Zeitschrift: Plan : Zeitschrift für Planen, Energie, Kommunalwesen und Umwelttechnik = revue suisse d'urbanisme

Herausgeber: Schweizerische Vereinigung für Landesplanung

Band: 34 (1977)

Heft: 12

Artikel: Spurenanalytik ist zu fördern

Autor: Merian, Ernst

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-783687

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: 10.07.2025

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

Relevante Forschungslücken auf dem Gebiet der Lufthygiene

Spurenanalytik ist zu fördern

Von Ernest Merian, Therwil

Ernest Merian ist Dr.sc.techn. ETHZ, war zwischen 1947 und 1973 in der Forschung der Sandoz AG tätig und in deren Geschäftsleitung. Seither wirkt er für die Schweizerische Gesellschaft für Umweltschutz und für die Schweizerische Arbeitsgemeinschaft für Umweltforschung. Ernest Merian leitet das Projekt «Erfassung der Umweltforschungstätigkeit in der Schweiz».

In den letzten zwanzig Jahren wurden dank vielseitigem Einsatz – insbesondere auch dank den hier nicht behandelten Arbeiten von Ingenieurwesen und Chemie über Luftreinhaltung – Fortschritte in der Überwachung von Umweltbelastungen erzielt. Dies geht zum Teil auch aus den neueren interessanten Publikationen über Forschungsergebnisse hervor. Im folgenden soll auf dem Gebiete der Lufthygiene nach einer kurzen Standortbestimmung versucht werden, aufgrund von allgemeinen methodischen Betrachtungen einige noch zu wenig bearbeitete Forschungslücken aufzuzeigen.

Bekanntlich hat eine Arbeitsgruppe der Schweizerischen Arbeitsgemeinschaft für Umweltforschung (SAGUF) in den Jahren 1973–1975 zum erstenmal die Umweltforschungstätigkeit in der Schweiz erfasst und in einem Zusatzband – dem Fragenkatalog – versucht, einige Folgerungen aus dieser Erhebung zu ziehen*. Das Kapitel «S» befasst sich speziell mit der Luft. Da es wahrscheinlich nie gelingen wird, offene Fragen mit Hilfe rein wissenschaftlicher Methoden bezüglich ihrer Relevanz objektiv zu gewichten, muss die Auswahl zu bearbeitender Forschungsprojekte pragmatisch aufgrund gewisser Vorstellungen erfolgen. Die Heranarbeitung an die gesuchte Antwort auf die spezifische Umweltproblematik wird schliesslich iterativ erreicht.

Der unbestrittene Grundsatz «Umweltbelastungen dürfen nicht weiter zunehmen und sollen soweit möglich vermindert werden», lässt sich nur auf bekannte und untersuchte Emissionen und Immissionen anwenden. Man befasste sich zunächst einmal mit den Luftbelastungen, die öffentliches Ärgernis erregten und über die man bereits einiges wusste und die leicht zu messen und zu überwachen waren. Darum wurden zum Beispiel Schwerpunkte bei der Überwachung von Schwefeldioxid, von Kohlenmonoxid, von Rauch und von Bleiverbindungen gebildet. Die erzielten Fortschritte und die eingeleiteten Massnahmen ermöglichen eine Besinnungspause, um sich zu überlegen, welche Umweltbelastungen in der weiteren Zukunft am relevantesten sein könnten und welche Kenntnislücken daher zuerst geschlossen werden sollten, wobei unmöglich Tausende von alten und neuen Chemikalien untersucht werden können. Die Sowjetunion unterscheidet zum Beispiel zwischen 400 relevanten Schadstoffen, Japan zwischen 40, wobei in letzterem Land 20 000 Chemikalien nach Gefährlichkeit klassiert wurden.

Vielfältige Untersuchungen

In neuerer Zeit hat die Spurenanalytik ausserordentliche Fortschritte gemacht und hat damit einen grossen Teil des modernen technischen Umweltschutzes erst ermöglicht. Es bestehen aber oft Kenntnislücken bezüglich Fehlerquellen (insbesondere bei der Probenahme), bezüglich Aussagewert und bezüglich Bedeutung. Auch die Selektivität der Identifizierung bedarf Verbesserungen. Zum Beispiel genügt es nicht, einfach die Summe der Kohlenwasserstoffe zu bestimmen und relativ ungiftige Aliphaten und unterschiedlich gefährliche Aromaten (Benzol, Benzolhomologe und polyzyklische Aromaten) unbesehen zusammenzuzählen. Bei den Schwebestäuben sollte vermehrt zwischen ihren Bestandteilen und den physikalischen Formen sowie der Teilchengrösse unterschieden werden. Wichtig ist auch die Differenzierung zwischen verschiedenen Verbindungen ein und desselben Elements, die sich wie die verschiedenen anorganischen und organischen Bleiverbindungen verschieden verhalten.

Zur Abschätzung der Relevanz von Umweltbelastungen können die Produktionshöhen (Massenbilanzen, Frachtenberechnungen), die Persistenz (Akkumulation, biologische Abbaubarkeit, abiotische Mineralisierung), die Dispersionstendenz (inklusive die Übergangsmechanismen auf Wasser und Nahrungsmittel), die Bildung von Umwandlungsprodukten und die Wirkung der Chemikalien und ihrer Umwandlungsprodukte dienen. Rasch wachsende Mengen von relativ resistenten Verbindungen bedürfen einer besonderen Überwachung. Bekannte Risiken sind nach G. Fülgraff, Präsident des deutschen Bundesgesundheitsamtes, unbekannten vorzuziehen.

Auf die Problematik der Verwendung von Toleranzfaktoren und von Luftbelastungsindices zur Prioritätensetzung soll hier nicht eingegangen werden. In der Umwelttoxikologie haben chronische Toxizitäten grössere Bedeutung als die akuten beziehungsweise subakuten Toxizitäten. Langfristige epidemiologische Untersuchungen sind daher zu fördern. Zwischen Arbeitshygiene (die sich mit gesunden, während

*) Die SAGUF führt übrigens im Auftrag des Eidg. Departement des Innern ab Dezember 1977 eine zweite Bestandesaufnahme der Umweltforschungstätigkeit aus.

8 Stunden exponierten Erwachsenen beschäftigt) und Umwelthygiene (die sich mit allen Bevölkerungsgruppen, Tieren und Pflanzen beschäftigt) bestehen wesentliche Unterschiede. Sehr wichtig sind bessere Kenntnisse über Deposition, Elimination und Resorption in der Lunge und über den Metabolismus im Organismus. Häufig ist nämlich die Resorption bei Inhalation grösser als bei oraler Einnahme. Kenntnislücken bestehen vor allem auch bezüglich Kanzerogenität, Sensibilisierung (zum Beispiel Auftreten von Asthma und Ekzemen) und Wahrnehmung durch Sinnesorgane (Geruch). Gerade über diese wichtigen Wirkungen findet man in den MAK-Listen keine Angaben. Neue anthropogene Belastungen können für Organismen kritischer sein als natürliche, weil sich diese im Laufe der Evolution nicht anpassen konnten. Für eine Früherkennung sollten die Mutagenitätsteste – die den Stoffwechsel des Säugers mitberücksichtigen – verbessert und die Zusammenhänge zwischen Mutagenese und Kanzerogenese weiter studiert werden. Dabei bedarf die Übertragbarkeit der Resultate auf den Menschen einer besonderen Bearbeitung, wobei ja schon der Übertragbarkeit der Resultate von Tierversuchen artspezifische und individuelle Grenzen gesetzt sind.

Gasförmige Luftbelastungen

Schwefeldioxid ist relativ gefährlich als Ausgangsprodukt für Sulfite und Sulfate, als Schadstoff für Pflanzen und als Bauten und Metalle korrodierende Verbindung. Kohlenmonoxid ist in nicht geschlossenen Räumen relativ ungefährlich. Beide Gase werden schon recht gut überwacht.

Die mengenmässig an Bedeutung zunehmenden Stickoxide sind heute möglicherweise kritischer. Sie werden in Abhängigkeit von Verbrennungsbedingungen gebildet, spielen bei der Smogbildung und bei der Zerstörung der Ozonschicht eine Rolle, sind schlecht riechbar, verdicken Schleimhäute oberflächlich und irreversibel und verändern das Flimmerepitel, das die Abwehrmechanismen der Lunge regliert.

Die Ozonkonzentrationen scheinen auch in europäischen Städten zuzunehmen. Anderseits ist bekanntlich die Ozonschicht möglicherweise gefährdet. Kenntnislücken bestehen bezüglich der Wirkung und bezüglich der Zusammenhänge bei der Bildung von aktiven Radikalen in der Luft.

Für Chlorwasserstoff und Fluorwasserstoff drängen sich weitere Massnahmen und Untersuchungen auf, wenn ihr Ausstoss bei Kehrichtverbrennungsprozessen weiter zunimmt.

Beachtliche Wissenslücken bestehen bei den Kohlenwasserstoffen, einem heterogenen Gemisch von vielen Verbindungen mit unterschiedlichem abiotischen und biologischem Abbau, mit differenzierter örtlicher Anreicherung und mit verschiedenartigsten chronischen toxikologischen Wirkungen. In der Schweiz werden jährlich etwa 100 000 Tonnen Kohlenwasserstoffe (wovon etwa 30 000 Tonnen volatile Aromaten und davon etwa 6000 Tonnen Benzol) emittiert. Für Benzol und für polyzyklische Aromaten sollten unter Berücksichtigung synergetischer Effekte Nulleffektgrenzwerte bestimmt werden.

Bei den luftbelastenden Gasen ist ferner noch nicht abschliessend geklärt, welche Folgen die exponentiell zunehmenden Mengen an emittierten radioaktiven Krypton, Xenon, Radon, Tritium, Kohlenstoff und Jod haben könnten.

Schwebestaub

Wahrscheinlich sind für viele chronische Krankheiten – wie Asthma – nicht Schwefeldioxid, sondern Sulfite und Sulfate verantwortlich. Man müsste wesentlich mehr über deren Entstehung und deren Form wissen. Auch sogenannte chronische Kohlenmonoxiderkrankungen sind Einwirkungen von Rauch und Feinstäuben.

Die Bleiverbindungen in der Atmosphäre verlieren hoffentlich an Bedeutung, wenn den Motorentreibstoffen keine Bleitetraalkyle mehr zugesetzt werden. Dazu sind vor allem politische Anstrengungen notwendig. Kenntnislücken bestehen einstweilen noch über die möglichen Folgen einer weiteren Anreicherung von Blei in Ökosystemen. Einige weitere Metalle bedürfen zusätzlicher Umweltforschung, vielleicht vor allem Beryllium, das bisher zu wenig beachtet worden ist. Sonst sind vor allem noch Kenntnislücken bei den kritischen Elementen Cadmium, Blei, Nickel, Chrom und Zinn vorhanden, wobei ein Teil oral aufgenommen wird.

Persistente chlororganische Verbindungen verteilen sich gleichmässig über die Erdoberfläche, wenn ihre Lebensdauer mehr als ein halbes Jahr beträgt. Man müsste vermehrt zwischen monomolekular verteilten und aggregierten Luftbelastungen unterscheiden. Bei DDT und PCB ist nicht klar, welche Gefahr die in der Umwelt noch vorhandenen Mengen darstellen. Ungelöste Fragen ergeben sich vor allem bei Kunststoffzusätzen – wie bromierten Analogen von Pestiziden und PCB –, die erst allmählich und im Gegensatz zu landwirtschaftlichen Hilfsprodukten nur teilweise in die Umwelt gelangen. Neuerdings spielt Hexachlorbenzol als weitere Umweltbelastung eine grössere Rolle, über dessen Herkunft man noch zu wenig weiss.

Synergistische Effekte

Bei den synergistischen Effekten bestehen die grössten Kenntnislücken. Es ist noch offen, bei welchen Konzentrationen die Nulleffektgrenze zu erwarten ist. Interessant wäre es, Beobachtungen zu sammeln über Wirkungen in Mengen von weniger als 1 mg/kg Körpergewicht, um abzuklären, ob unterhalb dieser Belastungsgrenze – wie F. Korte annimmt – kaum Erkrankungen zu erwarten sind. Man weiss zum Beispiel, dass Trinkwässer ein Gemisch von etwa 1 ppm Karzenogenen enthalten. Die Belastung des Menschen und seiner Umwelt und das zentrale Problem der Umweltkarzinogenese sind immer Kombinationswirkungen, wobei solche ja auch aus der Arzneimitteltherapie bekannt sind. Im folgenden seien einige bekanntgewordene Beispiele aus der Umwelttoxikologie erwähnt, die weiter studiert werden müssten:

- Synergetische und antagonistische Wechselwirkungen zwischen verschiedenen Metallen.
- Bleiverbindungen und Stickoxide können die Alveolarmakrophagen in der Lunge schädigen. Durch diese zytostatische Wirkung, die inhalationsspezifisch ist und bei oraler Aufnahme aus der Nahrung nicht eintritt, werden die Abwehrmechanismen zum Beispiel gegen Infektionen durch Bakterien und gegen Karzinogene geschwächt.
- Synergetische Wirkungen zwischen Benzol und Kohlenstoffmonoxid wurden beschrieben und müssten überprüft werden.
- Beispielsweise Fettdiät, DDT und Phenobarbitol beeinflussen spezifische Enzymsysteme, die zum Teil für die Unschädlichmachung von resorbierten Fremdstoffen verantwortlich sind. Bei gewissen dieser induzierten Effekte scheint die Nulleffektgrenze sehr niedrig zu sein.
- Nach neueren Untersuchungen soll fotochemischer Smog aus Stickoxi-

den und Kohlenwasserstoffen auch in Frankfurt, London und Zürich vorkommen, nicht nur in Kalifornien. Auch soll die Schädigung der Atemwege durch Schwefeldioxid in Gegenwart geringer Mengen Ozon erhöht werden.

- Systematische Untersuchungen über Karzinogenese bei chronischen Einwirkungen liegen noch kaum vor. Die Kombinationswirkungen, die sich aus der Gesamtbelastung des Organismus durch orale Einnahme und Inhalation mit kleinen bis sehr kleinen Mengen vieler unterschiedlicher natürlicher und anthrapogener Karzinogene ergeben können, sind praktisch unbekannt. Durch weitere Forschung an Aktivierungs- und protektiven Inaktivierungsmechanismen – wie zum Beispiel an selektiven Enzyminduktionen – können Anhaltspunkte für Schwellenwerte und für präventives Eingreifen gewonnen werden.
- Man weiss auch noch wenig über die überadditive Wirkung bei Zusammentreffen von Strahlung und chemischen Schadstoffen. Bevölkerungsgruppen in dicht besiedelten, stark umweltbelasteten Ortschaften könnten mehr strahlengefährdet sein.

Schlussfolgerungen

Während man die Schwefeldioxid-, Kohlenstoffmonoxid- und Bleibelastungen in der Luft einigermassen unter Kontrolle hat – was nicht ausschliesst, dass weitere gezielte Massnahmen notwendig sind – und insbesondere bei deren Messung beachtliche Fortschritte erzielt hat, bestehen bei den in Zukunft wahrscheinlich kritischeren Immissionen von Stickoxiden, von spezifischen Kohlenwasserstoffen, von radioaktiven Elementen, von einzelnen Aerosolen und vor allem bei den synergistischen Effekten noch grosse Kenntnislücken. Dies ist um so bedeutsamer, als einzelne dieser Immissionen noch zunehmen und/oder akkumulieren und als sich zum Teil auch die Sensibilität einzelner Arten von Pflanzen und von Tieren sowie einzelner Bevölkerungsgruppen verändern kann, vor allem bei Belastungen, an die sich die Lebewesen im Verlaufe der Jahrmillionen der Evolution nicht anpassen konnten.

Auch ist im allgemeinen zu wenig darüber bekannt, wie gross die Risiken sind, wenn der Mensch mit den subtilen, natürlichen Gleichgewichten unseres Ökosystems interferiert – wenn man zum Beispiel an die komplizierten Wechselbeziehungen zwischen den Bestandteilen – Gasen und Spurenstoffe – in der Atmosphäre denkt sowie an mögliche klimatische Veränderungen. Alle diese Kenntnislücken werden auch in den nächsten Jahren höchste Anforderungen an die Umweltforschung – insbesondere an die Spurenanalytik und an die Umwelttoxikologie – stellen, was das Setzen von Prioritäten und die Bearbeitung ausgewählter Probleme koordiniert oberhalb der kritischen Masse – um die Erfolgschancen der Forschung zu erhöhen – reizvoll und sinnvoll machen wird. Wenn immer möglich sollte dabei erreicht werden, dass primär die Bildung von Umweltbelastungen an der Quelle vermieden wird. Es ist aber auch wichtig, sich zu überlegen, wie die Schwerpunktbildung im Forschungsbereich politisch durchgesetzt und wie Forschungsresultate von der Allgemeinheit und vom einzelnen besser berücksichtigt werden können.

Der Aufsatz «Relevante Forschungslücken auf dem Gebiet der Lufthygiene» ist die leicht ergänzte und dem neuesten Stand angepasste Kurzfassung eines Vortrages vom 10. September 1976 an der ETH Zürich und in der Zeitschrift «Sozial- und Präventivmedizin» 22 vom Mai 1977 (Verlag Vogt-Schild) erschienen. Der Autor hat sich früher ausführlicher mit dem Thema in der «Chemischen Rundschau» vom 17. November 1976 auseinandergesetzt.

Tanksanierung
- Gesamtsanierungen von Grosstanklagern
- Umschlagsanlagen
- Fundament- und Wannenabdichtungen
- Apparativer Gewässerschutz

protekta T 12
- ein neuer Kunststoff-Tank im alten Stahl-Tank
- ohne Erdarbeiten
- korrosionsfrei
- für die Zonen A, B, C bewilligt

VATAG
Abdichtungs- und Tankschutz AG
8330 Pfäffikon ZH
Tel. 01 97 40 90

Räss
- Kunststofftank
- korrosionsfrei
- doppelwandig
- erdverlegt
- preisgünstig
- Zonen A, B, C

Es gibt sehr gute Geräte, die zu laut sind.

Geräte ohne diesen Makel würden sich noch viel besser verkaufen lassen!

Wir sind Experten für die Lärmdämpfung und -dämmung an Seriengeräten. Wir verfügen über eigene Forschungsstätten und Akustiklabors in Zürich. Wir haben Produkte und Systeme für optimalen Lärmschutz.

Sie profitieren von der jahrzehntelangen Erfahrung der Unikeller-Gruppe, einem international führenden Hersteller von Lärmschutz-Systemen.

Kompetent im Lärmschutz

ein Unikeller Unternehmen

Siegfried Keller AG
Lärmschutz
8306 Brüttisellen
Telefon 01/833 02 81