

Belastung durch Blei und Kohlenmonoxid aus Kraftfahrzeugabgasen in einem vollklimatisierten Bürogebäude (1978)

Parameter	Aggregat 1	Aggregat 2	Aggregat 3	Aggregat 4	Aggregat 5
CO ₂ (ppm)	1000	1000	1000	1000	1000
CO (ppm)	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
Pb (ppm)	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
...

In einer norddeutschen Hafenstadt wird ein 1967 gebautes Verwaltungsgebäude einer Krankenkasse vollklimatisiert. Die Frischluft wird zu ebener Erde in der Nähe einer Ampelanlage einer vierspurigen, stark befahrenen Straße angesaugt.

Bei der Klimaanlage handelt es sich um 5 Aggregate mit einer Gesamtluftleistung von rd. 50 650 m³/Stunde. Der über Grobstaubfilter angesaugte Pri-

märluftanteil liegt im Mittel über alle 5 Anlagen bei ca. 72 % und schwankt von Anlage zu Anlage zwischen 64 % und 92 %.

Da Kraftfahrzeugemissionen über die Klimaanlage in das Gebäude gelangen können, sollte untersucht werden, ob eine erhöhte Blei- und Kohlenmonoxidbelastung der Beschäftigten vorliegt. Beide Komponenten lassen sich im Venenblut bestimmen. Die Frage war

dringlich geworden, als es bei Teerung der Straße vor dem Gebäude zu erheblichen Geruchsbeistigungen der Beschäftigten im Gebäude gekommen war.

Untersuchter Personenkreis

An der (freiwilligen) Blutentnahme beteiligten sich von insgesamt 152 Angestellten 86, das sind genau 50 %. Da-

Tab. 1: Häufigkeitsverteilung (%) der Blutbleiwerte der einzelnen Personengruppen sowie Mittelwerte (\bar{x}) und Standardabweichungen (s)

$\mu\text{g Pb}/100 \text{ ml Blut}$	Angestellte			Kantine Reinigung ♀	Ehefrauen	Gesamtkollektiv
	♂ + ♀	♂	♀			
< 10,0	9,2	5,6	11,1	7,6	26,7	11,5
10,1-15,0	43,4	38,0	61,0	46,2	66,6	47,1
15,1-20,0	38,2	44,8	16,7	46,2	6,7	34,6
20,1-25,0	7,9	8,6	5,6	-	-	5,8
25,1-30,0	1,3	-	5,6	-	-	1,0
> 30,1	-	-	-	-	-	-
N			18	13	15	104
\bar{x}	14,8	15,2	13,8	14,5	11,1	14,3
s	3,8	3,1	3,4	3,2	2,0	3,5

von waren 58 Männer und 18 Frauen. An der Untersuchung nahmen außerdem weitere 13 weibliche Beschäftigte teil, die sich als Kantinen- und Reinigungspersonal maximal 3 Stunden im Gebäude aufhielten. Als Vergleichskollektiv ließen sich 15 Ehefrauen von Angestellten untersuchen, von denen drei als Sparkassenangestellte und Sekretärinnen tätig waren, die übrigen als Hausfrauen. Insgesamt wurde von 104 Personen das Blut untersucht.

Methoden

Im heparinisierten Venenblut wurde mittels Atomabsorption (Gerät Perkin Elmer 300 S) nach *Delves* [1] Blei bestimmt.

Das Kohlenmonoxid im Blut wurde direkt mit einer gaschromatographischen Mikromethode nach dem Prinzip der Dampfdruckanalyse unter Verwendung der katalytischen Hydrierung von CO zu CH₄ gemessen und auf Hämoglobin bezogen.

Die Ergebnisse wurden mit Hilfe des t-Tests ausgewertet.

Ergebnisse und Diskussion

Der mittlere Blutbleispiegel aller 104 Personen betrug 14,3 ($\pm 3,5$) $\mu\text{g Pb}/100 \text{ ml}$ Blut und liegt im Bereich der Blutbleikonzentration für normale, unbelastete Großstadtbevölkerung [2, 3, 4, 5]. Einen Blutbleispiegel über 30 $\mu\text{g}/100 \text{ ml}$ konnte bei keiner Person gefunden werden (Tab. 1) und Werte bis zu 20 $\mu\text{g Pb}/100 \text{ ml}$ Blut kommen im Gesamtkollektiv zu 93,2 % vor. Damit wird der EG-Richtlinienentwurf, betreffend die biologischen Normen von Blei, aus dem Jahre 1975 eingehalten.

Die beste Verteilung zeigen die Ehefrauen und die Frauen aus dem Kantinen- bzw. Reinigungsbereich, die zu 100 % unter 20,1 $\mu\text{g Pb}/100 \text{ ml}$ Blut aufweisen. Von den angestellten Frauen haben 11,2 % Blutbleiwerte zwischen 20,1 und 30,0 $\mu\text{g}/100 \text{ ml}$, bei den angestellten Männern beträgt der Anteil 8,5 % (Tab. 1).

Im Mittel weisen die angestellten Männer mit 15,2 $\mu\text{g}/100 \text{ ml}$ den höchsten Blutbleiwert auf, der sich jedoch nur gegenüber dem Kollektiv der Ehefrauen (11,1 $\mu\text{g Pb}/100 \text{ ml}$) mit einer Irrtumswahrscheinlichkeit von 5 % signifikant unterscheidet (Tab. 2). Auch zwischen den Werten der angestellten Männer und Frauen besteht kein statistisch abzusichernder Unterschied, wohl zwischen den angestellten Frauen (13,8 $\mu\text{g Pb}/100 \text{ ml}$ Blut) und den Ehefrauen (11,1 $\mu\text{g Pb}/100 \text{ ml}$ Blut), wobei die Ehefrauen signifikant ($p < 0,05$) niedrigere Blutbleiwerte aufweisen.

Der signifikant höhere Blutbleispiegel der gesamten angestellten Männer gegenüber den Ehefrauen bleibt auch bestehen, wenn nur die angestellten Ehemänner mit ihren Ehefrauen verglichen werden (Tab. 2), obwohl die angestellten Ehemänner einen um 1,2 μg niedrigeren Blutbleispiegel aufweisen als das Gesamtkollektiv angestellter Männer.

Dieser Befund entspricht den Ergebnissen aus einer Reihe von epidemiologischen Untersuchungen, daß nämlich Frauen einen niedrigeren Blutbleispiegel aufweisen als Männer, ebenso Mädchen gegenüber Jungen, auch bei stärker belasteter Bevölkerung in Risikogebieten [6].

Bei 3 Ehepaaren weist die Frau einen leicht höheren Blutbleispiegel auf. Es

Tab. 2: Blutbleispiegel von 15 Ehepaaren mit Mittelwert u. Standardabweichung (\bar{x}) (s)

Ehepaar	$\mu\text{g Pb}/100 \text{ ml Blut}$	
	♂	♀
1	8,8	13,0
2	10,4	10,8
3	10,9	11,9
4	15,1	10,0
5	11,9	11,5
6	18,8	11,5
7	15,7	11,7
8	10,6	9,6
9	15,2	12,7
10	16,4	9,9
11	16,8	15,6
12	21,5	11,6
13	17,1	11,8
14	9,7	7,9
15	11,2	7,7
\bar{x}	14,0	11,1
s	3,8	2,0

wurde daher nach häuslichen Einflüssen, nämlich der Wohnlage, gesucht [7]. Zwar konnte der höchste Blutbleiwert der Ehefrauen (Paar 11, Tab. 2) einer verkehrsreichen Wohnlage zugeordnet werden, auch 6 Frauen des Kantinen- bzw. Reinigungspersonals, die an einer verkehrsreichen Straße wohnen, haben im Mittel mit 15,3 $\mu\text{g}/100 \text{ ml}$ einen höheren Blutbleiwert als die Frauen aus verkehrsarmen Wohngebieten mit 13,5 $\mu\text{g Pb}/100 \text{ ml}$, jedoch konnte dieser Trend bei den angestellten Männern nicht gefunden werden (Tab. 3). Auch bei den Frauengruppen konnte der Unterschied statistisch nicht abgesichert werden (geringe Fallzahlen).

Tab. 3: Mittlere Blutbleiwerte der untersuchten Personengruppen nach Wohnlage

Wohnlage	Angestellte		Kantine Reinigung ♀	Ehefrauen
	♂	♀		
verkehrsreich	N = 29 \bar{x} = 14,3	N = 19 \bar{x} = 14,5	N = 10 \bar{x} = 13,9	N = 7 \bar{x} = 15,3
verkehrsarm	N = 46 \bar{x} = 15,2	N = 38 \bar{x} = 15,5	N = 8 \bar{x} = 13,7	N = 6 \bar{x} = 13,5

Tab. 4: Mittlere COHb-Werte bei Rauchern

N	Angestellte		Kantine Reinigung ♀	Ehefrauen
	♂	♀		
COHb %	28 4,46	8 3,47	6 6,00	3 1,70

Tab. 5: Mittlere COHb-Werte bei Nichtrauchern

N	Angestellte		Kantine Reinigung ♀	Ehefrauen
	♂	♀		
COHb %	30 0,57	10 0,53	7 0,55	12 0,50

Bei den Angestellten hat die Wohnlage offenbar keinen Einfluß auf den Blutbleispiegel.

Kohlenmonoxid

Die Kollektive wurden wegen des Einflusses des Rauchens auf den COHb-Gehalt in Raucher und Nichtraucher getrennt, da ein möglicher Einfluß durch Kraftfahrzeugemissionen nur bei den Nichtrauchern ermittelt werden kann. Der Einfluß des Rauchens auf den COHb-Spiegel wird aus den Tab. 4 und 5 deutlich:

Das nur 3 Stunden in dem Gebäude der Krankenkasse weilende Kantinen- und Reinigungspersonal weist einen höheren, statistisch jedoch nicht abzusichernden Carboxihämoglobingehalt auf als die Angestellten, die rd. 8 Stunden in dem klimatisierten Gebäude verbringen.

Auch bei der Gegenüberstellung der nichtrauchenden Ehepaare ist ein statistisch nicht signifikanter Unterschied zwischen Männern und Frauen vorhanden, der jedoch in der Größenordnung der endogenen CO-Bildung liegt (Tab. 6).

Eine Zuordnung des Carboxihämoglobingehaltes zur Wohnlage erbrachte keine deutlichen oder gar signifikan-

Tab. 6: COHb-Werte von nichtrauchenden Ehepaaren

Ehepaar	COHb-Gehalt in %	
	♂	♀
1	0,90	0,72
2	0,50	0,57
3	0,54	0,55
4	0,52	0,52
5	0,46	0,36
6	0,52	0,46
7		
8	0,62	0,33
9	0,55	0,37
10	0,57	0,39
\bar{x}	0,57	0,47
s	0,13	0,13

ten Unterschiede, was auch nicht zu erwarten war, da die lange Eliminationsrate des Kohlenmonoxids aus dem Blut mögliche Einflüsse in den untersuchten Kollektiven nicht deutlich werden läßt.

Die gefundenen COHb-Werte aller Nichtraucher entsprechen den Literaturangaben für unbelastete Personen [8, 9, 10, 11].

Auf die Frage, ob durch die Ansaugung der Luft für die Klimatisierung

des Krankenkassengebäudes zu ebener Erde und in der Nähe einer stark befahrenen Straße die Beschäftigten der Kasse durch von Kraftfahrzeugen emittiertes Blei und Kohlenmonoxid belastet sind, läßt sich folgendes zusammenfassend sagen:

Die Unterschiede der mittleren Blutbleispiegel sowohl zwischen den Eheleuten als auch zwischen den durch Wohnlage unbelasteten Ehefrauen und weiblichen Angestellten ist zwar gering vorhanden und teilweise auch statistisch abzusichern, jedoch liegen die gefundenen Mittelwerte in Bereichen, die bei jeder beruflich unbelasteten Stadtbevölkerung gefunden werden. Alle Einzelwerte für Blutblei liegen unterhalb des von der EG vorgeschlagenen und für unbedenklich angesehenen Grenzwert von 35 $\mu\text{g}/100 \text{ ml}$.

Eine Belastung durch Kohlenmonoxid aus Autoabgasen konnte bei den Beschäftigten der Krankenkasse nicht gefunden werden, wohl eine erwartete deutliche Abhängigkeit des COHb-Spiegels vom Rauchen.

Literatur

- [1] *Delves, H. T.*, Analyst 95. (1970) 431
- [2] *Hofmeister, D. H., Catcott, E. J., Keenan, R. G., Xintaras, C.*: Arch. Environm. Health, 3, (1961) 586-574
- [3] *Haas, T., Macho, K., Schaller, K.-H., Macho, W., Valentin, H.*: Zbl. Bakt. Hyg. Orig. B, 156, (1972) 353
- [4] *Teisinger, J., C. Xintaras, Pfitzner, E.*: Science 179, (1973) 197-198
- [5] Umweltbundesamt, Luftqualitätskriterien für Blei, UBA-Berichte 3/76
- [6] *Einbrodt, H. J., Fingerhut, M., Müller, R., Rosmanith, J., Schneider, S.*: Forum Umwelthygiene 11 (1975)
- [7] *Lehnert, G., Mastall, H., Szadkowski, D., Schaller, K.-H.*: Deutsch. Med. Wschr. 95, (1970) 1097-1099
- [8] *Lüderitz, P.*: Z. ges. Hyg. (1972) 896-903
- [9] *Zorn, A.*: Deutsches Ärzteblatt (1974) 232-238
- [10] *Stewart*: Rep. Environmen. Med. May 1973
- [11] *Kahn, A., R., Rutledge, G., Davis, J., Altes, G., Gantner, Ch., Thornton, N., Wallace*: Arch. Environm. Health, 29, 1974, 127