

# Radioaktivität in Pilzen der Region Basel (Nordwestschweiz)

Autor(en): **Schön, Stephan**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Mitteilungen der Naturforschenden Gesellschaften beider Basel**

Band (Jahr): **10 (2007)**

PDF erstellt am: **07.07.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-676748>

## **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.

Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.

Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

## **Haftungsausschluss**

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

# Radioaktivität in Pilzen der Region Basel (Nordwestschweiz)\*

STEPHAN SCHÖN

## Einleitung

Pilze können Radioaktivität aufnehmen, so auch Caesium<sup>137</sup>, ein radioaktives Metall, das durch den Reaktorunfall vom 26. April 1986 in Tschernobyl (Russland) freigesetzt wurde. Nach Schwantes (1996) nehmen die Pilze die Nahrung mit Hilfe fadenförmiger Zellen, den so genannten Hyphen, auf. Die Gesamtheit der Hyphen entspricht dem ungeschlechtlichen Mycel. Es ist in der Lage, auch festes Substrat wie Horn und Holz zu durchwachsen und mit Hilfe von Enzymen, die die Pilze ausscheiden, hochmolekulare Zusammensetzungen zu spalten und aufzunehmen. Nach Riond (2004) ist dies der Grund, weshalb die Pilze das Caesium vermehrt aufnehmen, denn das Caesium lagert sich stark an Bodenpartikel an, welche vom Pilzmycel gespalten und aufgenommen werden können. Durch den Reaktorunfall in Tschernobyl gelangten vor allem leichtflüchtige Radionuklide wie das Caesium<sup>137</sup> bis in die Schweiz und lagerten sich auf Böden und Pflanzen ab. Gemäss dem Bundesamt für Strahlenschutz (2006) ist die Belastung von Böden mit Caesium<sup>137</sup> in Süddeutschland vergleichsweise hoch.

Bis 1996 wurde in den Pilzen, vor allem in den Röhrlingen, noch kein eindeutiger Rückgang der Aktivität beobachtet (Riond, 2004). Interessant ist deshalb auch die Untersuchung der Röhrlinge beispielsweise im Vergleich mit Lamellenpilzen.

Nicht nur der Toleranzwert von 600 Bq/kg Frischgewicht, sondern auch der Grenzwert der Fremd- und Inhaltsstoffverordnung (1250 Bq/kg) wurde bei gewissen Pilzarten aus dem Tessin (Schweiz) überschritten. Bei einem Erwachsenen, der wöchentlich 200 g Pilze mit 600 Bq/kg

Caesium<sup>137</sup> aufnimmt, beträgt die zusätzliche Dosis 0.09 mSv pro Jahr. Der Grenzwert beträgt für beruflich strahlenexponierte Personen 50 mSv pro Jahr. Gemäss Harms (2004) sind bei einer zusätzlichen Äquivalentdosis von 10 mSv bei einer Million Menschen im Laufe der Jahre etwa 130 zusätzliche Krebserkrankungen zu erwarten.

Riond (2004) erwähnt auch, dass die Bodenbelegung mit künstlichen Radionukliden regionale Unterschiede zeigt und verweist auf den Jahresbericht 2003 des BAG (Bundesamt für Gesundheit, CH). Es können auch andere Pflanzen wie Bäume und Sträucher Radionuklide aufnehmen. Somit sollten Pilze, die auf Holzstümpfen wachsen, auch radioaktiv sein.

In der Region Basel (NW-Schweiz) wurde die Radioaktivität von Pilzen, die grösstenteils vom Tschernobyl-Unfall stammt, bisher nicht untersucht. Daher war das Ziel der Maturarbeit, herauszufinden, wie stark die Nachwirkungen des Reaktorunfalls in Tschernobyl vor knapp 20 Jahren immer noch auf die Bevölkerung im Raume Basel einwirken, dies auch unter dem Hintergrund, dass Caesium<sup>137</sup> eine Halbwertszeit von ungefähr 30 Jahren hat. Die zentrale Fragestellung aufgrund bewiesener regionaler Unterschiede ist: Beeinflussen Umweltfaktoren die Aufnahme von Caesium<sup>137</sup> durch Pilze in der Umgebung Basel?

Es wurde die Belastung an radioaktiven Caesium<sup>137</sup>-Isotopen in Pilzen gemessen und es wurden folgende Vergleiche angestellt:

- Gibt es radioaktive Pilze in Pfeffingen (bei Basel)?
- Wie gross ist die Streuung der Messwerte über einen Umkreis von ungefähr 10 m? (Diese Fragestellung wurde zum Zweck

\* Zusammenfassung der Maturarbeit am Gymnasium Münchenstein (Basel-Landschaft, 2005)

der Aufklärung der regionalen Zuverlässigkeit einzelner Messergebnisse ausgearbeitet.)

- Ist die Radioaktivität bei Lamellen- und Röhrenpilzen gleich?
- Ist die Radioaktivität bei Mykorrhizapilzen, welche in Symbiose mit Pflanzen leben, und sich von totem Material ernährenden Saprophyten gleich?
- Der für die Untersuchung wesentliche Unterschied dieser beiden Ernährungstypen ist, dass die Mykorrhizapilze direkt auf dem Boden wachsen und die verwendeten Saprophyten an einem Baum oder auf totem Holz leben (Schwantes 1996). Nach der Annahme, dass die Pilze das Caesium über ihre Nahrung, also aus dem Boden aufnehmen, müssten die Saprophyten wesentlich weniger Caesium enthalten, da das Caesium ja im Erdreich vorkommt, wo wiederum die Hyphen der Mykorrhizapilze wurzeln.
- Ist die Radioaktivität von Pilzen aus dem Schwarzwald (bei Laufenburg) und Pilzen vom Eichberg in Pfeffingen gleich?
- Hängt die Radioaktivität vom Mikrostandort ab?

## Material und Methoden

### *Standorte*

Alle Pilze wurden in der Umgebung von Basel gesammelt. Als Standorte wurden ein Südhang im Schwarzwald bei Laufenburg (Landkreis Waldshut, Deutschland), und ein Westhang in Pfeffingen (Kanton Basel-Landschaft, Schweiz), gewählt. Ausführliche Angaben zu Fauna und Umgebungsbedingungen wurden nicht erhoben.

### *Probenbearbeitung*

Nach erfolgreichem Suchen wurden die Pilze im Backofen getrocknet und einzeln verpackt an einem trockenen Ort gelagert. Das Sammeln der Pilze dauerte von Ende September bis Ende November 2004, da zu diesem Zeitpunkt der Bodenfrost einsetzte und die Wachstumsphasen der

meisten Pilze vorbei war. Die Pilzstücke wurden vor der Messung, mit dem Mörser zerkleinert, und in separate Plastikfläschchen abgefüllt. Die Trockenmasse einer Messung betrug von 1.80 g für einen sehr kleinen Fichtenreizker bis zu 7.17 g für ein grosses Exemplar derselben Art. Es wurde auf eine möglichst gleichmässige Verteilung der gemörserten Stückchen im Behälter geachtet.

### *Messung*

Danach wurden die gesammelten Pilze im Institut für Physik der Universität Basel mit Hilfe eines HPGe-Detektors (**high-purity Germanium-Detektor**) energiespezifisch auf Spuren des radioaktiven Metalls Caesium<sup>137</sup> untersucht.

Das Photon des radioaktiven Materials trifft den Halbleiterdetektor, der in diesem Fall aus Germanium besteht. Der Detektor steht unter einer Hochspannung von 1.6 kV. Durch den Einschlag des Photons entsteht ein messbarer Spannungsimpuls, der bei einer Pilzprobe beispielsweise eindeutig dem Caesium<sup>137</sup> zugeordnet werden kann (Knoll 1989).

Für die Arbeit wurde auch der Reaktor des Instituts für Physik der Universität Basel benötigt, um einen Stoff (Mangansulfat  $\text{MnSO}_4$ ) radioaktiv zu machen. Dieser Stoff wurde für die in der Einleitung erwähnten Messungen zum Setup verwendet.

Das Material und die Methoden wurden mit Dr. PD Jürg Jourdan und dem Doktoranden Giuseppe Testa am Institut für Physik in Basel erarbeitet und besprochen.

Zuerst wurde anhand von Voruntersuchungen klargemacht, ob das Caesium<sup>137</sup> in den Pilzen im Pfeffinger Wald überhaupt festzustellen ist. Dies konnte direkt am Bildschirm des Detektors in-nerter kurzer Zeit dargelegt werden. Des Weiteren musste untersucht werden, ob gleichartige Pilze im Umkreis von circa 10 Metern eine vergleichbare Radioaktivität besitzen. Beim Sammeln musste versucht werden, diese eventuell ungünstigen Ergebnisse zu berücksichtigen. Deshalb wurde sehr breit, aber gezielt gesammelt, um dann im Winter nach Abschluss der Messungen zum Setup für alle Ergebnisse gerüstet zu sein.

## Untersuchungsergebnisse

Nach wenigen Minuten konnte am Bildschirm der Messvorrichtung deutlich ein Caesium<sup>137</sup>-Peak festgestellt werden: Es hat in Pfeffingen radioaktive Pilze. Die Messwerte erreichten bei einem Fichtenreizker aus Pfeffingen den Spitzenwert von 14 899 Bq/kg Trockenmasse (Tab. 1). Dies entspricht einem Wert von etwa 1 490 Bq/kg Frischmasse und übersteigt den EU-Grenzwert um 890 Bq/kg.

Bei gleichartigen Pilzen in einem Umkreis von etwa 10 m wurden Werte von 990 Bq/kg bis 2453 Bq/kg bei den Riesenrötlingen und 8.98 Bq/kg bis 740 Bq/kg bei den Fichtenreizkern festgestellt (Tab. 1, mit \* markierten Messungen). Die Streuung ist also erstaunlich gross ausgefallen. Durch dieses Ergebnis mussten alle Messwerte relativiert werden. Die weiteren Resultate müssten also in einer grösser angelegten Studie bestätigt werden. Allerdings können trotzdem gewisse Tendenzen erkannt werden:

Der Vergleich zwischen Lamellen- und Röhrenpilze konnte die Annahme nicht bestätigen, dass Röhrenpilze im Allgemeinen höher mit Caesium<sup>137</sup> belastet sind als Lamellenpilze. Für die Röhrenpilze wurden Werte zwischen 68.5 Bq/kg und 2542 Bq/kg, für die Lamellenpilze zwischen 15.3 Bq/kg und 2453 Bq/kg gemessen (Tab. 1).

Es konnte deutlich festgestellt werden, dass die Saprophyten wesentlich weniger radioaktiv sind, weil sie weniger Caesium eingelagert haben. Die Mykorrhizapilze haben durch ihre Hyphen über das Zehnfache an Caesium eingelagert (Tab. 1).

Drei von vier Standort-Vergleichen zweier gleichartiger Pilze entsprachen der Vermutung, dass im Schwarzwald mehr Caesium im Boden und somit auch in Pilzen vorhanden ist. Vor allem die Birkenpilze sind im Schwarzwald um das 10-fache stärker belastet als in Pfeffingen (Tab. 1). Das Resultat entspricht also der Vermutung.

Durch eine grosse Streuung der Messwerte einzelner gleichartiger Pilze an einem Standort im Umkreis von circa 10 Metern konnte festgestellt werden, dass der Mikrostandort einen

grossen Einfluss auf die Radioaktivität eines Pilzes hat. Leider war es aufgrund der fortgeschrittenen Jahreszeit nicht mehr möglich, anhand von Pilzen die Faktoren des Mikrostandortes zu untersuchen, welche die Aufnahme von radioaktivem Caesium<sup>137</sup> beeinflussen.

## Diskussion und Ausblick

Die Umweltfaktoren im Mikroklima haben einen grösseren Einfluss auf die Radioaktivität eines einzelnen Pilzes, als angenommen wurde. Die gesammelten Pilze hätten genauer dokumentiert werden müssen, damit der Mikrostandort ebenfalls hätte untersucht werden können. Für die Untersuchung der Streuung wären genauere Angaben zu Fauna, Exposition und Substrat hilfreich gewesen. Informationen wie beispielsweise die Zusammensetzung des Substrates, Feuchtigkeitsunterschiede, aber auch kleine Kuppen oder Senken könnten nach René Sollberger (Geographie- und Biologielehrer am Gymnasium Münchenstein, BL; persönliche Mitteilung) eine wichtige Rolle spielen. Eine Möglichkeit wäre, zu jeder Pilzprobe eine Bodenprobe zu nehmen und das Substrat im Umkreis eines Pilzes zu untersuchen. Zudem wird vermutet, dass mit zunehmendem Alter eines einzelnen Pilzes eine Art Filterwirkung eintritt, sodass sich das Caesium durch die kontinuierliche Verdunstung von Wasser über die Nährstoffaufnahme im Fruchtkörper des Pilzes anreichert. In einer folgenden Studie wäre es sehr sinnvoll, der Fragestellung, wie stark Faktoren des Mikrostandortes die Radioaktivität von Pilzen beeinflussen, nachzugehen.

Alle Vergleiche müssten durch einzelne Studien mit wesentlich grösserem Umfang bestätigt werden.

Auf der Website des Umweltinstitutes in München (DE) ([www.umweltinstitut.org](http://www.umweltinstitut.org)) sind diverse Studien zum Thema Strahlenbelastung aufgeführt. Das Institut führt laufend Messungen mit Pilzproben aus weiten Teilen Europas durch. Werte von über 600 Bq/kg sind keine Seltenheit. Aber auch diese Werte zeigen, dass Pilzarten mit überwiegend hohen Werten wie Maronenröhrlinge und Steinpilze auch niedrigere Werte haben können.

| Art                      | Lamellen-/<br>Röhrenpilz etc.          | Fundort  | Lebensweise                            | Aktivität<br>in Bq/kg<br>(trocken) | Masse (g)  |
|--------------------------|--|--|--|------------------------------------|------------|
| Fichtenreizker (gross)   | Sprödblätfler<br>(Lamellen), Milchling | Pfeffingen, Eichberg, Westhang                                   | am Boden in Symbiose<br>mit der Fichte | 14 899                             | 7.17 ±0.01 |
| Maronenröhrling 1+2      | Röhrenpilz                             | Schwarzwald bei Laufenburg,<br>Südhang                           | am Boden                               | 2542                               | 4.40 ±0.01 |
| Riesenrötling (3) gross  | Lamellenpilz                           | Pfeffingen, Eichberg, Westhang,<br>(1) – (3) im Umkreis von 10 m | auf Lehm- oder Kalkböden               | 2453*                              | 6.22±0.01  |
| Riesenrötling (2) klein  | Lamellenpilz                           | Pfeffingen, Eichberg, Westhang,<br>(1) – (3) im Umkreis von 10 m | auf Lehm- oder Kalkböden               | 1056*                              | 2.69±0.01  |
| Riesenrötling (1) klein  | Lamellenpilz                           | Pfeffingen, Eichberg, Westhang,<br>(1) – (3) im Umkreis von 10 m | auf Lehm- oder Kalkböden               | 990*                               | 2.33±0.01  |
| Birkenpilz (1)           | Röhrenpilz                             | Schwarzwald bei Laufenburg,<br>Südhang                           | am Boden in Symbiose<br>mit der Birke  | 933                                | 3.49±0.01  |
| Birkenpilz (2)           | Röhrenpilz                             | Schwarzwald bei Laufenburg,<br>Südhang                           | am Boden in Symbiose<br>mit der Birke  | 841                                | 5.52±0.01  |
| Fichtenreizker (4) klein | Sprödblätfler<br>(Lamellen), Milchling | Pfeffingen, Eichberg, Westhang<br>(1) – (4)                      | am Boden in Symbiose<br>mit der Fichte | 740*                               | 2.78±0.01  |
| Fichtenreizker (gross)   | Sprödblätfler<br>(Lamellen), Milchling | Schwarzwald bei Laufenburg,<br>Südhang                           | am Boden in Symbiose<br>mit der Fichte | 540                                | 5.69±0.01  |
| Fichtenreizker (1) klein | Sprödblätfler<br>(Lamellen), Milchling | Pfeffingen, Eichberg, Westhang<br>(1) – (4)                      | am Boden in Symbiose<br>mit der Fichte | 308*                               | 2.24±0.01  |
| Fichtenreizker (klein)   | Sprödblätfler<br>(Lamellen), Milchling | Schwarzwald bei Laufenburg,<br>Südhang                           | am Boden in Symbiose<br>mit der Fichte | 264                                | 1.80±0.01  |
| Birkenpilz (2)           | Röhrenpilz                             | Pfeffingen, Eichberg (Birken-<br>wald), Westhang, Umkr. 10 m     | am Boden in Symbiose<br>mit der Birke  | 161                                | 4.72±0.01  |
| Grünbl. Schwefelkopf (2) | Lamellenpilz                           | Schwarzwald bei Laufenburg,<br>Südhang                           | auf totem Holz                         | 147                                | 3.69±0.01  |
| Birkenpilz (1)           | Röhrenpilz                             | Pfeffingen, Eichberg (Birken-<br>wald), Westhang, Umkr. 10 m     | am Boden in Symbiose<br>mit der Birke  | 68.5                               | 6.24±0.01  |

| Art                                     | Lamellen-/Röhrenpilz etc.          | Fundort                                      | Lebensweise                         | Aktivität in Bq/kg (trocken) | Masse (g) |
|---|------------------------------------|--|-------------------------------------|------------------------------|-----------|
| Birnenstäublinge (kleine)               | Bauchpilz                          | Pfeffingen, Eichberg, Westhang, Waldlichtung | auf totem Holz                      | 66.1                         | 1.95±0.01 |
| Birnenstäubling (Spp. weiss-beige)      | Bauchpilz                          | Schwarzwald bei Laufenburg, Südhang          | auf totem Holz                      | 26.9                         | 2.62±0.01 |
| Grünbl. Schwefelkopf 1+3                | Lamellenpilz                       | Pfeffingen, Eichberg, Westhang, Waldlichtung | auf totem Holz                      | 15.3                         | 2.33±0.01 |
| Fichtenreizker (2) eher klein           | Sprödblätler (Lamellen), Milchling | Pfeffingen, Eichberg, Westhang (1) – (4)     | am Boden in Symbiose mit der Fichte | 14.9*                        | 3.47±0.01 |
| Birnenstäubling (Spp. Kopf: grün-braun) | Bauchpilz                          | Schwarzwald bei Laufenburg, Südhang          | auf totem Holz                      | 12.9                         | 2.78±0.01 |
| Fichtenreizker (3) gross                | Sprödblätler (Lamellen), Milchling | Pfeffingen, Eichberg, Westhang (1) – (4)     | am Boden in Symbiose mit der Fichte | 8.98*                        | 7.04±0.01 |

**Tab. 1:** Alle in dieser Tabelle aufgeführten Pilze wurden vom Autor gesammelt und auf deren Aktivität untersucht. Grenzwert EU: 600 Bq/kg Frischmasse, Trockenmasse um Faktor 10 geringer (Mitteilung per E-Mail Karin Wurzbacher).

Auf [www.environmental-studies.de](http://www.environmental-studies.de) können ebenfalls Messergebnisse eingesehen werden. Hirschtrüffel aus dem Jahr 2000 erreichten in Ostbayern sogar bis zu etwa 35 000 Bq/kg. Aber auch hier wird am Beispiel des auf dem Holz wachsenden Hallimasch gezeigt, dass in sehr stark belasteten Gebieten Werte mit «nur» etwa 40 Bq/kg möglich sind.

### Dank

An dieser Stelle möchte ich mich bei Herrn PD Dr. Jürg Jourdan und seinem Doktoranden Giuseppe Testa für die Gelegenheit bedanken, dass ich meine Maturarbeit im Institut für Physik der Universität Basel durchführen konnte. Ich möchte mich ebenfalls bei Frau Karin Wurzbacher vom Umweltinstitut in München für das prompte und kompetente Beantworten meiner E-Mails und bei Herrn René Sollberger für seine Unterstützung bedanken.

### Literatur

- Bundesamt für Gesundheit (2004): Jahresbericht 2003 der Abteilung Strahlenschutz. Bern, 16 S.
- Bundesamt für Strahlenschutz (2006): Radioaktive Kontamination von Speisepilzen. Robert Koch Institut, Umweltmedizinischer Informationsdienst, Berlin, 42 S.
- Harms, V. (2004): Physik für Mediziner und Pharmazeuten. Harms Verlag, Lindhöft, 304 S.
- Knoll, G.F. (1989): Radiation Detection and Measurement. Second Edition. John Wiley & Sons, New York, Chichester, Brisbane, Toronto, Singapore, 754 S.
- Riond, J.-L. (2004): Kontamination der Nahrungskette mit Cäsium-137 und Strontium-90 in der Schweiz. Schweiz. Arch. Tierheilkunde 146: 547–554.
- Schwantes, H.O. (1996): Biologie der Pilze. Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart, 478 S.

*Stephan Schön*  
*Alemannenweg 12*  
*CH-4148 Pfeffingen*  
*stephan.sch@gmx.ch*