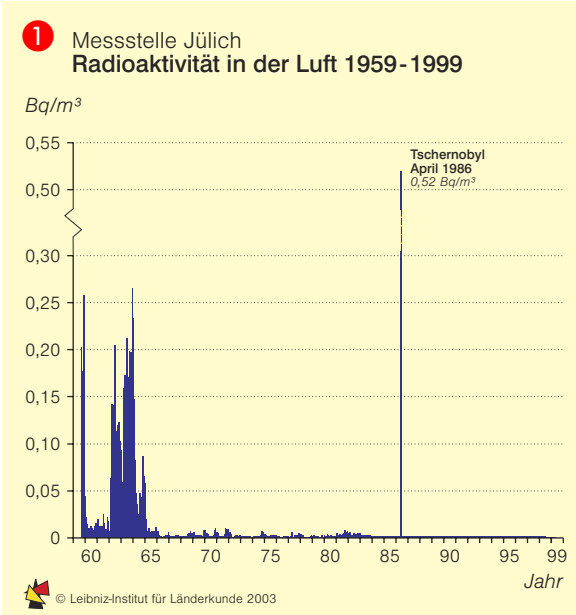
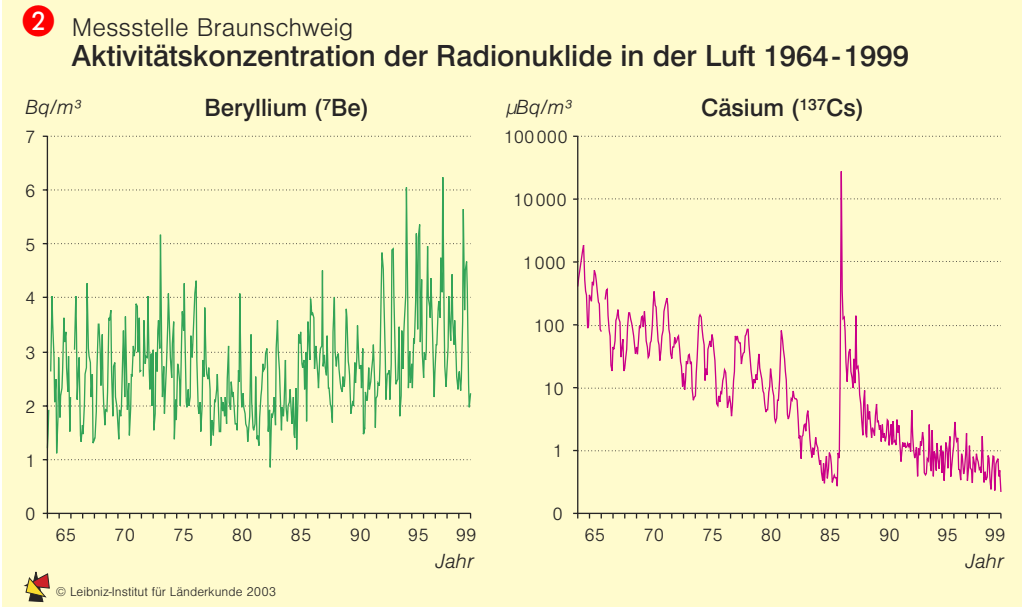
Radioaktivität in der Umwelt

Wilfried Endlicher und Thomas Steinkopff



Natürliche Radioaktivität

Der Mensch und die Umwelt sind seit jeher einer natürlichen ▶ ionisierenden Strahlung ausgesetzt. Zudem nimmt der Mensch durch die Nahrung (Ingestion) und über die Atemluft (Inhalation) natürlich ▶ radioaktive Stoffe zu sich, die zu einer inneren ▶ Strahlenexposition führen. Die externe Strahlenbelastung setzt sich aus der ▷ kosmischen und der ▷ terrestrischen Strahlung zusammen. Durch Wechselwirkung der kosmischen Strahlung mit der Erdatmosphäre entstehen u.a. radioaktiver Kohlenstoff (^{14}C) und Tritium (^{3}H). Die terrestrische Strahlung stammt aus den natürlich radioaktiven Stoffen, die überall auf der Erde vorhanden sind (Endlicher 1987). Das radioaktive Edelgas Radon beispielsweise entsteht durch den Zerfall langlebiger natürlicher ▶ Radionuklide und wird ständig nachgebildet (Uran-Radium-Reihe, Thoriumreihe, Uran-Aktinium-Reihe). Diese im Erdreich wie im Wasser der Flüsse und Meere natürlich vorkommenden Radionuklide sind nicht gleichmäßig auf der Erde verteilt, so dass ihr Beitrag zur Strahlenexposition regional sehr unterschiedlich ist.



Menschlich verursachte Radioaktivität

Die Anwendung ionisierender Strahlung und der Umgang mit radioaktiven Stoffen in Medizin, Industrie, Gewerbe und Wissenschaft hat zu einer zusätzlichen zivilisatorischen Strahlenexposition geführt. Dazu tragen auch die künstlich radioaktiven Stoffe aus kerntechnischen Anlagen, aus oberirdischen Atombombenversuchen und aus dem Reaktorunfall von Tschernobyl (26.4.1986) bei. Insbesondere in den Jahren 1945-1963 sowie 1986 wurden größere Mengen an künstlich radioaktivem Material in die Atmosphäre freigesetzt (▶▶ Beitrag Völkl, Bd. 2, S. 114/115). Der Reaktorunfall von Tschernobyl hatte einen großräumigen Eintrag des langlebigen Cäsium-137 (▶ Halbwertszeit 30 Jahre) auf dem Gebiet der Bundesrepublik Deutschland zur Folge. Die regionale Verteilung wurde durch das Bundesamt für Strahlenschutz (BfS) anhand von Messungen der Oberflächenkontamination bestimmt. Die Karte 5 zeigt die Verteilung der ▷ Kontamination im Jahr 1999. Sie zeigt dieselbe räumliche Differenzierung wie die Karte von 1986, allerdings mit deutlich niedrigeren Werten, da Cäsium 137 inzwischen vom Regen in tiefere Schichten transportiert und durch Zerfall um rund 25% reduziert wurde (vgl. Bd. 2, S. 114).

Überwachung der Umweltradioaktivität

Die in den 1950er Jahren durch Kernwaffenversuche erhöhte Umweltradioaktivität führte zur Forderung, die radioaktiven Belastungen zu ermitteln und die daraus resultierende Strahlenexposition der Bevölkerung abzuschätzen. In Westdeutschland begann die Überwachung der Umweltradioaktivität in den

Spurenmessstelle Schauinsland des Bundesamtes für Strahlenschutz im Hochschwarzwald

Aktivität – Anzahl der je Sekunde zerfallenden Atomkerne eines radioaktiven Stoffes

Becquerel – Einheit der Aktivität. Die Aktivität von 1 Becquerel (Bq) liegt vor, wenn 1 Atomkern je Sekunde zerfällt.

Fallout – aus der Atmosphäre auf die Erde abgelagertes radioaktives Material, das z.B. bei Kernwaffenversuchen entstanden ist

Halbwertzeit – Zeitspanne, nach der von der ursprünglichen Menge eines Radionuklids die Hälfte zerfallen ist

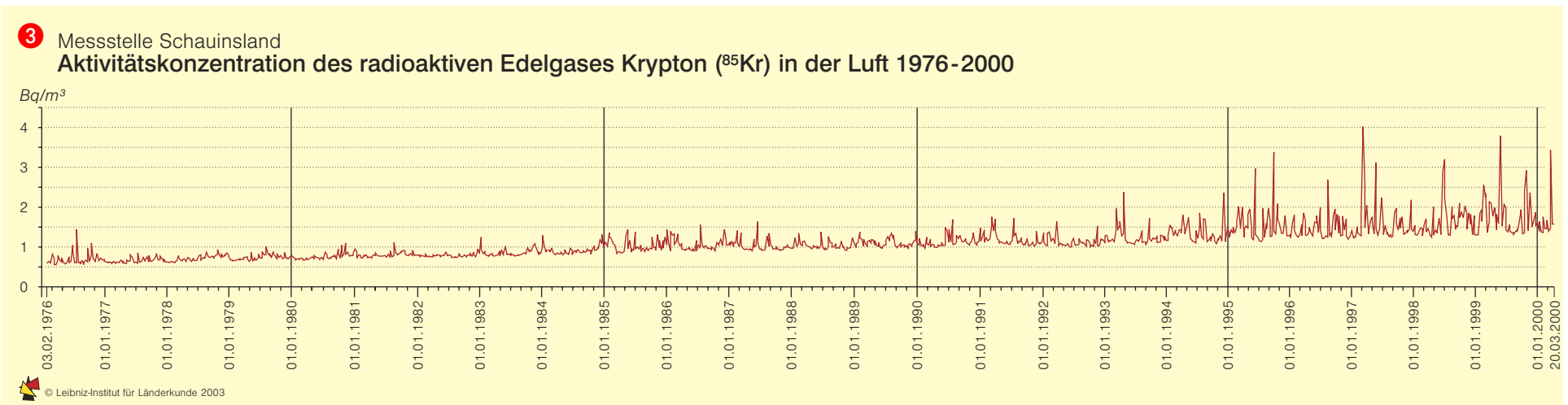
ionisierende Strahlung – elektromagnetische Strahlung oder Teilchenstrahlung, welche die Bildung von Ionen bewirken kann (z.B. Gammastrahlen, Röntgenstrahlen)

Nuklid – durch Protonenzahl (Ordnungszahl) und Massenzahl charakterisierte Atomart

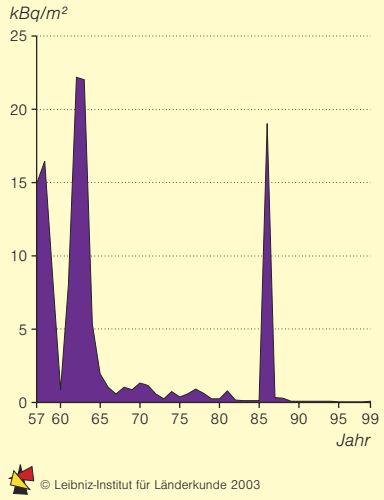
Radioaktivität – Eigenschaft bestimmter Nuklide, ohne äußere Einwirkung Teilchen- oder Gammastrahlung aus dem Atomkern auszusenden

Radionuklide – instabile Nuklide, die unter Aussendung von Strahlung zerfallen

Strahlenexposition – Einwirkung ionisierender Strahlen auf den menschlichen Körper



4 **Deponierte Radioaktivität im Niederschlag 1957-1999**
Mittelwert über die Jahressummen aller Messstationen des DWD



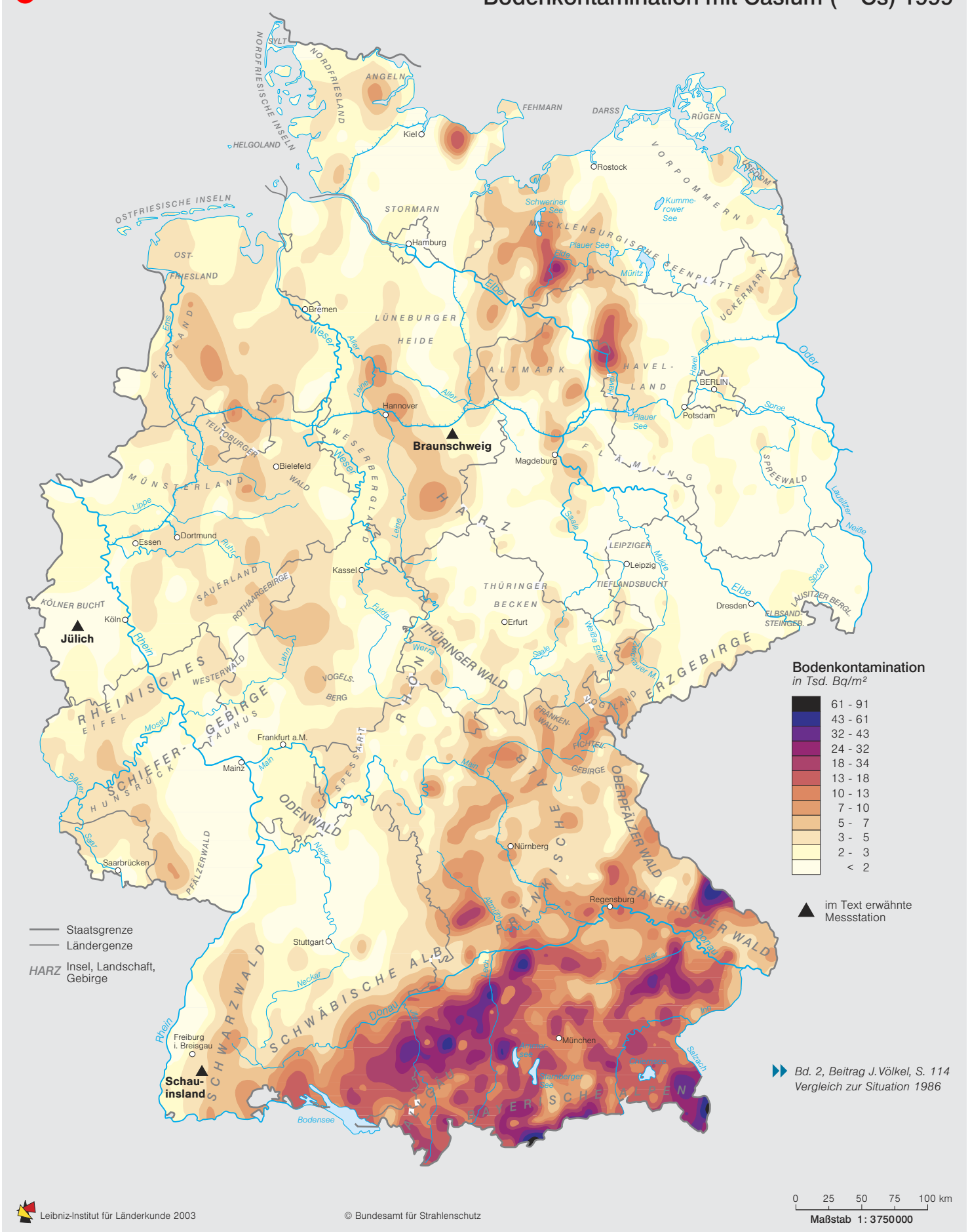
© Leibniz-Institut für Länderkunde 2003

frühen 1950er Jahren mit der Messung des radioaktiven ▶ Fallouts durch die Universitäten Freiburg und Heidelberg. Der Deutsche Wetterdienst (DWD) wurde 1955 gesetzlich verpflichtet, die Atmosphäre auf radioaktive Beimengungen und deren Verfrachtung zu überwachen (Steinkopff u.a. 2000). Auch andere Institutionen sind mit der Messung der Umweltradioaktivität in der Luft und im Niederschlag beschäftigt, wie z.B. das Forschungszentrum Jülich seit 1959, das Forschungszentrum für Umwelt und Gesundheit (GSF) seit 1972, die Physikalisch-Technische Bundesanstalt (PTB) seit 1963 und das Institut für Atmosphärische Radioaktivität (IAR) seit Anfang der 1960er Jahre. In der DDR erfüllte diese Aufgabe das Staatliche Amt für Atomsicherheit und Strahlenschutz. Die Messergebnisse werden in den Jahresberichten dieser Institutionen und der jeweils zuständigen Ministerien – seit 1986 das Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (BMU) – dokumentiert.

Messergebnisse

Eine Langzeitreihe des DWD von 1957 bis 1999 zeigt die jährlich durch Niederschlag deponierte Radioaktivität gemittelt über alle Messstationen **4**. Die oberirdischen Kernwaffenversuche verursachten Depositionen mit Maxima in den Jahren 1958 und 1963, der Reaktorunfall von Tschernobyl ein Maximum im Jahr 1986. Eine Messreihe am Standort Jülich über die radioaktive Belastung der Luft **1** weist einen Verlauf analog der Messreihe des DWD für den Niederschlag auf. Durch aufwendige radiochemische Methoden oder durch physikalische Verfahren (Gammaspektrometrie) lassen sich auch einzelne radioaktive Nuklide identifizieren und messen. Abbildung **2** zeigt die Monatsmittelwerte für Beryllium-7 und Cäsium-137 in der Luft seit 1963 für die Messstation Braunschweig der Physikalisch-Technischen Bundesanstalt. Nach Unterzeichnung des Atomwaffenteststopp-Abkommens im Jahr 1963 nahm

5 **Bodenkontamination mit Cäsium (^{137}Cs) 1999**



Leibniz-Institut für Länderkunde 2003 © Bundesamt für Strahlenschutz

▶▶ *Bd. 2, Beitrag J. Völkel, S. 114 Vergleich zur Situation 1986*

die Konzentration der künstlichen Radionuklide, wie z.B. Cäsium-137, stetig ab. Erst durch den Unfall von Tschernobyl erfolgte ein erneuter Eintrag von Cäsium-137 in die Atmosphäre. Die Messwerte des ▷ kosmogenen Beryllium-7 sind jahreszeitlich bedingten Schwankungen mit Maxima im Frühsommer unterworfen. An der Spurenmessstelle Schauinsland (▶ Foto) des IAR wird seit Anfang der 1960er Jahre die natürliche und künstliche Radioaktivität in der bodennahen Luft überwacht. Dazu gehört seit 1976 auch die ▶ Aktivitätskonzentration des radioaktiven Edelgasisotops Krypton-85, das bei der Wiederaufarbeitung von Kernbrennstoffen in die Atmosphäre gelangt (Stockburger u.a. 1977). Der zeitliche Verlauf **3** zeigt einen über die Jahre ansteigenden Trend. Die Auswertung der Messergebnisse des Krypton-85 dient auch zur Beantwortung von Fragestellungen der Umweltwissenschaften, wie z.B. der Verifizierung von atmosphärischen Transportmodellen (Weiss u.a. 1992).◆