### Universität für Bodenkultur Wien

University of Natural Resources and Applied Life Sciences, Vienna

### Department für Wald- und Bodenwissenschaften

Low-Level Counting Labor Arsenal

Leitung: HR Univ. -Prof. DI Dr. Franz Josef Maringer



## KURZFASSUNG

Bezeichnung des Projektes

Gesundheitliche Folgen in Oberösterreich 25 Jahre nach Tschernobyl – neue Betrachtungen hinsichtlich der Inhalations- und Ingestionsdosis durch <sup>131</sup>I und <sup>90</sup>Sr

Auftraggeber Amt der Oberösterreichischen Landesregierung

Direktion Umwelt und Wasserwirtschaft

Abteilung Umweltschutz

 ${}^{Auftrag\;vom\,/\,Zahl}\ \ \, 31.01.2012/296036$ 

Projekt Nr. 2011.02.09

Ausstellungsdatum 15. März 2012

Ausfertigungen: Anzahl/Nr. 1 / 1

Anzahl der Seiten 30

Anzahl der Beilagen im Blatt

**PROJEKTMITARBEITER** 

Projektdurchführung, Koordination und Berichterstellung:

Mag. Dr. Claudia Seidel (wissenschaftliche Projektleitung), Univ.-Prof. DI Dr. Franz J. Maringer (Projektkoordination), DI Dr. Andreas Baumgartner, Universität für Bodenkultur Wien, LLC-Labor Arsenal

Epidemiologische Analyse:

Univ.-Prof. Mag. Dr. Thomas Waldhör, Medizinische Universität Wien, Zentrum für Public Health, Abteilung für Epidemiologie

Auswertungen zur Strahlenexposition der Bevölkerung:

Dr. Peter Bossew



## Zusammenfassung

Ausgehend von den Ergebnissen der im Jahr 2006 abgeschlossenen Studie "Tschernobylfolgen in Oberösterreich"Untersuchung der gesundheitlichen Auswirkungen der Reaktorkatastrophe von Tschernobyl in besonders belasteten
Gebieten Oberösterreichs, die die Frage klärte, ob in den besonders stark durch Tschernobyl-Fallout radioaktiv
kontaminierten Gebieten in Oberösterreich im Zeitraum von 1986 bis 2005 statistisch signifikante Erhöhungen an
strahleninduzierten Krebsfällen oder anderen Folgeschäden nachweisbar sind, werden in diesem
Untersuchungsprogramm Neuauswertungen hinsichtlich der Strahlenexposition der oberösterreichischen
Bevölkerung durchgeführt. Während in der Studie des Jahres 2006 die <sup>137</sup>Cs-Bodenkontamination als Indikator für
die im Jahr 1986 zusätzliche Strahlenexposition der Bevölkerung herangezogen wurde, soll im Rahmen dieser Studie
die Inhalationsdosis und Ingestionsdosis durch Iod-131 (<sup>131</sup>I ) und Strontium-90 (<sup>90</sup>Sr) genauer untersucht werden.

Die Auswertungen hinsichtlich der Inhalations- und Ingestionsdosis durch <sup>131</sup>I und <sup>90</sup>Sr haben ergeben, dass sich die zuvor angenommene räumliche Verteilung der durch den Tschernobylunfall verursachten Strahlenexposition, nämlich jene die durch <sup>137</sup>Cs verursacht wurde, unter Berücksichtigung der <sup>131</sup>I und <sup>90</sup>Sr Inhalations- bzw. Ingestionsdosis nicht signifikant ändert. Nur im Nordosten von Österreich sind erhöhte Anteile der Inhalationsdosis an der Gesamtdosis zu beobachtet. Da aber dort die Gesamtdosis gering ist, ändert sich das Verteilungsmuster kaum. Auf Basis dieser Ergebnisse kann davon ausgegangen werden, dass die Annahme, dass die räumliche Verteilung der <sup>137</sup>Cs Bodenkontamination die räumliche Verteilung der zusätzlichen Strahlenexposition der Bevölkerung nach dem Tschernobylfallout ausreichend genau repräsentiert, richtig ist. Darum konnte die bereits im Bericht von 2006 verwendete ökologisch-epidemiologische Auswertemethodik durchgeführt bzw. bis ins Jahr 2010 fortgesetzt werden.

Die im Rahmen der Untersuchung durchgeführten epidemiologischen Analysen hinsichtlich der gesundheitlichen Auswirkungen des Tschernobylunfalls in den letzten 25 Jahren haben ergeben, dass die durch den Tschernobylfallout verursachte zusätzliche Strahlenexposition keinen signifikanten Effekt auf die Totgeburtenrate und die Säuglingssterblichkeit in Oberösterreich hatte. Es konnten keine teratogene (fruchtschädigende) Folgeschäden im Bundesland Oberösterreich statistisch nachgewiesen werden. Auch bei den durch ionisierende Strahlung spezifisch auftretenden Krebserkrankungen der Schilddüse und der Leukämie konnte kein Tschernobyleffekt nachgewiesen werden. Der Anstieg der Schilddrüsenkrebsinzidenz wird weltweit beobachtet und wird dem höheren Erfassungsgrad (Meldegenauigkeit) und der Einführung verbesserter diagnostischer Verfahren zugeschrieben. Einzelfälle von Schädigungen sowohl teratogener als auch kanzerogener Art infolge der durch den Tschernobylunfall verursachten zusätzlichen Strahlenexposition sind nicht auszuschließen, jedoch sind sie statistisch nicht nachweisbar.



#### Inhalt

1		Motiv	vation und Zielsetzung	3
2		Gesu	undheitliche Folgen des Tschernobylunfalls in Europa – aktuelle Studienergebnisse	6
3		Der E	Beitrag des Reaktorunfalls zur Strahlenexposition der Österreichischen Bevölkerung	7
4			e Betrachtungen hinsichtlich der Inhalations- und Ingestionsdosis durch <sup>131</sup> I und <sup>90</sup> Sr als Beitrag nlenexposition der Bevölkerung 1986	
5		Ökol	ogisch-epidemiologische Auswertungen	. 13
6 Ergebnisse		Erge	bnisse	. 14
	6.	1	Totgeburten	. 14
	6.2	2	Säuglingssterblichkeit	. 17
	6.3	3	Schilddrüsenkrebs	. 19
	6.4	4	Leukämie	. 25
7		Schl	ussfolgerung und Ausblick	. 28
8		Litera	atur	. 29

## 1 Motivation und Zielsetzung

Der Reaktorunfall von Tschernobyl am 26. April 1986 war der folgenschwerste Unfall in der Geschichte der friedlichen Nutzung von Kernenergie. Im Zuge eines Experiments kam es im Block 4 des Kernkraftwerks zu einem Störfall, bei dem der Reaktorblock vollkommen zerstört wurde, große Mengen radioaktiver Stoffe freigesetzt, über die Atmosphäre transportiert und großflächig über Europa deponiert wurden. Dabei wurden Millionen von Europäern durch den Eintrag von künstlichen Radionukliden strahlenexponiert.

Im internationalen Vergleich zählt Österreich, insbesondere das Bundesland Oberösterreich, zu den vom Tschernobylfallout am höchsten kontaminierten Gebieten (Abbildung 1). Die aus radioökologischer Sicht bedeutendsten Radionuklide sind das Iod-131 (<sup>131</sup>I), Cäsium-137 (<sup>137</sup>Cs) und Strontium- 90 (<sup>90</sup>Sr). Da <sup>131</sup>I eine sehr kurze Halbwertszeit von rund 8 Tagen hat, war es – hinsichtlich der Strahlenexposition der Bevölkerung – vor allem während des Durchzugs der radioaktiven Wolke im April/Mai 1986 von Bedeutung. <sup>90</sup>Sr wurde hingegen in sehr kleinen Mengen in Österreich deponiert, wonach der Beitrag zur Strahlenexposition der Bevölkerung eher gering ist. Von den insgesamt 70 PBq freigesetzten Radiocäsium wurden rund 2 % (1,6 PBq) <sup>137</sup>Cs in Österreich und davon 410 TBq allein in Oberösterreich deponiert. <sup>137</sup>Cs ist von besonderem radioökologischen Interesse, da es wie bereits erwähnt in großen Mengen deponiert wurde und auch aufgrund der langen Halbwertszeit von rund 30 Jahren auch heute noch präsent in unserer Umwelt ist. Die durch den Tschernobylfallout verursachte mittlere <sup>137</sup>Cs Bodenkontamination lag in Österreich im Jahr 1986 bei rund 19 kBq/m², in Oberösterreich bei etwa 34 kBq/m². Vor allem die Bezirke Gmunden (47,9 kBq/m²), Kirchdorf (46,9 kBq/m²), Wels Stadt und Land (46,6 kBq/m²), sowie Vöcklabruck (43,1 kBq/m²) waren besonders stark vom Tschernobylfallout betroffen (Abbildung 2).



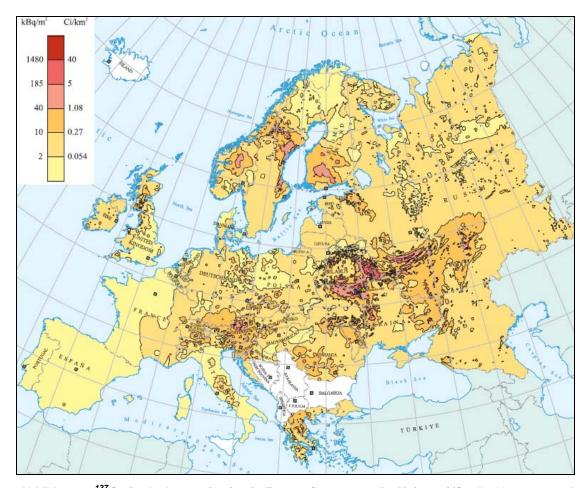


Abbildung 1: <sup>137</sup>Cs Bodenkontamination in Europa (bezogen auf 1.Mai 1986)(Quelle: Unscear 2000)

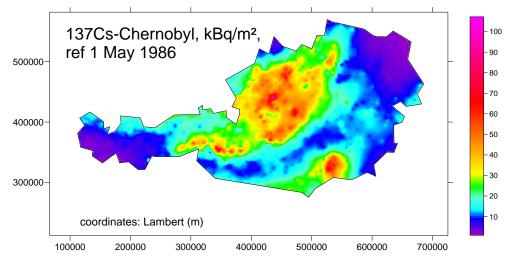


Abbildung 2: Geschätzte geographische Verteilung <sup>137</sup>Cs Bodenkontamination durch den Tschernobylfallout (bezogen auf 1.Mai 1986)



Seit dem Reaktorunglück von Tschernobyl sind nun über 25 Jahre vergangen. Zahlreiche europäische Studien wurden in den letzten 20 Jahren publiziert, in denen die Zusammenhänge der durch den Unfall aufgetretenen Strahlenexposition und gesundheitlicher Langzeitfolgen untersucht wurden. In Österreich selbst, wurden diesbezüglich nur sehr wenige Untersuchungen durchgeführt. Dabei ist eine umfassende Studie nicht nur für das wissenschaftliche Verständnis der Strahlenfolgen wichtig, sondern auch hinsichtlich des Strahlenschutzes der Bevölkerung.

Bereits im Jahr 2006 wurde im Auftrag des Landes Oberösterreich eine Studie mit dem Titel "Tschernobylfolgen in Oberösterreich"- Untersuchung der gesundheitlichen Auswirkungen der Reaktorkatastrophe von Tschernobyl in besonders belasteten Gebieten Oberösterreichs durchgeführt. Darin wurde die Frage geklärt, ob in den besonders stark durch Tschernobyl-Fallout radioaktiv kontaminierten Gebieten in Oberösterreich im Zeitraum von 1986 bis 2005 statistisch signifikante Erhöhungen an strahleninduzierten Krebsfällen oder anderen Folgeschäden nachweisbar sind. Dazu wurden auf Basis von Zeitreihenanalysen und Regressionsmodellen Korrelationen zwischen der Strahlenexposition der OberösterreicherInnen und dem Auftreten spezifischer Erkrankungen unter Berücksichtigung wesentlicher Einflussfaktoren untersucht. Die Ergebnisse zeigten, dass im Zeitraum von 1986 bis 2005 weder teratogene (fruchtschädigende) noch die durch ionisierende Strahlung spezifisch auftretenden kanzerogenen Folgeschäden in den besonders hoch belasteten Gebieten Oberösterreichs signifikant nachgewiesen werden konnten. Einzelfälle von Schädigungen als Folge der zusätzlichen Strahlenexposition sind jedoch nicht auszuschließen, aber statistisch nicht nachweisbar.

Ausgehend von den Studienergebnissen aus dem Jahr 2006 werden in diesem Untersuchungsprogramm Neuauswertungen hinsichtlich der Strahlenexposition der oberösterreichischen Bevölkerung durchgeführt. Während in der oben genannten Studie nur die <sup>137</sup>Cs-Bodenkontamination als Indikator für die zusätzliche Strahlenexposition der Bevölkerung im Jahr 1986 herangezogen wurde, wobei angenommen ist, dass die Dosis (Ingestion und Bodenstrahlung) geographisch ungefähr so wie der Fallout verteilt ist, soll nun auch der Beitrag der Inhalationsdosis und Ingestionsdosis durch <sup>131</sup>I und <sup>90</sup>Sr genauer untersucht werden.

<sup>131</sup>I wird in starkem Maße von der Schilddrüse aufgenommen, von der aus der Energiestoffwechsel, sowie die körperliche und geistige Reifung und der Wachstum von Embryonen, Kindern und Jugendlichen gesteuert wird. In weiterer Folge kann es zu Schilddrüsenkarzinomen führen. Schilddrüsenkrebs tritt vor allem bei Kindern und Jugendlichen auf, da die kindliche Schilddrüse neben dem roten Knochenmark, der weiblichen Brust und der Lunge das strahlenempfindlichste Organ im menschlichen Körper ist. Aus Studien der Atombombenüberlebenden aus Hiroshima und Nagasaki existieren gesicherte Informationen, dass das Erkrankungsrisiko mit steigendem Alter stark abnimmt.

<sup>90</sup>Sr ähnelt Kalzium chemisch sehr stark und wird vor allem von den Knochen und Zähnen aufgenommen und gespeichert. Durch die erhöhte Strahlenbelastung des Knochenmarks und der damit verbundenen blutbildenden Organe können vor allem Leukämieerkrankungen auftreten. Bei Schwangeren sammelt sich nicht nur das <sup>90</sup>Sr in den Knochen, sondern wird gemeinsam mit dem Kalzium auf den Fötus übertragen, was zur Zellabtötung bzw. zur Mutation der Zelle führen kann. Durch diese Zellschädigungen steigt das Leukämie- bzw. Krebsrisiko bei den Neugeborenen. Weitere mögliche Schäden sind ein erhöhtes Risiko für Fehlgeburten, ein geringes Geburtsgewicht und andere Geburtsschäden. In den Folgejahren können Defekte am Immun-, Hormon- und zentralen Nervensystem auftreten.

Im Detail können die **Ziele dieses Untersuchungsprogramms** folgendermaßen zusammengefasst werden:

- Wissenschaftliche Untersuchungen und detaillierte Darstellung
  - der Inhalations- und Ingestionsdosis durch <sup>131</sup>I und <sup>90</sup>Sr der OberösterreicherInnen infolge des Tschernobylfallouts 1986



- Inzidenz und Mortalität von Schilddrüsenkrebs in Oberösterreich 25 Jahre nach dem Tschernobylfallout
- o Inzidenz und Mortalität von Leukämie in Oberösterreich 25 Jahre nach dem Tschernobylfallout
- o Totgeburten in Oberösterreich 25 Jahre nach dem Tschernobylfallout
- o Säuglingssterblichkeit in Oberösterreich 25 Jahre nach dem Tschernobylfallout
- o Bewertung der Studienergebnisse hinsichtlich relevanter internationaler Publikationen
- Dokumentation der durchgeführten Arbeiten und Erstellung eines Berichts

## 2 Gesundheitliche Folgen des Tschernobylunfalls in Europa – aktuelle Studienergebnisse

Seit dem Tschernobylunfall 1986 wurden, vor allem in den am meisten kontaminierten Ländern Europas, hunderte wissenschaftliche Studien durchgeführt und publiziert, die die gesundheitlichen Folgen der Reaktorkatastrophe beinhalten. Ein aktueller Wissensstand hinsichtlich der gesundheitlichen Folgen in den am höchsten kontaminierten Gebieten der Ukraine, Weißrusslands und Russlands, sowie im Mitteleuropäischen Raum ist in den folgenden Absätzen zusammengefasst.

Der Anstieg der Schilddrüsenkrebsinzidenz, in den vom Tschernobylfallout am höchsten kontaminierten Gebieten wenige Jahre nach dem Reaktorunfall (ab dem Jahr 1990), ist heute sehr gut dokumentiert. Laut UN Chernobyl Forum (2006) und UNSCEAR (2011) wurden in der Ukraine, Weißrussland und Russland im Zeitraum von 1991 bis 2005 rund 5.000 Schilddrüsenkrebsfälle bei Erwachsenen diagnostiziert, die zum Unfallzeitpunkt Kinder und Jugendlichen unter 18 Jahren waren. In einem Bericht der Europäischen Kommission (2011) sind für denselben Zeitraum rund 6.850 Schilddrüsenkrebsfälle angegeben. Man geht davon aus, dass die Inzidenz weiterhin steigen wird, in welchem Ausmaß ist schwer abzuschätzen. Bisher sind etwa 20 Kinder durch strahleninduzierten Schiddrüsenkrebs verstorben (Hatch et al. 2005).

Auch im Mitteleuropäischen Raum wurden einige Studien durchgeführt, die die Schilddrüsenkrebsinzidenz vor und nach dem Tschernobylfallout in Europa untersuchten. Scherb (2006) berichtet von einem signifikanten Anstieg der Schilddrüsenkrebsinzidenz - vor allem bei Kindern - in Tschechien ab dem Jahr 1990. Dies wurde ebenso von Rosina et al. (2008) publiziert. In einer Studie von Gomez Segovia et al. (2004) wurde der Anstieg der Schilddrüsenkarzinome in Kärnten für den Zeitraum 1984-2001, unter anderem auch in Hinblick auf die Bodenkontamination, untersucht. Dabei konnte kein eindeutiger Zusammenhang nachgewiesen werden.

Eine Verdoppelung der Leukämieinzidenz wurde bei russischen und baltischen Liquidatoren beobachtet, die während und nach dem Unfall für Aufräumarbeiten am Reaktorgelände beschäftigt waren. Bei Kindern und Erwachsenen aus den am meisten kontaminierten Gebieten konnte – u.a. auch durch die lange Latenzzeit der Leukämieerkrankung - kein deutlicher Anstieg nachgewiesen werden (UN Chernobyl Forum 2006, Europäischen Kommission 2011).

Studien zu anderen Krebserkrankungen aus den am höchsten kontaminierten Gebieten der Ukraine, Weißrusslands und Russlands gibt es eher wenige. Meist sind diese mit methodischen Einschränkungen behaftet und vor allem die langen Latenzzeiten solider Tumore (mindestens 10-15 Jahre länger als die Latenzzeit der Schilddrüsenkrebskarzinome) erschweren es, die gesundheitlichen Folgen vollständig zu evaluieren. Dies heißt aber nicht, dass Krebserkrankungen nicht vermehrt auftreten. Gemäß Modellen ist mit einer geringen Zunahme durch strahleninduzierte Krebserkrankungen zu rechnen (Cardis et al. 2006). Das UN Chernobyl Forum (2006) und die Europäischen Kommission (2011) berichten für den Zeitraum von 1997 bis 2001 von einem Anstieg der Brustkrebserkrankungen in den am höchsten kontaminierten Regionen, die auf die erhöhte zusätzliche



Strahlenexposition zurückzuführen sind. Vor allem bei jenen Frauen, die zum Unfallszeitpunkt sehr jung waren, stieg die Anzahl der Brustkrebserkrankungen deutlich an.

Auf Basis von Risikomodellen schätzen Cardis et al. (2006a) ab, dass bis ins Jahr 2065 europaweit 16.000 Schiddrüsenkrebsfälle und 25.000 andere Krebserkrankungen auf die vom Tschernobylunfall verursachte Strahlenexposition zurückzuführen sind. Demgegenüber steht, dass für den gleichen Zeitraum europaweit 100 Millionen Krebsfälle erwartet werden, die auf andere Ursachen zurückzuführen sind.

Weiters wurde bei russischen Notfallseinsatzkräften ein zunehmendes Risiko für Herz-Kreislauf-Erkrankungen festgestellt (UN Chernobyl Forum 2006). Da die Augenlinse auch bei geringen Strahlendosen besonders sensibel ist, ist mit einer Zunahme der Bildung des Grauen Stars zu rechnen. Aktuelle Studien weisen auf ein erhöhtes Risiko von Grauen Star und anderen Augenerkrankungen bei Liquidatoren hin (UN Chernobyl Forum 2006, Cardis and Hatch 2011).

Hinsichtlich teratogener und genetischer Folgeschäden berichtet das UN Chernobyl Forum (2006) von keinen Hinweisen auf Veränderungen der Fertilität, der Anzahl der Totgeburten, der Säuglingssterblichkeit und Komplikationen bei der Geburt. Der signifikante Anstieg der Fehlbildungen bei Säuglingen in hoch und niedriger kontaminierten Gebieten Weißrusslands wird auf die vollständige Erfassung der Fehlbildungsfälle und nicht auf die zusätzliche Strahlenexposition zurückgeführt. Diesen Angaben widersprechen zahlreiche Studien, die einen signifikanten Anstieg der Säuglingssterblichkeit, eine Zunahme von Fehlbildungen bei Neugeborenen, sowie eine Änderung des Geschlechtsverhältnisses beobachtet haben (Scherb 2006a, Busby et al. 2009, Yablokov et al. 2010, Scherb und Voigt 2011). In einem der Bericht der Europäischen Kommission (2011) wird auf aktuelle Studienergebnisse hingewiesen, in der eine erhöhte Anzahl von Neuralrohrdefekten, siamesischen Zwillingen, teratogene Tumore, Mikrozephalie und Mikrophtalmie in einem gering kontaminierten Gebiet der Ukraine beobachtet wurde (Wertelecki 2010).

Der Tschernobylunfall führte in der Bevölkerung der am höchsten kontaminierten Gebiete der Ukraine, Weißrusslands und Russlands direkt und indirekt zu den am höchsten signifikanten mentalen Gesundheitsproblemen. Studien an Liquidatoren zeigen in den letzten beiden Dekaden eine signifikante Zunahme an Depressionen und einer Erkrankung, die als "Post-traumatic Stress Disorder" definiert wurde (Bromet et al. 2011). Auch stellte man erhöhte Häufigkeiten von Unfällen, Selbstmorden, Alkoholmissbrauch und plötzliche Todesfälle unklarer Ursache bei den Liquidatoren sowie bei der Bevölkerung in den hoch kontaminierten Gebieten fest. Hervorgerufen wurde dieses Stress-Syndrom jedoch weniger durch den Unfall selbst, sondern durch die damit verbundenen einschneidenden Veränderungen in der Lebensführung der Menschen. Die Evakuierung, Umsiedelung, die begrenzte Verfügbarkeit von Lebensmittel und die Einschränkung der individuellen Aktivitäten sind Auslöser dieses Stress-Syndroms. Weiters wurden diese Veränderungen von gewaltigen ökonomischen und politischen Veränderungen, die durch den Zusammenbruch der Sowjetunion ausgelöst wurden, begleitet.

# 3 Der Beitrag des Reaktorunfalls zur Strahlenexposition der Österreichischen Bevölkerung

Im ersten Jahr nach dem Tschernobylunfall (Mai 1986 – April 1987) lag die zusätzliche Strahlenexposition der Österreicher bei durchschnittlich 0,54 mSv (Mück 1996). Davon wurden rund 0,1 mSv durch die externe Strahlung aus der radioaktiven Wolke sowie von am Boden abgelagerter Radioaktivität verursacht. Der Expositionsbeitrag durch die Inhalation radioaktiver Stoffe in der Luft sowie der Beitrag durch Ingestion kontaminierter Lebensmittel wird in Kapitel 4 genauer betrachtet, neu erhoben und diskutiert.



In Gebieten mit höheren Depositionswerten wie Oberösterreich oder der Weststeiermark lag die Strahlenexposition bei etwa 0,7 mSv, in Gebieten niedrigerer Deposition wie in Ostösterreich, Burgenland, Südoststeiermark, Tirol und Vorarlberg bei 0,4 mSv (Mück 2001).

Vergleicht man die Strahlenexposition durch den Reaktorunfall von Tschernobyl (Ø 0,54 mSv im Jahr 1986) mit der durchschnittlichen natürlichen Strahlenbelastung in Österreich (2,9 mSv/Jahr) so zeigt sich, dass Dosisbeitrag des Tschernobylunfalls gegenüber der der natürlichen Strahlenbelastung sehr gering war.

In den Folgejahren nahm die durch den Unfall verursachte Strahlenexposition stark ab. Dies ist einerseits eine Folge des radioaktiven Zerfalls der freigesetzten Radionuklide. Andererseits ist die rasche Abnahme durch die gezielten Maßnahmen (z.B. Verkaufsverbot von Grüngemüse, Verbot von Grüntierfütterung bei Milchkühen, Auswahl von Frischmilch für Konsum und Weiterverarbeitung, Fütterungspläne,...), die durch die österreichischen Behörden erfolgten und andere Effekte (z.B. Ernte, Abweidung, Erosion,...) zurückzuführen. Im Jahr 2001 lag die durch den Tschernobylunfall verursachte Strahlenexposition im Bundesland Oberösterreich bei 0,003 mSv pro Einwohner, dies entspricht in etwa einem Fünfhundertstel der Erstjahresdosis und einem Tausendstel der natürlichen Strahlenexposition. Heute ist der Beitrag < 0,01 mSv/Jahr.

# 4 Neue Betrachtungen hinsichtlich der Inhalations- und Ingestionsdosis durch <sup>131</sup>I und <sup>90</sup>Sr als Beitrag zur Strahlenexposition der Bevölkerung 1986

Zur Abschätzung der Strahlenexposition der oberösterreichischen Bevölkerung wurden alle verfügbaren Messwerte von <sup>131</sup>I in der Luftfilterproben, während des Tschernobylfallouts 1986, gesammelt und aufbereitet (Datenquelle: Datenbank der Radioactivity Environmental Monitoring (REM) Arbeitsgruppe des Joint Research Centre der Europäischen Union).

Die kumulierten <sup>131</sup>I Aktivitätskonzentrationen (part.) wurden in einer europäischen Karte (Abbildung 3) dargestellt. Man erkennt, dass die kumulierte <sup>131</sup>I Aktivitätskonzentration in Europa über mehrere Faktoren variiert. Hohe <sup>131</sup>I Aktivitätskonzentrationen wurden von Polen über Tschechien bis nach Wien, aber auch in Norditalien gemessen. Die höchste <sup>131</sup>I Aktivitätskonzentration wurde in Prag gemessen, die höchste kumulierte <sup>131</sup>I Aktivitätskonzentration in Wien. Für Österreich zeigt sich eine Tendenz zur Abnahme vom Nordosten hin zum Westen und Süden des Landes.



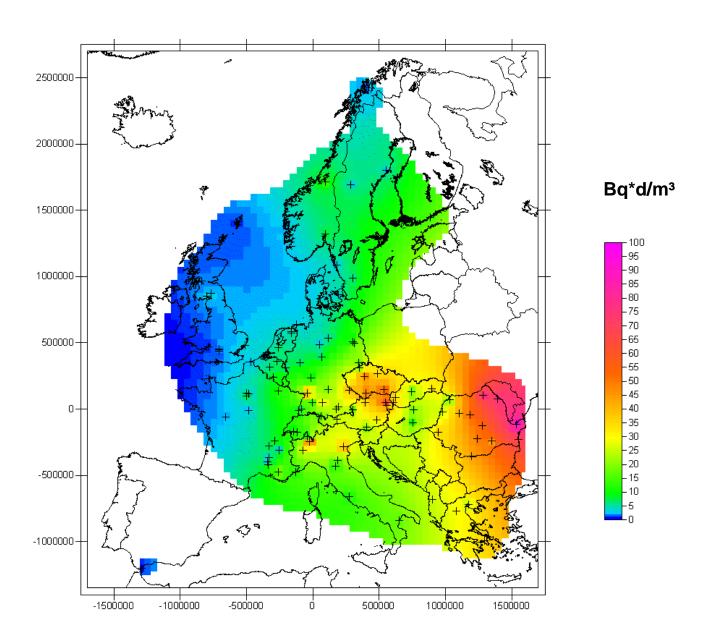


Abbildung 3: Verteilung der kumulativen <sup>131</sup>I Aktivitätskonzentrationen (part.) in der Luft über Europa (1986),
Achseneinheit m (Lambertprojektion)

Vergrößert man in die Europakarte, so erhält man für Österreich das folgende Verteilungsmuster (Abbildung 4) der kumulativen <sup>131</sup>I Aktivitätskonzentrationen (part.) in der Luft. Aufgrund der geringen Anzahl der Messpunkte (gekennzeichnet durch ein +) ist die Auflösung sehr schlecht. Die Werte zwischen den Beobachtungspunkten sind mittels ordinary kriging geschätzt, wobei die Autokorrelationsstruktur (Variogramm) aus allen verfügbaren europäischen Werten geschätzt ist; bei den Schätzwerten ist mit einiger Unsicherheit zu rechnen.



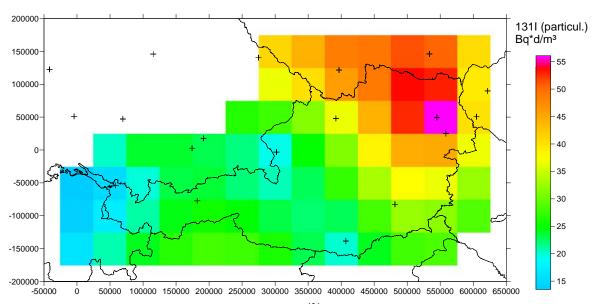


Abbildung 4: Verteilung der gemessenen kumulativen <sup>131</sup>I Aktivitätskonzentrationen (part.) in der Luft über Österreich (1986), Zellengröße: 50 × 50 km

Mittels zwei Regressionsmodellen wurde die Verteilung der <sup>131</sup>I Aktivitätskonzentrationen ermittelt und anschließend die <sup>131</sup>I Inhalationsdosis und <sup>131</sup>I Ingestionsdosis berechnet. Die Gesamtdosis durch <sup>131</sup>I setzt sich aus der <sup>131</sup>I Inhalationsdosis und <sup>131</sup>I Ingestionsdosis zusammen. Die Ergebnisse dieser Ermittlungen sind in den folgenden beiden Abbildungen dargestellt. In Abbildung 5 und Abbildung 6 sind die ermittelten räumlichen Verteilungen der Ingestions-, Inhalations- und Gesamtdosis, sowie der Anteil der Inhalation an der Gesamtdosis durch<sup>131</sup>I für ein 1-jähriges Kind bzw. für einen Erwachsenen dargestellt. Man erkennt, dass die räumliche Verteilung der Ingestionsdosis ident ist mit der Gesamtdosis, sowie der Verteilung der <sup>137</sup>Cs Bodenkontamination in Österreich (Abbildung 2). Der Anteil der Inhalation an der Gesamtdosis ist ausschließlich im Nordosten Österreich hoch, dort wo die Gesamtdosis generell sehr niedrig ist.

Verwendet man die Dosiskonversionsfaktoren It. BSS (1996) (für  $^{131}$ I: 1-jähriges Kind = 0,18; Erwachsener = 0,022) so ergibt sich, im österreichischen Durchschnitt, für ein 1-jähriges Kind eine Ingestionsdosis von 328  $\mu$ Sv und für einen Erwachsenen eine Ingestionsdosis von 46  $\mu$ Sv. Die von Mück (1987) ermittelten Ingestionsdosen liegen etwas niedriger, was darauf zurückzuführen ist, dass andere ("ältere") Dosiskonversionsfaktoren verwendet wurden.



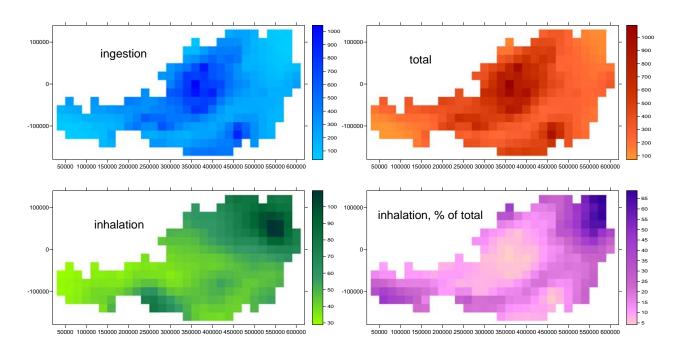


Abbildung 5: Ermittelte räumliche Verteilung der effektiven Dosis (in μSv) durch <sup>131</sup>I für ein 1-jähriges Kind, sowie der Anteil der Inhalation an der Gesamtdosis

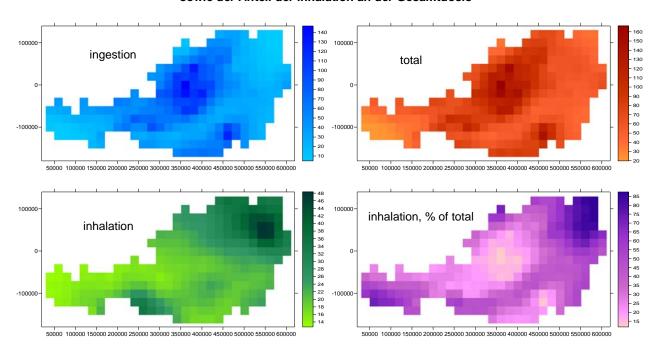


Abbildung 6: Ermittelte räumliche Verteilung der effektiven Dosis (in µSv) durch <sup>131</sup>I für einen Erwachsenen, sowie der Anteil der Inhalation an der Gesamtdosis



Ähnlich wie für <sup>131</sup>I, wurde die Inhalations- bzw. Ingestionsdosis durch <sup>90</sup>Sr für die österreichische Bevölkerung ermittelt. Da der Beitrag des <sup>90</sup>Sr zur Gesamtradioaktivität der Luft (1986) relativ gering war, kann man vermuten, dass die räumliche Verteilung über Österreich einigermaßen homogen sein wird und somit regionale Unterschiede – die für die epidemiologischen Auswertungen hinsichtlich der Leukämieinzidenz/-mortalität notwendig sind – schwer erfassbar sind.

Die im Rahmen dieses Untersuchungsprogramms ermittelten räumlichen Verteilungen der Ingestions-, Inhalationsund Gesamtdosis durch <sup>90</sup>Sr für ein 1-jähriges Kind bzw. einen Erwachsenen, sowie der Anteil der Inhalation an der Gesamtdosis, sind in den folgenden Abbildungen 7 und 8 dargestellt. Es zeigt sich dieselbe räumliche Verteilung, wie jene der effektiven Dosis durch <sup>131</sup>I (Abbildung 5 und 6). Der Beitrag der Inhalation zur Gesamtdosis ist bei den Erwachsenen im Nordosten Österreichs besonders hoch, aber wie zuvor ist die Gesamtdosis niedrig.

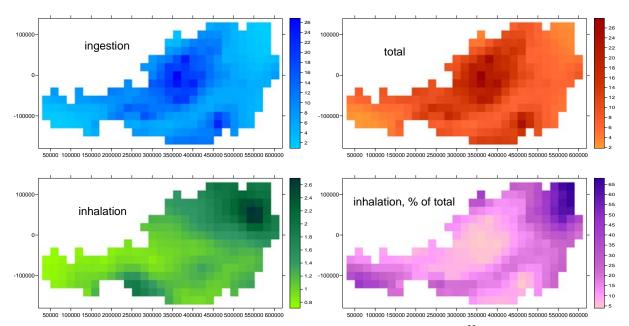


Abbildung 7: Ermittelte räumliche Verteilung der effektiven Dosis (in μSv) durch <sup>90</sup>Sr für ein 1-jähriges Kind, sowie der Anteil der Inhalation an der Gesamtdosis



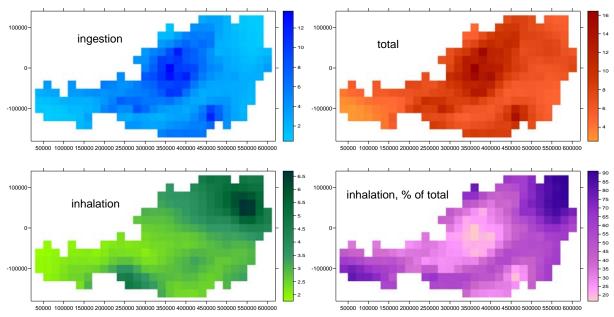


Abbildung 8: Ermittelte räumliche Verteilung der effektiven Dosis (in µSv) durch <sup>90</sup>Sr für einen Erwachsenen, sowie der Anteil der Inhalation an der Gesamtdosis

Das Ergebnis dieser Analysen ist, dass sich die zuvor angenommene räumliche Verteilung der durch den Tschernobylunfall verursachten Strahlenexposition, nämlich jene die durch <sup>137</sup>Cs verursacht wurde, unter Berücksichtigung der <sup>131</sup>I und <sup>90</sup>Sr Inhalations- bzw. Ingestionsdosis nicht signifikant geändert hat. Nur im Nordosten von Österreich sind erhöhte Anteile der Inhalationsdosis an der Gesamtdosis zu beobachten. Da aber dort die Gesamtdosis gering ist, ändert sich das Verteilungsmuster kaum. Auf Basis dieser Ergebnisse kann man also davon ausgehen, dass die ursprüngliche Annahme, dass die räumliche Verteilung der <sup>137</sup>Cs Bodenkontamination die räumliche Verteilung der zusätzlichen Strahlenexposition der Bevölkerung nach dem Tschernobylfallout ausreichend genau wiedergibt, richtig ist, oder dass anders gesagt die Berücksichtigung der Inhalation die räumliche Verteilung der Dosen kaum ändert.

## 5 Ökologisch-epidemiologische Auswertungen

Wie zuvor festgestellt wurde, gibt die <sup>137</sup>Cs Bodenkontamination die räumliche Verteilung für die zusätzliche Strahlenexposition der Bevölkerung durch den Tschernobylfallout 1986 ausreichend genau wieder. Deshalb konnte die bereits im Bericht von 2006 verwendete ökologisch-epidemiologischen Auswertungsmethodik durchgeführt bzw. bis in das Jahr 2010 fortgesetzt werden.

Die Auswertungen hinsichtlich der gesundheitlichen Auswirkungen des Tschernobylunfalls wurden für folgende Morbiditäts- und Mortalitätsursachengruppen durchgeführt:

- Totgeburten im Zeitraum von 1984 bis 2010
- Säuglingssterblichkeit (Neugeborenensterblichkeit im ersten Lebensjahr) im Zeitraum von 1987 bis 2010
- Mortalität Leukämie bei Kindern (0 bis <15 Jahre) im Zeitraum von 1983 bis 2010</li>
- Morbidität (Inzidenz) Leukämie bei Kindern (0 bis <15 Jahre) im Zeitraum von 1983 bis 2009</li>



- Mortalität Schilddrüsenkrebs im Zeitraum von 1980 bis 2010
- Morbidität (Inzidenz) Schilddrüsenkrebs 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 angekauft und für wissenschaftliche Zwecke ausgewertet.

Die Analysen wurden für ganz Österreich und nicht nur für das Bundesland Oberösterreich durchgeführt, um eine bessere Vergleichbarkeit herzustellen.

## 6 Ergebnisse

### 6.1 Totgeburten

Abbildung 9 zeigt den zeitlichen Verlauf der Totgeburten (bezogen auf 1000 Geborene) getrennt nach Bundesländern, als auch für Gesamtösterreich für den Zeitraum 1984 bis 2010. Um die in den kleineren Bundesländern erhebliche Variabilität zu verringern, wurden jeweils zwei Jahre zusammengefasst, bis auf das Einzeljahr 2010. In allen Bundesländern zeigt sich eine kontinuierliche Abnahme der Totgeburtenrate seit der Neudefinition im Jahre 1995. Seit 2004 liegt Oberösterreich unter dem Bundesdurchschnitt.

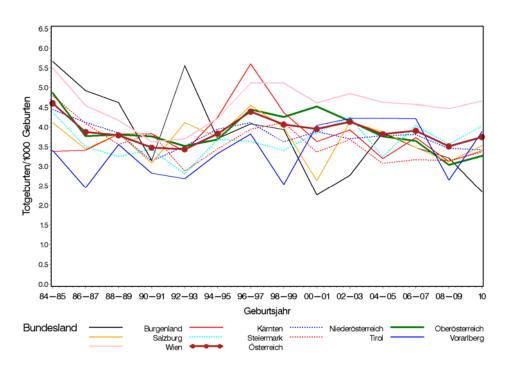


Abbildung 9: Zeitlicher Verlauf der Anzahl der Totgeburten (bezogen auf 1000 Geborene) in den österreichischen Bundesländern im Zeitraum 1984-2010



Um eine mögliche Wechselwirkung Zeit-Raum zu untersuchen, wurde die Abbildung 9 unterteilt in Totgeburten geboren in der <=30. und >30. Schwangerschaftswoche (SSW) und in den Abbildung 10 und 11 dargestellt. Es zeigt sich eine Stagnation der Totgeburtenrate für Gesamtösterreich. Oberösterreich liegt sowohl für Totgeborene <=30. SSW als auch >30. SSW seit 2004 im Bundesdurchschnitt.

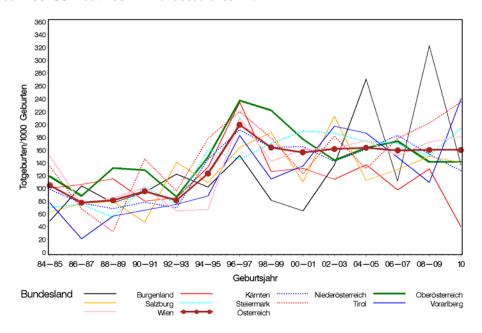


Abbildung 10: Zeitlicher Verlauf der Anzahl der Totgeburten (bezogen auf 1000 Geborene) – geboren in <= 30. SSW in den österreichischen Bundesländern im Zeitraum 1984-2010

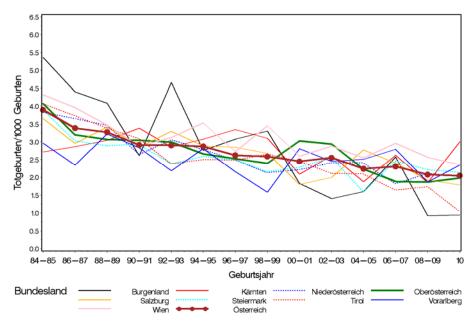


Abbildung 11: Zeitlicher Verlauf der Anzahl der Totgeburten (bezogen auf 1000 Geborene) – geboren in > 30. SSW in den österreichischen Bundesländern im Zeitraum 1984-2010



Abbildung 12 zeigt die Totgeburtenrate (Anzahl der Totgeburten/1000 Geburten), nach Bundesländern, für das Jahr 2010 mit den entsprechenden 95% Konfidenzintervallen. An der Weite der Intervalle ist erkenntlich, dass eine punktweise Interpretation der einzelnen Raten zu unsicheren Aussagen führt.

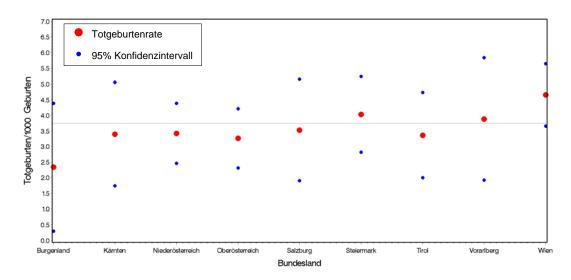


Abbildung 12: Totgeburtenrate (Anzahl der Totgeburten/1000 Geburten) nach Bundesländern für das Jahr 2010

In Abbildung 13 ist die geographische Verteilung der Totgeburtenrate in ganz Österreich für die Jahre 1986-2010 dargestellt. Das Land Oberösterreich weist sowohl Bezirke mit niedriger als auch höheren Raten auf. Die beobachtete räumliche Verteilung sowie der zeitliche Verlauf der Totgeburtenrate lassen darauf schließen, dass die durch den Tschernobylfallout verursachte zusätzliche Strahlenexposition keinen signifikanten Effekt auf die Totgeburtenrate in Oberösterreich hatte.

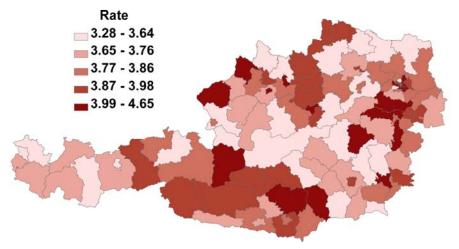


Abbildung 13: Geographische Verteilung der Totgeburtenrate (Anzahl der Totgeburten/1000 Geburten) in ganz Österreich im Zeitraum von 1986 bis 2010



## 6.2 Säuglingssterblichkeit

In Abbildung 14 ist der zeitliche Verlauf der Säuglingssterblichkeit (Anzahl der Neugeborenen, die im 1. Lebensjahr verstorben sind) pro 1000 Lebendgeborene für Gesamtösterreich, als auch getrennt nach Bundesländern dargestellt. Es ist eine Abnahme der Rate für Gesamtösterreich bis 2006 zu erkennen, ab diesem Jahr stagniert die Rate. In ganz Österreich zeigt sich kein Anstieg der Säuglingssterblichkeit für das Jahr 1986. Der Wert für das Jahr 2009 ist mit den vorherigen Werten nicht direkt vergleichbar, da ab diesem Jahr auf eine verbesserte Vollzähligkeit der Anzahl von im Ausland verstorbenen Säuglingen seitens der Statistik Austria vermerkt wird.

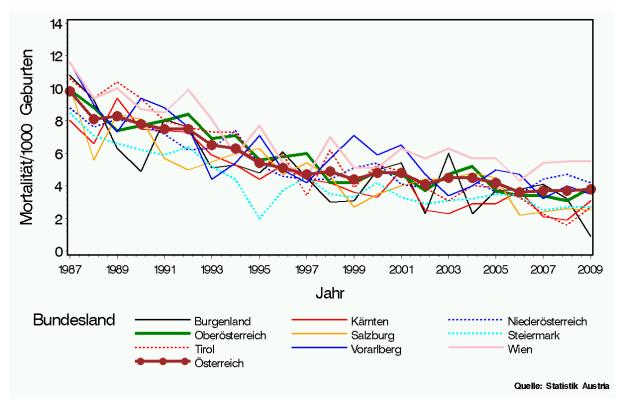


Abbildung 14: Zeitlicher Verlauf der Säuglingssterblichkeit (Mortalität bezogen auf 1000 Geburten) in den einzelnen Bundesländern und Österreich im Zeitraum von 1987 bis 2009

Das Land Oberösterreich weist in den letzten fünf Jahren eine leicht unter dem Österreichdurchschnitt befindliche Säuglingssterblichkeit auf. Die Variabilität der Raten wird in Abbildung 15 ersichtlich, in der die Säuglingssterblichkeitsrate nach Bundesland für das Jahr 2009 mit 95% Konfidenzintervall dargestellt wird. Bis auf das Bundesland Wien und Burgenland überdecken die Konfidenzintervalle aller Länder den österreichischen Durchschnitt (horizontale Linie bei 3.78).



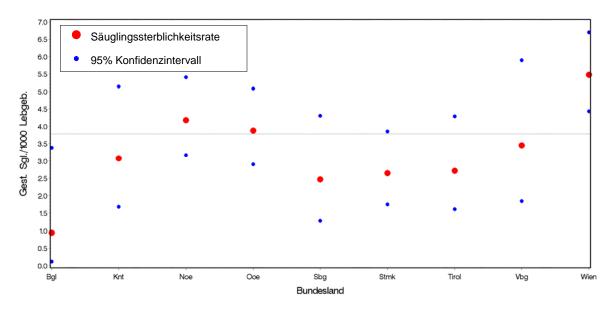


Abbildung 15: Säuglingssterblichkeitsrate pro 1000 Lebendgeborene nach Bundesländern im Jahr 2009

In Abbildung 16 ist die zeitlich-räumliche Entwicklung der Säuglingssterblichkeit anhand der standardisierten Mortalitätsraten (*SMR*) im Zeitraum 1987 bis 2010 dargestellt. Für den gesamten betrachteten Zeitraum zeigt sich eine markante niedrigere Mortalität im Großraum Steiermark. Dies geht auch aus der im Jahr 2006 abgeschlossenen Studie "*Tschernobylfolgen in Oberösterreich"- Untersuchung der gesundheitlichen Auswirkungen der Reaktorkatastrophe von Tschernobyl in besonders belasteten Gebieten Oberösterreichs* hervor und wird noch detaillierter in bereits publizierten Arbeiten erörtert (Waldhör et al. 2006 u. 2008, Waldhör und Heinzl 2011). Die geographische Verteilung der standardisierten Mortalitätsraten (SMR) für die Säuglingssterblichkeit zeigt keine Korrelation mit der geographischen Verteilung der durch den Tschernobylfallout verursachten <sup>137</sup>Cs Bodenkontamination (Abbildung 2). Somit zeigt sich auch hier kein Tschernobyleffekt.

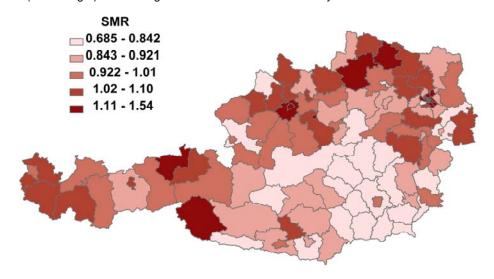


Abbildung 16: Geographische Verteilung der standardisierten Mortalitätsraten(SMR) für die Säuglingssterblichkeit in Österreich im Zeitraum von 1987 bis 2010



## Kommentar von Dr. M. Wald (Neonatologe am AKH Wien) zu den Ergebnissen der Totgeburten und Säuglingssterblichkeit:

Anzumerken ist, dass Totgeburten und vor allem die Säuglingssterblichkeit nicht nur von biologischen Faktoren abhängen, welche unter Umständen von radioaktiver Strahlung beeinflusst werden. Können und Wissen von Geburtshelfern und Neonatologen sind ausschlaggebend, ob ein Un- oder Neugeborenes am Leben bleibt oder verstirbt. Dieses Wissen und Können hat sich durch verfeinerte Diagnoseverfahren und verbesserte Therapieansätze im Beobachtungszeitraum dramatisch weiterentwickelt. Diese positive Entwicklung kann einen biologischen Einfluss durch radioaktive Strahlung mehr als nur ausgleichen. Einzig Fehlgeburten in der Frühschwangerschaft sind mehrheitlich auf biologische Faktoren von Mutter und Kind zurückzuführen. Vor allem chromosomale und genetische Störungen sind die Hauptgründe für solche Frühaborte. Da diese jedoch nicht selten bereits zu einem Zeitpunkt geschehen, bei dem werdende Mütter noch gar nicht wissen, dass sie schwanger sind, ist die Inzidenz solcher Frühaborte nicht oder nur unzureichend zu dokumentieren.

#### 6.3 Schilddrüsenkrebs

Im Folgenden ist die altersstandardisierte Mortalitätsrate (*ASR*) für Gesamtösterreich getrennt nach Geschlecht für alle Altersklassen gesamt (Abbildung 17) und getrennt für die beiden Altersklassen 0-<60 Jahre (Abbildung 18) und 60+ (Abbildung 19) dargestellt. Auf Grund der sehr geringen Häufigkeit an verstorbenen Personen in jungen Jahren wurde die jüngere Altersgruppe mit 0 bis unter 60 Jahren festgesetzt.

Für alle Altersgruppen zeigt sich ein signifikanter Abfall der Mortalitätsrate mit p<0.01 seit 1980.

Nur in der Gruppe der 0-<60 Jährigen ist seit Anfang der 2000-er Jahre ein unregelmäßiger Verlauf der Rate zu beobachten, welcher aber aufgrund der sehr kleinen Häufigkeiten mit weiten Konfidenzintervallen und damit großer Unsicherheit behaftet ist Beispielsweise erstreckt sich das 95% Konfidenzintervall für die 0-<60 Jährigen für das Jahr 2010 von 0.06 bis 0.30 für Männer und 0.03 bis 0.27 für Frauen und erlaubt somit nur sehr unsichere Aussagen bezüglich des tatsächlichen Wertes der Rate in dieser Altersgruppe.

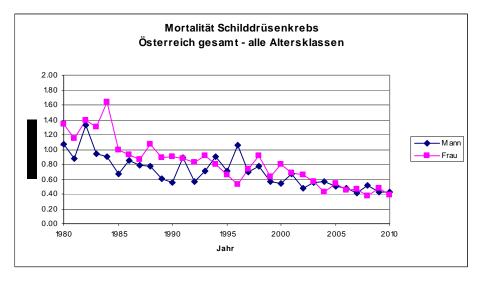


Abbildung 17: Altersstandardisierte Mortalitätsrate (ASR) bei Schilddrüsenkrebs für Gesamtösterreich getrennt nach Geschlecht



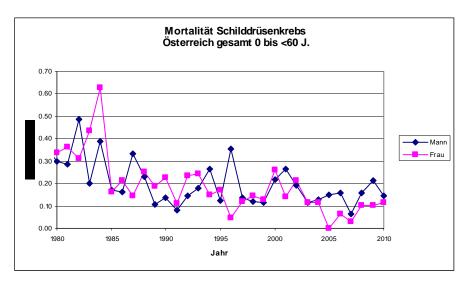


Abbildung 18: Altersstandardisierte Mortalitätsrate (ASR) der 0 bis <60 Jährigen bei Schilddrüsenkrebs für Gesamtösterreich getrennt nach Geschlecht

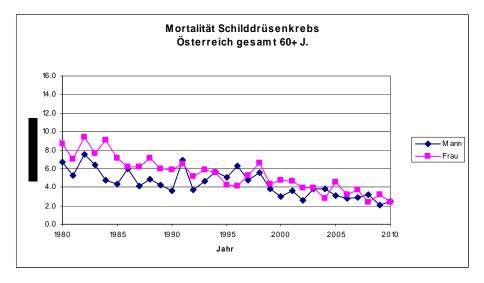


Abbildung 19: Altersstandardisierte Mortalitätsrate (ASR) der 60+ Jährigen bei Schilddrüsenkrebs für Gesamtösterreich getrennt nach Geschlecht

Die zeitliche Entwicklung der alterstandardisierten Mortalitätsrate nach Bundesländern ist in Abbildung 20 dargestellt. In Abbildung 21 sind zusätzlich die 95% Konfidenzintervalle für das Jahr 2010 abgebildet, um die Variabilität zu verdeutlichen.



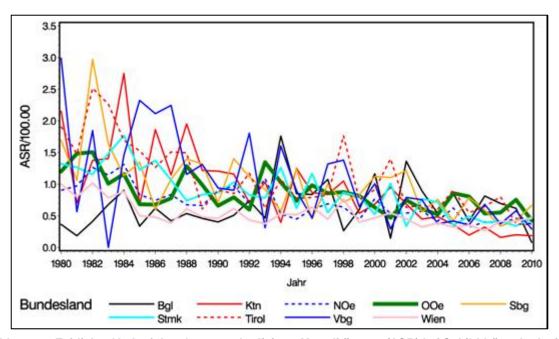


Abbildung 20: Zeitlicher Verlauf der altersstandardisierte Mortalitätsrate (ASR) bei Schilddrüsenkrebs in den einzelnen Bundesländern und Österreich im Zeitraum von 1980 bis 2010

Aus beiden Darstellungen geht hervor, dass Oberösterreich sich bezüglich Mortalität im Mittelfeld der Bundesländerraten befindet und in den letzten Jahren keine nennenswerten Änderungen aufgetreten sind.

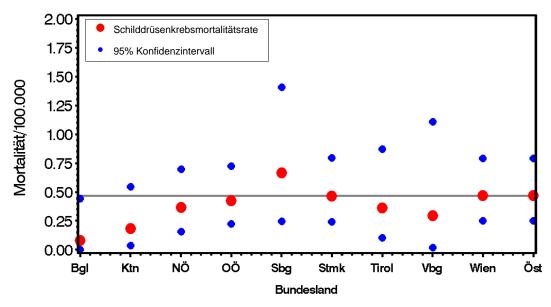


Abbildung 21: Schilddrüsenkrebsmortalitätsrate nach Bundesländern und für Österreich im Zeitraum von 2009 bis 2010



In den Abbildungen 22 bis 24 wird die altersstandardisierte Inzidenzrate (*ASR*) von Schilddrüsenkrebs im Zeitverlauf bis 2008 für Gesamtösterreich getrennt nach Geschlecht (Abbildung 22), für die Inzidenz nach Bundesländern beider Geschlechter gesamt (Abbildung 23) und die Inzidenz mit 95% Konfidenzintervall nach Bundesland (Abbildung 24) gezeigt. Die Inzidenzrate für das Land Oberösterreich liegt bis zum Jahr 2002 im Mittel aller Raten, ab 2000 hingegen klar im unteren Bereich.

Die Inzidenz des Jahres 2009 wurde wegen zum Zeitpunkt der Erstellung nicht ausreichender Vollzähligkeit auf Grund von Nachmeldungen nicht in die Auswertung miteinbezogen.

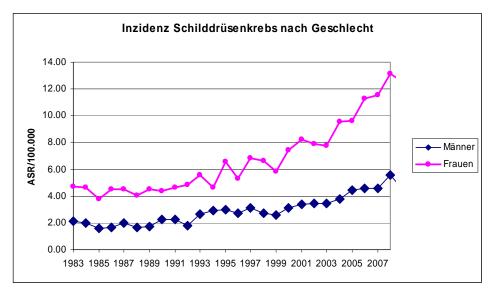


Abbildung 22: Zeitlicher Verlauf der altersstandardisierten Inzidenzrate (ASR) von Schilddrüsenkrebs getrennt nach Geschlecht für Österreich im Zeitraum von 1983 bis 2008

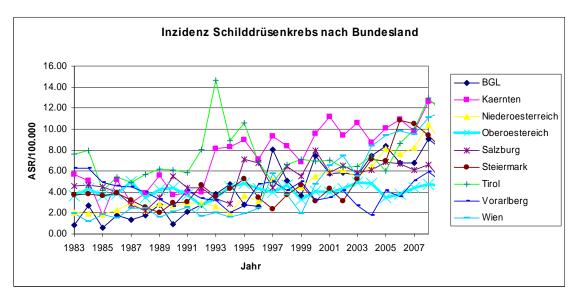


Abbildung 23: Zeitlicher Verlauf der altersstandardisierten Inzidenzrate (ASR) von Schilddrüsenkrebs in den einzelnen Bundesländern im Zeitraum von 1983 bis 2008



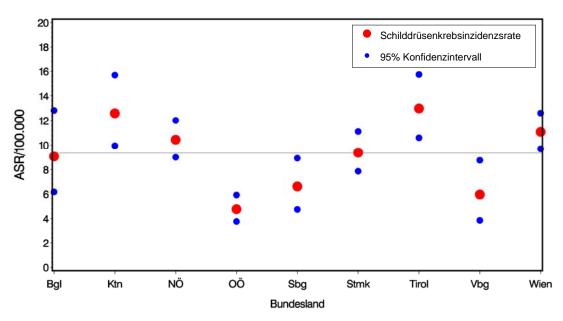
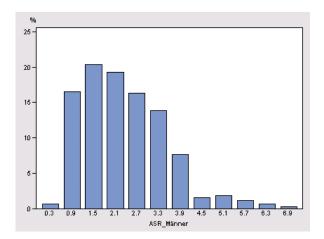


Abbildung 24: Altersstandardisierten Inzidenzrate (ASR) von Schilddrüsenkrebs nach Bundesländern für das Jahr 2008

In Abbildung 22 ist ein Anstieg der Inzidenz bei beiden Geschlechtern seit ca. 1991 ersichtlich. Dieser Trend wird in vielen anderen Ländern der Welt beobachtet und wird dem höheren Erfassungsgrad (Meldegenauigkeit) sowie vor allem der Einführung verbesserter diagnostischer Verfahren zugeschrieben. Diese ermöglichen die vermehrte Erfassung von kleineren Tumoren (Wartofsky 2010, Davies und Welch 2006, Enewold et al. 2009).

In Abbildung 25 ist zum Vergleich mit anderen Ländern die Verteilungen der Inzidenzraten für Männer und Frauen aus dem IARC Bericht "Cancer Incidence in Five Continents" (2007) dargestellt. Die für die Darstellungen verwendete altersstandardisierte Rate unterscheidet sich von den für diesen Bericht erstellten Raten auf Grund einer unterschiedlichen Standardbevölkerung. Mit einer Österreichrate von 2.8 (Männer) und 6.5 (Frauen) befindet sich Österreich im Mittelfeld.



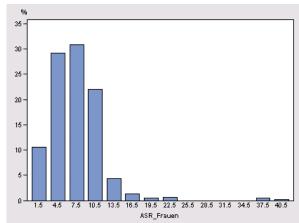


Abbildung 25: Verteilung der Schilddrüsenkrebsinzidenzraten bei Männern und Frauen weltweit (2007)



Nachfolgend ist die räumliche Verteilung der standardisierten Mortalitätsrate (*SMR*) bei Schilddrüsenkrebs nach den österreichischen politischen Bezirken dargestellt. Abbildung 26 zeigt die Verteilung für den Untersuchungszeitraum von 1987 bis 2010. Weiters ist in den Abbildungen 27 und 28 die räumliche Verteilung der Mortalität für unter 60 Jährige und 60+ Jährige dargestellt. Es zeigt sich, dass im Vergleich zu der im Jahr 2006 abgeschlossenen Studie "Tschernobylfolgen in Oberösterreich"- Untersuchung der gesundheitlichen Auswirkungen der Reaktorkatastrophe von Tschernobyl in besonders belasteten Gebieten Oberösterreichs die Verteilung nicht verändert hat und ein Zusammenhang mit der durch den Tschernobylunfall verursachen zusätzlichen Exposition ersichtlich ist.

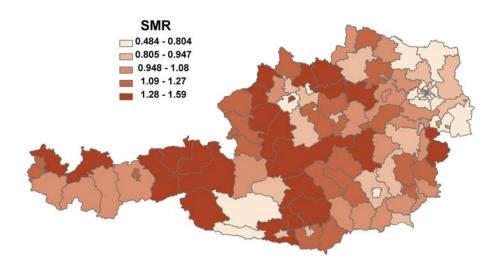


Abbildung 26: Geographische Verteilung der standardisierten Mortalitätsraten (SMR) bei Schilddrüsenkrebs in Österreich im Zeitraum von 1987 bis 2010

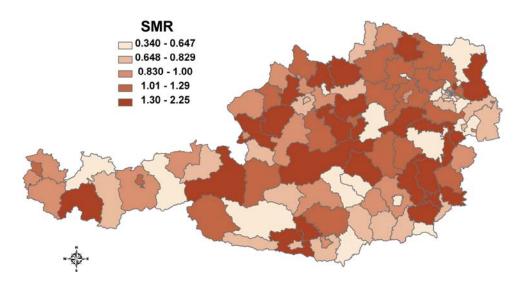


Abbildung 27: Geographische Verteilung der standardisierten Mortalitätsraten (SMR)der 0 bis <60 Jährigen bei Schilddrüsenkrebs in Österreich im Zeitraum von 1987 bis 2010



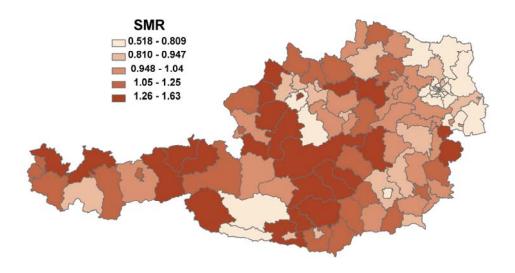


Abbildung 28: Geographische Verteilung der standardisierten Mortalitätsraten (SMR)der 60+ Jährigen bei Schilddrüsenkrebs in Österreich im Zeitraum von 1987 bis 2010

### 6.4 Leukämie

Der zeitliche Verlauf der altersstandardisierten Krebsinzidenzrate (*ASR*) für Leukämie bei Kindern <15 Jahre in den einzelnen Bundesländern und Gesamtösterreich ist in Abbildung 29 dargestellt. Bedingt durch die geringe Anzahl an Fällen ist die Variabilität (mit Werten zwischen 0 und 12) groß. Die Inzidenz in Oberösterreich entspricht dem stagnierenden Verlauf von Gesamtösterreich.

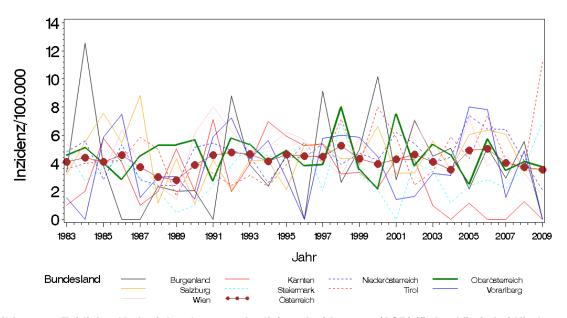


Abbildung 29: Zeitlicher Verlauf der altersstandardisierte Inzidenzrate (ASR) für Leukämie bei Kindern < 15 Jahre in den einzelnen Bundesländern und Österreich im Zeitraum von 1983 bis 2009



Um die Variabilität genauer zu quantifizieren, wurden 95% Konfidenzintervalle für die Leukämieinzidenz bei Kindern <15 Jahre für den Zeitraum 2007-2009 berechnet (Abbildung 30). Die große Spannweite der Konfidenzintervalle zeigt die Unsicherheit der Schätzungen auf Grund der geringen Inzidenz. Oberösterreich liegt mit einer Rate von 3.79 im Österreichdurchschnitt (3.75).

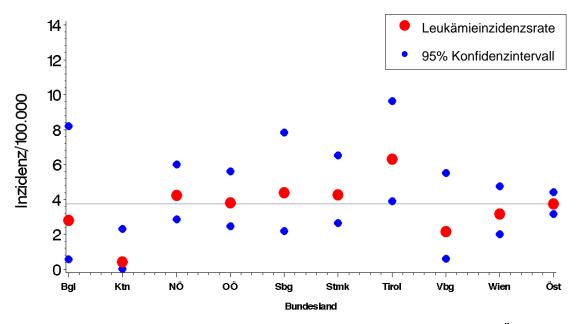


Abbildung 30: Leukämieinzidenzrate bei Kindern <15 Jahre nach Bundesländern und für Österreich im Zeitraum von 2007 bis 2009

In Abbildung 31 ist der zeitliche Verlauf der altersstandardisierten Mortalitätsrate an bei Kindern <15 Jahre nach Bundesland ersichtlich. Auf Grund der sehr geringen Inzidenz ist die Schwankungsbreite groß und die Werte variieren zwischen 0 und ca. 5. Die Mortalitätsrate in Oberösterreich entspricht dem Durchschnitt von Gesamtösterreich.

In Abbildung 32 sind die 95% Konfidenzintervalle für die standardisierte Mortalitätsrate von Leukämie bei Kindern <15 Jahre für den Zeitraum 2005 bis 2010 ersichtlich. Es wurde ein erweiterter Zeitraum von 6 Jahren gewählt da auf Grund der geringen Anzahl von verstorbenen Kindern zwischen 2008 und 2010 Vorarlberg eine Rate von Null aufweisen würde. Oberösterreich liegt mit einem Wert knapp von 0,3 etwas unter dem Österreichdurchschnitt von 0,36.

Aufgrund der niedrigen Fallzahlen und desäußerst geringen Beitrags von <sup>90</sup>Sr zur Gesamtdosis ist eine Auswertung nach Bezirken nicht notwendig bzw. sinnvoll. In den letzten 25 Jahren ist kein durch den Tschernobylfallout bedingter Anstieg der Leukämieinzidenz und –mortalität in Oberösterreich zu beobachten.



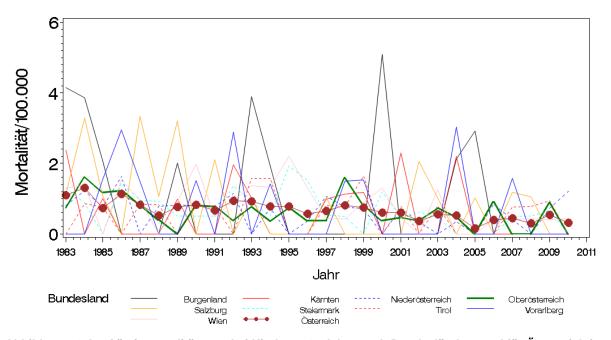


Abbildung 31: Leukämiemortalitätsrate bei Kindern <15 Jahre nach Bundesländern und für Österreich im Zeitraum von 1983 bis 2010

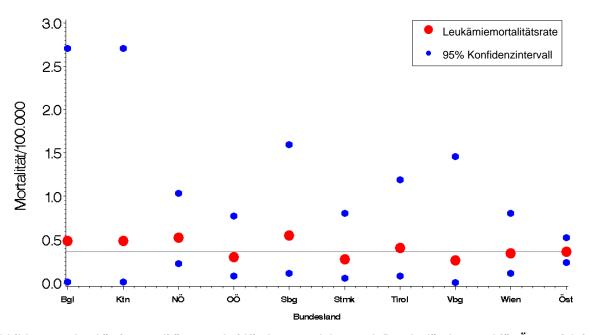


Abbildung 32: Leukämiemortalitätssrate bei Kindern <15 Jahre nach Bundesländern und für Österreich im Zeitraum von 2005 bis 2010



Kommentar von Priv.Doz. Dr. Georg Mann und Mag. Pötschger Ulrike aus der Dokumentationszentrale Studies and Statistics for Integrated Research and Projects (S²IRP) des CHILDREN'S CANCER RESEARCH INSTITUTE (CCRI) der St. Anna Kinderkrebsforschung e.V.:

Österreichweit werden Kinder mit Leukämien seit den frühen 80er Jahren einheitlich registriert und behandelt. Die jährliche Neuerkrankungsrate der so erfassten PatientInnen entspricht den statistischen Erwartungen.

Wenn man nun die österreichweite Inzidenzrate und den zeitlichen Verlauf mit der Anzahl der im St. Anna Kinderspital/CCRI gemeldeten Neudiagnosen vergleicht, ergibt sich ein ähnliches Bild. Allerdings ist ein direkter Vergleich nicht möglich: Die Meldungen im St. Anna Kinderspital beinhalten unabhängig vom Wohnort alle in Österreich erstellten Neudiagnosen. Im Gegensatz dazu sind bei der Statistik Austria nur Neudiagnosen mit österreichischem Wohnsitz inkludiert.

Die Zahl der jährlich gemeldeten Todesfälle bei Kindern mit Leukämie im St. Anna Kinderspital ist rückläufig. Dieser Rückgang ist im Einklang mit verbesserten Therapieerfolgen im Rahmen der durchgeführten klinischen Studien. Dementsprechend hat sich die Prognose von Kindern mit Leukämien seit 1983 deutlich verbessert.

## 7 Schlussfolgerung und Ausblick

Österreich, insbesondere das Bundesland Oberösterreich wurde 1986 durch den Tschernobylfallout hoch kontaminiert. Aufgrund der langen Halbwertszeit von rund 30 Jahren ist das beim Fallout deponierte <sup>137</sup>Cs auch heute noch präsent in den Böden einiger oberösterreichischen Regionen. Die durch den Unfall verursachte Strahlenexposition der Bevölkerung hat unter anderem durch den raschen radioaktiven Zerfall des <sup>131</sup>I, gezielte Maßnahmen der Behörden und anderen Effekten äußerst rasch wieder abgenommen und ist heute vernachlässigbar gering (< 0,01 mSv/a).

Die Auswertungen hinsichtlich der Inhalations- und Ingestionsdosis durch <sup>131</sup>I und <sup>90</sup>Sr haben ergeben, dass sich die zuvor angenommene räumliche Verteilung der durch den Tschernobylunfall verursachten Strahlenexposition, nämlich jene die durch <sup>137</sup>Cs verursacht wurde, unter Berücksichtigung der <sup>131</sup>I und <sup>90</sup>Sr Inhalations- bzw. Ingestionsdosis nicht signifikant geändert hat. Nur im Nordosten von Österreich wurden erhöhte Dosiswerte festgestellt. Da aber der Anteil an der Gesamtdosis gering ist, ändert sich das Verteilungsmuster kaum. Die für die Inhalations- und Ingestionsdosis durch <sup>131</sup>I und ermittelten Werte liegen geringfügig über den von Mück (1987) publizierten. Dies ist auf die Verwendung anderer ("älterer") Dosiskonversionsfaktoren zurückzuführen.

Die Ergebnisse der Inhalations- und Ingestionsdosis durch <sup>131</sup>I und <sup>90</sup>Sr haben gezeigt, dass die Annahme, dass die räumliche Verteilung der <sup>137</sup>Cs Bodenkontamination die räumliche Verteilung der zusätzlichen Strahlenexposition der Bevölkerung nach dem Tschernobylfallout ausreichend genau repräsentiert, richtig ist. Darum konnte die bereits im Bericht von 2006 verwendete ökologisch-epidemiologische Auswertemethodik durchgeführt bzw. bis ins Jahr 2010 fortgesetzt werden.

Die im Rahmen der Untersuchung durchgeführten epidemiologischen Analysen hinsichtlich der gesundheitlichen Auswirkungen des Tschernobylunfalls in den letzten 25 Jahren haben ergeben, dass die durch den Tschernobylfallout verursachte zusätzliche Strahlenexposition keinen signifikanten Effekt auf die Totgeburtenrate und die Säuglingssterblichkeit in Oberösterreich hatte. Es konnten keine teratogene (fruchtschädigende) Folgeschäden im Bundesland Oberösterreich statistisch nachgewiesen werden. Auch bei den durch ionisierende Strahlung spezifisch auftretenden Krebserkrankungen der Schilddüse und der Leukämie konnte kein Tschernobyleffekt nachgewiesen werden. Der Anstieg der Schilddrüsenkrebsinzidenz wird weltweit beobachtet und wird dem höheren Erfassungsgrad (Meldegenauigkeit) und der Einführung verbesserter diagnostischer Verfahren zugeschrieben.



Einzelfälle von Schädigungen sowohl teratogener als auch kanzerogener Art infolge der durch den Tschernobylunfall verursachten zusätzlichen Strahlenexposition sind nicht auszuschließen, jedoch sind sie statistisch nicht nachweisbar. Die Ergebnisse dieser Studie sind in absolutem Einklang mit den in Kapitel 3 angeführten internationalen Studien.

Aufgrund der langen Latenzzeiten einiger Krebserkrankungen von 30 bis 40 Jahren, ist es sinnvoll diese Studie in regelmäßigen Abständen zu wiederholen bzw. fortzusetzen. Es ist auch zu empfehlen, weitere – möglicherweise strahleninduzierten - Krebsarten, wie etwa Brustkrebs in diese Studie einzubeziehen.

Wien, am 15. März 2012

Die Projektleiterin:

Ceanaio Sciolel

(Mag. Dr. Claudia Seidel)

### 8 Literatur

Bossew, P., Ditto, M., Falkner, Th., Henrich, E., Kienzl, K., Rappelsberger., U. (2001): Contamination of Austrian soil with caesium-137. J. Environ. Radioactivity 55, 187-194.

Bromet, E.J., Havenaar, J.M., Guey, L.T. (2011): A 25 Year Retrospective Review of the Psychological Consequences of the Chernobyl Accident. Clinical Oncology 23: 297-305.

**BSS** (1996): Council directive 96/29/EURATOM of 13 May 1996, laying down basic safety standards for the protection of the health of workers and the general public against the dangers arising from ionizing radiation. Official Journal of the European Communities, No. L 159/1. www.euronuclear.org/info/encyclopedia/pdf/euratombasicsafetystandards1996.pdf (14.01.2012)

Bundeskanzleramt (Hrsg.) (1988): Die Auswirkungen des Reaktorunfalls in Tschernobyl auf Österreich. Beiträge 2/88.

Busby, C., Lengfelder, E., Pflugbeil, S., Schmitz-Feuerhake, I. (2009): The evidence of radiation effects in embryos and fetuses exposed to Chernobyl fallout and the question of dose response. Med Confl Surviv. 2009 Jan-Mar; 25(1):20-40.

Cardis, E. et al. (2006): Cancer consequences of the Chernobyl accident: 20 years on. Journal of Radiological Protection 26: 127-140.

Cardis, E. et al. (2006a): Estimates of the cancer burden in Europe from radioactive fallout from the Chernobyl accident. In: International Journal of Cancer: 119, 1224-1235.

Cardis, E. and Hatch, M. (2011): The Chernobyl Accident – An Epidemiological Perspective. Clinical Oncology 23: 251-260.

Davies, L. und Welch, G. (2006): Increasing Incidence of thyroid Cancer in the United States, 1973-2002. JAMA 295 (18). <a href="http://jama.ama-assn.org/content/295/18/2164.full.pdf">http://jama.ama-assn.org/content/295/18/2164.full.pdf</a> (Volltext)

Enewold, L., Zhu, K., Ron, E., Marrogi, A., Stojadinovic, A., Peoples, G., Devesa, S. (2009): Rising Thyroid Cancer Incidence in the United States by Demographic and Tumor Characteristics. 1980-2005. Cancer Epidemiol Biomarkers Prev 18(3):784-791.

**Europäische Kommission (2011):** Radiation Protection No 170. Recent scientific findings and publications on the health effects of Chernobyl. Summary report. <a href="http://ec.europa.eu/energy/nuclear/radiation\_protection/doc/publication/170.pdf">http://ec.europa.eu/energy/nuclear/radiation\_protection/doc/publication/170.pdf</a> (18.01.2012)

Gomez Segovia, I., Gallowitsch, HJ., Kresnik, E., Kumnig, G., Igerc, I., Matschnig, S., Stronegger, WJ., Lind, P. (2004): Descriptive epidemiology of thyroid carcinoma in Carinthia, Austria: 1984–2001. Histopathological features and tumor classifiction of 734 cases under elevated general iodination of table salt since 1990: Population-based age-stratified analysis on thyroid carcinoma incidence. Thyroid 14:277 –286.

Hatch, M., Ron, E., Bouville, A., Zablotska, L., Howe, G. (2005): The Chernobyl disaster: cancer following the accident at the Chernobyl Nuclear Power Plant. Epidemiol Rev 27: 56-66.



IARC (2007): Cancer Incidence in Five Continents Vol. IX. Scientific Publication No. 160. <a href="http://www.iarc.fr/en/publications/pdfs-online/epi/sp160/index.php">http://www.iarc.fr/en/publications/pdfs-online/epi/sp160/index.php</a> (14.01.2012)

ICRP (1995): Age-dependent Doses to Members of the Public from Intake of Radionuclides - Part 4 Inhalation Dose Coefficients. ICRP Publication 71. Ann. ICRP 25 (3-4).

Irlweck, K. (1990): Bestimmung des Strontium-90-Gehaltes in Luftfiltern aus der Zeit nach dem Reaktorunfall in Tschernobyl. Beiträge 3/90, Ed. Österr. Bundeskanzleramt, Sektion VII.

*Irlweck, K. and Hhademi, B.* (1993): <sup>239(240), 238</sup>Pu, <sup>90</sup>Sr, <sup>103</sup>Ru and <sup>137</sup>Cs concentrations in surface air in Austria due to dispersion of Chernobyl releases over Europe. J. Environ. Radioactivity 20, 133 – 148.

Maringer, F.J., Bossew, P., Gerzabek, M., Seidel, C., Waldhör, T., Vutuc, C. (2006): Endbericht zur Studie "Tschernobylfolgen in Oberösterreich" Untersuchung der gesundheitlichen Auswirkungen der Reaktorkatastrophe von Tschernobyl in besonders belasteten Gebieten Oberösterreichs. im Auftrag des Landes Oberösterreich, Abt. Umwelt- und Anlagentechnik/Umwelttechnik

Mück, K. (1987): Abschätzung der Strahlenexposition der österreichischen Bevölkerung nach dem reaktorunfall von Tschernobyl report, ÖFZS-4406

Mück, K., Streit, S., Steger, F., Mayr, K. (1988): Der Dosisbeitrag von 90 Sr zur Ingestionsdosis nach dem Reaktorunfall in Tschernobyl. OEFZS-4452.

Mück, K. (1996): 10 Jahre nach Tschernobyl - Strahlenbelastung, Gesundheitseffekte, Sicherheitsaspekte. OEFZS-4785.

Mück, K. (2001): Radioaktivität und Strahlung in unserer Umwelt. Die Strahlenexposition der Österreicher. http://www.arcs.ac.at/PubDB/Fulltext/arcs-gb-2001-001.pdf (16.06.05)

Mück, K. (2002): Reconstruction of the inhalation dose in the 30-km zone after the Chernobyl accident. Health physics 82(2): 157-72.

Saenko, V., Ivanov, V., Tsyb, A., Bogdanova, T., Tronko, M., Demidchik, Yu., Yamashita, S. (2011): The Chernobyl Accident and its Consequences. Clinical Oncology 23: 234-243.

Scherb, H. (2006): Schilddrüsenkrebs in der Tschechischen Republik und der Atomkraftwerksunfall in Tschernobyl. 20 Jahre nach Tschernobyl – Erfahrungen und Lehren für die Zukunft, Internationaler Kongress der Gesellschaft für Strahlenschutz, Berlin, 3.-5. April 2006.

Scherb, H. (2006a): Statistische Analyse von genetischen Effekten nach der Tschernobyl Katastrophe. 20 Jahre nach Tschernobyl – Erfahrungen und Lehren für die Zukunft, Internationaler Kongress der Gesellschaft für Strahlenschutz, Berlin, 3.-5. April 2006

Scherb, H. und Voigt, K. (2011): The human sex odds at birth after the atmospheric atomic bomb tests, after Chernobyl, and in the vicinity of nuclear facilities. Environmental science and pollution research international 18(5): 697-707.

Seidel, C. (2005): Geographische Auswertung der radioaktiven Umweltkontamination und der möglichen gesundheitlichen Auswirkungen in Folge des KKW-Unfalls in Tschernobyl im Zeitraum 1986-2005 in ausgewählten Regionen Europas. Diplomarbeit, Universität Wien, 2005.

Thomas, G.A., Tronko, M.D., Tsyb, A:F., Tuttle, R.M. (2011): What Have We Learnt From Chemobyl? What Have We Still To Learn? Clinical Oncology 23:229-233.

UNSCEAR (2000): UNSCEAR Report 2000. Annex J. Exposures and effects of the Chernobyl accident. http://www.unscear.org/docs/reports/annexj.pdf (14.01.2012)

UN Chernobyl Forum (2006): Health Effects of the Chernobyl Accident and Special Health Care Programmes (Geneva: WHO)

UNSCEAR (2011): Sources and Effects of Ionizing Radiation. Unscear Report 2008. Annex D. Health Effects due to Radiation from the Chernobyl Accident. New York. 219 p.

Yablokov, A., Nesterenko, V. and Nesterenko, A. (2009): Chernobyl. Consequences of the catastrophe for people and the environment. Ann NY Acad Sci 2009; 1181: i-xvi, 1-327.

Waldhoer, T., Haidinger, G., Wald, M., Heinzl, H.(2006): Non-random geographical distribution of infant mortality in Austria 1984-2002. Wiener Klinische Wochenschrift 118/11-12:341-347)

Waldhoer, T., Wald, M., Heinzl, H.(2008): Analysis of the spatial distribution of infant mortality by cause of death in Austria in 1984 to 2006. International Journal of Health Geographics 7(2008):21.

Waldhoer, W. und Heinzl, H. (2011): Combining difference and equivalence test results in spatial maps. International Journal of Health Geographics 2011, 10:3 doi:10.1186/1476-072X-10:3.

Wartofsky, L. (2010): Increasing world incidence of thyroid cancer: increased detection or higher radiation exposure? Hormones 9(2):103-8. Wertelecki W.(2010): Malformations in a Chornobyl-impacted region. Pediatrics 2010, 125 (4):836-43. Epub 2010 Mar 22.