

See discussions, stats, and author profiles for this publication at: <https://www.researchgate.net/publication/311981991>

30 Jahre nach Tschernobyl: Erfahrungen und Lehren in Österreich

Article · January 2016

CITATIONS

0

READS

138

4 authors:



F. Steger

Austrian Radiation Protection Association

41 PUBLICATIONS 333 CITATIONS

[SEE PROFILE](#)



Alfred Hefner

Seibersdorf Laboratories

19 PUBLICATIONS 161 CITATIONS

[SEE PROFILE](#)



F. J. Maringer

BEV - Federal Office of Metrology and Surveying

124 PUBLICATIONS 571 CITATIONS

[SEE PROFILE](#)



Michael Hajek

International Atomic Energy Agency (IAEA)

72 PUBLICATIONS 731 CITATIONS

[SEE PROFILE](#)

Some of the authors of this publication are also working on these related projects:



Radioecology of the Danube River [View project](#)



Radon in water - Comparison of measurement techniques [View project](#)

30 Jahre nach Tschernobyl: Erfahrungen und Lehren in Österreich

F. Steger¹, A. Hefner^{1,2} und F.J. Maringer^{1,3,4}

¹ Österreichischer Verband für Strahlenschutz,
Postfach 200, 1400 Wien-Vereinte Nationen

² Seibersdorf Labor GmbH,
2444 Seibersdorf

³ Universität für Bodenkultur Wien, Low-Level Counting Laboratory Arsenal,
Faradaygasse 3, 1030 Wien

⁴ Bundesamt für Eich- und Vermessungswesen, Arltgasse 35, 1160 Wien

1. Einleitung

Am 26. April 1986 ereignete sich im sowjetischen Kernkraftwerk Tschernobyl (heutige Ukraine), rund 120 km nördlich von Kiew, einer der bislang folgenschwersten Unfälle in der Geschichte der friedlichen Nutzung der Kernenergie. Im Zuge eines elektrotechnischen Experiments, das nicht zur Betriebsroutine gehörte, verstieß die Betriebsmannschaft gegen zahlreiche Sicherheitsvorschriften. Auch die automatische Reaktorabschaltung wurde außer Betrieb gesetzt. In der Folge einer nuklearen Explosion wurden große Mengen an radioaktiven Stoffen in die Umwelt freigesetzt. Durch ungünstige Luftverfrachtungen gelangten erstmals am Nachmittag des 29. April 1986 radioaktive Stoffe nach Österreich.

Österreich war 1986 eine der am meisten geschädigten Regionen. Rund zwei Prozent der in Tschernobyl emittierten radioaktiven Substanzen wurden in Österreich in äußerst unterschiedlichen regionalen Konzentrationen deponiert. Regen verschärfte die Situation; Oberösterreich war eine der am meisten betroffenen Regionen Österreichs. Die Radionuklide ¹³¹I (Jod), ¹³⁷Cs (Cäsium) und ⁹⁰Sr (Strontium) waren radioökologisch am bedeutendsten. Aufgrund der sehr kurzen Halbwertszeit von ¹³¹I von 8,02 Tagen war es nicht sehr lange von akuter radiologischer Bedeutung. ⁹⁰Sr und ²³⁹Pu hingegen wurden nur in sehr geringen Mengen in Österreich deponiert, wodurch der Beitrag zur Strahlenexposition im Allgemeinen vernachlässigbar gering war. ¹³⁷Cs war das folgenschwerste Radionuklid, welches auch heute noch in Bodenproben nachgewiesen werden kann.

2 Maßnahmen und Aktionen nach Kontamination des Bundesgebietes

2.1 Maßnahmen zur Dosisreduktion

Zur Reduktion der Strahlenexposition der österreichischen Bevölkerung durch externe Strahlung, Ingestion und Inhalation radioaktiver Stoffe wurden von der zuständigen Behörde unmittelbar nach Bekanntwerden von Kontaminationen in Österreich die in Tabelle 1 dargelegten Maßnahmen getroffen.

Wie bereits erwähnt, war in den ersten Tagen ¹³¹I das vorherrschende Radionuklid, das in der Anfangsphase die höchsten Lebensmittelkontaminationen und dadurch die höchsten Strahlenexpositionen erwarten ließ. Das Verkaufsverbot für Grüngemüse (Salat, Spinat, ...) fand auch in der Öffentlichkeit viel Beachtung und erbrachte im Vergleich zu anderen Gegenmaßnahmen eine hohe Dosisreduktion.

Tabelle 1: Behördlich angeordnete Maßnahmen zur Verringerung der Strahlenexposition der österreichischen Bevölkerung.

-
- Verkaufsverbot für Grüngemüse (Salat, Spinat, ...)
 - Verbot der Grünfütterung bei Milchkühen
 - Auswahl von Frischmilch für Konsum und Weiterverarbeitung
 - Verkaufsverbot von Schaf- und Ziegenmilch
 - Verbot des Genusses von Zisternenwasser
 - Verbot des Wildabschlusses
 - Fütterungspläne (Ersatzfuttermittel, Verdünnung mit unkontaminiertem Futter, Endmast mit niedrig kontaminiertem Futter, Futterzusatzstoffe zu Verminderung der Cäsium-Resorption)
 - Molkefütterungsverbot in der Schweinemast
 - Grenzwerte für die Klärschlammausbringung
 - Importverbote für Nahrungsmittel (Milch, Fleisch, Gemüse) aus hoch kontaminierten Ländern (Italien, Türkei, Griechenland, ...)
 - Andere Empfehlungen:
 - Einschränkung des Aufenthalts im Freien während des Durchzugs der kontaminierten Luftmassen
 - Vermeidung des Spielens von Kindern in Sandkästen
 - Reinigung von Straßenschuhen bei Betreten des Gebäudeinneren
-

Eine weitere wichtige Maßnahme war die Auswahl der Frischmilch für den Konsum und zur Weiterverarbeitung in den Molkereien. Täglich wurden mit Hubschraubern des Bundesheeres und des Innenministeriums hunderte Milchproben ins Österreichische Forschungszentrum Seibersdorf, in die Labors des Umweltbundesamtes, in die Bundesanstalt für Lebensmitteluntersuchung und -forschung und andere Institutionen wie z. B. Universitäten gebracht und dort analysiert, wobei alle österreichischen Molkereien erfasst wurden. Dadurch konnten bereits sehr frühzeitig Gebiete mit höheren ^{131}I -Aktivitätskonzentrationen in der Milch identifiziert und bei der Milchverarbeitung berücksichtigt werden. In den Molkereien wurde eine Auswahl zwischen den verschiedenen Belastungsgraden der Milch getroffen, wobei Milch mit erhöhter Aktivität zur Butter-, Käse- und Trockenmilcherzeugung herangezogen und Milch mit geringer Aktivität zur Frischmilchproduktion verwendet wurde. Mit diesen Maßnahmen wurden in den ersten Wochen höchster Kontamination die größten Dosisersparungseffekte, insbesondere für (Klein-)Kinder, erreicht. Auch die Maßnahme der Fütterungspläne in stark belasteten Gebieten lieferte einen, wenn auch etwas geringeren Beitrag zur Dosisreduktion. Es zeigte sich, dass die von der Regierung in der Anfangsphase durchgeführten Maßnahmen zur Reduktion der Strahlenexposition der Bevölkerung sehr erfolgreich waren. Später, nachdem die Aktivität von ^{131}I größtenteils abgeklungen war, trat ^{137}Cs in den Vordergrund der Überwachung, zumal es eine sehr lange Halbwertszeit von 30,17 Jahren hat und durch seine chemische Beschaffenheit sehr leicht von Pflanzen, Tieren und Menschen aufgenommen und gespeichert werden kann.

2.2 Bestimmung der ^{137}Cs -Aktivitätsverteilung in Österreich

Um das Ausmaß der Bodenkontamination in Österreich festzustellen, wurden von staatlichen Stellen, Universitäten und Forschungszentren verschiedene Messmethoden angewandt, wobei die gängigsten die Bodenprobennahme mit nachfolgender Auswertung im Labor sowie die In-situ-Messmethode waren. Dabei wurden hauptsächlich ^{137}Cs -Bodenkontaminationen gemessen. Aufgrund des vergleichsweise einfachen Nachweises von ^{137}Cs kann es als Leitnuklid für viele andere, allerdings nicht besonders dosisrelevante Radionuklide herangezogen werden, die ebenfalls durch die Luftverfrachtung nach Österreich gelangten.

Bodenbelastung durch Cäsium-137 bezogen auf 1. Mai 1986

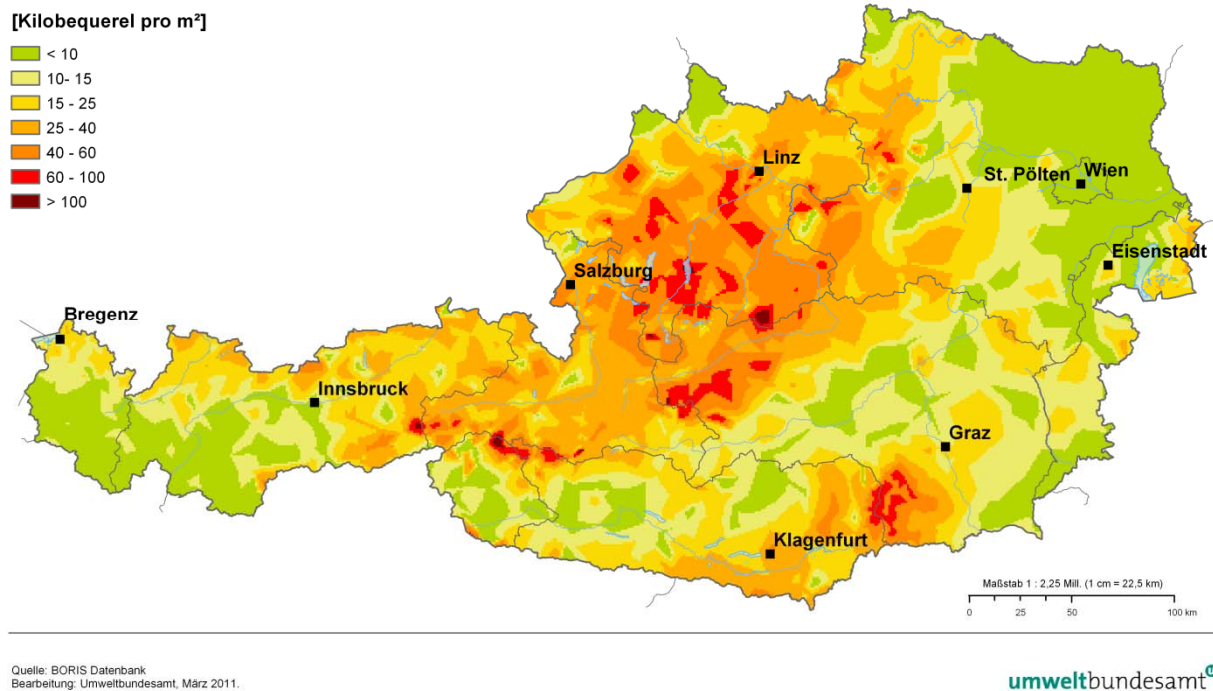


Abbildung 1: Bodenkontamination durch ¹³⁷Cs in Oesterreich (Bezugsdatum 1. Mai 1986, Quelle: Umweltbundesamt).

Alle Messwerte wurden zentral gesammelt und die Verteilung der Kontamination auf einer Landkarte von Österreich dargestellt. Es zeigte sich, dass in Österreich, wie auch in anderen Ländern regional sehr unterschiedliche Verteilungen festzustellen waren, was hauptsächlich auf unterschiedliche Luftströmungen zum Zeitpunkt des Eintreffens der Radioaktivität, auf unterschiedliche Gebietsformationen und vor allem auf unterschiedliche Niederschlagstätigkeiten zurückzuführen war. Wie in Abbildung 1 dargestellt, waren starke Bodenkontaminationen vor allem in den oberösterreichischen Bezirken Gmunden (Mittelwert etwa 48 kBq/m²), Kirchdorf und Wels Stadt/Land (47 kBq/m²) und Vöcklabruck (43 kBq/m²) sowie in Salzburg und der Steiermark aufgetreten, wobei in einzelnen engräumigen Gebieten oft mehr als 100 kBq/m² gemessen wurden.

2.3 Abschätzung der Exposition der Bevölkerung

Die Auswertung verschiedener Publikationen und Berichte zeigt, dass die von der Regierung durchgeführten Maßnahmen zur Reduktion der Strahlenexposition der Bevölkerung sehr erfolgreich verliefen. Die getroffenen Maßnahmen konzentrierten sich in erster Linie auf den Nahrungsmittelbereich, wobei das Hauptaugenmerk auf die direkt kontaminierten Nahrungsmittel gelegt wurde. Ein großer Teil der Maßnahmen blieb für die Bevölkerung weitgehend unbemerkt, da sie bei den Nahrungsmittelproduzenten bzw. verarbeitenden Betrieben durchgeführt wurden. Diese Gegenmaßnahmen brachten die größten Reduktionen der Aktivitätszufuhr und somit der Ingestionsdosis, während andere in der Öffentlichkeit stärker beachteten Maßnahmen oft nur geringe Dosisreduktionen bewirkten. Seit der Reaktorkatastrophe von Tschernobyl werden Lebensmittel routinemäßig von verschiedenen Institutionen, wie Lebensmittelaufsicht, Forschungsanstalten, Universitäten und der Österreichischen Agentur für Gesundheit und Ernährungssicherheit (AGES), überwacht. Diese Überwachung beinhaltet vor

allem Milch, (Wild-)Fleisch, Pilze, Gemüse und Trinkwasser. 30 Jahre nach dem Reaktorunfall kommt lediglich ^{137}Cs noch eine gewisse Bedeutung zu. Die rasche Abnahme der radioaktiven Umweltkontamination durch den physikalischen Zerfall, sowie die erfolgreiche Ausführung gezielter Gegenmaßnahmen seitens der Behörden während und unmittelbar nach der Freisetzungsphase bewirkten eine starke Reduktion der Strahlenexposition der österreichischen Bevölkerung. Während im ersten Jahr nach dem Unfall der Beitrag zur Gesamtstrahlenexposition pro Österreicher(in) mit durchschnittlich 0,4 mSv (extern etwa 0,1 mSv, Ingestion etwa 0,3 mSv) abgeschätzt wurde, kann der Beitrag bis heute mit etwa 0,5 mSv angegeben werden. Die Exposition durch Ingestion wurde aus Messungen mit Ganzkörperzählern berechnet, da sich herausgestellt hatte, dass durch Verwendung von Messwerten aus Probenahmen die Exposition um etwa den Faktor 2 überschätzt wird.

2.4 Untersuchung der Auswirkung der Strahlenexposition

Von renommierten österreichischen Wissenschaftler(inne)n wurden die Auswirkungen der Reaktorkatastrophe auf Österreich untersucht: Wie stark war Österreich tatsächlich vom Fallout betroffen? Gibt es statistisch belegbare Auswirkungen auf die Gesundheitssituation? Zur Klärung dieser Frage wurden Studien recherchiert und bewertet, in denen Zusammenhänge zwischen Krebsarten und Strahlenbelastung durch Tschernobyl untersucht wurden. Auf Basis eines logistischen Regressionsmodells wurde die Korrelation zwischen Strahlenexposition und dem Auftreten spezifischer Erkrankungen unter Berücksichtigung wesentlicher Einflussfaktoren untersucht. Die Auswertungen wurden für folgende Morbiditäts- und Mortalitätsursachen durchgeführt:

- Totgeburten im Zeitraum von 1984 bis 2010;
- Säuglingssterblichkeit (im ersten Lebensjahr) im Zeitraum von 1987 bis 2010;
- Leukämiemortalität bei Kindern (0 bis 15 Jahre) im Zeitraum von 1983 bis 2010;
- Leukämieinzidenz bei Kindern (0 bis 15 Jahre) im Zeitraum von 1983 bis 2009;
- Schilddrüsenkrebsmortalität im Zeitraum von 1980 bis 2010;
- Schilddrüsenkrebsinzidenz im Zeitraum von 1983 bis 2008.

Die für die Auswertungen verwendeten Daten wurden aus dem österreichischen Geburtsregister, dem Krebsregister und der Todesursachenstatistik der Statistik Austria entnommen. Diese Daten werden jährlich von der Abteilung für Epidemiologie, Zentrum für Public Health der Medizinischen Universität Wien in anonymisierter Form abgefragt und für wissenschaftliche Zwecke ausgewertet. Die Analysen wurden für ganz Österreich durchgeführt und haben ergeben, dass die durch den Tschernobyl-Fallout verursachte zusätzliche Strahlenexposition keinen signifikanten Effekt auf die Totgeburtenrate und die Säuglingssterblichkeit hatte. Es konnten keine teratogenen Folgeschäden statistisch nachgewiesen werden. Auch bei den durch ionisierende Strahlung spezifisch auftretenden Krebserkrankungen der Schilddüse und der Leukämie konnte kein „Tschernobyl-Effekt“ nachgewiesen werden. Einzelfälle von Schädigungen sowohl teratogener als auch kanzerogener Art infolge der zusätzlichen Strahlenexposition durch den Tschernobyl-Unfall sind nicht auszuschließen, jedoch sind sie statistisch zurzeit nicht nachweisbar.

3 Erfahrungen und Lehren aus dem Tschernobyl-Unfall

Obwohl viele nach dem Reaktorunfall beobachtete Fakten bereits aus der Zeit nach den Kernwaffenversuchen gut bekannt waren, wurde eine Reihe neuer Erkenntnisse aus dem Unfall gewonnen, nämlich dass ...

- ... eine die externe Strahlung durch Cäsium im städtischen Bereich viel stärker abnahm als ursprünglich angenommen. Dies ist durch Abwascheffekte begründet und führt zu einer niedrigeren Langzeitdosis als prognostiziert.
- ... Transferfaktoren niedrigere sind, als bislang wissenschaftlich festgestellt und bekannt. Bisher wurden Bestimmungen des Übergangs von Cäsium aus dem Boden in die Pflanze oder von der Pflanze in Fleisch oder Milch mit künstlich kontaminierten Böden oder Pflanzen durchgeführt. Bei der Kontamination nach dem Tschernobyl-Unfall wurde zum Teil ein erheblich niedrigerer Transfer beobachtet. Dies ergibt niedrigere Aktivitätskonzentrationen in Lebensmitteln als ursprünglich angenommen.
- ... bei der Ermittlung der Dosis aus der Messung von Lebensmitteln eine erhebliche Überschätzung dieser Dosis resultiert. Eine Überprüfung durch Ganzkörpermessungen ist erforderlich, um die tatsächliche Dosis der Bevölkerung zu ermitteln.
- ... von den Maßnahmen zur Dosisreduktion nur einige wenige sehr hohe Einsparungen erbringen, andere nur verhältnismäßig geringe. Auf diese kann daher in der Regel verzichtet werden. Wichtig ist, sich auf die richtigen Maßnahmen zu konzentrieren und diese mit großer Effektivität durchzusetzen.
- ... aufgrund einiger Fehlmessungen privater Institutionen Behörden bzw. Medien nur den staatlichen oder staatlich autorisierten Messstellen vertrauen sollten. Nur deren Ergebnisse sind im Zweifelsfall zuverlässig, weil sie durch Ringvergleiche laufend überprüft werden.
- ... Maßnahmen bezüglich des Klärschlammes im Verhältnis nur relativ geringe Dosisreduktionen bringen. Bei geringen Ablagerungen wie nach dem Tschernobyl-Unfall in Österreich sind solche Maßnahmen nicht sinnvoll.
- ... die Kommunikation mit der Bevölkerung und Presseaussendungen zentralisiert gehört und von einer kompetenten Stelle durchgeführt werden soll.
- ... die Verbreitung von Ergebnisse und insbesondere Folgerungen verschiedener inkompetenten Stellen oder Institutionen verhindert werden soll. Es ist nicht zielführend, wenn daraus unterschiedliche Schlüsse gezogen werden und damit eine Verunsicherung und Angstmache der Bevölkerung erzeugt wird.
- ... ein geltender Probenziehungsplan für Gesamtösterreich eine wesentliche Verbesserung darstellen wird. Es geht nicht an, dass, wie in der Vergangenheit geschehen, unkontrolliert und unsachgemäß Proben genommen werden.

Obwohl die Unfallfolgen mit den vorhandenen Kapazitäten und Einrichtungen generell gut beherrscht werden konnten, wurden und werden aus einigen Schwachstellen Lehren gezogen und Verbesserungen eingeführt:

- Im Auftrag des Gesundheitsministeriums wurde das Prognosemodell OECOSYS, eine auf österreichische Verhältnisse adaptierte Version des deutschen Modells ECOSYS, etabliert. Damit sind Prognosen der insgesamt zu erwartenden Dosis sowie der Dosisbeiträge einzelner Nahrungsmittel und eventueller Gegenmaßnahmen schnell und zuverlässig abzuschätzen. Dadurch können in Zukunft Entscheidungen über Maßnahmen zuverlässiger optimiert werden.

- Durch die Erstellung von **Rahmenempfehlungen** und **vorbereiteten Texten** durch die Strahlenschutzkommission soll die Kommunikation mit der Bevölkerung im Anlassfall erleichtert werden.
- Obwohl nach Tschernobyl in Österreich nicht erforderlich, kann durch die anlassbezogene Gabe von **Kaliumiodidtabletten** die Schilddrüsendosis in der Anfangsphase erforderlichenfalls erheblich reduziert werden.
- Zur **schnellen Entscheidung** in lebensmittelerzeugenden Betrieben oder in Gemeinden wurde ein Gerät zur Messung von **Lebensmittelaktivitäten** entwickelt. Diese Lebensmittelsonde soll **grobe Messungen in den Betrieben und Gemeinden** ermöglichen und auf diese Weise die Auswahl von Nahrungsmitteln für den Konsum erleichtern. **Damit kann auch der Transport großer Lebensmittelmengen zu den autorisierten Labors vermieden werden.**
- Zusätzliche Niedrigstaktivitätsmessstellen wurden in den Bundesländern eingerichtet.
- Für die Einsatzorganisationen wurde ein spezielles, sehr robustes Messgerät entwickelt, welches das bisher fast 30 Jahre in Österreich verwendete alte Schweizer Fabrikat ersetzt.
- **Strahlenschutzmesswagen** wurden mit zusätzlichen Geräten zur schnellen Präzisionsmessung der **Aktivität der Luft**, des **Boden** oder von **Lebens-** bzw. **Futtermitteln** an beliebigen Stellen in Österreich ausgerüstet.
- Zusätzlich zu den bereits vor dem Tschernobyl-Unfall in Österreich vorhandenen drei **Ganzkörperzählern**, die ausschließlich im Osten (Internationale Atomenergie-Organisation, Forschungszentrum Seibersdorf, Allgemeines Krankenhaus der Stadt Wien) aufgestellt waren, wurden nun auch Ganzkörperzähler in den Landeshauptstädten Graz, Salzburg und Innsbruck eingerichtet.
- Eine **Verbesserung der Kommunikationssysteme** zwischen den Messlabors und den amtlichen Stellen, Behörden und Lebensmittelinspektoren führte zu einer Erleichterung der Arbeit und höherer Flexibilität. Durch diese Maßnahmen ist in Zukunft eine noch bessere Beherrschung von großen Kontaminationen auch für den Fall gewährleistet, wenn diese auch bei erheblich höheren Werten als durch den Unfall von Tschernobyl liegen sollten.
- In der Zukunft sollen zum vorhandenen Risikomanagement und Risikokommunikation vermehrt neue, mehr dem Problem schwerer Reaktorunfälle angepasste Gedanken und Überlegungen angestellt werden.

4 Literatur

1. Mück, K., Fünf Jahre nach Tschernobyl, OEFZS-4583, OEFZS-Berichte Juni 1991. Herausgeber, Verleger: Österreichisches Forschungszentrum Seibersdorf Ges.m.b.H.; http://www.iaea.org/inis/collection/NCLCollectionStore/_Public/22/076/22076628.pdf.
2. <http://www.bmlfuw.gv.at/umwelt/strahlen-atom/strahlenschutz/strahlen-warnsystem/caesiumkarte.html>.
3. Mück, K., 10 Jahre nach Tschernobyl, OEFZS-4785, OEFZS-Berichte November 1996. Herausgeber, Verleger: Österreichisches Forschungszentrum Seibersdorf Ges.m.b.H.; http://www.iaea.org/inis/collection/NCLCollectionStore/_Public/28/073/28073926.pdf.
4. Steger, F., Mück, K., Duftschmid, K. E., Comparison of dose estimates derived from whole-body counting and intake calculations based on average food activity concentration. Proceedings of an International Symposium on Environmental Contamination Following a Major Nuclear Accident, Volume 2, 1990, IAEA-SM-306/6.
5. Maringer, F.J., Seidel, C., Waldhör, T., Bossew, P., Gerzabek, M., Vutuc, C., Maschek, W., Huemer, T., Tschernobylfolgen in Oberösterreich - Untersuchung der gesundheitlichen Auswirkungen der Reaktorkatastrophe von Tschernobyl in besonders belasteten Gebieten

Oberösterreichs Forschungsbericht im Auftrag des Amtes der Oberösterreichischen Landesregierung. Universität für Bodenkultur Wien, LLC-Labor Arsenal, 2006 (DOI: 10.13140/RG.2.1.3253.7043).

6. Seidel, C., Maringer, F.J., Bossew, P. A comprehensive evaluation of health effects in Europe - two decades after Chernobyl. In: European International Radiation Protection Association (Hrsg./Eds.), Proceedings of the Second European IRPA congress on radiation protection, 15-19 May 2006, Paris.
7. Maringer, F.J., Gruber, V., Hrachowitz, M., Baumgartner, A., Weilner, S., Seidel, C., Long-term monitoring of the Danube river – sampling techniques, radionuclide metrology and radioecological assesment. *Appl Radiat Isot*, 2009; 67(5): 894-900.
8. C. Seidel, F.J. Maringer, A. Baumgartner, T. Waldhör, P. Bossew, Gesundheitliche Folgen in Oberösterreich 25 Jahre nach Tschernobyl – neue Betrachtungen hinsichtlich der Inhalations- und Ingestionsdosis durch I-131 und Sr-90. Forschungsbericht im Auftrag des Amtes der Oberösterreichischen Landesregierung, Universität für Bodenkultur Wien, LLC-Labor Arsenal, 2012 (DOI: 10.13140/RG.2.1.4122.0567)