

# **RADIONUKLIDE IN WALDÖKOSYSTEMEN**

Friederike STREBL  
Peter BOSSEW  
Karl KIENZL  
Ewald HIESEL

MONOGRAPHIEN  
Band 59

M-059

Wien, 2000

## **Projektleitung**

Karl Kienzl (*Umweltbundesamt*)

## **Autoren**

Friederike Strebl (*Österreichisches Forschungszentrum Seibersdorf*)

Peter Bossew (*Universität Salzburg, Institut für Physik und Biophysik*)

Karl Kienzl, Ewald Hiesel (*Umweltbundesamt*)

mit Beiträgen von Hannes Pohla und Bernhard Schwarzl (*Umweltbundesamt*)

## **Mitarbeit**

Viktor Karg, Manfred Ditto

(*Bundesanstalt f. Lebensmitteluntersuchung u. -forschung, Abt. Strahlenschutz*)

Franz Schönhofer, Claudia Kralik, Katharina Pock

(*Bundesanstalt f. Lebensmitteluntersuchung u. -forschung, Abt. Radiochemie*)

Eberhardt Henrich (*Bundeskanzleramt, Sektion VI*)

Frieda Tataruch (*Forschungsinstitut f. Wildtierkunde und Ökologie*)

Martin Gerzabek (*Österreichisches Forschungszentrum Seibersdorf*)

## **Probenmanagement UBA**

Ewald Hiesel (*Umweltbundesamt*)

## **Lektorat**

Ewald Hiesel (*Umweltbundesamt*)

Friederike Strebl (*Österreichisches Forschungszentrum Seibersdorf*)

## **Karten: Originale**

© BEV – 2000, Vervielfältigt mit Genehmigung des BEV – Bundesamtes für Eich- und Vermessungswesen in Wien, Zl. 1383/2000

## **Kartenbearbeitung**

Karl Christian Petz (*Umweltbundesamt*)

## **Satz/Layout/Abbildungs- und Tabellennachbearbeitung**

Manuela Kaitna (*Umweltbundesamt*)

## **Titelbild**

Streusammler im Kobernaußer Wald/OÖ (*Photo: Ewald Hiesel*)

## **Internetzugang für Einzeldaten:**

<http://www.ubavie.gv.at/umweltsituation/radio/waldoeko/intro.htm>

Bestellung der kostenlosen Diskette der Einzeldaten:

Umweltbundesamt GmbH., Tel. 01/31304-3720 (Robert Schuh)

## **Danksagung**

An dieser Stelle sei der Habsburg-Lothringen'schen Forstverwaltung in Gutenbrunn sowie den Österreichischen Bundesforsten, Forstverwaltung Mattighofen und Forsthaus Frauschereck für die Erlaubnis zur Durchführung der Probenahmen sehr herzlich gedankt. Besonderer Dank gilt den Revierförstern und Jägern, die die Beprobung des Wildbrets durchgeführt haben.

## **Impressum**

Medieninhaber und Herausgeber: Umweltbundesamt GmbH (Federal Environment Agency Ltd)  
Spittelauer Lände 5, A-1090 Wien (Vienna), Austria

Druck: Riegelnik, 1080 Wien

© Umweltbundesamt GmbH, Wien 2000  
Alle Rechte vorbehalten (all rights reserved)  
ISBN 3-85457-239-5

## INHALT

	Seite
<b>KURZFASSUNG</b> .....	5
<b>ABSTRACT</b> .....	6
<b>1 EINLEITUNG</b> .....	7
1.1 <b>Besonderheiten von Waldökosystemen</b> .....	7
1.2 <b>Eintrag und zeitliche Dynamik des Verhaltens von Radionukliden in Waldökosystemen</b> .....	9
1.3 <b>Cäsium-Kreislauf in Waldökosystemen</b> .....	9
<b>2 MESSPROGRAMM ZUM VERHALTEN VON RADIONUKLIDEN IN NATURNAHEN ÖKOSYSTEMEN</b> .....	12
2.1 <b>Material und Methoden</b> .....	12
2.1.1 Standortbeschreibung der Hauptuntersuchungsgebiete .....	12
2.1.1.1 Weinsberger Wald .....	12
2.1.1.2 Kobernaußer Wald .....	13
2.1.1.3 Dunkelsteiner Wald .....	14
2.1.2 Probenahmen und Probenaufbereitung .....	14
2.1.3 Gammaskontrometrische Messungen .....	20
2.1.4 Berechnungen .....	20
2.1.5 Information zum Aufbau der Excel-Tabellen im Internet .....	21
2.2 <b>Ergebnisse</b> .....	22
2.2.1 Radiocäsium in Wald- und Wiesenböden .....	22
2.2.1.1 Vertikale Verteilung von Radiocäsium in Bodenprofilen .....	26
2.2.2 Radiocäsium im Bestandesabfall .....	28
2.2.3 Radiocäsium in der Vegetation (incl. Pilze und Flechten) .....	29
2.2.3.1 Fichten .....	29
2.2.3.2 Heidelbeeren .....	30
2.2.3.3 Andere Waldpflanzen .....	32
2.2.3.4 Farne .....	33
2.2.3.5 Moose .....	34
2.2.3.6 Flechten .....	35
2.2.3.7 Radiocäsium in Pilzen .....	37
2.2.4 Radiocäsiumgehalte in Wildtieren .....	39
2.2.5 Radiocäsium in Insekten und Kleinsäugern .....	41
2.2.6 Radiocäsium in Oberflächengewässern .....	42
2.2.7 Transferfaktoren .....	43

<b>3</b>	<b>RADIONUKLIDE IN WALDÖKOSYSTEMEN</b> .....	48
<b>3.1</b>	<b>Verhalten von Radionukliden in naturnahen Ökosystemen – Eine Literaturübersicht</b> .....	48
3.1.1	Boden.....	48
3.1.1.1	Einflußgrößen der Bindung von Cäsium im Boden.....	48
3.1.1.2	Andere Nuklide.....	50
3.1.1.3	Bodenprofile.....	51
3.1.1.4	Homogenität der Cäsiumbelastung.....	52
3.1.2	Radiocäsiumaufnahme in Pflanzen.....	52
3.1.3	Radiocäsiumaufnahme bei Tieren.....	53
3.1.4	Oberflächengewässer.....	54
3.1.5	Radioökologische Modelle.....	55
3.1.5.1	Stationäre Modelle.....	55
3.1.5.2	Dynamische Modelle.....	56
<b>3.2</b>	<b>Radiocäsiumbilanz des Weinsberger Waldes</b> .....	57
3.2.1	Auswahl der berücksichtigten Kompartimente, Aus- und Eintragspfade für Radiocäsium im Gebiet Weinsberger Wald.....	57
3.2.2	Berechnung des Radiocäsiuminventars – Eingangsparemeter (Biomasse, <sup>137</sup> Cs-Gehalte).....	57
3.2.3	Radiocäsiumbilanz für die Situation zwei und zehn Jahre nach Tschernobyl.....	59
3.2.4	Ökologische Halbwertszeiten (Bodenschichten – Vegetation – Rehwild).....	62
<b>4</b>	<b>ZUSAMMENFASSUNG DER ERGEBNISSE UND SCHLUSSFOLGERUNGEN</b> .....	64
<b>5</b>	<b>LITERATURVERZEICHNIS</b> .....	68

## KURZFASSUNG

Der Reaktorunfall von Tschernobyl im Jahr 1986 hat in einigen Gebieten Österreichs hohe Radiocäsium-Depositionen ( $> 50 \text{ kBq m}^{-2}$ ) verursacht. Aus den Kontrollmessungen verschiedener Institute zeigte sich, daß im Gegensatz zu Agrarprodukten in typischen Waldprodukten (Beeren, Wildbret, Pilzen) auch mehrere Jahre nach dem Fallout-Ereignis hohe Radiocäsiumgehalte auftreten können.

Um Ursachen für dieses Verhalten zu finden und zur Ableitung von Input-Parametern für radioökologische Modelle wurde in Zusammenarbeit mehrerer österreichischer Institutionen in drei Waldgebieten ein umfangreiches Monitoring-Programm durchgeführt. Die Ergebnisse dieser und nachfolgender Studien aus dem Weinsberger, Kobernaußner und Dunkelsteiner Wald sind in der vorliegenden Monographie zusammenfassend dargestellt und beinhalten die Ökosystem-Komponenten: Boden, Streufall, Nadelbäume, Heidelbeeren, Pilze, Moose, Farne, Flechten, sonstige Pflanzen, Insekten, Kleinsäuger, Wildtiere und Oberflächengewässer. Besonderes Augenmerk gilt dabei der vertikalen und horizontalen Verteilung von Radiocäsium in Waldböden, der Erfassung aggregierter Transferfaktoren für verschiedene Pflanzen- und Pilzarten, der Quantifizierung verschiedener Aktivitätsflüsse (Streufall, Austrag mit Oberflächengewässern) und der Ableitung ökologischer Halbwertszeiten. Für die Jahre 1988 und 1996 konnte eine Radiocäsiumbilanz des Weinsberger Waldes abgeschätzt werden. Diese Berechnung zeigt, daß der Waldboden die wichtigste Senke für  $^{137}\text{Cs}$  darstellt, in langen Betrachtungszeiträumen aber auch zu einer Kontaminationsquelle für Pflanzen und höhere Glieder der Nahrungskette werden kann. Aufgrund der hohen Biomasse stellen Bäume den wichtigsten „lebenden“ Radiocäsium-Speicher des Ökosystems Wald dar.

Eine auf Basis durchschnittlicher Verzehrsgewohnheiten erstellte Dosisabschätzung durch den Konsum von Wildpilzen, Wildbret oder Beeren aus höher kontaminierten Waldgebieten Österreichs läßt im Jahr 1996 keine nennenswerte Erhöhung ( $< 0,4 \%$ ) der jährlichen Strahlenbelastung erkennen.

## ABSTRACT

Some regions within Austria were highly contaminated ( $> 50 \text{ kBq m}^{-2}$ ) with radiocaesium by the deposition event following the Chernobyl reactor accident in 1986. Monitoring carried out by several Austrian institutions showed that in contrast to agricultural products radiocaesium levels in wild berries, mushrooms and game meat from forest ecosystems remained considerably higher over the years.

To find reasons for this contrasting radioecological behaviour and for the derivation of model input parameters, an extended study about the distribution of  $^{137}\text{Cs}$  within three Austrian forest stands was carried out between 1987 and 1997. Results of this and subsequent studies are summarized and include the following ecosystem compartments: forest soils, litter, trees, bilberry, mushrooms, mosses, ferns, lichen, other vegetation, insects, small mammals, game animals and surface water. Besides the investigation of radioecological behaviour an estimation of pool sizes and transfer rates as well as radioecological residence half times for  $^{137}\text{Cs}$  in different forest species was used to compile a radiocaesium balance for the years 1988 and 1996. Soil proved to be an effective sink for radiocaesium contamination, but in long-term perspective it can act as a source for the contamination of vegetation and higher levels of the food-chain as well. Due to the high standing biomass trees represent the largest „living“ radiocaesium pool within the investigated forest stand.

Dose estimations based on average consume habits gave no significant increase (less than 0.4 %) of the annual average population radiation dose due to the ingestion of forest products from the investigated forest stands.