

Einfluss des Auto-Verkehrs auf die Luftverschmutzung in Wohnlokalen

Genf, Oktober 1971 - Mai 1972

Paul DESEBAUMES, Claude IMHOFF, Michel BOURQUIN

Man beklagt sich darüber, dass die Luft in den Grosstädten ungesund ist und die Ursache von Krankheiten beim Menschen ist.

Es ist eine Tatsache, dass die Luft der Städte ein bedeutend höheres Mass an Luftverschmutzung aufweist als die Luft auf dem Lande. Die Messwerte beziehen sich jedoch immer auf Messungen, welche in freier Luft vorgenommen wurden. Es handelt sich da immer um Plätze wie Strassen Parkanlagen, Gassen, etc. Also Orte, wo die Bevölkerung sich verhältnismässig wenig im Laufe des Tages aufhält, insbesondere während der schlechten Jahreszeit wo gerade das Ausmass der Luftverschmutzung seinen Höhepunkt erreicht. Man kann sich deshalb die Frage stellen, ob die Resultate dieser Beobachtungen betreffs des Verhältnisses, das zwischen dem Prozentsatz der Luftverschmutzung und den Krankheitssymptomen, welche man bei der Stadtbevölkerung feststellt auch richtig sind und auf genauen Tatsachen beruhen.

Der Zweck dieser Untersuchung besteht darin, die Luftverschmutzung in Wohnungen und Lokalen zu messen und festzustellen ob eine Abhängigkeit bezüglich den Verschmutzungserregern vorhanden ist, die ihren Ursprung im Autoverkehr haben.

Diese Auswahl hat uns erlaubt, uns mit zwei Messungen von Verschmutzungserregern der Luft zu begnügen, d.h. das Kohlenoxyd und den Stickstoffoxyde zu messen, zwei Kompositen, die die Asupuffgase charakterisieren.

Um eine korrekte Bemusterung durchführen zu können, haben wir zweckmässige Stellen in den verschiedenen Lokalen ausgesucht, welche alle sich im Erdgeschoss befanden und in Gebäuden, die von intensiven Autoverkehr umgeben waren.

Wir haben an 8 verschiedenen Stellen, welche sich im Stadttinnern befanden, die Konzentrierung von Kohlenoxyd und Stickstoffoxyde gemessen und an jedem Orte zwei Luftmuster entnommen, eines auf der Strasse und das andere in einem bewohnten Lokal.

Beschreibung der Orte, welche wir für unsere Untersuchungen bestimmten

Um die Vergleiche zu erleichtern, haben wir die Orte eingeteilt u.z. in dieser Art, dass wir sie in mehr oder weniger unmittelbarer Nähe durchführten, die zwischen den Lokalen bestand wo die Verschmutzungsgrade der Luft kontrolliert wurden im Zusammenhang mit dem Verkehr. Diese Klassifizierung erlaubt uns die Stellen in drei Kategorien aufzuteilen :

1. Die Orte, die sich in unmittelbarer Nähe des Verkehrs befinden, Warenhäuser, Büros, Wohnungen.
2. Die Orte, die sich nicht in Verkehrsnähe befinden, die aber in Passagen situiert sind, welche in Verkehrsstrassen münden.
3. Lokale, die verhältnismässig weit vom Verkehr entfernt sind.

Kondition der Probenentnahmen

Die Luft in den gewählten Lokalen wurde einmal wöchentlich analysiert, u.z. Dienstag früh. Diese Wahl wurde aus arbeitstechnischen Gründen im Kreise der Sektion getroffen, insbesondere darum, um die Analyse der Muster raschestens zu gestatten und so die Lagerung in den Plastik-Behältern nur solange zu belassen als diese im Einklang mit deren Möglichkeit ist und deren Haltbarkeit nicht beeinträchtigt.

Technik der Musterentnahmen und Analysenmethode

Die Luftproben werden mittels einer tragbaren elektrischen Pumpe vorgenommen, welche mit Hilfe einer Batterie funktioniert (4 A. 12 V.). Die Dauer einer Bemusterung ist 3 Minuten und genügt, um den Sack der aus Plastikblatt besteht, zu füllen, dieser ist mit 2 Hähene versehen, die auf Verbindungsglieder aus Silicon geschaltet wurden. Weiters sichern Ringe die Abdichtung. Diese Säcke können 20 bis 30 Liter aufnehmen, ein genügendes Volumen um die Dosierung des Kohlenoxyd und Stickstoffoxyde zu ermöglichen.

a) Dosierung des Stickstoffoxyde

Wir besitzen einen Apparat " Imcometer " (Bran & Lubbe) für die ununterbrochene Dosierung des Stickstoffoxyde ($\text{NO} + \text{NO}_2$). Der Zyklus der Messungen bewegt sich zwischen 15 - 30 Minuten, diese werden mit tels Spektrophotometrie (550 mm) über eine Zelle, welche zur Aufsaugung dient, vorgenommen und die von einem Gasstrom überquert wird. Die Zelle wird automatisch mit einem Reagens versorgt und ausserdem wird der Stickstoff Monoxyd vöererst in NO_2 oxydiert und dies mittels eines Katalysators von Bran & Lubbe. Der Apparat wird mit einem Permeationsrohr, welches mit NO_2 geladen ist, geeicht. Um die Verbindung zwischen den Säcken, welche die Muster enthalten und dem Imcometer zu sichern, werden sie an einen Apparat mit mehrfachen Schliessen, geschaltet, der durch den Minutenzeiger des Messinstruments getätigt wird. Diese Vorrichtung erlaubt nacheinander das NO_2 in 12 Minuten zu analysieren.

b) Dosierung des Kohlenoxyd

Der Inhalt des Säcke der nach der Dosierung des Stickstoffoxyde zurückbleibt, genügt für die Messung des Kohlenoxyd nach selektiver Aufsaugung im Infrarouge mit einem Apparat " No 215 B Beckman ". Das Muster, ehe es in die Zelle injiziert wird, wird vom Wasserdampf befreit, wie auch von Kohlengas und den organischen Spuren mittels sukzessiver Überführung in Filtern, welche Kalcium chlorure, amiante sodé und active Kohle enthalten. Die Eichung des Messapparats wird mit Hilfe eines Eichgases durchgeführt, welches eine gegebene Dosis von Kohlenoxyd enthält. Die Empfindlichkeit des Apparats ist 0,5 ppm.

Interpretierung der Resultate

1) Kritik des Musterverfahrens

Die Luftentnahmen, welche jedesmal am selben Tag der Woche duchgeführt wurden (Dienstag) und zur gleichen Stunde (zwischen 9 und 11 Uhr) liessen befürchten, dass eine Bemusterung, ausgeführt unter solchen Bedingungen, nicht eine gültige Darstellung einer durchschnittlichen Luftverschmutzung bilden könnte. Wir haben jedoch feststellen können,

dass diese Messungen keine Irrtümer enthielten als wir sie mit anderen Messungen von Kohlenoxyd verglichen, die systematisch in den Strassen der Stadt gemacht wurden u.z. täglich von 7 h bis 19 h, mit Ausnahme von Samstag und Sonntag.

Beispiele

Durchschnittliche Konzentrationen von Kohlenoxyd (ppm)

<u>Standort</u>	<u>Messungen am Dienstag</u>	<u>statistische Messungen</u>
Passage Malbuisson		
Passage des Lions	8,90	8,35
Magasin City		
Rue Leschot	10,80	9,20

Diese beiden Beispiele zeigen, dass die durchgeführten Messungen Dienstag früh etwas höher sind (ungefähr um 10 %) als die, welche täglich an allen Werktagen gemacht werden.

2) Einleitung

Die Angeführten Kurven in Zeichung 1, illustrieren die Verteilung der Konzentrierung des Kohlenoxyds und des Stickstoffoxydes im Innern und ausserhalb der Lokale.

In der folgenden Tabelle sind die verschiedenen statistischen Parameter (Durschnitt, Abstand, Typ, etc.) vereinigt, die diese Verteilungen charakterisieren.

Für diese Berechnungen haben wir nur diese Messungen in Betracht gezogen, für welche wir die Konzentrierung ausserhalb und innerhalb der Lokale besitzen, d.h. von Februar bis Mai 1972 für den Stickstoffoxyde und von Dezember 1971 bis Mai 1972 für das Kohlenmonoxyd.

3) Erörterung der Resultate

- a) Der durchschnittliche Gehalt an CO sowie der Mittelwert sind geringer im Innern als ausserhalb der Lokale. Die Differenz ist jedoch nur 0,7 ppm, welcher Wert eine Verminderung von ungefähr 9 % darstellt

im Vergleich zur Aussenluft. Dieser geringe Unterschied zeigt, dass die verschmutzte Luft praktisch keinem Hindernis begegnet, um in die bewohnten Lokale einzudringen. Ausserdem möchten wir darauf hinweisen, dass der Gehalt zwischen 12 und 16 ppm häufiger im Innern der Lokale ist als auswärts ; dies erlaubt uns daran zu denken, dass noch eine andere Verschmutzungsquelle der Luft existiert als das Kohlenoxyd, so z.B. der Tabakrauch.

Die Werte, die man am häufigsten antrifft (Modellklasse) befinden sich zwischen 4 und 8 ppm ; diese entsprechen 52 % der Messungen in freier Luft und 36 % der Messungen im Innern der Lokale.

Auf alle Fälller, scheint es klar zu sein, dass die Verschmutzung der Luft durch das Kohlenoxyd beträchtlich ist, da 23 % der Messungen sich zwischen 8 und 12 ppm befinden und 11 % der Messungen erreichen 12-16 ppm

-b) Stickstoffoxyde

Die durchschnittlichen Konzentrierungen, die im Innern der Lokale gemessen wurden, sind durchwegs schwächer als ausserhalb der Lokale. Die Differenz ist 11 ppb, was einem geringeren Wert von 29 % entspricht. Die Frequenzkurven zeigen an, dass die starken Gehalte (zwischen 60 - 100 ppb) nicht im Innern existieren.

Was die geringen Wert anbelangt, so sind die beiden Frequenzkurven einander sehr nahe. In beiden Fällen befinden sich 60 % der Messungen zwischen 60 und 40 ppb.

4) Beziehung zwischen der Luft im Freien und der Luft im Innern

Die Abschätzung der Abhängigkeit der Luftmuster, die im Innern der Lokale und im Freien entnommen wurden kann mittels des Korrelationskoeffizienten vorgenommen werden.

Dieser wurde für jeden Ort der Luftmusterentnahme und für jedes Reagens bestimmt. Wir haben alle Werte, die zu sehr vom Durchschnittswert

abweichen, ausgeschieden (rue Leschot, Januar 1972 und Passage des Lions Mai 1972)

Wir möchten bemerken, dass sich für alle Messungen der Korrelation-Koeffizient zwischen 0,8 und 0,8 befindet, was ein Beweis ist, dass die Komposition der Luft im Innern direkt beeinflusst wird durch das Kohlenoxyd, welches sich in der Luft im Freien befindet.

Luftverschmutzung durch den Stickstoff-oxide (ppb) in bewohnten Lokalen im Zusammenhang mit dem Artoverkehr

a) = im Innern

b) = im Freien

	Oktober		November		Dezember		Januar		Februar		März		April		Mai		Durchschnitt		
	a	b	a	b	a	b	a	b	a	b	a	b	a	b	a	b	a	b	
PLINthe																			
Rueux Vives	41	--	14	--	10	--	10	--	26	39	32	30	18	25	23	19	24	23	
Rueuxin City	64	--	27	--	14	--	22	--	--	--	35	40	23	20	58	52	39	37	
Ruelle St-Antoine	57	--	13	--	8	--	10	--	23	33	21	31	17	14	44	51	26	32	
Ruelle James Fazy	64	--	12	--	8	--	6	--	17	28	20	26	21	25	33	67	23	36	
Rue Lecocot	70	--	25	--	10	--	8	--	26	51	16	27	11	28	49	82	26	47	
Rue des Chaudronniers	65	--	14	--	10	--	11	--	21	33	20	23	11	14	--	--	17	23	
Passage Malvaillon	--	--	--	--	--	--	--	--	--	35	36	39	28	27	48	62	37	41	
Passage des Lions	--	--	--	--	--	--	--	--	33	49	33	38	17	37	18	81	25	51	

Luftverschmutzung durch den Kohlenoxyde (ppm) in bewohnten Lokalen im Zusammenhang mit dem Autoverkehr

a) = im Innern

b) = im Freien

Plätze	Dezember		Januar		Februar		März		April		Mai		Durchschnitt	
	a	b	a	b	a	b	a	b	a	b	a	b	a	b
Eaux Vives	2,2	2,1	4,7	1,6	3,2	3,7	4,4	4,8	1,6	2,9	1,0	4,3	2,8	3,2
Magasin City	9,8	9,8	8,7	10,3	8,0	10,0	7,0	7,8	3,8	4,6	5,4	6,8	7,1	8,2
Ecole St-Antoine	4,0	6,0	3,0	3,3	6,2	7,1	6,3	6,8	1,9	4,2	3,8	5,3	4,2	5,5
Ecole James Fazy	3,2	4,4	2,6	4,0	5,2	5,8	6,8	9,8	2,0	4,1	4,2	4,2	4,0	5,4
Rue Leschet	8,2	6,5	10,8	19,2	13,1	11,2	12,2	13,7	6,4	6,3	10,7	8,0	10,2	10,8
Rue Chaudronniers	-	-	6,3	3,3	8,3	7,1	6,4	6,8	3,6	5,4	-	-	6,1	5,6
Passage Malbuisson	-	-	9,3	9,2	11,0	8,3	12,9	12,0	5,6	6,1	7,0	6,5	9,2	8,4
Passage des Lions	-	-	13,0	13,5	12,1	10,3	8,7	10,2	5,2	6,4	3,5	9,9	8,5	10,1

1) Innerhalb der Räume

Zahl der Messungen : 44

Intervall (ppm)	Frequenz		Anhäufung wachsender Frequenz	
	a)	b)	a)	b)
0 - 3,9	13	30	13	29
4 - 7,9	16	36	29	66
8 - 11,9	10	23	39	89
12 - 15,9	5	11	44	100
16 - 19,9	0	0	44	100

2) Im Freien der Räume

Zahl der Messungen : 44

Intervall (ppm)	Frequenz		Anhäufung wachsender Frequenz	
	a)	b)	a)	b)
0 - 3,9	6	14	6	14
4 - 7,9	23	52	29	66
8 - 11,9	11	25	40	91
12 - 15,9	3	7	43	98
16 - 19,9	1	2	44	100

1) Innerhalb der Räume

Zahl der Messungen : 29

Intervall (ppb)	Frequenz		Anhäufung wachsender Frequenz	
	a)	b)	a)	b)
0 - 19	8	28	8	28
20 - 39	17	58	25	86
40 - 59	4	14	29	100
60 - 79	0	0	29	100
80 - 99	0	0	29	100

2) Im Freien der Räume

Zahl der Messungen : 30

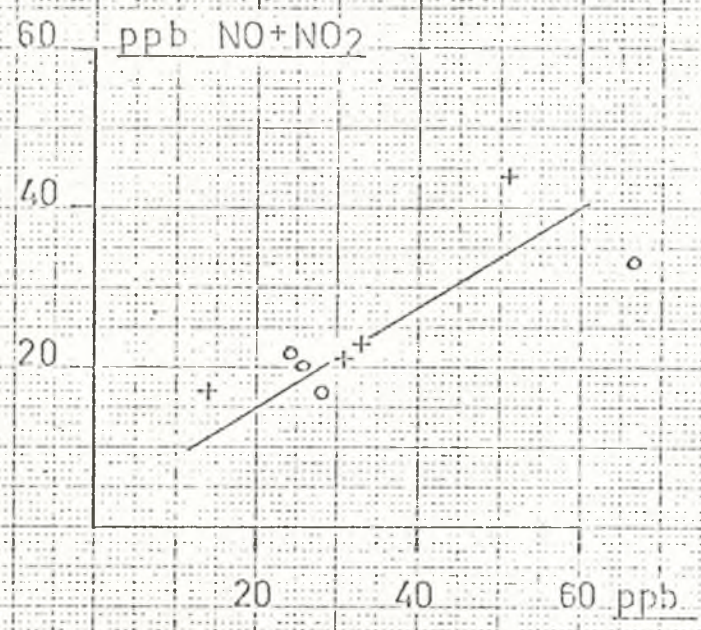
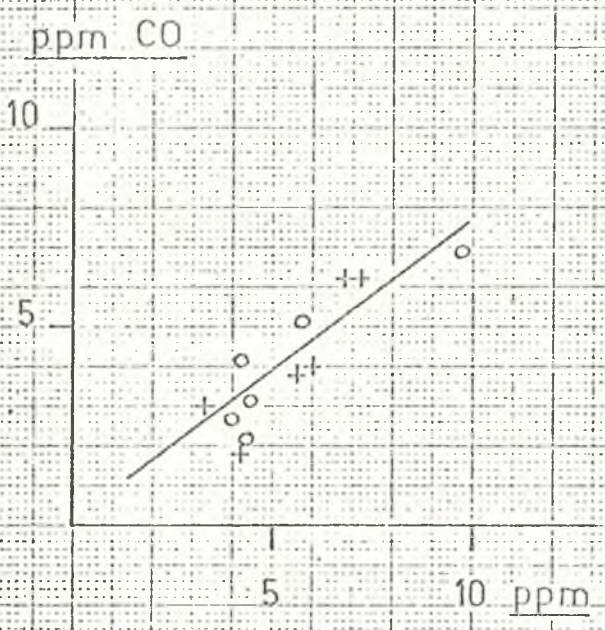
Intervall (ppb)	Frequenz		Anhäufung wachsender Frequenz	
	a)	b)	a)	b)
0 - 19	3	10	3	10
20 - 39	18	60	21	70
40 - 59	5	16	26	87
60 - 79	2	6	28	93
80 - 99	2	6	30	100

Statistik des Parameter

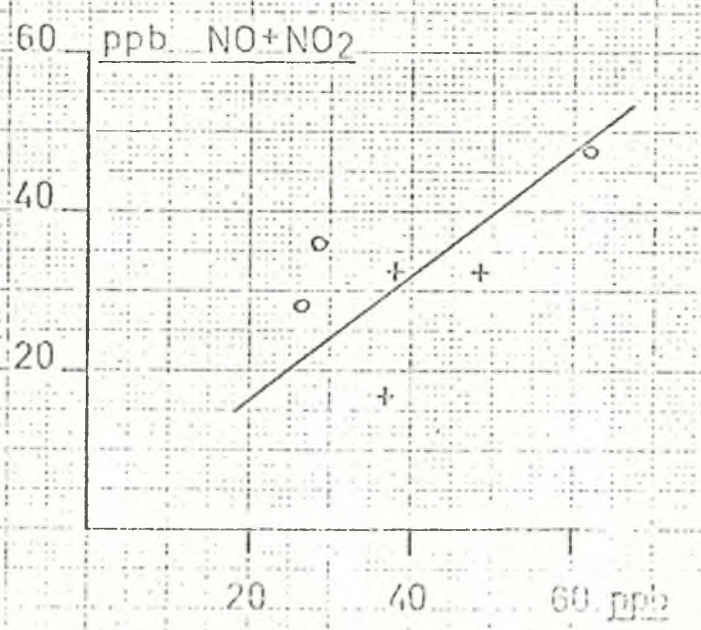
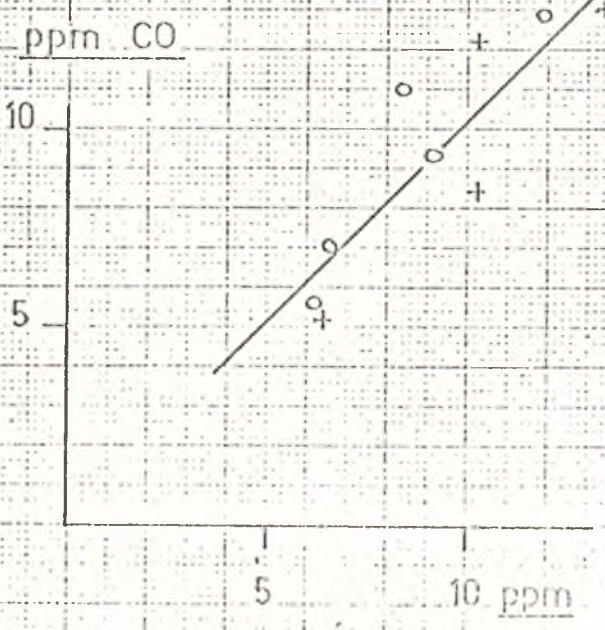
	Kohlenoxyde (ppm).		Stickstoff-oxyde (ppb)	
	im Innern	im Freien	im Innern	im Freien
Durchschnitt	6,6	7,3	27	38
Transversal	4,5	5,0	13	24
Abstand-Typ	4-8	4-8	20-39	20-39
Varianten	15,6	11,7	165	403
Koeffizient der Varianten	0,591	0,466	0,445	0,526

Pollution de l'air dans les locaux habités

Postes : école St Antoine
 école James Fazy

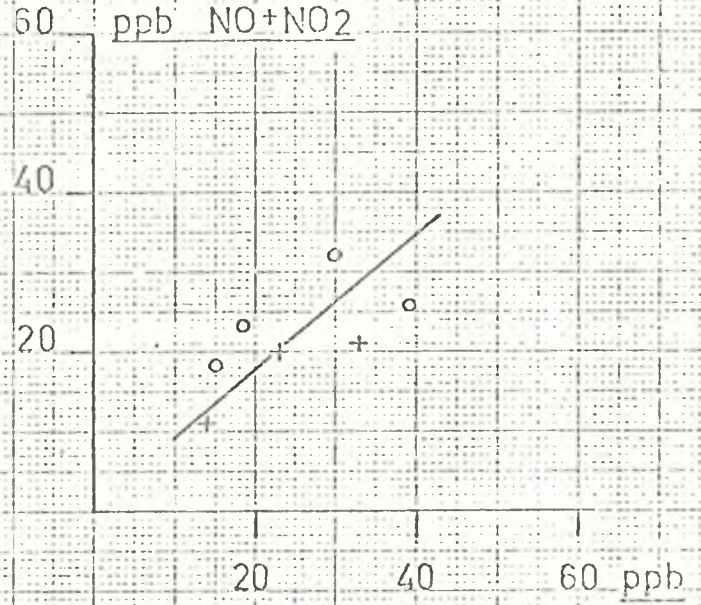
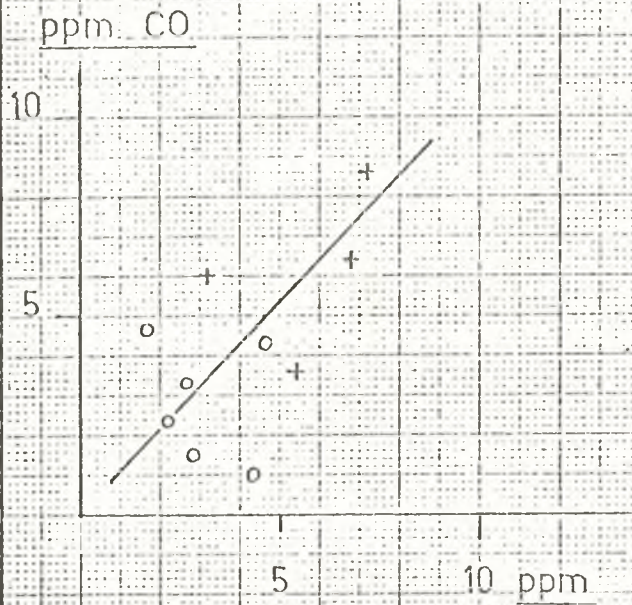


Postes : Passage des Lions
 Passage Malbuisson



Pollution de l'air dans les locaux habités

Postes + Hospice Général
 o Eaux - Vives



Postes + magasin City
 o rue Leschot

