Jber. naturwiss. Ver. Wuppertal 42 215—224 Wuppertal, 31. 7. 1989

Untersuchungen zur radioaktiven Belastung von Pilzen in Nordrhein-Westfalen

HARTMUND WOLLWEBER
Mit 4 Tabellen

Zusammenfassung
Der Gehalt an radioaktivem 134- und 137-Cäsium wurde bei einigen ausgewählten Pilzarten in Nordrhein-Westfalen in den Jahren 1986—1988 gemessen. Von den Speisepilzen akkumulieren Filzröhrlinge wie Marone und Rotfußröhrling besonders gut diese Radionuclide. Der Gehalt dieser Isotope in Maronen ist auf Sandböden am höchsten, erreichte 1987 Spitzenwerte und fiel 1988 deutlich ab. Begriffe der „Strahlenbiologie" werden erläutert und die Belastung des Menschen durch den Verzehr radioaktiver Pilze diskutiert. Für den Pilzsammler ist von Bedeutung, daß durch einfaches Abgießen des Kochwassers eines Pilzgerichtes der radioaktive Gehalt der Pilze um ca. 80% gesenkt werden kann.

Abstract
The content of radioactive 134- and 137-caesium in several mushroom species in North Rhenania-Westphalia has been determined between 1986 and 1988. Among the edible mushrooms, Xerocomus species, such as *X. badius* and *X. chrysenteron* accumulate very efficiently those radionuclides. The highest concentration of these isotopes in *X. badius* is found on sandy soils, it peaked during 1987 and decreased significantly during 1988. Concepts of "Radiobiology" are explained and the danger associated with mushroom consumption is discussed. It is important for the mushroom consumer to know, that about 80% of the radioactive content can be dealt with by simply throwing away the water used to boil the mushrooms during their preparation.

In den vergangenen Jahren, insbesondere nach dem Reaktorunfall von Tschernobyl, sind viele Daten über den radioaktiven Gehalt in Lebensmitteln u. a. auch in Pilzen publiziert worden. Bestimmte Pilzarten, davon einige Speisepilzarten, reichern aus dem Erdboden (Laubstreu) besonders die radioaktiven Cäsiumisotope 134 und 137 an[1],[2]). Wie groß ist nun der Gehalt an Radionucliden in Pilzen in Nordrhein-Westfalen und wie stark wird der menschliche Organismus nach dem Verzehr von 134/137-Cs-haltigen Pilzen belastet?

Dazu seien zunächst einige Begriffe aus der „Strahlenbiologie" erläutert. (Eine gute Übersicht findet sich in Lit. 2).

Die unterschiedlichen Strahlenarten α-, β- und γ-Strahlen (aus Radionucliden) sowie UV-Strahlen (aus dem Sonnenlicht) belasten den Organismus unterschiedlich stark. Dieses hängt von verschiedenen Faktoren ab:

von der Energiedosis, die vom Gewebe absorbiert wird
von dem Zeitraum, in dem die Strahlung vom Organismus aufgenommen wird
von der Anreicherung der Radionuclide in Bestimmten Körperorganen, z. B. 131-Jod in der Schilddrüse oder 90-Strontium in Knochen und
von der Ausscheidungsgeschwindigkeit (Eliminationsrate) des betreffenden Isotops aus dem Organismus.

	Bq	mSv	mrem
Durch 40-Kalium	4000	0,2	20
Durch 14-Kohlenstoff	3000	0,1	10
Durch kosmische Strahlung			
auf Meereshöhe		ca. 0,3	30
auf 1500 m Höhe		ca. 0,6	60
Durch Bodenradioaktivität			
über Sedimentgestein		ca. 0,2	20
über Urgestein		ca. 2	200
in Steinhäusern aus Baumaterial		0,8	80
Durch 10 Flugstunden in 10 km Höhe (Frankfurt-New York hin und zurück)		0,05	5
Durch Röntgenaufnahme des Brustkorbes		ca. 0,5-1	50-100
Durch Verzehr von "radioaktiven Lebensmitteln"		ca. 0,1-1	10-100
Geschätzte Gesamtbelastung pro Mensch		2-6	200-600

Bq = Becquerel = 1 Zerfall eines radioaktiven Teilchens/pro sec.

Sv = Sievert = Einheit für die Äquivalentdosis (z.B. für den Gesamtorganismus des Menschen)

rem = radiation equivalent men (alte Einheit, in der Literatur häufig vor 1987 zu finden)

1 Sv = 100 rem, 1 mSv (milli Sievert) = 100 mrem (millirem)

Tab. 1: Natürliche Strahlenbelastung des Menschen (pro Person von 75 kg u. pro Jahr).

So wird 137-Cäsium beim erwachsenen Menschen in 100 Tagen und beim Kleinkind in 20 Tagen zur Hälfte wieder ausgeschieden (sog. biologische Halbwertszeit, biologische HWZ).

Die Radioaktivität kann man messen, ihre Maßeinheit ist das Becquerel (Bq); die Strahlenbelastung wird berechnet und in Sievert (Sv, eine alte Bezeichnung ist das rem, s. Legende Tab. 1) angegeben.

Um aus den gemessen Becquerelwerten pro kg in der Praxis die Strahlenbelastung eines Menschen von 75 kg in mrem zu ermitteln, muß man den Becquerelwert mit einem bestimmten Faktor multiplizieren, dessen Ermittlung an dieser Stelle nicht aufgezeigt werden kann. Dieser Faktor ist für einzelne Körperorgane sowie bei Erwachsenen und Kleinkindern unterschiedlich. Bei den radioaktiven Cäsiumisotopen sind die Unterschiede nicht so groß, so daß in der Literatur zumeist der integrale mittlere Dosisfaktor (= effektiver Dosisfaktor) angegeben wird. Für 134-Cäsium beträgt dieser 0.002 und 137-Cäsium 0.0014 beim erwachsenen Menschen bzw. 0.0012 (134-Cs) und 0.0009 (137-Cs) beim Kleinkind unter einem Jahr[11]). Das 1986 durch den *Reaktorunfall von Tschernobyl verursachte Isotopenverhältnis von 137-Cs zu 134-Cs betrug* ungefähr 2:1, so daß sich daraus für dieses Isotopengemisch im Jahre 1986 ein Faktor von ca. 0.0016 ergibt. Infolge der relativ kurzen Halbwertszeit von 134-Cs ($t_{1/2}$ = 2,06 Jahre) nähert

sich der Faktor nach einigen Jahren dem effektiven Dosisfaktor von 137-Cs, d. i. 0.0014. Hätte eine Person 1986 ein kg Maronen mit einem Cäsiumgehalt von 3 170 Bq verzehrt (das ist der höchste gemessene Gehalt in Tabelle 2), so würde die Strahlendosis bei einem Isotopenverhältnis von 2:1 ungefähr 3170 x 0,0016 = 4,9 mrem = 0,049 mSv betragen. Tatsächlich findet man in den Pilzen nach der Aufnahme dieser Cäsiumnuclide unterschiedliche Isotopenverhältnisse (s. Tab. 2). Zum Schutz der Menschen haben die Behörden Grenzwerte für den „radioaktiven Zerfall" von Isotopen in Gemüse und anderen Lebensmitteln festgelegt. Der EG-Grenzwert für Gemüse, dazu gehören auch Pilze, beträgt 600 Bq/kg Frischgewicht. Dieser Wert würde den Menschen mit ca. 1 mrem zusätzlich zu der normalen Umweltstrahlenbelastung (s. Tab. 1) belasten.

Material und Methoden

Die Probenahme der Pilze erfolgte zu den angegebenen Daten der Tab. 2—4. In einigen Fällen wurde von dem gleichen Standort in verschiedenen Jahren die gleiche Pilzart entnommen.

Die Pilze wurden sauber gesammelt, mechanisch von Verunreinigungen befreit und grob zerkleinert. Die Trocknung des Frischmaterials erfolgte durch Gefriertrocknung (Lyophilisierung) in einem Gerät der Fa. E. Kniese (Typ Lyofast SO 8) bei 10^{-2}Torr, zunächst bei —30 °C, dann bei allmählich aufsteigendem Wärmegradienten bis + 25 °C, bis zur Gewichtskonstanz. Dauer 7—8 Tage. Bei den Proben aus dem Jahre 1988 wurden die frischen und die getrockneten Probemengen bestimmt (Tab. 2—4).

Die nuclidspezifische Bestimmung von Radioaktivität in Pilzen wurde mittels hochauflösendem Germanium-Lithium-Detektor, entsprechenden Verstärkern und einem Vielkanalanalysator durchgeführt.

Bestimmt wurde der Gehalt an 134-Cs und 137-Cs in gefriergetrockneten, nicht gemörserten Pilzen. Die Messungen wurden in 300-ml-Flaschen direkt auf dem Detektor stehend durchgeführt. Die Kalibrierung erfolgte ebenfalls mit 300-ml-Flaschen unter Verwendung von radioaktiven Standardlösungen (PTB, Nr. 86-453 bzw. 86-454). Die Nachweisgrenze der Aktivität lag für beide Isotope bei ca. 2 Bq.

Bedingt durch die inhomogene Verteilung der Pilze in den Meßgefäßen und die unterschiedlichen Probemengen (1,8—63,5 g) kann mit systematischen Fehlern von bis zu 20% gerechnet werden.

Ergebnisse und Diskussion

Bestimmte Pilzarten reichern aus dem Boden unterschiedlich stark Metallionen, meist Schwermetalle im Fruchtkörper und Mycel[3]) an. Unter diesen Metallionen befinden sich auch Radionuclide, sofern diese, meist aus dem radioaktiven Fallout im Boden vorhanden sind. Durch Isotopenanalyse ließen sich in Makromyceten 134- und 137-Cäsium sowie geringe Mengen 90-Strontium, 103-Ruthenium, 40-Kalium und 110-Silber nachweisen. Von diesen Radionucliden werden nur die beiden Cäsiumisotope in bestimmten Pilzarten z. B. in Marone, Sandröhrling, Rotfußröhrling, Kahler Krempling und in einigen Cortinarien so stark angereichert, daß sie für den Menschen eine Belastung sein könnten. Der Grad der Anreicherung hängt von dem radioaktiven Gehalt dieser Isotope im Boden und von der Bodenbeschaffenheit (Sandboden, Lehmboden, Kalkboden) ab. Bei den Kernwaffentests von 1945—1963 wurden vor allem 134-Cs mit einer HWZ von $t^1/_2$ = 2,06, 137-Cs mit einer HWZ von $t^1/_2$ = 30,17 und 90-Sr mit einer HWZ von $t^1/_2$ = 28,5 Jahren freigesetzt und global verteilt. Die radioaktive Belastung davon erreichte 1963—1964 ihren Höhepunkt und geht seit dieser Zeit stetig zurück. Erst durch den Reaktorunfall von Tschernobyl stieg die Belastung durch 134/137-Cäsium (sowie kurzzeitig durch 131-Jod) sprunghaft an. Die Radioaktivität der Pilze ist örtlich sehr unterschiedlich und richtet sich naturgemäß nach den Regenniederschlägen, der die Nuclide mit zur Erde transpor-

tiert. Auch in Nordrhein-Westfalen sind 1986 derartige radioaktive Niederschläge örtlich unterschiedlich stark aufgetreten.

In den Jahren 1986-1988 haben wir in einigen ausgewählten Pilzarten, zumeist Speisepilzen, den Gehalt an Radioaktivität gemessen. Um nun vergleichbare Werte zu erhalten, wurden die Messungen an sorgfältig getrocknetem Material vorgenommen. Die in der Literatur häufig zu findenden Becquerel-Werte pro kg Frischgewicht sind nur mit Vorsicht zu bewerten, denn diese beinhalten zusätzlich eine größere Fehlerbreite. Je nach Standort, Art und Alter, ob in feuchten oder trockenen Perioden gesammelt, weisen die einzelnen Fruchtkörper einen unterschiedlich hohen Wassergehalt auf.

In den Tabellen 2—4 wird dies an den 1988 gesammelten Proben gezeigt. Bei Maronen waren nach der Trocknung der einzelnen Proben zwischen 6,5 und 11,7% der ursprünglichen Einwaage vorhanden. Trotzdem wurde, um einen ungefähren Anhalt über die Radioaktivität pro kg Frischgewicht zu bekommen und um mit den in der Literatur genannten Werten in der Größenordnung annähernd vergleichbare Werte zu erhalten, für die Berechnung der Radioaktivität ein mittlerer Wasserverlust von 90% zugrunde gelegt (jeweils letzte Zeile der Tabellen 2—4). Bei den in der neueren Literatur (1986, 1987) veröffentlichten Bq-Werten/pro kg Frischgewicht sind häufig die Meßmethodik und die Einwaagen nicht angegeben). Man kann davon ausgehen, daß diese Literaturwerte bei nicht standardisierten Meßverfahren, — was zum Teil der Fall sein dürfte[5]) — eine Fehlerbreite von plus bzw. minus 20% bis 30% und in Einzelfällen bis zu 50% aufweisen. Es ist für einige Veröffentlichungen noch nicht einmal abgesichert, ob die Becquerelwerte, die in den Tabellen einer solchen Arbeit angegeben werden, so vergleichbar sind, daß sie die gleiche Fehlerbreite untereinander aufweisen.

In der Tabelle 2 sind die Gehalte an radioaktivem Cäsium für Maronen, eine Speisepilzart, die am meisten Cäsium anreichert, aufgelistet. Eine Vergleichsprobe von Maronen, die 1969 gesammelt und 1986 gemessen wurde, ergab einen 137-Cs-Wert von ca. 4 100 Bq/kg Trockengewicht. Berücksichtigt man, daß die Halbwertszeit von 137-Cs ca. 30 Jahre beträgt, so dürfte die Radioaktivität für dieses Isotop im Jahre 1969 etwa 6 000 Bq/kg betragen haben. 134-Cs, das eine Halbwertszeit von 2 Jahren aufweist, kann bei der Messung von 1986 in dieser Probe naturgemäß nicht mehr aufgefunden werden.

Der berechnete Wert von 6 000 Bq/kg gilt nur für die im Jahre 1969 an dieser Stelle gefundenen Maronen. Im Laufe der Jahre wird die Radioaktivität in den Pilzen immer geringer. Dies geschieht nicht nur aufgrund der Halbwertszeit, sondern besonders stark durch das Eindringen des radioaktiven Cäsiums in immer tiefere Bodenschichten. Das in den oberen Bodenschichten wachsende Pilzmycel kann infolgedessen Cäsium nicht mehr aufnehmen. In der Tabelle 2 kann man dieses Phänomen schon für einen Zeitraum von 3 Jahren verfolgen, wenn man die Werte von solchen Maronenkollektionen vergleicht, bei denen die Pilze dem gleichen Standort entnommen wurden. Die Probe 1516 von 1986 weist eine Radioaktivität von 4 447 Bq/kg Trockengewicht auf. Die Probe 1528 von 1987 hat eine ca. 7-fach höhere Aktivität: 31 700 Bq/kg. Bei der Kollektion 1601 von 1988 geht die Radioaktivität um zwei Drittel, auf 10 186 Bq/kg zurück. Einen ähnlichen Verlauf, wenn auch mit deutlich geringerer Radioaktivität, findet man bei Steinpilzen (Tab. 3), bei den Proben 1510 (1 442 Bq/kg für 1986), 1530 (2 233 Bq/kg für 1987) und 1569 (753 Bq/kg für 1988).

Aus den Untersuchungen von GRUETER, SEEGER et al.[1])[2])[7]) war schon bekannt, daß der Grad der Cäsium-Anreicherung von der Beschaffenheit der Böden abhängt. So tritt in mineralstoffarmen sauren Böden (in unserem Falle auf Sandböden) eine rasche Zunahme der Aktivität auf, die dann in den darauffolgenden Jahren deutlich abnimmt. Auf mineralstoffreicheren Böden wird das Cäsium besser in den Oberschichten gebunden; hier finden wir erst in den späteren Jahren 1987, 1988 einen Anstieg des Radio-Cäsium-Gehaltes (Proben 1577, 1578, 1579,

1580). Bezüglich der Cäsiumaufnahme nimmt man heute an, daß Pilze anstelle der für sie lebensnotwendigen Kaliumionen das verwandte Alkalimetallion Cäsium gegen ein Konzentrationsgefälle in die Zelle hineinpumpen. Je mehr Cäsiumionen zur Verfügung stehen — das ist auf mineralstoffarmen sandigen Böden zumeist der Fall —, desto mehr Cäsium wird von Pilzen aufgenommen[2)7)].

Radioaktivität und Speisepilzverzehr

Unter den Speisepilzen akkumulieren Maronen und einige verwandte *Xerocomus* species (Filzröhrlinge) wie Rotfußröhrling besonders gut Cäsium. 1983 wiesen Maronen in Niedersachsen etwa 110—220 Bq/kg Frischgewicht auf, die aus dem radioaktiven Fallout der 60er Jahre herrührten[6)]. Diese Werte dürften Anfang 1986 deutlich geringer sein. Für den Spätsommer und Herbst 1986 wird eine rasche Zunahme der Radioaktivität bei Pilzen beobachtetn (Tab. 2—4). Die Werte für Maronen liegen zumeist zwischen 400 und 3 000 Bq/kg Frischgewicht, klingen aber auf Sandböden für 1988 auf 500—1 000 Bq/kg ab, während sie auf mineralstoffreichen Böden auch 1988 noch deutlich über der von der EG für den Verzehr empfohlenen „Richt-Höchstgrenze" von 600 Bq/kg Frischgewicht liegen! Bei Steinpilzen dagegen wurde nur in einem einzigen Falle der zur Zeit gültige EG-Höchstwert erreicht. Proben einiger anderer Pilzarten (Tab. 3), wie Birkenpilz, Fliegenpilz und Stockschwämmchen liegen zumeist unter der Richtgrenze. Die aus der Literatur bekannte gute Aufnahmefähigkeit des violetten Lacktrichterlings für radioaktives Cäsium zwischen 773 und 8 075 Be/kg Frischgewicht [1c, 1d, 1e)] konnte auch in unserer Probe (Nr. 1580, Tab. 4, 1 280 Bq/kg) bestätigt werden.

Dagegen wurde keine Radioaktivität bei den 1987 in Wuppertal gesammelten Frostschnecklingen (Nr. 1553, Tab. 3), von dem aus der Literatur eine relativ hohe Cs-Akkumulation (ca. 1 700 Bq/kg Frischbewicht)[1d)] bekannt wurde, aufgefunden.

Für den Verzehr von selbstgesuchten Pilzen ist folgendes wichtig: 600 Bq belasten den Erwachsenen mit einer Strahlendosis von ca. 0,01 mSv (je nach Isotopenverhältnis 0,0084—0,0096 mSv). Der einmalige Verzehr von 1 kg Maronen — das ist eine für eine Person ungewöhnlich große Menge — mit einer Aktivität von 600 bis 3 000 Bq/kg Frischgewicht (Werte für Nordrhein-Westfalen, Tab. 2), würden den Menschen mit ca. 0,01 bis 0,05 mSv (= ca. 1—5 mrem) belasten. Wie wir sahen, sinkt die Radioaktivität bereits im Jahr 1988 (Höchstwert der Tab. 2 100 Bq/kg). Damit fällt die Belastung auf 0,01 bis 0,02 mSv.

Vergleichsdaten aus anderen Bereichen der Bundesrepublik Deutschlands ergänzen unsere Ergebnisse. So sind 1987 bei Maronen (Oberbergischer Kreis) 470 Bq/kg Frischgewicht bzw. 310 Bq/kg, bei Steinpilzen (Oberbergischer Kreis) 66 Bq/kg, Birkenpilzen (Ohligser Heide) 650 Bq/kg und Stockschwämmchen < 5 Bq/kg (Viersen) bzw. 350 Bq/kg (Ohligser Heide) gemessen worden[8)].

Vor der Belastung mit radioaktivem Cäsium kann sich der Mensch gut schützen, denn Cäsium bildet meist gut wasserlösliche Ionen. Durch Abgießen des Kochwassers eines Maronengerichts wird der Gehalt an radioaktivem Cäsium mindestens um mehr als 50%[9)] und nach RANDA[10)] sogar um mehr als 80% gesenkt. Dieses Verfahren, Abgießen des Kochwassers von Maronenzubereitungen, sei den Pilzsammlern in den nächsten Jahren (etwa bis 1992) wegen der damit verbundenen Minderung der radioaktiven Belastung nachdrücklich empfohlen!

Danksagung

Die Messungen wurden in den Laboratorien der BAYER AG, Bereich Pharma, durchgeführt.

Herrn Dipl.-Ing. H. WINKELMANN danke ich für die Messung der Radioaktivität in den Pilzen und für anregende Diskussion und die BAYER AG für die Bereitstellung der in dieser Arbeit verwendeten Apparaturen.

Nr.	Fundort	Vorkommen	Fundzeit	Frischgewicht in g	Trockengewicht (Einwaage in g)	Aktivitätskonzentration Bq/kg (Trockengewicht)* 134-Cs	137-Cs	Verhältnis von 137-Cs : 134-Cs	Gesamtaktivität (Bq/kg Trockengewicht)	Gesamtaktivität (berechnet auf Frischgewicht, Bq/kg ca.-Werte)
534	Wuppertal Marscheider Wald	Fichte Boden sauer	10.1969	—	8,00	—	4 119	—	4 119	410
1515	Wuppertal Burgholz	Fichte Boden sauer	10.1986	—	14,30	931	4 264	4,58	5 195	520
1516	Ratingen Ratinger Wald	Kiefer Sandboden	10.1986	—	19,60	836	3 611	4,31	4 447	440
1517	Solingen Ohligser Heide	Kiefer Sandboden	11.1986	—	12,6	4 850	13 284	2,73	18 134	1 810
1518	Bredelar	Fichte, Kiefer Boden sauer	10.1986	—	22,3	288	799	2,77	1 087	118
1519	Frankfurt/ Oder DDR	Kiefer Sandboden	09.1986	—	45,7	828	2 647	3,19	3 475	350

1528	Ratingen Ratinger Wald	Kiefer Sandboden (gleicher Standort wie 1516)	10.1987	—	8,7	6 100	25 600	4,19	31 700	3 170
1529	Ratingen Ratinger Wald	Buche Sandboden	10.1987	—	8,1	5 100	20 500	4,01	25 600	2 560
1566	Ratingen RatingerWald	Fichte Sandboden	10.1988	130	11,35	763	4 581	6,00	5 344	530
1567	Ratingen Ratinger Wald	Buche Sandboden	10.1988	170	14,34	766	4 367	5,70	5 133	510
1601	Ratingen Ratinger Wald	Kiefer Sandboden (gleicher Standort wie 1516 u. 1528)	10.1988	177	11,47	1 775	8 411	4,79	10 186	1 020
1568	Ratingen Ratinger Wald	Mischwald (Fichte, Buche), Sandboden	10.1988	220	20,66	942	4 177	4,37	5 059	506
1577	Bredelar	Eiche Boden sauer	10.1988	50	5,86	1 515	6 657	4,39	8 172	817
1578	Alme	Fichte (basischer Boden)	10.1988	190	18,44	2 849	13 839	5,56	16 688	1 670

* s. Legende Tab. 4

Tab. 2: Radiocäsiumgehalt von *Xerocomus badius* (Marone) auf verschiedenen Standorten, zumeist in Nordrhein-Westfalen in den Jahren 1969, 1986—1988.

Tab. 3: Radiocäsiumgehalt von *Boletus edulis* u. Verwandten (Steinpilze) auf verschiedenen Standorten, zumeist in Nordrhein-Westfalen, in den Jahren 1969, 1986—1988.

Nr./spec.	Fundort	Vorkommen	Fundzeit	Frischgewicht in g	Trockengewicht (Einwaage in g)	Aktivitätskonzentration Bq/kg (Trockengewicht)* 134-Cs	137-Cs	Gesamtaktivität (Bq/kg Trockengewicht)	Gesamtaktivität (berechnet auf Frischgewicht, Bq/kg ca.-Werte)
1524 B. aestivalis	Eschweiler (Eifel)	Eiche basischer Boden	09.69	—	5	0	0	0	0
1509 B. edulis	Wuppertal	nicht bekannt	10.86	—	1,90	1 772	4 845	6 617	660
1510 B. edulis	Ratingen Ratinger Wald	Buche Sandboden	10.86	—	10,50	0	1 442	1 442	140
1511 B. edulis	Bredelar	Kiefer saurer Boden	10.86	—	63,50	30	332	362	40
1512	Alme	Buche basischer Boden	10.86	—	13,70	0	0	0	0
1513 B. edulis	Maria Wörth Kärnten (Öst.)	Fichte, Kiefer saurer Boden	09.86	—	39,30	171	883	1 054	110
1514 B. edulis	Niederlausitz DDR	Kiefer Sandboden	09.86	—	35,70	99	812	911	90
1530 B. edulis	Ratingen Ratinger Wald (gleicher Standort wie 1510)	Buche Sandboden	10.87	—	8,20	423	1 810	2 233	220
1569 B. edulis	Ratingen Ratinger Wald (gleicher Standort wie 1510 u. 1530)	Buche Sandboden	10.88	220	23,82	0	753	753	80
1570 B. edulis	Ratingen Ratinger Wald	Buche Sandboden	10.88	62	6,85	0	1 048	1 048	100

* s. Legende Tab. 4

Tab. 4: Radiocäsiumgehalt verschiedener Röhrlinge und Blätterpilze auf verschiedenen Standorten in Nordrhein-Westfalen in den Jahren 1970, 1986—1988.

Nr.	Species	Fundort	Vorkommen	Fundzeit	Frischgewicht in g	Trockengewicht (Einwaage in g)	Aktivitätskonzentration Bq/kg (Trockengewicht)* 134-Cs	137-Cs	Gesamtaktivität (Bq/kg Trockengewicht)	Gesamtaktivität (berechnet auf Frischgewicht, Bq/kg ca.-Werte)
180	Leccinum scabrum Birkenpilz	Wülfrath Kalkstein	Birke	08.1970	—	10,60	0	479	479	50
1520	Leccinum scabrum	Gruiten Kalkstein	Birke	10.1986	—	17,80	0	0	0	0
1521	Amanita muscaria Fliegenpilz	Alme	Birke, Fichte moorig	10.1986	—	5,30	0	0	0	0
1522	Kuehneromyces mutabilis Stockschwämmchen	Ratingen Ratinger Wald	Birke	10.1986	—	1,80	0	0	0	0
1523	Kuehneromyces mutabilis	Alme	Birke	10.1986	—	24,70	1 293	2 988	4 281	430
1553	Hygrophorus hypothejus Frostschneckling	Wuppertal	Kiefer Wiese	11.1987	—	1,80	0	0	0	0
1579	Xerocomus chrysenteron Rotfußröhrling	Alme	Buche basischer Boden	10.1988	110	12,46	2 191	9 643	11 834	1 180
1580	Laccaria amethystina	Alme	Buche basischer Boden	10.1988	60	6,32	2 206	10 528	12 734	1 270

* Datum der Messung:
Proben von 1969 u. 1970, gemessen: Jan. 1987
Proben von 1986, gemessen: Jan. 1987
Proben von 1987, gemessen: Jan. 1988
Proben von 1988, gemessen: Dez. 1988

Literatur

1a) GRÜTER, H. (1967): Zeitschr. f. Lebensmitteluntersuchung u. -Forschung **134,** 173—179.
1b) ROHLEDER, K. (1967): Dtsch. Lebensmittel-Rundschau **63,** 135—138 (1967).
1c) DIETL, G., & BREITIG, D. (1988): Zeitschr. f. Mykologie **54,** 109—112.
— (1989): Zeitschr. f. Mykologie **55,** 131—134.
1d) GANS, I. (1987): Zeitschr. f. Mykologie **53,** 151—154 u. **52,** 446—453.
1e) MOLZAHN, D., REINEN, D., BEHR, H., KOCKSHOLT, P., & PATZELT, P. (1989): Zeitschr. f. Mykologie **55,** 135—148.
1f) AUMANN, D. C., CLOOTH, G., STEFFAN, B. & STEGLICH, W. (1989): Angew. Chem. **101,** 495—496.
2) SEEGER, R. (1987): Zeitschr. f. Mykologie **52,** 289—298.
3) Literaturzusammenfassung s. SEEGER, R., Deutsche Apotheker Ztg. **122,** 1835—1844 (1982).
4) Arbeiten mit aufgeführter Meßmethodik s. Lit. 1a, 1b, 1c und HORYNA, J., RANDA, Z., BENADA, J., & KLEIN, J. (1988): Zeitschr. f. Mykologie **54,** 179—181.
5) s. a. MAUSHART, R., GIT Fachz. Lab. **1986,** 1167.
6) BMI 83, Der Bundesminister des Inneren: Umweltradioaktivität und Strahlenbelastung 1983, Bonn 1986.
7) SEEGER, R., & SCHWEINSHART, P. (1981): The Science of Total Environment **19,** 253—276.
8) Zentralstelle für Sicherheitstechnik, Strahlenschutz u. Kerntechnik Nordrhein-Westfalen, Düsseldorf 1987.
9) MOSER, M. (1972): Zeitschr. f. Pilzkunde **38,** 161—162.
10) RANDA, Z. (1988): J. Radional. Nucl. Chem. Letters **126,** 345—349.
11) Institut für Strahlenhygiene, Heft ISH **63** (1985).

Anschrift des Verfassers:
Dr. HARTMUND WOLLWEBER, In den Birken 73, D-5600 Wuppertal 1

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Jahresberichte des Naturwissenschaftlichen Vereins Wuppertal

Jahr/Year: 1989

Band/Volume: 42

Autor(en)/Author(s): Wollweber Hartmund

Artikel/Article: Untersuchungen zur radioaktiven Belastung von Pilzen in Nordrhein-Westfalen 215-224