

Luftverunreinigung durch den Motorfahrzeugverkehr

Autor(en): **Wanner, H.U.**

Objektyp: **Article**

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

Band (Jahr): **34 (1977)**

Heft 6

PDF erstellt am: **21.07.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-783658>

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.

Luftverunreinigung durch den Motorfahrzeugverkehr

Von PD Dr. H. U. Wanner, Institut für Hygiene und Arbeitsphysiologie, ETH-Zentrum, 8092 Zürich

Ausmass der Emissionen

In den industrialisierten Ländern wird der grösste Teil der Luftverunreinigung durch die Verwendung fossiler Brennstoffe verursacht. In der Schweiz betrug im Jahre 1972 der Verbrauch an Heizöl EL und leicht 6,3 Mio. Tonnen, an Heizöl mittel und schwer 2,4 Mio. Tonnen und an Dieselöl 0,7 Mio. Tonnen [2]. Die von den wichtigsten Quellen – Hausfeuerungen, Motorfahrzeugverkehr und Industrie – produzierten Abgasmengen sind ungefähr proportional den verbrauchten Brennstoff- und Treibstoffmengen. Dementsprechend stammen rund 50% der Abgase von Heizungen, 20% von Fahrzeugen mit Benzinmotor, 5% von Fahrzeugen mit Dieselmotor und 25% von Industriebetrieben.

Die Bedeutung der einzelnen Quellen hängt jedoch nicht allein von den Abgasmengen ab, sondern auch von den Anteilen der darin enthaltenen toxischen Komponenten, die je nach Art der Verbrennung variieren. Von den Motorfahrzeugen stammen vor allem Kohlenmonoxid, Stickoxide, Kohlenwasserstoffe und Blei; Hauptquellen von Schwebestaub und Schwefeldioxid sind die Hausfeuerungen und Industriebetriebe. Das Ausmass der Emissionen der Motorfahrzeuge ist von der Anzahl und Art der Fahrzeuge sowie von deren Fahrweise abhängig.

Detaillierte Angaben über die Emissionen durch Motorfahrzeuge in der Schweiz gibt eine kürzlich abgeschlossene Studie des Eidgenössischen Amtes für Umweltschutz [3]. Dieser Emissionskataster basiert auf Berechnungen der Emissions- und Verbrauchscharakteristika der verschiedenen Fahrzeugtypen; Berechnungen des Treibstoffverbrauchs und der Schadstoffemissionen erfolgten für die Verhältnisse in städtischen Agglomerationen, an Hauptstrassen sowie auf Landparzellen. Da in der Schweiz der Grundsatz gilt, dass die Luftverunreinigung nicht weiter zunehmen darf, bilden solche Emissionsdaten eine wichtige Grundlage zur Festlegung der notwendigen technischen Emissionsvorschriften für Motorfahrzeuge. Ferner ist der Kataster ein wichtiges Hilfsmittel bei der Zonenplanung

sowie auch zur Erstellung von Prognosen der Luftverunreinigung.

Immissionen der wichtigsten Schadstoffe

Die sich bei vergleichbaren Emissionen ergebenden Immissionen können jedoch sehr unterschiedlich sein; diese sind nicht nur von der Entfernung von der Quelle abhängig, sondern auch von einer Reihe weiterer Faktoren, welche die Ausbreitung und Verdünnung der Abgase beeinflussen; massgebend sind hier die Bebauung längs der Strasse und die atmosphärischen Bedingungen.

Wie bereits erwähnt, gehören zu den wesentlichen Substanzen, die den Abgasen des Motorfahrzeugverkehrs zuzuordnen sind, das Kohlenmonoxid, die Stickoxide, die Kohlenwasserstoffe und das Blei. Die folgende Übersicht über Ergebnisse von Immissionsmessungen, die in den letzten Jahren in der Schweiz durchgeführt wurden, beschränkt sich deshalb in erster Linie auf diese Schadstoffe. Die verfügbaren Messwerte werden mit denjenigen ausländischer Untersuchungen sowie auch mit verschiedenen Grenzwerten verglichen. Bei solchen Gegenüberstellungen sind allerdings gewisse Vorbehalte anzubringen wegen der zum Teil unterschiedlichen Messverfahren sowie wegen unterschiedlicher Messorte und Messzeiten. Für eine generelle Beurteilung einer Immissionssituation sind jedoch solche Vergleiche durchaus zulässig und sinnvoll.

a) Kohlenmonoxid

Das Kohlenmonoxid (CO) ist die meistgemessene Komponente zur Beurteilung der Luftverunreinigung durch den Motorfahrzeugverkehr. Bisherige Untersuchungen zeigen einen Zusammenhang zwischen den CO-Konzentrationen einerseits und der Anzahl Fahrzeuge sowie deren Fahrweise andererseits.

In der Tab. 1 sind CO-Werte aufgeführt, wie sie für städtische Verhältnisse typisch sind [1, 4]. Diese durchwegs an stark frequentierten Strassen und Plätzen gemessenen Konzentrationen zei-

gen den Einfluss der Bebauung in der näheren Umgebung: in sogenannten Strassenschluchten liegen die Werte gesamthaft deutlich höher als an den «offenen» Plätzen und Strassenkreuzungen.

Zum Vergleich sind auch Werte von CO-Messungen in deutschen Städten aufgeführt [12]. Diese CO-Konzentrationen liegen in der gleichen Grössenordnung, wie sie im Nahbereich stark frequentierter Strassen in der Schweiz vorkommen. Die Gegenüberstellung mit den in den USA und in der BRD geltenden Grenzwerten zeigt, dass einige der in Zürich gemessenen CO-Konzentrationen – sowohl kurzfristige Spitzen wie auch 8-Stunden-Mittelwerte – über den kritischen Limiten liegen [6, 8, 11]. Natürlich ist zu berücksichtigen, dass diese Messungen in den Fussgängerbereichen an den Strassen erfolgten; bereits in 10 bis 20 m Entfernung nehmen die Konzentrationen – vor allem bei lockerer Bebauung – rasch ab. Dennoch muss man festhalten, dass für die Anwohner stark frequentierter Strassen die CO-Belastungen im Bereich der im Ausland geltenden Grenzwerte liegen; dies ist für die Wohnungen wie auch für die Arbeitsplätze zu beachten.

b) Stickoxide und Oxidantien

Im Gegensatz zum Kohlenmonoxid liegen von Stickstoffmonoxid (NO-) und Stickstoffdioxid (NO₂) Immissionen erst vereinzelt Messergebnisse vor. Im Nahbereich stark frequentierter Strassen werden in der Regel für NO₂ Konzentrationen zwischen 20 und 50 ppb gemessen, für NO zwischen 150 und 300 ppb [1]. Auch diese Konzentrationen liegen im Bereich der Werte, wie sie in ausländischen Städten vorkommen [12]. Von Untersuchungen über Oxidantien und Ozon (O₃), die im sogenannten Smog gebildet werden, liegen noch zu wenig Ergebnisse vor, die Aussagen über deren Vorkommen in der Schweiz zulassen würden. Aufgrund der in Zürich vorkommenden Konzentrationen von Stickdioxid und Kohlenwasserstoffen ist es durchaus möglich, dass beim Auftreten der für photochemische Reaktionen notwendigen meteorologischen Bedingungen ein Anstieg des üblichen Ozongehalts in

Tab. 1. Kohlenmonoxidimmissionen an verkehrsreichen Strassen und Plätzen. Ergebnisse verschiedener Messreihen in der Stadt Zürich [1, 4], in Oensingen [1] sowie in einigen deutschen Städten [12]; Grenzwerte der USA [6] und der BRD [11]:

Messort	Art der Bebauung	Maximalwerte		Mittelwerte ppm
		30 min ppm	8 h ppm	
Zürich (1971/72)				
Rämistrasse/Zeltweg	Strassenschlucht	55	35	18
Lang-/Lagerstrasse	Strassenschlucht	56	36	22
Bellevue	Offener Platz	33	17	13
Central	Offener Platz	34	17	13
Zürich (1975/76)				
Langstrasse	Strassenschlucht	36	—	13,5
Wehntalerstrasse	Lockere Bebauung	13	—	4,8
Oensingen (1975/76)				
Autobahn	Freies Feld	7	—	1,9
Deutschland (1973)				
Berlin	—	48	—	9,6
Frankfurt	—	55	—	9,3
Würzburg	—	19	—	3,5
Grenzwerte				
Air Quality Standards (USA)		35 (1 h)	9	—
VDI (BRD)		45	—	9 (24 h)

der Aussenluft (20–40 ppb) erfolgt, wie dies zum Beispiel in Frankfurt am Main festgestellt wurde [12].

c) Kohlenwasserstoffe

Zur Beurteilung der Kohlenwasserstoffimmissionen beschränkt man sich in der Regel auf Bestimmungen der *Nicht-Methan-Kohlenwasserstoffe* (NMKW).

Damit werden gesamthaft alle aliphatischen und aromatischen Verbindungen erfasst. Grenzwerte wurden bisher nicht aufgrund der toxischen Wirkungen einzelner Komponenten festgelegt, sondern wegen der Bedeutung dieser Stoffgruppe bei den fotochemischen Reaktionen. In der Schweiz liegen bis jetzt nur wenige Ergebnisse systemati-

scher NMKW-Messungen vor: im Nahbereich von Strassen wurden – je nach Bebauungsart – im Durchschnitt zwischen 0,3 und 3 ppm gemessen [1]; gesamthaft korrelieren die NMKW-Werte mit den CO- und NO-Konzentrationen. Im Zusammenhang mit der schrittweisen Herausnahme der Bleialkyle aus dem Benzin interessiert vor allem die Frage, ob eine Änderung der Treibstoffzusammensetzung einen Einfluss auf die Anteile organischer Schadstoffe in der Luft haben kann. Messungen an einer verkehrsreichen Strasse in Berlin haben gezeigt, dass die *Kohlenwasserstoff-Immissionssituation* bei vergleichbaren Verkehrsbelastungen vor und nach Herabsetzung des Bleigehalts von 0,4 auf 0,15 g/l nur *wenig änderte*; feststellbar war eine geringe Erhöhung des Aromatenanteils. Sehr eindeutig waren hingegen die Reduktionen der Bleiimmissionen von durchschnittlich 3,1 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ auf 1,0 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ [10].

d) Blei

Mehrjährige Messungen der Schwebestaub-, 3,4-Benzpyren- und Bleiimmissionen in Zürich [9] haben ergeben, dass die Konzentrationen in der City gesamthaft höher waren als in den Wohnquartieren und in Netstal (vgl. Tab. 2). Beim *Blei* hätte man zwischen den verschiedenen Messstellen allerdings grössere Unterschiede erwartet, da die in der Luft vorkommenden Bleiverbindungen fast ausschliesslich vom Motorfahrzeugverkehr stammen. Die ziemlich hohen Konzentrationen in den Randquartieren der Stadt weisen darauf hin, dass die jeweiligen Wetterlagen einen massgebenden Einfluss auf die Verteilung der Luftverunreinigungen durch Schwebestaub haben. Eindeutig niedrigere Konzentrationen wurden in Netstal sowie auf dem in der Nähe von Zürich gelegenen Üetliberg festgestellt.

Auffallend waren jedoch die hohen jahreszeitlichen Unterschiede: Der durchschnittliche *Schwebestaub- und Bleigehalt* war im Winter etwa doppelt so hoch und der *Benzpyrengengehalt* etwa fünfmal so hoch wie im Sommer; diese Differenzen sind vor allem durch die Emissionen der Hausfeuerungen sowie durch die häufigeren Inversionslagen im Winter bedingt.

Die in der Stadt Zürich gemessenen Bleikonzentrationen liegen ungefähr in der gleichen Grössenordnung wie in ausländischen Städten [12]; so wurden in Frankfurt am Main bei vergleichbaren Messvorgehen und Messstellen (City – Wohnquartier – Erholungsgebiet)

Tab. 2. Jahresmittelwerte für Schwebestaub und Blei in Zürich und Netstal [9] sowie in Frankfurt am Main [12]

Messort	Schwebestaub $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Blei $\mu\text{g}/\text{m}^3$
Zürich (1971/72)		
City (Paradeplatz)	180	3,1
Wohnquartier (Triemli)	110	1,3
Erholungsgebiet (Üetliberg)	59	0,3
Zürich (1975/76)		
City (Langstrasse)	93	1,9
Wohnquartier (Oerlikon)	66	1,3
Netstal (1975/76)		
	56	0,5
Frankfurt (1972/73)		
City	—	2,8
Wohnquartier	—	1,1
Erholungsgebiet	—	0,2
Grenzwert-VDI (1974)		
	100	1,5

sehr ähnliche Konzentrationen gemessen (vgl. Tab. 2). Die Gegenüberstellung mit den Grenzwerten zeigt, dass die in der Zürcher City vorkommenden Bleibleastungen über dem vom VDI-festgelegten Jahreshöchstwert liegen [11].

e) Ausbreitung der Autoabgase

Zur Beurteilung der Belastung für Anwohner stark frequentierter Strassen sind vermehrte Kenntnisse über die Ausbreitung der verschiedenen Abgas-komponenten erforderlich. Solche Beurteilungen sind einerseits für bereits bestehende, wenn nötig zu sanierende, Situationen erforderlich und andererseits für die mutmasslichen Belastungen an geplanten Strassen. Umfangreiche Messungen, die im Nahbereich stark frequentierter Strassen bis in Entfernungen von 80 m erfolgten [1], ergaben folgende Abnahmen: Bei einer *Autobahn*-(ohne Bebauung) waren die Konzentrationen von CO, NO und NO₂ auch noch in 80 m Distanz höher als der lokale Grundpegel, da der Motorfahrzeugverkehr in weiterem Umkreis die einzige Quelle von Luftfremdstoffen ist; die unregelmässige Abnahme der Kohlenwasserstoffwerte (NMKW) ist hier auf landwirtschaftliche Quellen zurückzuführen. An einer *Ausfallstrasse* (lockere Bebauung) war bereits in 40 m Distanz in den meisten Fällen der gleiche Grundpegel erreicht wie in einem zu Vergleichszwecken untersuchten Wohnquartier mit nur lokalem Verkehr. In der Umgebung einer *Strassenschlucht* (enge Bebauung) lagen jedoch die Konzentrationen bis in 40 m alle signifikant über dem Grundpegel des Wohnquartiers. Dies kann damit erklärt werden, dass im Quartier mit der untersuchten Strassenschlucht wegen des allgemein starken Verkehrs sowie wegen der mehrheitlich engen Bebauung auch der lokale Grundpegel gegenüber dem Wohnquartier erhöht ist. Gesamthaft kann man festhalten, dass die Ausgangskonzentrationen am Strassenrand um so höher sind, je dichter die Bebauung ist. Die Abnahmen sind jedoch bei Bebauung grösser als bei der Autobahn.

f) Beziehungen Aussenluft-/Raumluftverunreinigungen

Bisherige Untersuchungen zeigen, dass die Verunreinigungen in der Aussenluft die Qualität der Raumluft massgebend beeinflussen. Die jeweiligen Anteile der Aussenluftverunreinigungen sind vor allem von der Art der Lüftung (Fensterlüftung, Klimaanlage) sowie vom stündlichen Luftwechsel abhängig. Messungen, die im Rahmen ei-

ner Pilotstudie in Räumen längs stark frequentierter Strassen durchgeführt wurden, haben ergeben, dass *der Gehalt von CO, NO und NO₂ in der Raumluft weitgehend von den jeweiligen Aussenluftkonzentrationen abhängig ist*; bei höhern Aussenluftwerten waren die prozentualen Anteile etwas niedriger als bei tiefern Werten [7]. Anders liegen die Verhältnisse beim *Formaldehyd* (CH₂O): die in den beiden Räumen gemessenen Konzentrationen waren um ein Vielfaches höher als in der Aussenluft; die Quellen der Verunreinigungen durch CH₂O müssen deshalb vor allem innerhalb der Räume gesucht werden. In Frage kommen etwa Baumaterialien, Rückstände von Lösungsmitteln sowie Tabakrauch [13].

Gesundheitliche Schädigungen

Aus hygienischer Sicht sind von den genannten Schadstoffen das *Kohlenmonoxid* und das *Blei* von Bedeutung sowie auch die *Stickoxide*. Deren gesundheitsschädigenden Wirkungen sind bekannt; es ist jedoch sehr schwierig, die Zusammenhänge zwischen den möglichen Erkrankungen und dem Ausmass der Luftverunreinigung eindeutig nachzuweisen. Das heisst natürlich nicht, dass man zuwarten soll, bis gesundheit-

liche Schädigungen auftreten; vielmehr geht es darum, das *Risiko für Erkrankungen möglichst niedrig zu halten*. Grenzwerte haben deshalb vor allem eine *prophylaktische Bedeutung*; bei deren Festlegung sind präventivmedizinische Kriterien massgebend, wobei die erhöhte Empfindlichkeit von Risikogruppen, wie Herz- und Kreislaufkranke, Kinder sowie alte Menschen, besonders zu berücksichtigen ist. Wie die in Zürich im Nahbereich enger Strassen gemessenen Kohlenmonoxid- und Bleikonzentrationen zeigen, werden hier die als zulässig erachteten Limiten zeitweise überschritten. Ist deshalb an diesen kritischen Orten bereits mit gesundheitlichen Schädigungen zu rechnen? Untersuchungen bei Schulkinder in Zürich und Netstal haben ergeben, dass deren Blutbleigehalt im Bereich der *Normwerte* liegt [5]; ein geringer Unterschied wurde zwischen den ALAD-Werten der Zürcher und Netstaler Mädchen gefunden. Auch wenn solche Erhebungen noch keine eindeutigen Hinweise auf erhöhte Belastungen geben, sind aus den bereits erwähnten prophylaktischen Gründen Massnahmen zur Reduktion der Schadstoffe in der Luft unerlässlich – insbesondere zum Schutz der Anwohner stark frequentierter Strassen. Ein weiteres Kriterium, das zukünftig vermehrt zu beachten ist, sind die

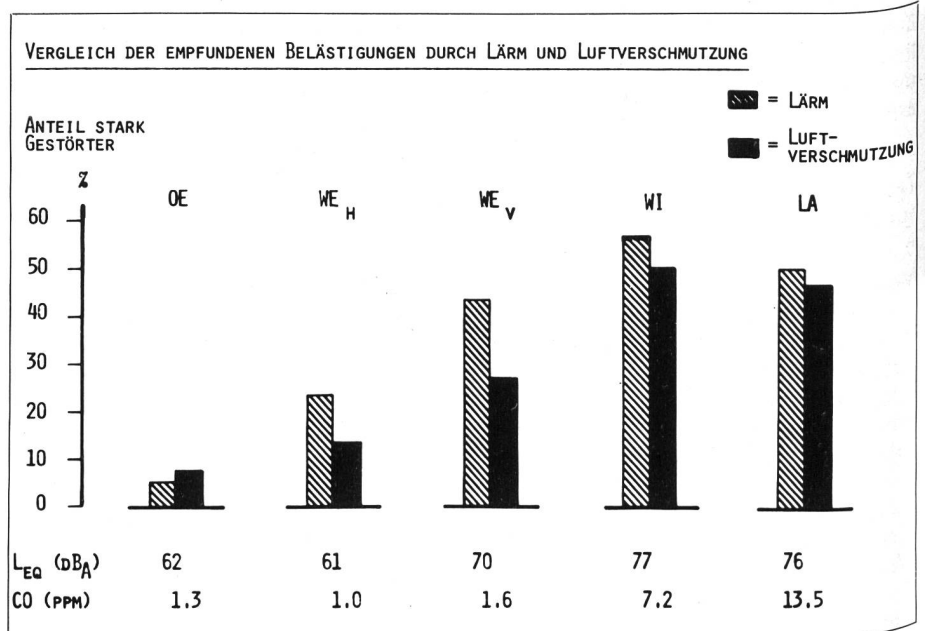


Abb. 1. Vergleich der empfundenen Belästigungen durch Lärm und Luftverschmutzung. Befragung von Anwohnern verschiedener Strassen in der Stadt Zürich [14]

OE = Oerlikon (nur lokaler Verkehr)
 WI = Winterthurerstrasse
 LA = Langstrasse

WE = Wehntalerstrasse
 V = vordere Häuserreihe
 H = hintere Häuserreihe

durch die Autoabgase verursachten *Belästigungen*. Bei einer Befragung von über 1000 Personen in der Stadt Zürich über Belästigungen waren von den Anwohnern stark frequentierter Strassen 30 bis 50% durch die Luftverschmutzung stark gestört [14]. Diese Aussagen waren jedoch nicht allein von den jeweils gemessenen Schadstoffkonzentrationen abhängig: wie aus *Abb. 1* hervorgeht, war der Anteil stark gestörter Personen bei vergleichbaren Konzentrationen an Luftfremdstoffen verschieden. (In der Abbildung ist lediglich das Kohlenmonoxid als Leitkomponente aufgeführt.) Hingegen ergab sich ein signifikanter Zusammenhang zwischen den Störungen durch Lärm und denjenigen durch Luftverschmutzung; die jeweiligen Störungen durch den Verkehrslärm dürften somit die Aussagen über die Belästigungen durch Gestank und Abgase beeinflussen. Solche subjektiv empfundene Belästigungen sind zukünftig bei der Festlegung von Grenzwerten soweit möglich zu berücksichtigen. Auf alle Fälle sind vermehrt Massnahmen zu treffen, um die im Nahbereich von Strassen oft starken Geruchsbelästigungen zu reduzieren; strengere Kontrollvorschriften sind insbesondere für Dieselfahrzeuge erforderlich.

Schlussfolgerungen

Aus all den vorgelegten Messwerten, den Vergleichen mit Messungen im Ausland und Einstufungen zu Grenzwerten können wir folgendes festhalten:

- Im Nahbereich von Strassen sind die Belastungen durch Luftfremdstoffe von der Frequenz und der Fahrweise der Motorfahrzeuge sowie von der Bebauung längs der Strasse abhängig. *In engen Strassen sowie an verkehrsreichen Plätzen treten Kohlenmonoxid- und Bleikonzentrationen auf, die im Bereich der Grenzwerte liegen.*
- Zur bessern Beurteilung der Belastung der Bevölkerung sind zukünftig vermehrt Langzeitmessungen erforderlich. Dabei müssen auch die

jeweiligen atmosphärischen Bedingungen erfasst werden. Notwendig sind vor allem *Messungen an kritischen Orten* – wie zum Beispiel Strassenschluchten. Lückenhaft sind auch noch die Kenntnisse über die Beziehungen zwischen Aussenluft- und Raumluftverunreinigungen, die Zusammensetzung des atembaren Anteils des Schwebstaubs sowie über mögliche Gefährdungen durch Oxidantien und aromatische Kohlenwasserstoffe.

- Zur Reduktion der Immissionen sind in erster Linie Massnahmen an der Quelle erforderlich – also eine *wirksame Bekämpfung der Emissionen*. Dazu gehören die jetzt auch für die Schweiz beschlossene *Herabsetzung des Bleigehalts im Benzin, die Reduktion des zulässigen Kohlenmonoxidausstosses sowie vermehrte Kontrollen der Dieselfahrzeuge bezüglich Russbildungen*. In stark frequentierten Strassenschluchten sind die Verkehrsbelastungen soweit möglich zu reduzieren – sei es durch Verkehrsumleitungen oder Verhinderung von Stockungen. Bei Sanierungen und Planungen ist von Fall zu Fall genau abzuklären, durch welche baulichen und verkehrstechnischen Massnahmen die Belastungen durch Abgase im Bereich der Strassen möglichst niedrig gehalten werden können.

Literatur

- [1] Deuber, A., Meier, M., Satish, J., Sommer, H. J., und Wanner, H. U., Die räumliche Verteilung von Motorfahrzeugabgasen in Situationen unterschiedlicher Bebauung, Wasser, Energie, Luft 69, 31–38 (1977).
- [2] Eidgenössisches Gesundheitsamt, Bern; Bulletin, Beilage 6/1973, Probleme der Lufthygiene.
- [3] Eidgenössisches Amt für Umweltschutz, Bern; Emissionskataster für Motorfahrzeuge in der Schweiz; Januar 1976.
- [4] Hess, W., und Martin, W., Die Belastung der Zürcher Stadtluft durch Motorfahrzeugabgase, Gesundheitstechnik 8, 303–310 (1974), und 9, 11–15 (1975).
- [5] Hotz, Ph., Russenberger, H. J., et Wanner, H. U., Mesure de l'exposition au plomb dans un collectif de jeunes filles, Sozial- und Präventivmedizin 22 (1977), im Druck.
- [6] National primary and secondary ambient air quality standards, The Federal Register 36, 8186–8201 (April 30, 1971).
- [7] Satish, J., et Wanner, H. U., Source et importance de la pollution de l'air à l'intérieur des bâtiments, Sozial- und Präventivmedizin 21, 124–125 (1976).
- [8] Technische Anleitung zur Reinhaltung der Luft. Erste Allgemeine Verwaltungsvorschrift zum Bundes-Immissionsschutzgesetz, 28. August 1974. Heider-Verlag, Bergisch Gladbach, 1974.
- [9] Turrian, V., Wanner, H. U., Magyar, B., Suter, M., und Deuber, A., Schwebstaub-, Blei- und Benzopyrenimmissionen in der Stadt Zürich. Sozial- und Präventivmedizin 22 (1977), im Druck.
- [10] Ulrich, D., Auftreten spezieller lufthygienisch bedeutsamer organischer Schadstoffe in der Luft einer verkehrsreichen Strasse in Berlin, Institut für Wasser-, Boden- und Lufthygiene, Berlin; Vortragstagung vom 20. bis 22. Oktober 1976.
- [11] Verein Deutscher Ingenieure (VDI), VDI-Richtlinien, Maximale Immissionswerte, VDI 2310. VDI-Handbuch Reinhaltung der Luft, VDI-Verlag GmbH, Düsseldorf 1974.
- [12] Verein für Wasser-, Boden- und Lufthygiene, Immissionssituation durch den Kraftverkehr in der Bundesrepublik Deutschland. Gustav-Fischer-Verlag, Stuttgart 1974.
- [13] Wanner, H. U., Verunreinigungen der Raumluft. Neue Zürcher Zeitung Nr. 34, 11. Februar 1976.
- [14] Wanner, H. U., Wehrli, B., Nemecek, J., und Turrian, V., Die Belästigung der Anwohner verkehrsreicher Strassen durch Lärm und Luftverunreinigungen, Sozial- und Präventivmedizin 22 (1977), im Druck.

planen – bauen – erhalten

plan

Probenummern erhalten Sie über Telefon 065 2141 31