

# **Mögliche Auswirkungen schwerer Reaktorunfälle auf Österreich**

**Studie im Auftrag von Greenpeace Österreich**

Petra Seibert

---

Institut für Meteorologie und Physik

Universität für Bodenkultur Wien

Mai 2003

Mögliche Auswirkungen schwerer Reaktorunfälle auf Österreich.  
Studie im Auftrag von Greenpeace Österreich

Wien, Mai 2003

Autorin:  
Univ.-Doz.<sup>in</sup> Dr. Petra Seibert

Institut für Meteorologie und Physik (IMP)  
Universität für Bodenkultur Wien (BOKU)  
Türkenschanzstr. 18  
A-1180 Wien

Tel. (01) 470 58 28  
Fax (01) 470 58 28 - 61  
<http://www.boku.ac.at/imp/>  
<http://www.boku.ac.at/imp/envmet/nucrisk.html>

# 1 Einleitung

Unfälle in Atomkraftwerken mit Freisetzung grosser Mengen radioaktiver Substanzen in die Atmosphäre sind seltene Ereignisse. Ihre Auswirkungen können aber schwerwiegend sein und grosse Gebiete betreffen. Transport in den Luftströmungen kann das Material ohne weiteres über hunderte oder tausende Kilometer verfrachten. Der erste grössere Unfall in einem kommerziellen AKW, 1957 im britischen Sellafield, führte zur Freisetzung von ca. 1 PBq Jod-131 und 90 TBq Cäsium-137.<sup>1</sup> Als Folge davon wurde in einem Gebiet von 500 Quadratmeilen Grösse ein Verkaufsverbot für Milch ausgesprochen. Das Gefährdungspotential durch schwere Reaktorunfälle und die Weiträumigkeit des potentiell betroffenen Gebiets wurde aber erst durch die Katastrophe von Tschernobyl im Jahr 1986 der Weltöffentlichkeit bewusst. Damals wurde der Reaktorblock drei des im Norden der Ukraine gelegenen AKWs zerstört, und grosse Mengen an Radionukliden in die Atmosphäre freigesetzt, darunter rund 1800 PBq I-131 und 85 PBq Cs-137 (NEA, 2002). Dies entspricht etwa 56% des Inventars an Jod-131 und 30% des Inventars an Cäsium-137. Grosse Teile Europas wurden kontaminiert, in Österreich wurden umfangreiche und kostenaufwendige Überwachungsmassnahmen für die Radioaktivität in Lebensmitteln in Gang gesetzt. Wegen Überschreitung der Grenzwerte mussten erhebliche Mengen an Lebensmitteln aus dem Verkauf genommen werden. Besonders die Kontamination der Milch (anfangs vor allem mit Jod, Halbwertszeit rund 8 Tage, später – auch noch im Jahr darauf – mit Cäsium, Halbwertszeit für Cs-134 2 Jahre, für Cs-137 30 Jahre) war für die Bevölkerung allgemein, besonders aber natürlich für die Milchbauern eine einschneidende Erfahrung.

Als Folge dieses Ereignisses kam es in Österreich erstmals zu einem politischen Konsens, das AKW Zwentendorf definitiv nicht mehr in Betrieb zu nehmen, und die Option der Energiegewinnung aus der Kernspaltung aufzugeben. Zugleich rückte die Bedrohung Österreichs durch andere Nuklearanlagen in Europa, besonders natürlich in den Nachbarländern, ins Blickfeld. Es kam zu Studien über die möglichen Auswirkungen schwerer Unfälle, so etwa über die damals in Bau befindliche (aber nicht fertiggestellte) Wiederaufarbeitungsanlage Wackersdorf in Deutschland, die AKWs Jaslovske Bohunice und Mochovce in der Slowakei, Temelin in Tschechien, Rovno und Khmelnytsky in der Ukraine, und anderen. Die Abteilung für Umweltmeteorologie des Institut für Meteorologie und Geophysik der Universität Wien, später (mit denselben Personen) das Institut für Meteorologie und Physik (IMP) der BOKU Wien, war an diesen Studien beteiligt und führte Ausbreitungsrechnungen über den möglichen Transport von Radioaktivität aus diesen Standorten nach Österreich durch. Im Jahr 1997 war das IMP massgeblich an der RISKMAP-Studie im Auftrag des Umweltministeriums beteiligt, in der erstmals versucht wurde, das Risiko durch Atomkraftwerke in Europa in seiner geographischen Verteilung zu quantifizieren (Andreev et al., 2000). In dieser Studie wurden für 88 meteorologische Situationen, verteilt über das Jahr 1995, die Auswirkungen hypothetischer Unfälle an jedem europäischen Reaktorstandort berechnet. Das Risiko wurde mittels der Überschreitung von zwei Grenzwerten der Kontamination mit Cäsium-137 ausgedrückt.

---

<sup>1</sup> 1 PBq (Peta-Becquerel) =  $10^{15}$  Bq, 1 TBq (Tera-Becquerel) =  $10^{12}$  Bq. 1 Bq ist ein Zerfall pro Sekunde.

Aufgrund dieser Erfahrungen hat Greenpeace Österreich das IMP mit einer Kurzstudie beauftragt. Darin soll die mögliche Gefährdung Österreichs durch einen schweren Unfall in verschiedenen Atomkraftwerken in den Nachbarländern exemplarisch charakterisiert werden.

## 2 Methoden

### 2.1 Grundlegende Überlegungen

Bei der Untersuchung des Gefährdungspotentials von Nuklearanlagen werden zwei verschiedene Ansätze gebraucht: der deterministische und der probabilistische. Eine deterministische Untersuchung ist auf dem „wenn – dann“Prinzip aufgebaut: Es werden bestimmte Annahmen über Unfallablauf, Zeitpunkt etc. vorgegeben und untersucht, zu welchen Folgen sie führen. Anders der probabilistische Ansatz: hier versucht man, alle möglichen Abläufe zu berücksichtigen, und ihnen jeweils eine Wahrscheinlichkeit zuzuordnen. Daraus ergibt sich für jede Kette von Ereignissen eine Gesamtwahrscheinlichkeit. Ein Gesamtrisiko kann man durch Addition der Produkte aus Wahrscheinlichkeit eines Ablaufs und daraus resultierendem Schaden erhalten. Detaillierte Analysen der möglichen Unfallabläufe in einer Anlage werden als „probabilistic safety analysis“ (PSA) bezeichnet.

Die vorliegende Studie folgt – auch aus Gründen des Aufwands – dem deterministischen Ansatz. Es wurde zunächst aus der Literatur ein Quellterm ausgewählt, der für Druckwasserreaktoren (alle betrachteten AKWs gehören zu diesem Typ) ein charakteristischer schwerer Unfall ist, ohne besondere Rücksicht darauf, welche Wahrscheinlichkeit diesem Ereignis in den PSAs der verschiedenen Anlagen zugeordnet ist. Dieser Quellterm, mit seiner Freisetzung von 15% des Inventars der Jod-Cäsium-Gruppe, liegt im Mittelfeld der Werte für Kernschmelzunfälle mit zusätzlichem Versagen von Sicherheitssystemen, ist aber nicht der grösste denkbare Quellterm.

Auch in meteorologischer Hinsicht wird ein deterministischer Ansatz verfolgt, das heisst, es wird nicht untersucht, mit welcher Wahrscheinlichkeit bestimmte Wetterlagen auftreten. Auch dies hätte zu einem wesentlich komplizierteren Ansatz geführt, zum Beispiel ähnlich dem im Projekt RISKMAP. Man würde für jeden Ort eine Häufigkeitsverteilung von Schadwirkungen erhalten. Vielmehr orientieren wir uns an jenem Ansatz, der auch im Kontext diverser Umweltverträglichkeits- und Genehmigungsverfahren verfolgt wurde: aufzuzeigen, zu welchen Konsequenzen in Österreich ein bestimmter Unfall führen *kann*.<sup>2</sup> Da die Fälle aus einem begrenzten Datenkollektiv von einem Jahr entnommen sind, kann man jedoch zumindest davon ausgehen, dass es sich nicht ausschliesslich um extrem ungewöhnliche Wetterlagen handelt.

Die nächste zu klärende Frage ist jene nach dem Mass für die Gefährdung bzw. die Konsequenzen, das herangezogen wird. Grundsätzlich kann man bei den Unfallfolgen

---

<sup>2</sup>Informationen zu diversen solcher Verfahren und vom IMP berechnete Unfallfolgen sind auf den Webseiten des Umweltbundesamts unter <http://www.ubavie.gv.at/umweltsituation/radio/toc.htm> und [http://www.ubavie.gv.at/umweltregister/uvp/espoo/lager\\_divs.htm](http://www.ubavie.gv.at/umweltregister/uvp/espoo/lager_divs.htm) zu finden.

und den erforderlichen Massnahmen kurz- und längerfristige Aspekte unterscheiden.

Zu den kurzfristigen Massnahmen gehören das Aufsuchen von schützenden Räumlichkeiten, die Einnahme von Jodtabletten (um der Aufnahme von radioaktivem Jod in die Schilddrüse vorzubeugen) und Evakuierungen. Diese richten sich besonders auf die Minimierung der aufgenommenen Dosis während bzw. unmittelbar nach dem Durchzug einer radioaktiven „Wolke“. Die Dosis wird dabei durch eine Vielzahl von Nukliden verursacht. Als Leitnuklid bei schweren Unfällen wird hier häufig Jod-131 herangezogen. Die erwartete Strahlendosis der Schilddrüse ist auch das Kriterium für die Entscheidung, ob zum Einnehmen von Jodtabletten aufgerufen wird.

Als längerfristige Massnahmen werden, je nach Umständen, Verzehrbeschränkungen für kontaminierte Lebensmittel, landwirtschaftliche Massnahmen, Dekontaminationsmassnahmen (Abwaschen und / oder Abdecken von kontaminierten Oberflächen, Tiefpflügen von kontaminierten Böden und dergleichen) sowie Absiedelung von BewohnerInnen kontaminierter Gebiete in Frage kommen. Da viele Nuklide kurze Halbwertszeiten haben und so innerhalb von Tagen bis Wochen durch Zerfall verschwinden, ist die längerfristige Dosis durch weniger Nuklide bestimmt. Als Leitnuklid wird in der Regel Cäsium-137 herangezogen. Nach dem Durchzug der „Wolke“ sind alle Dosen eine Funktion der Kontamination des Bodens. Je mehr Nuklide sich dort abgelagert haben, umso schwerwiegender sind die Folgen. Daher bietet es sich an, die Bodenbelastung durch Cäsium-137 zur Charakterisierung der Unfallfolgen heranzuziehen. Die Ablagerung von Radionukliden auf den Boden kann durch Niederschlag (Ausregnen, „nasse Deposition“) oder durch Adsorption aus der bodennahen Luft („trockene Deposition“) erfolgen. Die nasse Deposition ist von der Niederschlagsrate abhängig und oft um einen Faktor 10 stärker als die trockene Deposition. Daher bestimmt die Verteilung des Niederschlags während des Durchzugs der radioaktiven „Wolke“ auch weitgehend die Verteilung der Bodenkontamination, sowie die Frage, bis in welche Entfernung grössere Mengen Radioaktivität noch gelangen können.

Wie sich in den Erfahrungen von Tschernobyl gezeigt hat, sind ausserhalb des Nahbereiches des Reaktors (der vielleicht bei sehr grenznahen Anlagen in sehr ungünstigen meteorologischen Bedingungen Gebiete in Österreich einschliessen kann) die längerfristigen Folgen und die Bodenkontamination der bestimmende Parameter für den Schaden in menschlicher wie auch ökonomischer Hinsicht, den ein schwerer Unfall verursacht. Daher wurde auch in dieser Studie die Bodenkontamination mit Cäsium-137 als jene Grösse ausgewählt, mit der die Unfallfolgen veranschaulicht werden.

## **2.2 Ausbreitungsmodell und Eingangsdaten**

Die Ausbreitungsrechnungen wurden mit dem Partikel-Ausbreitungsmodell FLEXPART durchgeführt. Eine Beschreibung dieses Modells und Vergleiche mit Tracerexperimenten für die Ausbreitung über längere Distanzen findet sich in Stohl et al. (1998). Die Modellversion ist dieselbe, die auch für RISKMAP verwendet wurde, und es wurden auch die gleichen meteorologischen Eingangsdaten herangezogen. Dabei handelt es sich um Analysen und 3-stündige Vorhersagen des Europäischen Zentrums für mittelfristige Wettervorhersagen in Reading, Grossbritannien. Die Felder liegen alle 3 h

vor und haben eine Auflösung von 1 horizontal; vertikal werden alle 30 Modellflächen verwendet. Der Niederschlag wurde mit Hilfe der Beobachtungen synoptischer Wetterstationen auf einem feineren Gitter dargestellt.

Eine Auswahl von Atomkraftwerken, für die Rechnungen durchgeführt werden sollten, war vorgegeben:

- Beznau-1 (Schweiz, westlich von Zürich)
- Biblis-A (Deutschland, Nähe Frankfurt)
- Temelin-1 (Tschechien, Nähe Budweis / Česke Budejovice)
- Mohovce-1 (Slowakei, ca. 100 km östlich von Bratislava)
- Paks-1 (Südungarn, an der Donau)

Jeder Modell-Lauf umfasst 5 Tage. Die gesamte (trockene und nasse) Deposition von Cäsium-137 am Ende dieser Simulationsperiode wird auf einem Gitter mit einer Auflösung von 0,3 in Ost-West-Richtung (ca. 24 km) und 0,14 in Nord-Süd-Richtung (ca. 15,5 km) ausgegeben. Aufgrund dieser Gitterauflösung sollte der Nahbereich (1-2 Gitterzellen) rund um den Standort nicht betrachtet werden. Dort ist die Kontamination auf eine zu grosse Fläche verteilt.

## 2.3 Auswahl der Fälle

Für jeden Standort wird ein Fall gezeigt, der eine im Jahr 1995 tatsächlich aufgetretenen meteorologischen Situation als Grundlage hat. Die jeweilige Auswahl des Falles erfolgte so, dass die von der RISKMAP-Studie vorhandenen Berechnungen auf solche Situationen untersucht wurden, die zu einer relativ hohen Belastung in Österreich führen. Aus den ärgsten Situationen wurde dann jeweils eine ausgewählt, und die Berechnungen dafür mit den unten genannten Spezifikationen durchgeführt. An einigen Standorten wurden mehrere Berechnungen für eine Anzahl hypothetischer Unfälle in zeitlicher Nähe zu dem ausgewählten RISKMAP-Termin durchgeführt, und dann daraus ein Fall gewählt.

## 2.4 Darstellung der Ergebnisse

Die Kontamination des Bodens<sup>3</sup> aufgrund des hypothetischen Unfalls wurde in Kartenform dargestellt. In den Karten sind neben den Staatsgrenzen und Küstenlinien auch ein Gradnetz (mit 10 Auflösung) und die Lage einiger wichtiger Städte eingetragen (Liste der Orte siehe Anhang). Die Kontamination ist in den Stufen 10-30, 30-80, 60-185, 185-500, 500-1480 und über 1480 kBq m<sup>-2</sup> färbig angegeben.

Zum besseren Verständnis dieser Kontaminationsstufen:

Die Cs-137 Belastung in Österreich aus den atmosphärischen Atomtests der 50er und 60er Jahre betrug im Jahr 1986 im Mittel etwa 2 kBq m<sup>-2</sup>. Aufgrund des Reaktorunfalls

---

<sup>3</sup>Die Gesamtdosition – ein meteorologischer Ausdruck – und die zusätzliche Kontamination des Bodens – ein eher im Bereich des Strahlenschutzes gebräuchlicher Ausdruck – bezeichnen die selbe Grösse, nämlich die pro Fläche abgelagerte Menge an Radionukliden.

von Tschernobyl erhielten die am geringsten belasteten Gebiete Österreichs (z.B. der Raum östlich von Wien, das Tullnerfeld, westliches Mühl- und Innviertel) weniger als 10 kBq m<sup>-2</sup>. Die stärker kontaminierten Gebiete erhielten etwa 30-80 kBq m<sup>-2</sup>, mit wenigen Maximalwerten über 100 kBq m<sup>-2</sup> bis etwa 150 kBq m<sup>-2</sup>. In der damaligen Sowjetunion kamen in der Ukraine und in Weissrussland auch noch deutliche höhere Kontaminationen vor. Die sowjetischen Behörden legten damals zwei Richtwerte für langfristige Massnahmen fest: 185 kBq m<sup>-2</sup> für dosisvermindernde Massnahmen, wie Ersatz lokal erzeugter Lebensmittel durch „importierte“, Dekontamination von Oberflächen, usw. In Regionen mit mehr als 1480 kBq m<sup>-2</sup> war die Absiedelung der Bevölkerung vorgesehen.

Zusammengefasst: die blauen und grünen Farbstufen entsprechen den verschiedenen Kontaminationsgraden, die zufolge der Tschernobyl-Katastrophe in Österreich aufgetreten sind. Die hellgrüne Zone ist jedenfalls mit mehrjähriger Beeinträchtigung der landwirtschaftlichen Nutzbarkeit verbunden, vor allem im Grünland. In allen farbigen Zonen ist, sofern der Unfall in die Vegetationszeit fällt, mit einer erheblichen Kontamination der oberflächlichen Pflanzenteile zu rechnen, die zu einem grossen Teil über den Grenzwerten (wie sie damals in Österreich angewendet wurden) liegen dürften. Die gelbe und orange Zone erfordert zusätzliche Massnahmen zur Dosisverminderung. Dort übersteigt die Belastung jene aus Tschernobyl erheblich. Die höchste Farbstufe (pink) kennzeichnet Bereiche, in denen vermutlich eine Absiedelung der Bevölkerung in Erwägung gezogen werden müsste.

### 3 Quellterm

Aus der „Deutschen Risikostudie Kernkraftwerke“ (Gesellschaft für Reaktorsicherheit, 1990) wurde eine bei Druckwasser-Reaktoren mögliche Unfallsequenz ausgewählt, bei der eine Kernschmelze auch bei intaktem Containment zu erheblichen Freisetzungen in die Umgebung führt, und zwar durch einen sogenannten Containment-Bypass. Die Sequenz unterstellt den Bruch von 10 Heizrohren im Dampferzeuger, wo der Primärkreislauf seine Wärme an den Sekundärkreislauf abgibt, sowie das Versagen der Hochdruck-Einspeisung von Notkühlwasser. Bei diesem Fall kommt es zu Kernschmelzen unter niedrigem Druck. Durch die Druckentlastung des Dampferzeugers werden etwa 5/6 der Spaltprodukte in das Containment abgegeben, etwa 1/6 entweicht über den defekten Dampferzeuger in den Sekundärkreislauf und weiter in die Umgebung. Die Risikostudie gibt eine Freisetzung von 15% des Inventars für Jod und Cäsium, 5% für Tellur, 0.14% für Barium, 0.0067% für Strontium und noch geringere Werte für weitere, schwerflüchtige Nuklide an.

Die freigesetzte Aktivitätsmenge hängt vom Reaktorinventar ab und beträgt bei den betrachteten Reaktorblöcken:

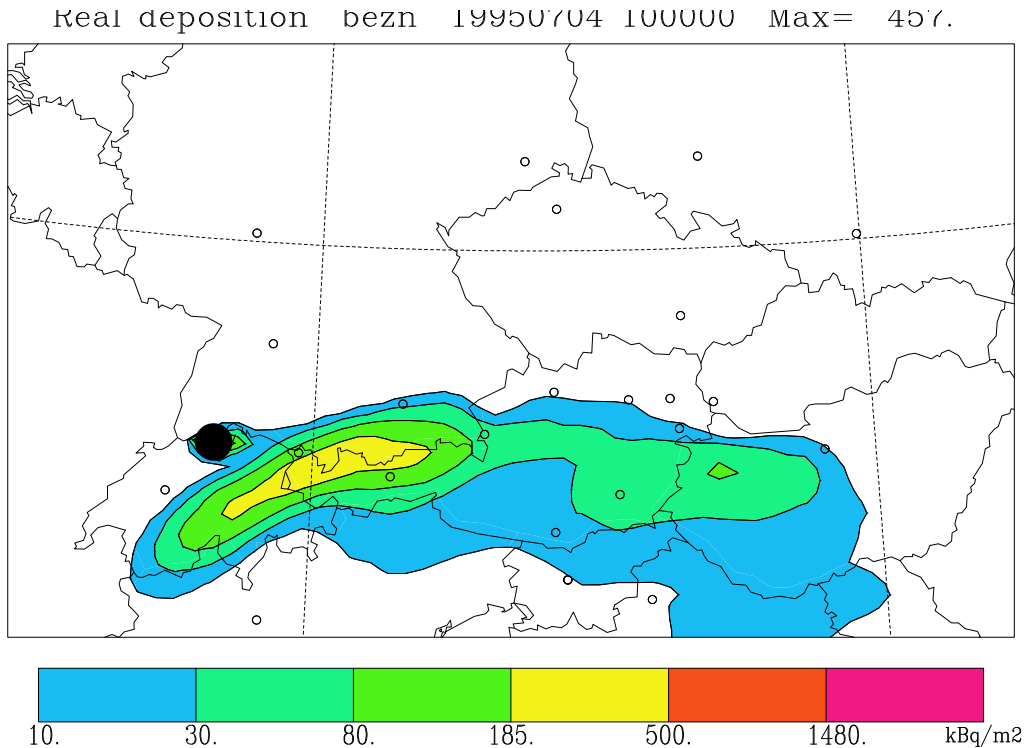


Figure 1: Deposition von Cäsium-137 nach einem hypothetischen Unfall im AKW Beznau (Schweiz) am 04.07.1995 10 Uhr UTC.

Reaktorblock	freigesetzte Cs-137-Aktivität
Beznau-1	11,36 PBq
Biblis-A	37,21 PBq
Temelin-1	28,96 PBq
Mohovce-1	12,60 PBq
Paks-1	14,06 PBq

Dies ist etwa zwischen einem Zehntel und der Hälfte der Menge Cäsium-137, die bei dem Unfall 1986 in Tschernobyl in die Atmosphäre gelangt ist.

Im Modell wurde die Dauer der Freisetzung mit einer Stunde angenommen, und die Radionuklide wurden bei der Freisetzung in einer Höhe von 50 m bis 200 m über Grund gleichmässig verteilt.

## 4 Ergebnisse

### 4.1 Beznau – 4.7.1995

Bei dieser Wetterlage würde in Unfall im schweizerischen Beznau – neben der unmittelbaren Kraftwerksumgebung – die Ostschweiz und die nördlichen Teile Westösterreichs am stärksten kontaminieren. Der Wert von 185 kBq m<sup>-2</sup> (und damit auch die Maximalbelastung in Österreich nach der Reaktorkatastrophe Tschernobyl) würde in

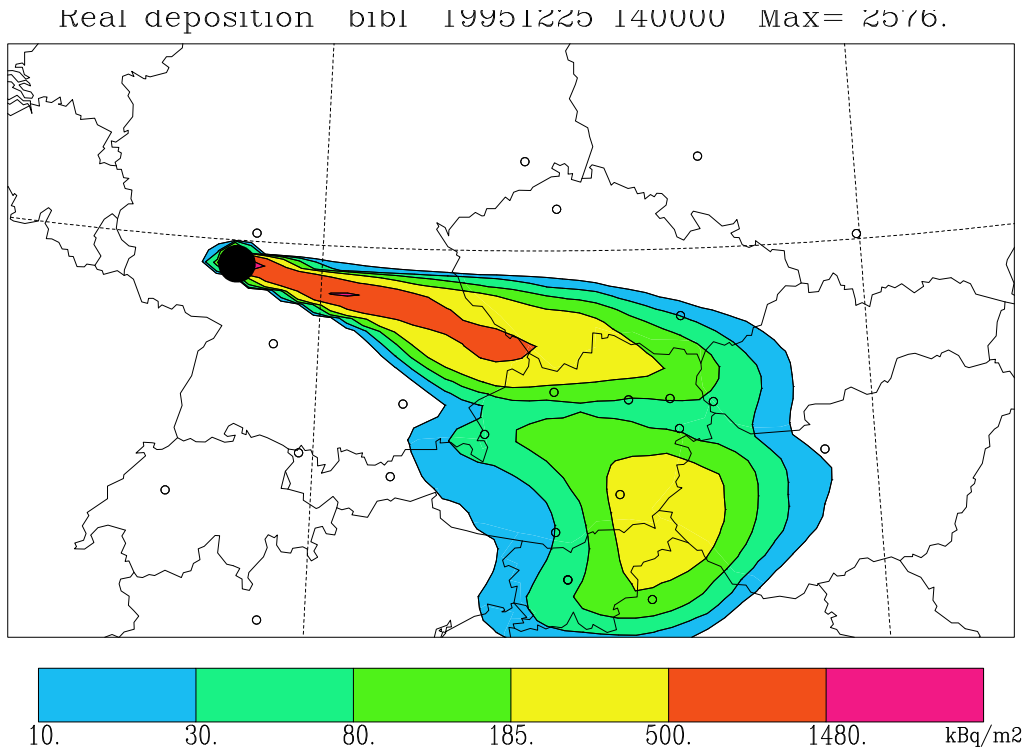


Figure 2: Deposition von Cäsium-137 nach einem hypothetischen Unfall im AKW Biblis (Deutschland) am 25.12.1995 14 Uhr UTC.

ganz Liechtenstein, fast ganz Vorarlberg, im gesamten Bezirk Reutte und weiteren Gebieten im Norden Tirols ueberschritten. Eine Zone höherer Kontamination (etwa wie der stärke belasteten Regionen Österreichs nach dem Tschernobyl-Unfall) zöge sich weiter über das Salzkammergut und die Steiermark bis weit nach Ungarn.

#### 4.2 Biblis – 25.12.1995

In diesem Fall wäre Österreich grossflächig kontaminiert worden, lediglich Vorarlberg und der grösste Teil Tirols wären verschont geblieben. Die maximale Kontamination von knapp 500 kBq m<sup>-2</sup> würde im Dreiländereck mit Deutschland und Tschechien erreicht, und das nördliche Innviertel sowie das Mühlviertel erhielten Depositionswerte über dem Grenzwert von 185 kBq m<sup>-2</sup>. Ein zweites Gebiet dieser Kontaminationsstufe würde die Südoststeiermark einschliesslich Graz bedecken, und bis nach Slowenien, Kroatien und Ungarn reichen. Linz und Wien wären ebenfalls noch erheblich, etwa im Ausmass der Belastungsmaxima in Österreich nach dem Tschernobyl-Unfall, betroffen.

#### 4.3 Temelin – 03.03.1995

Aufgrund seiner Lage nordwestlich von Ostösterreich und den häufigen Nordwestwinden gibt es viele Tage, an denen ein Unfall in Temelin zu erheblichen Konsequenzen

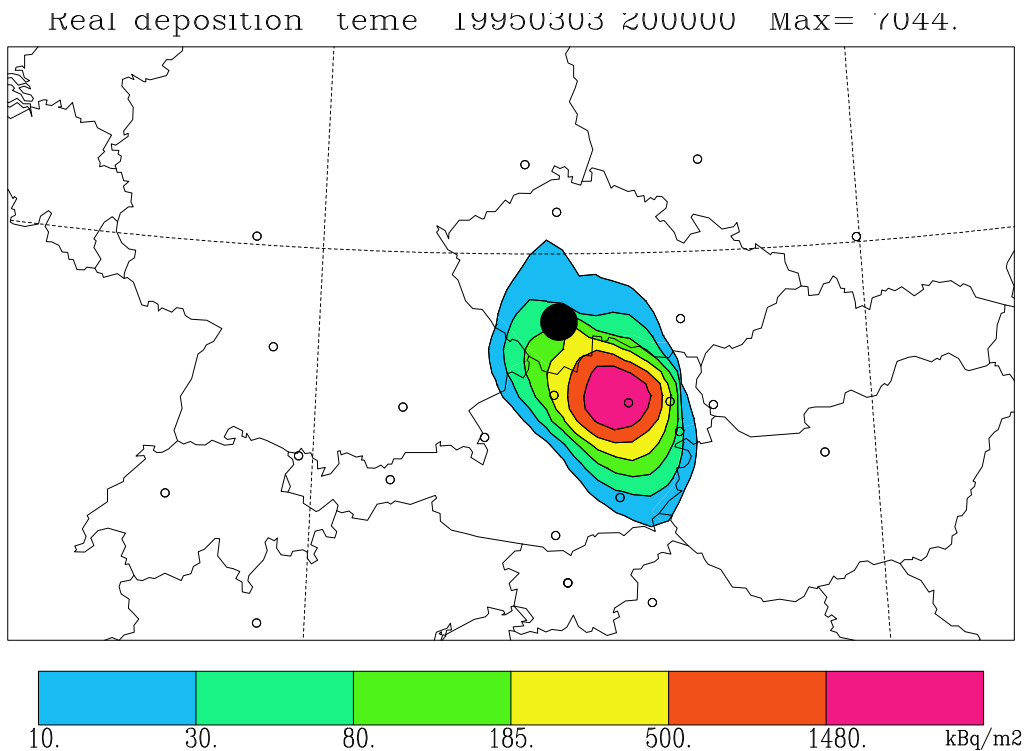


Figure 3: Deposition von Cäsium-137 nach einem hypothetischen Unfall im AKW Temelin (Tschechien) am 03.03.1995 20 Uhr UTC.

in Österreich führen könnte. Dies wird noch dadurch verstärkt, dass solche Nordwestlagen auch häufig mit Niederschlag verbunden sind. Treibt eine radioaktive Wolke zunächst bei trockenem Wetter nach Österreich und gerät sie dann in starke Niederschläge, ist der „worst case“ – jedenfalls für die Bodenkontamination und damit die langfristigen Folgen – erreicht. Ein derartiger Fall wird hier gezeigt. Die Belastungen in Österreich sind um vieles höher als in Tschechien (ausser in der unmittelbaren Nähe des AKW), und ein Gebiet mit rund 45 km Durchmesser rund um St. Pölten würde über dem „Absiedelungsgrenzwert“ von  $1480 \text{ kBq m}^{-2}$  kontaminiert. Das Maximum selbst, vermutlich nicht weit von St. Pölten gelegen, beträgt in diesem Fall  $7000 \text{ kBq m}^{-2}$ !

#### 4.4 Mohovce – 24.07.1995

Die östlich von Österreich gelegenen Standorte Mochovce und Paks liegen aus meteorologischer Sicht „günstiger“ für Österreich. Wie aber das Beispiel Tschernobyl allen vor Augen geführt hat, kommen auch Ost-Wetterlagen vor, und auch sie können mit Niederschlägen verbunden sein. Ein Beispiel dafür ist der gezeigte Fall für Mochovce. Hier würde die radioaktive Wolke zunächst nach Süden abdriften, dann aber doch noch in den Osten Österreichs gelangen und mit Niederschlag zu grossflächiger Kontamination führen. Ein breiter Streifen von Freistadt bis Gleisdorf in der Steiermark, knapp an Linz vorbei und St. Pölten einschliessend, wäre über dem Grenzwert von  $185 \text{ kBq m}^{-2}$  Cäsium-137 gelegen. Praktisch die gesamte Fläche der Bundesländer Oberösterreich, Niederösterreich, Wien, Burgenland und Steiermark wäre kontaminiert.

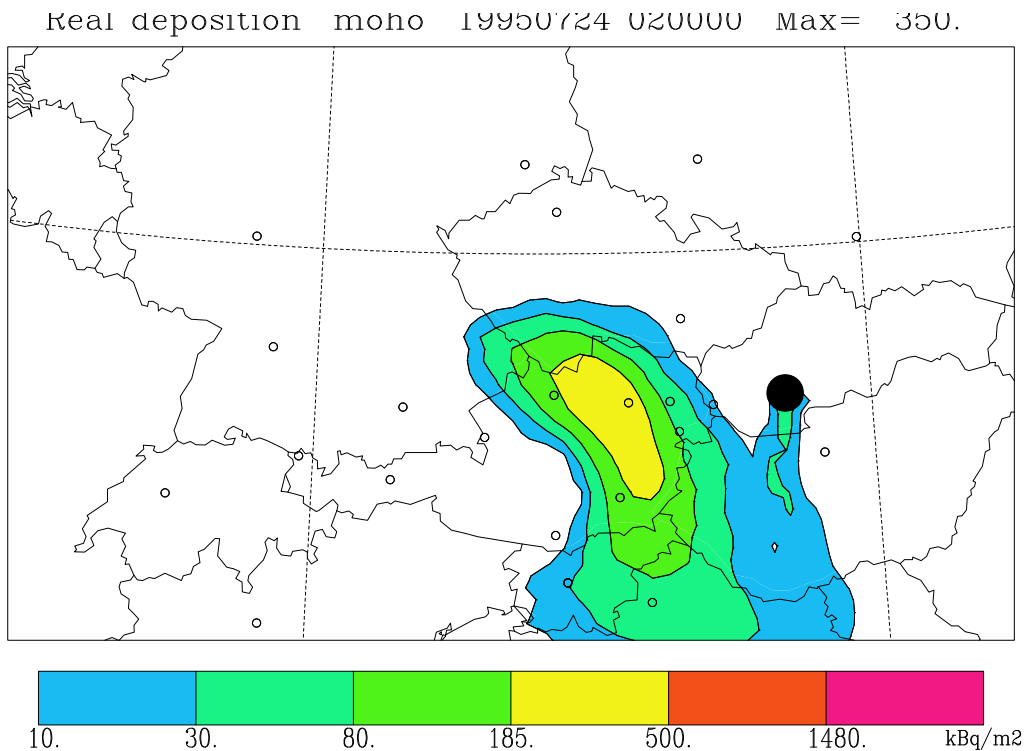


Figure 4: Deposition von Cäsium-137 nach einem hypothetischen Unfall im AKW Mochovce (Slowakei) am 24.07.1995 02 Uhr UTC.

#### 4.5 Paks – 24.04.1995

Dieser Fall zeigt sehr instruktiv, welche Rolle Niederschläge bei der Kontamination nach einem Reaktorunfall spielen, und dass auch weit entfernte Gebietestark betroffen sein können. Eine eng gebündelter Kegel mit hoher Kontamination, die aber mit der Entfernung abnimmt, zöge sich von Paks nach Nordwesten. Das mittlere Burgenland mit Eisenstadt wäre noch über dem Grenzwert von 185 kBq m<sup>-2</sup> kontaminiert. Grössere Gebiete, darunter St. Pölten und Wien, wären noch erheblich betroffen. die 10-kBq m<sup>-2</sup>-Zone reicht jedoch nur bis östlich von Linz. Daneben gibt es ein zweites stark betroffenenens Gebiet in Deutschland südwestlich von Frankfurt und in Ostfrankreich (Elsass-Lothringen). Dort würden dieselben Werte wie in Österreich erreicht, und das sogar auf einer weit grösseren Fläche!

## 5 Schlussfolgerungen

Für fünf Atomkraftwerke in Nachbarländern Österreichs wurden beispielhaft die Auswirkungen eines schweren Unfalls bei einer jeweils für Österreich ungünstigen Wetterlage mit einem Ausbreitungsmodell berechnet und dargestellt. Zur Charakterisierung der Auswirkungen wurde die Bodenkontamination mit dem langlebigen Nuklid Cäsium-137 herangezogen.

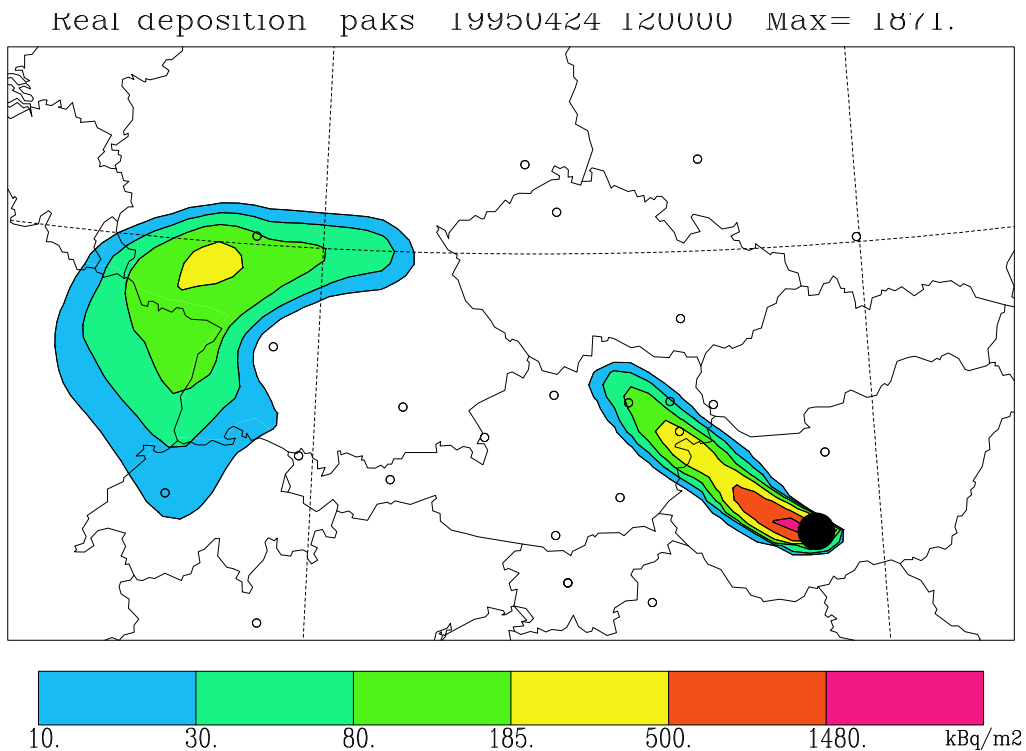


Figure 5: Deposition von Cäsium-137 nach einem hypothetischen Unfall im AKW Paks (Ungarn) am 24.04.1995 12 Uhr UTC.

Praktisch jeder Ort in Österreich könnte durch einen schweren Unfall – Freisetzung von etwa 15% des Reaktorinventars an Cäsium – in einem der betrachteten Atomkraftwerke (Beznau, Biblis, Temelin, Mochovce, Paks) betroffen sein. Die Intensität der Kontamination hängt neben dem Inventar des Reaktors (Grösse!) von der Wetterlage ab. Sie kann von Null bis weit über 1480 kBq m<sup>-2</sup> reichen, was jedenfalls bei den für Österreich besonders ungünstig gelegenen Reaktoren eine – unter Umständen rasche – Absiedelung der Bevölkerung in den am stärksten betroffenen Gebieten erforderlich machen könnte.

## Danksagung

Die meteorologischen Felder wurden durch das ECMWF im Rahmen des Special Projects SPATMOT zugänglich gemacht. Der Zugang zu den Niederschlagsdaten wurde freundlicherweise von der Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik gewährt.

## Literatur

Andreev, I., Gohla, H., Hittenberger, M., Hofer, P., Kromp, W., Kromp-Kolb, H., Rehm, W., Seibert, P., Wotawa, G. (2000): *RISKMAP. Erstellung einer Karte des Nuklearen Risikos für Europa*. CD-ROM, im Auftrag des österreichischen Bundesministeriums für Umwelt, Jugend und Familie, Wien. On-line unter <http://www.ubavie.gv.at/umweltsituation/radio/riskmap/riskmap/deutsch/main.htm>.

Gesellschaft für Reaktorsicherheit (1990): *Deutsche Risikostudie Kernkraftwerke, Phase B*. Verlag TÜV Rheinland, Köln.

NEA (2002): *Chernobyl. Assessment of Radiological and Health Impacts 2002 Update of Chernobyl: Ten Years On*. OECD Nuclear Energy Agency. On-line at <http://www.nea.fr/html/rp/reports/2003/nea3508-chernobyl.pdf>.

Stohl, A., M. Hittenberger, and G. Wotawa (1998): Validation of the Lagrangian particle dispersion model FLEXPART against large scale tracer experiments. *Atmos. Environ.* **32**, 4245-4264.

## Anhang

**Liste der Orte, die in den Abbildungen durch Kreissymbole gekennzeichnet sind**