

Zur Problematik lufthygienischer Belastungsgebiete

Autor(en): **Furger, Markus**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Wasser Energie Luft = Eau énergie air = Acqua energia aria**

Band (Jahr): **77 (1985)**

Heft 7-8

PDF erstellt am: **12.07.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-940948>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.

Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.

Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

Zur Problematik lufthygienischer Belastungsgebiete

Markus Furger

Als Mitte Januar 1985 im Ruhrgebiet die Luftschadstoffkonzentrationen infolge der langanhaltenden Inversionslage erheblich zunahmen, wurde aufgrund der neuen Smog-Verordnung (die ausgerechnet auf diesen Zeitpunkt in Kraft trat) Smog-Alarm gegeben. Dieser galt für eines der am stärksten mit Luftschadstoffen belasteten Gebiete in der BRD. Als Bestandteil des Alarmsystems für lufthygienische Gefahrensituationen führte dies zu Massnahmen, die sich auf die ganze Bevölkerung des Belastungsgebietes auswirkten. So verbietet die Alarmstufe III, die zugleich die höchste ist und am 18. Januar ausgerufen wurde, jeglichen Fahrzeugverkehr. Sie schränkt auch die Produktion bei stark emittierenden Betrieben ein, teilweise gar bis zum Produktionsstopp. Solche einschneidenden Massnahmen sind in Deutschland aufgrund des Bundesimmissionschutzgesetzes möglich.

In der Schweiz liegen die Dinge anders. Das Umweltschutzgesetz (USG), das seit dem 1. Januar 1985 in Kraft ist, sowie der Entwurf zur Luftreinhalte-Verordnung (LRV) sehen keinen Smog-Alarm vor. Dem Begriff «Belastungsgebiet» wird aber in der LRV ein zentraler Platz zugewiesen. Für solche Gebiete sind besondere Massnahmen zur Verminderung der hohen Schadstoffbelastung vorgesehen.

Die sich bei der Ausscheidung von lufthygienischen Belastungsgebieten ergebenden Probleme sind Gegenstand der folgenden Betrachtungen:

Zum Begriff «Belastungsgebiet»

Definition von Belastungsgebieten

Im Entwurf der LRV vom Mai 1984 sind Belastungsgebiete definiert als «Gebiete, in denen schädliche oder lästige Immissionen auftreten, die von mehreren Anlagen verursacht werden, insbesondere Gebiete, in denen Immissionsgrenzwerte... weiträumig überschritten werden» (Art. 2).

Als klar definiertes, quantitatives Beurteilungskriterium für Belastungsgebiete werden die Immissionsgrenzwerte für die wichtigsten Schadstoffe festgelegt (LRV, Anhang 7). Als wichtigste Schadstoffe gelten: Schwefeldioxid (SO₂), Stickstoffdioxid (NO₂), Chlorwasserstoff (HCl) sowie die Schwermetalle Blei (Pb), Cadmium (Cd), Zink (Zn) und Thallium (Tl). Für diese liegen Langzeitgrenzwerte und zum Teil Kurzzeitgrenzwerte vor. Daneben sind noch Ozon (O₃) und Kohlenmonoxid (CO) mit Kurzzeitgrenzwerten von Bedeutung. Die Langzeitgrenzwerte gelten für den Zeitraum eines Jahres (Jahresmittelwert), die Kurzzeitgrenzwerte beziehen sich auf Zeitintervalle zwischen 30 Minuten (½ h-Mittelwerte) und einem Tag (24 h-Mittelwerte).

Die Grenzwerte legen Schranken fest, deren Überschreitung mit Gefahren für die Gesundheit von Menschen, Tieren und Pflanzen verbunden ist (USG, Art. 13, 14).

Zweck von Belastungsgebieten

Die Luftschadstoffe sind nicht homogen über die Schweiz verteilt. Ihre Konzentrationen zeigen starke örtliche und zeitliche Schwankungen. Städte wie Zürich oder Lugano zeigen beispielsweise SO₂-Konzentrationen, die im Jahresmittel vier- bis sechsmal über den Werten von Payerne liegen [1].

Beachtet man den Jahresgang der Konzentration dieses Schadstoffes (Tabelle 1), so stellt man fest, dass dicht besiedelte Gebiete eindeutig eine stärkere Schwankung der

Konzentrationen aufweisen als dünn besiedelte, ländliche Gebiete. Lugano meldete 1983 Monatsmittelwerte von 145 µg/m³ (Januar) und 9 µg/m³ (August), während Payerne 24 µg/m³ (Februar) und 2 µg/m³ (Mai, Juni, August, September) als grösste und kleinste Monatsmittelwerte verzeichnete (Bild 1). Für andere Luftbeimengungen wie Ozon oder Stickoxide liegen natürlich andere Verhältnisse vor, da diese Emissionen räumlich und zeitlich anders verteilt sind.

Für eine Verbesserung der Luftqualität sind deshalb – die Beispiele illustrieren das – unterschiedliche Massnahmen zu treffen. In Gebieten mit hoher Schadstoffbelastung ist ein Vorgehen zu wählen, das möglichst bald eine Reduktion der Emissionen und Immissionen bringt, während in wenig belasteten Gebieten eine gemächlichere Gangart in diese Richtung eingeschlagen werden kann. Aus diesem Grund ist es zweckmässig, zwischen stärker und weniger stark belasteten Gebieten zu unterscheiden und jeweils separate Strategien zur Bekämpfung der Luftverschmutzung zu erarbeiten. Dieses Vorgehen bietet mehrere Vorteile:

- Es ermöglicht eine Konzentration der Mittel zur Überwachung der Luftqualität dort, wo sie am notwendigsten sind, und bringt so erhebliche finanzielle Einsparungen.

- Es erlaubt eine Unterscheidung zwischen teuren Sofortmassnahmen (wie zum Beispiel Produktionseinschränkungen bei stark emittierenden Betrieben in kritischen Wetterlagen oder Filtereinbau) einerseits und längerfristigen Strategien zur Emissionsminderung (wie die Einführung neuer Produktionstechnologien) andererseits.

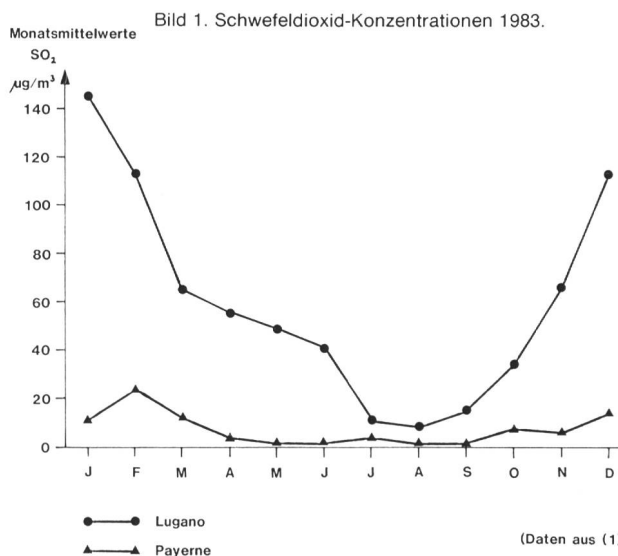
- Es bietet die Möglichkeit, Gebiete juristisch und sachlich abzugrenzen, wo gezielte Sondermassnahmen (wie Smog-Alarm) angeordnet werden können, die in anderen Gebieten völlig verfehlt wären.

Rechtliches

Die oben erwähnte Definition von Belastungsgebieten bringt in dieser allgemeinen Form aber noch nicht viel. Sie muss erheblich konkreter gefasst werden, damit sie ihren Zweck nicht verfehlt. Da die Kantone mit der Ausführung

Tabelle 1. SO₂-Jahresmittelwerte für die Nabel-Stationen Zürich, Lugano und Payerne (aus [1]).

	1981	1982	1983
Zürich	43	49	48 µg/m ³
Lugano	60	62	60 µg/m ³
Payerne	12	9	8 µg/m ³



des Gesetzes betraut werden, drängt sich eine präzise Formulierung der Kriterien auf, nach denen Belastungsgebiete ausgeschieden werden können. Zur Gewährleistung der Rechtssicherheit müssen quantitative Kriterien angegeben werden. Die bereits erwähnten Immissionsgrenzwerte sind ein solches Kriterium. Grenzwerte für Kombinationen von Schadstoffen, wie sie in der Bundesrepublik Deutschland Verwendung finden, fehlen bis jetzt in der schweizerischen Gesetzgebung. Sie wären aber wichtig im Hinblick auf die Erfassung von Synergismen, das heisst Wirkungsverstärkungen von Schadstoffen, die miteinander auftreten und so grössere Schäden anrichten als jeder Schadstoff für sich allein.

Daneben müssen auch die Methoden festgelegt werden, nach welchen die Immissionen bestimmt werden, damit die Resultate untereinander vergleichbar sind und Manipulationen durch eine geschickte Wahl von Parametern in den Berechnungen oder Messverfahren ausgeschlossen bleiben. Hier ist allerdings genügend Spielraum zu schaffen für zukünftige Verbesserungen und Anpassungen. Auf die Methoden wird noch näher einzugehen sein.

Sachliche Grundlagen

Bevor Belastungsgebiete ausgeschieden werden können, muss der Ist-Zustand bezüglich Luftimmissionen genügend bekannt sein. Zu diesem Zweck müssen Kataster erstellt und nachgeführt werden, die Auskunft geben über Immissionskonzentrationen, Schäden an Menschen, Tieren, Pflanzen und Sachwerten (vgl. Waldschadenkataster), Geruchsbelastungen usw. Sie ermöglichen Aussagen über die räumliche Verteilung schädlicher Luftbeimengungen.

Gemäss LRV-Entwurf sind Immissionskataster durch die Kantone zu erstellen (Art. 29).

Die Verknüpfung zwischen Immission und Schaden wird durch das Wirkungskataster und die Ursachenanalyse beschrieben. Dies ist mit einem erheblichen Aufwand verbunden, weil der Zusammenhang zwischen Luftschadstoffen und Schadenssymptomen heute noch nicht überall genügend bekannt ist. (Dies verunmöglicht auch eine sichere Beweisführung zum Beispiel bei den Ursachen des Waldsterbens.)

Methoden zur Bestimmung der Schadstoffbelastung

Die aktuelle Immissionssituation bildet die Grundlage bei der Beurteilung und Ausscheidung von Belastungsgebieten. Das Immissionskataster ist das letzte Glied in der Kette *Emission* → *Transformation* → *Immission* (Bild 2).

Damit das Ausscheidungsverfahren sachlich korrekt durchgeführt werden kann, ist eine detaillierte und zuverlässige Erstellung des Immissionskatasters Voraussetzung. Im folgenden werden Methoden aufgezeigt, wie solche Kataster erstellt werden können.

Immissionsmessungen

Immissionsmessungen sind auf den ersten Blick am leichtesten zu verstehen: Die Schadstoffkonzentrationen werden mit Messgeräten bestimmt und anschliessend statistisch und graphisch ausgewertet [3]. Trotzdem ergeben sich dabei zum Teil beträchtliche Schwierigkeiten.

Als gewichtigster Nachteil sind die hohen Kosten zu nennen, die für Messgeräte und Wartungspersonal aufzubringen sind. Um hinreichend flächendeckende Aussagen machen zu können, wäre ein sehr dichtes Messnetz notwendig. Für Ballungsräume sind Maschenweiten von weniger als 1 km erforderlich, um lokale Konzentrationsunterschiede, die sich auf einzelne Emittenten zurückführen lassen, überhaupt erfassen zu können. (Hier ist zu beachten,

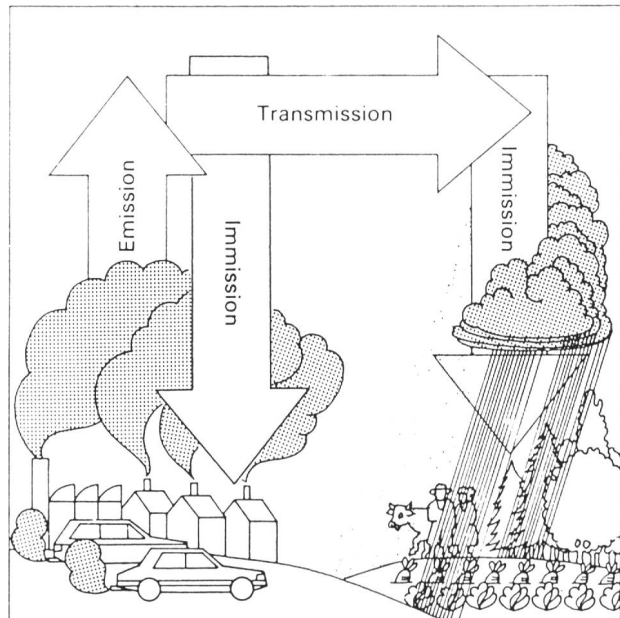


Bild 2. Die Wirkungskette Emission – Transmission – Immission (nach [5]).

dass im Normalfall, das heisst ohne Hochkamine, die grössten Immissionen in der näheren Umgebung der Emittenten zu beobachten sind.)

Die zeitliche Auflösung kann nur durch eine kontinuierliche Messung maximiert werden. Diese ist teuer, da die Messgeräte dauernd betreut werden müssen. Um die Kosten zu senken, werden heute im allgemeinen mobile Stationen während festgelegten Zeitspannen eingesetzt. Dabei ist man bestrebt, Lücken in den Messdaten mit statistischen Verfahren zu ergänzen, was aber neue Probleme mit der Aussagekraft der Ergebnisse mit sich bringt.

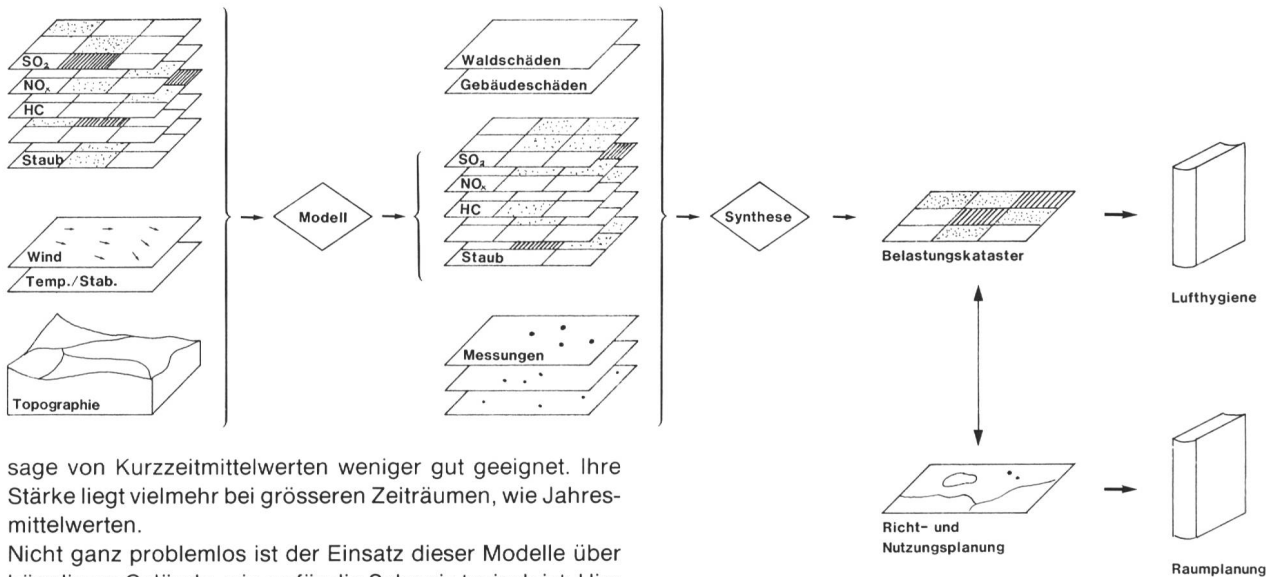
Der Nachteil der herkömmlichen Messverfahren nämlich, dass sie nur punktuelle Aussagen liefern, dürfte bald durch moderne Techniken wie Lidar und ähnliche Verfahren beseitigt werden. (Lidar ist eine Technik zur Beobachtung der Atmosphäre, die Laserenergie in der Art des Radars verwendet.) Mit diesen Methoden können auch flächendeckende Aussagen gewonnen werden. Damit ist die Gefahr, dass kritische Gebiete nicht beachtet werden, verringert.

Modellrechnungen

Eine billigere, flächendeckende Methode zur Erstellung eines Immissionskatasters bieten mathematische Ausbreitungsmodelle. Diese Modelle ermöglichen ein Abschätzen der Immissionskonzentrationen, wenn die Emissionen, die Transmissionsparameter wie die meteorologischen Verhältnisse (Wind, Temperaturschichtung usw.) und die Topographie bekannt sind. Im Gegensatz zu den (immissionsseitigen) Messungen liegt hier das Schwergewicht auf der Seite der Emissionen. Je genauer die Emissionssituation bekannt ist, desto präzisere Aussagen bezüglich Immissionen sind möglich.

Zwei Typen von Modellen sind zu unterscheiden: Neben den numerischen Modellen, welche die hydrodynamischen Gleichungen integrieren und deshalb enorme Anforderungen an die Rechenanlage stellen (und somit hohe Kosten verursachen), werden heute erfolgreich empirisch-statistische Modellansätze verwendet, die schon auf Mikrocomputern einsetzbar sind [4]. Es sind dies Gauss-Modelle, die heute in vielen Ländern bei der Überwachung der Luftqualität im operationellen Einsatz stehen.

Da die meteorologischen Verhältnisse nur beschränkt in die Berechnungen einfließen, sind die Modelle für die Vorher-



sage von Kurzzeitmittelwerten weniger gut geeignet. Ihre Stärke liegt vielmehr bei grösseren Zeiträumen, wie Jahresmittelwerten.

Nicht ganz problemlos ist der Einsatz dieser Modelle über hügeligem Gelände, wie es für die Schweiz typisch ist. Hier bilden sich nämlich komplexe lokale Windsysteme aus, die mit den einfachen Modellannahmen nicht erfasst werden können. Der Vorteil dieser Modelle ist aber, dass sie relativ niedrige Kosten verursachen und dass sie flächendeckende Aussagen liefern.

Schadeninventar und Wirkungskataster

Die Erstellung eines Immissionskatasters reicht noch nicht aus für eine vollständige Erfassung aller Belastungsgebiete, da mit Messungen und Modellrechnungen jeweils nur die wichtigsten Schadstoffe erfasst werden können. Als Ergänzung sollte ein Inventar auftretender Schädigungen an Menschen, Pflanzen, Tieren und Sachen aufgenommen werden. Damit können auch Gebiete ausgeschieden werden, in denen Schäden auftreten, ohne dass dort die Immissionsgrenzwerte überschritten werden. Zur Illustration sei hier das Sanasilva-Waldschadeninventar erwähnt, das gegenwärtig in der Schweiz erstellt wird. Epidemiologische Untersuchungen von Atemwegserkrankungen sowie Flechtenerhebungen, wie sie verschiedentlich vorgenommen worden sind, können weitere Auskünfte über die lufthygienische Situation geben.

Für die kausale Verknüpfung von Immissionen und Schäden sind detaillierte Untersuchungen der Wirkungen von Luftschadstoffen auf die Umwelt erforderlich. Heute wird in dieser Richtung intensiv geforscht.

Die Synthese: Belastungskataster

Jede einzelne der oben aufgeführten Methoden führt zu brauchbaren Aussagen über die Schadstoffbelastung in einzelnen Gebieten. Dennoch bringt erst die Synthese aller Verfahren die notwendige Feinheit, welche die Grundlage für eine sachlich korrekte Ausscheidung von lufthygienischen Belastungsgebieten bildet. Die Komplexität der Prozesse in der Kette

Emission → Transmission/Transformation → Immission/Deposition → Wirkung

kann nicht mit einem einzigen Verfahren vollständig erfasst werden.

Eine Kombination der Ergebnisse der einzelnen Methoden führt zu einem *Belastungskataster*, welches die zweckmässige Bestimmung der Belastungsgebiete allenfalls in verschiedenen Klassen ermöglicht und als Grundlage bzw. In-

formationssystem für Massnahmen dient. Wie weiter oben erwähnt, dienen die Immissionsgrenzwerte als Beurteilungskriterien für die Schädlichkeit der Immissionen. Sie werden durch Experimente ermittelt und so festgelegt, dass eine Beeinträchtigung von Menschen, Tieren und Pflanzen nicht zu erwarten ist. Wichtig ist dabei die Unterscheidung zwischen Kurz- und Langzeitgrenzwert, wie sie in der LRV gemacht wird. Experimente zeigen nämlich, dass beispielsweise Pflanzen auf kurzzeitig hohe Belastungen anders reagieren als auf länger einwirkende mässige Belastungen. Daneben könnte eine kurzzeitige hohe Emissionskonzentration Schäden herbeiführen, ohne dass sie im Jahresmittel den Grenzwert überschreitet (zum Beispiel Halbstundenmittelwert, Jahresmittelwert). Diese Tatsache und die Verschiedenartigkeit der Ermittlungsmethoden für die Immissionen legen den Schluss nahe, dass eine feinere Differenzierung der Belastungsgrade zum Beispiel in «unbelastet – mässig belastet – stark belastet» zweckmässiger ist als die Einteilung «unter dem Grenzwert – über dem Grenzwert».

Je nach Belastungsintensität ist dann die Dringlichkeit von Sanierungsmassnahmen festzulegen.

Das Ausscheiden von Belastungsgebieten

Im USG ist die Kompetenzverteilung zwischen Bund und Kantonen geregelt. Während der Bund für die Festlegung der Immissionsgrenzwerte verantwortlich ist, obliegt es den Kantonen, ihre Belastungsgebiete zu bestimmen. Dies ist keine leichte Aufgabe, werden doch öffentliche und private Interessen tangiert, die nicht die gleichen Ziele verfolgen. Das Umsetzen der Gesetze in konkrete Massnahmen und das Durchsetzen dieser Massnahmen zur Sanierung von Belastungsgebieten wird also Interessenkonflikte bringen, die nur auf der Basis von sicheren Entscheidungsgrundlagen (= Belastungskataster) und nur mit einem unter klaren Prioritäten stattfindenden Entscheidungsverfahren (= politischer Prozess) bewältigt werden können. In diesen Interessenkonflikten sind zwei Aspekte von besonderer Bedeutung:

Wirtschaftliche Aspekte

Eine gezielte Luftreinhaltepolitik kann nicht ohne wirtschaftliche Auswirkungen bleiben. Betriebssanierungen, sei es durch Einbau von Filteranlagen oder durch Umstei-



Bild 4. Alte Karbidfabrik Burgfluh, Simmental (Photo H. Wanner).

gen auf andere Produktionsprozesse, sind immer mit Kosten verbunden, die sich auf die Preise der Produkte auswirken.

Niedrige Immissionsgrenzwerte erfordern höhere Investitionen zur Emissionsverminderung. Produktionsbeschränkungen, wie sie während des Smog-Alarms im Ruhrgebiet verfügt wurden, illustrieren deutlich, dass die Deklaration eines Gebietes zum Belastungsgebiet einschneidende wirtschaftliche Folgen haben kann.

Auch der Einzelne wird direkt betroffen, indem in Belastungsgebieten Beschränkungen des Privatverkehrs oder des Heizölverbrauchs (maximale Raumtemperatur) angeordnet werden können.

Politische Aspekte

Lufthygienische Probleme führen immer auch zu politischen Auseinandersetzungen, da verschiedenste Interessen und divergierende Auffassungen betroffen sind. Dies führt zu Konfliktsituationen, die nur in einem politischen Prozess bereinigt werden können.

Wenn zum Beispiel eine Region, die die Entwicklung des Tourismus stark fördern will, plötzlich aufgrund von Umweltschäden zum Belastungsgebiet erklärt werden muss, wird sie bis zur Sanierung nicht nur für Touristen an Anziehungskraft verlieren, es zeigen sich auch Auswirkungen auf die regionalpolitischen Verhältnisse.

Vorsorgliche und flankierende Massnahmen

Im Rahmen der Richtplanung können solche Konflikte zum Teil im voraus erkannt und entsprechende Massnahmen ergriffen werden. Grundlage hierfür bildet das Bundesgesetz über die Raumplanung (RPG) vom 22. Juni 1979, wo es heisst: «Sie (Bund, Kantone und Gemeinden) unterstützen mit Massnahmen der Raumplanung insbesondere die Bestrebungen,

- a) die natürlichen Lebensgrundlagen wie Boden, Luft, Wasser, Wald und Landschaft zu schützen;
 - b) wohnliche Siedlungen und die räumlichen Voraussetzungen für die Wirtschaft zu schaffen (...)
- (Art. 1, Abs. 2).

Der Einbezug von Belastungsgebieten gemäss LRV in die Richt- und Nutzungsplanung gemäss RPG dürfte daher unumgänglich sein, sollen sich die verschiedenen raumrelevanten Massnahmen optimal im Sinne der Erhaltung unseres Lebensraumes koordinieren lassen.

Durch eine dezentrale Struktur der Industrie- und Siedlungsgebiete können Ballungsräume schon erheblich entlastet werden. Eine Förderung des öffentlichen Verkehrs bringt eine Reduktion des privaten Verkehrs und damit eine

Verminderung der Umweltbelastung durch Abgase, Blei und Lärm.

Auch hier sind bei der Umsetzung der Vorschriften letztlich wieder wirtschaftliche Interessen tangiert, wobei aber grundsätzliche Aspekte wie Verminderung von Atemwegserkrankungen und soziale Aspekte wie der Wunsch nach wohnlichen Städten oder ungestörten Erholungsgebieten vermehrt Gewicht erhalten.

Zusammenfassung und Ausblick

Die aufgezeigten Interessenkonflikte illustrieren, dass mit Auseinandersetzungen bei der Ausscheidung von Belastungsgebieten zu rechnen ist. Trotzdem ist es angesichts der heutigen Situation unumgänglich, zielstrebige Schritte in diese Richtung zu unternehmen.

Die LRV sollte – sobald sie in Kraft gesetzt wird – die rechtlichen Grundlagen bieten für eine Strategie zur Verminderung der Luftbelastung. Sie wird von den Kantonen verlangen, Belastungsgebiete auszuscheiden und Massnahmen zu deren Sanierung zu treffen und ihre Durchführung zu überwachen. Zweckmässige Instrumentarien (Rechenprogramme, Datenbanken) stehen in einfacher Form zur Verfügung oder werden im Hinblick auf die LRV, unter Einbezug der neuesten Hilfsmittel (Telekommunikation, Personal Computer) überarbeitet und ergänzt. Die damit gewonnenen Erkenntnisse (Belastungskataster) müssen einen politischen Entscheidungsprozess unterstützen, in welchem auseinanderstrebende Interessen (zum Beispiel Umweltschutz kontra individuelle Mobilität) gegeneinander abzuwägen sind. Die Entscheide müssen Massnahmen zur Folge haben, die zu einer geringeren Belastung von Mensch und Umwelt führen. Dabei ist immer auch eine grösserräumige Zusammenarbeit auf interkantonaler und internationaler Ebene anzustreben, um auch der grenzüberschreitenden Dimension der Luftverschmutzung Rechnung zu tragen.

Bisher konnten wirtschaftliche Argumente meistens besser untermauert werden als Argumente für den Umweltschutz. Sobald aber die lufthygienische Situation in all ihren Dimensionen – inklusive in ihren Auswirkungen auf die menschliche Gesundheit – bekannt ist, werden neue Gesichtspunkte in die Diskussion einfließen. Damit kann eine differenziertere Bewertung von Entscheidungsgrundlagen zu neuen Planungsentscheiden führen.

Literatur

- [1] Bundesamt für Umweltschutz, Bern 1984: «Luftbelastung 1983. Messresultate des Nationalen Beobachtungsnetzes für Luftfremdstoffe (Nabel)»
- [2] Amt für technische Anlagen und Lufthygiene, Zürich 1983: «Luftreinhaltung im Kanton Zürich»
- [3] WHO, Genf 1980: «Analysing and Interpreting Air Monitoring Data»
- [4] Sigmoplan, Bern 1985: Systementwurf und Realisierungsprogramm für ein Ausbreitungsmodell auf einem Personal Computer. (Internes Arbeitspapier)
- [5] Bundesamt für Umweltschutz, Bern 1984: «Waldsterben und Luftverschmutzung. 1. Teilbericht»
- [6] WHO Regional Office for Europe, Copenhagen 1976: «Manual on Urban Air Quality Management»
- [7] Eidg. Departement des Innern, Bern 1984: «Luftreinhaltung-Verordnung (LRV). Entwurf»

Adresse des Verfassers: Markus Furger, Sigmoplan AG für Raumplanung, Umweltplanung, Verkehrsplanung, Zähringerstrasse 61, CH-3012 Bern.