

Aus der Bezirks-Hygieneinspektion und -institut Magdeburg
Abteilung Lufthygiene und Referenzlaboratorium
Reinhaltung der Luft der DDR
(Bezirkshygieniker und Direktor: MR Dr. med. B. Thriene)

Lufthygienische Wirkungskataster

Von **Johannes Richter** und **Claus-Jürgen Schulz**

Mit 2 Abbildungen und 1 Tabelle

(Eingegangen am 1. September 1983)

1. Einleitung

Der industrielle Aufschwung der letzten 30 Jahre führte zu einer Verdopplung der Schwefeldioxidemission bei gleichzeitigem Anstieg anderer Schadstoffe in Europa. Die Auswirkungen zeigen sich trotz administrativer und ökonomischer Anstrengungen in Form von gesundheitlichen Beeinträchtigungen sowie von Pflanzen- und Materialschäden. Die Einhaltung lufthygienischer Grenzwerte, die im wesentlichen der Erhaltung der Gesundheit der Menschen dienen, schützt die Gesellschaft noch nicht vor Verlusten, da beispielsweise Pflanzen gegenüber Immissionen wesentlich empfindlicher als der Mensch reagieren können.

Wie bei anderen Prozessen können auch für lufthygienische Planungs- und Leitungsvorgänge Kataster eingesetzt werden. Diese beinhalten meist eine flächenmäßige Darstellung und in der Regel eine im Rasterystem aufgebaute Beschreibung eines Territoriums. Man unterscheidet Emissions-, Immissions- und Wirkungskataster, die entsprechend ihrer Aufgabe die Ermittlen von Luftschadstoffen mit ihren Emissionen, die Qualität der Luft anhand von Immissionskenngrößen und deren Auswirkung auf die verschiedensten Objekte erfassen.

Die vorliegende Arbeit wertet die Literatur im Hinblick auf Untersuchungen aus, bei denen ein eindeutiger Bezug zwischen Wirkungen und Luftschadstoffen vorhanden ist, die in ihrer Aussage Rückschlüsse auf größere Territorien zulassen und die möglichst durch Karten bzw. Kataster erfaßt werden. Aufgaben, Inhalt, Methodik und Probleme von Wirkungskatastern werden erläutert.

2. Analyse der Wirkungskataster

Die in der Literatur beschriebenen und erwähnenswerten Wirkungskataster sind in Tabelle 1 mit einer Kurzcharakteristik erfaßt. Die dargestellten Kataster beziehen sich in der Regel nur auf lufthygienisch besonders belastete Gebiete. Die Erhebungen der Wirkungen erfolgen mit einem großen Aufwand an Untersuchungen und bedingen in dieser Form entsprechende Kapazitäten. Aus der ausgewerteten Literatur leiten sich folgende unterschiedliche Merkmale bzw. Methoden beim Aufbau der Kataster ab:

- Erfasste Territorien: Stadtgebiete bzw. Emittentennähe ($< 150 \text{ km}^2$)
oder großflächige Gebiete mit Industrieeinfluß ($> 300 \text{ km}^2$)
- Kartendarstellung: mit oder ohne Raster
- Meßgröße: Bioindikator, Material, Sorptionslösung
oder epidemiologische Untersuchung
- Erfassung erfolgt: einmalig oder laufend
durch Mengen und Zustände

durch in der Umgebung vorhandenes oder speziell
vorbereitetes und standardisiertes Material
schadstoffkomponentenspezifisch oder -unspezifisch

Vom Inhalt her werden räumlich und zeitlich die Primär- und Sekundärwirkungen von Luftschadstoffen auf die Umwelt des Menschen erfaßt und dargestellt. Besonders geht man auf solche Faktoren ein, die bestimmte Toleranzwerte überschritten haben und damit bereits schädlich wirken. Entsprechend den Erfordernissen sind dabei auch andere Einflüsse wie Klima, Meteorologie, Flächennutzung u. ä. mit berücksichtigt.

In diesem Zusammenhang stellt die Durchführung von Ursachenanalysen ein Problem dar. Während die unmittelbare Ermittlung der Wirkung alle tatsächlichen Einflußfaktoren einschließt, erweist sich das als nachteilig, wenn von der Wirkung auf die Ursache geschlossen werden muß. Trotz der Zusammenhänge zwischen Emission, Immission und Wirkung ist die Durchführung von Ursachenanalysen wegen der Vielzahl von Einflußgrößen (s. Abb. 1) und Verknüpfungsbedingungen äußerst schwierig. Deshalb kann man entsprechende Schlußfolgerungen oft nur durch Analogieschlüsse ziehen.

3. Schlußfolgerungen

Als Aufgaben für einen möglichen Wirkungskataster sind zu nennen:

- Feststellung der Schadwirkungen von Immissionen und deren gesellschaftlicher Bedeutung als Hinweis für mögliche Verbesserungen (Gesetzgebung, Kontrolle) im Umweltschutz,
- Entwicklung von Methoden und Verfahren, mit denen ein Kostenvergleich zwischen Schadwirkungen und Investitionen für Schutzmaßnahmen möglich wird,
- Festlegung vorbeugender oder nachträglicher Maßnahmen zur Sanierung oder Behebung eines Zustandes und deren Rang- und Reihenfolge in Belastungsgebieten durch eine Situationsanalyse,
- Darstellung der Wirkungen von Luftverunreinigungen und deren wirtschaftliche Konsequenzen durch räumliche, bedingt auch zeitliche Entwicklungen mittels schadstoff- und/oder konzentrationsbezogener Wirkungsfaktoren für einen gemessenen oder berechneten Immissionszustand,
- Ableitung von Hinweisen bzw. Aufgaben für Forschungseinrichtungen zur Ermittlung von konkreten Wirkungszusammenhängen bzw. Schadenshöhen,
- Optimierung von Maßnahmen, die großflächige Veränderungen der Immissions-situation hervorrufen können,
- Einflußnahme auf Standort- und Territorialplanung durch Erarbeitung von Regelgrößen,
- Erarbeitung und Festlegung von Wirkungsschwellenwerten für Flächennutzungsarten und Objekte.

Methodisch sollten sinnvollerweise, ausgehend von der Emissions- und Immissions-situation bestimmte territoriale Schwerpunkte innerhalb eines Gebietes festgelegt werden. In den so ermittelten Territorien sind durch allgemeine und dann spezielle Untersuchungen die Wirkungen und deren Ausmaß festzustellen. Mit dieser Vorgehensweise wird die „Treffwahrscheinlichkeit“ für den Nachweis von Dosis-Wirkungsbeziehungen wesentlich erhöht. Das erfordert allerdings eine enge Anlehnung an ein Emissions- und Immissionskataster, da sich diese Kataster (Emission, Immission und Wirkung) möglichst optimal ergänzen sollen. Die Zusammenhänge sind in Abbildung 2 dargestellt.

Tabelle 1. Übersicht zu lufthygienischen Wirkungskatastern

| Nr. | Schadstoff | Wirkungs- objekt | Erfassung/Meßgröße | Darstellung/ Territorium | Bemerkungen | Autor |
|-----|--|--|--|---|--|---|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| 1 | Luftschad- stoffe | Pflanze | Schadzone u. Rauch- schadgebiete in Forst- u. Landwirtschaft | Karte DDR | | (Übersichtskarte 1978) |
| 2 | SO ₂ Luftschad- stoffe | Pflanze | Zuwachs- u. ökonomische Verluste, Schadzonen von Laub- u. Nadelbäumen | Tabelle Dübener Heide | Gesamteinschätzung des Gebietes | (Paucke u. Lux 1982) |
| 3 | Staub | Pflanze | floristischer Nachweis sensitiver Bioindika- toren, Zeigerpflanzen | Punkt- u. Raster- Kartierung Wolfen | | (Weiner 1981) |
| 4 | SO ₂ saure Gase | Material | Korrosionsverlust von unlegiertem Stahl | Verlust-/Zeit, Diagramm, DDR | abhängig von Zeit, Immissionskonzentration Befeuchtung für ausgewählte Orte | (Baumann 1973, 1974) |
| 5 | Schwer- metalle SO ₂ , CO, F, Cl, Geruch | Mensch Pflanzen Material | Geruchsbelästigung, epidemiologische Unter- suchung, Pb-Belastung von Neugeborenen und Müttern Absterberate, Nekrotisierungsgrad standardisierte Graskulturen Korrosionsraten, Immissionsraten durch Absorption/Adsorption Gehalte | 5 Rasternetze Ruhrgebiet | Erfassung in den Netzen etwas unterschiedlich Entwicklung von Erfassungsmethoden Angabe von Referenz-, Grenz- u. Toleranzwerten | (Scholl u. Prinz 1975, 1981 Luftreinhalteplan 1980, Prinz u. Scholl 1978) |
| 6 | Schwer- metalle (Pb, Cd) | Mensch | - medizinische Untersuchung - Fragebogen, soziales Umfeld - Blutbild, Urin | Pb-Emittent bei Goslar | | (Aurand u. Hoffmeister 1980) |

Fortsetzung Tabelle 1

| Nr. | Schadstoff | Wirkungs- objekt | Erfassung/Meßgröße | Darstellung/ Territorium | Bemerkungen | Autor |
|-----|-----------------------------------|--|---|--|---|-----------------------------------|
| 7 | SO ₂ Kfz-Abgas | Pflanze | Wachstum von Krustenflechten | Frankfurt/M. | Stadtgebiet | (Jahns 1982) |
| 8 | SO ₂ | Pflanze | S-Gehalte in Fichtennadeln Blütenabfall | Kartierung: München | Beziehung zur Immission sind möglich | (Baumeister 1979) |
| | Staub, SO ₂ | Pflanze | Gehalte in Fichtennadeln | 16 x 16 km-Raster Ziegeleien Bayern | | |
| 9 | SO ₂ Staub | Pflanze | Leitfähigkeit von Baumborkenextrakten (Fichte) | Raster Graz | Zusammenhang zur Immission, Jahresgang | (Kienzl u. Hertel 1979) |
| 10 | SO ₂ | Pflanze | Extrakte aus Baumborken (Laubbäume) S-Gehalte, H ⁺ -Konzentration, Leitfähigk. | Frankfurt/M. | | (Köhm 1975) |
| 11 | SO ₂ , NO _x | Wasser | pH-Wert | Karte Schweden | Empfindlichkeit von Wassertieren Humusschicht Pflanzenwachstum | (Azidification 1982) |
| | | Boden | pH-Wert | | | |
| 12 | F | Pflanze | Flugbild, Falsch- farbenfotografie | Al-Hütte 4 x 4 bzw. 0,5 x 0,5 km- Raster | Fehlinterpretationen sind möglich; terrestrische Untersuchung von Teil- flächen ist erforderlich | (Krause, Prinz u. Adamek 1980) |
| 13 | Pb, Zn, Cd | Boden Pflanze | Konzentration in Obst und Gemüse | Zink-Hütte b. Goslar/Kartierung | | (Umweltschutz 1979) |
| 14 | Pb, Cd, Cu, Zn, Hg | Pflanzen Boden | } Gehalte | Raster, Hessen | kein Vergleich zur Immission, Angabe von Abstufungen der Gehalte | (Höllwarth u. Rump 1973) |
| 15 | Tl | Mensch Tier Boden Pflanze Wasser | Haar, Urin } Thalliumgehalte | Zementind. Kartierung BRD | belastete Werte und normale Werte sind nicht immer zu unterscheiden | (Umweltbelastung 1980) |

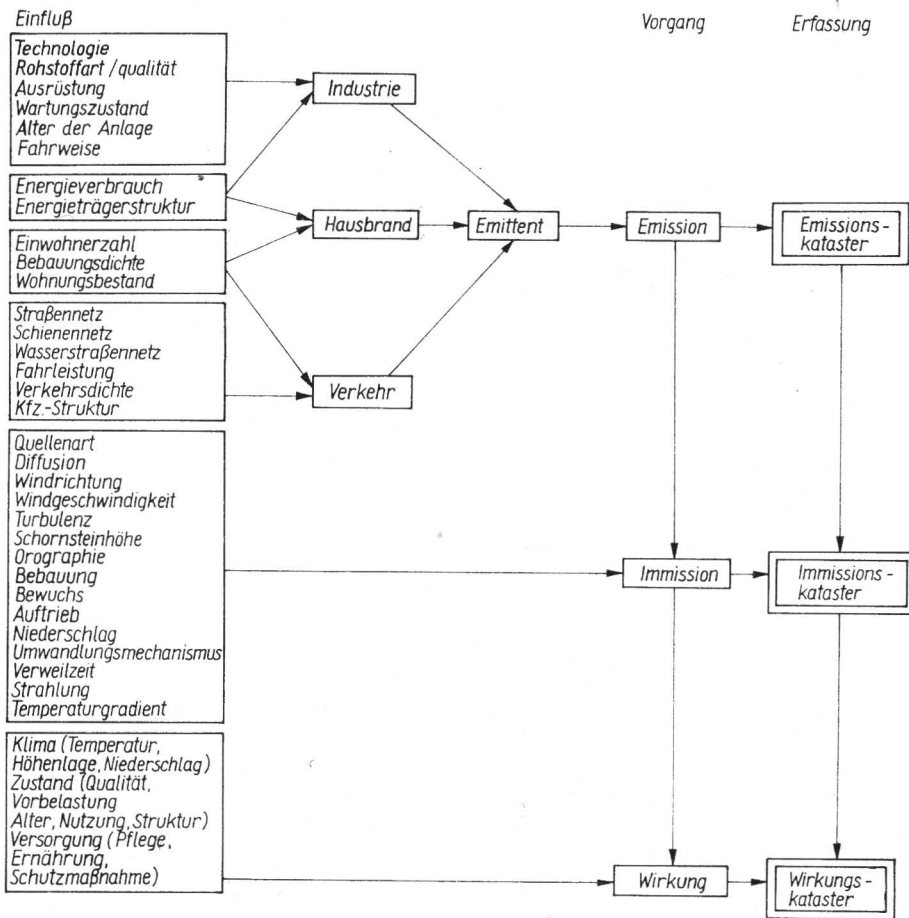


Abb. 1. Einflußgrößen auf Emission, Immission und Wirkung von Luftschadstoffen

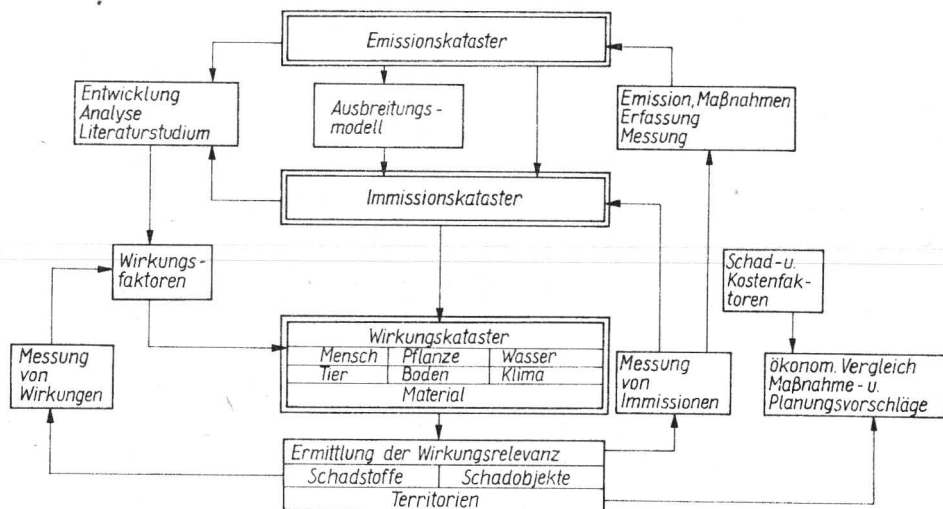


Abb. 2. Inhaltliche Zusammenhänge zum Wirkungskataster

Die bisherige Wirkungsforschung in bezug auf das „System Luftverunreinigung – Mensch“ ist äußerst aufwendig und kompliziert. Auch andere Wirkungsobjekte, die z. T. empfindlicher reagieren als der Mensch, sollten Beachtung finden. Die Kenntnis von Art und Eigenschaft der luftverschmutzenden Substanzen, ihrer Wirkungsweise und der Reaktion der Pflanzen auf bestimmte Schadstoffe ist dabei eine der Grundvoraussetzungen (Däßler 1981). Der Ermittlung von Dosis-Wirkungsbeziehungen sowie von komplexen und spezifischen Schadwirkungen unter Einbeziehung von Methoden der Bioindikation (Schubert u. Schuh 1980, Guderian u. Reichl 1982) sollte verstärkt Aufmerksamkeit geschenkt werden. Beide Aussagen, Mensch bzw. andere Wirkungsträger, müssen sich ergänzen und sollen ermöglichen, daß neben den ökonomisch schwer faßbaren gesundheitlichen auch andere Schädigungen der Volkswirtschaft bei der Beurteilung der lufthygienischen Situation einfließen. Bei der Interpretation der Werte auf Karten sind zweckmäßigerweise keine absoluten Werte, sondern nur die Zugehörigkeit zu bestimmten Klassenmerkmalen darzustellen.

Ein rationeller Aufbau eines solchen Wirkungskatasters erfordert die Einbeziehung bereits vorhandener Datensammlungen (Bieler 1980) und die Verfolgung der Entwicklung zur Wirkungsforschung einschließlich der internationalen Literatur. Dabei sollten Erkenntnisse bereits vorliegender Untersuchungsergebnisse (Wirkfaktoren, Grenzkonzentrationen u. ä.) bei Übereinstimmung der Klimaverhältnisse übernommen werden.

Insgesamt muß ein Wirkungskataster zur Überwachung unseres Lebensraumes dazu dienen, vor allem Langzeitwirkungen von Immissionen feststellen, und einen Zusammenhang zu der bestehenden Immissionssituation bringen,

Schrifttum

- Acidification today and tomorrow. Ministry of agriculture environment '82 committee, Uddevalla 1982.
- Aurand, K., und H. Hoffmeister: Ad hoc - Felduntersuchungen über die Schwermetallbelastung der Bevölkerung im Raum Oker im März 1980. BGA-Bericht (1980) 2, 1-72.
- Baumann, K., und W. Heider: Korrosivität der Atmosphäre in der DDR. Aus der Zentralstelle für Korrosionsschutz, Dresden (1973) 10, 29-45.
- Baumann, K.: Atmosphärische Korrosion von unlegiertem Stahl in der DDR. IfL-Mitt. 13 (1974) 137-144.
- Baumeister, W.: Immissionswirkungen an Pflanzen. Schriftenr. für Naturschutz u. Landschaftspflege H. 9, Oldenbourg 1979.
- Bieler, J.: Beschreibung und Analyse ausgewählter landschaftsbezogener Datensammlungen in der DDR. Hallesches Jb. Geowiss. 6 (1981) 87-101.
- Däfler, H.-G.: Einfluß von Luftverunreinigungen auf die Vegetation. 2. Aufl. Gustav Fischer Verlag, Jena 1981.
- Guderian, R., und K. Reichl: Höhere Pflanzen als Indikatoren für Immissionsbelastungen im terrestrischen Bereich. Decheniana-Beihefte, Bonn 26 (1982) 6-22.
- Höllwarth, M., und H. H. Rump: Beiträge zur Immissionssituation in Hessen. Schriftenreihe Inst. f. Naturschutz, Darmstadt 11 (1975) H. 4.
- Jahns, H. M.: Luftverschmutzung und Krustenflechten im Frankfurter Stadtgebiet. Natur u. Museum, Frankf./M. 112 (1982) 334-343.
- Kienzl, I., und O. Hertel: Die Luftverunreinigung im Stadtgebiet von Graz, dargestellt anhand von Borkenuntersuchungen. Mitt. Naturwiss.-verein Steiermark, Graz 109 (1979) 113-132.
- Köhm, H.-J.: Indikatoreigenschaften der Baumborke. Diss. Universität Frankf./M., 1975.
- Krause, G. H. M., B. Prinz und K. Adamek: Falschfarbenfotografie - Ein Mittel zur Erkennung von Pflanzenschäden. LIS-Bericht Nr. 7, Essen 1980.
- Luftreinhalteplan Ruhrgebiet Mitte 1980 - 1984. Minist. f. Arbeit, Gesundheit und Soziales d. Landes NW, Düsseldorf 1980.
- Paucke, H., und E. Lux: Physiologische und ökologische Betrachtungen zur Wirkung von Immissionen auf Wälder. Hercynia N. F., Leipzig 19 (1982) 249-272.
- Prinz, B., und G. Scholl: Erhebungen über die Aufnahme und Wirkung gas- und partikelförmiger Luftverunreinigungen im Rahmen eines Wirkungskatasters. II. Mitt. Schriftenreihe der LIS, Essen (1978) 46, 25-77.
- Scholl, G., und B. Prinz: Immissionsüberwachung im Lande NW. Schriftenreihe der LIS, Essen (1975) 36, 7-43.
- Scholl, G., und B. Prinz: Erhebungen über Aufnahme und Wirkung gas- und partikelförmiger Luftverunreinigungen im Rahmen des Wirkungskatasters des Landes NW. III. Mitt. Schriftenreihe der LIS, Essen (1981) 53, 38-81.
- Schubert, R., und J. Schulz: Methodische und theoretische Grundlagen der Bioindikation. Wissenschaftl. Beiträge der Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg 1980/24, P 8 - P 12.
- Übersichtskarte der DDR für ausgewählte Bereiche der Landeskultur, Forstprojektierung, Potsdam 1978.
- Umweltbelastung durch Thallium. Minist. f. Arbeit, Gesundheit und Soziales des Landes NW, Düsseldorf 1980.
- Umweltschutz in Niedersachsen - Reinhaltung der Luft. Niedersächsisches Sozialministerium, Hannover (1979) H. 5.
- Weiner, E.: Zur floristischen Erfassung von Umweltveränderungen. Wissenschaftl. Abhandlungen der Geogr. Gesellsch. d. DDR Nr. 15, Gotha 1981.
- Als Manuskript gedruckt.

Johannes Richter
 Claus-Jürgen Schulz
 Bezirks-Hygieneinspektion
 und -institut Magdeburg
 DDR 3010 Magdeburg
 Wallonerberg 2/3, PF 317