Ein solches Erfassungssystem wie das Sentinella-Projekt ist durchaus in der Lage, auf aktuelle Situationen einzugehen und einen wesentlichen Beitrag zur Erfassung gewisser Probleme und deren Ausmass zu geben. Das Sentinella-Meldesystem soll ein System der praktizierenden Ärzte für die ambulante Praxis sein. Gleichzeitig können auch wichtige Forschungsergebnisse gewonnen werden. Beispielsweise wäre ein Beitrag zur Erforschung der gesundheitlichen Probleme, bedingt durch Luftverunreinigung, denkbar. Unbedingt nötig ist es allerdings, mit Stellen, welche auf diesem Gebiet Forschungsprojekte durchführen, frühzeitig Kontakt aufzunehmen. Sofern nicht eine gute Koordination besteht, läuft die Forschung auch in diesem Bereich Gefahr, dass einzelne Forscher wohl schön geformte und sehr kunstvolle Bauteile errichten, aber alle diese Bauteile später kaum zueinanderpassen und kaum relevante Resultate, d. h. ein funktionstüchtiges Bauwerk, entstehen wird.

Zusammenfassung
Morbiditätserfassung in der Praxis
Ein Morbiditätserfassungssystem in der medizinischen Primärversorgung wird aufgrund ausländischer Erfahrungen vorgestellt. Ein Pilotprojekt (Sentinella) in der Region Bern funktioniert seit November 1984, eine gesamtschweizerische Ausdehnung ist auf Mitte 1986 vorgesehen.

Résumé
Collecte d'indicateurs de morbidité dans la pratique
Un système de collecte d'indicateurs de morbidité dans le domaine des soins de santé primaires est présenté sur la base d'expériences faites à l'étranger. Un projet-pilote (sentinella) fonctionne dans le canton de Berne depuis novembre 1984. Son extension à l'ensemble du pays est prévue pour le milieu de 1986.

Summary
Morbidity registration in practice
A system of morbidity registration in the domain of primary health care is presented on the basis of experiences made abroad. A pilot project (Sentinella) functions in the environments of Berne since November 1984. Its extension to the whole of Switzerland is scheduled for the middle of 1986.

Literaturverzeichnis

[1] *Flückiger H.:* Sentinel-Meldesystem in der Schweiz? Sozial- und Präventivmedizin *29*, 280 (1984).
[2] *Zimmermann H.P., Somaini B., Flückiger H.:* Das Sentinella-Pilotprojekt im Kanton Bern, Posterbeitrag an der wissenschaftlichen Arbeitstagung der SGSPM in Lausanne, Juni 1985.
[3] *Schopfer, Germann, Eggenberger, Bächler, Wunderli:* Virologische Schnelldiagnostik respiratorischer Infektionen im Kindesalter – eine Pilotstudie in der Schweiz (Schweiz. med. Wschr., im Druck).
[4] Bulletin Nr. 38, 372–374, des Bundesamtes für Gesundheitswesen vom 26. September 1985.

Luftverschmutzung und Lungenkrebs

Georges Schüler
Kantonalzürcherisches Krebsregister, 8091 Zürich

Wenn von Krebs und Luftverschmutzung die Rede ist, denkt man in erster Linie an den Lungenkrebs. Für andere Lokalisationen gibt es nur wenige, widersprüchliche Daten [21]. Anders bei der Lunge, die direkt mit den Schadstoffen der Luft in Kontakt kommt.

Schon seit langem fällt auf, dass der Lungenkrebs in städtischen und industrialisierten Gebieten häufiger auftritt als auf dem Land [11]. Der Stadt-Land-Gradient ist indessen oft stärker ausgebildet in Regionen mit geringer Luftverschmutzung, z. B. dem Staate Iowa der USA, als in den eigentlichen Ballungsgebieten [6]. Es gibt zudem Gegenbeispiele mit höheren Lungenkrebsraten auf dem Land, z. B. in Finnland. Dem Stadt-Landgefälle, das man ja auch bei anderen Krebsformen und Krankheiten beobachtet, kann vielerlei zugrunde liegen, nicht nur Unterschiede der Industrialisierung und Luftverschmutzung, sondern auch der Bevölkerungsdichte, Berufsstruktur und Lebensweise. Die Gesamtheit der Befunde spricht dafür, dass beim Lungenkrebs die Stadt-Landunterschiede vorwiegend unterschiedlichen Rauchgewohnheiten ihre Entstehung verdanken. In den Städten wurde früher zu rauchen begonnen, mehr Leute rauchen in den Städten. Die Stahl-Industriestadt Pittsburgh und ihre Umgebung haben lange als Paradebeispiel für die Rolle der Luftverschmutzung beim Lungenkrebs gegolten. Umfragen über frühere und jetzige Rauchgewohnheiten in den verschiedenen Stadtteilen haben Unterschiede ergeben, die den über zweifachen Unterschied der Lungenkrebsinzidenz in den verschiedenen Bezirken von Pittsburgh zwanglos erklären [20]. Nach dem Londoner Smog von 1952 hat man in England die Luftverschmutzung energisch bekämpft. Seit etwa 1958 gehen bei den Männern die Lungenkrebsraten zurück. Da in Finnland ohne vergleichbare Luftverschmutzung ein ähnlicher Rückgang des männlichen Lungenkrebses beobachtet wird, sind auch hier der Rückgang der Rauchgewohnheiten bzw. der Einfluss teerärmerer Zigaretten wohl der ausschlaggebende Faktor. Wie wäre sonst der gegensinnige Trend des Lungenkrebses bei den Frauen zu erklären? [6, 18].

Es gibt eben keine intensivere Luftverschmutzung als

die private des Rauchens. Das Risiko steigt mindestens proportional zur täglichen Zigarettenmenge und exponentiell mit der Dauer des Rauchens, nach der Schätzung von Doll proportional zur vierten bis zur fünften Potenz der Rauchdauer [13]. Es wird immer wahrscheinlicher, dass der Raucher auch das Krebsrisiko seiner Mitmenschen erhöht [5]. Aussagen zur Rolle der Luftverschmutzung ohne Berücksichtigung des Rauchens verdienen wenig Vertrauen; auch eine mathematische Kontrolle des komplexen Störfaktors Rauchen vermag seinen Einfluss nicht völlig zu eliminieren.

Tierexperimentell besteht kein Zweifel, dass Bestandteile der Aussenluft, insbesondere auch der Verkehrsabgase, karzinogen sind [4, 7, 9, 18]. Benzoapyren, das aus praktischen Gründen am meisten gemessene PAH, ist nur ein sehr grober Indikator für die karzinogene Potenz der Schadstoffgemische in der Luft [16] und nicht repräsentativ für die Karzinogenität des Zigarettenrauchs. Ob das spurenweise Vorkommen der Lungenkarzinogene Asbest, Nickel, Arsen, Chrom und Cadmium in der Allgemeinluft für die menschliche Krebshäufigkeit von Belang ist, darüber kann man nur spekulieren. Mehr Hinweise hat man für die Rolle der PAH. Arbeiter, die extrem hohen Teerrauchkonzentrationen mit Tausenden, ja Zehntausenden Nanogramm Benzoapyren pro m^3 ausgesetzt waren – in Kokereien und Gaswerken, an Stahlhochöfen und Teerbedachungen, aber auch Kaminfeger – haben nachweislich ein nicht dem Rauchen anlastbares 2–3fach, ausnahmsweise 10fach erhöhtes Lungenkrebsrisiko [1]. Das Risiko wird bei weitem nicht so stark erhöht wie beim Rauchen. Die internationale Krebsagentur in Lyon hat kürzlich die experimentellen und epidemiologischen Daten zum Krebsrisiko durch PAH überprüft [9]. Die Experten bestätigten das erhöhte Lungenkrebsrisiko in Kokereien und Gaswerken und nehmen einen Zusammenhang an zwischen PAH-Exposition und Krebs in Stahl- und Eisengiessereien sowie in Aluminiumschmelzen.

Prinzipiell können also PAH in der Luft beim Menschen Krebs erzeugen. Jedoch ist die Konzentration krebserzeugender PAH in Heizungsemissionen und Verkehrsabgasen ungleich geringer als im Teerrauch. In der Schweiz liegen wenig PAH-Messungen vor. BaP-Konzentrationen in der Grössenordnung von 1–10 ng/m^3 wurden gemessen.

Da die Emissionskontrollen die PAH aus Heizungs- und Industrieemissionen zurückdämmen, konzentriert sich die Aufmerksamkeit der experimentellen und epidemiologischen Forschung zusehends auf die Abgase aus Benzin- und vor allem aus Dieselfahrzeugen [4, 8]. Als Epidemiologe richtet man das Augenmerk primär auf die besonders Exponierten. Doch fällt der Nachweis der Lungenkrebsgefährdung bei Verkehrsberufen naturgemäss viel schwerer als in der Kohlenindustrie der 50er Jahre. Chauffeure, insbesondere Lastwagenchauffeure, haben in den Mortalitätsstatistiken verschiedener Länder, auch der Schweiz, hohe Lungenkrebsraten; dies könnte ihren Rauchgewohnheiten zuzuschreiben sein. Ein gleicher Einwand gilt für die erhöhten Lungenkrebsraten in der amerikanischen Automobilindustrie [17] sowie bei den Arbeitern in den dieselbetriebenen Bahnen Nordamerikas [15]. Es ist allerdings nicht ausgeschlossen – eine neuere Fallkontrollstudie an Lastwagenchauffeuren in Schweden lässt diese Möglichkeit offen [3] – dass Abgasexposition und Rauchen einander bei der Auslösung des Lungenkrebses verstärken. Und wie steht es mit dem Lungenkrebsrisiko durch Verkehrsabgase für die Allgemeinbevölkerung? Eine Fallkontrollstudie im Staate Washington der USA konnte Lungenkrebshäufung entlang Verkehrsachsen nicht nachweisen [14]. Einzuwenden wäre, dass als Kontrollen Fälle mit Hautkarzinom dienten, bei denen ebenfalls ein Einfluss der PAH denkbar ist.

Damit sind wir wieder bei der Frage: was bedeutet die Luftverschmutzung für das Lungenkrebsrisiko der Allgemeinbevölkerung? Als Indikator für die Luftverschmutzung stehen in epidemiologischen Studien nur Wohnort(e) und Wohndauer am jeweiligen Ort zur Verfügung, wobei diese Orte nach gemessenem oder geschätztem Mass der Luftverschmutzung gradiert werden. Verlässliche Information bieten nur Studien, die die individuellen Rauchgewohnheiten sowie Berufsexpositionen berücksichtigen. Insbesondere ist darauf zu achten, dass sich hinter der Bezeichnung «Nichtraucher» keine Exraucher verbergen. Zusammengefasst ergibt sich aus englischen, japanischen und amerikanischen [19] Studien der Eindruck, dass Unterschiede im Zusammenhang mit der Luftverschmutzung eher bei Rauchern als bei Nichtrauchern vorkommen [4]. Es besteht also vor allem beim Raucher die Möglichkeit einer Akzentuierung des Krebsrisikos durch die Luftverschmutzung.

Besonders aufschlussreich ist eine Analyse der Lungenkrebsfälle aus der Prospektivstudie der American Cancer Society. Die Analyse beschränkte sich auf Männer, die mindestens 10 Jahre am selben Ort gewohnt hatten. Erwartete Zahlen wurden standardisiert nach Alter und Rauchgewohnheiten berechnet. Der Vergleich der beobachteten und erwarteten Lungenkrebsfälle wurde getrennt durchgeführt für Exponierte (gegenüber Stäuben, Gasen, Dämpfen oder Strahlen) und nicht Exponierte. Nach dieser Unterteilung in manuelle und nichtmanuelle Berufe war kein konsistenter Risikogradient nach Kriterien der Luftverschmutzung mehr nachweisbar. Diese Studie macht augenfällig, dass die beruflichen Risiken bei der Beurteilung der Verteilung des Lungenkrebses in der Bevölkerung berücksichtigt werden müssen [6]. Um aber den Anteil industrieller Lungenkarzinogene an Lungenkrebshäufungen zu erfassen, sind lokale Studien an den betroffenen Populationen notwendig.

Im Gegensatz zum ungewissen Effekt der allgemeinen Luftverschmutzung gibt es konkrete Hinweise für Lungenkrebshäufungen im Umkreis lokaler Schadstoffemissionen [11], z. B. von arsenemittierenden Betrieben und Kupferschmelzen in den USA [2] und Schwe-

den [12] sowie in der Nachbarschaft schottischer Giessereien [10].

Der heutige Stand der Beurteilung lautet also, in Anlehnung an Consensus-Reports internationaler Expertenkonferenzen [4] zusammengefasst: Das Krebsrisiko durch allgemeine Luftverschmutzung darf nicht bagatellisiert werden. Man muss es sorgfältig überwachen; die Karzinogene in der Luft ändern sich, und Krebse haben ihre Latenz. Es ist aber zu gering, als dass es mit den für kleine Risikoerhöhungen insensitiven epidemiologischen Methoden zweifelsfrei nachgewiesen werden kann [16]. Wie bei Strahlenrisiko und Strahlenschutz für die Allgemeinbevölkerung ist man auf Extrapolationen angewiesen [11, 13]. Bei der heutigen Luftbelastung durch Karzinogene sind etwa 1–2% der Lungenkrebse der allgemeinen Luftverschmutzung anzulasten, nicht im Sinne eines isolierten Einflusses bei Nichtrauchern, sondern eines Zusammenwirkens mit den bestehenden Risiken durch Rauchen und Beruf. Einzelne Übersichten allerdings möchten der Luftverschmutzung mehr Bedeutung für den Krebs zumessen, u. a. mit dem Argument, die Potenzierung der Schadstoffe aus Rauchen, Beruf und Umweltluft bei der Krebsentstehung sei in ihrem Ausmass unbekannt [11, 21].

Kurz noch einige Bemerkungen zur Lungenkrebsmortalität in der Schweiz seit 1979. Sowohl die männliche wie die weibliche Lungenkrebsmortalität korrelieren mit der Bevölkerungsdichte. Bei den Frauen sind die Lungenkrebshäufungen vor allem auf die Grosstädte beschränkt. Bei den Männern ist der Stadt-Landgradient weniger ausgeprägt; es gibt auch ländliche Bezirke mit signifikant erhöhten Lungenkrebsraten. Solche Gebietszüge finden sich z. B. im Mittelland bis zu den Voralpen (Kulm–Sursee–Willisau–Signau–Interlaken) oder im Bereich des Wallis (Aigle–Monthey–Martigny). Es ist dies ein Verteilungsmuster, das man nicht unbesehen ausschliesslich der Verteilung der Rauchgewohnheiten zuschreiben kann.

Zusammenfassung

Mit Bezugnahme auf die neueste Literatur wird der Zusammenhang von Luftverschmutzung und Lungenkrebs diskutiert. Die allgemeine Luftverschmutzung kann kaum für mehr als 1–2% der Lungenkrebsfälle verantwortlich sein. Lokale Schadstoffemittenten können zu deutlichen Lungenkrebshäufungen führen. Wie anderswo korreliert auch in der Schweiz die Lungenkrebsmortalität mit der Bevölkerungsdichte. Die geographische Verteilung der männlichen Fälle scheint kaum nur durch das Muster der Rauchgewohnheiten in der Bevölkerung erklärbar.

La pollution de l'air et le cancer du poumon

Cette revue traite de la relation de la pollution atmosphérique et du cancer du poumon. Elle en récapitule les points principaux discutés dans la littérature. L'influence de la pollution de l'air sur les taux du cancer pulmonaire paraît d'une importance secondaire; des risques élevés aux environs des polluants stationnaires ont été décrits. En Suisse, il existe une prépondérance urbaine du cancer du poumon pour les deux sexes; la répartition géographique des cancers masculins ne se laisse pas expliquer par les seules différences régionales du tabagisme.

Air pollution and lung cancer

This review on air pollution and lung cancer recapitulates the main issues in this field (urban-rural-gradients; experimental data and occupational epidemiology of exposure to PAH; smoking and occupation as confounders). Definite risk increases have been observed in the vicinity of point emission sources. Within Switzerland lung cancer shows an urban/rural gradient in both sexes. The geographical distribution of the male cases can hardly be explained only by the patterns of smoking alone.

Literatur

[1] *Abel U., Misfeld J.:* Krebsgefährdung durch polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe am Arbeitsplatz. Zbl. Arbeitsmed., Arbeitsschutz und -Prophylaxe 1984; *34:* 226–233.

[2] *Brown L.M., Pottern L.M., Blot W.J.:* Lung cancer in relation to environmental pollutants emitted from industrial sources. Env. Research 1984; *34:* 250–261.

[3] *Damber L., Larsson L.G.:* Professional driving, smoking and lung cancer: A case referent study. Brit. J. Ind. Med. 1985; *42:* 246–252.

[4] Environmental Health Perspectives 1978 (Vol.22) and 1983 (Vol. 47).

[5] *Garfinkel L., Auerbach O., Joubert L.:* Involuntary smoking and lung cancer: A case-control-study. JNCI 1985; *75:* 463–469.

[6] *Goldsmith J.R.:* The urban factor in cancer: smoking, industrial exposures and air pollution as possible explanations. J. Env. Path. Tox. 1980; *3:* 205–217.

[7] *Grimmer G.(Ed.):* Environmental carcinogens: Polycyclic aromatic hydrocarbons. Boca Raton: CRC 1983.

[8] *Higgins I.T.T.:* Air pollution and lung cancer: Diesel exhaust, coal combustion. Prev. Med. 1984; *13:* 207–218.

[9] IARC: Polynuclear Aromatic Compounds, Part 1–4. Monographs on the evaluation of the carcinogenic risk of chemicals to humans. Lyon 1983–1985; Vol. 32–35.

[10] *Lloyd O.L.* et al.: Raised mortality from lung cancer and high sex ratios of birth associated with industrial pollution. Br. J. Ind. Med. 1985; *42:* 475–480.

[11] *Nisbet I.C.T.* et al.: Review and evaluation of the evidence for cancer associated with air pollution. Final report. Research Triangle Park: EPA, Office of air quality 1984; (EPA 450/5–835006R).

[12] *Pershagen G.:* Lung cancer mortality among men living near an arsenic emitting smelter. Am. J. Epid. 1985; *122:* 684–694.

[13] *Pike M.C.:* Human cancer risk assessment. In: Polycyclic aromatic hydrocarbons: Evaluation of sources and effects. pp. CI–C28. Washington D.C.: National Academy Press 1983.

[14] *Polissar L., Warner H.:* Automobile traffic and lung cancer. An update on Blumer's report. Env. Sci. Technol. 1981; *15:* 713–714.

[15] *Schenker M.B.* et al.: Diesel exposure and mortality among railway workers: Results of a pilot study. Br. J. Ind. Med. 1984; *41:* 320–327.

[16] *Shy C., Struba R.J.:* Air and water pollution. In Schottenfeld D., Fraumeni J.F.: Cancer epidemiology and prevention, pp. 336–363. Philadelphia: W.B.Saunders 1982.

[17] *Suta B.E., Thompson C.R.:* Smoking patterns of motor vehicle industry workers and their impact on lung cancer mortality rates. J. Occ. Med. 1983; *25:* 661–667.

[18] VDI-Berichte 358: Luftverunreinigung durch polycyclische aromatische Kohlenwasserstoffe: Erfassung und Bewertung. Düsseldorf: VDI 1980.

[19] *Vena J.* et al.: Air pollution as a risk factor in cancer. Am. J. Epid. 1982; *116:* 42–56.

[20] *Weinberg G.B., Kuller L.H., Redmond C.K.:* The relationship between the geographic distribution of lung cancer incidence and cigarette smoking in Allegheny County, Pennsylvania. Am. J. Epid. 1982; *115:* 40–58.

[21] *Winkelstein W., Levin L.I.:* Air pollution and cancer. In: Lilienfeld A.M. (Ed.): Reviews in cancer epidemiology 1983; *2:* 210–239. New York: Elsevier-North Holland.