

Schadstoffimmissionen in Wohn- und Erholungsgebieten

Christoph Huter, Markus Hangartner, Hans-Urs Wanner

Institut für Hygiene und Arbeitsphysiologie, ETH Zürich
 Clausiusstrasse 21, CH-8092 Zürich

Einleitung

Lufthygienische Messungen von längerer Dauer wurden bis heute meist im Bereich von stark belasteten Standorten wie z.B. Hauptverkehrsachsen oder in Bezug auf Einzelquellen wie Industrieanlagen und Kehrlichtverbrennungsanlagen durchgeführt. Über die Situation in typischen Wohn- und Erholungsgebieten im städtischen Umfeld ist weniger bekannt. Da sich viele Menschen über längere Zeit in diesen Gebieten aufhalten, ist deren Luftqualität präventivmedizinisch von grosser Bedeutung. Die vorliegende Arbeit hatte zum Ziel, eine Immissionsbelastung zu ermitteln, die für diese Zonentypen repräsentativ ist und nicht den Einfluss einer starken Einzelquelle widerspiegelt. Dabei sollten die folgenden Fragen beantwortet werden:

Lassen sich bezüglich der Schadstoffimmissionen Unterschiede feststellen zwischen

- Wohnzonen im Stadtzentrum (WZ)
- Erholungsgebiete im Stadtzentrum (EZ)
- Wohnzonen am Stadtrand (WR)
- Wohnzonen auf dem Land (WL)

Methodik

Es wurden folgende Schadstoffe gemessen: Kohlenmonoxid (CO), Schwefeldioxid (SO₂), Stickstoffmonoxid (NO), Stickstoffdioxid (NO₂) Schwebstaub mit den Inhaltsstoffen Blei (Pb) und Sulfat (SO₄²⁻) und Staubbiederschlag mit den Inhaltsstoffen Blei (Pb) und Cadmium (Cd).

Schadstoffe	Anzahl Messstellen pro Zonentyp			
	WZ	EZ	WR	WL
Gase	3	3	3	0
Schwebstaub	1	1	1	1
Staubbiederschlag	3	3	3	1

Tabelle 1: Aufbau des Messnetzes

Die gasförmigen Schadstoffe wurden an einer Messstelle vom Typ WZ kontinuierlich gemessen, an den übrigen 8 Messstellen wurden Stichproben erhoben. Dabei wurden ca. 50 zufällig über ein Jahr verteilte Messungen von je 30 min. Dauer durchgeführt. Mit Hilfe eines eigens dafür entwickelten Gassammlers war es möglich, an allen acht Messstellen synchrone Stichproben zu erheben. Dies sollte die Vergleichbarkeit der Messstellen untereinander gewährleisten (überall gleicher Einfluss der meteorologischen Parameter). Der Schwebstaub wurde ebenfalls stichprobenweise gesammelt; es wurden 25 zufällig über ein Jahr verteilte Stichproben von je 24 Stunden Dauer erhoben. Die Probenahmen erfolgten synchron. Der Staubbiederschlag wurde kontinuierlich gemessen. Eine Sammlung dauerte einen Monat, die gesamte Messzeit ein Jahr.

Resultate

1. Gasförmige Schadstoffe

An einer Messstelle vom Typ WZ wurden die gasförmigen Schadstoffe während der ganzen Messzeit (April 1983 bis April 1984) kontinuierlich

gemessen. Die Ergebnisse sind in der Tabelle 2 aufgeführt:

	CO	SO ₂	NO	NO ₂
x	1.1	34	36	57
s	1.2	43	54	34
N	6934	12545	14089	14089

Tab.2: Resultate der kontinuierlichen Gasmessung (Konzentrationsangaben in µg/m³, für CO in mg/m³)

x = arithmetischer Mittelwert; s = Standardabweichung
 N = Anzahl Halbstundenwerte

Aus Tabelle 2 geht hervor, dass die Immissionsgrenzwerte der schweizerischen Luftreinhalteverordnung 1984 für SO₂ (30 µg/m³) und für NO₂ (40 µg/m³) überschritten sind.

Die Unterschiede der gasförmigen Immissionen zwischen den 4 Zonentypen sind gesamthaft gering. Da die Daten nicht normalverteilt sind, wurden die Jahresmittel der 8 Messstellen mit dem Mann-Whitney-U-Test (p < 0.05) verglichen. Daraus ergab sich, dass bezüglich CO keine Unterschiede zwischen den 4 Zonentypen vorliegen, ebenso für NO und NO₂ in zentralen Wohnzonen (WZ) und den benachbarten Erholungsgebieten (EZ). Hingegen sind Wohnzonen am Stadtrand (WR) bez. NO und NO₂ signifikant geringer belastet als im Stadtzentrum gelegene Zonen (WZ). Auch die SO₂-Belastung liegt in den randstädtischen Wohnzonen (WR) signifikant tiefer als diejenige der zentralen Wohnzonen (WZ), während die Erholungsgebiete (EZ) eine Zwischenstellung einnehmen.

Zonentypen		WZ	EZ	WR
NO µg/m ³	x	45	40	32
	s	7 (51)	9 (51)	9 (41)
	N	3 (46)	3 (46)	3 (44)
NO ₂ µg/m ³	x	69	68	58
	s	7 (30)	5 (30)	4 (27)
	N	3 (46)	3 (46)	3 (44)
CO mg/m ³	x	1.9	1.6	1.3
	s	0.1(1.8)	0.2(1.6)	0.2(1.4)
	N	3 (24)	3 (24)	3 (23)
SO ₂ µg/m ³	x	38	28	23
	s	5 (29)	3 (20)	3 (18)
	N	3 (41)	3 (42)	3 (45)

Tab.3: Immissionen der gasförmigen Schadstoffe (Jahresmittel der Stichproben) Zahlen in Klammern: mittlere zeitliche Streuung aus je 3 Messstellen
 N = Anzahl Stichproben pro Messstelle

Die zeitlichen Streuungen (Streuungen innerhalb einer Messstelle) sind höher als die räumlichen (Streuungen zwischen den Messstellen).

2. Staubförmige Schadstoffe

Zentral gelegene Zonen (WZ und EZ) sind durch Schwebstaub signifikant höher belastet als randstädtische und ländliche Wohnzonen (MWU-Test $p < 0.05$). Zwischen zentralen Wohnzonen und den benachbarten Erholungsgebieten besteht ein geringer Unterschied, zwischen ländlichen und randstädtischen Wohnzonen keiner (vgl. Tabelle 4). Tabelle 5 zeigt die Blei- und Sulfatimmissionen im Schwebstaub; signifikante Unterschiede bestehen zwischen zentralen (WZ, EZ) und peripheren (WR, WL) Zonen ($p < 0.05$).

Zonentypen	WZ	EZ	WR	WL
x	63	54	40	45
s	32	30	25	27
N	25	25	25	20

Tab.4: Schwebstaub-Immissionen (Jahresmittel in $\mu\text{g}/\text{m}^3$)

Zonentypen	WZ	EZ	WR	WL	
Pb	x	0.28	0.24	0.14	0.19
	s	0.21	0.20	0.10	0.17
	N	25	25	25	19
SO ₄ ²⁻	x	8.6	8.8	7.0	7.3
	s	6.2	6.5	6.0	5.3
	N	20	20	20	15

Tab.5: Blei- und Sulfat-Immissionen im Schwebstaub (Jahresmittel in $\mu\text{g}/\text{m}^3$)

Wie Abbildung 1 zeigt, sind die 4 Zonentypen bezüglich Staubbiederschlag unterschiedlich belastet (t-Test, $p < 0.05$): Die Unterschiede sind signifikant; zentrale Wohnzonen sind höher belastet als benachbarte Erholungsgebiete, diese wiederum zeigen höhere Immissionen als randstädtische und ländliche Wohnzonen.

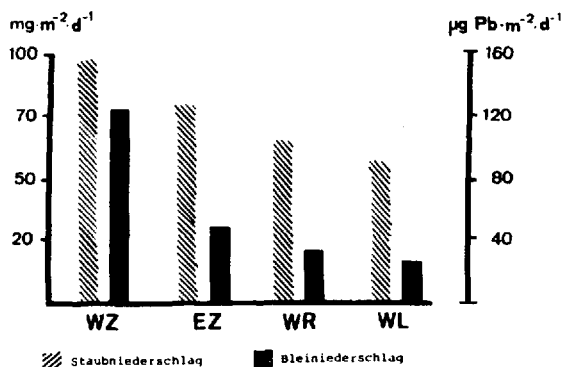


Abb.1: Staub- und Bleiniederschlag in den 4 Zonentypen

Beim Bleiniederschlag (Abb.1) sind die Unterschiede zwischen Wohnzonen im Stadtzentrum und den übrigen Gebieten sehr ausgeprägt. Zwischen Erholungsgebieten einerseits und randstädtischen und ländlichen Wohnzonen andererseits bestehen geringe, aber signifikante Unterschiede ($p < 0.05$). Hinsichtlich der Cadmiumdeposition (vgl. Tab.6) gibt es keine signifikanten Unterschiede zwischen den 4 Zonentypen ($p < 0.05$).

Zonentypen	WZ	EZ	WR	WL	
Cd	x	2.1	2.8	1.6	1.5
	s	0.4	0.3	0.8	---
	N	3	3	3	1

Tab.6: Cadmiumdeposition (Jahresmittel in $\mu\text{g x m}^{-2} \text{x d}^{-1}$)

Diskussion

Bei allen Schadstoffen zeigt sich generell eine Reihenfolge $WZ \geq EZ > WR/WL$. Die stärkere Belastung von Stadtzentren durch Luftschadstoffe wurde auch in andern Untersuchungen (1) gefunden und lässt sich durch das höhere Verkehrsaufkommen und das Fehlen einer verkehrsfreien Umgebung erklären. Was aus der Sicht der Präventivmedizin bedenklich stimmen muss, ist die hohe Schadstoffbelastung von Erholungsgebieten im Stadtzentrum; die Resultate dieser Studie zeigen auch in solchen Gebieten eine Belastung durch NO₂ im Bereich des Immissionsgrenzwerts, für SO₂ und die Cadmiumdeposition gilt dasselbe. Die zum Teil geringen Unterschiede zwischen WZ und EZ zeigen, dass der Erholungswert der "grünen Inseln" im Stadtzentrum durch Schadstoffimmissionen aus ihrer Umgebung stark verringert ist.

Zusammenfassung

Schadstoffimmissionen in Wohn- und Erholungsgebieten

Immissionsmessungen nach einem Stichprobenkonzept in städtischen Wohn- und Erholungsgebieten zeigten eine generelle Zunahme der Schadstoffkonzentrationen gegen das Stadtzentrum hin. Deutliche Unterschiede zeigten sich vor allem im Bleiniederschlag. Die NO₂-Konzentrationen lagen mehrheitlich über dem Immissionsgrenzwert.

Summary

Immission of pollutants in residential and recreational areas

Measurements of pollutants, which were taken randomly in urban residential and recreational areas, have shown an increase in concentration towards the city center. Significant differences were mainly found in the deposition of lead. The immission of NO₂ exceeded most of the time the acceptable concentration.

Résumé

Immission de polluants dans des quartiers résidentiels urbains et zones récréatives Des mesures d'immissions selon un principe d'échantillons aléatoires prélevées dans des quartiers résidentiels urbains et zones récréatives ont montré une augmentation générale de la concentration des polluants vers le centre de la ville. Les différences les plus prononcées ont surtout été trouvées pour les précipitations du plomb. Les concentrations de NO₂ dépassaient pour la majorité la valeur limites d'immissions.

Literatur

(1) Gesundheitsinspektorat der Stadt Zürich, Amt für technische Anlagen und Lufthygiene; Luftbelastung in der Stadt Zürich 1982/83