

KOMMISSION DER
EUROPÄISCHEN GEMEINSCHAFTEN

COMMISSION DES
COMMUNAUTÉS EUROPÉENNES

UNITED STATES ENVIRONMENTAL
PROTECTION AGENCY

INTERNATIONAL SYMPOSIUM

Environmental health aspects of lead

Die gesundheitlichen Aspekte
der Umweltverschmutzung durch Blei

Les problèmes sanitaires posés par le plomb
présent dans l'environnement

BLEI-MESSUNGEN IN OESTERREICH UND
VERSUCHE ZUR ERMITTLUNG DER
KORNGROESSE

HARTL W., RESCH W.

Institut für med. Physik der
Universität Wien
WIEN, OESTERREICH

Amsterdam, October 2 - 6, 1972

Zusammenfassung:

Vor etwa 10 Jahren begann man in Österreich stichprobenartig Bleimessungen in der Bundeshauptstadt Wien und einigen Landeshauptstädten durchzuführen. Die Sammlung der Proben erfolgte auf Filtern, die nach chemischer Aufbereitung polarographisch oder mittels Atomabsorptionsspektrometrie auf Blei analysiert wurden.

Eine systematische Untersuchung im Stauraum einer stark frequentierten Kreuzung wurde in den Jahren 1969/70 in Wien angestellt. Dabei kam ein automatisches Probensammelgerät zum Einsatz, welches täglich 8 Proben lieferte. Im Rahmen zweier Meßserien (Winter 69/70 und Sommer 70) wurden insgesamt 769 Proben auf Blei analysiert. Die Ergebnisse gewähren Einblick in die mittlere Bleikonzentration und ihren tageszeitlichen Verlauf.

Im Zusammenhang mit der heute viel diskutierten und geforderten Raumplanung schienen zwei weitere Gesichtspunkte von Interesse, nämlich die Höhen- und Horizontalverteilung des Bleis.

Am gleichen Meßort wurde daher die Bleikonzentration in 0,5 m, 4,2 m, 9 m, 14 m und 19 m Höhe bestimmt. Dabei konnte zwar die erwartete Abnahme der Konzentration mit wachsender Höhe festgestellt werden, es zeigte sich jedoch, daß noch etwa 50 % des Bleis in ca 19 m Höhe gelangen, was etwa dem 5. - 7. Stockwerk eines modernen Wohngebäudes entspricht.

Untersuchungen über die Horizontalverteilung des Bleis wurden an der Autobahn durchgeführt. Vier Probensammelgeräte waren normal zur Fahrbahn aufgestellt und zwar eines unmittelbar an deren Rand und die anderen in 10 m, 30 m und 100 m Entfernung. In der letztgenannten Position waren noch 30 % jener Bleikonzentration vorzufinden, die am Fahrbahnrand gemessen wurde. Diese Tatsache erscheint für die künftige Planung von Fernstraßen von erheblicher Bedeutung.

Messungen mit einem Kaskadenimpaktor gaben die Größe der in der Luft enthaltenen Bleipartikel an, über 80 % im Korngrößenbereich unter $2 \mu\text{m}$.

Körper resorbiert werden, muß man nach Goldsmith (1) mit einer 25 - 50 %igen Resorption bei Aufnahme durch den Atemtrakt rechnen. Die im Körper zurückgehaltene Bleimenge hängt in diesem Fall sehr stark von der Löslichkeit und vor allem von der Teilchengröße der eingeatmeten Bleiverbindungen ab.

Zur Zeit sind in den USA und den westeuropäischen Industriestaaten zahlreiche Arbeiten im Gang mit dem Ziel Immissionsgrenzwerte für Blei festzulegen. Erste Vorschläge, zu finden in den "Air Quality Monographs" (2), nennen Werte zwischen 5 und $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ auf der Basis eines 30 täglichen Durchschnittswertes. Bis zur endgültigen Festlegung eines solchen Grenzwertes (und seiner Annahme durch die einzelnen Staaten) wird man sich - wie es gelegentlich bisher geschah - am MAK-Wert ($200 \mu\text{g}/\text{m}^3$) orientieren, wobei etwa anzusetzen wäre, daß $1/30$ (ca. $7 \mu\text{g}/\text{m}^3$) dieses Wertes dauernd und $1/10$ ($20 \mu\text{g}/\text{m}^3$) kurzzeitig nicht überschritten werden soll. In diesem Zusammenhang zu erwähnen ist die Festlegung des MAK-Wertes mit $0,7 \mu\text{g}/\text{m}^3$ in der UdSSR, der, bezogen auf die Verhältnisse in Westeuropa und die USA, zunächst sehr niedrig scheint. Dieser letztgenannte Wert ist allerdings als Zielvorstellung im Sinne eines hygienischen Grenzwertes anzusehen, bei dem nach dem letzten Stand der Forschung mit Sicherheit keine Schädigungen oder Störungen der Gesundheit zu erwarten sind.

2. Skizzierung der Aufgabestellungen

Vor etwa 10 Jahren wurde am Institut für med. Physik der Universität Wien in Zusammenarbeit mit der Abteilung für Lufthygiene des Bundesministeriums für soziale Verwaltung damit begonnen, den Bleigehalt der Atmosphäre in Österreich zu untersuchen. Hauptgegenstand der Messungen waren, wie schon eingangs erwähnt, Bleiverbindungen, die vom Kraftfahrzeugverkehr stammen.

1. Einleitung

Die Untersuchungen, über deren Ergebnisse hier referiert wird, beschäftigen sich mit Bleiverbindungen in der freien Atmosphäre, die vom Kraftfahrzeugverkehr stammen. Warum man sich mit diesem Problem überhaupt befaßt, soll durch einige einleitende Bemerkungen kurz erläutert werden.

Das in den meisten europäischen Ländern eingeführte System der Hubraumsteuerung bewirkt, daß die technische Entwicklung des Otto-Motors zu immer größeren Hubraumleistungen tendierte. Dieses Ziel wird vor allem durch eine höhere Verdichtung des Benzin-Luft-Gemisches erreicht. Während man früher mit Verdichtungsverhältnissen von 4:1 bis 5:1 das Auslangen fand, komprimieren die heute hergestellten Motore im Verhältnis 9:1 bis 10:1. Diese Kompressionen erfordern Treibstoffe besonders hoher Klopfestigkeit mit ROZ von 91 bei Normal- und 98 - 100 bei Superbenzin. Um diese Oktanzahlen zu erreichen, werden dem Rohbenzin Antiklopfmittel hauptsächlich in Form von Bleialkylen zugesetzt.

Aus dem enormen Treibstoffverbrauch in den westlichen Industrieländern läßt sich unschwer abschätzen, daß der Kraftfahrzeugverkehr einen Bleimittelen großen Ausmaßes darstellt. Besonders in Städten und an stark frequentierten Fernstraßen können relativ hohe Bleikonzentrationen in der Atemluft hervorgerufen werden.

Vom medizinisch-hygienischen Standpunkt aus ist zu bemerken, daß Blei im menschlichen Körper als Fremdstoff betrachtet werden muß und dort keine physiologische Funktion erfüllt. Die Bleimengen, die in Körperflüssigkeiten und Geweben gefunden werden, stammen aus Verunreinigungen in Nahrung, Wasser und Luft. Ihre Aufnahme erfolgt also über den Magen- und Darmtrakt einerseits und über die Atmung andererseits. Während im erstgenannten Fall nur 5 - 10 % des Bleis im

Erstes Ziel war es, zunächst einen groben Überblick über die Größe der Bleikonzentration an verschiedenen Stellen des Landes zu erhalten. Zu diesem Zweck wurden ab dem Jahre 1962 stichprobenartig Bleimessungen in der Bundeshauptstadt Wien und in einigen Landeshauptstädten durchgeführt und zwar sowohl an Orten mit großer als auch an solchen mit geringer Verkehrsdichte. 1971 wurden die Messungen auch am Rande der Südautobahn Wien - Graz vorgenommen.

In der weiteren Folge stand das genauere Studium der Bleikonzentrationsverhältnisse im Stauraum einer stark frequentierten Kreuzung auf dem Programm. Messungen über längere Zeit, quasikontinuierlich durchgeführt, sollten Aufschluß über die tageszeitlichen Schwankungen der Bleikonzentration liefern.

Die nächste Erweiterung des Maßprogramms zielte auf die Beantwortung folgender Fragen ab:

- a) Bis in welche Höhen, insbesondere in bewohnten Großstadtstraßen können nennenswerte Bleikonzentrationen festgestellt werden?
- b) Bis in welche Entfernungen von stark frequentierten Überlandstraßen gelangen die dort emittierten Bleiverbindungen?

Zur Klärung dieser Punkte wurden Messungen der Vertikalverteilung des Bleis in der Stadt und seiner Horizontalverteilung an der Autobahn durchgeführt.

Vorläufig letzter Schritt war der Einsatz eines korntrennenden Probensammelgerätes, mit dessen Hilfe ein erster Aufschluß über die Größe der in der Luft enthaltenen bleihaltigen Partikel gewonnen werden konnte. Ein Punkt der äußerst wichtig ist, wenn man bedenkt, daß die Bleiaufnahme über den Atemtrakt sehr stark von der Teilchengröße abhängt, was ja

bereits einleitend erwähnt wurde.

Abschließend zur Darlegung des Versuchsaufbaus sei bemerkt, daß sich sämtliche Untersuchungen der Festbleigehalte der Luft bei der Probensammlung auf Filtern bedingt. Das heißt, die Behandlung eines großen Fractions bleibt, nämlich die Bestimmung des Gehaltes der in der Atemluft enthaltenen Bleiverbindungen.

3. Probenahme, Aufbereitung und Messung

Für die Sammlung der Proben, die zur Bestimmung verwendet wurden standen zwei Typen zur Verfügung. Die erste Type ist ein Probensammler (weiteren Folge auch so bezeichnet), bei dem die Luftdurchsatzkonstanten durch die Hand aus erfolgt. Eine genaue Beschreibung (3, 4). Als zweite Type wurde ein automatischer Probensammler verwendet, der pro Tag 8 Probensammler gesaugtes Luftvolumen 12,4 m³ pro Probensammler genau beschrieben ist.

Bei beiden Geräten wurden Polystyrol-Filter verwendet. Diese zeichnen sich durch einen hohen Abscheidegrad (8) und eine geringe Widerstand während der Besaugung aus.

Zur Ermittlung der Korngrößenverteilung wurde ein A.Berner (9) weiter entwickelter Kaskadenabscheider verwendet. Dieser weist fünf Abscheidestufen (7) auf. Jede dieser Stufen ist mit einem ringförmigen Membranfilter belegt, aus dem die nach Stokesdurchmesser abgetrennten Fraktionen abgelesen werden können.

charakteristik der Stufen entsprechen.

Sowohl die bestaubten Microsorbanfilter als auch die Membranfilterringe wurden in Pt-Tiegeln bei ca 550° C verascht, der Rückstand mit Salpetersäure abgeraucht und sodann in einer bestimmten Menge destillierten Wassers aufgenommen. Diese betrug 15 ml, wenn die Bleibestimmung polarographisch erfolgte, bzw. 3 ml, wenn sie mit dem Atomabsorptionsspektrometer durchgeführt wurde.

Für die polarographische Bleibestimmung stand ein Wechselstrompolarograph der Firma Metrohm Herisau zur Verfügung. Die Auswertung erfolgte durch Vergleich der Polarogramme der Proben mit solchen von Eichstandards, letztere wurden jeweils vor und nach 15 Proben aufgenommen.

Wie schon erwähnt, wurde auch die Atomabsorptionsspektrometrie als Verfahren zur Bleibestimmung herangezogen. Das hierzu verwendete Gerät ist ein Erzeugnis der Firma Perkin-Elmer (Type 403). Die Auswertung erfolgte an Hand einer Eichkurve die in kürzeren Abständen (nach jeweils 10 Proben) überprüft wurde.

4. Ergebnisse und Diskussion

Für die Stichprobenmessungen - bis jetzt einige Hunderte - wurde der nicht automatische Probensammler eingesetzt. An verkehrsreichen Stellen in Wien, Linz, Klagenfurt, Innsbruck und Graz betrug die Bleikonzentration zwischen 2 und 5 µg Pb/m³. An einigen Meßstellen dieser Art wurde sowohl in den Jahren 1962 und 1963 als auch zu einem späteren Zeitpunkt gemessen und eine Betrachtung der Werte zeigt eine langsam ansteigende Tendenz. Stellen mit geringem Verkehr liefern Werte bis knapp über 1 µg Pb/m³.

Besonders ungünstige Verhältnisse konnten in einem Straßentunnel festgestellt werden, in dem zur Zeit der Verkehrs-

spitze bis zu 20 µg Pb/m³ und darüber

Zu den Messungen an der Südautobahn durchschnittlich höhere Werte als an Kreuzungen in Städten gemessen wurden

Zum genaueren Studium der Bleikonzentration stark frequentierten Kreuzung wurde ein Wechselrichter eingesetzt. Die Ansaugöffnung 20 m vor der Kreuzung und 150 cm über

Der Sammelablauf des Probenwechsler er jeweils von 0h - 3h, 3h - 6h und bildete. Es wurden zwei Meßreihen durchgeführt. Winter vom 1.1. - 28.2.1971 mit insgesamt eine zweite im Sommer in der Zeit von 129 Proben. Bei der Auswertung der Proben eine Auftrennung innerhalb jeder Meßreihe (Mo - Fr) und Samstage bzw. Sonntage

In Tabelle 1 sind die Mittel- und Einzelmeßreihen eingetragen. Eine Betrachtung zeigt, daß im Sommer rund 45 % aller Meßwerte der Mittelwert, was im Winter nur bei

Abbildung 1 zeigt die sogenannten mittleren Bleikonzentration für beide Meßreihen. Es wurden alle Werte, die der gleichen Meßreihe (0h - 3h) angehören und entweder den Meßtag bzw. Sonntagen entstammten, zusammengefasst zu einem Mittelwert gebildet. Es zeigt sich ein ständiges Ansteigen der Bleikonzentration mit dem Einsetzen des Vormittags und ein Absinken in den Abend. Am Sonntag sind die Unterschiede im Konzentrationsverlauf zwischen den Tagen und dem Wochenende. Dies weist auf eine Korrelation zwischen Bleikonzentration und Verkehr an, zumindest was diesen Meßort betrifft

Die vertikale Verteilung des Bleis wurde mit fünf Proben-
sammelern untersucht, die senkrecht übereinander in Höhen
von 0,5 m, 4,2 m, 9 m, 14 m und 18,8 m über dem Straßenniveau
angeordnet waren. Die Anzahl der Versuche betrug
36 für jede Höhe, also insgesamt 180 Proben.

Bei der Auswertung wurde in jedem der 36 Versuche der Wert
in 0,5 m Höhe gleich 1 und die in den übrigen Höhen ge-
messenen Werte dazu ins Verhältnis gesetzt. Auf diese Weise
sind die Ergebnisse aller Meßreihen miteinander vergleich-
bar und können durch Mittelwertbildung zu einer Kurve zu-
sammengefaßt werden. Diese mittlere Vertikalverteilung ist
in Abbildung 2 dargestellt.

Daraus ersieht man eine deutliche Abnahme der Konzentration
mit der Höhe. Bemerkenswert ist aber, daß immerhin noch
rund 50 % des Festbleis bis in ca 20 m Höhe gelangen, was
etwa dem 5. - 7. Stockwerk eines modernen Wohnhauses ent-
spricht. Die gleichen Versuche ergaben, daß die Staubkonzen-
tration in dieser Höhe nur noch 25 % beträgt, ein Ergebnis,
das in sehr guter Übereinstimmung zu Untersuchungen von
Baumann (4) steht, die in den Jahren 1962 und 1963 am
selben Ort durchgeführt wurden. Dies läßt darauf schließen,
daß das Blei hauptsächlich im feinkörnigen Anteil des Stau-
bes zu finden sein wird.

Zur Untersuchung der Horizontalverteilung wurden normal zur
Südautobahn vier Probensammler aufgestellt. Der erste stand
unmittelbar am Fahrbahnrand, die anderen in 10 m, 30 m
und 100 m Entfernung.

Die Abbildung 3 zeigt die Ergebnisse von 82 Meßreihen
(insgesamt 328 Proben). Die Auswertung erfolgte analog
zu jener der Vertikalverteilung.

Eine Betrachtung dieser Abbildung zeigt, daß in 30 m horizon-
taler Entfernung vom Emittenten "Autobahnverkehr" durchschnitt-
lich noch die Hälfte, in 100 m Entfernung noch ein Drittel

jener Bleikonzentration auftrat, die
Fahrbahn gemessen wurde. Das heißt,
Siedlungen, die unmittelbar an stark
straßen liegen, sind einer starken B
gesetzt. Bei Neuplanung solcher Stra
achtet werden, daß Siedlungen und la
nutzte Flächen entweder durch Barrie
Buschstreifen) geschützt sind oder ni
200 m an die Fahrbahn heranreichen.

Wie schon erwähnt, deuten die Unters
verteilung des Bleis darauf hin, daß
Teil im feinkörnigen Anteil des Stau
Überprüfung dieser Vermutung wurden
Städten (Wien, Graz und Innsbruck) s
Kaskadenimpaktoren zur Probensammun
der Proben betrug 15 in den Städten,
unmittelbar am Fahrbahnrand und eben
entfernung. Die Korngrößenverteilung
daß die Menge des auf jeder der 5 Im
Abschlußfilter abgeschiedenen Bleis

Die Tabelle 2 zeigt die Ergebnisse d
die Bleimengen auf den Stufen und de
Prozent der Gesamtmenge angegeben si
entnehmen, daß 80 % des Bleis und da
gen Korngrößenbereich unter 2 m zu
ist der Unterschied zwischen den an
Städten gefundenen Ergebnissen, die
der Korngröße der emittierten Bleive
Fahrbedingungen schließen lassen.

Tabelle 1

Mittel- und Extremwerte

	Stadt	
	Winter	Sommer
Mittel	2,6 $\mu\text{g Pb/m}^3$	2,9 $\mu\text{g Pb/m}^3$
Maximum	14,0 -"-	6,6 -"-
Minimum	0,2 -"-	0,8 -"-

Tabelle 2

Auf den Kaskadenimpaktor-Stufen abgeschiedene Pb-Menge in %

Stufe	1	2	3	4	5	Abschlußfilter
R		7,48	3,76	1,89	0,949	0,949
Innsbruck	7,0	8,0	9,3	12,6	13,3	51,6
Graz	7,5	6,6	8,5	11,9	13,6	51,8
Wien	7,3	7,5	9,1	10,2	14,1	51,8
Mittelwert Stadt	7,3	7,4	9,0	11,7	13,6	51,7
Autobahn Vösendorf						
Om	2,0	4,0	4,1	5,0	8,1	76,8
100m	0,6	0,6	3,0	3,1	4,3	88,6

R bedeutet Halbwertsdurchmesser (10^{-4} cm) der Fraktionen

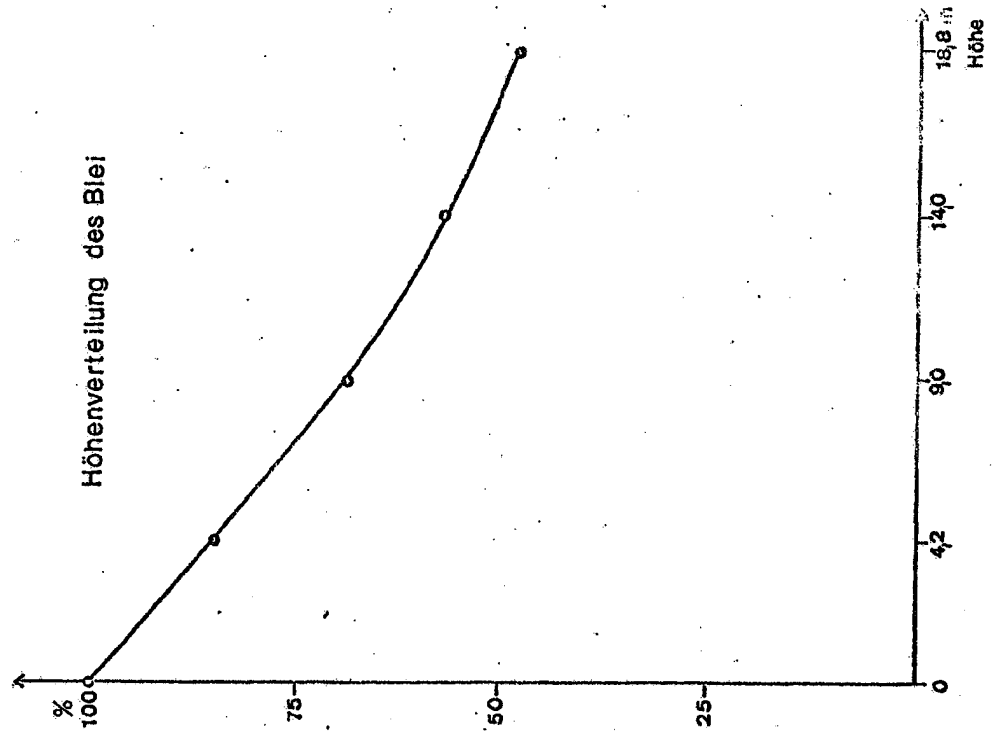
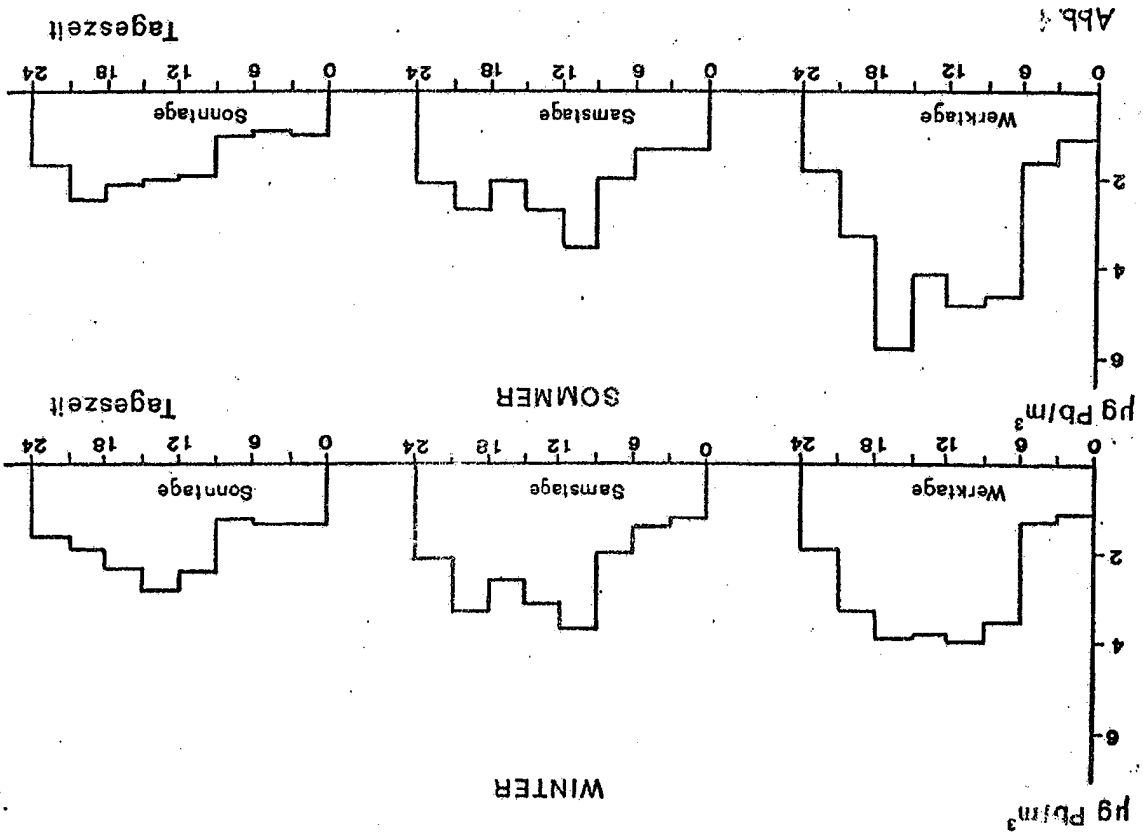


Abb. 2



Literaturverzeichnis:

- (1) I.R.Goldsmith; Journal Air Pollution Control Assoc., Jg. 19, Nr. 9, S 714/719 (1969)
- (2) Air Quality Monographs; 69-11, Air Quality Standards for Lead, American Petroleum Institute New York 10020
- (3) R.Baumann, E.Kadan; J.A.Schedling u. G.Wagner; Radex Rundschau, Nr. 4, S 240-257 (1966)
- (4) R.Baumann; Dissertation, Universität Wien, 1966
- (5) J.A.Schedling u. R.Baumann; Mitteilung der Österreichischen Sanitätsverwaltung, Jg. 69, Nr. 1 (1968)
- (6) G.Schuhfried; Dissertation, Universität Wien, 1967
- (7) Trockenschicht Luftfilter 99/97 Microsorban 4/200 plan der Firma Delbag, Berlin
- (8) A.Winkel; Staub, 19, Nr. 7, S 253 (1959)
- (9) A.Berner; Wissenschaftlicher Schlußbericht 1970 über Messung der Verteilungsfunktion von Stäuben mittels Kaskadenimpaktoren.

