5.3 und 2.3.3.5.5 wird hingewiesen.
- 3.6.3.1 Schmelzanlagen für Aluminium
- 3.6.3.1.1 Folgende besondere Anforderungen werden gestellt:
a) abweichend von 2.3.2 muß der Grauwert aller Abgasfahnen heller sein als der Wert der Nummer 1 der Ringelmann-Skala;
b) abweichend von 2.3.3.1 dürfen die staubförmigen Emissionen im Abgas 75 mg/m³, gemessen nach dem Trockenmeßverfahren, nicht überschreiten;
c) abweichend von 2.3.4.1 dürfen die Emissionen von Cl₂ in den Abgasen aus der Raffination (Chlorierungsanlagen) 3 mg/m³ nicht überschreiten; für anorganische gasförmige Chlorverbindungen gilt 2.3.4.1.
- 3.6.3.1.2 2.3.4.1 und 2.3.4.2 finden keine Anwendung auf Schmelzanlagen; gasförmige Emissionen anorganischer Chlor- und Fluorverbindungen sind jedoch soweit wie möglich zu vermindern.
- 3.6.3.1.3 Auf 2.3.3.4, 2.3.3.5.3 und 2.3.3.5.5 wird hingewiesen.
- 3.6.3.1.4 Durch die Verarbeitung ölhaltigen Aluminium-

schrotts, insbesondere verölter Drehspäne, durch Farb- und Kunststoffanteile im Schrott, durch die Anwendung von Salzen als Schlackenbildner und durch die Anwendung von Chlor für die Raffination können Emissionen von Salzaerosolen, Chlor, Chlorwasserstoff, Fluorwasserstoff, Ruß und Kohlenwasserstoffen entstehen.

3.6.3.2 Schmelzanlagen für Nichteisenmetalle und ihre Legierungen, ausgenommen Aluminium (vgl. 3.6.3.1)

3.6.3.2.1 Folgende besondere Anforderungen werden gestellt:

- a) abweichend von 2.3.2 muß der Grauwert aller Abgasfahnen heller sein als der Wert der Nummer 1 der Ringelmann-Skala;
- b) abweichend von 2.3.3.1 dürfen die staubförmigen Emissionen im Abgas 75 mg/m³, gemessen nach dem Trockenmaßverfahren, nicht überschreiten;
- c) abweichend von 2.3.4.1 dürfen die Emissionen von Cl₂ in den Abgasen aus der Raffination (Chlorierungsanlagen) 3 mg/m³ nicht überschreiten; für anorganische gasförmige Chlorverbindungen gilt 2.3.4.1.

3.6.3.2.2 2.3.4.1 und 2.3.4.2 finden keine Anwendung auf Schmelzanlagen; gasförmige Emissionen anor-

ganischer Chlor- und Fluorverbindungen sind jedoch soweit wie möglich zu vermindern.

3.6.3.2.3 Auf 2.3.3.4, 2.3.3.5.3 und 2.3.3.5.5 wird hingewiesen.

3.6.3.2.4 Durch die Verarbeitung ölhaltigen Schrotts, insbesondere verölter Drehspäne, durch Farb- und Kunststoffanteile und durch die Anwendung von Salzen als Schlackenbildner können Emissionen an Salzaerosolen, Chlorwasserstoff, Fluorwasserstoff, Ruß und Kohlenwasserstoffen entstehen.

3.7 Anlagen der Nummer 7

3.7.1 Eisen-, Temper- und Stahlgießereien sowie Gießereien für Nichteisenmetalle

3.7.1.1 Folgende besondere Anforderungen werden gestellt:

- a) staubhaltige Abgase sind zu erfassen und Entstaubungsanlagen zuzuführen;
- b) abweichend von 2.3.3.2 dürfen die staubförmigen Emissionen im Abgas 100 mg/m³ nicht überschreiten;
- c) die beim Gießen von Magnesium und seinen Legierungen durch die Verwendung von Schwefelblüte entstehenden Emissionen sind nach 2.6 abzuleiten.

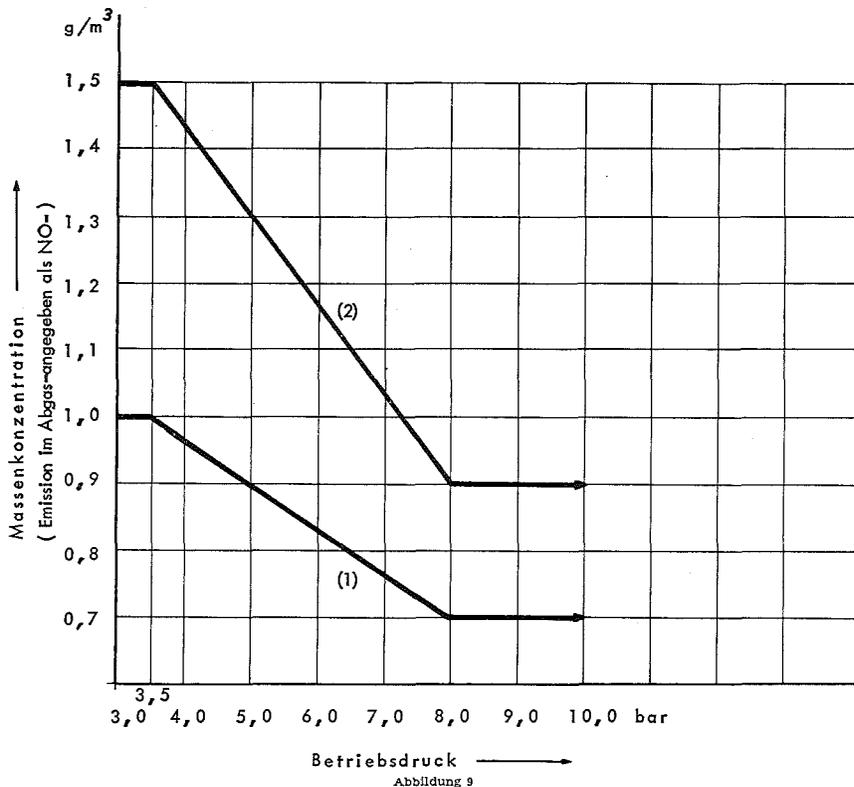


Abbildung 9

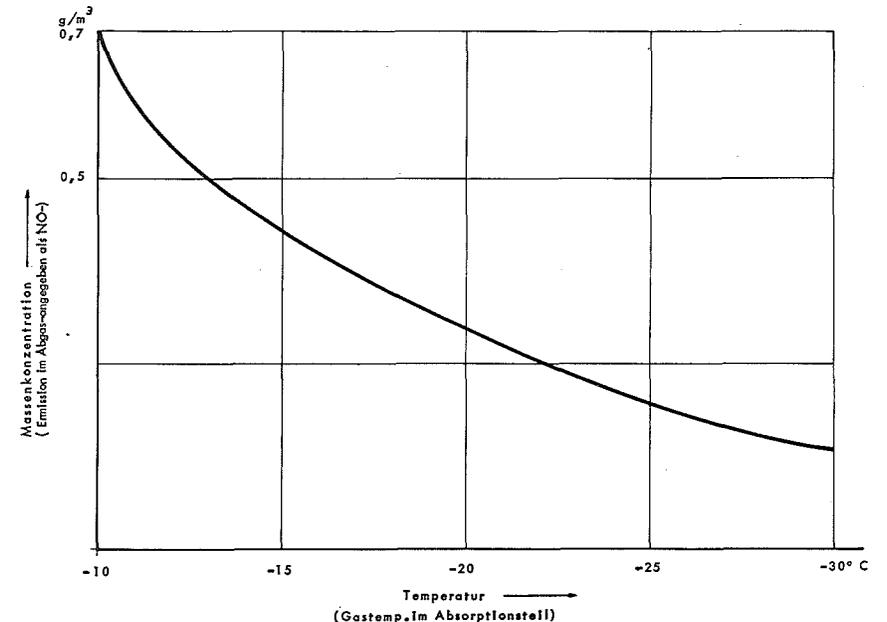


Abbildung 10

3.7.1.2 2.3.4.3 findet keine Anwendung; die bei der Kernherstellung sowie beim Abgießen und Abkühlen entstehenden organischen Verbindungen sind jedoch zu erfassen und nach Möglichkeit einer Nachbehandlung zuzuführen.

3.7.1.3 Auf 2.3.3.1, 2.3.3.4, 2.3.3.5.3 und 2.3.3.5.5 wird hingewiesen.

3.17a Anlagen der Nummer 17, Buchstabe a

3.17a.1.1 Anlagen zur Herstellung von Chlorwasserstoff und Salzsäure

3.17a.1.1.1 Folgende besondere Anforderung wird gestellt:

abweichend von 2.3.4.1 dürfen bei der Herstellung von HCl aus H₂ und Cl₂ die Emissionen von HCl im Abgas 10 mg/m³ nicht überschreiten.

3.17a.1.2 Anlagen zur Herstellung von Salpetersäure

3.17a.1.2.1 Folgende besondere Anforderungen werden gestellt:

- a) die Emissionen von NO_x, angegeben als NO, dürfen die sich aus Kurve 1 des Diagramms (Abb. 9) ergebenden Massenkonzentrationen nicht überschreiten; abweichend hiervon dürfen die Emissionen von NO_x, angegeben als NO, bei witterungsbedingter erhöhter Kühlwassertemperatur während höchstens 5% der jährlichen Betriebszeit die sich aus Kurve 2 des Diagramms (Abb. 9) ergebenden Massenkonzentrationen nicht überschreiten;
- b) abweichend von Buchstabe a dürfen bei Anlagen zur Herstellung hochkonzentrierter Salpetersäure (HoKo-Anlagen) die Emissionen von NO_x, angegeben als NO, die sich aus dem Diagramm (Abb. 10) er-

gebenden Massenkonzentrationen nicht überschreiten;

- c) die Abgase der in Buchstaben a und b angegebenen Anlagen dürfen nur farblos nach 2.6 abgeleitet werden; nach Möglichkeit ist eine erforderliche Entfärbung mit Hilfe der alkalischen Endabsorption durchzuführen, wenn eine Verwendung oder unschädliche Beseitigung anfallenden Nitrits gewährleistet ist, oder mit Hilfe der katalytischen Reduktion durchzuführen, wenn eine Verminderung der Emission von NO_x bei gleichzeitiger Begrenzung der Emission von Gesamtkohlenstoff in den verbrennbaren organischen Stoffen im Abgas auf 200 mg/m³ möglich ist; in der Regel können die Abgase als entfärbt angesehen werden, wenn die Massenkonzentration von NO_x im Abgas den sich aus der folgenden Formel ergebenden Wert unter Berücksichtigung der jeweils gegebenen größten Weite des Schornsteins nicht überschreitet:

$$\frac{6100 \cdot 2,05}{d} = \text{mg/m}^3$$

Hierin bedeutet d die obere größte lichte Weite des Schornsteins in cm;

- e) die Anlagen sind mit einer laufend aufzeichnenden Meßeinrichtung auszurüsten.

3.17a.1.3 Anlagen zur Herstellung von Schwefeldioxid, Schwefeltrioxid und Schwefelsäure

3.17a.1.3.1 Folgende besondere Anforderungen werden gestellt:

- a) bei Anlagen zur Herstellung von 100-%igem Schwefeldioxid durch Absorption oder durch Verflüssigung ist das Endgas einer alkalischen Wäsche oder einer

- Schwefelsäureanlage zuzuführen: hierbei dürfen die Emissionen von SO_2 im Abgas bei Anwendung der alkalischen Wäsche 30 mg/m^3 und bei der Schwefelsäuregewinnung die sich aus Buchstabe b ergebenden Werte nicht überschreiten;
- b) bei Anlagen zur Herstellung von Schwefeltrioxid und Schwefelsäure mit einem Volumengehalt an SO_2 von 8% und mehr im Einsatzgas ist ein Umsetzungsgrad von mindestens 99,5%, bei Betriebsstörungen ein Umsetzungsgrad von mindestens 99%, bei Anlagen mit einem Volumengehalt an SO_2 von 6 bis 8% im Einsatzgas ein Umsetzungsgrad von 99% einzuhalten; hierbei dürfen die Emissionen an SO_2 $0,4 \text{ kg/t H}_2\text{SO}_4$ nicht überschreiten; bei Anlagen zur Herstellung von Schwefeltrioxid und Schwefelsäure mit einem Volumengehalt an SO_2 unter 6% im Einsatzgas oder bei Naßkatalysanlagen mit einer Produktion unter 100 t/d ist ein Umsetzungsgrad von mindestens 97,5% einzuhalten; hierbei dürfen die Emissionen an SO_2 $0,6 \text{ kg/t H}_2\text{SO}_4$ nicht überschreiten.
- 3.17a.1.3.2 Soweit möglich sind aerosolförmige Emissionen durch Anwendung von Aerosolabscheidern zu vermindern.
- 3.17a.1.3.3 Auf 2.3.3.4 und 2.3.3.5 wird hingewiesen.
- 3.17a.1.3.4 Die Technologie der Anlagen und Mittel zur Verminderung der Schwefeldioxidemissionen sind in der VDI-Richtlinie VDI 2298 vom August 1970 dargestellt.
- 3.17b Anlagen der Nummer 17, Buchstabe b
- 3.17b.1 Anlagen zur Herstellung von Aluminium
- 3.17b.1.1 Folgende besondere Anforderungen werden gestellt:
- a) bei Anlagen zur Herstellung von Aluminiumoxid dürfen abweichend von 2.3.3.1 die staubförmigen Emissionen im Abgas der Kalzinieröfen 150 mg/m^3 nicht überschreiten;
- b) bei Anlagen zur Herstellung von Aluminium dürfen abweichend von 2.3.4.2 die gasförmigen Emissionen von anorganischen Fluorverbindungen, angegeben als F, bei eingeleiteten Öfen (Ofenabgasfassung und -reinigung) 1 kg/t Al offenen Öfen $0,8 \text{ kg/t Al}$ nicht überschreiten; hierbei darf die Massenkonzentration von Fluorwasserstoff, angegeben als F, in dem Abgas, das nach einer Naßwäsche über einen Schornstein (2,6) abgeleitet wird, 2 mg/m^3 nicht überschreiten;
- c) bei Anlagen zur Herstellung von Aluminium dürfen abweichend von 2.3.3.1 die staubförmigen Emissionen 20 kg/t Al , gemessen mit einem Membranfilter mit einer Porenweite von $3 \mu\text{m}$, nicht überschreiten;
- d) bei Anwendung der Ofenabgasfassung muß während des Betriebs der Öfen auch bei geöffneter Ofeneinkleidung ein ausreichender Unterdruck in der Absaughaube gewährleistet sein.
- 3.17b.1.2 Auf 2.3.3.1, 2.3.3.3 und 2.3.3.5 wird hingewiesen.
- 3.17b.1.3 Soweit bei eingeleiteten Öfen die trockene Abscheidung der gasförmigen Fluorverbindungen mit anschließender filternder Entstaubung angewendet wird, können die in 3.17b.1.1 Buchstabe b und c als Massenverhältnis festgelegten Emissionsgrenzwerte unterschritten werden.
- 3.17b.1.4 Die Technologie der Aluminiumoxidwerke und der Aluminiumhütten und Mittel zur Verminderung der staubförmigen Emissionen und der Emissionen an Fluorverbindungen sind in der VDI-Richtlinie VDI 2286 vom März 1974 dargestellt.
- 3.17c Anlagen der Nummer 17, Buchstabe c
- 3.17c.1 Anlagen zur Herstellung von Korund
- 3.17c.1.1 Folgende besondere Anforderungen werden gestellt: die staubförmigen Emissionen im Abgas dürfen abweichend von 2.3.3.1 folgende Emissionsgrenzwerte nicht überschreiten:
- | | |
|---------------|----------------------|
| Kalzinieröfen | 150 mg/m^3 |
| Öfen | 150 mg/m^3 |
- 3.17c.1.2 Auf 2.3.3.2, 2.3.3.4, 2.3.3.5.1, 2.3.3.5.4 und 2.3.3.5.5 wird hingewiesen.
- 3.17c.1.3 Die Technologie der Anlagen und die Mittel zur Verminderung der Emissionen sind in der VDI-Richtlinie VDI 2575 vom Juli 1967 dargestellt.
- 3.17c.2 Anlagen zur Herstellung von Calciumkarbid
- 3.17c.2.1 Folgende besondere Anforderungen werden gestellt:
- a) abweichend von 2.3.3.1 dürfen die staubförmigen Emissionen im Abgas der Öfen 150 mg/m^3 nicht überschreiten;
- b) das in den Abgasen enthaltene CO ist zu verwerten oder zu verbrennen.
- 3.17c.2.2 Auf 2.3.3.2, 2.3.3.5.1, 2.3.3.5.4 und 2.3.3.5.5 wird hingewiesen.
- 3.17c.2.3 Die Technologie der Anlagen und Mittel zur Verminderung der Emissionen sind in der VDI-Richtlinie VDI 2111 vom Dezember 1965 dargestellt.
- 3.17d Anlage der Nummer 17, Buchstabe d
- 3.17d.1.1 Anlagen zur Herstellung von Chlor
- 3.17d.1.1.1 Folgende besondere Anforderungen werden gestellt:
- a) die Emissionen an Cl_2 dürfen im Abgas 3 mg/m^3 , bei Betriebsstörungen für kurze Zeit 6 mg/m^3 , nicht überschreiten; abweichend hiervon dürfen bei Anlagen zur Herstellung von Chlor mit vollständiger Verflüssigung die Emissionen an Cl_2 im Abgas 6 mg/m^3 nicht überschreiten;
- b) bei Anwendung des Chlor-Amalgamverfahrens darf die Emission an Quecksilber in der Hallenabluft 3 g/t Chlor nicht überschreiten.
- 3.17d.1.1.2 Die Technologie der Anlagen und Mittel zur Bekämpfung der Emissionen an Chlor sind in der VDI-Richtlinie VDI 2103 vom Januar 1961 dargestellt.
- 3.17d.1.2 Anlagen zur Herstellung von Fluoriden
- 3.17d.1.2.1 Folgende besondere Anforderung wird gestellt: abweichend von 2.3.4.2 darf in den Fällen, in denen der Massenstrom von Fluorwasserstoff 150 g/h und mehr beträgt, die Emission von Fluorwasserstoff im Abgas die aus dem Diagramm (Abb. 11) sich ergebenden Emissionsgrenzwerte nicht überschreiten;
- 3.17d.1.2.2 Auf 2.3.3.1, 2.3.3.4, 2.3.3.5.3 und 2.3.3.5.5 wird hingewiesen.
- 3.17d.1.3 Anlagen zur Herstellung von Flußsäure
- 3.17d.1.3.1 Folgende besondere Anforderung wird gestellt:

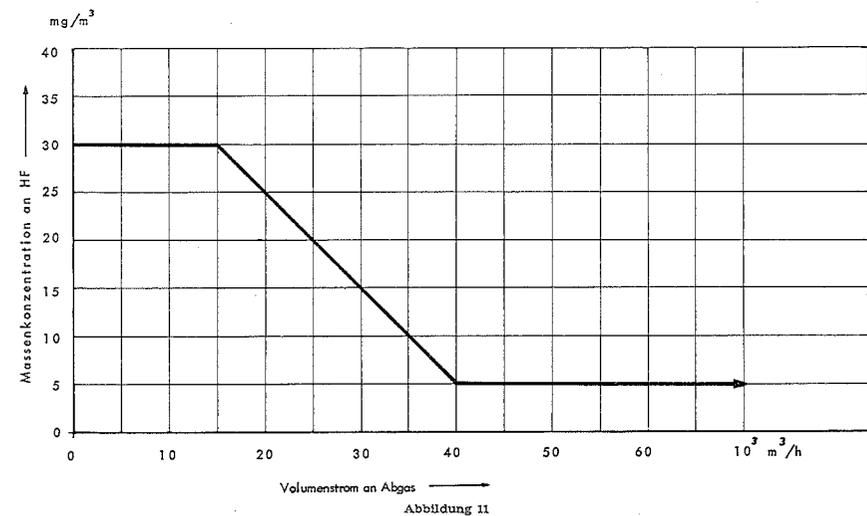


Abbildung 11

- abweichend von 2.3.4.2 darf in den Fällen, in denen der Massenstrom von Fluorwasserstoff aus den Anlagen zur Herstellung und Abfüllung von Flußsäure sowie der Rückstandsaufbereitung insgesamt 150 g/h und mehr beträgt, die Emission von Fluorwasserstoff im Abgas die aus dem Diagramm (Abb. 11) sich ergebenden Emissionsgrenzwerte nicht überschreiten.
- 3.17d.1.3.2 Auf 2.3.3.1, 2.3.3.4, 2.3.3.5.3 und 2.3.3.5.5 wird hingewiesen.
- 3.17d.3 Anlagen zur Herstellung von Schwefel
- 3.17d.3.1 Clausanlagen
- 3.17d.3.1.1 Folgende besondere Anforderungen werden gestellt:
- a) der Umsetzungsgrad von Clausanlagen muß mindestens 98% betragen; die Clausanlagen sind mit Hilfe von Prozeßgaschromatographen zu steuern;
- b) die schwefelwasserstoffhaltigen Abgase sind einer Nachverbrennung zuzuführen; das Abgas aus der Nachverbrennung muß beim Austritt eine Temperatur von mindestens 800°C haben; die Emissionen an Schwefelwasserstoff im Abgas der Nachverbrennungsanlage dürfen 10 mg/m^3 nicht überschreiten;
- c) abweichend von Buchstaben a und b muß der Umsetzungsgrad bei Clausanlagen, die im Zusammenhang mit Erdgasaufbereitungsanlagen betrieben werden, mindestens 97% betragen; die Emission an Schwefelwasserstoff aus der Nachverbrennung ist soweit wie möglich zu begrenzen;
- d) soweit bei Anwendung der Nachverbrennung eine Schwefeldioxidemission von mehr als 1 t/h zu erwarten ist, ist der Massenstrom an Schwefelwasserstoff vor der Nachverbrennung durch zusätzliche Maßnahmen, z. B. durch Umwandlung in Elementarschwefel oder Schwefelsäure, soweit wie möglich zu vermindern oder das Abgas aus der Nachverbrennung gleichwertig zu entschwefeln.
- 3.25 Anlagen der Nummer 25
- 3.25.1 Anlagen zur Herstellung von Holzfasernplatten oder Holzspanplatten
- 3.25.1.1 Folgende besondere Anforderungen werden abweichend von 2.3.3.1 und 2.3.3.2 gestellt:
- a) die staubförmigen Emissionen im Abgas dürfen bei Schleifarbeiten und aus Spänefördererinnen 50 mg/m^3 nicht überschreiten;
- b) die staubförmigen Emissionen im Abgas dürfen bei den Anlagen zur Spänetrocknung 150 mg/m^3 nicht überschreiten;
- c) die staubförmigen Emissionen im Abgas bei den übrigen Holzbe- oder -verarbeitungsvorgängen dürfen die aus dem Diagramm (Abb. 12) sich ergebenden Emissionsgrenzwerte nicht überschreiten.
- 3.25.1.2 2.3.4.3 findet keine Anwendung; die Emissionen von Gesamtkohlenstoff in den verbrennbaren organischen Stoffen der Abgase von Spanplattenpressen sind jedoch nach Möglichkeit auf 20 mg/m^3 zu begrenzen.
- 3.25.1.3 Auf 2.3.3.5.1 und 2.3.3.5.5 wird hingewiesen.
- 3.25.1.4 Die Technologie der Anlagen und Mittel zur Verminderung der Emissionen sind in der VDI-Richtlinie VDI 3462 vom März 1974 dargestellt.
- 3.27 Anlagen der Nummer 27
- 3.27.1 Anlagen zur Destillation oder Raffination von Erdöl und Erdölzerlegnissen (Mineralölraffinerien)
- 3.27.1.1 Folgende besondere Anforderungen werden gestellt:
- a) für die Lagerung von Rohölen und Verarbeitungsprodukten mit einem Dampfdruck über 13 mbar bei der Temperatur 20°C sind Schwimmdächttanks oder Festdachttanks mit Anschluß an die Raffineriegasleitung oder diesen genannten Methoden gleichwertige Einrichtungen vorzusehen; Schwimmdächttanks sind mit wirksamen Randabdichtungen zu versehen; bei der Lagerung von unter

- Lagerungsbedingungen flüchtigen Stoffen mit toxischen Eigenschaften, z. B. Benzol, oder besonders niedrigem Geruchsschwellenwert, z. B. verunreinigte Waschlagen oder Pyrolysebenzin, oder — soweit die Prüfung im Einzelfall die Notwendigkeit hierzu ergibt — bei der Lagerung von Stoffen, die toxische Substanzen enthalten, sind Festdichtungen mit Zwangsbeatmung vorzusehen und die anfallenden Gase dem Gassammelsystem gefahrlos zuzuleiten oder durch Verbrennung wirksam zu beseitigen; bei der Verbrennung ist die Verteilung der Verbrennungsprodukte entsprechend 2.6 vorzusehen;
- b) Flanschverbindungen sollen in der Regel nur in den Fällen verwendet werden, in denen sie verfahrenstechnisch, sicherheitstechnisch sowie für die Instandhaltung notwendig sind; bei Rohrleitungen und Apparaten, in denen toxische oder besonders geruchsintensive Stoffe transportiert oder verarbeitet werden, müssen an Flanschverbindungen hochwertige Dichtungen (z. B. ring-joints, Schweißringdichtungen) eingesetzt werden; die Spindeldurchführungen von Ventilen und Schiebern sind in diesen Fällen mittels Faltenbalg und nachgeschalteter Sicherheitsstopfbüchse oder gleichwertig abzudichten;
 - c) Gase und Dämpfe, die aus Druckentlastungsarmaturen und aus Entleerungseinrichtungen (blow down) austreten, sind gefahrlos in die Gassammelsysteme einzuleiten; dies gilt nicht, wenn nachweislich durch Polymerisation oder ähnliche Vorgänge ein Druckaufbau eintreten kann; die erfaßten Gase sind soweit wie möglich in Prozeßfeuerungen zu verbrennen; Sicherheitsventile an Lagerbehältern für verflüssigte, nicht toxische Gase dürfen ins Freie abblasen;
 - d) bei der Förderung von Stoffen, die zur Gefahrenklasse A I gehören und ein Siedepunkt bis zu 200 °C aufweisen, sind Pumpen mit geringen Leckverlusten zu verwenden; hierzu gehören Pumpen mit doppelt wirkenden Gleitringdichtungen oder Gleitringdichtungen mit nachgeschalteten Sicherheits-

- stopfbüchsen, Pumpen mit Spaltröhrenmotor und Pumpen mit Magnetkupplungsantrieb;
- e) Emissionen, die aus Prozeßanlagen, Strippern usw. laufend anfallen sowie Emissionen, die beim Regenerieren von Katalysatoren, bei Inspektionen und bei Reinigungsarbeiten auftreten, sind zu verbrennen oder gleichwertig durch Wäsche oder Kondensation niederzuschlagen;
- f) es sind Einrichtungen zu schaffen, in denen die beim An- und Abfahren der Anlage anfallenden Gase verwertet werden können; die Hochfackel soll nur für den Notfall (z. B. Strom- oder Dampfausfall, Brand) zur Verfügung stehen;
- g) Gase, die Schwefelwasserstoff enthalten, sind vor einer Ableitung nach 2.6 durch chemische Umwandlung oder Verbrennung so zu behandeln, daß die Emissionen an Schwefelwasserstoff im Abgas 10 mg/m³ nicht überschreiten; Gase mit einem Volumengehalt an Schwefelwasserstoff von mehr als 0,4 % und mit einem Massenstrom an Schwefelwasserstoff von mehr als 2 t/d sind in geeigneten Anlagen (z. B. Aminwäsche mit nachgeschalteter Clausanlage) zu verarbeiten;
- h) der Austritt kohlenwasserstoffhaltiger Emissionen bei der Verladung von Roh-, Zwischen- und Fertigprodukten mit einem Dampfdruck über 13 mbar bei der Temperatur 20 °C und von geruchsintensiven Produkten mit geringerem Dampfdruck, wie z. B. Bitumen, auf Schienen- oder Straßenfahrzeuge ist durch geeignete Maßnahmen, z. B. Gaspandelsystem, Rückführung der Gase in das Raffineriegassystem, Absaugung und Beseitigung durch Absorption, Adsorption oder Verbrennen zu vermeiden; bei der Verbrennung ist die Verteilung der Verbrennungsprodukte entsprechend 2.6 vorzusehen;
- i) Prozeßwasser darf erst nach seiner Entgasung in ein offenes System eingeleitet werden; die Gase sind durch Wäsche oder Verbrennung zu beseitigen; bei der Ver-

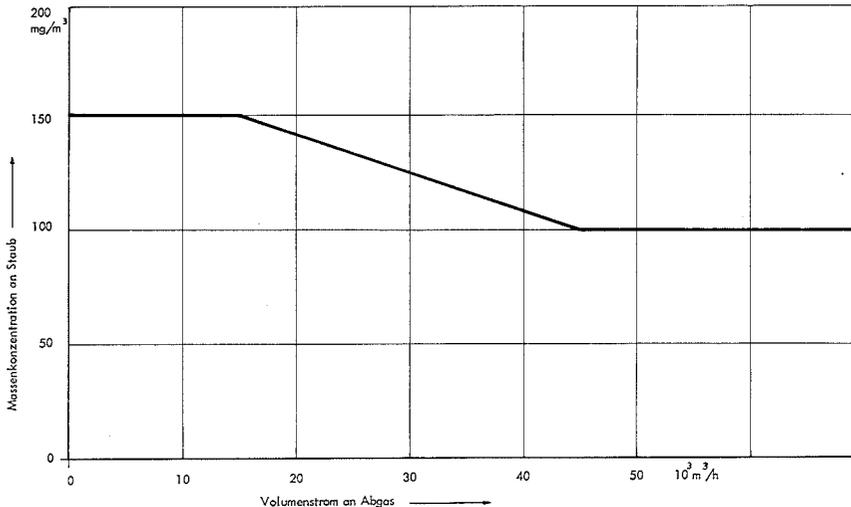


Abbildung 12

- brennung ist die Verteilung der Verbrennungsprodukte entsprechend 2.6 vorzusehen;
 - j) überschüssiges Ballastwasser ist in einem geschlossenen System nach Behandlung entsprechend Buchstabe i der Kläranlage zuzuleiten;
 - k) bei der Probenahme muß der Vorlauf entweder in einem Parallelkreislauf unmittelbar in die Prozeßanlage, den Tank usw. zurückgeführt oder vollständig aufgefangen werden; die Probenahmestellen sind so zu kapseln, daß hieraus außer bei der Probenahme keine Emissionen auftreten;
 - l) beim Einsatz einer Klärschlammverbrennung sind die Abgase nachzuverbrennen, wenn ihre Temperatur am Brennkammeraustritt nicht mindestens 900 °C beträgt;
 - m) die Emissionen an organischen Gasen und Dämpfen sollen in der Regel bei einer Raffinerie ohne petrochemische Weiterverarbeitung 0,04 % der Masse des verarbeiteten Rohöls nicht übersteigen; hierbei dürfen als Umsetzungsgrade für die Abgasverbrennung in der Bodenfackel höchstens 95 % und in der Hochfackel höchstens 75 % in Ansatz gebracht werden, falls nicht ein besonderer Nachweis den Ansatz höherer Umsetzungsgrade zulässig erscheinen läßt.
- 3.27.1.2 Auf 2.3.4.3 wird hingewiesen.
- 3.27.1.3 Die Technologie der Anlagen und Mittel zur Bekämpfung der gasförmigen Emissionen aus Mineralölraffinerien sind in der VDI-Richtlinie VDI 2440 vom Mai 1967 dargestellt.
- 3.29 Anlagen der Nummer 29
- 3.29.1 Anlagen zur Trockendestillation von Steinkohle (Kokereien)
- 3.29.1.1 Folgende besondere Anforderungen werden gestellt:
- a) für das Beheizen der Koksöfen ist schwefelfreies oder teilschwefeltes Unterfeuerungsgas zu verwenden; die Massenkonzentration an H₂S im Unterfeuerungs-gas darf 1,5 g/m³ und an anderen schwefelhaltigen Verbindungen 0,5 g/m³, jeweils gemessen als Stundenmittelwert, nicht überschreiten;
 - b) die beim Füllen der Koksöfen mit Schüttbetrieb entstehenden Füllgase sind vollständig in das Rohgas einzuleiten oder vor Ableitung in die Atmosphäre so zu reinigen, daß hinsichtlich der Feststoffemission ein Abscheidegrad von mindestens 90 % eingehalten wird; beim Planieren ist der Austritt von Füllgasen, z. B. durch Unterdruck im Gassammelraum oder durch Abdichten der Planieröffnung, zu verhindern; bei Koksöfen mit Stampfbetrieb ist nach Möglichkeit ein Abscheidegrad von 90 % einzuhalten;
 - c) abweichend von 2.3.2 darf beim Umstellen der Beheizung und beim Füllen der Koksöfen kurzfristig der Grauwert der Nummer 2 der Ringelmann-Skala überschritten werden; er muß jedoch heller sein als der Grauwert der Nummer 3;
 - d) beim Koksandrücken sind die entstehenden Abgase zu erfassen und zu entsorgen;
 - e) die Kokssofenbedienungsmaschinen sind mit maschinellen Einrichtungen zum Reinigen der Dichtflächen an den Ofentüren und den Ofentürrahmen auszustatten und zu betreiben;
 - f) Löschtürme sind hinsichtlich Form, Querschnitt und Höhe so auszulegen, daß die Austrittsgeschwindigkeit der Löschschwaden möglichst gering ist; die Löschtürme sind mit Zusatzdüsen und Einbauten zu versehen; zum Löschen darf kein Abwasser — außer Kreislaufwasser des Löschvorgangs — verwendet werden, in dem organische Verbindungen enthalten sind;

- g) in einer besonderen Betriebsanleitung hat der Betreiber Maßnahmen zur Emissionsminderung beim Kokssofenbetrieb festzulegen, insbesondere zur Gewährleistung der Dichtigkeit aller Öffnungen, zur Beseitigung aller Undichtigkeiten und zur Gewährleistung, daß nur ausgegarte Brände gedrückt werden sowie über die Vermeidung des Austritts unverbrannter Gase in die Atmosphäre.
- 3.29.1.2 Die Anforderungen an die Anlagen im Bereich der Kohlenwertstoffbetriebe richten sich nach den Vorschritten, die für Anlagen dieser Art in dieser Technischen Anleitung (vgl. Anlagen der Nummern 17, 27) festgelegt sind; bei Anwendung der Ammoniakverbrennung ist das Abgas, soweit neben Ammoniak auch Anteile von Schwefelwasserstoff vorhanden sind, einer Schwefelsäure- oder Schwefelgewinnungsanlage zuzuführen.
- 3.29.1.3 Auf 2.3.3.2, 2.3.3.5.1, 2.3.3.5.2, 2.3.3.5.4 und 2.3.3.5.5 wird hingewiesen.
- 3.29.1.4 Die Technologie der Anlagen und Mittel zur Verminderung der Emissionen sind in den folgenden VDI-Richtlinien dargestellt: VDI 2110 vom März 1973 — Schwefeldioxid, Kokssofen-Abgase — VDI 2302 vom August 1970 — Füllen von Koksöfen — VDI 2303 vom November 1966 — Löschen von Koks — VDI 2100 vom August 1962 — Sieb-, Brech- und Mahlanlagen —
- 3.33 Anlagen der Nummer 33
- 3.33.2 Aufbereitungsanlagen für bituminöse Straßenbaustoffe und Teersplittanlagen
- 3.33.2.1 Folgende besondere Anforderungen werden gestellt:
- a) abweichend von 2.3.2.1 dürfen die staubförmigen Emissionen im Abgas (f) der Trokentrömmeln 100 mg/m³, bezogen auf einen Volumengehalt an CO₂ von mindestens 4 % und von 12 % bezogen auf die Herstellung von Asphaltfeinbeton, splittreich, hergestellt aus ungewaschener Mineralmischung mit einem Massegehalt an Korngrößen bis 0,09 mm Durchmesser, nicht überschreiten; nach Möglichkeit sind die Emissionen im Abgas (f) auf 75 mg/m³ zu begrenzen;
 - b) die Abgase müssen durch einen Schornstein von mindestens 12 m Höhe über Immissionsniveau abgeführt werden; 2.6 bleibt unberührt;
 - c) die Feuerungsanlagen dürfen nur mit gasförmigen Brennstoffen oder Heizöl EL mit einem Massegehalt an Schwefel von höchstens 0,5 % betrieben werden.
- 3.33.2.2 2.3.4.3 findet keine Anwendung; das Austreten von Dämpfen des Bindemittels aus Behältern, Mischern usw. vor oder während der Aufbereitung ist jedoch zu vermeiden;
- 3.33.2.3 2.3.3.5.4 findet keine Anwendung auf die Fahrwege in der Gewinnungstätte für die Mineralstoffe.
- 3.33.2.4 Auf 2.3.2, 2.3.3.5.1 und 2.3.3.5.5 wird hingewiesen.
- 3.33.2.5 Die Technologie der Anlagen und Mittel zur Verminderung der Emissionen sind in der VDI-Richtlinie VDI 2283 vom Juli 1967 dargestellt.
- 3.35 Anlagen der Nummer 35
- 3.35.1 Anlagen zur Herstellung von Hartbrandkohle oder Graphit durch Brennen z. B. für Elektroden, Stromabnehmer oder Apparateile
- 3.35.1.1 Folgende besondere Anforderungen werden gestellt:

158

- a) abweichend von 2.3.3.1 dürfen die staubförmigen Emissionen im Abgas 150 mg/m³, bezogen auf einen Volumengehalt an CO₂ von 8 %, nicht überschreiten;
- b) die Emission von Gesamtkohlenstoff der verbrennbaren organischen Stoffe im Abgas von Öfen darf 250 mg/m³, bezogen auf einen Volumengehalt an CO₂ von 8 %, gemessen nach der Silikagelmeßmethode, nicht überschreiten; hierbei darf die Emission an Teerbestandteilen im Abgas 50 mg/m³, gemessen bei der Temperatur 70 °C, nicht überschreiten;
- c) die Abgase von Mischanlagen, in denen Pech, Teer oder sonstige flüchtige Binde- oder Fließmittel bei erhöhter Temperatur verarbeitet werden, sind einer Nachverbrennung zuzuführen; die Emissionen an Gesamtkohlenstoff der verbrennbaren organischen Stoffe dürfen im Abgas dieser Anlagen 100 mg/m³ nicht überschreiten;
- d) der Grauwert der Abgasfahnen muß abweichend von 2.3.2 heller sein als der Wert der Nummer 1 der Ringelmann-Skala.
- 3.35.1.2 Auf 2.3.3.4 und 2.3.3.5 wird hingewiesen.
- 3.41 Anlagen der Nummer 41
- 3.41.1 Anlagen zur Herstellung von Glas
- 3.41.1.1 Folgende besondere Anforderungen werden gestellt:
- a) abweichend von 2.3.3.1 dürfen die staubförmigen Emissionen im Abgas 150 mg/m³ nicht überschreiten;
- b) abweichend von 2.3.4.2 dürfen die gasförmigen Emissionen anorganischer Fluorverbindungen im Abgas der Glasschmelzöfen, angegeben als F⁻, 15 mg/m³ nicht überschreiten.
- 3.41.1.2 Auf 2.3.2, 2.3.3.2, 2.3.3.5 wird hingewiesen.
- 3.47 Anlagen der Nummer 47
- 3.47.1 Anlagen zum Halten von Legehennen, Mastgeflügel oder Schweinen
- 3.47.1.1 Folgende besondere Anforderungen werden gestellt:
- a) die Anlagen sollen nicht in der Nähe von Wohnsiedlungen errichtet werden; in der Regel ist ein Abstand von 500 m einzuhalten; bei der Bemessung des Abstandes sind insbesondere Haltungsverfahren, Bestandsgröße und Lüftung zu berücksichtigen;
- b) Emissionen von Stäuben und Gerüchen in den Abgasen von Ställen sind durch eine Regelung der Lufttemperatur, der relativen Luftfeuchte und der Luftmenge soweit wie möglich zu vermeiden;
- c) die Abluft ist unter Beachtung von 2.6.1 über Dach abzuleiten;
- d) bei Flüssigmist und Jauche ist zwischen Stallraum und außenliegenden Kanälen oder

- Gruben ein Geruchsverschluß einzubauen; Flüssigmist ist außerhalb der Ställe in Behältern so zu lagern, daß Geruchsbelästigungen nicht entstehen können; Festmist ist auf einer befestigten Mistplatte mit Abfluß in eine geschlossene Jauchegrube zu lagern;
- e) Mistlagerstätten sind so zu bemessen, daß der Mistanfall von mindestens 3 Monaten gelagert werden kann; falls im Zusammenhang mit Buchstabe h der Nachweis erbracht wird, daß eine kürzere Lagerzeit möglich ist, ist dies die Grundlage für die Bemessung der Mistlagerstätte;
- f) Mistladeplätze sind zu befestigen und mit einem Gefälle zum Einlauf in eine geschlossene Grube hin zu versehen;
- g) Flüssigmist ist in geschlossenen und dichten Behältern auszubringen; beim Ausbringen auf Ackerboden muß ein unverzügliches Einarbeiten erfolgen; im Abstand von weniger als 500 m zu Wohnsiedlungen darf nur durch Belüftung oder gleichwertig behandelter Flüssigmist ausgebracht werden;
- h) es ist nachzuweisen, daß bei der Beseitigung des Mistes auf landwirtschaftlich, forstwirtschaftlich oder gärtnerisch genutzten Flächen § 15 des Abfallbeseitigungsgesetzes vom 7. Juni 1972 (Bundesgesetzbl. I S. 873), zuletzt geändert durch das Bundes-Immissionsschutzgesetz, beachtet wird;
- i) soweit der Mist nicht nach Buchstabe h beseitigt wird, ist der Mist in geeigneten Anlagen, z. B. Kompostierungsanlagen (3.2.3), Kottrocknungsanlagen (Anlagen der Nummer 49) oder Kläranlagen aufzuarbeiten.

4. Übergangsvorschrift

Für eine Übergangszeit von vier Jahren nach Veröffentlichung dieser Allgemeinen Verwaltungsvorschrift gelten abweichend von 2.4 für Staubbiederschlag, Fluorwasserstoff, Schwefeldioxid und Schwefelwasserstoff die folgenden Immissionswerte:

Art der Immission	IW 1	IW 2
Staubniederschlag in g/ (m ² · d)	0,50	1,0
Fluorwasserstoff in mg/m ³ — angegeben als anorganische gasförmige Fluorverbindungen —	0,0030	0,0060
Schwefeldioxid in mg/m ³	0,140	0,50
Schwefelwasserstoff in mg/m ³	0,010	0,020.

Bonn, den 28. August 1974

Der Stellvertreter des Bundeskanzlers
Genscher
Der Bundesminister des Innern
Maihöfer

GMBL 1974 S. 425

HERAUSGEBER
Bundesministerium des Innern
53 Bonn 7, Rheindorfer Straße 198, Ruf 7 81 (Vermittlung)

VERLAG
Carl Heymanns Verlag KG
53 Bonn, Justus-von-Liebig-Straße 6, Ruf 66 33 85
5 Köln, Gereonstraße 18–32, Ruf 23 45 55,
Fernschreiber 8 881 888, Postscheckkonto Köln 820 20—501

DRUCK
Druckhaus Buchbender, 53 Bonn 1

ERSCHEINUNGSWEISE
UND BEZUGSBEINGUNGEN
Das Gemeinsame Ministerialblatt erscheint nach Bedarf. Abonnementsbezug nur durch die Post. Einzelhefte nur durch Carl

Heymanns Verlag KG, 5 Köln, Gereonstraße 18–32 oder den Buchhandel. Bezugspreis vierteljährlich für Ausgabe A (zweiseitig bedruckt) 9,90 DM einschließlich 0,52 DM Mehrwertsteuer; für Ausgabe B (einseitig bedruckt) 11,80 DM einschließlich 0,60 DM Mehrwertsteuer und Gebühren bei Inkasso durch die Post. Bei Inkasso durch den Verlag vierteljährlich 9,90 DM für Ausgabe A und 11,80 DM für Ausgabe B einschließlich Mehrwertsteuer und zuzüglich Gebühren. Einzelhefte je angefangene 8 Seiten für Ausgabe A 0,80 DM; für Ausgabe B 1,00 DM. Alle Preise zuzüglich Versandkosten. Bei Nichterscheinen infolge Streik oder in Fällen höherer Gewalt besteht kein Anspruch auf Lieferung oder Rückzahlung des Abonnementsgeldes.

Einzelpreis dieses Heftes für Ausgabe A 3,20 DM;
für Ausgabe B 4,00 DM zuzüglich Versandkosten.

Einzelhefte nur durch Carl Heymanns Verlag KG, 5 Köln, Gereonstraße 18–32 oder den Buchhandel.

6. A n h a n g A-6

VDI-Richtlinien

Nach /102/ sind für die im vorliegenden Bericht behandelten Emittentengruppen die nachstehend aufgeführten Richtlinien des VDI-Handbuchs Reinhaltung der Luft von Bedeutung.

Die in Spalte "Stadium" angegebenen Ziffern haben folgende Bedeutung:

- 1 - in Bearbeitung
- 2 - in Vorbereitung zum Gründruck (d.h. zu einer vorläufigen Veröffentlichung)
- 3 - im Gründruck erschienen
- 4 - im Weissdruck veröffentlicht (d.h. in der endgültigen Fassung)
- 5 - Überarbeitung bzw. Ergänzung notwendig.

Sachgebiet	Richtlinie Nr.	Erscheinungsmonat	Stadium
Auswurfbegrenzung, Kokereien und Gaswerke. Sieb-, Brech- und Mahlanlagen für Koks 1. Neubearbeitung	2100	Aug. 1962	4 2
Auswurfbegrenzung, Schwefelwasserstoff und andere schwefelhaltige Verbindungen ausser Schwefeldioxid. Kokereien und Gaswerke. Kohlenwertstoffbetriebe 1. Neubearbeitung	2109	Mai 1960	4 1
Auswurfbegrenzung, Schwefeldioxid. Koksöfen (Abgase) 1. Neubearbeitung	2110	März 1973	4
Auswurfbegrenzung, Steinkohlenbrikettfabriken 1. Neubearbeitung	2292	Juni 1969	4 und 5
Auswurfbegrenzung, Aufbereitungsanlagen für Steinkohlen 1. Neubearbeitung 2. Neubearbeitung	2293	Aug. 1969	4
Auswurfbegrenzung, Braunkohlenbrikettfabriken 1. Neubearbeitung	2294	Dez. 1967	4 und 5
Auswurfbegrenzung, Staub, Teernebel und Gase beim Füllen von Koksöfen 2. Neubearbeitung	2302	Mai 1974	4
Messtechnische Anleitung		Aug. 1974	4

Sachgebiet	Richtlinie Nr.	Erscheinungsmonat	Stadium
Auswurfbegrenzung, Staub beim Löschen von Koks. Kokereien und Gaswerke	2303	Nov. 1966	4
Auswurfbegrenzung, Emissionen beim Drücken von Koks	3463		1
Auswurfbegrenzung, Schwefeldioxid und Schwefeltrioxid aus Schwefelsäureanlagen 1. Neubearbeitung	2298	Aug. 1970	4 und 5
Auswurfbegrenzung, Wasserrohrkessel für feste Brennstoffe 3. Neubearbeitung	2091	März 1970	4
4. Neubearbeitung			2
Auswurfbegrenzung, Grosswasserraumkessel mit Rostfeuerung für feste Brennstoffe 3. Neubearbeitung	2300	Aug. 1970	4
4. Neubearbeitung			2
Auswurfbegrenzung, Nebenanlagen für Dampferzeuger Bl.1-4	2113	Aug. 1974	3
Auswurfbegrenzung, Dampferzeuger mit Ölfeuerung 2. Neubearbeitung	2297	Juli 1969	4
3. Neubearbeitung			2
Auswurfbegrenzung, Dampferzeuger mit Gasfeuerungen	2445		1
Auswurfbegrenzung, Mineralölraffinerien 1. Neubearbeitung	2440	Mai 1967	4
			1
Auswurfbegrenzung, Clausöfen	3454		1
Auswurfbegrenzung, Zentralheizungskessel für feste Brennstoffe. Koks 1. Neubearbeitung	2115	Jan. 1974	4
			3
Auswurfbegrenzung, Zentralheizungskessel mit Ölfeuerung - Warmlufterzeuger 1. Neubearbeitung	2116	Feb. 1971	4
2. Neubearbeitung			2
Auswurfbegrenzung, Feuerstätten für flüssige Brennstoffe mit Verdampfungsbrennern 1. Neubearbeitung	2117	Juni 1962	4
		Jan. 1972	3
Auswurfbegrenzung, Feuerstätten für Einzelheizung mit festen Brennstoffen 1. Neubearbeitung	2118	Okt. 1962	4
		Dez. 1973	3
Auswurfbegrenzung, Anlagen zum Verbrennen von Sondermüll, insbesondere ölhaltiger Abfälle	3460	Dez. 1974	3

7. A n h a n g A-7

Auszüge aus dem OECD-Dokument NR/ENV/73.56

Auf der ersten Sitzung der Expertengruppe am 18. und 19. Oktober 1973 wurde beschlossen, dass jede Delegation der vertretenen Länder über die Probleme in ihrem Land einen Bericht liefern solle. Richtlinien für Inhalt und Umfang dieser Berichte gehen aus dem Protokoll der Sitzung hervor (Dokument NR/ENV/73.56).

In § 9 heisst es dazu u.a.

"... It was agreed that each country would report specifically on those items in the list (s. ANNEX III) which are a problem item for them. These national contributions would include:

- a) Environmental protection legislation and regulations in respect of each item including, wherever possible, legislation in preparation, the foreseen application and the timetable for implementation up to 1985;
- b) Abatement techniques now in use and those expected to be installed during the period up to 1985 in relation to each item. Both the unit costs of these techniques and the administrative costs, where appropriate, will be included. For details see Annex IV.
- c) An estimate of emissions from specific installations, distinguishing, where appropriate, between old installations and new facilities employing modern abatement equipment.

ANNEX III

Priority Anvironmental Impacts

The following environmental impacts arising from energy production, transportation, conversion and final use are considered by one or more participating countries to give rise to problems of priority importance:

1. In relation to production of solid fuels
 - (a) land use, solid waste and water pollution arising from surface mining;
 - (b) health hazards in underground mining;
 - (c) water pollution from processing solid fuels;
 - (d) pollution arising from transporting slurries.

2. In relation to off shore prospecting for the production of oil and gas
 - (a) water pollution;
 - (b) problems associated with terminal facilities.

3. In relation to bulk transportation of liquid fuels
 - (a) pollution of the sea;
 - (b) problems associated with super tanker terminal facilities.

4. In relation to refining liquid fuels
 - (a) air pollution;
 - (b) siting, land use and amenity;
 - (c) production of low sulphur fuels and of fuels of low metal content.

5. In relation to electricity generation from all types of fuel
 - (a) air pollution;
 - (b) discharge of waste heat;
 - (c) siting and land use;
 - (d) land use in relation to transmission of electricity.

6. In relation to final use of solid and liquid fuels in industry
 - (a) air pollution;
 - (b) noise;
 - (c) siting of installations.

7. In relation to use of liquid fuels for road transportation
 - (a) air pollution;
 - (b) noise.

8. In relation to use of gas
 - (a) hazards with respect to LPG and LNG;
 - (b) toxic contents, e.g. Hg and Rn.

9. In relation to use of nuclear energy
 - (a) radioactivity from production and waste disposal;
 - (b) storage of high activity radioactive wastes.

IV. Literaturverzeichnis

- /1/ Materialien zum Umweltprogramm der Bundesregierung
1971 - Umweltplanung, hrsgg. v. Bundesminister
des Innern
- /2/ Jahrbuch für Bergbau, Energie, Mineralöl und Chemie
1973, Verl. Glückauf, Essen
- /3/ Aktennotiz über Besprechung HOTZEL (Bergbauforschung
GmbH Essen) / THÖNE (Gesellschaft für Kernfor-
schung Karlsruhe) am 31.1.74
- /4/ Bergverordnung des Landesoberbergamtes NRW für die
Steinkohlenbergwerke, 20.2.1970, Verl. Heinrich
Bellmann, Dortmund
- /5/ Röttger, K.: Staubmessung und Staubbekämpfung im
Steinkohlenbergbau;
Verl. Glückauf, 109(1973), Nr. 14, S. 721-726
- /6/ Ministerium für Arbeit, Gesundheit und Soziales des
Landes Nordrhein-Westfalen: Reine Luft für
morgen - Utopie oder Wirklichkeit?;
Verl. K.v.St.George, Möhneseewinkel, Düsseldorf
1972
- /7/ Kettner, H.: zusammenfassende Besprechung von "MASEK:
Feste, flüssige und gasförmige Verunreinigungen
des Arbeitsplatzes in Kokereien, Hochöfen und
Stahlwerken";
Staub - Reinhaltung der Luft, 34(1974), Nr.3, S.112
- /8/ Gesamtverband des Deutschen Steinkohlenbergbaus: Stein-
kohle 1972/73 - Daten und Tendenzen
- /9/ Bundes-Immissionsschutzgesetz;
Bundesgesetzblatt I(1974), S.721-1192
- /10/ Technische Anleitung zur Reinhaltung der Luft (TA-Luft);
gem.Ministerialblatt Ausg.A, Nr.24 v.4.9.1974
- /11/ Technische Anleitung zum Schutz gegen Lärm (TA-Lärm)
v. 16.7.1968, Bundesanz. Nr.137 v. 26.7.1968
(Beilage)
- /12/ Wasserhaushaltsgesetz; BGBI I, v.27.7.57, S.1100
- /13/ Schriftliche Stellungnahme der Rheinischen Braunkohle AG;
Az. C 1/2 Schw/10-1 v. 1.3.1974
- /14/ Informationen zur Umweltplanung und zum Umweltschutz
des BMI, Nr.29 v. 18.2.1974

- /15/ Fa. Fichtner, Berat.Ing.: Wirtschaftlichkeitsvergleich der Brennstoff- und Rauchgasentschwefelung bei Einsatz von schwerem Heizöl; Studie für das BMI, März 1974
- /16/ Allgemeines Berggesetz vom 24.6.1865; zuletzt geändert durch das 4. Gesetz zur Änderung berggesetzlicher Vorschriften im Lande Nordrhein-Westfalen vom 11.6.1968, Gesetzes- und Verordnungsblatt NRW, 1968, S.201
- /17/ Bergverordnung des Landesoberbergamtes Nordrhein-Westfalen für Braunkohlenbergwerke vom 20.2.1970; Sonderbeilage zum Amtsblatt Nr. 17 des Reg.Bez. Köln v.27.4.1970, S.47
- /18/ Gesetz über die Gesamtplanung im Rheinischen Braunkohlengebiet vom 25.4.1950; Sammlung des bereinigten Landesrechts NRW, S.540
- /19/ Schriftliche Stellungnahme der Rheinischen Braunkohle AG; Az. C 1/2 Sch/M v.25.9.1974
- /20/ Schriftliche Stellungnahme des Wirtschaftsverbandes Erdöl- und Erdgasgewinnung; Az. Sp/Wü-gr39U v.17.4.1974
- /21/ Schriftliche Stellungnahme des Mineralölwirtschaftsverbandes e.V.; Az. 37 Go v.22.3.1974
- /22/ BP Operations Services Branch, MarketingDept.: Emissionen von Kohlenwasserstoffen bei der Befüllung von Transportmitteln mit Vergaserkraftstoff in Deutschland; Bericht Nr. 187, Teil 1 u. 2
- /23/ Mineralölzahlen 1972, Jahresbericht Mineralölwirtschaftsverband und Arbeitsgemeinschaft Erdöl-Verarbeitung 1972
- /24/ LAWA-Bericht (Länderarbeitsgemeinschaft Wasser-Abwasser) Nr. 53.91-20/73 für 1972 v.9.9.1973
- /25/ Richtlinie für Fernleitungen zum Befördern gefährdender Flüssigkeiten (RFF); Technische Regeln für brennbare Flüssigkeiten (TRbF Nr.301) "Arbeitsschutz", H.10/1971
- /26/ VDI-Richtlinie 2440: Auswurfbegrenzung Mineralölraffinerien
- /27/ Umweltbrief Nr. 9 des BMI: Umwelt und Energie; Nov.1974

- /28/ Verordnung über die Errichtung und den Betrieb von Anlagen zur Lagerung, Abfüllung und Beförderung brennbarer Flüssigkeiten zu Lande - VbF; BGBI Nr.45 v.12.6.1970
- /29/ Verordnung über das Lagern wassergefährdender Flüssigkeiten (VLwF)
- /30/ Regelwerk des Deutschen Vereins von Gas- und Wasserfachmännern (DVGW) e.V.
- /31/ Schriftliche Stellungnahme des Wirtschaftsverbandes Erdöl- und Erdgasgewinnung e.V.; Az. Sp/Mü-gr39U v.8.8.1974
- /32/ Druckgasverordnung;
BGBI I v.20.6.1963, S.370, zuletzt geändert durch BGBI I v.31.8.1972, S.1658
- /33/ Batelle Institut e.V.: Wasserbedarfsentwicklung in Industrie, Haushalten, Gewerbe, öffentlichen Einrichtungen und Landwirtschaft bis zum Jahr 2000;
im Auftr. des BMI, Frankfurt 1972
- /34/ Mitteilung des BMI (Verzeichnis der Schwerpunkte UA-UB), Febr.1974
- /35/ Schriftliche Stellungnahme des Mineralöl-Wirtschaftsverbandes; Az. 37 De v.9.8.1974
- /36/ TÜV - Akademie des TÜV-Rheinland: Kolloquium Immissions-Prognose für luftverunreinigende Stoffe; Köln, 9.12.1974
- /37/ Stellungnahme der Fa. Müller-B.B.M.; Schalltechnisches Beratungsbüro, München, v.13.1.75
- /38/ Gilbert, T.: Auflagen werden nicht immer erfüllt; Umwelt, H.6/1973
- /39/ Queiser, H.: Verfahren zur Verringerung radioaktiver Abgaben aus Siedewasser-Kernreaktoren; VGB-Konferenz "Kraftwerk und Umwelt" 1973
- /40/ Die Elektrizitätswirtschaft in der BRD 1972; Elektrizitätswirtschaft H.20, 1973
- /41/ Die Verunreinigung des Rheins und seiner wichtigsten Nebenflüsse in der BRD;
Zwischenbericht der Arbeitsgemeinschaft der Länder zur Reinhaltung des Rheins, 1972
- /42/ Köhle, H.: Die Kühlwasserfrage bei der Energieerzeugung;
Vom Wasser (41), 1973

- /43/ Faude, D., Bayer, Halbritter, Spannagel, Stehfest
u. Wintzer: Energie und Umwelt in Baden-Württem-
berg;
Berichte des Kernforschungszentrums Karlsruhe,
KFK-1966, 1974
- /44/ Riedlinger R.A.: Beispiele zum Schallschutz in Kraft-
werken;
VGB-Konferenz "Kraftwerk und Umwelt" 1973
- /45/ VDI-Richtlinie 2713 (Entwurf): Lärminderung bei
Wärmeanlagen, Nov.1971
- /46/ Bogh, P. u.a.: A new Method of Assessing the
Environmental Influence of Cooling Towers;
Nuclex 1972, Basel, Bericht zum Technical
Meeting 9/25
- /47/ Technische Anleitung zur Reinhaltung der Luft (TA-
Luft);
Gem.Minst.Bl. Nr. 26, Jhrg.15, Sept.1964, BMI, Bonn
- /48/ Grundlagen für die Beurteilung der Wärmebelastungen
von Gewässern (Wärmelastplan Rhein);
Länderarbeitsgemeinschaft Wasser, 1971
- /49/ Verordnung über brennbare Flüssigkeiten - VGF;
BGBI v.12.6.1970
- /50/ Brandt, H.: Stand der Entstaubetechnik bei festen
Brennstoffen;
VGB-Konferenz "Kraftwerk und Umwelt" 1973
- /51/ Trenck, H.-M.: Minderung der Emissionen bei Kohle
und Aschehalde;
VGB-Konferenz "Kraftwerk und Umwelt" 1973
- /52/ Gasiorowski, K.: Feststoffauswurf bei flüssigen
Brennstoffen - Entstehung und Möglichkeiten
der Verminderung;
VGB-Konferenz "Kraftwerk und Umwelt" 1973
- /53/ VDEW Aktennotiz v.25.7.73: Situation zur SO₂-Emission
und -Immission in der BRD
- /54/ Köhle, H.: Einfluss des Kühlwasser-Rücklaufes auf
die Belüftung eines Flusses;
Elektrizitätswirtschaft (72), H.24, 1973
- /55/ Energie und Abwärme; Nr. B8 der Beiträge zur Umwelt-
gestaltung, Erich Schmidt-Verlag, Berlin
- /56/ Schikarski, W.: Umweltbelastungen durch kerntechni-
sche Anlagen im Normalbetrieb;
Schule für Kerntechnik des Kernforschungszen-
trums Karlsruhe, Bericht Nr. 516, 1974

- /57/ Bükler, Jansen, Sassin, Schikarski: Kernenergie + Umwelt;
Berichte des Kernforschungszentrums Karlsruhe
KFK-1366, 1973
- /58/ Betriebsergebnisse der Deutschen Kernkraftwerke 1972;
Atomwirtschaft, Juli 1973, S.355
- /59/ Aurand, Arndt, Wolter: Abgabe radioaktiver Abwässer
aus Kernkraftwerken;
Atomwirtschaft, Nov.1973, S.529
- /60/ Guck, R.: Standorte für Kernkraftwerke;
Atomwirtschaft, Aug./Sept. 1973
- /61/ Schwibach, J.: Strahlenschutzrichtwerte für die Ge-
nehmigung der Ableitung radioaktiver Stoffe aus
kerntechnischen Anlagen;
7. IRS-Fachgespräch, Nov. 1971
- /62/ Energiebilanzen der Bundesrepublik Deutschland für
das Jahr 1972;
Arbeitsgemeinschaft Energiebilanzen
- /63/ Davids, P., Brocke, W.: Die Abgasentschwefelung ist
anwendungsreif;
Umwelt 4(1974), Nr.3, S.24
- /64/ Bonka, H., Brüssermann, K.: Die Jodfreisetzung aus
Kernkraftwerken und Wiederaufbereitungsanlagen
sowie Abschätzung der zukünftigen Umgebungs-
belastung;
Jül-997-RG, Jülich 1973
- /65/ Thönes, H.W.: Energieerzeugung und Immissionsschutz;
TÜ, 15(1974), Nr.12
- /66/ VDI-Richtlinie 2310: Maximale Immissionswerte;
VDI-Handbuch Reinhaltung der Luft, 1974
- /67/ Engelhardt, Monthey, Eichhoff: Veränderung der Um-
weltbelastung durch den Einsatz von Hochtem-
peratureaktoren in den Energieverbrauchs-
gruppen: Chemische Industrie, Eisen- und Stahl-
industrie - Haushalte;
Kernforschungsanlage Jülich, Int.Bericht KFA-
IRE-IB 20/72, 1972
- /68/ Umwelt - Informationen zur Umweltplanung und zum
Umweltschutz des BMI Nr.29 v.18.2.1974
- /69/ Fa. Lummus GmbH: Studie über Schwefelreduzierung
in schweren Heizölen;
im Auftr. des BMI, 15.3.1973

- /70/ Batelle-Institut e.V.: Emissionen von Haushaltsfeuerungen;
Frankfurt 1973
- /71/ Fa. Nukem GmbH: Emissionskataster für die Bundesrepublik Deutschland, Stand 1971, Schwefeldioxid und Staub;
im Auftr. des BMI, Hanau 1973
- /72/ Heller: zusammenfassende Besprechung von "JUNKER: Brennstoffeinsatz in Feuerungsanlagen und seine Auswirkungen auf die SO₂-Immission in der BRD und West-Berlin im Jahre 1971";
Staub-Reinhaltung der Luft 34(1974), Nr.3, S.116
- /73/ Rudolph, M.: Vergleich verschiedener Raumheizungssysteme bezüglich Primärenergieaufwand und Schadstoffemissionen im Jahre 1980;
Brennstoff-Wärme-Kraft 25(1973), Nr.3, S.105
- /74/ Erste Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (Verordnung über Feuerungsanlagen - 1. BImSchV)
- /75/ Davids, P., Brocke, W., et.al.: Möglichkeiten zur Auswurfbegrenzung von Russ und Geruchsstoffen aus Ölfeuerungen durch Prozessoptimierung und apparative Verbesserungen;
Gesundheits-Ingenieur, 94(1973), H.9, S.269
- /76/ Davids, P.: Erfolge der Ölfeuerungskontrolle in Nordrhein-Westfalen;
Das Schornsteinfegerhandwerk, H.4, 1974
- /77/ Dritte Verordnung zur Durchführung des Immissionsschutzgesetzes von Nordrhein-Westfalen; GV.NW. 1965, S.370
- /78/ Emissionskataster Köln; Minister für Arbeit, Gesundheit und Soziales des Landes Nordrhein-Westfalen, 1972, Verl. TÜV-Rheinland GmbH, Köln
- /79/ Auto und Umwelt; Gutachten des Rates von Sachverständigen für Umweltfragen, Wiesbaden 1973
- /80/ Jokiel, V.: Verkehrslärm - eine Naturgewalt;
Umwelt, 1973, H.1
- /81/ Gesetz zur Verminderung von Luftverunreinigungen durch Bleiverbindungen in Ottokraftstoffen für Kraftfahrzeugmotoren vom 5.8.1971; BGBI I, S.1234
- /82/ Gesetz über Maßnahmen zur Sicherung der Altölbeseitigung vom 23.12.1968, BGBI I, S.1419
- /83/ Amtsblatt der Europäischen Gemeinschaften L42, S. 16

- /84/ Wirksamkeit und Kosten von Maßnahmen zur Verminderung der Schadstoffemission von Kfz;
BMI-Vorhaben Nr. 311.312 innerhalb des VEP des BMI, 1973
- /85/ Flüssiggas und Druckgas als Kraftstoff für Kfz-Antriebe;
BMI-Vorhaben Nr. 311-316 innerhalb des VEP des BMI, 1974
- /86/ Strassenverkehrsgesetz vom 19.12.1952; BGBI I, S.837, zuletzt geändert durch das BImSchG (BGBI I (1974), S.721)
- /87/ Hepp, H.: Behandlung und Lagerung von radioaktivem Abfall;
VGB-Konferenz "Kraftwerk und Umwelt" 1973
- /88/ Schwibach, J.: Strahlenschutzrichtwerte für die Genehmigung der Ableitung radioaktiver Stoffe aus kerntechnischen Anlagen;
Vortrag beim 7.IRS-Fachgespräch, Köln, Nov.1971
- /89/ Schmitz, G., Sütterlin, L.: Erfahrungen und Erwartungswerte für die Ableitung radioaktiver Stoffe aus kerntechnischen Anlagen;
Vortrag beim 7.IRS-Fachgespräch, Köln, Nov.1971
- /90/ Schmidt-Küster, W.J.: Das Entsorgungssystem im nuklearen Brennstoffkreislauf;
Atomwirtschaft, 9(1974), H.7, S.340
- /91/ Richter, D., Anders, G., Schulze, H.: Beseitigung radioaktiver Gase aus Kernanlagen;
Kernenergie 15(9), 1972, S.293
- /92/ Schriftliche Stellungnahme von v.AMMON, Gesellschaft für Kernforschung Karlsruhe, Dez.1974
- /93/ Gesetz über die friedliche Verwendung der Kernenergie und den Schutz gegen ihre Gefahren (Atomgesetz) vom 23.12.1959; BGBI I, S.814, zuletzt geändert durch Artikel 31 des Kostenermächtigungs-Änderungsgesetzes vom 23.6.1970, BGBI I S.805
- /94/ Erste Verordnung über den Schutz vor Schäden durch Strahlen radioaktiver Stoffe (Erste Strahlenschutzverordnung) vom 24.6.1960; BGBI I, S.430, zuletzt neu gefasst durch die Bekanntmachung v.15.10.1965, BGBI I, S.1653
- /95/ Arbeitsgruppe Schwefeldioxid: Systemanalyse Entschwefelungsverfahren;
Schlussbericht Nov. 1974 (im Druck)

- /96/ Fa. R.M.Parsons GmbH: Technische und wirtschaftliche Aspekte der weitergehenden Entschwefelung von Mitteldestillat;
Studie im Auftr. des BMI, 1973
- /97/ Brocke, W., Davids, P.: Internationaler Stand der Technik der Abgasentschwefelung;
Brennstoff-Wärme-Kraft, 26(1974), Nr.3, S.102
- /98/ Supp, Hartwig, Schnärpel: Entschwefelung von Steinkohle, insbesondere Kohlenschlämmen;
VDI-Berichte, Nr. 149, 1970
- /99/ Supp: Abschlussbericht des Entwicklungsvorhabens zur Entschwefelung von Feinstkohle mittels Korbscheider;
Krupp Forschungsinstitut Essen, UB Nr.1030/73
- /100/ Strassenverkehrszulassungsordnung (StVZO) in d. Fassung vom 6.12.1960; zuletzt geändert am 20.6.1973
(BGBI I, S.638)
- /101/ Strassenverkehrsordnung vom 16.11.1970; BGBI I, S.1565
- /102/ Schriftliche Stellungnahme des VDI - Kommission Reinhaltung der Luft; Az. 61/41. v.14.1.1975