

achromatischen Mikroskop-Objektivs zustandekommen, muß man tolerieren, wenn man nicht die Möglichkeit hat, auf die teuren Apochromaten umzusteigen.

Und noch eins ist für denjenigen interessant, der Mikrofotos macht, um sich daraus Papierbilder herstellen zu lassen: Wenn man seine Mikrofotos für gewöhnlich mit ein und demselben Mikro-Objektiv macht, beispielsweise mit dem 100er-Immersionsobjektiv, dann kann man auf dem fertigen Papierbild auch Sporengrößen und ähnliches nachmessen. Man muß dazu nur ein einziges Mal statt eines Präparates die Skala eines Objektmikrometers durchs Mikroskop fotografieren. Wenn man das daraus resultierende Negativ dann auf normale Papierbildgröße vergrößern läßt, dann kann man ja nachmessen, wieviel Millimeter auf dem Foto der Strecke von $10\ \mu\text{m}$ entsprechen. Und so hat man dann für alle Zukunft einen Maßstab, den man immer dann verwenden kann, wenn mit dem gleichen Objektiv gearbeitet wurde und wenn das Negativ auf die gleiche Papierbildgröße vergrößert wurde.

Und nun ran ans Werk! Mit relativ billigem Schwarzweiß-Filmmaterial kann man doch ruhig mal ein bißchen experimentieren, ohne daß der Geldbeutel gleich allzustark strapaziert wird. An Farbaufnahmen kann man später immer noch herangehen, wenn man schon ein bißchen Routine hat. Und wenn jetzt noch jemand Angst hat, daß das Ganze doch nicht klappt: Alle Mikrofotos, die in dieser Serie veröffentlicht worden sind, wurden mit einem ganz einfachen, monokularen Mikroskop, mit normalen achromatischen Mikro-Objektiven in Verbindung mit einem periskopischen Okular und mit Schwenkspiegel und Projektor als Beleuchtungseinrichtung gemacht.

Radioaktivität in Pilzen aus Baden-Württemberg

Von Reinhard Lieske, Heimerdinger Straße 21, 7255 Rutesheim

Kurz nach dem Super-GAU (Größter anzunehmender Unfall) von Tschernobyl am 27.4.86 und den Regenfällen vom 30.4. bis zum 5.5.86 begannen die ersten Radioaktivitätsmessungen in Lebensmitteln, auch bei Pilzen. Man wußte aus den oberirdischen Kernwaffenversuchen der 50er und der 60er Jahre, daß Pilze in erhöhtem Maß Radioaktivität durch die Aufnahme von radioaktiven Schwermetallen speichern können. Die Messungen der Monate Mai, Juni, Juli und August schienen auf Entwarnung zu deuten, keine besorgniserregenden Werte. Den großen Schock stellten die am 12. und 13.9. veröffentlichten Werte der Messungen vom 1. bis 10.9. dar, wobei für die Maronen ein Höchstwert von mehr als 28 000 Becquerel pro Kilogramm (Bq/kg) angegeben wurde.

In der Folgezeit wurden verstärkt Pilzproben untersucht, die entsprechenden Werte von den Tageszeitungen veröffentlicht. Die Auswirkungen ließen nicht lange auf sich warten: die Pilzberatungsstellen blieben leer, kaum jemand kam zu den Führungen für Speisepilzsammler, und das trotz eines ausgezeichneten Pilzjahres. Dabei ist weitgehend unbekannt, daß das Bundesinnenministerium seit über 20 Jahren Radioaktivitätsuntersuchungen von Lebensmitteln – und dabei auch von Pilzen – durchführt. Auch bei diesen Messungen war es stets die Marone, die eine negative Spitzenstellung einnahm. So lag der Durchschnittswert der Jahre 1966/67 bei 623 Bq/kg für das Radionuklid Cäsium 137, 1978 trat regional sogar ein Mittelwert von 1100 Bq/kg für Cäsium 137 (Cs 137) auf. Bedenkliche Werte also bereits vor Tschernobyl, denkt man an die Festlegung der Strahlenschutzkommission, die 600 Bq/kg als Höchstgrenze angibt.

Unter den Lebensmitteln kommt also den Pilzen, und hier besonders den Maronen, eine negative Leitfunktion zu. Warum gerade die Pilze? Nach Angaben des Instituts für Energie- und Umweltforschung Heidelberg e.V. sind es vor allem drei Gründe:

1. Pilze haben einen sehr schnellen Stoffwechsel, d. h. einen hohen Nährstoffdurchsatz. Sie reichern Schwermetalle wie Kalium und Cadmium besonders an; das Radionuklid Cäsium ist chemisch dem Kalium sehr ähnlich und wird an seiner Stelle vom Pilz aufgenommen.
2. Das weitverzweigte Pilzmyzel dicht unter der Erdoberfläche durchdringt viele Quadratmeter Boden: der Pilz holt sich das Cäsium aus einem weiten Umkreis.
3. Saure Böden binden das Cäsium nicht so gut wie z. B. tonhaltige Böden; es steht somit den (säureliebenden) Pilzen zur Verwertung zur Verfügung.

Und warum gerade die Maronen? Dies ist zur Zeit genauso ungeklärt wie die Beantwortung der Frage, warum die gelbenden Champignons und der Parasol in besonderem Maße das Cadmium speichern. Vielleicht liegt die Beantwortung in den eben aufgeführten Punkten 1 und 3?

Bei den folgenden Überlegungen sind zwei Begriffe deutlich zu trennen, die Aktivität eines Stoffes einerseits und die Wirkung auf den Menschen andererseits, die (Äquivalent-) Dosis. Die Aktivität eines Stoffes kennzeichnet die Häufigkeit der Kernzerfälle pro Zeiteinheit in diesem Stoff. Die Einheit ist hier das Becquerel (Bq): 1 Becquerel ist 1 Kernzerfall pro Sekunde. In hochwertigen Strahlungsmessgeräten wird die Aktivität für einzelne radioaktive Isotope (Radionuklide), also z. B. für Jod 131 und für Cs 137 getrennt ermittelt. Die Wirkung der Strahlen für den Menschen wird durch die (Äquivalent-) Dosis beschrieben, die dazugehörige Einheit ist das Sievert (Sv). Gebräuchlicher jedoch ist die veraltete Maßeinheit rem, bzw. dessen 1000. Teil, das Millirem (mrem). Für die Umrechnung gilt: $1 \text{ Sv} = 100 \text{ rem}$.

Die in mrem gemessene vom Menschen aufgenommene Strahlenmenge wird in der Fachsprache Äquivalentdosis genannt, da in ihr die biologisch verschiedenen Wirkungen der unterschiedlichen Radionuklide durch individuelle Umrechnungsfaktoren (Dosisfaktoren) berücksichtigt sind. Anders ausgedrückt: unterschiedliche Radionuklide gleicher Aktivität wirken sich auf den Menschen unterschiedlich aus.

Der Zusammenhang zwischen der Radioaktivität (also die alltägliche Becquerel-Angabe in der Zeitung) und der durch Verzehr vom Menschen aufgenommenen Menge (Äquivalentdosis) sei am Beispiel des jetzt verstärkt diskutierten, langlebigen Cäsiums 137 (Halbwertszeit HWZ = 30,2 Jahre) aufgezeigt:

Dosisfaktor für Cs 137: 0,001 mrem/Bq, d. h. wenn ein Erwachsener einmalig z. B. 1 kg Pilze mit einer Aktivität von 1000 Bq/kg für Cs 137 zu sich nimmt, so erhöht sich seine persönliche Dosis um 1 mrem.

Wenn die Strahlenschutzkommission einen Grenzwert von 600 Bq/kg festlegt, so geht sie dabei von normalen Verzehrsgewohnheiten aus, d. h. die Mengen (420 kg Lebensmittel pro Jahr, davon 110 l Milch und Milchprodukte, sowie ca. 440 l Trinkwasser pro Jahr) müssen ebenso stimmen wie auch eine ausgewogene Zusammensetzung bei den Lebensmitteln. Unter diesen Annahmen summiert sich die jährliche Belastung auf ca. 30 mrem durch Nahrungs- und Wasseraufnahme. Um die Gesamtbelastung zu errechnen, sind die jährlichen Anteile an kosmischer Strahlung (ca. 30 mrem), terrestrischer Strahlung (ca. 40 mrem) und die eingeatmeten Anteile (ca. 100 mrem) zu addieren. Insgesamt beträgt die natürliche Strahlenbelastung im Mittel der Bundesrepublik Deutschland etwa 200 mrem pro Jahr. Wer das schon erwähnte Kilogramm Maronen mit der Aktivität von 28000 Bq gegessen hätte, der wäre (vgl. obiges Umrechnungsbeispiel) auf 28 mrem Belastung gekommen, d. h. er hätte nahezu seine Jahresdosis von 30 mrem erreicht! Verschärfend kommt hinzu, daß eine gegebene Dosis innerhalb kurzer Zeit sich intensiver auswirkt als die gleichhohe Dosis in einem langen Zeitraum. Als Vergleich: an einem Tag 2 Stunden Mittelmeersonne führen eher zu einem Sonnenbrand als an 4 Tagen je 1/2 Stunde Sonneneinstrahlung.

Um nun den Wert von 30 mrem, der jährlich über die Nahrungs- und Wasseraufnahme (Inkorporation) als tolerierbar gilt, einhalten zu können, hat das Ministerium für Ernährung, Landwirtschaft, Umwelt und Forsten Baden-Württemberg am 13.9.86 (Stuttgarter Zeitung) „vor dem Genuß von Wildpilzen gewarnt“, am 25.9.86 (Stuttgarter Zeitung) empfohlen „beim Verzehr von Pilzen zurückhaltend zu sein“.

Welche Radionuklide sind bei den Lebensmittelproben gemessen worden? Das Jod 131, das anfänglich im Blickfeld stand, ist aufgrund seiner kurzen Halbwertszeit HWZ von 8 Tagen inzwischen unter die Nachweisgrenze gesunken und trägt zu keiner weiteren Belastung bei. Strontium 90 (HWZ = 28,5 Jahre) ist nur zu 1/10 des Wertes der Kernwaffenversuche der 50er und 60er Jahre gemessen worden (300 Bq/m^2 im Verhältnis zu 3000 Bq Bg/m^2), Plutonium 239 (HWZ = 24 000 Jahre) konnte glücklicherweise nicht nachgewiesen werden. So konzentrieren sich die Messungen derzeit auf das langlebige Cäsium 137 (HWZ = 30,2 Jahre), auf Cäsium 134 (HWZ = 2,1 Jahre) und zum Teil auf Ruthenium 103 (HWZ = 39 Tage). Die Angaben in den Tabellen 1 bis 3 enthalten jeweils die Summe aus der Cs 134- und der Cs 137-Aktivität. So setzt sich z. B. der im Mai gemessene Wert für die Morcheln von 2590 Bq/kg zusammen aus 840 Bq/kg für Cs 134 und aus 1750 Bq/kg für Cs 137. Wie auch in diesem Beispiel, so stehen die Cs 134- und die Cs 137-Werte z. Z. fast immer im Verhältnis 1:2. Da der Cs 134-Anteil sich in den nächsten Jahren wegen der verhältnismäßig kurzen HWZ verringert, so wird sich auch das angegebene Verhältnis der beiden Radionuklide zueinander verändern.

Zu Tabelle 1

Eine Gesamtansicht aller Pilzproben-Untersuchungen 1986 in Baden-Württemberg (bis einschließlich Anfang Oktober) zeigt die Tabelle 1. Wegen der hohen Artenabhängigkeit wurden Meßergebnisse nicht berücksichtigt, wenn sie ungenaue Angaben wie „Waldpilze“, „Wiesenpilze“, „Mischpilze“ oder „Pilze“ enthielten. Es kann nicht genügend betont werden, daß die Messungen nur Stichproben darstellen, und daß zur Zeit keine flächendeckenden Messungen vorliegen! Um diese mangelnde Verlässlichkeit aufzuzeigen, ist bei jeder Art angegeben, wie oft sie gemessen wurde. Insbesondere sei davor gewarnt, nicht gemessene Pilze als unbedenklich einzustufen. Dies kann, muß aber nicht so sein, denn die ableitbare Aussage heißt ja nur: „Über die Radioaktivität dieses Pilzes liegen keine Angaben vor, sie kann somit niedrig, mittel oder hoch sein“. Diese grundsätzliche Vorsicht ist auch gegenüber wenig gemessenen Pilzarten angebracht, da die wenigen Meßwerte nur bruchstückhaft das tatsächlich vorhandene Bild wiedergeben können.

Zu Tabelle 2

Die Tabellen 2 und 3 beruhen auf genau demselben Zahlenmaterial wie die Tabelle 1. So sind in Tabelle 2 jene Pilzarten aus der 1. Tabelle herausgezogen worden, bei denen (ein- oder mehrmals) Aktivitätswerte von mehr als 600 Bq/kg Gesamt-Cäsiumbelastung auftraten; die Einzelmessungen, d. h. deren Anzahl, wurde in die entsprechenden Aktivitätsklassen (Spalten) eingetragen. Der Meßwert „größer als $10\,000 \text{ Bq/kg}$ “ für den Pfifferling scheint ein Ausreißer zu sein; vielleicht handelte es sich um Trockenware anstelle von Frischpilzen, jedoch ist dem Meßwert kein entsprechender Hinweis beigelegt.

Tabelle 1

Minimal- und Maximalwerte der Radioaktivität (Cäsium 134 und Cäsium 137) der gemessenen Arten in Bequerel.

n = Anzahl der Messungen, < = weniger als, * vorwiegend Zuchtpilz.

Pilzart	n	Cs Minimalwert in Bq/kg	nur eine Cs-Messung in Bq/kg	Cs Maximalwert in Bq/kg
Morchel	1		2590	
Bovist	3	< 4		28
Riesenbovist	1		1	
Pfifferling	10	10		12500
Trompetenpfifferling	1		4382	
Herbst-Toten-Trompete	7	7		374
Semmelstoppelpilz	2	37		69
Habichtspilz	1		91	
Goldgelbe Koralle	1		< 30	
Krause Glucke	4	44		148
Austernseitling*	5	3		< 20
Shiitake*	1		< 12	
Porphyrröhrling	1		7082	
Butterpilz	1		128	
Maronenröhrling (Marone)	51	23		28238
Rotfußröhrling	6	186		3781
Ziegenlippe	2	33		100
Steinpilz	33	8		826
Birkenpilz	3	9		2557
Rotkappe	3	9		220
Hainbuchenröhrling	1		< 20	
Isabellrötl. Schneckling	1		22	
Violetter Ritterling	1		121	
Hallimasch	2	3		49
Perlpilz	2	< 8		17
Scheidenstreifling	1		100	
Zuchtchampignon*	15	3		20
Wiesenchampignon	6	< 4		< 20
Waldchampignon	2	32		98
Anischampignon	1		24	
Riesenschirmpilz, Parasol	10	< 1		148
Safranschirmpilz	2	28		29
Schopftintling	1		36	
Rotbr. Riesenträuschl.*	7	< 8		176
Stockschwämmchen	2	73		110
Täubling	3	41		66
Ockertäubling	2	115		1264
Rotst. Ledertäubling	1		< 7	
Blutreizker	1		7135	
Edelreizker	1		98	
Fichtenreizker	1		737	
Reizker	1		21	

Tabelle 2

Arten, bei denen (zumindest teilweise) Aktivitäten von mehr als 600 Bq/kg Cäsium 134 und Cäsium 137 gemessen wurden. < = weniger als, > mehr als

Arten	n	< 600 Bq/kg	600–1000 Bq/kg	1001–5000 Bq/kg	5001–10000 Bq/kg	10000 Bq/kg
Morchel	1			1		
Pfifferling	10	9				1
Trompetenpfifferling	1			1		
Porphyrröhrling	1				1	
Maronenröhrling	51	20	4	12	10	5
Rotfußröhrling	6	3	1	2		
Steinpilz	33	32	1			
Birkenpilz	3	2		1		
Blutreizker	1				1	
Fichtenreizker	1		1			

Tabelle 3

Radioaktivität (Cs 134 und Cs 137) aller Maronen-Messungen, eingeteilt nach Aktivitätsklassen und mit Angabe der Fundorte

< 600 Bq/kg		1001- 5000 Bq/kg	
Konstanz	23	Ludwigsburg	1037
Schönbuch	67	Sigmaringendorf	1084
Karlsruhe	70	Sigmaringen	1095
Esslingen	83	Reutlingen	1191
Vaihingen/Enz	103	Tuttlingen	1243
Stuttgart	126	Waldshut/Tiengen	1379
Göppingen	126	Ulm	1892
Bernstadt	167	Ehingen/Weisel	1933
Süd Schwarzw.	168	Krauchenwies	2115
Karlsruhe	177	Ühlingen/Dirkend.	2477
Friedrichshafen	218	Meersburg	3463
Blaufelden	226	Freiburg	3838
Mannheim	251	5001- 10000 Bq/kg	
Villingen/Schw.	264	Altheim/Steig	5198
Lohnetal	353	Aalen	5568
Karlsruhe	355	Biberach	5577
Karlsruhe	357	Schürpflingen	5598
Bodmann	362	Staig	5667
Seelbach	464	Dietenheim	5706
Schluchsee	535	Schwäbisch Gmünd	5934
600–1000 Bq/kg		Regglisweiler	6291
Gerstetten	698	Dietenheim	7069
Calw	748	Eberhardzell	8792
Pfalzgrafenw.	748	> 10000 Bq/kg	
Titisee/Neust.	825	Altenstadt	12962
		Biberach	13907
		Ulm	14933
		Bad Waldsee	16338
		Rot a.d.Rot	28238

Zu Tabelle 3

In Tabelle 3 sind alle Meßwerte des am meisten nachgeprüften Pilzes, der Maronen also, nochmals nach Aktivitätsklassen und nach Fundorten aufgeschlüsselt. Hier fällt die große regionale Abhängigkeit ins Auge. In der Tat liegen die Fundorte bei den (extrem) hoch belasteten Proben alle in Oberschwaben und auch für die restlichen Messungen läßt sich ein hohes Maß an Übereinstimmung mit der Cäsiumbelastung des Bodens in den einzelnen Regionen nachweisen. Eine solche Bodenbelastungskarte für die ganze BR-Deutschland veröffentlichte die Zeitung Hörzu vom 5.9.86, für Baden-Württemberg erschien am 22.10.86 in der Stuttgarter Zeitung eine Übersichtskarte mit den Niederschlagshöhen vom 30.4.86 und der Bodenbelastung vom 7./8.5.86.

Wie geht es nun in den nächsten Jahren weiter? Ruthenium 103 und Cäsium 134 werden zurückgehen (Halbwertszeiten!), das Cäsium 137 hingegen wird uns noch auf Jahre hinaus beschäftigen, d. h. es wird immer wieder gemessen werden müssen. Ob wir den Cäsium 137-Höhepunkt bereits in diesem Jahr zu verzeichnen hatten oder ob er uns noch in den nächsten Jahren bevorsteht, ist zur Zeit nicht schlüssig zu beantworten; es existieren darüber widersprüchliche Vermutungen. Die beste Informationsquelle bleibt vorerst eine seriöse Tageszeitung. Mit zunehmender Datenfülle wird sich das heute bruchstückhafte Mosaik zunehmend verfeinern und zuverlässigeren Aussagen den Weg bereiten. Ob uns diese Aussagen dann gefallen werden, das steht auf einem anderen Blatt.

Literatur- und Quellenangaben

- Ministerium für Ernährung, Landwirtschaft, Umwelt und Forsten Baden-Württemberg
Institut für Physik, Universität Hohenheim, Prof. Dr. H. Schreiber; Antwortschreiben
23.6.1986
- Bundesforschungsanstalt für Ernährung Karlsruhe, Prof. Dr. J. F. Diehl: Informationen
über Radioaktivität in Lebensmitteln
Stuttgarter Zeitung (mehrfach)
Stuttgarter Nachrichten vom 16.9.86
Hörzu vom 5.9.86
- Institut für Energie- und Umweltforschung Heidelberg e.V., IFEU-Bericht Nr. 43, Mai
1986: Die Folgen von Tschernobyl (Eine allgemeine Einführung in die Problematik
der Radioaktivität)
- test Nr. 7—9, Zeitschrift der Stiftung Warentest: Serie Strahlenbelastung
- Michael Heinrich/Andreas Schmidt: Der Atom-Atlas; Wilhelm Heyne Verlag München
1986, Reihe: Heyne Report Nr. 10/24
- Heinz-Jörg Haury/Christian Ullmann: Leben nach Tschernobyl; List-Verlag 1986

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Südwestdeutsche Pilzrundschau](#)

Jahr/Year: 1987

Band/Volume: [23_1_1987](#)

Autor(en)/Author(s): Lieske Reinhard

Artikel/Article: [Radioaktivität in Pilzen aus Baden-Württemberg 12-17](#)