

Blei und Cadmium in Pilzen aus Westberlin

C. FISCHER

Börnicker Str. 14, D-1000 Berlin 20

B. HEIN

Botanisches Museum,
Königin-Luise-Str. 6–8, D-1000 Berlin 33

Eingegangen am 3.12.1989

Fischer, C. & B. Hein (1990) – Lead and Cadmium in fungi from Westberlin. *Z. Mykol.* 56(1): 159–166.

Key Words: Lead, cadmium, *Agaricales*, *Boletales*, *Russulales*.

Summary: Lead and cadmium concentration of 51 species and 68 collections from West-Berlin have been measured. This includes first reports of cadmium for 9 species and of lead for 31 species. Lead concentrations in Berlin are remarkable higher than those known from literature.

Zusammenfassung: Die Konzentration von Blei und Cadmium wurde für 51 Arten an 68 Aufsammlungen aus Westberlin ermittelt. Für 9 Arten wurde erstmals ein Cadmiumwert, für 31 Arten erstmals ein Bleiwert angegeben. Die Berliner Bleiwerte liegen deutlich über den Literaturwerten für die entsprechenden Arten.

I. Einleitung

Der Nachweis von Schwermetallanreicherungen in einigen Pilzarten (vor allem *Agaricus*-Arten) durch Leh (1975), Meisch et al. (1976, 1977), Collet (1977), Seeger (1976, 1978), Alsen et al. (1977), Laub et al. (1977) führte wegen der gesundheitlichen Aspekte bis in die jüngste Zeit zu einer Fülle von Arbeiten auf diesem Gebiet. Bedenklich erschien insbesondere die Fähigkeit einiger Pilzarten zur Cadmium-Akkumulation weit über die Bodenkonzentration hinaus (vgl. z. B. Byrne et al. 1977, Collet 1977, Meisch et al. 1977, Laub et al. 1977, Seeger 1978, 1982, Kruse & Lommel 1979, Irlet & Rieder 1985 und Dietl 1987).

Angesichts fehlender Daten für Schwermetalle in Berliner Pilzen ergab sich im Rahmen der Berliner Pilzberatung die Frage, ob das städtische oder stadtnahe Sammelgebiet der Berliner aufgrund der hohen Schwermetallemissionen in Gebieten hoher Verkehrsdichte und intensiver wirtschaftlicher Nutzung mit gesundheitlichen Risiken für den Pilzsammler verbunden ist (vgl. Kuusi et al. 1981, Diehl 1982 und Englert et al. 1986). Neben diesem regionalen Aspekt tragen die Untersuchungen zu der dringend erforderlichen Erweiterung der Datenbasis bei. Erst eine solche Erweiterung ermöglicht eine präzise Warnung vor gesundheitsgefährdender Schwermetallaufnahme durch Pilze.

Für die Bestimmung der Pilze danken wir herzlich Herrn Ewald Gerhardt. Dem Landesuntersuchungsinstitut für Lebensmittel, Arzneimittel und Tierseuchen (LAT) ist für die Bereitstellung eines Arbeitsplatzes für Cad-

mium- und Blei-Messungen zu danken. Die Bereitschaft der dortigen Mitarbeiter, ihre vielfältigen Erfahrungen weiterzugeben, waren letztlich die Voraussetzung für die Zuverlässigkeit der Meßergebnisse. Schließlich ist der Senatsverwaltung für Wirtschaft und Arbeit zu danken, die mit der Bereitstellung einer ABM-Stelle diese Arbeit ermöglicht hat.

II. Material und Methode

1. Material

Die Pilze für die vorliegende Untersuchung wurden 1988 in Westberlin an folgenden Standorten gesammelt:

- I Spandauer Forst, Jagen 66 und 69 und angrenzende Flächen.
- II Spandauer Forst, Jagen 35 (Oberjägerweg).
- III Grunewald, Jagen 48, am Schießplatz.
- IV Grunewald, Jagen 63 und 63 b (incl. Untersuchungsflächen des BallWös-Projektes).
- V Grunewald, Jagen 72 und 73.
- VI Grunewald, Jagen 90 (Dahlemer Feld).
- VII Grunewald, Jagen 91 a. Kiefern, Eichen, Vogelkirschen.
- VIII Grunewald, Jagen 99.
- IX Grunewald, Jagen 200.
- X Grunewald, Fischerhüttenweg.
- XI Zehlendorf, Pücklerstr. westl. der Clayallee (Jagen 10).
- XII Grunewald, Langes Luch.
- XIII Berlin-Wannsee, zw. Lindenstr. und Schonung.
- XIV Dahlem, Podbielskiallee nahe Englerallee.
- XV Dahlem, Pacelliallee.
- XVI Dahlem, Botanischer Garten.
- XVII Dahlem, Corrensplatz.
- XVIII Steglitz, Stadtpark.
- XIX Lankwitz, Gemeindepark.

Bestimmung und Nomenklatur richten sich nach Moser (1978) und Jülich (1984). Mit Ausnahme von *Clitocybe odora* wurde von allen Aufsammlungen aufgeschlossenes Material im Herbar des Botanischen Museums Berlin-Dahlem hinterlegt.

2. Probenaufbereitung

Die Pilze wurden nur mechanisch gereinigt, bei 40 °C getrocknet und danach in einer elektrischen Schlagmühle zermahlen. Zwischen den Arbeitsschritten lagerte das Material staubfrei in verschlossenen Plastikbehältern.

Der Probenaufschluß erfolgte in Druckaufschlußbomben mit Tefloneinsätzen (Kotz et al. 1972). Es wurden 200 mg Pilzsubstanz eingewogen, mit 1,5 ml HNO₃ suprapur versetzt und für zwei Stunden auf 170 °C erhitzt, anschließend mit aqua bidest auf 10 ml aufgefüllt.

3. Messung

Die Messungen erfolgten an einem Atomabsorptionsspektrometer (AAS) 3030 von Perkin-Elmer in einer Graphitrohrküvette HGA 500 mit einem Sampler AS 40. Eine Probe von 20 µl wurde jeweils mit 5µl Modifier (NH₄)H₂PO₄ eingegeben. Das Temperaturprogramm für die Pilzmatrix wurde neu optimiert (Welz 1973, Handbuch Perkin-Elmer). Die Auswertung erfolgte bei Blei über die Peak-Höhe und bei Cadmium über die Peak-Fläche. Auf Untergrundkompensation mit einer Deuteriumlampe wurde bei den Cadmium-Messungen verzichtet. Die Messungen erfolgten serienweise, wobei regelmäßig Blindwert, Eichlösung und Referenzstandard eingeschoben wurden. Bei der hier verwendeten Graphitrohrfentechnik können Bestandteile der Probenlösung zu Interferen-

zen führen (vgl. LMBG § 35, Dietl 1987). Der Einfluß der Pilzmatrix auf die Meßergebnisse läßt sich nicht sicher angeben, da ein matrixgleiches Kontrollmaterial aus Pilzen bislang nicht zur Verfügung steht. Daher wurde auch für die vorliegenden Messungen auf andere pflanzliche zertifizierte Referenzstandards zurückgegriffen. Die Meßergebnisse haben eine maximale Abweichung von $\pm 10 \%$ und einen Variationskoeffizienten von maximal 20% .

Tabelle 1: Meßwerte für Cadmium und Blei nach Arten geordnet in mg/kg Trockengewicht

Name	Nummer	Standort	Kadmium	Blei
<i>Agaricus arvensis</i>	46	XXII	1.630	9.234
<i>Agaricus lanipes</i>	58	XVI	0.910	3.767
<i>Agaricus silvaticus</i>	79	I	1.956	15.303
<i>Agaricus xanthoderma</i>	45	XXIII	7.215	11.730
<i>Amanita rubescens</i>	24	XI	0.933	0.982
<i>Amanita rubescens</i>	27	XI	1.141	0.939
<i>Amanita rubescens</i>	39	III	1.700	0.524
<i>Armillariella polymyces</i>	81	VIII	1.577	0.678
<i>Armillariella polymyces</i>	87	I	2.380	0.526
<i>Boletus aestivalis</i>	18	VI	6.510	5.365
<i>Boletus edulis</i>	25	XI	2.167	1.134
<i>Boletus erythropus</i>	73	XII	0.507	3.330
<i>Boletus luridus</i>	30	XXI	0.795	0.725
<i>Calocybe gambosa</i>	01	XI	3.904	3.906
<i>Calvatia caelata</i>	55	VI	4.816	48.145
<i>Cantharellus cibarius</i>	52	XVIII	0.593	1.403
<i>Clitocybe clavipes</i>	72	XII	1.238	13.895
<i>Clitocybe clavipes</i>	96	XIV	1.881	9.984
<i>Clitocybe odora</i>	85	VIII	0.522	1.196
<i>Collybia butyracea</i> var. <i>asema</i>	97	XIV	1.500	2.552
<i>Coprinus comatus</i>	92	XV	7.758	2.904
<i>Cortinarius privignoides</i>	70	XI	6.821	0.748
<i>Kuehneromyces mutabilis</i>	91	X	1.063	0.295
<i>Laccaria amethystina</i>	77	XII	0.354	2.497
<i>Lactarius quietus</i>	36	XIV	1.145	4.047
<i>Leccinum aurantiacum</i>	00	VIII	0.228	1.530
<i>Leccinum scabrum</i>	34	XIV	2.122	2.804
<i>Leccinum scabrum</i>	80	VIII	3.116	0.657
<i>Lepista inversa</i>	93	XV	1.130	8.873
<i>Lepista inversa</i>	98	XIV	0.585	2.070
<i>Lepista irina</i>	88	X	1.501	10.424
<i>Lepista nebularis</i>	89	X	4.519	10.864
<i>Lepista nuda</i>	86	I	0.613	9.155
<i>Lepista nuda</i>	95	XIV	0.628	4.705
<i>Lycoperdon perlatum</i>	53	XIV	0.850	6.017
<i>Lycopodium pyriforme</i>	82	VIII	1.070	1.752
<i>Macrolepiota procera</i>	60	IV	1.656	12.949
<i>Marasmius oreades</i>	08	V	0.707	2.227
<i>Melanoleuca grammopodia</i>	62	XI	5.122	13.703
<i>Paxillus filamentosus</i>	65	XI	0.286	0.741
<i>Paxillus involutus</i>	33	XIV	0.318	0.969
<i>Paxillus involutus</i>	64	XI	0.272	1.210
<i>Psathyrella velutina</i>	51	XIX	0.674	4.909
<i>Russula aeruginea</i>	32	XIV	0.440	2.462
<i>Russula coerulea</i>	78	II	1.009	6.460

<i>Russula foetens</i>	50	XIX	16.498	2.819
<i>Russula graveolens</i>	49	XX	2.376	4.498
<i>Russula ionochlora</i>	06	III	0.751	18.167
<i>Russula vesca</i>	20	XI	26.749	2.649
<i>Russula vesca</i>	23	XI	27.750	5.262
<i>Russula virescens</i>	42	IV	0.975	1.191
<i>Strobilurus tenacellus</i>	02	I	2.055	3.161
<i>Stropharia aeruginosa</i>	99	XIV	1.238	0.624
<i>Stropharia rogoannulata</i>	48	XIX	1.697	1.909
<i>Stropharia rugosoannulata</i>	31	XIV	2.450	6.760
<i>Suillus grevillei</i>	35	XIV	2.005	0.623
<i>Tricholomopsis rutilans</i>	84	VIII	1.850	0.270
<i>Xerocomus badius</i>	38	III	1.794	0.508
<i>Xerocomus badius</i>	74	XII	0.872	0.657
<i>Xerocomus badius</i>	90	X	3.014	0.832
<i>Xerocomus chrysenteron</i>	22	XI	3.627	1.413
<i>Xerocomus chrysenteron</i>	28	XI	0.347	0.587
<i>Xerocomus porusporus</i>	19	XI	0.281	0.717
<i>Xerocomus porusporus</i>	41	III	0.482	0.991
<i>Xerocomus subtomentosus</i>	17	XI	8.497	1.250
<i>Xerocomus subtomentosus</i>	21	XI	6.144	1.666
<i>Xerocomus subtomentosus</i>	37	XIV	0.611	0.442
<i>Xerocomus subtomentosus</i>	94	XIV	0.787	0.390

III. Ergebnisse und Diskussion

Darstellung und Bewertung der Meßergebnisse

Es liegen Meßergebnisse für 68 Proben von 51 Arten vor (vgl. Tab. 1). Der Cadmiumgehalt wurde erstmals für 9 Arten angegeben, der Bleigehalt erstmals für 31 Arten.

Die Meßergebnisse reichen bei Cadmium von 0,23 bis 27,75 mg/kg TroGew, bei Blei von 0,27 bis 48,15 mg/kg TroGew. Die Mittelwerte aus allen 68 Aufsammlungen liegen bei 4,52 mg/kg TroGew für Blei und 2,95 mg/kg TroGew für Cadmium. Legt man für eine toxikologische Bewertung dieser Meßergebnisse die Richtwerte des BGA von 1986 für Rinderleber zugrunde (0,8 mg Pb/kg Frigew und 0,5 mg Cd/kg Frigew), so zeigen 10 Aufsammlungen für Cadmium und 13 Aufsammlungen für Blei einen höheren Wert (Verhältnis von Trocken- zu Frischgewicht mit 1:10 angenommen).

Die Nähe zu besonders verkehrsreichen Standorten (XIV, XV, XVII und z. T. auch III und IX) ist überraschenderweise nicht mit auffällig hohen Schwermetallwerten verbunden (vgl. dazu Fidora 1972, Kuusi et al. 1981, Irlet & Rieder 1985). Die höchsten Werte für Blei stammen von Fundorten aus dem Botanischen Garten (*Calvatia caelata*) und einem verkehrsfernen Gebiet im Berliner Forst Grunewald (*Russula ionochlora*). Die höchsten Cadmiumwerte stammen von Aufsammlungen aus einem verkehrsfernen Gebiet im Berliner Forst Spandau (*Russula vesca*).

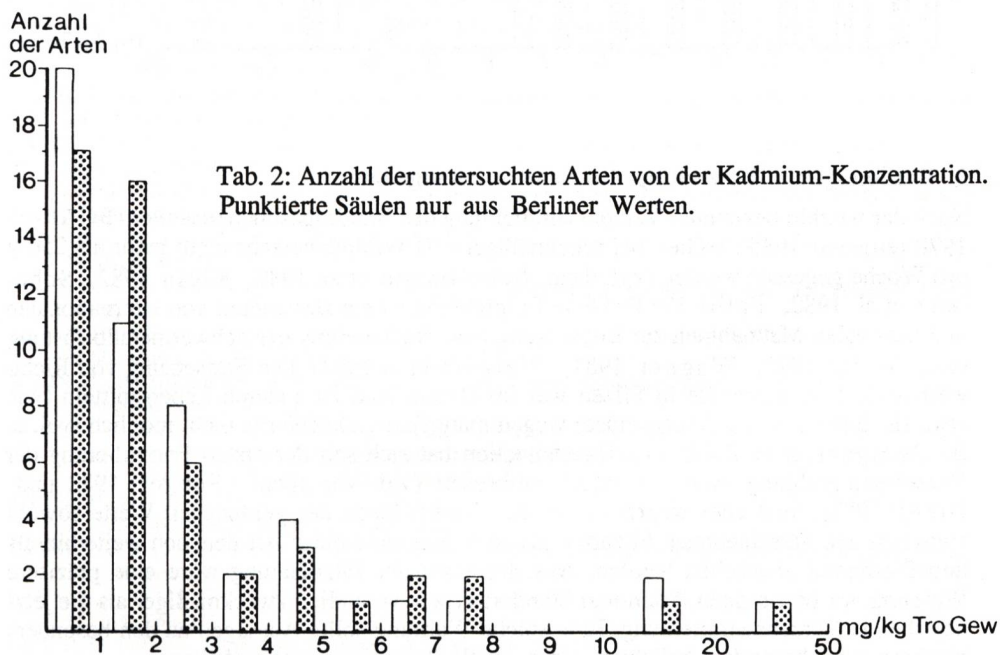
Die Gattung *Russula* enthält, ähnlich wie die Gattung *Agaricus*, sowohl Arten mit unauffälligen als auch Arten mit ungewöhnlich hohen Cadmium-Werten (vgl. Tab. 1 und Alesen et al. 1977, Collet 1977, Meisch et al. 1977, Seeger 1978, Fleckenstein 1979, Kuusi et al. 1981). Die hohen Werte für *R. vesca* machen eine aktive Cadmium-Anreicherung sehr wahrscheinlich. Für Blei galt aufgrund der bisherigen Arbeiten eine aktive Anreicherung durch den Pilz eher als unwahrscheinlich (vgl. z. B. Seeger 1982, p. 1842). Für eine verallgemeinernde Aussage erscheint die bisherige Datengrundlage allerdings etwas schmal, so daß eine aktive Anreicherung, insbesondere bei *Calvatia caelata*, ebenfalls in Betracht kommt (vgl. dazu auch Seeger et al. 1976, Collet 1977, Irlet & Rieder 1985, Dietl 1987). Blei-Immissionen durch Straßenverkehr (vgl. dazu

Fidora 1972) oder Pflanzenschutzmittel können für den Fundort im Botanischer Garten ausgeschlossen werden.

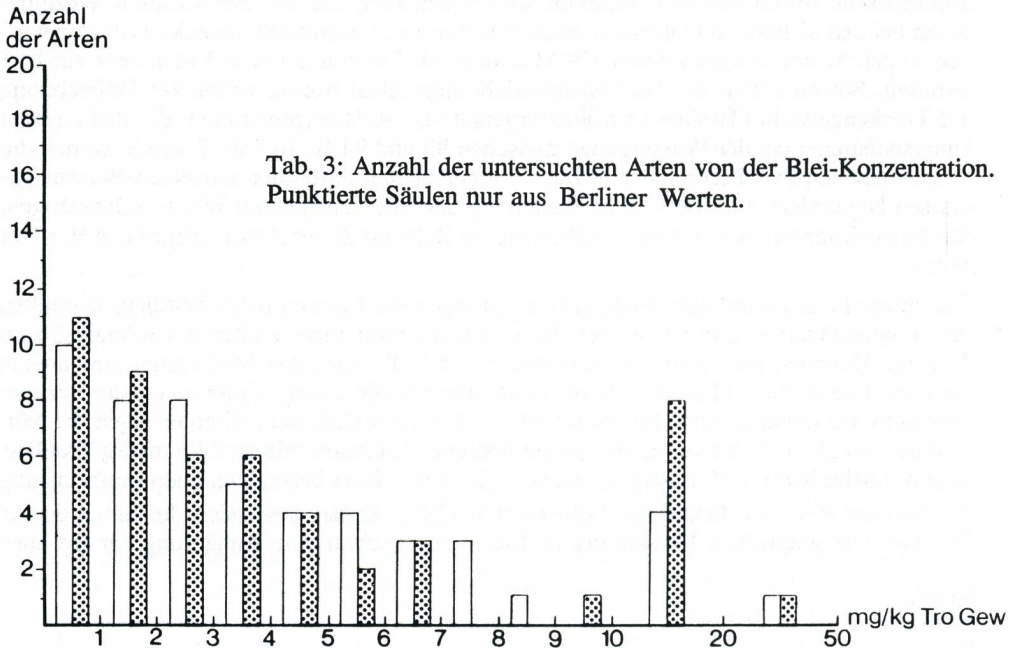
2. Vergleich der Berliner Meßergebnisse mit den Literaturdaten

Ein Vergleich der Berliner Meßwerte mit den bisherigen Ergebnissen wird auf der Grundlage der Arten durchgeführt. Soweit für eine Art mehrere Messungen existieren, wurde das arithmetische Mittel gebildet. Dadurch wird vermieden, daß die Bevorzugung einzelner Arten bei den bisherigen Untersuchungen den Vergleich beeinflußt. Aus der Literatur wurden zu den 51 untersuchten Arten 329 Meßwerte für Cadmium und 103 Meßwerte für Blei ermittelt. Soweit Daten für das Frischgewicht angegeben waren, wurde zur Umrechnung auf Trockengewicht (TroGew) ein Wassergehalt von 90 % angenommen. Bei den eigenen Untersuchungen lag der Wassergehalt zwischen 83 und 94 %. In Tab. 2 und 3 werden die so gewonnenen Durchschnittswerte für die untersuchten Arten den einzelnen Belastungsklassen zugeordnet. Für die weißen Säulen wurden alle verfügbaren Werte herangezogen, für die punktierten Säulen ausschließlich die im Rahmen dieser Arbeit ermittelten Berliner Werte.

Die unterschiedlichen Analysentechniken, auf denen die Literaturdaten beruhen, schränken ihre Vergleichbarkeit mit den Werten der in dieser Arbeit angewandten AAS-Analyse zum Teil ein. Dennoch zeigen in den Tabellen 2 und 3 die aus allen Meßwerten errechneten Artwerte (weiße Säulen) eine ähnliche Verteilung wie die aus der Untermenge der Berliner Meßwerte errechneten Artwerte (punktierte Säulen). Für Cadmium stimmen sogar die Mittelwerte aus allen 51 Artwerten fast genau überein: Gesamtmittelwert 2,93 mg/kg TroGew, Berliner Mittelwert 2,85 mg/kg TroGew (- 2,73 %). Eine besondere Cadmiumbelastung der Berliner Pilze ist danach sehr unwahrscheinlich. Anders stellt sich die Situation für Blei dar. Die graphische Darstellung in Tab. 3 zeigt schon eine Anhäufung der Berliner



Artwerte im Bereich über 9mg/kg TroGew. Der Mittelwert liegt mit 5,23 mg/kg TroGew um 8,05 % über dem Gesamtmittelwert von 4,84 mg/kg TroGew. Schränkt man den Vergleich auf die 20 Arten ein, von denen auswärtige Daten vorliegen, wird der Unterschied noch wesentlich größer (38,7 %!). Dies weist deutlich auf eine höhere Bleibelastung der Berliner Pilze hin.



3. Toxikologische Bewertung des Schwermetallgehalts

Nach der weithin bekannten Verzehrsempfehlung des Bundesgesundheitsamtes (BGA) von 1978 (erneuert 1985), sollten bei regelmäßigem (!) Wildpilzverzehr nicht mehr als 250 g pro Woche gegessen werden (vgl. dazu Schellmann et al. 1980, Klein 1982, Schelenz et al. 1982, Fathi 1983). Diese Empfehlung ist ein Bestandteil von internationalen und nationalen Maßnahmen zur Begrenzung bzw. Reduzierung der Schwermetallbelastung (vgl. WHO 1972, Wagner 1987, Weigert et al 1984). Die Festsetzung von Richtwerten für Schwermetalle in Pilzen war im Unterschied zu anderen Lebensmitteln (wie etwa für Innereien und Blattgemüse) wegen mangelnder Datenbasis nicht möglich (vgl. z. B. Weigert et al 1984). Die Datensituation hat sich seit der ersten Formulierung der Verzehrsempfehlung zwar wesentlich verbessert (vgl. vor allem Seeger 1982 und Diehl 1982), muß aber wegen der großen Unterschiede der gefundenen Werte sowohl zwischen den verschiedenen Pilzarten als auch innerhalb einer Art dennoch weiterhin als unbefriedigend angesehen werden. Aus der Sicht der Pilzberatung wäre eine präzisere Warnung vor bestimmten Arten und Standortstypen wesentlich zweckmäßiger als die jetzt bestehende Verzehrsempfehlung. Eine solche Warnung sollte Aussagen zu den besonders häufigen oder besonders beliebten Arten (z. B. *Russula vesca*!) enthalten.

Literatur

- ALSEN, C., G. BRAATZ & H. KRUSE (1977) – Schwermetallgehalt in eßbaren Pilzen. Zink, Cadmium, Quecksilber und Blei. Öff. Gesundh. – Wesen 39: 780–789.
- BELITZ, H.-D. & W. GROSCH (1987) – Lehrbuch der Lebensmittelchemie. Springer-Verlag Berlin, Heidelberg, 3. Auflage.
- Bundesgesundheitsamt (1978) – Gesundheitsbl. 21: 204–207.
- (1980) – a. a. O. 23: 35.
 - (1985) – a. a. O. 28: 247.
 - (1986) – a. a. O. 29: 22–23.
 - (1987) – a. a. O. 30: 391.
- BOPPEL, B. (1974) – Bleigehalte in Lebensmitteln. 1. Mitt.: Zur Analytik der Bleibestimmung in Lebensmitteln. Z. anal. Chemie 268: 114–119.
- BYRNE, A. & V. RAVNIK (1976) – Trace Element Concentration in Higher Fungi. The Science of the total Environment 6: 65–78.
- COLLET, P. (1977) – Die Bestimmung von Schwermetallspuren in Lebensmitteln mit Hilfe der Inverspolarographie. II. Über den Gehalt von Blei, Cadmium und Kupfer in Speisepilzen. Deut. Lebensm. Rundsch. 73: 75–82, 193–194.
- DIEHL, J. F. (1982) – Schwermetalle in der Nahrung – Werden die Grenzwerte der duldbaren Belastung überschritten? Landwirtsch. Forsch. 35, Sonderh. 39: 35–58.
- DIETL, G. (1987) – Abhängigkeit der Schwermetallaufnahme Höherer Pilze von der Substratzusammensetzung und von Standortfaktoren. Bibliotheca Mycologica 110: 1–178.
- ENGLERT, N., CH. KRAUSE, H. L. THRON & M. WAGNER (1986) – Untersuchung zur Bleibelastung ausgewählter Bevölkerungsgruppen in Berlin (West). Bundesgesundheitsbl. 29: 322–326.
- ENKE, M., M. ROSCHIG & H. MATSCHINER (1979) – Zur Blei-, Cadmium- und Quecksilber-Aufnahme in Kulturchampignons. Die Nahrung 23: 731–737.
- FATHI, M. (1983) – Bindung von Quecksilber, Cadmium und Blei in pflanzl. und tier. Geweben im Hinblick auf die menschl. Ernährung. Analyt. Chemie 316: 589–593.
- FIDORA, B. (1972) – Bleigehalte von Pflanzen verkehrsnaher Standorte in Abhängigkeit von der Vegetationsperiode. Ber. Deut. Bot. Ges. 85: 219–227.
- FLECKENSTEIN, I. (1979) – Artspezif. und selektive Affinität von Wildpilzen zu Schwermetallen im Ökosystem. Mitt. Dtsch. Bodenkundl. Ges. 29: 451–455.
- GERHARDT, E. (1984) – Pilze. Band 1: Lamellenpilze, Täublinge, Milchlinge und andere Gruppen ohne Lamellen. BLV Verlagsgesellschaft München, Wien, Zürich.
- (1985) – Pilze. Band 2: Röhrlinge, Porlinge, Bauchpilze und andere.
- GRÖSSMAN, G. (1982) – Kontamination pflanzl. Lebensmittel, insbesondere mit Schwermetallen. Landwirtschaftl. Forsch. 35, Sonderheft 38: 608–615.
- (1982) – Probleme bei der Bestimmung von Schwermetallen in biolog. Material sowie in Böden und Abfallstoffen. A. a. O., p. 176–182.
- HAPKE, H.-J. (1982) – Zur toxikologischen Bewertung von Kontaminanten in Lebensmitteln: Schwermetalle. A. a. O., p. 599–607.
- (1983) – Toxikologische Bewertung von Schwermetallen als Verunreinigung in Lebensmitteln. Bundesgesundheitsbl. 26: 46–50.
 - (1984) – Toxikologische Bedeutung der Schwermetallmengen in Nahrungsmitteln. Deut. Lebensm. Rundsch. 80: 282.
- IRLET, B. & K. RIEDER (1985) – Cadmium und Blei in Pilzen aus der alpinen Stufe der Schweizer Alpen. Mycologia Helvetica 1: 393–399.
- JÜLICH, W. (1984) – Die Nichtblätterpilze, Gallertpilze und Bauchpilze. In: H. Gams, Kleine Kryptogamenflora, II b/1. Gustav Fischer Verlag Stuttgart, New York.
- KLEIN, H. (1982) – Einfluß von Herstellungs- und Zubereitungsverfahren auf den Arsen-, Cadmium- und Quecksilbergehalt von Lebensmitteln. ZEBS 3.
- KOTZ, L., G. KAISER, P. TSCHÖPEL & G. TÖLG (1972) – Aufschluß biologischer Matrices für die Bestimmung sehr niedriger Spurenelementgehalte bei begrenzter Einwaage mit Salpetersäure unter Druck in einem Teflongefäß. Z. Analyt. Chemie 260: 207–209.
- KRUSE, H. & A. LOMMEL (1979) – Untersuchungen über cadmiumbindende Proteine im Schaf-Champignon. Z. Lebensm. Unters. Forsch. 168: 444–447.
- KUUSI, T. et al. (1981) – Lead, Cadmium and Mercury Contents of Fungi in the Helsinki Area and in unpolluted Control Areas. Z. Lebensm. Unters. Forsch. 173: 261–267.
- LAUB, E., F. WALIGORSKI & R. WOLLER (1977) – Über die Cadmiumanreicherung in Champignons. A. a. O. 164: 269–271.
- LEH, H.-O. (1975) – Bleigehalte in Pilzen. A. a. O. 157: 141–142.

- LORENZ, H., M.-TH. KOSSEN & F. K. KÄFERSTEIN (1978) – Blei-, Cadmium- und Quecksilbergehalte in Speisepilzen. Bundesgesundheitsbl. 21: 202–204.
- MEISCH, H. U., J. A. SCHMITT & W. REINLE (1977) – Schwermetalle in Höheren Pilzen i. Cadmium, Zink, Kupfer. Z. Naturforschung 32c: 172–181.
- MOLLENHAUER, H. P. (1982) – Internationale und nationale Kontrollmaßnahmen gegen die Lebensmittelkontamination. Landwirtschaftl. Forsch. 35, Sonderh. 38: 592–598.
- MOSER, M. (1978) – Die Röhrlinge und Blätterpilze. In: H. Gams, Kleine Kryptogamenflora II b/2. Gustav Fischer Verlag Stuttgart, New York.
- PERKIN-ELMER (Hrsg.) (1977) – Analyt. methoden der AAS.
- (1984) – AAS-Labor, Heft 33.
 - () – Handbuch 3030.
- SCHELENZ, R. & B. BOPPEL (1982) – Veränderungen der Gehalte von Arsen, Blei, Cadmium und Quecksilber bei der haushaltsüblichen Zubereitung. Landwirtschaftl. Forsch. 35, Sonderh. 39: 342–351.
- SCHELLMANN, B. & O. OPITZ (1987) – Cadmium-, Blei- und Kupferkonzentrationen in Wiesenpilzen. Lebensmittelchem. und gerichtl. Chemie 32: 97–98.
- SCHELLMANN, B., M.-J. HILZ & O. OPITZ (1980) – Cadmium- und Kupferausscheidung nach Aufnahme von Champignon-Mahlzeiten. Z. Lebensm. Unters. Forsch. 171: 189–192.
- SEEGER, R. (1978) – Cadmium in Pilzen. Z. Lebensm. Unters. Forsch. 166: 23–34.
- (1982) – Schwermetalle in Pilzen. Deut. Apothekerzeitung 37: 1835–1843.
 - et al. (1976) – Blei in Pilzen. Z. Lebensm. Unters. Forsch. 162: 7–10.
- STIJVE, T. & R. BESSON (1976) – Mercury, Lead and Selenium Content of Mushroom Species Belonging to the Genus *Agaricus*. Chemosphere 2: 151–158.
- TSCHUDI, J. & P. SCHMID (1989) – Champignons: Unzerkaut ist Chitinkost gefährlich. Selecta 17: 997.
- WAGNER, H. M., N. ENGLERT & CH. KRAUSE (1987) – Nachweis einer tendenziellen Abnahme der Bleibelastung bei der Bevölkerung der Bundesrepublik Deutschland. VDI-Berichte 609: 89–99.
- WEIGERT, P. et al. (1984) – Arsen, Blei, Cadmium und Quecksilber in und auf Lebensmitteln. ZEBS 1.
- WELZ, B. (1983) – Atomabsorptionsspektrometrie. Verlag Chemie, Weinheim, 3. Aufl.
- WHO Expert Committees (1972) – Evaluation of Certain Food Additives and the Contaminants Mercury, Lead and Cadmium. WHO techn. Rep. Ser. No. 505.



Deutsche Gesellschaft für Mykologie e.V.
German Mycological Society

Dieses Werk stammt aus einer Publikation der DGfM.

www.dgfm-ev.de

Über [Zobodat](#) werden Artikel aus den Heften der pilzkundlichen Fachgesellschaft kostenfrei als PDF-Dateien zugänglich gemacht:

- **Zeitschrift für Mykologie**
Mykologische Fachartikel (2× jährlich)
- **Zeitschrift für Pilzkunde**
(Name der Heftreihe bis 1977)
- **DGfM-Mitteilungen**
Neues aus dem Vereinsleben (2× jährlich)
- **Beihefte der Zeitschrift für Mykologie**
Artikel zu Themenschwerpunkten (unregelmäßig)

Dieses Werk steht unter der [Creative Commons Namensnennung - Keine Bearbeitungen 4.0 International Lizenz](#) (CC BY-ND 4.0).



- **Teilen:** Sie dürfen das Werk bzw. den Inhalt vervielfältigen, verbreiten und öffentlich zugänglich machen, sogar kommerziell.
- **Namensnennung:** Sie müssen die Namen der Autor/innen bzw. Rechteinhaber/innen in der von ihnen festgelegten Weise nennen.
- **Keine Bearbeitungen:** Das Werk bzw. dieser Inhalt darf nicht bearbeitet, abgewandelt oder in anderer Weise verändert werden.

Es gelten die [vollständigen Lizenzbedingungen](#), wovon eine [offizielle deutsche Übersetzung](#) existiert. Freigebiger lizenzierte Teile eines Werks (z.B. CC BY-SA) bleiben hiervon unberührt.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Zeitschrift für Mykologie - Journal of the German Mycological Society](#)

Jahr/Year: 1990

Band/Volume: [56_1990](#)

Autor(en)/Author(s): Fischer C., Hein B.

Artikel/Article: [Blei und Cadmium in Pilzen aus Westberlin 159-166](#)