Ber. naturhist. Ges. Hannover	132	19–30	Hannover 1990

Schwermetallgehalt von Böden und Erntegut aus Kleingärten Hannovers

von
MANFRED SCHENK, MONIKA BÖRKE und SUSANNE WECKEN

mit 4 Abbildungen und 2 Tabellen

Zusammenfassung: In 4 Kleingartenkolonien im Stadtgebiet von Hannover wurden in 71 Gärten Bodenproben entnommen und in 41 Gärten Kopfsalat und Möhren angebaut, geerntet und analysiert. Die Cd-, Pb- und Zn-Gehalte im Oberboden (0–30 cm) lagen im allgemeinen weit unter den Richtwerten. Lediglich in der Kolonie »Döhrener Masch« traten aufgrund des Leineeinflusses für Pb, aber auch für Cd, mehrfach Überschreitungen des Richtwertes auf. Die Richtwerte für den Cd- und Pb-Gehalt von gewaschenem Gemüse wurden in nahezu allen Gärten unterschritten. Ein Einfluß stark befahrener Straßen auf den Cd- und Pb-Gehalt von gewaschenem Erntegut war nicht zu beobachten. Allerdings traten im Einflußbereich einer Hochstraße höhere Pb-Gehalte bei ungewaschenem Kopfsalat auf. Bis zu 95 % des Bleis ließ sich durch Waschen mit Leitungswasser entfernen.

Summary: Heavy metal contents of soils and harvest products from allotments in Hannover.- Soil samples were taken from 71 gardens within 4 allotment colonies of Hannover. Furthermore, lettuce and carrots were grown and harvested for heavy metal analysis in 41 gardens. The Cd, Pb and Zn content in the top soil (0-30 cm) was generally below the critical level. Critical values were frequently exceeded in the »Döhrener Masch« colony for Pb but also for Cd. This was due to the influence of the river Leine. The Cd and Pb contents of washed vegetables were below the critical level in almost all allotments. An influence of streets with heavy traffic on Cd and Pb contents in the soil and in washed vegetables was not observed. However, in the area of influence of an elevated road, the Pb content of unwashed lettuce was increased. Up to 95 % of lead could be removed by washing with water.

Einleitung

Im Stadtgebiet von Hannover befinden sich etwa 21 000 Kleingärten auf städtischen und privaten Grundstücken mit einer Fläche von 1 035 ha. Die Kleingartenanlagen liegen im wesentlichen nahe um den Stadtkern herum, teilweise an stark befahrenen Verkehrswegen und in der Nähe von Industriebetrieben. Daher ist mit einem höheren Eintrag von Schwermetallen im Vergleich zu ländlichen Gebieten zu rechnen (KLOKE, 1984;

ALT et al., 1981; SAUERBECK, 1986; SCHMID, 1986; BIBO und SIEBER, 1987). Von besonderer Bedeutung für die Nahrungsqualität des in den Kleingärten erzeugten Obst und Gemüses ist hierbei der Eintrag von Cadmium (Cd) und Blei (Pb) und in weitaus geringerem Umfang der von Zink (Zn).

Quellen dieser Schwermetalle sind im wesentlichen Industrie, Hausbrand und insbesondere Kraftfahrzeuge (KLOKE, 1984). Nach Schätzungen von BORNEFF (1982) stammen 50-70 % der gesamten Bleiemissionen in der Bundesrepublik von Kraftfahrzeugen . Daneben erfolgt eine Cadmiumemission durch die Verbrennung von Dieselkraftstoffen (HENTSCHEL, 1983).

Zusätzlich gelangen Cadmium und Zink durch Reifenabrieb in die Umwelt (SCHULZ, 1987). In unmittelbarer Umgebung von Straßen ist daher mit einem erhöhten Schwermetalleintrag zu rechnen (LAGERWERFF und SPECHT, 1970; KLOKE, 1978).

Weiterhin können Schwermetalle auch durch die Schwebfracht kontaminierter Gewässer bei Überschwemmung in Böden eingetragen werden (KÖSTER und MERKEL, 1985; SAUERBECK, 1986, BIBO und SIEBER, 1987). Dies trifft auch für einige Kleingartenanlagen in Hannover zu, die im Überschwemmungsgebiet der Leine liegen. Seit dem Mittelalter führt der Fluß Schwermetalle mit sich, die bei Überflutung auf den angrenzenden Böden abgelagert werden. Die Schwermetallfracht stammt aus der erzfördernden und -verarbeitenden Industrie im Harz, die durch die Innerste vom Harz in die Leine geführt wird (KÖSTER und MERKEL, 1985).

Der Kleingärtner trägt aber auch selbst Schwermetalle in die Böden ein durch Einarbeitung kontaminierter Materialien wie z. B. Siedlungsabfälle, Asche, Flußschlämme (BRÜNE, et al., 1982, SAUERBECK, 1986, SCHMID 1986).

Von den drei Schwermetallen kommt dem Cadmium in ernährungsphysiologischer Sicht die größte Bedeutung zu, weil es im Boden relativ beweglich ist und von den Pflanzen leicht aufgenommen werden kann (HERMS und BRÜMMER, 1980). Chronische Cadmium-Vergiftungen führen beim Menschen zum Austausch von Cadmium gegen Calcium im Knochengewebe. Diese Krankheit ist als Itai-Itai-Krankheit bekannt. Außerdem kommt es zu einer Erkrankung der Niere durch Cadmium-Anreicherung und zur Erkrankung der Atemwege.

Blei, das im Boden im allgemeinen nur eine äußerst geringe Löslichkeit aufweist, und zu einem großen Teil auf Pflanzen abgelagert und über die Blätter aufgenommen wird (FÜRCHTENICHT und VETTER, 1982), wirkt im menschlichen Körper vorwiegend schädigend auf das Nervensystem und die Muskulatur (POTT und BROCKHAUS, 1972).

Dem Zink kommt hinsichtlich der gesundheitlichen Gefährdung keine größere Bedeutung zu, da in größeren Mengen aufgenommenes Zink in der Regel erbrochen wird (MICHELS et al., 1974). Außerdem sind Konzentrationen in Nahrungspflanzen, die im menschlichen Körper toxisch wirken können, häufig bereits phytotoxisch, so daß die Pflanzen in der Regel nicht verzehrt werden (SCHMID, 1986).

Ziel der Arbeit war es, eine Information über den Schwermetallgehalt von Böden und Erntegut aus Kleingärten Hannovers zu gewinnen.

Material und Methoden

Auswahl der Kleingartenkolonien

In Zusammenarbeit mit dem Grünflächenamt der Stadt Hannover wurden vier Kleingartenkolonien nach folgenden Kriterien ausgewählt:

1. Zur Erfassung des Schwermetalleintrages in unmittelbarer Nähe von stark befahrenen Straßenzügen:
   a) Kolonie »Rabenhorst/Schorbusch« im Stadtteil Ricklingen an der Bückeburger Allee (20 Gärten beprobt). Bodenart: toniger, lehmiger Schluff — lehmiger schluffiger Sand.
   b) Kolonie »Steuerndieb« im Stadtteil Buchholz am Messeschnellweg, der als vierspurige Straße entlang der Kolonie zum Teil als Hochstraße verläuft (20 Gärten beprobt). Bodenart: Sand.
2. Als Vergleichstandort mit einer Lage fernab vermuteter Belastungsquellen: Kolonie »Jägerslust/Waldesruh« im Stadtteil Kleefeld am östlichen Rand des Stadtwaldes Eilenriede, gegen die Hauptwindrichtung »West« abgeschirmt (19 Gärten beprobt). Bodenart: schluffiger-lehmigerSand.
3. Zur Erfassung des Schwermetalleintrages infolge der Überflutung durch die Leine: Kolonie »Döhrener Masch« im Stadtteil Döhren in der Leineaue (12 Gärten beprobt). Bodenart: toniger Schluff.

Bodenuntersuchung

Vor Untersuchungsbeginn wurde in allen beprobten Gärten eine Parzelle von 1 x 2 m auf unbeschatteten Flächen mit Vorfrucht Gemüse markiert. Jeweils 16 Bohrkerne pro Parzelle und Bodenschicht (0–30 cm) wurden zu einer Mischprobe vereinigt, gesiebt, luftgetrocknet und gemahlen. Die Cd-, Pb- und Zn-Messung erfolgte nach Aufschluß mit Königswasser atomabsorptionsspektrometrisch durch die Landwirtschaftliche Untersuchungs- und Forschungsanstalt der Landwirtschaftskammer Hannover in 3250 Hameln 1, Finkeborner Weg 1A (LUFA Hameln).

Vegetationsversuch

In 10 Gärten einer Kolonie (Döhrener Masch 11) wurden auf den markierten Parzellen Kopfsalat (Sorte »Clarion«) und Möhren (Sorte »Elvy«) angebaut. Mitte April erfolgte die Pflanzung von 16 Salatpflanzen pro 1 m^2 und die Aussaat von 2 g Möhrensaatgut pro 1 m^2. Alle Kulturbaumaßnahmen, wie Bodenbearbeitung, Düngung und Pflanzenschutz wurden entsprechend der gewohnten Bewirtschaftungsweise durch die Kleingärtner durchgeführt.

Pflanzenuntersuchung

Die Salaternte erfolgte etwa 8 Wochen nach Pflanzung. In jeder Parzelle wurde von 12 Pflanzen ein halber Kopf ohne äußere Hüllblätter geerntet und bis zur Bestimmung des Frischgewichtes in verschlossenen Polyethylenbeuteln aufbewahrt. Nur für den

Verzehr bestimmte Pflanzenteile wurden in die Untersuchung einbezogen und küchenfertig aufbereitet durch Waschen in Leitungswasser und Abtropfen mit Hilfe einer Salatschleuder. Nach der Trocknung des grob zerkleinerten Pflanzenmaterials bei 70° C bis zur Gewichtskonstanz wurde die Trockenmasse bestimmt, die Proben gemahlen und homogenisiert.

Bei den Möhren wurde aus jeder Parzelle Mitte August ca. 1,5 kg Erntegut entnommen, von Kraut und Wurzeln getrennt und in verschlossenen Polyethylenbeuteln aufbewahrt. Das Pflanzenmaterial wurde gewaschen, und anhaftende Bodenreste mit einer harten Kunststoffbürste entfernt. Nach dem Abtrocknen mit Papiertüchern erfolgte die Bestimmung der Frischmasse und die grobe Zerkleinerung der Möhren. Die weitere Aufbereitung entsprach der Salatproben.

An der LUFA Hameln wurden alle Pflanzenproben mit Hilfe konzentrierter Salpetersäure aufgeschlosssen und die Schwermetallgehalte atomabsorptionsspektrometrisch (Graphitrohrküvette) bestimmt.

Ergebnisse

Schwermetallgehalt der Böden

Abbildung 1 zeigt die Gesamtgehalte von Cadmium (Cd) in den untersuchten Oberböden. Zusätzlich ist der Median ($\tilde{x}$) der Cd-Gehalte jeder Kleingartenkolonie angegeben. Dieser Wert, der von jeweils 50 % der Gehaltswerte unter- bzw. überschritten wird, hat gegenüber dem arithmetischen Mittel den Vorteil, daß er von extremen Werten nicht beeinflußt wird. Wie aus der Darstellung hervorgeht, unterscheiden sich die Cd-Gehalte zwischen den einzelnen Parzellen einer Kolonie, mit Ausnahme der Döhrener Masch, nur wenig. Die Kolonie Jägerslust/Waldesruh wies tendenziell geringfügig niedrigere Gehalte auf als die Anlagen Rabenhorst/Schorbusch und Steuerndieb. In der Döhrener Masch wurden die höchsten Gehalte ermittelt. In zwei Gärten dieser Anlagen traten Cd-Gehalte in der Größenordnung des Richtwertes auf, in einem Fall wurde der Richtwert um mehr als das Doppelte überschritten. Richtwerte sind ohne Rechtsverbindlichkeit und dienen zur Orientierung. Bei Überschreitung sollten Vorkehrungen zur Vermeidung von gesundheitlichen Schäden getroffen werden. Grenzwerte, die tolerierbare Höchstgehalte der Böden rechtsverbindlich festlegen, bestehen nur im Zusammmenhang mit der Ausbringung von Klärschlamm.

Eine Belastung liegt immer dann vor, wenn Grenz- oder Richtwerte überschritten werden. Dabei ist es unerheblich, ob die Gehalte natürlichen oder anthropogenen Ursprungs sind. Von einer Anreicherung wird gesprochen, wenn die Gehalte aufgrund anthropogener Einflüsse höher sind als die standortspezifischen natürlichen Gehalte (Normalgehalte).

Eine ähnliche Tendenz wie die Cd-Gehalte zeigen die in Abb. 2 dargestellten Blei (Pb)-Gehalte der Oberböden. Die Pb-Gehalte der Anlagen Rabenhorst/Schorbusch und Jägerslust/Waldesruh lagen im Bereich von etwa 50 mg Pb/kg Boden, während die Kolonie Döhrener Masch im Mittel höhere Gehalte aufwies. In 7 Böden der Kolonie Döhrener Masch konnte eine Belastung festgestellt werden, wobei in 6 der Richtwert um mehr als das Doppelte überschritten wurde. In den Kolonien Rabenhorst/Schorbusch und Steuerndieb trat hingegen nur jeweils in einem Fall eine Belastung auf.

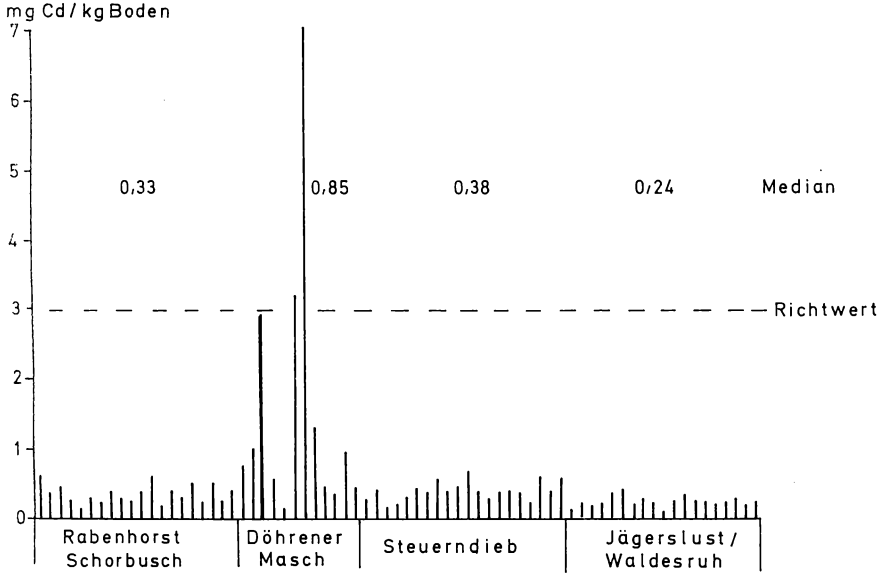


Abb. 1: Gesamt-Cd-Gehalte im Boden (0–30 cm) von Kleingärten in vier Kolonien

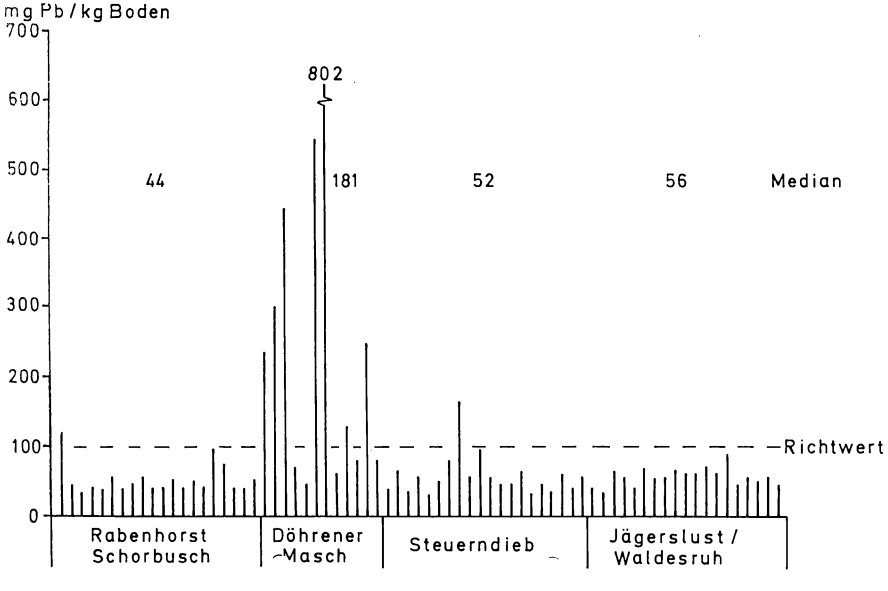


Abb. 2: Gesamt-Pb-Gehalte im Boden (0–30 cm) von Kleingärten in vier Kolonien

Die Belastung der einen Fläche in der Kolonie Rabenhorst/Schorbusch war vermutlich auf Überreste einer ehemaligen Straße zurückzuführen, denn der Blei-Gehalt in den Bodenschichten unterhalb 30 cm war ebenfalls deutlich erhöht. Sowohl bei Cadmium als auch bei Blei war kein Einfluß der Entfernung zur Straße auf den Gehalt des Bodens festzustellen. In Tabelle 1 sind die soeben angesprochenen Ergebnisse für Cadmium und Blei sowie zusätzlich für Zink (Zn) zusammenfassend dargestellt. Neben dem Median ($\tilde{x}$) und dem jeweils kleinsten und größten Wert sind die 25. und 75. Perzentile, das sind die Gehalte, die von jeweils 25 bzw. 75 % der Stichproben unterschritten wurden, aufgeführt. Ein Vergleich mit den Normalgehalten von Böden zeigt, daß der Cd-Gehalt bei 75 % der untersuchten Böden im Normalbereich lag. In zwei Böden wurde der Richtwert überschritten. Die Pb- und Zn-Gehalte waren in 25 % der untersuchten Böden im Normalbereich, während 9 bzw. 10 Gärten belastet waren. 7 der Flächen mit erhöhten Zn-Gehalten lagen dabei in der Kolonie »Döhrener Masch«. Im Vergleich zu anderen Städten der Bundesrepublik Deutschland wiesen die untersuchten Kleingärten im Stadtgebiet Hannover im Durchschnitt und im Extrem ähnliche Schwermetallgehalte auf.

Tab. 1: Schwermetallgehalte (mg/kg Boden) der Oberböden von 71 Kleingärten aus 4 Kolonien im Stadtgebiet Hannover

	min	25.Pz.	$\tilde{x}$	75.Pz.	max	Normal-gehalt[1]	Richt-wert	Anzahl> Richtwert
Cd	0,10	0,24	0,34	0,46	7,16	< 0,5	3	2
Pb	28	42	55	71	802	< 40	100	9
Zn	52	110	152	228	1092	< 100	300	10

[1]) nach Brümmer, 1976

Die ermittelten Gesamtgehalte an Cadmium, Blei, Zink können zwar das Ausmaß der Kontamination aufzeigen, geben jedoch keine Hinweise auf die Pflanzenverfügbarkeit. Aus den Gesamtgehalten des Bodens kann also nicht abgeleitet werden, ob der Verzehr der jeweils angebauten Nahrungspflanzen unbedenklich ist. Hierfür sind Untersuchungen des Erntegutes erforderlich.

Schwermetallgehalte im Erntegut

Abbildung 3 zeigt die Cadmium-Gehalte in der Frischsubstanz von gewaschenem Kopfsalat. Die Proben der Anlage Rabenhorst/Schorbusch wiesen tendenziell die niedrigsten Gehalte auf. In den Proben der übrigen Kolonien wurden teilweise erheblich höhere Gehalte ermittelt. Besonders stark unterschieden sich die Stichproben aus der Anlage Döhrener Masch. Der Richtwert für Blattgemüse wurde jedoch nur in einer Pflanzenprobe überschritten.

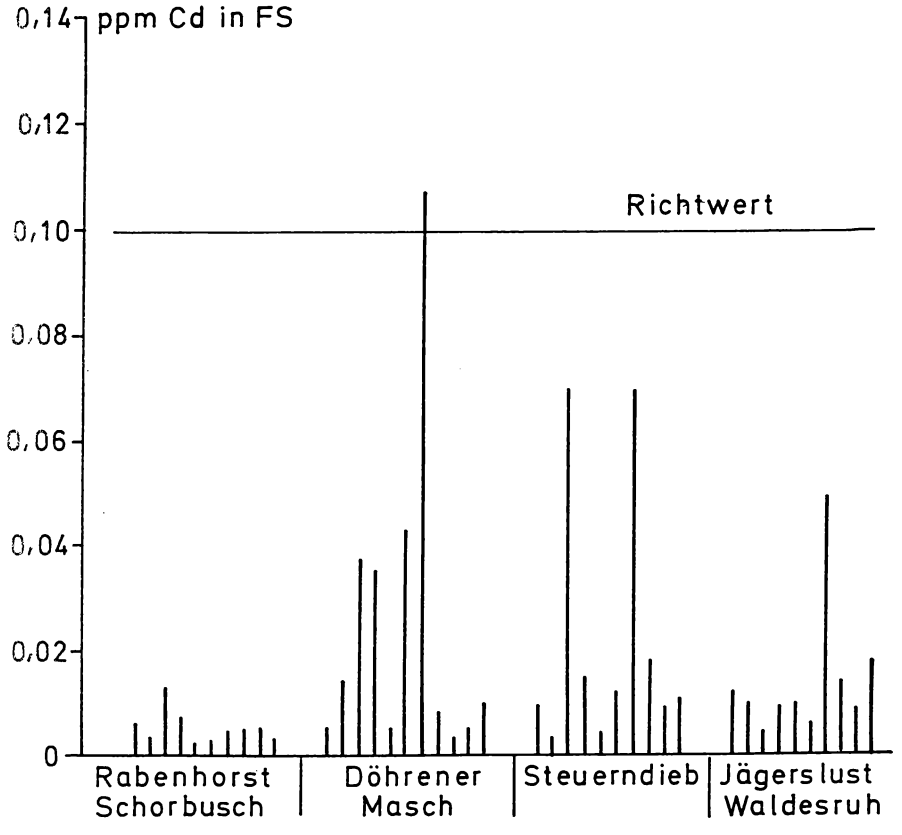


Abb. 3: Cd-Gehalte in der Frischsubstanz von gewaschenem Kopfsalat aus Kleingärten in 4 Kolonien im Stadtgebiet Hannover

Auch die Blei-Gehalte wiesen große Unterschiede auf (Abbildung 4). Die Pflanzenproben aus der Kolonie Rabenhorst/Schorbusch hatten von der Tendenz her die niedrigsten, die aus der Anlage Steuerndieb die höchsten Gehalte. Der Richtwert von 0,8 ppm Pb wurde in allen Proben weit überschritten.

Ein Vergleich mit den im ZEBS-BERICHT (1984) angegebenen Schwermetallgehalten in Blattgemüse zeigt, daß über 75 % der Proben unter dem Bundesdurchschnitt lagen (Tabelle 2). Nur eine Probe überschritt den Richtwert. Ähnliche Ergebnisse ergaben sich bei Möhren.

Die in dieser Untersuchung ermittelten Schwermetallgehalte in Kopfsalat und Möhren sind nach dem derzeitigen Kenntnisstand als gesundheitlich unbedenklich zu bewerten, zumal nach KÖSTER und MERKEL (1985) erst dann lebensmittelrechtliche Bedenken

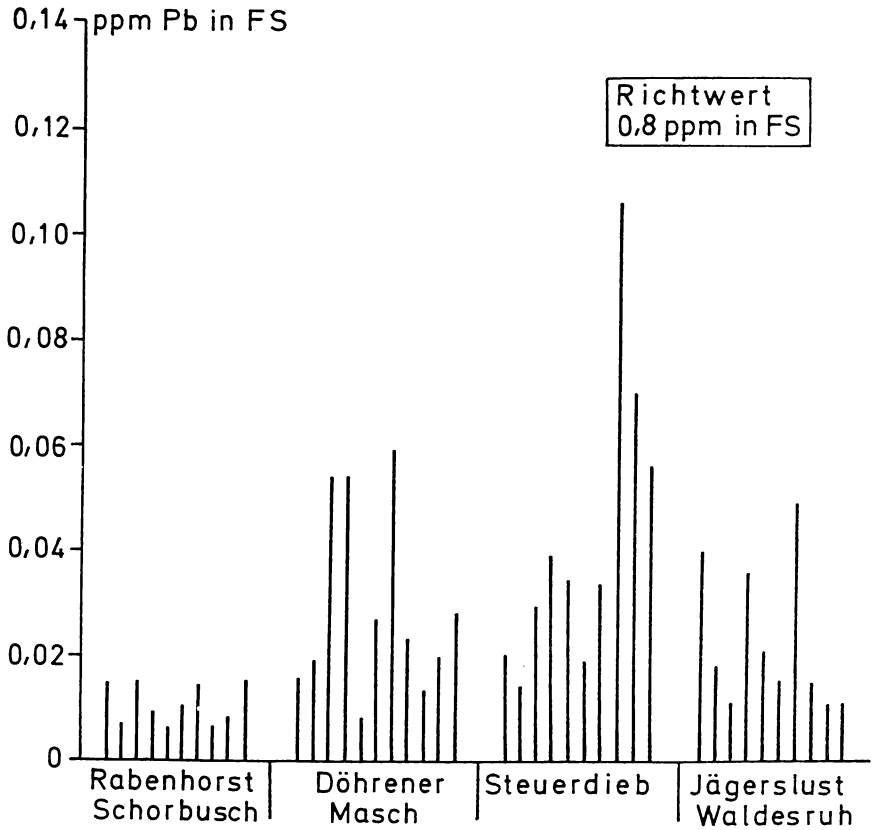


Abb. 4: Pb-Gehalte in der Frischsubstanz von gewaschenem Kopfsalat aus Kleingärten in 4 Kolonien im Stadtgebiet von Hannover

Tab. 2: Schwermetallgehalte (mg/kg FS) von Kopfsalat aus Kleingärten in 4 Kolonien im Stadtgebiet Hannover

	min	25.Pz.	$\tilde{x}$	75.Pz.	max	ZEBS-Bericht 1984	Richtwert	Anzahl > Richtwert
Cd	0.002	0.005	0.003	0.015	0.107	0.023	0.1	1
Pb	0.006	0.012	0.018	0.035	0.106	0.100	0.8	0
Zn	1.59	1.93	2.27	2.97	12.23	-	-	-

bestehen, wenn ein Richtwert um mehr als das Doppelte überschritten wird. Es ist jedoch zu berücksichtigen, daß für Kleingärtner der Verzehr von Gemüse mit erhöhten Gehalten mit einem größeren gesundheitlichen Risiko verbunden ist, da möglicherweise keine ausreichende Verdünnung durch Zukauf von weniger mit Schwermetallen angereichertem Gemüse erfolgt.

Bleigehalte in Oberböden und Erntegut in Abhängigkeit von der Entfernung zur Straße

Der Schwermetalleintrag in Abhängigkeit von der Entfernung zur Straße wurde in der Anlage Steuerndieb untersucht, weil hier eine besonders weite seitliche Verlagerung eintreten kann, da der Messeschnellweg an dieser Stelle in eine Hochstraße übergeht, die bei voller Höhe ein etwa 5 m höheres Niveau gegenüber der Kleingartenanlage aufweist. In Abbildung 5 sind für jeden einzelnen Garten der 10 beprobten Gärten die Blei-Gehalte im Oberboden und in der Frischsubstanz der gewaschenen und ungewaschenen Kopfsalatproben und der prozentuale Anteil, der durch das Waschen entfernt wurde, angegeben.

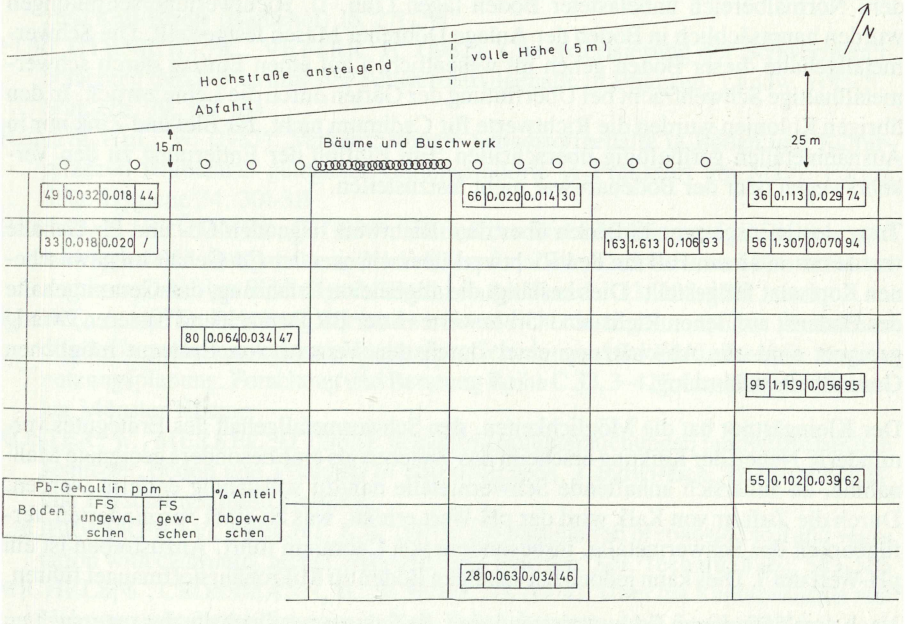


Abb. 5: Pb-Gehalte im Boden und in der FS von gewaschenem und ungewaschenem Kopfsalat in der Anlage Steuerndieb

Ein Entfernunggradient zur Straße wurde weder aus den Pb-Gehalten im Boden noch aus denen im gewaschenen und ungewaschenen Kopfsalat deutlich. Es traten sowohl hohe als auch niedrige Pb-Gehalte direkt an der Straße als auch in größerer Entfernung auf. Deutlich erhöht waren jedoch die Pb-Gehalte ungewaschener Kofsalatproben aus Gärten, die im Einflußbereich der Hochstraße lagen. Durch die vorherrschenden Westwinde wurde das Blei offensichtlich weiter von der Straße in die Anlage hinein transportiert.

Aus der Literatur ist bekannt, daß Pb-Gehalte in ungewaschenen Pflanzenproben mit zunehmender Entfernung von Vrkehrswegen abnehmen und nach etwa 100 m wieder Normalwerte erreichen (LAGERWERFF und SPECHT, 1970; KLOKE, 1978). Dies stützt die eigenen Ergebnisse, denn die Koloniegrenze liegt etwa 15–25 m entfernt von der Straße und bereits die vierte Gartenreihe befindet sich in mehr als 100 m Abstand zur Straße. Außerdem war die Koloniegrenze mehr oder weniger dicht mit Bäumen und Buschwerk zur Straße hin abgeschirmt. Dies könnte die Ursache für die stark unterschiedlichen Pb-Gehalte sein und damit den Einfluß der Entfernung zur Straße überdecken.

Abschließende Betrachtungen

Die Schwermetalluntersuchungen in den vier Kleingartenanlagen ergaben, daß in etwa 25 % der untersuchten Böden die Pb- und Zn-Gehalte und in 75 % die Cd-Gehalte in dem Normalbereich unbelasteter Böden lagen (Tab. 1). Richtwertüberschreitungen wurden hauptsächlich in Böden der Anlage Döhrener Masch festgestellt. Die Schwermetallgehalte dieser Böden gehen im wesentlichen auf einen Eintrag durch schwermetallhaltige Schwebfracht bei Überflutung der Gärten durch die Leine zurück. In den übrigen Kolonien wurden die Richtwerte für Cadimum nicht, für Blei und Zink nur in Ausnahmefällen geringfügig überschritten. Ein Einfluß der Entfernung zu den Verkehrswegen oder der Bodenart war nicht festzustellen.

Trotz der in insgesamt 10 Böden über dem Richtwert liegenden Cd- und Pb-Gehalte wurde nur in einem Fall ein den Richtwert überschreitender Cd-Gehalt im gewaschenen Kopfsalat festgestellt. Dies bestätigt die allgemeine Erfahrung, daß Gesamtgehalte des Bodens, auf denen Richt- und Grenzwerte in der BR Deutschland basieren, wenig geeignet sind zur Abschätzung einer durch den Verzehr von Erntegut möglichen Gesundheitsgefährdung.

Der Kleingärtner hat die Möglichkeiten, den Schwermetallgehalt des Erntegutes vermindern. Neben der Kalkung erscheint das Waschen als eine besonders geeignete Maßnahme, da äußerlich anhaftende Schwermetalle nahezu vollständig entfernt werden. Durch die Zufuhr von Kalk wird der pH-Wert erhöht, was zu einer verminderten Verfügbarkeit der Schwermetalle, insbesondere von Cadmium führt. Anzustreben ist ein pH-Wert um 7. Dies kann jedoch bei sandigen Böden zu Mikronährstoffmangel führen.

Nach dem derzeitigen Erkenntnisstand sind die Schwermetallgehalte der untersuchten Kleingärten als unbedenklich zu bewerten. Allerdings können die Schwermetallgehalte im Erntegut zunehmen, wenn die Pflanzenverfügbarkeit aufgrund sich ändernder Bodeneigenschaften steigt.

Weiterhin ist zu berücksichtigen, daß die im Augenblick unproblematischen Schwermetallgehalte langfristig zunehmen, wenn keine Verminderung der diffusen Schwermetallimmissionen eintritt, da einmal in den Boden gelangte Schwermetalle dort verbleiben. Der Kleingärtner kann dazu beitragen, indem er auf die Kompostierung der Pflanzenmasse verzichtet, die aus der Nähe stark befahrener Verkehrswege stammt. Außerdem sollte das Einbringen von Asche, Industrieabfällen sowie Hausmüll in den Boden unterbleiben, da solche Materialien erheblich mit Schwermetallen kontaminiert sein können.

Literaturverzeichnis

ALT, D., SACHER, B. RADICKE, K. (1981): Ergebnis einer Erhebungsuntersuchung zur Nährstoffversorgung und Schwermetallbelastung von gemüsebaulich genutzten Parzellen in Kleingärten. Landw. Forsch. Sonderh. 38, 682-692

BIBO, J., SIEBER, R. (1987): Hessisches Schadstoffuntersuchungsprogramm. Schwermetalluntersuchungen in hessischen Kleingärten 1984-1985

BORNEFF, J. (1982): Hygiene. Georg Thieme Verlag, Stuttgart, New York

BRÜMMER, G. (1976): Belastung und Belastbarkeit von Böden und Sedimenten mit Schadstoffen. Bayr. landwirtschaft. Jahrbuch 53, Sonderh. 3, 136-157

BRÜNE, H., ELLINGHAUS, R., HEYN, J. (1982): Schwermetallgehalte hessischer Böden und ergänzende Untersuchungen zur Schwermetallaufnahme durch Pflanzen. Kali-Briefe (Büntehof) 16, 271-291

FÜRCHTENICHT, K., VETTER, H. (1982): Charakterisierung der Schwermetallbelastung durch Messung der Schwermetallgehalte in Pflanzen. Landw. Forsch., Sonderh. 39, 154-164

HENTSCHEL, W. (1983): Verkehrbedingte Schadstoffgehalte in Böden und Kulturpflanzen straßennah gelegener Gartenstandorte in Frankfurt am Main. Forum Stäte-Hygiene 34, 301-311

HERMS, U., BRÜMMER, G. (1980): Einfluß der Bodenreaktion auf Löslichkeit und tolerierbare Gesamtgehalte an Nickel, Kupfer, Zink, Cadmium und Blei in Böden und kompostierten Siedlungsabfällen. Landw. Forsch. 33, 408-423

KLOKE, A. (1978): Belastung der landwirtschaftlichen und gärtnerischen Produktion durch Umweltchemikalien in stadtnahen Gebieten und ihr Einfluß auf die Bodennutzungsplanung. Forschung und Beratung Reihe C 33, 3-425, Landwirtschaftsverlag Münster Hiltrup

KÖSTER, W., MERKEL, D. (1985): Schwermetalluntersuchungen landwirtschaftlich genutzter Böden und Pflanzen in Niedersachsen. Landwirtsch. Untersuchungs- und Forschungsanstalt Hameln

LAGERWERFF, J.V., SPECHT, A.W. (1970): Contamination of roadside soil and vegetation with cadmium, nickel, lead and zinc. Environ. Sci. Technol. 4 (6), 583-586

MICHELS, S., CRÖSSMANN, G., SCHOLL, G. (1974): Über die Kantamination von Nahrungsmitteln mit Schwermetallen. Staub-Reinhalt. Luft 34 (1), 22-26

POTT, F., BROCKHAUS, A. (1972): Vergleich der enteralen und pulmonalen Resorptionsquote von Bleiverbindungen. Blei und Umwelt Herausgeber: Verein für Wasser-, Boden- und Lufthygiene e.V.

SAUERBECK, D. (1986): Vorkommen, Verhalten und Bedeutung von anorganischen Schadstoffen in Böden. Hohenheimer Arbeiten: Bodenschutz-Tagung über Umweltforschung an der Universität Hohenheim, 77-96

SCHMID, R. (1986): Bodenbelastung in Kleingärten, mögliche Ursachen und Gefahren. Hohenheimer Arbeiten: Bodenschutz- Tagung an der Universität Hohenheim, 97-106

SCHULZ, M. (1987): Wirkung von Gummimehl auf –Phaseolus vulgaris–. Z. Pflanzenernähr. Bodenk. 150, 37-41

ZEBS-BERICHT (Hrsg. WEIGERT, P., MÜLLER, J. KLEIN, H., ZUFELDE, K.P., HILLEBRAND, J.) (1984): Arsen, Blei, Cadmium und Quecksilber in und auf Lebensmitteln. ZEBS-Hefte 1/1984 Oraniendruck GmbH, Berlin

Manuskript eingegangen: 11. Mai 1989

Anschrift der Verfasser: Prof. Dr. M. Schenk
Dipl.-Ing.-agr. M. Börke
Dipl.-Ing.-agr. S. Wecken
Universität Hannover
Institut für Pflanzenernährung
Herrenhäuser Straße 2
3000 Hannover 21

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Berichte der Naturhistorischen Gesellschaft Hannover

Jahr/Year: 1990

Band/Volume: 132

Autor(en)/Author(s): Schenk Manfred, Börke Monika, Wecken Susanne

Artikel/Article: Bodenuntersuchungen im Stadtwald von Hannover 19-30