

Die Aufgaben des Deutschen Wetterdienstes

Axel Dalheimer¹, Hubert Glaab², Thomas Steinkopff³

Der Deutsche Wetterdienst (DWD) ist laut Strahlenschutzvorsorgegesetz (StrVG) [1] seit 1986 für die ständige großräumige Überwachung der Radioaktivität in der Luft, die großräumige Überwachung der Radioaktivität in Niederschlägen und für die ortsfeste Ermittlung der Radioaktivität auf dem Boden (*in-situ-Messung*) zuständig.

Bereits 1955 war der DWD auf der Basis des Gesetzes über den Deutschen Wetterdienst (DWD-Gesetz) [2] für die Überwachung der Atmosphäre auf radioaktive Spurenstoffe und deren Verfrachtung zuständig und hatte mit dem Aufbau eines Radioaktivitätsmessnetzes begonnen. Zum Zeitpunkt des Reaktorunfalls von Tschernobyl wurde an zwölf Messstellen im Zweistundentakt die Gesamt-Betaaktivität in der Luft und täglich im Niederschlag gemessen. Einzelne **Radionuklide** wurden radiochemisch nur für den Standort Offenbach analysiert.

Mit dem neuen Strahlenschutzvorsorgegesetz wurden das Radioaktivitätsmessnetz und das Messprogramm neuen Vorgaben angepasst und mit dem damaligen Institut für Atmosphärische Radioaktivität (heute BfS), dem BMUB und der PTB abgestimmt. Die resultierenden Messprogramme wurden in der Verwaltungsvorschrift AVV-IMIS [3] vorgegeben. Danach wird zwischen dem Routinemessprogramm und dem Intensivmessprogramm unterschieden. Die Anzahl der Messstationen orientierte sich an den komplexen orographischen Strukturen in Deutschland. Heute umfasst das Messnetz des DWD 48 Messstellen, davon acht automatische Stationen. Die Weichen für eine weitere Automatisierung sind bereits gestellt.

An 41 personell besetzten Standorten des DWD werden die aerosolpartikelgebundene künstliche Alpha- und Betaaktivität, die aerosolpartikelgebundenen gammastrahlenden Radionuklide, gasförmiges radioaktives Iod und die auf Oberflächen deponierten Radionuklide automatisch gemessen. Ziel ist die frühzeitige Erkennung künstlich erzeugter Radionuklide in geringsten Spuren. Mit den Monitorverfahren können **Aktivitätskonzentrationen** in der Größenordnung von einigen $100 \text{ mBq} \cdot \text{m}^{-3}$ bis zu $0,5 \cdot 10^6 \text{ Bq} \cdot \text{m}^{-3}$ erfasst werden. Die erreichbare Nachweisgrenze liegt für

die mittlere künstliche Alpha-Aktivitätskonzentration bei $0,1 \text{ Bq} \cdot \text{m}^{-3}$ bezogen auf ein halbstündiges Messintervall und eine mittlere Aktivitätskonzentration der Radonfolgeprodukte von $2 \text{ Bq} \cdot \text{m}^{-3}$. Für die mittlere künstliche Beta-Aktivitätskonzentration resultiert unter den gleichen Annahmen eine **Nachweisgrenze** von etwa $1 \text{ Bq} \cdot \text{m}^{-3}$. Mit den nuklidspezifisch, d. h. gammaspektrometrisch, messenden Luftmonitoren werden innerhalb von zwei Stunden Aktivitätskonzentrationen für Iod-131 (I-131) in der Größenordnung von $10 \text{ mBq} \cdot \text{m}^{-3}$ erfasst.

Die Messeinrichtungen des DWD sind einerseits ausgerichtet auf die kontinuierliche Überwachung der Luft und der Bodendeposition und zum anderen auf die Messung geringster Aktivitätskonzentrationen in der Luft. Daher erfüllt der DWD an 20 Messstellen Aufgaben von Spurenmessstellen. Die Standorte Potsdam und Offenbach sind als EU-Spurenmessstellen benannt. Diese sind Teil eines Messverbunds mit dem BfS und der PTB. An den Spurenmessstellen Offenbach (DWD), Potsdam (DWD), Braunschweig (PTB) und Freiburg/Schauinsland (BfS) werden anhand von Wochenproben mit Luftdurchsätzen von ca. $1000 \text{ m}^3/\text{h}$ extrem niedrige Aktivitätskonzentrationen von $0,5$ bis $10 \text{ } \mu\text{Bq} \cdot \text{m}^{-3}$ gemessen, also etwa um einen Faktor 1000 niedriger als die automatischen Monitorsysteme.

Auch eine hochkomplexe Analyse-Apparatur zur Messung der radioaktiven Edelgase Krypton-85 (Kr-85) und Xenon-133 (Xe-133) wurde vor zehn Jahren in den Messbetrieb eingeführt und seither werden regelmäßige Messungen am Standort Offenbach durchgeführt.

In der oberen Atmosphäre gilt es gleichermaßen innerhalb von zwölf Stunden mittels flugzeuggestützter Messungen Informationen über die hertransportierten Radionuklide zu sammeln.

Der Deutsche Wetterdienst hat in seiner Funktion als Leitstelle für die Messverfahren im Umweltbereich „Luft und Niederschlag“, wie sie im Rahmen der Strahlenschutzverordnung (StrlSchV) und der Richtlinie zur Emissions- und Immissionsüberwachung kerntechnischer Anlagen (REI) gefordert sind, entsprechende Messverfahren für die Umweltbereiche „Luft und

¹ Dr. Axel Dalheimer,
E-Mail:
(axel.dalheimer@dwd.de)

² Dr. Hubert Glaab,
E-Mail:
(hubert.glaab@dwd.de)

³ Dr. Thomas Steinkopff,
E-Mail:
(thomas.steinkopff@dwd.de)
alle Deutscher
Wetterdienst,
Offenbach

Niederschlag“ in den Messanleitungen des Bundes veröffentlicht [4].

Ein spezielles Messprogramm auf der Zugspitze dient besonderen wissenschaftlichen Zwecken. Der Deutsche Wetterdienst beteiligt sich umfassend an dem „Global Atmospheric Watch Programm, GAW“ der World Meteorological Organization (WMO). Hier sind auch kontinuierliche Messungen der Radionuklide Beryllium-7 (Be-7), Blei-210 (Pb-210), Radon-222 (Rn-222) und der Radonfolgeprodukte gefordert, um Informationen über die Herkunft und Bewegung von Luftmassen abzuleiten [5].

Ausbreitungsrechnungen

Zur Früherkennung werden mittlerweile auch Simulationsprogramme zur Konzentrationsprognose eingesetzt [6]. Die Konzentration in der Luft und im Niederschlag lässt sich so bereits nach 30 Minuten abschätzen, bevor diese noch gemessen werden kann. Dazu braucht es allerdings Angaben über die freigesetzte Aktivitätsmenge. Flugzeuggestützte Messungen sollen zur Verbesserung der Prognosen beitragen. Die Prognosen und Messungen des Deutschen Wetterdienstes sind Grundlage zur Berechnung der zu erwartenden Dosisbelas-

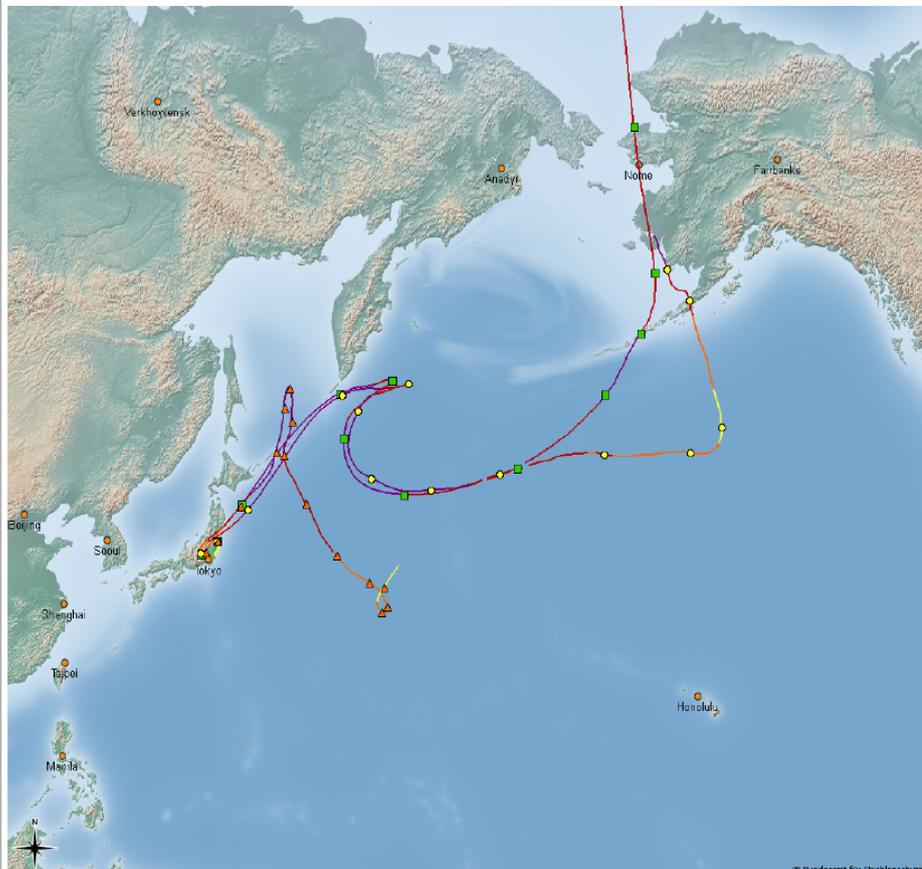
tung der Bevölkerung. Dies fällt in die Kompetenz des Bundesamts für Strahlenschutz (BfS).

Da bei Unfällen die Schadstoffe meistens an nur einem Ort freigesetzt werden (Punktquelle), kommen für die Ausbreitungsrechnung Modelle vom Lagrange'schen Typ infrage, die zudem in der Lage sind, räumlich und zeitlich veränderliche Strömungsfelder zu berücksichtigen.

Der mit Trajektorienrechnungen ermittelte Pfad eines Luftvolumens liefert in der Regel die erste und schnellste Information. Die Trajektorien stellen eine gute Näherung für die zeitliche und räumliche Verlagerung einer möglichen radioaktiven Wolke dar und erlauben zumindest grobe Aussagen über die Gefährdung umliegender Regionen und Länder um einen Unglücksreaktor.

Das Bild 1 zeigt beispielhaft die errechneten Trajektorienbahnen ausgehend vom havarierten Reaktor in Fukushima. Danach war abzuleiten, dass kontaminierte Luftmassen innerhalb von ca. 10 Tagen über die Polarbreiten nach Europa transportiert würden.

Die Symbole an den Trajektorien markieren jeweils den Ort, bis zu dem das Luftpaket nach der entsprechenden Anzahl von Stunden gelangen könnte. Da auch die Höhe, bis in welche Schadstoffe am Unglücksort freigesetzt werden,



IMIS-Trajektorie basierend auf dem GME - Modell

- Trajektorie (Welt)
Höhe [m]
- 0 - 500 (18)
 - 500 - 1000 (31)
 - 1000 - 3000 (94)
 - 3000 - 5000 (175)
 - 5000 - 20000 (167)

- Höhe Start-/Zielpunkt
Ausgangshöhe [m]
- 212 (14)
 - 312 (14)
 - 712 (14)
- Abstände 12 Stunden

- Start-/Zielpunkt
X
- Welt
 - Weltstädte

- Weltflüsse

Vorwärts - Trajektorie

Start-/Ankunftsort: FUKUSHIMA-DAIC
geo. Länge/ geo. Breite:
E 141° 01' 59.99" / N 37° 25' 00.01"

Start-/Ankunftszeit:
14.03.2011 17:00 (in UTC)
Gesamtzeit: 163 h

Datenquelle: DWD

Alle Höhenangaben beziehen sich auf NN.



Bundesamt für Strahlenschutz
(im Auftrag des BMU)
Referenzzeit: 14.03.2011 12:00 (in UTC)
Erstellungszeit: 14.03.2011 16:53 (in UTC)
Importdatum: 14.03.2011 16:54 (in UTC)

Bild 1: Errechnete Trajektorienbahnen ausgehend vom havarierten Reaktor in Fukushima.

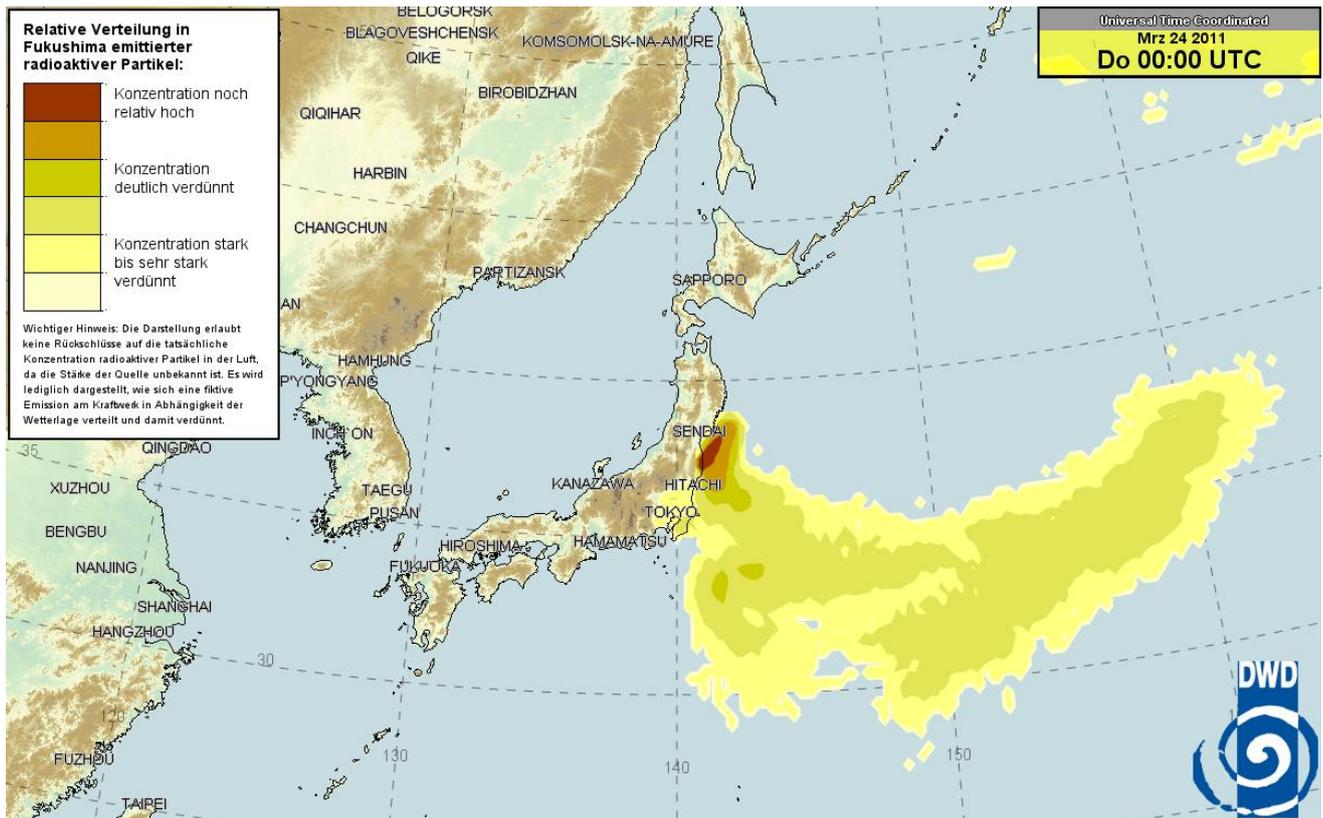


Bild 2: Simulationsrechnungen für einen Vorhersagezeitraum von 72 Stunden ausgehend vom Standort Fukushima.

eine Rolle spielt, stehen mehrere Trajektorien mit unterschiedlichen Ausgangsniveaus zur Verfügung. Die Höhenänderung des Luftpakets durch vertikale Bewegungsvorgänge in der Strömung kann farblich markiert angezeigt werden.

Vollständigere und bessere Informationen liefert ein Lagrange'sches Partikel-Dispersions-Modell (LPDM), bei dem eine Vielzahl von Einzelpartikeln freigesetzt werden, die – angetrieben von der mittleren Luftströmung sowie der Turbulenz – unterschiedlichen Luftbahnen folgen können.

Alle Ausbreitungsmodelle benötigen eine meteorologische Datenbasis, die im DWD von den numerischen Wettervorhersagemodellen GME (global) und COSMO-EU (Europa und Nordatlantik) bzw. COSMO-DE (Deutschland regional mit besserer räumlicher Auflösung) bereitgestellt wird.

Bild 2 zeigt Simulationsrechnungen für einen Vorhersagezeitraum von 72 Stunden ausgehend ebenfalls vom Standort Fukushima. Die Grafik zeigt die errechnete Konzentrationsverteilung und bezieht sich nicht auf einen konkreten Quellterm.

Der Reaktorunfall von Fukushima im März 2011 hat, wie 25 Jahre zuvor in Tschernobyl, zu einer Freisetzung von Radioaktivität geführt. Bereits elf Tage später waren einzelne Radionuklide wie I-131 in einer Größenordnung von wenigen 100 Mikro-becquerel pro Kubikmeter Luft oder Xe-133 mit wenigen Becquerel pro Kubikmeter

Luft an den EU-Spurenmessstellen Offenbach und Potsdam des Deutschen Wetterdienstes messbar. Für das Radionuklid Xe-133 werden im Normalbetrieb nur ca. 20 mBq/m³ gemessen. Flugzeugmessungen wurden gemeinsam mit einem Forschungsflugzeug des Deutschen Luft- und Raumfahrtzentrums durchgeführt. In Abstimmung mit dem BMUB wurden meteorologische Prognosen und später auch Messergebnisse täglich auch auf der Internetseite des DWD publiziert. An allen europäischen Spurenmessstellen zeigten sich vergleichbare Messwerte [7]. ■

Literatur:

- [1] Gesetz zum vorsorgenden Schutz der Bevölkerung gegen Strahlenbelastung (Strahlenschutzvorsorgegesetz – StrVG) vom 19. Dezember 1986 BGBl. I S. 2610; zuletzt geändert durch Artikel 1 G. vom 08.04.2008 BGBl. I S. 686 StrVG
- [2] Gesetz über den Deutschen Wetterdienst (DWD-Gesetz) vom 10. September 1998 (BGBl. I, S. 2871)
- [3] Allgemeine Verwaltungsvorschrift zum Integrierten Mess- und Informationssystem zur Überwachung der Radioaktivität in der Umwelt (IMIS) nach dem Strahlenschutzvorsorgegesetz (AVV-IMIS) vom 13. Dezember 2006, BAnz. 244a vom 29.12.2006

- [4] Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit. Messanleitungen für die „Überwachung radioaktiver Stoffe in der Umwelt und externer Strahlung“. www.bmub.bund.de/themen/atomenergie-strahlenschutz/strahlenschutz/radioaktivitaet-in-der-umwelt/messanleitungen/
- [5] *T. Steinkopff, G. Frank and J. Salvamoser*: Measurement of radionuclides within the Global Atmospheric Watch Programm of WMO, *Kerntechnik* Vol. 7, No. 3, Carl Hanser Verlag, 2012
- [6] *T. Steinkopff, B. Fay, H. Glaab, I. Jacobsen, A. Klein, M. Mirsch*: Early emergency response by means of dispersion forecasting – emergency management of the Deutscher Wetterdienst in the context of national and international agreements, *Kerntechnik* **72**, 172–175, Carl Hanser Verlag, 2007
- [7] *O. Masson, A. Baeza, J. Bieringer, K. Brudecki, S. Bucci, M. Cappai, F. P. Carvalho, O. Connan, C. Cosma, A. Dalheimer, G. Depuydt, L. E. De Geer, A. De Vismes, L. Gini, F. Groppi, K. Guðnason, R. Gurriaran, D. Hainz, Ó. Halldórsson, D. Hammond, K. Holý, Zs. Homoki, A. Ioannidou, K. Isajenko, C. Katzlberger, M. Kettunen, R. Kierepko, R. Kontro, P. J. M. Kwakman, M. Lecomte, A.-P. Leppänen, B. Lind, G. Lujanieni, P. Mc Ginnity, C. Mc Mahon, H. Malá, S. Manenti, M. Manolopoulou, A. Mattila, A. Mauring, J.W. Mietelski, B. Møller, S. P. Nielsen, R. M. W. Overwater, S. E. Pálsson, C. Papastefanou, I. Penev, M. Pham, P. P. Povinec, H. Ramebäck, M. C. Reis, W. Ringer, A. Rodriguez, P. Rulík, P. R. J. Saey, V. Samsonov, C. Schlosser, G. Sgorbati, B. V. Silobritiene, C. Söderström, R. Sogni, L. Solier, M. Sonck, G. Steinhauser, T. Steinkopff, P. Steinmann, S. Stoulos, I. Sýkora, N. Tooloutalaie, L. Tositti, J. Tschiersch, A. Ugron, E. Vagena, A. Vargas, H. Wershofen, O. Zhukova*: Tracking of airborne radionuclides from the damaged Fukushima Dai-ichi nuclear reactors by European networks, *Environ. Sci. Technol.* **45** (2011), pp. 7670–7677 [dx.doi.org/10.1021/es2017158](https://doi.org/10.1021/es2017158)