

Zeitschrift: Plan : Zeitschrift für Planen, Energie, Kommunalwesen und Umwelttechnik = revue suisse d'urbanisme
Herausgeber: Schweizerische Vereinigung für Landesplanung
Band: 29 (1972)
Heft: 4

Artikel: Probleme der Luftreinhaltung in der Schweiz
Autor: Böhlen, B.
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-782465>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

Download PDF: 13.02.2026

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>

Probleme der Luftreinhaltung in der Schweiz



PD Dr. B. Böhlen, Bürger von Riggisberg, ist am 21. Oktober 1930 in Bützberg geboren. Nach dem Besuch der dortigen Primarschule und der Sekundarschule in Langenthal absolvierte er das Gymnasium Burgdorf, Typus C. An der Abteilung Chemie der ETH erwarb er 1953 das Diplom eines Ingenieur-Chemikers und promovierte 1957 unter Auszeichnung mit der silbernen Medaille der ETH auf dem Gebiet der Technischen Chemie. Nachfolgend war er als wissenschaftlicher Mitarbeiter und Oberassistent an der ETH in Zürich tätig und habilitierte sich daselbst im Jahre 1965. Im Rahmen seiner mehrjährigen Lehr-, Forschungs- und Beratungstätigkeit auf dem Gebiet der chemischen Verfahrenstechnik beschäftigte er sich national und international insbesondere mit Fragen der Luftreinhaltung. 1971 wurde er als Vizedirektor beim Eidgenössischen Amt für Umweltschutz mit dem Aufbau der Abteilung Immissionsschutz betraut.

Die Reinhaltung der Luft ist unbestritten eine der dringenden und wichtigen Aufgaben im Rahmen der Umweltschutzbemühungen. In einer Bewertung der Umweltelemente Luft, Wasser, Lebensraum, Boden, Bodenschätze für die USA hat der National Wildlife Fund für das Jahr 1969 die Luft sogar mit dem schlechtesten Qualitätsindex eingestuft.

Der Mensch ist gegen schädliche Stoffe in der Atmosphäre weitgehend hilflos, und er kann nur in Einzelfällen Luftfremdstoffe im Bereich der Schadenwirkung mit den Sinnesorganen wahrnehmen. Die Beurteilung des Verschmutzungsgrades der Luft bleibt deshalb spezialisierten Laboratorien vorbehalten.

Auf Grund der heutigen Erkenntnisse muss eine weiter zunehmende Verschmutzung der Atmosphäre mittels umfassender Massnahmen verhindert werden. Vorerst fallen technologische und planerisch-organisatorische Massnahmen zur Emissions- und Immissionsverminderung in Betracht. Inwieweit diese Massnahmen mittel- und langfristig einen ausreichenden Erfolg garantieren, hängt im wesentlichen vom erreichbaren Grad der Emissionsverminderung ab. Zweifellos sind bereits Teilerfolge erzielt worden. Dies darf aber nicht darüber hinwegtäuschen, dass die wohl schwierigsten Aufgaben weiterhin einer Lösung harren.

Es zeigt sich, dass die Strategie zur Luftreinhaltung von Land zu Land recht unterschiedlich ist und heute kaum Erfahrungen über die mittel- und langfristig zu erwartende Erfolgsquote vorhanden sind oder sich voraussagen lassen.

Für diese Unsicherheit ist eine Reihe von offenen Fragen verantwortlich, die sowohl weltweit als auch für die Schweiz von Bedeutung sind. Es äussert sich dies nicht zuletzt darin, dass in den einzelnen Ländern mit der fortschreitenden Erkenntnis immer neue Luftfremdstoffe Prioritätscharakter erhalten.

Im ersten Teil der nachfolgenden Ausführungen soll ein Ueberblick über die Problematik der Erfassung und Bewertung der Luftverschmutzung gegeben werden, worauf einige wichtige Konzepte für die Durchführung von Massnahmen zur Reinhaltung der Luft besprochen werden.

Quellen der Luftverunreinigung und deren Bewertung

Als Luftverunreinigung gelten üblicherweise feste, flüssige und gasförmige Stoffe, die die natürliche Zusammensetzung der Atmosphäre verändern. Im Zusammenhang mit den Aufgaben des Immissionsschutzes werden normalerweise nur Quellen von Luftverunreinigungen in Betracht gezogen, die künstlicher Art sind, also Industrie- und Gewerbeanlagen, Fahrzeuge und Anlagen zur Energieerzeugung auf der Basis fossiler Brennstoffe. Zur Vereinfachung der Diskussion um die Quellen der Luftverunreinigung sind bestimmte Kategorien von Quellengruppen eingeführt worden, die hinsichtlich der Art der Emissionen und des emittierenden Prozesses abgegrenzt sind.

Diese Quellengruppen sind Industrie und Gewerbe, Verkehr und die thermische Energieerzeugung (Heizungen, Dampfkesselanlagen, thermische Kraftwerke).

Globaldarstellung

In den vergangenen Jahren sind verschiedentlich Schätzungen und Berechnungen über den Beitrag dieser Quellengruppen zur gesamten Luftverschmutzung angestellt worden. Eine entsprechende Untersuchung für Westeuropa hat beispielsweise ergeben, dass der mengenmässige Anteil der durch den Verkehr erzeugten Emissionen 55 %, derjenige der thermischen Energieerzeugung 28 % und derjenige der Industrie 17 % der Gesamtemissionen beträgt.

Der Aussagewert einer derartigen Globaldarstellung ist allerdings begrenzt, weil diese keine Angaben über Schädlichkeit, Art, Ort und Zeit der Emissionen enthält und damit die Beziehungen zum Immissionsrisiko sehr unklar sind. Dies wird sofort ersichtlich, wenn in Betracht gezogen wird, dass Luftfremdstoffe sehr unterschiedliche und teils noch gar nicht bekannte Schadenwirkungen aufweisen. Diese Tatsache ist speziell bei der Bewertung der Quellengruppe Industrie zu berücksichtigen. Wegen der Vielzahl der Emissionskomponenten und des durch rasche technologische Entwicklungen bedingten Wandels der Emissionen ergeben sich ständig neue und schwierig zu beurteilende Immissionssituationen.

Emissionskataster

Wesentlich aussagekräftiger sind flächenbezogene Emissionskataster, die eine lokale und regionale Differenzierung nach Emittenten und emittierten Stoffen gestatten. In den USA gehört der Emissionskataster zu den anerkannten Mitteln der Luftreinhalteprogramme. Emissionskataster geben einen Überblick über die geographische Verteilung der Emissionsquellen und der Häufigkeit von emittierten Stoffen. Emissionskataster können entweder auf Grund von sogenannten, für bestimmte Emittentengruppen typischen Emissionsfaktoren oder aber durch eine Quellenanalyse, das heisst durch Erhebungen an Einzelanlagen, erstellt werden.

Der Aussagewert derartiger Erhebungen lässt sich an folgenden Beispielen aufzeigen: Bei der Untersuchung eines Industriegebietes in der BRD mit vorwiegend chemischen und petrochemischen Betrieben wurde nach *Dreyhaupt* [1] festgestellt, dass 80 % der industriellen Emissionen aus definierten Quellen, 20 % dagegen aus diffusen, das heisst unkontrollierten Quellen, wie Fenstern, Flanschen, Ventilen, abgegeben werden. *Danielson* [2] weist darauf hin, dass in Erdölraffinerien Pumpen und Ventile einen erheblichen Beitrag zur Luftverschmutzung zufolge von Leckverlusten liefern.

Auf Grund einer repräsentativen Untersuchung an 473 von 2786 Pumpen einer Erdölraffinerie konnte gezeigt werden, dass die Leckverluste im Mittel etwa 2 kg Kohlenwasserstoff pro Tag und Pumpe betragen oder täglich 5,5 t in der gesamten Raffinerieanlage.

Der Vorteil von Emissionskatastern dürfte nicht nur in der kartographischen Darstellung der Emissionen allein liegen, sondern auch im Zwang zu systematischen Erhebungen. Eine derartige Erhebung drängt sich derzeit beispielsweise für Erdgasfeuerungen auf. Galten gasförmige Brennstoffe bisher als immissionsmässig unbedenklich, so wird in den USA darauf hingewiesen, dass bei der Verbrennung von Erdgas in nicht unbeachtlichem Masse Stickoxide, Feststoffe und 3,4-Benzpyren emittiert werden.

Ein weiterer Vorteil ist schliesslich darin zu sehen, dass der Emissionskataster die Grundlage für die Erfolgsbewertung künftiger Massnahmen, aber auch für Planungsentscheide darstellt. Im Rahmen der Immissionsschutzbestrebungen in der Schweiz wird es kaum zu umgehen sein, den Emissionskataster als festen Bestandteil eines Massnahmenkatalogs festzulegen. Zurzeit wird in Zusammenarbeit zwischen der Empa und dem Eidgenössischen Amt für Umweltschutz, unter Beizug eines norwegischen Sachverständigen, an einem derartigen gesamtschweizerischen Emissionskataster für Schwefeldioxid gearbeitet.

Immissionsbelastung

Von unmittelbarer Aussagekraft hinsichtlich der in einem bestimmten Gebiet vorhandenen Immissionsrisiken wäre indessen eine kartographische Darstellung der Immissionen selbst. Hierzu ist ein umfangreiches Messnetz nötig. Verschiedene ausländische Städte besitzen derartige Messnetze, wobei zumeist Schwefeldioxid, Kohlenmonoxid und Staub als Leitkomponenten der Luftverschmutzung gemessen werden.

Ein derartiges Messnetz erfüllt aber seinen Zweck zweifellos nur dann, wenn es alle bekannten gefährlichen Luftfremdstoffe erfasst. Es ist nun aber nicht so, dass überall und zu jeder Zeit das grösste Immissionsrisiko von den drei erwähnten Komponenten ausgeht; ganz abgesehen davon, dass im Begriff «Staub» ein ganzes Spektrum von harmlosen bis zu höchst toxischen Substanzen undifferenziert zusammengefasst ist. Eine ständige Überwachung der Immissionsbelastung sollte deshalb vorderhand auf Ballungsgebiete und die Umgebung von Grossemittenten beschränkt bleiben. Der Hauptzweck eines derartigen Messnetzes wäre vor allem darin zu sehen, die nötigen Daten zur Prüfung von Ausbreitungsmodellen bzw. für die Ermittlung des Zusammenhangs zwischen Emissionen und Immissionen zu liefern.

Es sei festgestellt, dass Messnetze von grosser Wichtigkeit sein können. Von ähnlicher Wichtigkeit ist aber deren Zuverlässigkeit hinsichtlich messtechnischer Belange. Diese letzte Forderung wird leider allzuoft übersehen. Es ist eine bekannte Tatsache, dass die messtechnische Erfassung von Stoffen im Spurenbereich ein äusserst anspruchsvolles Metier darstellt.

Es wird nicht zu umgehen sein, dass die Messmethoden und Messverfahren vereinheitlicht werden, mit der Zielsetzung, die Vergleichbarkeit von Messdaten gesamtschweizerisch zu gewährleisten. Es besteht kein Zweifel, dass erst damit der Aufwand an Arbeit, Zeit und Geld gerechtfertigt ist.

Auswirkungen von Luftverunreinigungen und Immissionsgrenzwerte

Die Messung und Überwachung der Luftqualität beinhaltet als Teilaufgabe die Feststellung von Immissionsrisiken. Immissionsgrenzwerte dienen dabei als Vergleichsbasis. Die Frage der Immissionsgrenzwerte ist eine der schwierigsten der Luftreinigung überhaupt. Dies äussert sich nicht zuletzt darin, dass derartige Grenzwerte international erheblich voneinander abweichen, und zwar nicht nur wertmässig, sondern auch hinsichtlich der Definition.

Obwohl in den letzten Jahren sehr intensive Forschungsarbeiten über den Zusammenhang zwischen der Immissionsbelastung und der Wirkung auf Mensch, Tier und Pflanze durchgeführt worden sind, ist das Wissen in diesem

entscheidenden Punkt mehr als nur dürftig. Die Sachlage wird dadurch erschwert,

- dass Auswirkungen oft erst lange Zeit nach der schädlichen Einwirkung auftreten und damit eine Korrelation zwischen Ursache und Wirkung nur schwierig herzustellen ist;
- dass aus den in die Atmosphäre emittierten primären Luftfremdstoffen durch chemische Reaktion sekundäre Luftfremdstoffe mit anderen Auswirkungen entstehen;
- dass die gleichzeitige Einwirkung verschiedener Luftfremdstoffe in qualitativer und quantitativer Hinsicht andere Auswirkungen zeitigen, als dies auf Grund der reinen Komponenten zu erwarten wäre.

Verschiedene Wissenschaftler sind der Ansicht, dass biologisch begründete Immissionsgrenzwerte sich mit den Mitteln der Epidemiologie kaum festlegen lassen. Es gilt dabei zu beachten, dass die Probleme der Luftverschmutzung dynamische Probleme sind. Neue Verfahren, Prozesse, Produkte und Abfälle liefern sich ständig ändernde Situationen. Die Erforschung der Auswirkungen neuer Kombinationen von Luftfremdstoffen zum Zwecke der Festlegung von Immissionsgrenzwerten würde in vielen Fällen mehr Zeit benötigen, als die entsprechenden Prozesse selbst.

Allgemein zeigt sich, dass für die Zukunft auf Grund fortschreitender Erkenntnisse eine Korrektur bestehender Grenzwerte nötig sein könnte, und zwar vorwiegend nach niedrigeren Werten hin. Beispiele von weittragender ökologischer Bedeutung dürften mit dazu beitragen.

So wurde in den letzten fünf Jahren in fünfzehn Flüssen Schwedens ein stetiges Absinken des pH-Wertes des Wassers beobachtet, und zwar in fast allen Fällen um 0,1 bis 0,4 Einheiten. Dieser Effekt wird auf die Verfrachtung von Schwefeldioxid aus England und Deutschland zurückgeführt, obgleich sowohl in England wie in Deutschland die bestehenden Immissionsgrenzwerte für Schwefeldioxid in dieser Zeit mehrheitlich erfüllt gewesen sein dürften.

Bis vor wenigen Jahren hatte es den Anschein, als ob die Auswirkungen von Quecksilber und dessen Salzen bestens bekannt wären. Erst Mitte der sechziger Jahre wurde entdeckt, dass anorgani-

Stand der Technik und der wirtschaftlichen Tragbarkeit möglich ist. Immissionsgrenzwerte werden dabei nicht in Betracht gezogen. Die Befürworter sind der Ansicht, dass der Grundsatz, die Luft so rein als möglich zu halten, mit diesem Konzept am ehesten erfüllt werden kann. Die Gegner befürchten demgegenüber, dass die Anwendung optimaler Technologien keine Garantie dafür gibt, dass die Luftverschmutzung nicht trotzdem Ausmasse erreicht, die für den Menschen und seine natürliche Umwelt Schadenfolgen nach sich ziehen.

sche Quecksilberverbindungen im Wasser durch Bakterien in organische Quecksilberverbindungen, zum Beispiel das giftige Methylquecksilber, umgewandelt werden können, die sich in Fischen akkumulieren und so in einer Nahrungsmittelkette schliesslich beim Menschen zu schweren Gesundheitsschädigungen führen.

Es soll damit auf die Fragwürdigkeit von Immissionsgrenzwerten hingewiesen werden. Dieser Unsicherheit muss im Rahmen von Luftreinhalteprogrammen alle Aufmerksamkeit geschenkt, und es müssen daraus die erforderlichen Konsequenzen gezogen werden.

Konzepte für die Durchführung von Massnahmen zur Reinhaltung der Luft

Die gemeinsame Zielsetzung bei allen Massnahmen zur Luftreinhaltung besteht darin, den Menschen und seine natürliche Umwelt vor Einwirkungen durch Luftfremdstoffe zu schützen.

Zahlreiche technische Einrichtungen und Verfahren gestatten es heute, eine Vielzahl von Teilproblemen zu lösen. Bei fortgesetztem Bevölkerungs- und Wirtschaftswachstum wird der Erfolg dieser Einzelmassnahmen aber kaum genügen. Vielmehr ist es unumgänglich, im Rahmen eines Gesamtkonzeptes die wissenschaftlichen, technischen und planerischen Massnahmen koordiniert zusammenzufassen. Nur so dürfte es gelingen, die vielfältigen Probleme zumindest teilweise zu lösen.

Allgemeine Konzepte

In den einzelnen Ländern bestehen heute unterschiedliche Auffassungen darüber, mit welchen Mitteln die Reinhaltung der Luft am wirkungsvollsten betrieben werden soll.

Grob können zwei Grundkonzepte unterschieden werden, nämlich

- das Konzept der Anwendung optimaler Technologien (the best practicable mean);
- das Konzept der Einhaltung einer bestimmten Luftqualität bzw. von Immissionsgrenzwerten (air quality management).

Das erste Konzept wird vor allem in England praktiziert. Es wird damit angestrebt, eine Luftverunreinigung so weit zu verhindern, wie nach dem

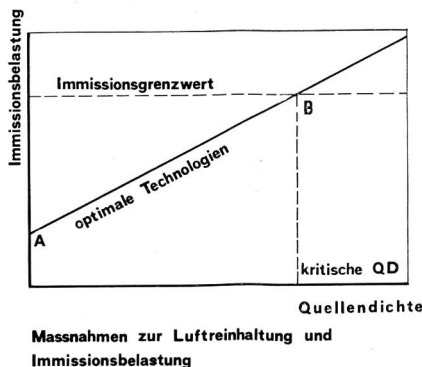


Abb. 1

Das zweite Konzept setzt voraus, dass Grenzwerte für die Immissionskonzentration festgesetzt werden können. Zweifellos ist dieses Konzept logischer, ermöglicht es doch, die Luftverschmutzung auf einem Mass zu halten, das entsprechend dem jeweiligen Stand der Erkenntnisse als risikolos oder zumindest risikoarm angesehen wird.

Die Bedeutung dieser beiden Konzepte lässt sich mit einem einfachen Schema (Abb. 1) darstellen.

Im Schema ist die Immissionsbelastung, das heisst der Grad der Luftverschmutzung, als Ordinate und die Quellendichte, das heisst die auf die Flächeneinheit bezogene Zahl von Emittenten als Abszisse dargestellt. Die Linie A—B liefert den Zusammenhang zwischen Quellendichte und Immissionsbelastung bei Anwendung optimaler Technologien. Die Steigung der Linie ist ein Mass für den Stand der Technologie.

Es zeigt sich sofort eine wesentliche Eigenschaft dieses Konzeptes. Bei geringer Quellendichte garantiert es eine unterhalb eines bestimmten Immissionsgrenzwertes liegende Belastung. Oberhalb einer kritischen Quellendichte QD_{krit} ist die Einhaltung der Toleranzgrenze dagegen nicht mehr gewährleistet.

Das zweite Konzept basiert auf einem Immissionsgrenzwert. Solange dieser nicht überschritten ist, sind keine speziellen Massnahmen erforderlich. Das bedeutet, dass unabhängig von der Quellendichte eine konstante Verunreinigung der Atmosphäre toleriert werden muss, ungeachtet ob ein Ballungs- oder Erholungsgebiet beurteilt wird.

Der Vorteil des Konzeptes der Anwen-

dung optimaler Technologien besteht offensichtlich darin, dass es eine Verminderung der Luftverschmutzung gestattet, obwohl deren Auswirkungen nur vage bekannt sind. Als Nachteile sind zu nennen die Nichtgewährleistung einer ausreichenden Luftqualität bei grosser Quellendichte. Beim Anwachsen der Quellendichte muss vorausgesetzt werden, dass sich die optimalen Technologien entsprechend verbessern, andernfalls eine Verschlechterung der Luftqualität die Folge wäre. Sodann enthält der Begriff «optimale Technologie» eine unbestimmte Zielsetzung. Eine Analyse der Verfahrensentwicklungen auf dem Gebiet der Abgasreinigung im allgemeinen, der Abgasentstaubung im speziellen führt beispielsweise zum Befund, dass in den letzten 20 bis 30 Jahren kaum nennenswerte Fortschritte erzielt worden sind bzw. die diesbezüglichen optimalen Technologien über Jahrzehnte dieselben geblieben sind. Die vermehrte Anwendung bestimmter Abgasreinigungsverfahren gilt dabei nur sehr begrenzt als «Verbesserung» der optimalen Technologie.

Aber auch das Konzept der Einhaltung einer bestimmten Luftqualität ist nicht ohne Mängel. Verantwortlich dafür sind die an sich unsicheren Toleranzwerte sowie die Notwendigkeit eines umfangreichen, aufwendigen Messnetzes, das Werte mit begrenzter Aussagekraft liefert.

Immerhin lässt sich auch eine Alternativlösung in Betracht ziehen, die die Vorteile der beiden Konzepte in sich vereinigt. Diese würde darin bestehen:

- bei Neuanlagen konsequent optimale Technologien zu verlangen;
- für alte Anlagen Sanierungsprogramme einzuleiten;
- in Ballungsgebieten mit hoher Quellendichte eine Verbesserung der Luftqualität nach dem Konzept der Luftüberwachung anzustreben.

Grundsätze der Eidgenössischen Kommission für Lufthygiene

Interessant sind in diesem Zusammenhang die von der Eidgenössischen Kommission für Lufthygiene 1970 aufgestellten «Grundsätze zur Beurteilung von Problemen der Lufthygiene».

Ein erster Grundsatz besagt, dass die Luft so rein als möglich zu halten ist und dass sich der bestehende Zustand nicht weiter verschlechtern darf. Dieser Grundsatz entspricht dem Konzept der Luftüberwachung mit variablen Immissionsgrenzwerten. Diese leiten sich ab von der lokalen und regionalen Luftqualität in einem bestimmten Bezugsjahr. Eine Erfüllung dieses Grundsatzes ist andererseits nur dann möglich, wenn die optimalen Technologien verbessert werden, und zwar derart, dass jede Zunahme der Quellendichte und der Belastung zumindest ausgeglichen wird.

Ein zweiter Grundsatz besagt, dass der Ausstoss von luftfremden Stoffen in die Atmosphäre wenn immer möglich vermindert wird. Dieser Grundsatz beinhaltet

tet die konsequente Anwendung und Entwicklung optimaler Technologien. Ob eine Massnahme technisch möglich und wirtschaftlich tragbar ist, kann anhand von Vergleichen mit Fällen ähnlicher Art beurteilt werden. Eine Massnahme, die sich unter ähnlichen Verhältnissen in andern Betrieben als durchführbar erwiesen hat, wird im allgemeinen als technisch möglich und wirtschaftlich tragbar betrachtet werden können.

Andererseits ist es unumgänglich, dass die in einem bestimmten Zeitpunkt als optimal erkannten Technologien verbessert werden. Es gibt verschiedene Beispiele, die zeigen, dass ein Fortschritt des Standes der Technik auf dem Gebiet des Immissionsschutzes aber erst nach Aufstellen von klaren Zielsetzungen, zum Beispiel von Emissionsgrenzwerten, das heisst meist durch einen äusseren Zwang, zustande gekommen sind. Es ist wohl kaum verfehlt, anzunehmen, dass ein grosses Potential an technischem Wissen und Können zur Lösung von Umweltschutzaufgaben vorhanden ist, nur muss dieses Potential offenbar zuerst durch geeignete Massnahmen freigesetzt werden.

Die erwähnten Grundsätze sind mittel- und langfristig zu sehen. Es ist klar, dass jede neue Quelle in einem bestimmten Gebiet eine zusätzliche Immissionsbelastung bringt, dass andererseits verbesserte Technologien nicht sofort für bereits bestehende Emittenten zur Verfügung stehen und dass deshalb eine lokale Zunahme der Luftverschmutzung nicht zu verhindern ist. Auf das Problem der Schwefeldioxidemission angewendet, ermöglichen die Grundsätze gewisse Aussagen bezüglich der künftigen Anforderungen an den Schwefelgehalt der Brennstoffe, sofern weiterhin keine Verfahren zur Rauchgasentschwefelung zur Verfügung stehen werden.

Hinsichtlich des künftigen Verbrauchs an Brennstoffen sind für die Schweiz Prognosen gemäss *Tabelle 1* aufgestellt worden:

Brennstoffverbrauch in der Schweiz (Mio t/Jahr)

| | 1960 | 1965 | 1970 | 1980 ¹ |
|-----------------------------|-------|-------|--------------------|-------------------|
| Heizöl Extraleicht | 0,997 | 3,616 | 5,835 | 10,000 |
| Heizöl Mittel | 0,285 | 0,384 | 0,381 | 0,250 |
| Heizöl Schwer | 0,398 | 1,180 | 1,836 | 3,000 |
| Kohle | 2,710 | 1,770 | 0,994 ² | 0,200 |
| Brennholz (m ³) | 1,206 | 1,345 | — | — |

¹ Geschätzt.

² 1968.

Abb. 2

Demzufolge ist für das Jahr 1980 mit einem Verbrauch von Heizöl Extraleicht von 10 Mio t, von Heizöl Schwer von 3 Mio t zu rechnen. Auf Grund des von der Empa bestimmten Mittelwertes (ungewogenes Mittel) des Schwefelgehaltes ist es möglich, für die Jahre 1960

Schwefeldioxid-Emissionen in der Schweiz

| | 1000 t pro Jahr | | | |
|--------------------|-----------------|-------|-------------------|------|
| | 1960 | 1970 | 1980 ¹ | % S |
| Heizöl Extraleicht | 12,2 | 42,9 | 56,1 | 0,28 |
| Heizöl Mittel | 12,9 | 14,6 | 7,3 | 1,46 |
| Heizöl Schwer | 23,2 | 45,2 | 55,8 | 0,93 |
| Kohle | 54,2 | 20,5 | 4,0 | 1,0 |
| Total | 102,5 | 123,2 | 123,2 | |

¹ Gleiche Emission wie 1970 bei unveränderlichem S-Gehalt der Kohle und proportional verändertem S-Gehalt der Heizöle.

Abb. 3

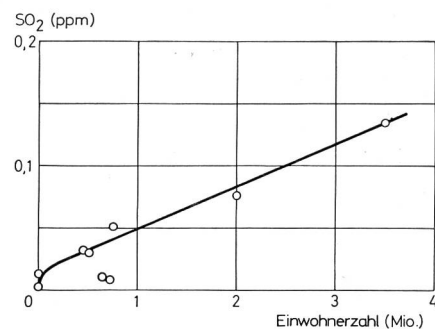
und 1970 die Gesamtemission an Schwefeldioxid aus Feuerungsanlagen abzuschätzen (*Tab. 2*).

Es zeigt sich, dass die Schwefeldioxidemission zwischen 1960 und 1970 gesamtschweizerisch von 102 500 auf 123 200 t angewachsen ist.

Wird der Grundsatz angewendet, wonach die Luftverschmutzung in der Schweiz nicht mehr zunehmen darf, so ergibt sich auf Grund der Prognosen für das Jahr 1980 eine erforderliche Senkung des Schwefelgehaltes der Heizöle um etwa 25 %. Es wird dabei vorausgesetzt, dass bis dahin der Schwefelgehalt der Kohle nicht nennenswert gesenkt werden kann, das heisst etwa bei 1 Gew.-% Schwefel stehenbleibt.

Selbstverständlich ist diese Berechnung eines Lastenplanes zu grob, als dass sie lokalen und regionalen Anforderungen gerecht werden könnte.

Nach Untersuchungen von *Müller* [3] zeigt sich, dass der mittlere Schwefeldioxidgehalt der Luft in Städten annähernd proportional zur Siedlungsgrösse ansteigt. Das bedeutet nichts anderes, als dass die Immissionsbelastung nicht nur von der Quelledichte, sondern auch von der Grösse des Quellengebietes abhängig ist. In Anbetracht dieser Sachlage drängt sich eine weitergehende Senkung des Schwefelgehaltes auf.



SO₂-Konzentration und Siedlungsgrösse
(T.T. Müller, Diss. ETH 1969)

Abb. 4

Emissionskataster nur für einen einzelnen Luftfremdstoff zu erstellen. Vielmehr müssen alle mit vertretbarem Aufwand erfassbaren Stoffe einbezogen werden.

Schlussfolgerungen

Im vorstehenden wurden verschiedene Probleme allgemeiner und konzeptioneller Art auf dem Gebiet der Luftreinhaltung dargestellt. Damit ist eine grosse Zahl von Teilproblemen naturwissenschaftlicher, technologischer und planerisch-organisatorischer Art nicht behandelt worden. Diese Teilprobleme sind aber weitgehend bekannt und können wie folgt kurz zusammengefasst werden:

- Die Kenntnisse über die Auswirkungen von Luftfremdstoffen auf Mensch, Tier und Pflanze sind rudimentär.
- Die Kenntnisse über die Quellen der Luftverschmutzung und insbesondere über die Art und Menge emittierter Luftfremdstoffe sind ungenügend, und zwar trotz der immer wieder genannten zahlenmässigen Anteile verschiedener Quellengruppen.
- Die Zusammenhänge zwischen Emission und Immission sind nur teilweise bekannt und erfordern neue Ausbreitungsmodelle sowie deren Verifizierung.
- Ueber die wirtschaftlichen Konsequenzen von Emissionsbegrenzungen unter Anwendung strengerer Massstäbe liegen heute nur wenig Erfahrungen vor.

Umweltschutz und Raumplanung

Professor Dr. Hans Leibundgut, Zürich

- Die heutigen Technologien der einzelnen Quellengruppen sind vielfach unvollkommen und verbesserungsbedürftig. Diese Aussage betrifft nicht etwa nur Verfahren zur Reinigung von Abgasen, sondern in ganz besonderem Mass viele Prozesse zur Verarbeitung von Rohstoffen, zur Herstellung von Produkten, wie auch zur Beseitigung von Abfallstoffen.
- Es bestehen noch entscheidende Erkenntnislücken hinsichtlich planerischer Aspekte der Luftreinhalte-massnahmen. Eine reibungslose Integration der Aspekte der Luftreinhaltung in diejenigen der Raumplanung ist deshalb nicht ohne weiteres gewährleistet.
- Die Behandlung der vielen offenen Fragen auf dem Gebiet der Luftreinhaltung erfordert schliesslich eine wesentlich grössere Zahl von Fachleuten. Die Probleme der Luftreinhaltung sind derart vielfältig und komplex, dass eine langjährige Erfahrung notwendig ist. Diesem Umstand sollte in der Ausbildung dringendst Rechnung getragen werden.

Es wäre zweifellos möglich, all diese Teilprobleme einzeln zu behandeln und vielleicht auch zu lösen. In Anbetracht der Tatsache, dass Umweltschutz stets mit begrenzteren Mitteln betrieben werden muss als etwa die Entwicklung und Herstellung von neuen Produktionsgütern, ist es unerlässlich, die zur Verfügung stehenden Mittel optimal auszunützen. Dies bedingt, dass die hängigen Probleme zielstrebig gelöst werden.

Eine der wohl wichtigsten Voraussetzungen hiezu ist aber, dass die notwendigen Massnahmen auf einem einheitlichen Konzept aufbauen. Nur so dürfte der Erfolg aller Massnahmen auch mittel- und langfristig gewährleistet sein.

Literatur

- [1] Dreyhaupt, J., Luftreinhaltung als Faktor der Stadt- und Regionalplanung (Verlag ZUeV, Rheinland GmbH, 1971).
- [2] Danielson, J. A., Air Pollution Engineering Manual, U.S. Department of Health, Education and Welfare, 1967.

Umweltschutz und Raumplanung sind zwei heute allgemein überaus populäre Begriffe, wobei sie immerhin vielfach eher aus Opportunismus als aus der Ueberzeugung ihrer Dringlichkeit verwendet werden. Namentlich der Umweltschutz wird mit Vorliebe immer dort als Schild vorgeschoben, wo es gilt, irgendein technisches Vorhaben zu bekämpfen. Die oft beinahe magische Wirkung dieses zumeist wenig klaren Begriffs beruht darauf, dass sich immer breitere Bevölkerungsschichten der Gefahren bewusst werden, die die Fortschritte der Technik mit sich gebracht haben. Ueberall ist ein deutliches Unbehagen über die Zwiespältigkeit des technischen Fortschritts erkennbar, dem wir nicht allein unermessliche Gaben und unseren Wohlstand zu verdanken haben, sondern auch eine zunehmende Selbstgefährdung der Menschen zur Last legen müssen. Einerseits ist die Lebenserwartung stark gestiegen, andererseits beängstigen uns Kreislauf- und Herzkrankheiten, Krebsgefahr, immer häufiger auftretende nervöse und psychische Leiden, drohender Wassermangel, Luftverschmutzung, Lärm und die Zunahme schädlicher Stoffe in unseren Nahrungsmitteln. Wenn wir der ernstgemeinten oder der reklamehaften Forderung nach vermehrtem Umweltschutz auf den Grund gehen, dann stellen wir fest, dass es sich bei der Sorge oder beim blossen Hervorheben einer Umweltgefährdung zumeist um die eben genannten Einzelfragen handelt. Jedenfalls aber sind es ausnahmslos die «ändern», die Umweltschäden verursachen. Diese Verhaltensweise ist auch leicht erklärbar, weil aus dem weiten Problemkreis gewöhnlich nur Einzelfragen herausgegriffen und durch Spezialisten dargestellt werden, durch Soziologen, Mediziner, Ernährungsfachleute, Naturwissenschaftler verschiedener Richtungen oder Vertreter technischer Wissenschaften. Diese isolierte Darstellung beruht darauf, dass das Wissen über die Umweltgefahren trotz breiter Lücken bereits einen Umfang angenommen hat, der es einem einzelnen ernsthaften Wissenschaftler nicht mehr erlaubt, ihn gesamthaft zu überblicken. Man wird sich daher zu Recht fragen, wieso sich ausgerechnet ein Forstwissenschaftler zutraut, dennoch über diesen Fragenkomplex zu sprechen.

Auf keinem der erwähnten Gebiete bin ich Fachmann, geschweige denn Spezialist. Mein eigenes, in seinen äusseren Dimensionen eng erscheinendes Fachgebiet — die Waldkunde und der Waldbau — zeichnet sich einzig dadurch aus, dass es sich mit einem räumlich sehr ausgedehnten und komplizierten Oekosystem — dem Wald als Lebensgemeinschaft — zu befassen hat und dass in diesem Fachbereich Planungsprobleme in zeitlich aussergewöhnlich weiter Sicht eine wesentliche Rolle spielen. Unter diesem Gesichtswinkel und in dieser Sicht vermag ich vielleicht doch auf Zusammenhänge und Fragen hinzuweisen, die für Umweltprobleme wohl allgemein gelten. Ich spreche somit nicht über Fragen, die heute in jeder Tageszeitung behandelt werden, und nicht über Lösungen, die technische Spezialkenntnisse voraussetzen, sondern über grundsätzliche Ueberlegungen und über Zusammenhänge von Umweltschutz und Raumplanung.

Das Ziel der Umweltpflege und des Umweltschutzes besteht vor allem darin, den Menschen einen gesunden und menschenwürdigen Lebensraum zu erhalten oder zu schaffen. Dieses Ziel ist nur erreichbar, wenn es uns gelingt, die Nutzung und Veränderung der Natur zukünftig vermehrt unter Kontrolle zu bringen und sinnvoll zu lenken. Damit ist bereits auch gesagt, dass Umweltpflege und Raumplanung aufs engste miteinander verbunden sein sollten.

Die Forderung nach einer sinnvollen Beanspruchung und vernünftigen Belastung unserer Umwelt bezieht sich nicht allein auf die Nutzung der Rohstoffe und die während langer Zeit vermeintlich unbeschränkt zur Verfügung stehenden und daher frei benützbaren Naturgüter wie Luft und Wasser, sondern auf unsere ganze Umwelt.

Dabei umfasst der Begriff «Umwelt» sowohl den gesamten Lebensraum mit sämtlichen Lebensbedingungen als auch das gesamte Leben in diesem Raum. «Umwelt» bedeutet somit nicht bloss die «Welt um uns herum», sondern die Welt, in der wir leben und zu der auch wir gehören. Lebensraum, Le-

¹ Vortrag im Vortragszyklus des Bundespersonals über Zukunftsperspektiven, 1972.