

Die Luftverunreinigung in den schweizerischen Städten¹

Von Dr. med. *Theodor Müller*

Zusammenfassung

Industrie und Gewerbe, der Motorfahrzeugverkehr und die Hausfeuerungen sind die Ursachen der Stadtluftverunreinigung. Da wir nur wenig Schwerindustrie haben, sind schwere Rauch- und Staubbelastigungen industriellen Ursprungs in unseren Städten im Vergleich zum Ausland relativ selten. Dagegen können mit schwefelreichen Heizölen betriebene Industrieheizungen zu gefährlichen SO₂-Immissionen führen. Der vermehrte Bau von Hochkaminen beginnt sich günstig auszuwirken. Die meisten Klagen rühren von Gewerbebetrieben her. Vor allem chemische Fabriken verursachen verschiedenorts Geruchsbelastigungen (Verstärkerung).

Material- und Pflanzenschäden spielen nur eine untergeordnete Rolle.

An verkehrsreichen Stellen macht sich in zunehmendem Maße die Verunreinigung durch die Abgase der Motorfahrzeuge bemerkbar, die den Grad der Erträglichkeit vielerorts übersteigt. Maßnahmen zur Verminderung der Verunreinigung durch Auspuffgase sind vordringlich.

Mit der ständigen Zunahme der Ölheizungen sind die Hausfeuerungen eine der Hauptursachen der Stadtluftverunreinigung geworden. Es sollten daher strengere Vorschriften über den Schwefelgehalt der Heizöle und den Betrieb und Unterhalt der Heizvorrichtungen, insbesondere der Ölbrenner, erlassen werden.

Résumé

L'industrialisation, les véhicules automobiles et les chauffages des habitations sont les causes de la pollution de l'air urbain. Vu l'absence d'une grande industrie lourde nous sommes moins incommodés par des émissions massives de fumée et de poussières. Par contre l'utilisation de mazout riche en soufre dans les chaudières industrielles peut produire des immissions dangereuses d'oxydes de soufre (SO₂). La construction plus fréquente de cheminées hautes atténue les effets nuisibles des émissions industrielles. Un grand nombre de réclamations résulte de certaines installations artisanales. A plusieurs endroits on se plaint d'odeurs nauséabondes produites par des usines chimiques.

Les dommages causés aux bâtiments et aux cultures ne jouent qu'un rôle mineur.

La pollution progressive par les gaz d'échappements des véhicules automobiles devient à certains endroits avec une circulation très dense insupportable. Des mesures pour la réduction des émissions des automobiles deviennent urgentes.

A la suite de l'augmentation croissante de l'emploi de combustibles liquides les chauffages des habitations sont devenus une des causes principales de la pollution de l'air urbain. Des mesures législatives destinées à réduire le contenu en soufre des combustibles et à régler l'utilisation et l'entretien des installations utilisées pour le chauffage domestique, spécialement des brûleurs de mazout, sont nécessaires.

Eine übersichtliche Beurteilung der Luftverunreinigungen in den schweizerischen Städten ist schwierig, obwohl in den letzten Jahren in vermehrtem Maße und vielerorts über die unsaubere Luft geklagt und geschrieben wurde. Der

¹ Referat gehalten an der Vortragstagung der Eidg. Kommission für Lufthygiene vom 26./27. September 1962 in Zürich über «Die Verunreinigung der Atmosphäre durch Rauch und Abgase aus Heizanlagen».

Grund dafür liegt darin, daß man in unserem Lande diesem Problem noch keine oder nur sehr wenig Aufmerksamkeit geschenkt hat und eigentliche, gezielte Luftuntersuchungen erst seit kurzem und nur in den Städten Basel, Zürich und Genf durchgeführt wurden und auch hier erst in ganz unvollständigem Ausmaß.

Im Rahmen der Eidg. Kommission für Lufthygiene hat zwar die EMPA bei allen Kantonen eine Rundfrage über die bei den Behörden in den letzten Jahren eingegangenen Klagen durchgeführt, deren Zusammenstellung im ersten Bericht (vom 21. Juni 1961) der genannten Kommission figuriert. Diese gibt aber nach unserer praktischen Erfahrung ein ganz falsches Bild, weil sie zwangsläufig unvollständig ist, indem bisher nur selten und nur dort geklagt wurde, wo Aussicht auf Erfolg bestand. Wir müssen daher davon ausgehen, daß über den Stand der Luftverunreinigungen in unserem Lande noch wenig bekannt ist. Es ist eine der Aufgaben der Lufthygienekommission, sich in erster Linie Klarheit über den tatsächlichen Zustand zu verschaffen.

Trotz dem Titel dieser Arbeit ist die Luftverunreinigung keineswegs nur ein städtehygienisches Problem. Es ist allgemein bekannt, daß die schwersten Belästigungen durch Rauch, Staub und Abgase durch industrielle Betriebe in *ländlichen* Gegenden verursacht werden, wie zum Beispiel die Fluorschäden im Fricktal, Korrosionsschäden in der Gegend von Koblenz, Rauch- und Abgasbelästigungen im Misox.

Es rührt dies daher, daß von jeher lästige, rauch-, staub- oder gestank-erzeugende Betriebe außerhalb der Städte errichtet werden. Durch das starke Anwachsen der Städte liegen nun aber mancherorts Fabriken, die vor Jahrzehnten abseits der großen Siedlungen gebaut wurden, mitten in den Wohngebieten. Dies trifft unter anderem auf Basel zu, wo die großen Chemiebetriebe ursprünglich mehrere Kilometer abseits lagen.

Industrie und Gewerbebetriebe, der Motorfahrzeugverkehr und die Hausfeuerungen sind die Hauptursachen der Stadtluftverunreinigung. Da unsere Eisenbahnen weitgehend elektrifiziert sind, spielen sie im Gegensatz zu früher und im Vergleich zum Ausland nur noch eine ganz untergeordnete Rolle.

Von der Städtehygiene aus betrachtet sind wir in der glücklichen Lage, daß wir mangels eigener Kohle und Erze nur wenig Schwerindustrie haben, so daß wir die schweren Rauch- und Staubbelästigungen, wie wir sie in vielen ausländischen Zechen- und Industriegebieten, zum Beispiel in Lothringen und im Ruhrgebiet, immer noch antreffen, kaum kennen, jedenfalls nicht in der Nähe unserer Städte. Während die vielen mit Wasserkraft oder Elektrizität angetriebenen Fabriken die Luft überhaupt nicht belasten, so können die mit festen oder flüssigen Brennstoffen gespeisten Industrief Feuerungen zu Rauch- und Staubbelästigungen und insbesondere zu gefährlichen SO_2 -Emissionen führen, wenn entweder schlackenreiche oder nicht schwefelarme Brennstoffe – vor allem Schweröle mit sehr hohem Schwefelgehalt oder zum Beispiel auch minder-

wertige Kompensationskohle, Abfälle usw.) – verbrannt oder die Feuerungseinrichtungen falsch betrieben werden oder mangelhaft sind.

Sicher sehen wir im Vergleich zu früher in den Städten nur noch wenig stark rauchende Kamine, und der vermehrte Bau von Hochkaminen trägt in hohem Maße zur Bekämpfung der industriellen Luftverunreinigungen bei. Von den Hochkaminen muß aber verlangt werden, daß ihre Höhe die Wohngebäude weit überragt und den meteorologischen Begebenheiten, insbesondere der Höhe der Inversionsschichten, entspricht und daß keinerlei giftige Abgase abgelassen werden, die in der Atmosphäre nicht abgebaut werden. Sonst treten statt in der Nähe der Fabriken die Schäden einfach in größerer Distanz auf.

Nach unserer Erfahrung geben vor allem bestimmte Gewerbebetriebe in den Wohngebieten immer wieder Anlaß zu berechtigten Klagen, zum Beispiel Farbspritzanlagen und Anstalten für chemische Reinigung, sofern sie nicht über die unerläßlichen einwandfreien Abluftanlagen verfügen. Zu den schlimmsten Belästigungen können Betriebe führen, die organisches Material verarbeiten, wie Wasenmeistereien (Kadaververwertung), Knochen-, Haut- und Fellverwertung, Fermentfabriken und andere, weil sie unausstehliche Gestänke produzieren, deren Behebung technisch große Schwierigkeiten bereiten kann.

Recht häufig sind berechnete Klagen über Geruchsbelästigungen durch staatliche und private Kehr- und Abfallverbrennungsanlagen.

Geruchsbelästigungen, das heißt die *Verstänkerung*, kann die Behörden vor sehr schwierige Probleme stellen, wenn es nicht gelingt, den Geruchsstoff oder dessen Herkunft zu identifizieren. Dies trifft vor allem auf die Abgase der chemischen Industrie zu. Darüber hatten wir in Basel in den letzten Jahren leider ausgiebig Gelegenheit, Erfahrungen zu sammeln. Es ist leicht, Gerüche, die aus einer Ölheizung, einer Kehr- und Abfallverbrennungsanstalt, einer Farbspritzanlage oder einem Betrieb mit konstantem Fabrikationsprogramm stammen, zu identifizieren und zu lokalisieren. Im Gegensatz dazu können aus chemischen Betrieben, die eine große Zahl von Produkten und Nebenprodukten herstellen und deren Fabrikationsprogramm immer wieder wechselt, Abgase entstehen, die erst in der Atmosphäre und noch oder erst in stärkster Verdünnung und hin und wieder über große Distanzen Gestank verursachen. Ein chemischer oder physikalischer analytischer Nachweis erweist sich wegen der unvorstellbaren Verdünnung des Stoffes als ausgeschlossen. In solchen Fällen kann es nur einem geschulten analytischen Chemiker, der mit einem ausgezeichneten Geruchssinn ausgerüstet ist, gelingen, den fehlbaren Stoff einigermaßen zu charakterisieren.

Bei der Verstänkerung wie bei den Luftverunreinigungen überhaupt spielen die meteorologischen und geographischen Verhältnisse eine maßgebende Rolle. Gerüche treten mit Vorliebe bei Windstille oder schwachen Winden und bei Temperaturinversionen und Nebellagen auf und in Siedlungen, die in einem Kessel oder in schlecht ventilierten Tälern liegen. Stärkere Winde bringen die Gerüche eventuell rasch zum Verschwinden. Der Einfluß der Turbulenz hat zur

Folge, daß Gestänke häufig nur in eng begrenzten Zonen und nur kurzfristig wahrgenommen werden können. Ein von der Behörde ausgesandter Beobachter wird deshalb oft auch bei raschem Eintreffen keinen anormalen Geruch mehr feststellen können.

Bevor wir uns den wichtigsten Verschmutzungsquellen, den Motorfahrzeugen und den Hausfeuerungen, zuwenden, noch ein Wort zu den luftbedingten Korrosionserscheinungen. Aus großen Städten, wie Paris, und Industriegebieten mit starker Luftverunreinigung, zum Beispiel in England, weiß man, daß durch das Schwefeldioxyd und dessen Säuren in relativ kurzer Zeit an Gebäuden schwere Korrosionsschäden auftreten. Andererseits kennt man aber auch schwere Schäden an den Alleebäumen der Städte und an andern Pflanzen, die dem SO_2 , den Auspuffgasen der Motorfahrzeuge und anderen Immissionen – zum Beispiel Fluor – zuzuschreiben sind. Bei uns hört man mit Ausnahme der Schäden in den Fluorgebieten in der Umgebung der Aluminiumwerke wenig über solche Vorkommnisse. Immerhin konnte ich neulich von einem Brückenbauingenieur der SBB erfahren, daß zum Beispiel die Eisenbahnbrücke in Basel wegen der Korrosion alle 10 Jahre revisionsbedürftig ist, während die Brücken an der Gotthardrampe erst nach 25 Jahren überholt werden müssen.

Eingehendere und systematische Untersuchungen und Beobachtungen dürften auch bei uns mehr Material- und Pflanzenschäden evident machen.

Die anhaltende Vermehrung der *Motorfahrzeuge* und der damit parallel laufende Verbrauch an Motorenbenzin und Dieselöl ist in hohem Maße für die anwachsende Verunreinigung der Stadtluft verantwortlich. Bekanntlich arbeiten die Verbrennungsmotoren nur sehr unrationell, indem sie den Brennstoff nur sehr unvollständig verbrennen und nicht nur zu Wasser und Kohlendioxyd (CO_2). Dabei bildet sich in wechselnden, großen Mengen das sehr giftige Kohlenmonoxyd (CO). Außerdem enthalten die Auspuffgase bedeutende Mengen anderer Stoffe, wie Aldehyde, Ketone, Ammoniak, Stickoxyde, Schwefeldioxyd und unverbrannte Kohlenwasserstoffe, von denen dem experimentell krebs-erzeugenden *3,4-Benzpyren* besondere Bedeutung zukommt und ferner als Abbauprodukt des dem Benzin als Antiklopfmittel beigemischten Bleitetraäthyl anorganisches Blei.

Die Konzentration dieser Stoffe in der Straßen- und Stadtluft hängt von verschiedenen Faktoren ab, in erster Linie von der Verkehrsdichte an bestimmten Stellen, zum Beispiel Verkehrsknotenpunkten und vor Verkehrssignalen, dann aber auch von der Gangart des Fahrzeugs – Leerlauf, Anfahren, Bremsen usw. –, von der Breite respektive Enge der Straßen, von der natürlichen Lüftung der Straßenzüge und anderen meteorologischen Faktoren.

Das Kohlenmonoxyd ist als sehr gefährliches Atemgift bekannt, dessen Konzentration nach den arbeitshygienischen Normen in Betrieben mit achtstündiger Arbeitszeit die sogenannte Maximale Arbeitsplatz-Konzentration (MAK) von 0,01 Vol. % (= 100 ppm) nicht übersteigen darf. Über die zulässige

und gesundheitsunschädliche Konzentration in der Straßen- und Stadtluft besteht noch keine Klarheit, sicher muß sie wesentlich unter der MAK liegen, weil der Mensch in der Regel nicht nur 8, sondern 24 Stunden in der Stadtluft atmen muß.

Die bis jetzt wenig zahlreichen systematischen CO-Messungen in unserem Lande haben folgende Resultate gezeitigt:

In Zürich	1954	in Mittel Maximum	20–30 ppm 60–100 ppm
	1961	in Mittel Maximum	20–60 ppm 40–70 ppm
In Basel	1960	Innerstadt an Knotenpunkten	5–20 ppm –30 ppm
	1961	verkehrsreiche Außenquartier- straßen	0–20 ppm
		Innerstadt, Verkehrsstauung do. Maxima	40 ppm 60–80 ppm

Diese Messungen beziehen sich auf offene Straßen; in Verkehrstunnels sind sie höher. Hohe Spitzenwerte bis 220 ppm wurden bei Großverkehr an einzelnen Straßenzollämtern erhoben.

Am besten erforscht sind die Verhältnisse in bezug auf den Bleigehalt der Straßenluft und des Straßenstaubs, über den die Eidg. Bleibenzin-Kommission von 1947 bis 1960 eingehende quantitative, aber auch medizinische Untersuchungen durchgeführt hat. Obgleich in diesem Zeitraum die Bleiwerte entsprechend der Vermehrung der Motorfahrzeuge zugenommen haben, ergaben sich keinerlei Anhaltspunkte für eine allgemeine Schädigung der Volksgesundheit durch die Benzinverbleiung, was mit den Erfahrungen in anderen Ländern vollständig übereinstimmt.

Daß die Straßenluft an bestimmten Stellen und in Verkehrsstoßzeiten wegen der Auspuffgase der Motorfahrzeuge den Grad der Erträglichkeit vielerorts übersteigt und mindestens sehr lästig ist, davon kann sich jedermann überzeugen. Es ist auch verständlich, daß Angehörige der Verkehrspolizei und der Straßenzollämter sich über diesen Zustand beklagen, wenn auch bis jetzt noch keine gesicherten Beweise vorliegen, wonach die bei uns festgestellten CO- und Blei-Konzentrationen Organschäden hervorrufen könnten. Vielleicht wird es aber der wissenschaftlichen Forschung eines Tages doch gelingen, solche Zusammenhänge zu bestätigen.

Man ist sich wohl überall im klaren, daß in nächster Zeit unbedingt etwas geschehen muß, um die Stadtluftverseuchung durch Auspuffgase wesentlich herabzusetzen. Das ist in erster Linie ein technisches Problem der besseren Verbrennung der Brennstoffe oder der Reinigung der Auspuffgase, das durch die Automobilindustrie gelöst werden kann und muß. Nach neueren Meldungen aus den USA scheint sich erfreulicherweise eine Lösung in absehbarer Zeit abzuzeichnen.

Wenden wir uns zum Schluß den *Hausfeuerungen* zu, die zusammen mit den Industriefeuerungen das Thema dieser Tagung bilden.

Bis vor einigen Jahren haben die Hausfeuerungen in den großen Städten den Behörden und insbesondere dem Hygieniker kaum Sorgen bereitet. Da neben der Elektrizität die Zentralheizungen und Einzelöfen vornehmlich mit Koks oder mit rauch- und schwefelarmer Kohle geheizt wurden, war im Vergleich zum Ausland die Stadtluft nur wenig durch heizungsbedingte Immissionen – Rauch, Staub und Gerüche – beeinträchtigt. Eine Ausnahme machten nur die Jahre des 2. Weltkrieges, als wir gezwungen waren, in großen Mengen auch schlackenreiche, staubige und schwefelreiche minderwertige in- und ausländische Brennstoffe zu verwenden. Nach dem Krieg traten rasch wieder die guten Vorkriegszustände ein.

Nun haben sich aber die Verhältnisse seit der Vermehrung der Ölfeuerungen in den Wohnhäusern wesentlich verändert. Vor mehreren Jahren hat es angefangen. Mit bloßem Auge und mit der Nase ließ sich wahrnehmen, daß sich die Luft im Zeitpunkt der Inbetriebnahme der Heizungen veränderte. Viele Hausfrauen beobachteten eine früher kaum vorhandene rußige Verschmutzung der Scheiben, und Autofahrer mit hellfarbigen Wagen ärgerten sich, weil die Karosserien nach kurzem Parkieren auf der Straße mit einem schmierigen, rußigen Belag überzogen waren, und zwar nicht etwa in der Nähe von Fabriken, sondern in ausgesprochenen Wohn- und Villenvierteln. Bei uns liefen bald vermehrt Klagen über Geruchsbelästigungen ein, und es zeigte sich, daß ein einziger, schlecht funktionierender Ölbrenner die Luft eines ganzen Straßenzuges verpesten kann.

Daß die Ölfeuerungen zu einer Luftverschlechterung führen können, sei am Beispiel von *Davos* belegt. Es ist die einzige Ortschaft, in der wegen der Sanatorien seit Jahrzehnten sehr strenge Vorschriften bestanden, welche die Verwendung rauchender und rußender fester Brennstoffe strikte verboten. Man konnte sich deshalb in Davos auch im Winter einer herrlich klaren Luft erfreuen. In den letzten Jahren sind sehr viele Heizungen auf Öl umgestellt worden, und seither kann der regelmäßige Wintergast leicht feststellen, daß sich bei den häufigen Temperaturinversionen am Morgen über der Ortschaft eine häßliche gelbliche Nebel- oder Dunsthaube ausbreitet. Diese Behauptung findet eine Bestätigung im kürzlich erschienenen Bericht der Eidg. Kommission für Überwachung der Radioaktivität für 1961. Es steht dort, daß die Luftüberwachungsstation, die

seit einigen Jahren in Davos installiert war, auf das Weißfluhjoch verlegt werden mußte, weil die Filter im Tal durch Ruß zu stark verschmutzt waren.

Die in *Basel* seit 1957 erstmals in der Schweiz durch das kantonale Laboratorium durchgeführten systematischen Luftuntersuchungen zeigen, daß während der Heizperiode der SO_2 -Gehalt der Luft deutlich ansteigt und sich im Sommer der Nullgrenze nähert. Dabei konnte zwischen den Wohnquartieren und den Industriezonen kein Unterschied festgestellt werden, indem in Wohnvierteln mit vielen Einfamilienhäusern und ihren unzähligen kleinen Ölfeuerungen die gleichen SO_2 -Werte erhoben wurden wie in der Umgebung der Großindustrie.

Der Staubgehalt erwies sich trotz der starken Industrialisierung absolut und im Vergleich zu ausländischen Industriestädten als sehr gering.

Zu übereinstimmenden Resultaten, allerdings mit anderen Meßmethoden, ist man in *Genf* gekommen. Desbaumes und Deshusses heben in ihrem Bericht über Stadtluftuntersuchungen (1960) hervor, daß die Abgase der Heizkessel der Wohngebäude die Hauptursache der Luftverunreinigung darstellen.

Als Folge der Luftuntersuchungen in Basel ist unsere Feuerpolizei dazu übergegangen, strengere Anforderungen an die Ölfeuerungen, insbesondere an deren Unterhalt, zu stellen. Erfreulicherweise haben seither, trotz der ständigen Vermehrung der Ölbrenner, die Klagen über heizungsbedingte Luftverunreinigungen nicht zu-, sondern eher abgenommen.

Strengere Vorschriften über den Betrieb der Ölfeuerungen und über die Qualität respektive den Schwefelgehalt der Heizöle würden dazu beitragen, den so bequemen Ölheizungen das Odium der Stadtluftverunreinigung zu nehmen. Damit wäre ein erster und wichtiger Schritt zur Reinhaltung der Stadtluft getan.