

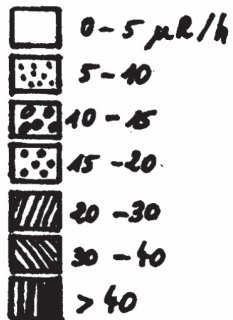
NATURWISSENSCHAFTLICHE SAMMLUNGEN

# KREMSMÜNSTER

NR. 23

MÄRZ 1991

BERICHTE DES  
**ANSELM  
DESING**  
VEREINS



Die Radioaktivität über dem Boden

Dosisleistung über dem natürlichen

Hintergrund (5 - 17  $\mu\text{R/h}$ )

Daten von Mitte bis Ende August 1986

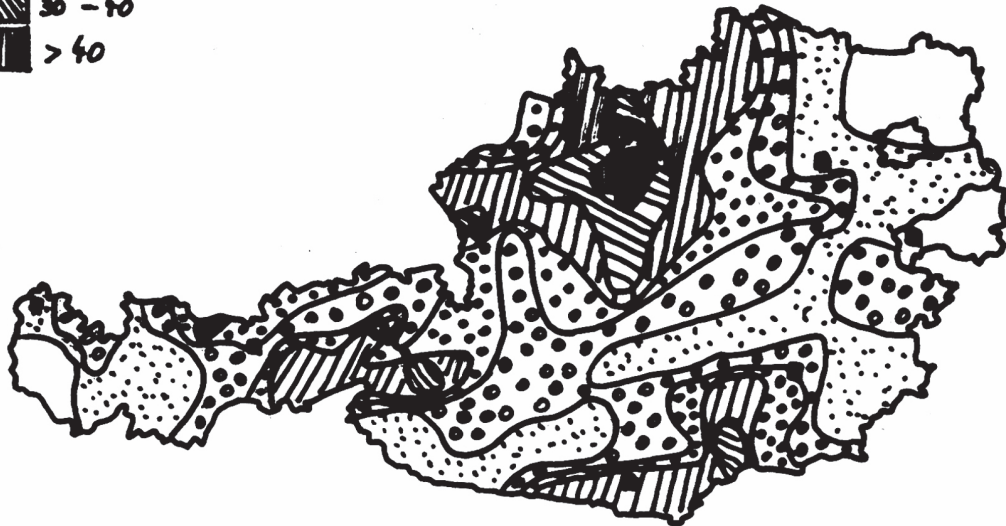


Abb. 1: Strahlenbelastung in Österreich durch Tschernobyl.

## RADIOAKTIVITÄT BEI PILZEN

Vortrag für das Stiftsgymnasium  
Kremsmünster am 25. Oktober 1990

von F. A. SILBER\*

### Einleitung.

Mit der technischen Verwertung der von Otto Hahn und Friedrich Straßmann im Jahre 1938 entdeckten Kernspaltung von Uran in Form von Atombomben und Kernkraftwerken, sind künstliche, also in der Natur ursprünglich nicht vorhandene, radioaktive Substanzen in unsere Umwelt gelangt.

Radioaktiv bedeutet, daß diese Stoffe eine ionisierende Strahlung abgeben. Bei uns ist dies besonders als Folge der Reaktorkatastrophe am 26. April 1986 in Tschernobyl (UdSSR) eingetreten. Auch vorher war die radioaktive Belastung als Auswirkung der oberirdischen Atombombenversuche von 1956 bis 1978 vorhanden, ist aber in der Öffentlichkeit nicht in dem selben Maße beachtet worden.

Die Strahlenbelastung als Folge der Atombombenversuche dürfte ziemlich gleichmäßig über die Erde verteilt sein, während die

Belastung durch den Reaktorunfall in Tschernobyl sehr inhomogen – auch innerhalb Österreichs, je nach vorherrschender Wetterlage verteilt wurde.

Abb. 1 zeigt diese Verteilung. Man sieht, daß der Raum um Linz die höchsten Werte innerhalb Österreichs aufgewiesen hat. Angegeben sind im Bild die gemessene Dosisleistung in  $\mu\text{r/h}$ . Wir werden uns mit diesem Begriff noch etwas beschäftigen.

### Kapitel 1: Grundbegriffe der Radioaktivität und Kernspaltung.

Wenn man sich in irgend einer Weise mit radioaktiven Substanzen als Quelle ionisierender Strahlung beschäftigt, so muß man einige Begriffe und Meßgrößen kennen. Ionisierend heißt, daß die Strahlung ein elektrisch neutrales Atom in ein geladenes Ion umwandeln kann. Ionen sind elektrisch geladene Atome oder Moleküle.

Man unterscheidet die Strahlung nach Art und Energie. Für uns ist die  $\beta$ - und  $\gamma$ -Strahlung von Interesse. Die Energie wird in Elektronenvolt (eV) oder MeV angegeben.

Die **Aktivität** einer Strahlenquelle, das ist die Anzahl der Zerfälle in der Zeiteinheit, wird in Curie (Ci) oder Becquerel (Bq) gemessen:

1 Ci =  $3,7 \times 10^{10}$  Zerfälle/sec.

1 nCi = 37 Zerfälle/sec.

1 Bq = 1 Zerfall/sec.

1 nCi = 37 Bq.

Die Halbwertszeit (HWZ) eines Radioisotopes ist jene Zeit, in der die Hälfte der ursprünglich vorhandenen instabilen Atomkerne zerfallen sind.

Wirksam in einem Medium ist jener Teil der Strahlung, der vom Medium absorbiert wird; er wird als Dosis bezeichnet. Die **Dosis** wurde früher als Ionendosis in Röntgen (r) gemessen, später in rad (radiation absorbed dose) und rem (radiation equivalent men), heute in Gray und Sievert.

**Abb. 1.1:** Meßgrößen für Dosis und Dosisleistung.

DOSIS	
<b>Ionendosis:</b>	1 Röntgen (R) ist jene Strahlenmenge, die in 1 cm <sup>3</sup> Luft bei Normalbed. $2,1 \times 10^{19}$ Ionenpaare erzeugt.
<b>Energiedosis:</b>	1 rad ist jene Dosis, die 1g eines beliebigen Stoffes die Energie von 1erg zuführt. 1 Gray = 1 J/kg 1 Gy = 100 rad
<b>Äquivalentdosis:</b>	Energiedosis x Qualitätsfaktor Für Beta- und Gammastrahlung ist Q = 1. 1rem = 1rad x Q 1 Sievert = 1Gray x Q 1 Sv = 100 rem
<b>Dosisleistung:</b>	Ist die Dosis in der Zeiteinheit.

Wie entstehen nun diese radioaktiven, also strahlenden Isotope, die uns heute soviel Kopfzerbrechen bereiten?

Als spaltbare Kerne finden vor allem Uran - 235 und Plutonium - 239 Anwendung. Bei der Spaltung entstehen überwiegend 2 etwas unterschiedlich schwere Kerne und 2 Neutronen, die die Kettenreaktion aufrecht erhalten. Die Art und der Anteil der gebildeten Isotope hängt davon ab, ob es sich um eine spontane Spaltung bei einer Kernwaffenexplosion oder um einen gesteuerten Vorgang im Reaktor handelt, und ist dabei auch wieder vom Reaktortyp und seiner Fahrweise abhängig.

In Tschernobyl betrug das anfängliche Verhältnis von Cs-134 zu Cs-137 1 : 2, der Anteil des Sr-90 etwa 2% des Cäsiums.

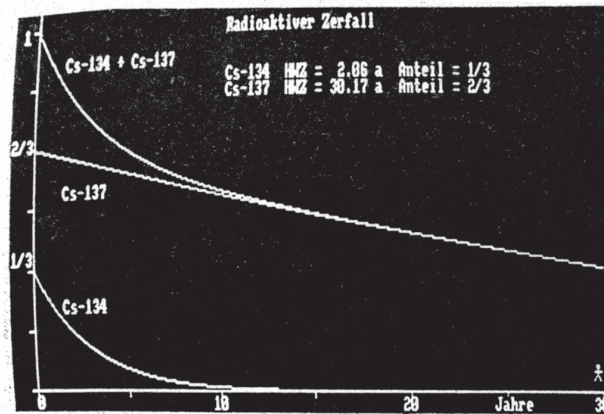
## Kapitel 2: Die Radioisotope Cs-134 und Cs-137.

Nach der kleinen Erinnerung in die physikalischen Grundlagen der Radioaktivität und Kernspaltung wenden wir uns nun der radioaktiven Belastung der Pilze zu.

In den Pilzen beobachtet man vor allem die Aufnahme der Radioisotope Cs-134 und Cs-137. Das Cäsium ist ein Alkalimetall und hat ähnliche chemische Eigenschaften wie das Kalium. Es kommt in der Natur relativ selten in einigen Mineralien vor. Es kann das Kalium in Pflanzen ersetzen, wo Kaliummangel herrscht. Das gilt in vielen unserer Wälder. Es ersetzt aber auch das Kalium in den Muskelgeweben von Tier und Mensch. Die biologische Halbwertszeit beträgt etwa 70 Tage. Es ist damit wesentlich ungefährlicher als des dem Calcium verwandte Strontium, das fest an dessen Stelle in die Knochen eingebaut werden kann.

In der Abb. 2 ist die Zerfallskurve der beiden Cs-Isotope dargestellt. Man sieht, daß aufgrund der kürzeren HWZ des Cs-134 in den ersten Jahren eine raschere Abnahme der Aktivität erfolgt, dann aber nur mehr eine sehr langsame aufgrund der langen HWZ des Cs-137.

Abb. 2: Zerfallskurve von Cs-134 und Cs-137.



Die aufgenommenen Mengen an Radioisotopen hängen hauptsächlich von zwei Größen ab:

1. Vom Gehalt des Substrates an Radioisotopen
2. Vom Transferfaktor (Konzentrationsfaktor); das ist jene Verhältniszahl, die angibt, wieviel vom Pilz (oder Pflanze und Nahrungsmittel) aus dem Substrat aufgenommen wird. Dabei zeigt sich, daß dieser Faktor bei Pilzarten sehr unterschiedlich ist und wesentlich höher als bei den Pflanzen sein kann.

### Kapitel 3: Das Cäsium im Boden.

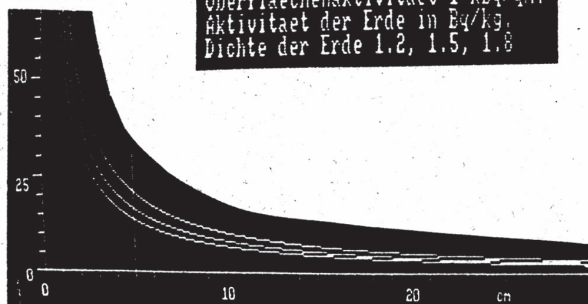
Für die Ermittlung des Transferfaktors ist eine genaue Bestimmung des Gehaltes an Radio

Cäsium erforderlich. Er wird an getrockneter Erde gemessen und in nCi/kg oder Bq/kg angegeben. Die Bestimmung ist aufwendig, und es stehen nur relativ wenige Werte zur Verfügung.

Häufiger findet man Angaben über die radioaktive Belastung der Oberfläche im Anschluß an Tschernobyl, angegeben in nCi/m<sup>2</sup> oder kBq/m<sup>2</sup>. Man kann dann aus diesen Werten in grober Näherung auf die Bodenbelastung schließen.

Am schwierigsten ist die Abschätzung der Eindringtiefe, die insbesondere bei geringer Tiefe sehr stark in das Ergebnis eingeht. Geringer ist der Einfluß der Bodendichte (kg/dm<sup>3</sup>).

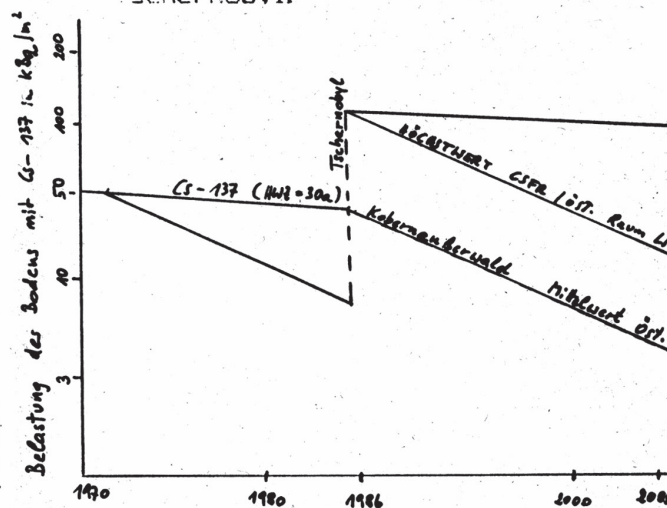
In Abb. 3.1. sind diese Verhältnisse bei einer vorgegebenen Oberflächenbelastung von 1 kBq/m<sup>2</sup> dargestellt:



Mit zunehmender Eindringtiefe nimmt die Belastung erheblich ab. Nimmt man an, daß ein Teil der Radiosubstanz ausgeschwemmt wird, mit zunehmender Eindringtiefe eine Verdünnung in dem Bereich eintritt, in dem das Myzel die Radiosubstanz aufnimmt, und dieser Vorgang proportional zur vorhandenen Menge erfolgt, so kann man eine reale HWZ definieren.

Aus Messungen, die vor Tschernobyl an Maronenröhrlingen (*Xerocomus badius*) durchgeführt wurden, kann diese zu 5,6 Jahren berechnet werden. Nach anderer Quelle für Meßwerte aus den Jahren 1966 - 1983 ergibt sich eine reale Halbwertszeit von etwa 8 Jahren.

Abb. 3.2.: Übertragung obigen Wertes auf die Zeit nach Tschernobyl.



Kapitel 4: Der Transferfaktor.

Das artspezifische Aufnahmevermögen eines Pilzes für ein Radioisotop bezeichnet man als Transferfaktor (auch Konzentrationsfaktor). Er ist definiert als das Verhältnis der von 1 kg Pilz aufgenommenen zu der in 1 kg getrocknetem Substrat enthaltenen spezifischen Aktivität.

Man findet in der Literatur sowohl auf das Frischgewicht als auf das Trockengewicht des Pilzes bezogene Werte. Da Pilze immer etwa zu 90% aus Wasser bestehen, ist eine Umrechnung leicht möglich.

Der Transferfaktor ist also keine Konstante. Unter anderem werden folgende Einflüsse vermutet:

- Die mineralische Zusammensetzung des Bodens: Tone (Lehm) binden das Cäsium und machen es weniger verfügbar.

- Der pH-Wert des Bodens: Säuren lösen das Cs und machen es aufnahmebereit für das Myzel.

In den folgenden Bildern\*\* ist immer der Transferfaktor auf das Frischgewicht bezogen. Die Reihung erfolgt nach steigenden Werten:

Agaricus silvaticus  
Craterellus cornucopioides  
Macrolepiota procera  
Armillariella mellea  
Kuehneromyces mutabilis  
Amanita rubescens  
Boletus edulis

Lepista nuda  
Phallus impudicus  
Cantharellus cibarius  
Cantharellus tubaeformis  
Suillus grevillei  
Xerocomus badius  
Xerocomus chrysenteron  
Amanita spissa  
Laccaria laccata  
Hygrophorus eburneus

Wurzelgemüse (0,01 - 0,04)  
Weizen (0,01 - 0,16).

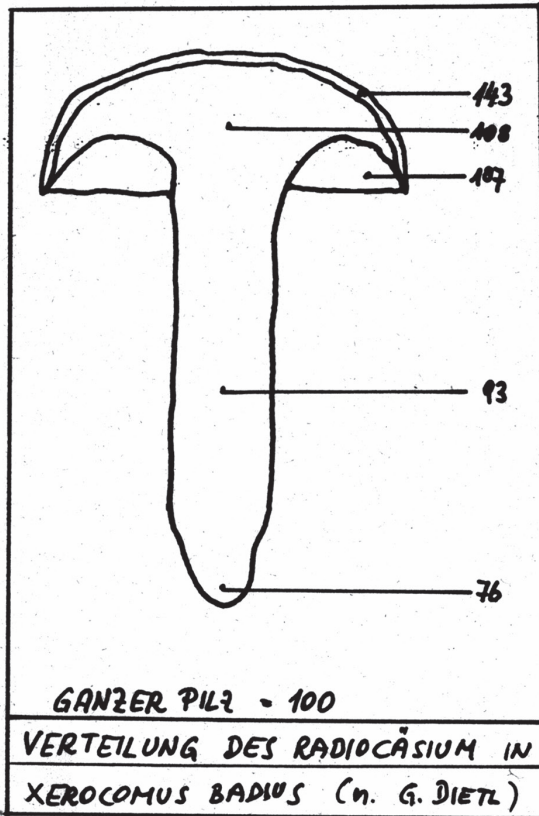
Kapitel 5: Verteilung des Radio-Cs im Pilzfruchtkörper.

Von G. DIETL (Ulm) wurde die Verteilung des Radio-Cs im Pilzfruchtkörper untersucht. Besonders genau erfolgte dies für den Maronenröhrling (Xerocomus badius). Dazu wurde der Pilz in die Fraktionen Huthaut, Hutfleisch, Lamellen, Stiel und Stielbasis unterteilt. Das Ergebnis ist in Abb. 5 dargestellt.

Den höchsten Gehalt weist die Huthaut auf. Wegen ihres geringen Gewichtsanteils beeinflusst sie den Gesamtgehalt des Pilzes aber nur wenig. Nach MOHLZAHN u. Mitarb. wurde das Verhältnis der Aktivität der Huthaut zum ganzen Pilz beim Maronenröhrling bestimmt. Der Verhältniswert beträgt 3,1 - 3,3.

\*\*Bezieht sich auf Dias, die im Vortrag gezeigt wurden.

**Abb. 5:** Verteilung des Radio-Cs in *Xerocomus badius*.



Bei verschiedenen Pilzarten liegt das Verhältnis Hut : Stiel zwischen 1,2 bis 2,8. Der Wert 2,8 wurde beim Hallimasch (*Armillariella mellea*) gefunden. Bei diesem Pilz ißt man zwar nur die Hüte, bei seinem niedrigen Transferfaktor von 0,15 hat dies wenig Einfluß auf die Gesamtmenge an Radio-Cs, es ist auch anzunehmen, daß das Substrat (Holz) wenig davon enthält.

### Kapitel 6: Strahlenbelastung beim Verzehr von Pilzen.

Die natürliche Strahlenbelastung der Menschen in Österreich setzt sich aus einer äußeren und einer inneren Belastung zusammen. Die Belastung weist nach der örtlichen Lage erhebliche Unterschiede auf; wir werden hier mit mittleren Werten rechnen.

Die Summe der natürlichen Strahlenbelastung beträgt im Mittel 180 mrem/Jahr. Dazu kommt eine zivilisatorische Belastung von etwa 60 mrem/Jahr, sodaß man mit etwa 240 mrem/Jahr rechnen kann. Davon beträgt der Anteil an der inneren Strahlenbelastung durch die natürliche Radioaktivität der Nahrungsmittel, etwa durch das Kalium-40 oder Radium und Thorium sowie deren Zerfallsprodukten annähernd 60 mrem/Jahr.

**Abb. 6.1:** Belastung durch die häufig verzehrten Speisepilze Maronenröhrling, Eierschwammerl und Herrenpilz.

**Abb. 6.2:** Vergleich der Belastung durch den Pilzverkehr mit der allgemeinen Belastung.

**STRAHLENBELASTUNG BEIM PILZGENUSS.**  
 MITTLERE STRAHLENBELASTUNG 1986... 37 kBq/m<sup>2</sup>  
 Eindringtiefe (1990)... 5cm, LOCKERE ERDE D=1.5  
 ERGIBT: Cs-134... 43 Bq/kg, Cs-137... 300 Bq/kg

PILZ	XER. BADIUS MARONENR.	BOL. EDULIS HERRENPILZ	C. CIBARIUS EIERSCHWAM.
TRANSFERFAK.	2.53	0.33	1.11
AKTIV. Bq/kg	868	113	381
DOSES mrem/kg	1.28	0.21	0.56
200g Pilz mrem	0.26	0.04	0.11

**AQUIVALENTDOSE BEI INCORPORIRTER STRAHLENQUEL.**  
 ERWACHSENE: Cs-134 18g..... 0.002 mrem  
 Cs-137 18g.... 0.0014 mrem

**Erhöhung der natürlichen Strahlenbelastung durch Verzehr von Pilzen.**

Speisepilz	Menge	Dosis mrem	Erhöhung der mittleren Dosis in % *)
Herrenpilz	10 x 200 g	0.4	0.17
Eierschwammerl	5 x 200 g	0.55	0.23
Maronenröhrling #	1 x 200 g	1.3	0.54

\*) Der Berechnung wird eine mittlere Belastung des Menschen von 240 mrem/Jahr zugrunde gelegt.

#) Maronenröhrling aus den Muhlviertel  
 Bodenbelastung durch Ischernobyl 185 kBq/qm.

Bei inkorporierter, also im Körper aufgenommener Strahlenquelle, beträgt die Äquivalentdosis gemäß der Strahlenschutzverordnung 1972, BGBl.Nr. 47:

Cs-134 ..... 1,96 urem/Bq

Cs-137 ..... 1,13 urem/Bq.



1. Herrenpilz:

Nehmen wir an, wir essen 10 mal im Jahr jeweils 200 g, dann erhöht sich die Belastung um 0,4 mrem/Jahr oder 0,17%.

2. Eierschwammerl:

Davon essen wir 5 mal je 200 g, dann erhöht sich die Dosis um 0,55 mrem/Jahr oder 0,23%.

3. Maronenröhrling:

Bereits vorgewarnt, essen wir diesen Pilz, der aus dem Mühlviertel stammen soll, nur einmal. Wir gehen von einer Flächenbelastung von 185 kBq/m<sup>2</sup> aus. Dann beträgt die Äquivalentdosis 1,3 mrem für 200 g. Die Jahresdosis erhöht sich somit um 0,54%.

Noch ein Beispiel:

Bei einem Flug in 10.000 msm bewirkt die Höhenstrahlung eine Dosisleistung von 0,5 mrem/h! Umgerechnet entsprechen daher den/der:

10 Mahlzeiten Herrenpilz (2 kg/a) ->  
48 Flugminuten  
5 Mahlzeiten Eierschwammerl (1 kg/a) -> 66 Flugminuten  
1 Mahlzeit Maronenröhrling (0,2 kg/a) -> 156 Flugminuten.

Es bleibt jedem überlassen, seine Schlüsse daraus zu ziehen. Dem Einen wird jedes Millirem ein Millirem zuviel sein; der Andere sagt sich vielleicht, was ist schon ein halbes Prozent.

**\*Anschrift des Autors:**

Dipl.Ing. Alfred SILBER  
Kuefsteinerstraße 5  
A - 4020 Linz/Donau.

## TERMINE

### Freitag, 26. April 1991:

13. Jahreshauptversammlung, 19 Uhr.  
Stiftsschenke.

#### Tagesordnung:

- Begrüßung, Feststellen der  
Beslußfähigkeit
- Berichte (Exkursionen, Vorträge,  
Kassabericht)
- Vorschau (Termine Herbst,  
weiterführende Vorschläge und  
Ideen
- Allfälliges.

### Sonntag, 9. Juni 1991:

Botanische Exkursion mit P. Amand  
ganztägig. Programm in der  
nächsten Nummer der ADV -  
Berichte.

Gesteinspräparation (Schneiden,  
Schleifen, Polieren) sowie Besuch  
eines Kabinettes der Sternwarte  
an Donnerstag - Nachmittagen  
gegen Voranmeldung möglich (Tel.  
07240/8388, Weigerstorfer).

Zu allen Veranstaltungen sind  
auch Gäste herzlich willkommen!

P.b.b. Verlagspostamt 4550 Kremsmünster, Er-  
scheinungsort Kremsmünster. Drucksache.

Eigentümer, Verleger, Herausgeber: Anselm Desing-  
Verein der Sternwarte Kremsmünster. Für den Inhalt  
verantwortlich: Dr. P. Jakob Krinzinger, 4550 Krems-  
münster, Stift. Druck: Eigenverlag. Aufl.: 500 Stück.

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

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Berichte des Anselm Desing Vereins](#)

Jahr/Year: 1991

Band/Volume: [23](#)

Autor(en)/Author(s): diverse

Artikel/Article: [Berichte des Anselm Desing Vereins 23 1-10](#)