

Radioaktivität und Umwelt – Radioökologie

Die Radioökologie befasst sich mit dem Verhalten von radioaktiven Stoffen in der Umwelt. Eine wesentliche Aufgabe ist es, kritische Expositionspfade zu erkennen und daraus resultierende Strahlenexpositionen des Menschen möglichst zuverlässig abzuschätzen. Fundierte radioökologische Kenntnisse sind die Grundlage für die Bewertung von Kontaminationen der Umwelt, für Prognosen und für Maßnahmen im Falle von unfallbedingten Freisetzungen radioaktiver Stoffe. Sie sind die Basis für die Ableitung von Referenzwerten für Abluft und Abwasser, für Nahrungsmittel und für Abfälle und Reststoffe. Im Folgenden wird ein Überblick über wichtige aktuelle Fragestellungen gegeben.

Strahlenexposition von Säuglingen durch kontaminierte Muttermilch

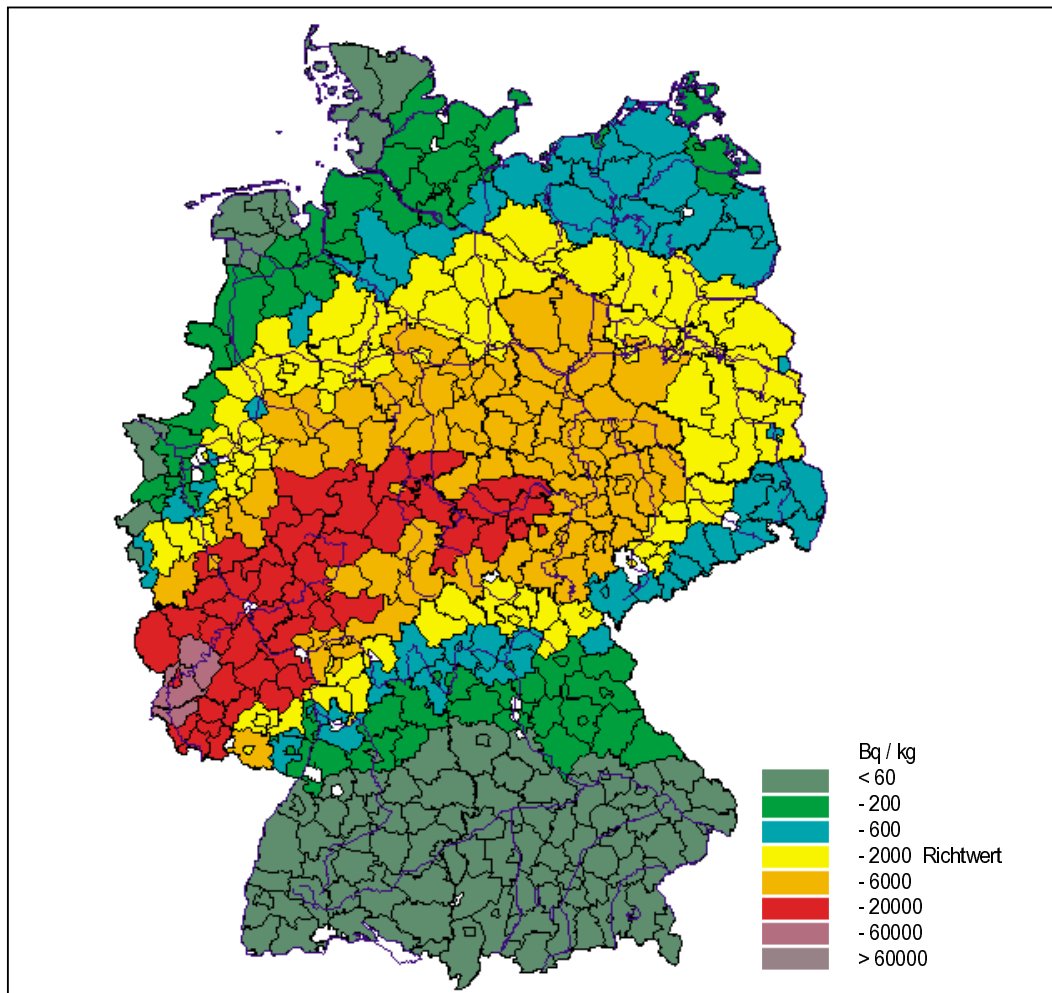
Im Rahmen der Novellierung der „Strahlenschutzverordnung“ (StrlSchV) wurde die „Allgemeine Verwaltungsvorschrift zur Ermittlung der Strahlenexposition durch die Ableitung radioaktiver Stoffe aus kerntechnischen Anlagen oder Einrichtungen“ überarbeitet. Als eine wesentliche Neuerung wurde die mögliche Exposition von Säuglingen

durch kontaminierte Muttermilch betrachtet. Dieser Expositionspfad wurde bisher auch international noch nicht berücksichtigt, so dass weder geeignete Modelle noch entsprechende Parameter zur Verfügung standen.

Im BfS wurde daher ein spezielles Modell entwickelt, mit dessen Hilfe der Übergang von Radionukliden, die von der Mutter mit der Atemluft und der Nahrung aufgenommen werden, in die Muttermilch quantitativ abgeschätzt werden kann. Die dazu notwendigen Parameter wurden in einer umfangreichen Literaturstudie zusammengestellt. Durch diese Arbeiten soll sichergestellt werden, dass auch Säuglinge in ausreichendem Maße vor ionisierenden Strahlen geschützt werden.

Radioökologische Modelle zur Abschätzung von Kontaminationen und Strahlenexpositionen bei unfallbedingten Radionuklidfreisetzungen

Tritt nach einem Unfall Radioaktivität aus einer kerntechnischen Anlage aus, werden Entscheidungshilfesysteme



Beispiel einer durch PARK prognostizierten Iod-Kontamination (¹³¹I) von Blattgemüse nach einer Radionuklidfreisetzung als Folge eines fiktiven Reaktorunfalls (hier angenommen: Kernkraftwerk Cattenom/Frankreich). Die Farbe „Orange“ markiert das Überschreiten der EU-Grenzwerte für die Vermarktung von Lebensmitteln. Im Ereignisfall dient diese Information der Entscheidungsfindung.

benötigt, die eine rasche und zuverlässige Abschätzung der zu erwartenden radioaktiven Kontamination der Umwelt und der daraus resultierenden Strahlenbelastung des Menschen ermöglichen. Als Folge der Katastrophe von Tschernobyl wurde das Strahlenschutzvorsorgegesetz (StrVG) verabschiedet und das Integrierte Mess- und Informationssystem zur Überwachung der Umweltradioaktivität (IMIS) eingerichtet. Das zugehörige Entscheidungshilfesystem PARK (Programm zur Abschätzung radiologischer Konsequenzen) verwendet die durch IMIS erfassten Daten für eine radioökologische Situationsanalyse. Mit Hilfe dieses Systems können u.a. folgende Berechnungen für sämtliche Landkreise in Deutschland durchgeführt werden:

- Radionuklidaktivität auf dem Boden,
- Kontamination von Nahrungsmitteln,
- Strahlenexposition der Bevölkerung durch externe Strahlung, Inhalation und Ingestion.

Die Berechnungen bilden die Basis für Maßnahmen und Empfehlungen zum Schutz der Bevölkerung im Fall eines großen Unfalls.

Ein Vorteil von PARK ist, dass die Ergebnisse der Modellrechnungen mit Hilfe von Messdaten, die im Verlauf des Ereignisses erhoben werden, überprüft und entsprechend korrigiert werden können.

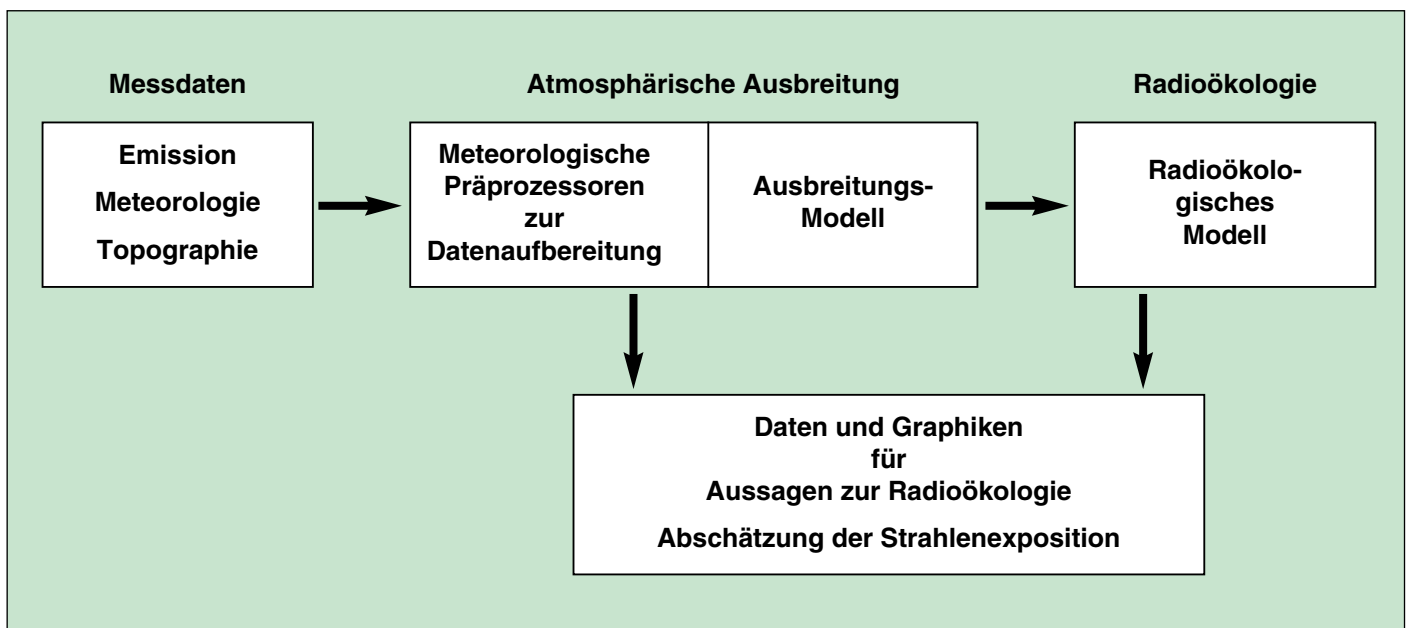
Darüber hinaus wurde eine Schnittstelle zum Entscheidungshilfesystem RODOS (Real-time On-line Decision Support System) geschaffen, das auf europäischer Ebene vornehmlich unter dem Aspekt der punktförmigen Quellgeometrie und der kleinräumigen Verteilung radioaktiver Stoffe entwickelt wurde und vom Bund und von den Ländern zukünftig im Rahmen des Katastrophenschutzes und

der Strahlenschutzvorsorge zentral genutzt werden soll. Über diese Schnittstelle kann RODOS mit von PARK flächendeckend abgeschätzten Daten der Luftaktivität und der am Boden abgelagerten Aktivität als Eingangsgrößen versorgt werden. Damit wird erreicht, dass die Modellaussagen von RODOS zuverlässiger werden und die erforderlichen Entscheidungen über Maßnahmen zum Schutz der Bevölkerung schneller getroffen werden können.

Komplexe meteorologische Modelle zur Berechnung der Ausbreitung von Radionukliden

Zur Ermittlung der potenziellen Strahlenexposition durch kerntechnische Anlagen werden Modelle herangezogen, welche die Ausbreitung von mit der Fortluft in die Atmosphäre abgeleiteten radioaktiven Stoffen simulieren. Die gesetzliche Aufgabenstellung erfordert insbesondere bei Stör- und Unfällen die Nutzung fortgeschrittener Modelle, um eine möglichst zuverlässige Aussage über die Kontamination der Umwelt zu erhalten. Die Eingangsdaten für die Ausbreitungsmodelle werden durch Aufbereitung meteorologischer Messdaten gewonnen. Dazu müssen aufwendige Rechenverfahren, sogenannte Präprozessoren, vor die eigentlichen Ausbreitungsmodelle geschaltet werden. So können die wichtigsten Eingangsgrößen für ein Ausbreitungsmodell – in erster Linie die in verschiedenen Höhen gemessene Windgeschwindigkeit und Windrichtung – aufbereitet werden. Auch die Turbulenz in der Atmosphäre bzw. die Bodenrauigkeit und -struktur sowie deren Einfluss auf die Strömung können berücksichtigt werden.

Das folgende Schema zeigt die Aneinanderkopplung von Programm-Modulen (Messung, Datenaufbereitung, Berechnung und Auswertung) zur Berechnung der Ausbreitungsvorgänge von Radionukliden in der Atmosphäre.



Eine solche Kette von Modulen ist zum Beispiel in das Expertensystem RODOS/RESY (RESY: Rechnergestütztes Entscheidungshilfesystem) eingebaut, mit dem bei Störfällen mögliche Strahlenbelastungen ermittelt und gegebenenfalls Vorschläge für Gegenmaßnahmen erarbeitet werden können. Im BfS wurden die Anforderungen an die Präprozessoren definiert, die Entwicklung der entsprechenden meteorologischen Berechnungsverfahren initiiert sowie Anwendungsmöglichkeiten geprüft. Weiterhin wird der Einsatz dieser Verfahren in der Praxis unterstützt, zum Beispiel im Rahmen der Fernüberwachung von Kernkraftwerken.

Freigabe von Abfällen und Bauschutt

Bei der Stilllegung von kerntechnischen Anlagen fallen größere Mengen Abfälle und Bauschutt an, die nur wenig radioaktiv kontaminiert sind. Es stellt sich die Frage, wie diese Stoffe zu beseitigen sind oder ob sie sogar wiederverwendet werden können.

Es bestehen Bedenken, dass insbesondere durch die Wiederverwendung schwach radioaktiven Bauschutts die Strahlenexposition der Bevölkerung deutlich erhöht werden könnte. Es muss sichergestellt werden, dass die Beseitigung oder Wiederverwendung schwach radioaktiver Stoffe nur zu einer geringfügigen zusätzlichen Strahlenexposition der Bevölkerung führen kann.

Damit eine vorgegebene Strahlenexposition nicht überschritten wird, muss berechnet werden, wie hoch die Konzentration eines Radionuklids im Abfall und Bauschutt sein darf. Dazu werden radioökologische Modelle entwickelt, die beschreiben, auf welchen Expositionspfaden und in welcher Höhe es zu einer Strahlenexposition des Menschen durch Direktstrahlung und Inkorporation von Radionukliden bei der Beseitigung oder Nutzung der schwach kontaminierten Stoffe kommen kann. Mit diesen Modellen werden entsprechende maximal zulässige Aktivitätswerte berechnet. Liegt die Radioaktivität im Bauschutt oder Abfall unter diesen Werten, kann dieser von der zuständigen Behörde als nichtradioaktiver Stoff klassifiziert und aus der atomrechtlichen Aufsicht „freigegeben“ werden.

Das BfS hat entsprechende „Freigabewerte“ hergeleitet. Sie sollen Eingang in die novellierte Strahlenschutzverordnung finden und die bisherige Einzelfallentscheidung der Länderbehörden durch bundesweit einheitliche Regelungen ersetzen.

Entwicklung von Konzepten zum Schutz der Umwelt vor ionisierenden Strahlen

Im Strahlenschutz steht bisher der Mensch im Mittelpunkt der zu schützenden Güter. Die Biosphäre wurde nicht eigens betrachtet. International war man grundsätzlich der Meinung, dass durch Regelungen zum Schutz des Menschen auch die Biosphäre in ausreichender Weise geschützt sei.

Nicht zuletzt infolge der Rio-Konferenz von 1992 hat sich diese Meinung geändert. Dort wurde die Leitlinie einer nachhaltigen Entwicklung formuliert, die den Schutz der Biosphäre um ihrer selbst willen beinhaltet. Auf internationaler Ebene gibt es zunehmende Bestrebungen, angemessene Kriterien und Regelungen zum Schutz der Umwelt zu erarbeiten und unabhängig vom Menschen anzuwenden. Das BfS hat in einer zusammenfassenden Literaturstudie einen Überblick über den Kenntnisstand bezüglich der Wirkung ionisierender Strahlung auf die Pflanzen- und Tierwelt gegeben. Auf der Basis dieser Kenntnisse sollen allgemein akzeptierte Schutzziele definiert werden. Zur Frage, wie diese Schutzziele in der Praxis gewährleistet werden können, wurden bereits einige Vorschläge erarbeitet und auch international vorgetragen.

Im Einzelnen wurden die Vor- und Nachteile folgender möglicher Strategien diskutiert:

- Festlegung eigener Dosisgrenzwerte für die Umwelt,
- Definition von sogenannten Referenzökosystemen,
- Definition von Indikatorspezies,
- Übertragung von Dosisabschätzungen für den Menschen auf die Umwelt und
- Ableitung von höchstzulässigen Aktivitätskonzentrationen für die Umwelt.

Das BfS ist im Rahmen des fünften Forschungsprogramms der EU an dem internationalen Forschungsprojekt FASSET (Framework for Assessment of Environmental Impact) beteiligt, das im Sommer 2000 beginnt. Ziel des Vorhabens ist die Erarbeitung von grundlegenden Kriterien zum Schutz der Umwelt vor ionisierenden Strahlen. Neben Deutschland wirken an dem Vorhaben Arbeitsgruppen aus den fünf EU-Ländern Schweden, Norwegen, Finnland, Großbritannien und Spanien mit.