

## ALLGEMEINE BEITRÄGE

Seit dem Bekanntwerden, daß Waldpilze Cadmium speichern, gehen laufend Anfragen bei der Schriftleitung ein, die um Aufklärung bitten. Unser Mitarbeiter Walter Albrecht, Hoffnungsthal, hat sich inzwischen der Mühe unterzogen, Veröffentlichungen von angestellten Untersuchungen über Schwermetallgehalte in Pilzen zusammenzutragen. Dabei ist ein umfangreiches Schriftenmaterial zusammengekommen. Wir halten es für angebracht, die Leser unserer Zeitschrift über das Ergebnis, das den derzeitigen Stand auf internationaler Ebene wiedergibt, zu unterrichten.

### Schwermetallgehalt von wildwachsenden Großpilzen

von Walter Albrecht, Hoffnungsthal

(alle ppm-Angaben auf Frischmaterial bezogen!)

Wissenschaftlich unzulänglich vorbelastete Journalisten haben sich im Jahr 1976 und danach „verdient“ gemacht, mit unqualifizierten Kassandrarufern die Pilzsammler zu verunsichern. Eine etwas unglückliche Pressemitteilung des Chemischen Landesuntersuchungsamts Saarbrücken über Schadmetalle in Wald- und Feldchampignons bildete den Auftakt zu einer Kampagne, den Verzehr wildwachsender Großpilze allgemein für gesundheitsgefährdend zu erklären. Es ist an der Zeit, aufgrund von inzwischen an mehreren anerkannten Universitätsinstituten durchgeführten umfangreichen chemischen Analysen eine objektive Darstellung der Sachlage zu geben und Fehlinterpretationen auszuräumen. Zur Untermauerung wird im Anhang eine ganze Reihe authentischer Informationsquellen aufgeführt.

Zunächst sei einmal daran erinnert, daß zahlreiche unserer alltäglichen Nahrungsmittel auch Schwermetallträger sind. So wird z. B. nicht umsonst auf den für die Blutbildung wichtigen hohen Eisen- und Kupfergehalt verschiedener Pflanzen hingewiesen. Kein Mensch kam bislang auf die Idee, diese deshalb als für die Ernährung riskant von der Speisekarte zu verbannen. Allerdings dachte bisher auch niemand daran, diese Gewächse freiwillig über einen längeren Zeitraum täglich hintereinander zu essen. Dann wäre er nämlich in der Tat Gefahr gelaufen, seine Gesundheit zu schädigen.

Genau so verhält es sich mit gewissen schwermetallhaltigen Pilzen, die hier und da in Maßen gekostet eine unbedenkliche Delikatesse sind, bei Nimmersatten aber durchaus eine gesundheitliche Verstimmung hervorrufen können. Schon der berühmte Naturarzt Paracelsus gelangte zu der Erkenntnis, daß die Menge über Bekömmlichkeit oder Giftigkeit entscheidet. Es ist eigentlich beschämend, wenn man unsere „gemästete“ Wohlstandsgesellschaft darauf aufmerksam machen muß! Früher, als die Menschen froh waren, überhaupt etwas zu essen zu bekommen, war es verständlich, wenn jemand 8 Tage lang etwa Spinat aß, um zum Schluß mit einem verkorksten Magen beim Arzt zu landen. Man sollte meinen, daß die Habgier nach Pilzen heute kein solches Ausmaß mehr annimmt. Leider zeigt die Beobachtung eher das Gegenteil. Und hierin liegt denn auch die eigentliche Gefahr, weniger in den Pilzen selbst!

Einige 100 Pilzarten in häufig mehreren Exemplaren von verschiedenen Standorten wurden im wesentlichen auf ihren Gehalt an folgenden Fremdstoffen untersucht: Arsen As, Blei Pb, Brom Br, Cadmium Cd, Eisen Fe, Jod J, Kupfer Cu, Mangan Mn, Molybdän Mo, Quecksilber Hg, Selen Se, Vanadium V und Zink Zn. (Makroelemente wie Kalium, Natrium usw. sind nicht Gegenstand dieser Abhandlung!) Erwartungsgemäß wurde wie bei zahlreichen anderen Pflanzen vielfach eine durch die weitverbreitete Umweltverschmutzung bedingte erhöhte Schadstoffanreicherung festgestellt,

eine Tatsache, die bei Pilzen um so weniger überrascht, als letztere durch ihren Aufbau hierzu geradezu „prädestiniert“ sind: Ungeschützte Oberfläche der vegetativen Zellen, hohes Oberflächen/Volumen-Verhältnis des großflächigen Hyphengeflechts, hoher Eiweißgehalt.

Nun hat es sich aber – wieder erwartungsgemäß – gezeigt, daß ein kontaminiertes Substrat keineswegs immer zu schadstoffhaltigen Pilzen führt. Vielmehr muß von Seiten des Pilzes insbesondere noch ein „Speichervermögen“ hinzukommen, verbunden mit einer „Vorliebe“ für die gerade vorhandenen Elemente, um eine erhöhte Akkumulation überhaupt erst zu ermöglichen. Wir kennen das ja auch von den Blütenpflanzen und ausgeprägt von den Meeresalgen. Dr. M. Denker, Kreuztal-Kredenbach, hat dies anhand von auf siegerländer Erzgrubenhalden wachsenden Pilzen klar nachgewiesen. Weiter spielen Faktoren wie pH-Wert des Substrats, molekulare Bindung des Elements, Ionisierung der Atome usw. mit herein. So sind z. B. die in Moorböden gebundenen und damit für die Pflanzen nicht verfügbaren Elemente Kupfer und Zink für die Urbarmachungskrankheit der sauren Heideböden verantwortlich. Dementsprechend variiert auch die Konzentration von Pilzart zu Pilzart und innerhalb einer Art von Probe zu Probe oft ganz beträchtlich. Nachfolgend soll der Versuch unternommen werden, Ihnen das in Anlehnung an die umfangreichen Forschungsberichte der jüngsten Zeit in vereinfachter, geraffter Form zu verdeutlichen. Eine ausführliche Wiedergabe aller Ergebnisse würde den Rahmen dieses Aufsatzes weit sprengen. Wir folgen der obigen alphabetischen Reihenfolge:

**Arsen.** Der durchschnittliche Arsengehalt der Pilze scheint bei 0.10–0.13 ppm (parts per million = Millionstel) zu liegen, das ist 5–6 mal höher als der Durchschnitt der grünen Pflanzen (0.02 ppm). Aus der Reihe fällt der Flaschenstäubling *Lycoperdon perlatum* mit ca. 0.50 ppm (Max. 0.68 ppm). Diesen Pilz sollten Sie daher nicht „am laufenden Band“ verspeisen. Dann und wann genossen schadet er bestimmt nicht, zumal Arsenik in kleinsten Mengen die Blutbildung fördert, also nicht immer toxisch wirkt. Auch der Parasolpilz *Macrolepiota procera* weist zumindest im Hut erhöhten Arsengehalt auf; in einem Fall betrug er 0.39 ppm. Im übrigen können die weiteren Untersuchungen hier noch neue Erkenntnisse bringen, da bisher erst relativ wenige Arten (m. W. knapp 30) auf ihren Arsengehalt analysiert wurden.

**Blei.** Ausgiebig erforscht wurde der Bleigehalt der Pilze. Abgesehen von an stark befahrenen Autostraßen gewachsenen Exemplaren beträgt die Konzentration im Mittel ungefähr 1.00 ppm. Erhöhter Bleigehalt wurde bei Stäublingen, etwas erhöhter bei Schirmlingen und Riesenschirmlingen festgestellt, der allerdings in keinem Fall über 3.00 ppm lag. Damit übersteigen die Pilze den 0.50–1.00 ppm erreichenden Bleigehalt des übrigen Gemüses und Obstes nur mäßig. Ein uns nicht interessierender Schichtpilz wies Konzentrationen bis fast 8.00 ppm auf. Ein von P. Collet, Saarbrücken, 1975 in Hunsrück gepflückter unbestimmter Egerling mit 3.92 ppm Bleigehalt muß als unerklärlicher „Ausreißer“ bezeichnet werden, da vom gleichen Forscher untersuchte weitere 59 diverse Wildchampignons aus unterschiedlichen Gegenden wesentlich darunter lagen, in einem Extremfall sogar bei nur 0.003 ppm. Das toxische Blei bildet also, auf Pilze bezogen und soweit diese nicht Autoabgasen ausgesetzt waren, in der Regel kein gesundheitskritisches Element.

**Brom.** Noch schmalere als bei Arsen ist die Analysenbasis bei Brom, um schon allgemeingültige Aussagen machen zu können. Sieht man von den offenbar bromaffinen Wulstlingen einmal ab, dann liegt der bisherige Durchschnitt um 0.20 ppm, im Vergleich zu den anderen Pflanzen mit durchschnittlich 1.50 ppm also recht günstig.

Eine auffallende Anreicherungstendenz zeigen der Fliegenpilz *Amanita muscaria* (bis 19.65 ppm im Stiel), der Grüne Knollenblätterpilz *Amanita phalloides* (3.42 ppm im Hut), der Pantherpilz *Amanita pantherina* (7.84 ppm im Gesamtpilz) und der Perlpilz *Amanita rubescens* (3.00 im Gesamtpilz). Auch der Steinpilz *Boletus edulis* liegt mit bis 3.00 ppm relativ hoch. Interessant ist, daß beim Fliegenpilz entgegen der üblichen Beobachtung die Bromkonzentration im Stiel höher ist als im Hut.

**Cadmium.** Dieses Schwermetall war seinerzeit der Anlaß für das bis in unsere Tage reichende „Geschrei“ um die Gesundheitsgefährdung durch Wildpilze. Und in der Tat bereitet dieses hochgiftige Element insbesondere den Champignonliebhabern auch gewisse berechtigte Sorgen, da einige häufig gefundene und gern verzehrte Egerlingsarten sich als intensiv „cadmiumliebend“ erwiesen mit enormen Anreicherungs-faktoren gegenüber dem Boden (bis 292 beim Großsporigen Egerling *Agaricus macrosporus*). Allerdings muß zur Einschränkung der „Angst“ gleich hinzugefügt werden, daß der oft in Massen auftretende und daher besonders viel gegessene Wiesenchampignon *Agaricus campester* zur weniger cadmiumhaltigen Egerlingsgruppe gehört. Umfangreiche Analysen haben nämlich ergeben, daß die Untergattung *Rubescens* in der Regel weit geringer Cadmium anreichert als die Untergattung *Flavescentes*. Zur ersten gehören neben dem Wiesenchampignon die im Schnitt zumeist rötlich bis bräunlich anlaufenden Gartenegerling *Agaricus bisporus*, Straßenergerling *Agaricus bitorquis*, Kleiner Waldegerling *Agaricus silvaticus*, Großer Waldegerling *Agaricus haemorrhoidarius*, Breitschuppiger Waldegerling *Agaricus lanipes* und Kompostegerling *Agaricus vaporarius*. Zur letzteren zählen die an Druckstellen oder im Schnitt mehr oder weniger gilbenden Riesenegerling *Agaricus augustus*, Schafegerling *Agaricus arvensis*, Dünnefleischiger Anisegerling *Agaricus silvicola* und Weinrötlicher Zwergegerling *Agaricus semotus*. Die ebenfalls gilbenden giftigen Karbolegerling *Agaricus xanthodermus* und Perlhuhnegerling *Agaricus meleagris* dagegen scheinen mehr eine Mittelstellung einzunehmen. E. Laub et al., Trier, stellten bei 32 untersuchten *Rubescens* durchschnittlich 0.22 ppm Cd fest, bei 36 *Flavescentes* 3.70 ppm und bei 3 Karbolegerlingen 0.32 ppm. Die allgemein duldbare Höchstkonzentration für Gemüse beträgt 0.10 ppm. Solange man also Wiesenchampignons nicht gerade als Hauptnahrung zu sich nimmt, passiert erfahrungsgemäß nichts, was bis wenigstens 0.50 ppm generell zutreffen dürfte, da die von der Weltgesundheitsorganisation festgesetzten Grenzwerte eine hohe Sicherheitsmarge enthalten. Dagegen erscheint bei einigen *Flavescentes*, und hier besonders bei Riesenegerling *Agaricus augustus* (bis 7.65 ppm), Heller Riesenegerling *Agaricus perrarus* (bis 10.78 ppm), Dünnefleischiger Anisegerling *Agaricus silvicola* (bis 17.12. ppm), Großsporiger Egerling *Agaricus macrosporus* (bis 8.77 ppm), Schiefknolliger Anisegerling *Agaricus abruptibulus* (bis 7.79 ppm), Schafegerling *Agaricus arvensis* (bis 10.32 ppm), *Agaricus macrocarpus* (bis 7.06) ppm und *Agaricus meleolens* (10.00 ppm) starke Einschränkung angeraten! Folgende weitere bekannte Speisepilze sollten wegen ihres gelegentlich erhöhten Cd-Gehalts gleichfalls nur mäßig genossen werden: Rotfußröhrling *Xerocomus chrysenteron* (bis 3.24 ppm), Violetter Lacktrichterling *Laccaria amethystina* (bis 1.90 ppm), Schlankstieliger Weichritterling *Melanoleuca melaleuca* (bis 2.28 ppm), Waldfreundrübling *Collybia dryophila* (bis 1.18 ppm), Butterrübling *Collybia butyracea* (bis 1.58 ppm), Grauer Wulstling *Amanita spissa* (bis 2.75 ppm), Ockergrauer Scheidenstreifling *Amanita lividopallescens* (bis 1.87 ppm), Parasolpilz *Macrolepiota procera* (bis 1.53 ppm), Rosablättriger Schirmpilz *Leucoagaricus pudicus* (bis 3.60 ppm), Kompostegerling *Agaricus vaporarius* (bis 2.13 ppm), *Agaricus aestivalis* (4.13 ppm), Großer Saftling *Hygrocybe punicea* (3.99 ppm), Reifpilz *Rozites caperata* (1.23 ppm), Speisetäubling *Russula vesca* (bis

1.55 ppm) und Birnenstäubling *Lycoperdon piriforme* (bis 1.60 ppm). Stark cadmiumhaltig sind schließlich der Duftende Rißpilz *Inocybe bongardii* (bis 4.66 ppm) sowie die beiden Giftwulstlinge Fliegenpilz *Amanita muscaria* (bis 2.55 ppm) und Pantherpilz *Amanita pantherina* (bis 2.85 ppm). Diese ausführlichen Ergebnisse verdanken wir vor allem Frau Dr. R. Seeger, Würzburg, welche über 400 Arten in weit über 1000 Proben analysiert hat, ferner Dr. R. Fey und P. Collet, Saarbrücken, und Dr. H.-U. Meisch et al., Saarbrücken. Ich habe Cadmium deshalb so eingehend behandelt, um einmal seiner überragenden Bedeutung gerecht zu werden und zum anderen aufzuzeigen, wo man beherrscht zugreifen kann und wo besser Mäßigung oder vielleicht sogar Verzicht geübt werden sollten. Insbesondere muß wohl als erwiesen gelten, daß entgegen „reißerischer“ Zeitungsberichte der Wiesenchampignon *Agaricus campester* hinsichtlich Cadmium weit überwiegend relativ harmlos ist. Anderslautende Aussagen beruhen vermutlich auf zweifellos vereinzelt beobachteten Ausnahmen oder Artverwechslungen, wie sie Nichtmykologen gerade bei den Egerlingen leicht unterlaufen. Auch die im Kosmos 4/1977 erschienene diesbezügliche Angabe dürfte hierunter fallen; jedenfalls widersprechen 3.60 ppm als Durchschnittsgehalt anderen authentischen Analysen in einem Maß, daß dieser Wert getrost als unzutreffend ad acta gelegt werden kann. Ansonsten stellt jedoch Cadmium ein heimtückisches Langzeitgift dar, mit dem nicht zu spaßen ist!

**Eisen.** Dieses Metall ist das am meisten vorkommende essentielle Spurenelement, sodaß bereits überlegt wurde, ob es überhaupt unter den „Spuren“-Stoffen einzureihen ist. Es verwundert deshalb nicht, wenn Eisen in großen Mengen in Pilzen gefunden wird, die in der Mehrzahl 10–50 ppm enthalten. Von den zahlreichen untersuchten Arten seien nur die Spitzenreiter mit über 100 ppm vorgestellt, die z. T. im Kulturanbau möglicherweise eine Arznei für „Blutarme“ liefern könnten: Straßenergerling *Agaricus bitorquis* (132 ppm), Amiantenschirmling *Cystoderma amianthinum* (123 ppm), Stoppliger Drübling *Exidia truncata* (bis 286 ppm), Gemeiner Drübling *Exidia glandulosa* (bis 372 ppm), Goldgelber Zitterling *Tremella mesenterica* (bis 213 ppm), Rotbrauner Zitterling *Tremella foliacea* (bis 501 ppm), Gezonter Ohrlappenzpilz *Auricularia mesenterica* (im Falle eines alten Fruchtkörpers wurde 3171 ppm im Trockengewicht gemessen), Orangefarbiger Kammpilz *Phlebia aurantiaca* (bis 144 ppm), Tiegelteuerling *Crucibulum vulgare* (bis 119 ppm), Schwarzer Schmutzbecherling *Bulgaria inquinans* (bis 174 ppm) und Täublingstrüffel *Elasmomyces mattirolianus* (160 ppm). Überraschend stark vertreten sind holzbewohnende Pilze, was auf einem hohen Fe-Anreicherungsvermögen aus dem Substrat bis zu einem Faktor 38 beim Gemeinen Drübling beruht. Mit stets unter 20 ppm eisenarm sind die Röhrlinge.

**Jod.** Im Zusammenhang mit der Kropfforschung wurden unzählige Pflanzen auf ihren Jodgehalt untersucht, der durchschnittlich bei 0.04 ppm liegt. Pilze wurden unverständlicherweise weitgehend vernachlässigt, obgleich neuere Analysen gezeigt haben, daß gerade diese hohe Jodkonzentrationen aufweisen, die im Mittel mindestens 0.30 ppm betragen. Der Habichtspilz *Sarcodon imbricatus* erreicht mit 1.10 ppm den Höchstwert unter den bisher untersuchten rund 20 Arten, also das 27-fache des oben erwähnten Durchschnitts der höheren Pflanzen. Dieser in Nadelwäldern manchmal häufige Pilz könnte daher in jodarmen Berggegenden eine wertvolle Ergänzungsnahrung bilden, was auch, wenngleich mit schwächerer Wirkung, für den Edelreizker *Lactarius deliciosus* zutrifft (0.43 ppm).

**Kupfer.** Wie die beiden Vorgänger zählt auch Kupfer zu den essentiellen Spurenelementen. Erfreulicherweise vermitteln uns hier umfangreiche Pilzanalysen wieder ein etwas vollständigeres Bild. Auffallend ist eine gewisse Parallelität zu Cadmium. Erneut

enthalten die Egerlinge der Untergattung *Rubescens* zumeist relativ wenig Kupfer, die der Untergattung *Flavescentes* überwiegend verhältnismäßig viel. Beim Wiesenchampignon *Agaricus campester* wurden durchschnittlich 3.88–2.65, max. 6.41 ppm (mit 1 Ausnahme, s. u.!) festgestellt. Dagegen lag der Durchschnitt der Anisegerlinge bei 12.65–19.96 ppm, ein *Agaricus abruptibulbus* brachte es auf 82.50 ppm und ein *Agaricus arvensis* auf 30.15 ppm, ferner ein Großsporiger Egerling *Agaricus macrosporus* auf 26.37 ppm. Über 20 ppm wiesen auch der Parasolpilz *Macrolepiota procera* (bis 52.34 ppm), der Safranschirmling *Macrolepiota rhacodes* (bis 51.58 ppm), der Grüne Anistrichterling *Clitocybe adora* (20.92 ppm) und der Flaschenstäubling *Lycoperdon perlatum* (bis 39.60 ppm) auf. Bei den *Rubescens* tanzte ein Straßenegerling *Agaricus bitorquis* mit 46.90 ppm völlig aus der Reihe, eine unverständliche Abweichung; dto. ein Wiesenegerling *Agaricus campester* mit 22.10 ppm. Die höchsten Anreicherungsfaktoren mit bis zu 234 fanden sich wieder unter den Egerlingen. Trotz reichlicher Daten über den Kupfergehalt von Pilzen ist hier noch manches unklar oder widersprüchlich und bleiben weitere Untersuchungen wünschenswert. Bis zum Nachweis der toxischen Grenzkonzentration möchte ich empfehlen, Pilze mit einer Kupferspeicherneigung zu über 20 ppm nicht als „tägliches Brot“ zu verspeisen.

**Mangan.** Die umfangreichen Gehaltsbestimmungen von Mangan wurden z. T. gleichzeitig mit jenen von Eisen durchgeführt und regen zu interessanten Vergleichen an. Als ebenfalls häufiges Schwermetall findet sich Mangan in höheren Konzentrationen in Pilzen wieder, wenngleich nicht in dem Ausmaß wie Eisen. Zunächst fällt unter den Bodenhymenomyzeten *Rhodophyllus proletarius* mit 17.10 ppm auf, der als einziger dieser Gruppe 10 ppm überschreitet. Völlig anders sieht es bei den Gallertpilzen aus. Hier liegt der Großteil über 10 ppm, folgende sogar über 50 ppm: Stoppeliger Drüsling *Exidia truncata* (bis 97.20 ppm), Gemeiner Drüsling *Exidia glandulosa* (bis 93.30 ppm), Goldgelber Zitterling *Tremella mesenterica* (bis 53.20 ppm) und Rotbrauner Zitterling *Tremella foliacea* (bis 59.30 ppm). Unter den holzbewohnenden höheren Pilzen, ausgenommen Heterobasidiomyzeten, finden sich wieder einige mit mehr als 10 ppm: Gallertfleischiger Fältling *Merulius tremellosus* (bis 11.00 ppm), Orangefarbiger Kammpilz *Phlebia aurantiaca* (bis 16.20 ppm), Gestreifter Teuerling *Cyathus striatus* (bis 17.40 ppm), Tiegelteuerling *Crucibulum vulgare* (bis 12.50 ppm) und Schwarzer Schmutzbecherling *Bulgaria inquinans* (bis 45.70 ppm). Der höchste Manganengehalt wurde im Hexenei des „eingewanderten“ Gasteromyzeten Tintenfischpilz *Anthurus archeri* gefunden: 195.60 ppm, wie überhaupt die Ruten- und Gitterpilze *Phallales* relativ hohe Mn-Konzentrationen aufweisen (bis 44.70 ppm), was auch für den seltenen Schleimstäubling *Phallogaster saccatus* gilt (44.80 ppm). Die Anreicherungsfaktoren bewegen sich durchweg in bescheidenen Grenzen. Über die Funktion des essentiellen Spurenelements Mangan im Menschen und damit die zulässige Konzentrationsbreite wissen wir noch wenig, jedoch dürfte der Gehalt unserer üblichen Speisepilze ausnahmslos unter der Bedenklichkeitsgrenze liegen, so daß das Metall kein Kriterium für die Eßbarkeit darstellt.

**Molybdän.** Die verfügbaren Daten über den Molybdängehalt der Pilze fielen gleichsam als Nebenprodukt der besonders interessierenden Vanadiumanalysen an. Schwerpunkt der Untersuchungen bildeten die Knollenblätterpilze *Amanitaceae* i. w. S., jedoch wurde auch ein repräsentativer Querschnitt der übrigen höheren Basidiomyzeten berücksichtigt. Die beobachteten Konzentrationen lagen ausnahmslos unter 0.50 ppm, bei den gängigen Speisepilzen sogar bei max. 0.15 ppm (Zweifarbiger Scheidenstreifling *Amanita umbrinolutes*), so daß sich eine weitere Besprechung erübrigt.

**Quecksilber.** Während metallisches Quecksilber in kleinen Mengen nicht akut gefährlich ist, sind verschiedene Quecksilberverbindungen, besonders die organischen wie z. B. Methylquecksilber, äußerst giftig. Die in Gemüse duldbare Höchstkonzentration wurde deshalb auf 0.05 ppm festgelegt, also selbst gegenüber Cadmium um 50% reduziert. Der Durchschnittsgehalt der höheren Pflanzen beträgt etwa 0.0015 ppm. Entsprechend strenge Maßstäbe sollten wir bei den Pilzen anlegen. Demnach muß wenigstens vor reichlichem Verzehr von Pilzen mit 1.00 ppm (Höchstwert für Fische) und mehr Hg vorerst gewarnt werden, auch wenn sehr geschätzte Arten wie der Steinpilz *Boletus edulis* (bis 2.27 ppm) darunter fallen. Nach eingehenden Untersuchungen, besonders von Frau Dr. R. Seeger, Würzburg, sowie H. Woidich und W. Pfannhauser, Wien, zählen hierzu außer der genannten folgende Arten: Felderiger Weichritterling *Melanoleuca strictipes* (bis 1.005 ppm), Kaffeebrauner Scheintrichterling *Pseudoclitocybe cyathiformis* (bis 1.02 ppm), Parasolpilz *Macrolepiota procera* (bis 1.16 ppm), Wiesenchampignon *Agaricus campester* (bis 1.41 ppm), Dünnfleischiger Anisegerling *Agaricus silvicola* (bis 1.15 ppm), Runzelschleimfuß *Cortinarius elatior* (bis 1.09 ppm) und Eierbovist *Bovista nigrescens* (2.16 ppm). Der giftige Karbolgerling *Agaricus xanthoderma* erreichte 3.09 ppm. Quecksilberarm waren holzwohnende Pilze und Pfifferlinge *Cantharellus cibarius*; letztere lagen als einzige der geläufigen Speisepilze unter 0.05 ppm. Byrne et al., Ljubljana, melden einige Extremfunde aus der Umgebung eines jugoslawischen Industriegebietes mit einer Quecksilberaufbereitungsanlage: Edelreizker *Lactarius deliciosus* mit 3.76 ppm, Flaschenstäubling *Lycoperdon perlatum* mit 4.03 ppm, Habichtspilz *Sarcodon imbricatus* mit 1.87 ppm, Schleiereule *Cortinarius praestans* mit 3.50 ppm und Waldfreundrübling *Collybia dryophila* mit 4.51 ppm. Die erhöhte Quecksilberaffinität des Steinpilzes *Boletus edulis* und des Wiesenchampignons *Agaricus campester* wurde auch von diesen Forschern bestätigt, so daß hinsichtlich des Verzehrs des letzteren eher der Hg-Gehalt zur Mäßigung mahnt als Cadmium. Es ist nun Aufgabe der Wissenschaft, bald zu klären, in welchen chemischen Verbindungen Quecksilber in Pilzen vorkommt (Immerhin liegt es nach P. Stegnar et al., Jugoslawien, bis zu 10% in Form von Methylquecksilber vor!). Erst dann kann über eine mögliche chronisch-toxische Wirkung fundiert diskutiert werden. Und so lange sollte jedermann obige Hinweise besser sorgsam beachten!

**Selen.** Vielleicht ist es einmal erwähnenswert, daß sich heute auch die Nahrungsmittelindustrie an der Schadstoffforschung in Pilzen beteiligt. So verdanken wir unsere guten Kenntnisse über den Selengehalt von Pilzen hauptsächlich T. Stijve et al. vom Nestle-Laboratorium, La Tour de Peilz/Schweiz, die auch in Richtung Blei, Cadmium und Quecksilber in Pilzen tätig waren. Der Durchschnittsgehalt liegt bei 0.15 ppm, der der grünen Pflanzen um 0.02 ppm. Obgleich die Bedeutung des Selen für den menschlichen Körper noch kaum bekannt ist, muß auch hier wieder auf den hohen Gehalt des Steinpilzes *Boletus edulis* hingewiesen werden, der mit bis 2.19 ppm alle anderen Arten übertrifft. In diesem Zusammenhang äußerst interessant ist die im Tierversuch beobachtete erhebliche Reduktion der Toxizität von Cadmium und Quecksilber in Gegenwart von Selen. Vielleicht — ich betone vielleicht — ist dies eine Erklärung der Verträglichkeit von u. a. Egerlingen und Steinpilzen trotz deren teilweise besorgniserregenden Cd- und/oder Hg-Gehalten. Wie diese Neutralisierung der Schadelemente erfolgt, ist allerdings noch recht unklar. Bezeichnenderweise wurden außer im Steinpilz in folgenden Arten überdurchschnittliche Selenkonzentrationen gefunden: Habichtspilz *Sarcodon imbricatus* (0.17 ppm), Goldgelbe Koralle *Ramaria aurea* (bis 0.66 ppm), Blasse Koralle *Ramaria pallida* (0.19 ppm), Glatstieliger Hexenröhrling *Boletus queletii* (0.66 ppm), Netzstieliger Hexenröhrling *Boletus luridus* (0.54 ppm),

Felderiger Weichritterling *Melanoleuca strictipes* (0.16 ppm), Fliegenpilz *Amanita muscaria* (bis 1.78 ppm), Pantherpilz *Amanita pantherina* (0.20 ppm), Spitzschuppiger Schirmling *Lepiota acutesquamosa* (0.34 ppm), Rosablättriger Schirmling *Lepiota naucina* (0.41 ppm), Parasolpilz *Macrolepiota procera* (bis 0.29 ppm), Wiesenchampignon *Agaricus campester* (bis 0.77 ppm), Großporiger Egerling *Agaricus macrosporus* (0.46 ppm), Kompostegerling *Agaricus vaporarius* (0.70 ppm), Straßenegerling *Agaricus bitorquist* (0.78 ppm), Karbolegerling *Agaricus xanthoderma* (bis 0.20 ppm), Gartenegerling *Agaricus bisporus* (bis 0.29 ppm), Schafegerling *Agaricus arvensis* (0.19 ppm), Riesenegerling *Agaricus augustus* (bis 0.18 ppm), Dünnfleischiger Anisegerling *Agaricus silvicola* (0.39 ppm), Kleiner Waldegerling *Agaricus silvaticus* (0.43 ppm), Großer Waldegerling *Agaricus haemorrhoidarius* (0.63 ppm), Cortinarius caesiocyaneus (0.16 ppm), Riesenstäubling *Calvatia gigantea* (bis 0.18 ppm), Hasenstäubling *Calvatia utriformis* (0.18 ppm), Sackförmiger Birnenstäubling *Lycoperdon excipuliforme* (0.25 ppm) und Flaschenstäubling *Lycoperdon perlatum* (bis 0.70 ppm). Sie finden hier viele Bekannte wieder, die bei den Besprechungen von Cadmium und Quecksilber nicht gut abgeschnitten haben. Dagegen zeigte sich, daß Ascomyzeten und holzbewohnende Pilze ausgesprochen selenarm sind, eine Beobachtung, die mit jener bei Quecksilber gemachten eigenartigerweise übereinstimmt. Hegen wir also die leise Hoffnung, daß Selen auf (noch) geheimnisvolle Weise unsere meistgeschätzten Speisepilze vor der Verdammung „rettet“! Die Redaktion möge mir deshalb auch verzeihen, wenn ich dieses Element vielleicht etwas „über Gebühr“ erörtert habe!

**Vanadium.** 1931 stellte H. TerMeulen, Holland, im Fliegenpilz *Amanita muscaria* erstmals abnorm hohen Vanadiumgehalt fest, der mit 32.51 ppm ein in der Pilzwelt mit großem Abstand einmaliges Niveau erreicht. Anreicherungs-faktoren bis 59.5 wurden ermittelt. Die höchste Konzentration fand sich stets in der Knolle; eine ähnliche „Regelwidrigkeit“ erlebten wir beim Fliegenpilz schon in Verbindung mit Brom. Ein Zusammenhang mit dem Muscarinvorkommen ist nicht ersichtlich; andere, stärker muscarinhaltige Pilze weisen weitaus geringere Vanadiumanteile auf. Da an zweiter Stelle der Orangefarbige Scheidenstreifling *Amanita crocea* erst mit max. 1.10 ppm folgt und alle anderen Arten z. T. weit unter 1 ppm, durchschnittlich bei 0.04 ppm liegen, ist die biochemische Funktion des V-Gehalts im Fliegenpilz noch ein Rätsel. Für die menschliche Ernährung ist die Vanadiumakkumulation in höheren Pilzen bedeutungslos, jedenfalls bildet sie das Schlußlicht aller übrigen Pflanzen.

**Zink.** Der Zinkgehalt der höheren Pilze bewegt sich zwischen ca. 3.00 und 60.00 ppm, im Mittel zwischen etwa 6.00 und 20.00 ppm. Bereits 1869 wies J. Raulin das Metall erstmals als essentielles Spurenelement für das Wachstum des Schimmelpilzes *Aspergillus niger* nach. An der Spitze der Zinkträger liegen der Flaschenstäubling *Lycoperdon perlatum* mit bis 38.30 ppm und der dickschalige Kartoffelbovist *Scleroderma vulgare* mit sogar bis 60.00 ppm, ferner der Parasolpilz *Macrolepiota procera* mit bis 38.10 ppm und der Straßenegerling *Agaricus bitorquist* mit bis 36.82 ppm. Die anderen Egerlinge weisen z. T. erheblich niedrigere Werte auf bis herunter zu 4.97 ppm (Weinrötlicher Zwergegerling *Agaricus semotus*). Nur folgende Arten überschreiten noch 20.00 ppm: Großer Waldegerling *Agaricus haemorrhoidarius* (bis 23.60 ppm), Kleiner Waldegerling *Agaricus silvaticus* (bis 24.63 ppm), Dünnfleischiger Anisegerling *Agaricus silvicola* (bis 28.26 ppm), Schiefknolliger Anisegerling *Agaricus abruptibulbus* (bis 29.31 ppm) und Großporiger Egerling *Agaricus macrosporus* (bis 23.26 ppm); außerdem Fliegenpilz *Amanita muscaria* (22.29 ppm), Pantherpilz *Amanita pantherina* (21.14 ppm), Riesenstäubling *Calvatia gigantea* (21.01 ppm), Sommertrüffel *Tuber aestivum* (20.25 ppm) und Grubenlorchel *Helvella lacunosa* (26.64 ppm). Die niedrig-

sten Konzentrationen fand man im Sparrigen Schüppling *Pholiota squarrosa* (2.71 ppm), in der Rötlichen Wurzelrüssel *Rhizopogon rubescens* (1.72 ppm) und in der Buckeltramete *Trametes gibbosa* (1.36 ppm). Die Anreicherungsfaktoren sind verhältnismäßig klein, beim Gartenegerling *Agaricus bisporus* sogar negativ (um 0.10). Toxische Effekte infolge überhöhten Zinkgehalts in Nahrungsmitteln sind mir nicht bekannt.

**Sonstige Elemente.** Außer den abgehandelten Spurenelementen wurden bisher nur wenige weitere einer sporadischen Überprüfung ihres Vorkommens in Pilzen unterzogen. Vereinzelte Literaturangaben finden sich zu Kobalt Co, Chrom Cr und Nickel Ni, die in einer Untersuchung von frischen „Champignons“ mit Konzentrationen von 0.03 bzw. 0.15 bzw. 0.08 ppm angeführt werden. In einer anderen Arbeit wurden in 5 höheren Pilzarten 0.04–0.90 ppm Chrom, 0.03–0.28 ppm Kobalt und 0.001–1.60 ppm Silber Ag festgestellt, wobei die sehr breite Streuung des letzten auffällt. Es ist klar, daß es hier noch viel zu tun gibt, bevor wir ein abgerundetes Wissen über den Gehalt an Fremdstoffen in Pilzen erlangen. Dieses ist aber zu einer endgültigen Beurteilung der Eßbarkeit dringend erforderlich, da, wie wir beim Selen gesehen haben, die Wechselwirkung der Elemente offenbar eine größere Bedeutung hat, als ursprünglich vermutet wurde. Dieser komplexe Teil der Forschung gewinnt neuerdings zunehmend an Gewicht und man darf hier auf einige Überraschungen gefaßt sein. Auf dem Gebiet der höheren Pflanzen liegen diesbezüglich schon verblüffende Ergebnisse vor, die es wahrscheinlich machen, daß eine isolierte Betrachtung einzelner Stoffvorkommen keinen Schluß auf die Verträglichkeit oder Schädlichkeit eines Nahrungsmittels bindend zuläßt. Die junge Wissenschaft von den Korrelationen der Elemente in Lebewesen kann uns möglicherweise völlig neue Gesichtspunkte erschließen, die uns zu einem grundlegend veränderten Herangehen an die anstehenden Probleme zwingen. Aber darüber zu berichten, ist noch verfrüht.

Verehrte Leser, liebe Pilzfreunde, ich habe mich bemüht, Ihnen eine kurze Zwischenbilanz zu dem gewählten Thema zu geben, wobei als Ergänzung ein paar Nichtschwermetalle in die Betrachtungen einbezogen wurden. Leider zeigte es sich, daß viele unserer begehrten Speisepilze kein ganz so unproblematisches Nahrungsmittel darstellen, wie wir das bis vor wenigen Jahren geglaubt haben. Es wäre aber geradezu absurd, deshalb die Wildpilze allgemein in Verruf bringen zu wollen. Beachtet man einigermaßen die erteilten Ratschläge, dann braucht niemand, der nicht gerade allergisch auf Pilzweiß reagiert, die naturgegebene Delikatesse zu entbehren. Es gäbe in diesem Zusammenhang noch viel zu sagen und zu diskutieren. Angesichts des knappen Raums möchte ich jedoch nur noch drei wichtige Punkte ganz kurz erwähnen. Vielleicht kann ich später einmal, wenn dazu Interesse geäußert wird, eingehender darauf zurückkommen.

**Verteilung der Elemente im Pilzkörper.** Ich habe es beim immer wieder interessanten Fliegenpilz schon angedeutet, daß die besagten Elemente keineswegs gleichmäßig verteilt im Fruchtkörper auftreten. Vielmehr wurden z. T. beträchtliche Unterschiede zwischen Stiel, Hutfleisch, Huthaut und Lamellen bzw. Röhren festgestellt. In der Regel fand man die höchsten Konzentrationen in den Sporenträgern. So wurde im Steinpilz und im Dünnefleischigen Anisegerling in der Röhren- bzw. Lamellenschicht rund 5mal soviel Cadmium gefunden wie im Stiel, beim Großsporigen Egerling sogar fast 12mal soviel. Ähnliche, wenn auch nicht so krasse Differenzen wurden u. a. bei Quecksilber und Selen ermittelt, so daß die Überlegung nahe liegt, bei gewissen Speisepilzen zur Schadstoffverminderung die Entfernung der Fruchtschicht zu empfehlen. Von vielen Gemüsen und Obstsorten essen wir ja deshalb auch nur bestimmte

Teile, ohne daß jemand daran Anstoß nimmt. Das hohe Eiweißvorkommen gerade im Hymenium dürfte mit der dort beobachteten erhöhten Metallkonzentration in Zusammenhang stehen.

**Schwermetallbindung an Eiweißkörper.** Die verschiedentlich geäußerte Vermutung, daß die Schwermetalle relativ feste chemische Verbindungen mit gewissen schwerverdaulichen Eiweißkörpern eingehen und so den menschlichen Körper verhältnismäßig unschädlich passieren, bedarf noch eines schlüssigen Beweises. Angesehene Gelehrte halten nicht viel von der Theorie. Die Forschung sollte sich deshalb als nächstes der Resorption und Metabolisierung der Schwermetallverbindungen aus den Pilzen annehmen. Erweisen sich solche von den „Körpersäften“ schwer aufbrechbare Moleküle als existent, dann wäre dies eine weitere Erklärung für die scheinbare Bekömmlichkeit unserer „an sich giftigen“ Speisepilze.

**Genetik.** Trotz des verwirrenden Zahlenspiegels unterliegt das Phänomen der Fremdstoffaufnahme und -speicherung in Pilzen zweifellos gewissen Gesetzmäßigkeiten, die von „angeborenen“ Erbfaktoren wesentlich mitbestimmt werden. Eine sinnvolle Darstellung der genetischen Aspekte würde etliche Seiten füllen und liegt deshalb außerhalb dieses Artikels. Es muß jedoch vermerkt werden, daß die Vererbungs- und Mutationsforschung aus der Mykologie nicht mehr wegzudenken ist, hat sie doch schon eine ganze Reihe, auch für höhere Lebewesen grundlegender Erkenntnisse gebracht. Züchtungsforscher müssen bei der Inkulturnahme von Wildpilzen darauf bedacht sein, Rassen oder Stämme mit möglichst negativer Anreicherungs-fähigkeit ausfindig zu machen, um die Verwendung von schwermetallkontaminierten städtischen und industriellen Müllklärschlammkomposten im späteren Anbau zu erleichtern. Vielleicht lassen sich aus dem Kulturchampignon noch nachträglich solche Erbräger isolieren und damit die anhängigen Schwierigkeiten bei der Einführung neuer Substrate überwinden. Dies wäre m. E. eine reizvolle Aufgabe für die Versuchsanstalt für Pilzanbau in Krefeld und ähnliche Institute.

Damit möchte ich mein Elaborat schließen in der Hoffnung, Ihnen das eine oder andere Neue geboten zu haben. Unvollständigkeiten und Ungenauigkeiten möge man mir nachsehen; es ist für einen nur nebenberuflichen Amateurmykologen nicht leicht, aus einer Unmenge von Untersuchungsbefunden eine ausgewogene, allgemeinverständliche Zusammenfassung und Wertung zu erarbeiten! Wenn jemand ernsthaft an bestimmten Details interessiert ist, bin ich gerne bereit, ihm im Rahmen meiner verfügbaren Zeit zu antworten. Über den Schwermetallgehalt von Kulturpilzen soll zu einem späteren Zeitpunkt berichtet werden.

**P. S.:** Wo in der Literatur nur Trockengewichte zugrunde gelegt sind, wurden die ppm-Werte im Verhältnis 10:1 auf Frischmaterial zurückgerechnet, da erfahrungsgemäß die meisten Pilze mit guter Annäherung zu 90 % aus Wasser bestehen.

#### **Literatur (eine Auswahl):**

- H.-U. Meisch, J. A. Schmitt, W. Reinle, Schwermetalle in höheren Pilzen, Cadmium, Zink und Kupfer, Z. Naturforsch. 32c, 172–181 (1977).  
J. A. Schmitt, H.-U. Meisch, W. Reinle, Schwermetalle in höheren Pilzen, Mangan und Eisen, Z. Naturforsch. 32c, 712–723 (1977).  
H.-U. Meisch, J. A. Schmitt, W. Reinle, Schwermetalle in Höheren Pilzen, Vanadium und Molybdän, Z. Naturforsch. 33c, 1–6 (1978).

- P. Collet, Bestimmung von Schwermetallspuren in Lebensmitteln, Über den Gehalt von Blei, Cadmium und Kupfer in Speisepilzen, Deut. Lebensm.-Rundschau 73, 75–82 (1977).
- R. Seeger, Quecksilbergehalt der Pilze, Z. Lebensm. Unters.-Forsch. 160, 303–312 (1976).
- R. Seeger, Die Verteilung des Quecksilbers in den Fruchtkörpern von Steinpilzen und Champignons, Z. Lebensm. Unters.-Forsch. 161, 115–117 (1976).
- R. Seeger, E. Meyer, S. Schönhut, Blei in Pilzen, Z. Lebensm. Unters.-Forsch. 162, 7–10 (1976).
- R. Seeger, Cadmium in Pilzen, Z. Lebensm. Unters.-Forsch. 166, 23–34 (1978).
- E. Laub, F. Waligorski, R. Woller, Über die Cadmiumanreicherung in Champignons, Z. Lebensm. Unters.-Forsch. 164, 269–271 (1977).
- H. Woidich, W. Pfannhauser, Der Quecksilbergehalt von Speisepilzen, Deut. Lebensm.-Rundschau 71, 177–188 (1975).
- T. Stijve, Selenium Content of Mushrooms, Z. Lebensm. Unters.-Forsch. 164, 201–203 (1977).
- T. Stijve, R. Besson, Mercury, Cadmium, Lead and Selenium. Content of Mushrooms Species belonging to the Genus *Agaricus*, Chemosphere 2, 151–158 (1976).
- A. R. Byrne, V. Ravnik, L. Kosta, Trace Element Concentrations in Higher Fungi. Sci. Total Environ. 6, 65–78 (1976).
- D. Mack, Pilze speichern Schwermetalle, Kosmos 73, 226–230 (1977).
- H. E. Ganther, M. L. Sunde, Effect of Tuna Fish and Selenium on the Toxicity of Methylmercury, J. Food Sci. 39, 1–5 (1974).
- M. Denker, Der Schwermetallgehalt von Pilzen der Siegerländer Erzgrubenhalden, Vortrag vor der DGfP in Tübingen am 29.9.1977, sowie private Mitteilung.
- K.-H. Wagner, Das Vorkommen von Blei und Cadmium in Nahrungsmitteln verschiedener Standorte, Biologie in der Umweltsicherung 95–106, Justus-Liebig-Universität Gießen (1978).

Nahezu alle obigen Veröffentlichungen enthalten zusätzliche Literaturhinweise für weiterführende Studien.

## Über das Vorkommen pileater und resupinater *Phellinus*-Arten in Nordhessen

von R. Eiser

Ich möchte hier einen Überblick über die *Phellinus*-Arten in Nordhessen geben. Der Bericht ist deshalb allgemein gehalten. Für Fragen, die in die Einzelheiten gehen, bin ich jederzeit bereit. Die große Liebe zu den holzbewachsenden Pilzen habe ich mir aus meiner Jugendzeit bis ins heutige Alter erhalten, und bin heute über die angenehme Freizeitbeschäftigung hoch erfreut. Die meisten Impulse und Kenntnisse verdanke ich der vorzüglichen Literatur von Herrn Dr. Jahn. Ungefähr vor einem Jahr bekam ich von Herrn Bregazzi Einblick in die kritischen Betrachtungen von Herrn Niemelä, die speziell einige Arten der Gattung *Phellinus* betreffen. Diese Arbeit hat mich sehr beeindruckt. Doch nun zum Vorkommen und zu den Arten.

### Pileate Arten

#### *Phellinus igniarius* (L. ex Fr.) Quel.

Diese Art ist im Beobachtungsgebiet Nordhessen häufig anzutreffen. Das Hauptsubstrat ist *Salix*, verteiltes Vorkommen an *Malus*, *Alnus* und *Sorbus*. Die an *Malus*

# ZOBODAT - [www.zobodat.at](http://www.zobodat.at)

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Südwestdeutsche Pilzrundschau](#)

Jahr/Year: 1979

Band/Volume: [15\\_1\\_1979](#)

Autor(en)/Author(s): Albrecht Walter E.

Artikel/Article: [Schwermetallgehalt von wildwachsenden Großpilzen 1-10](#)