

sisleistung korreliert. In der Ortschaft Furumichi der Gemeinde Miyakoji (Kreis Tamura-shi) beispielsweise, wurden eine Ortsdosisleistung von 0,83 µSv/h und eine Blütenbelastung von 6.000 Bq/kg Gesamtcaesium gemessen. In derselben Gemeinde, jedoch in der Ortschaft Iwazawa wurden bei einer Ortsdosisleistung von 1,96 µSv/h „nur“ 5.530 Bq/kg Cäsium in den Blüten gemessen.

In der Ortschaft Katsurao im Landkreis Futaba-gun waren die Blüten bei einer Ortsdosisleistung von 2,59 µSv/h mit 7.560 Bq/kg Cäsium belastet, in der Ortschaft Ide, Narahamachi, Kreis Futaba-gun, lag die gemessene Belastung der Zedernblüten bei 7.550 Bq/kg Cäsium und die Ortsdosisleistung bei 1,87µSv/h.

In der Gemeinde Hisanohamamachi (Kreis Iwaki-shi) ergaben die Messungen 0,83 µSv/h Ortsdosisleistung und 7.380 Bq/kg Gesamtcaesium Belastung der Zedernblüten.

Dagegen ließen sich in Shimokawauchi (Gemeinde Kawachi-mura, Landkreis Futaba-gun) „nur“ 6.900 Bq/kg Radiocaesium in den Zedernblüten messen – bei einer Ortsdosisleistung von 5,00 µSv/h. In der Ortschaft Nogami (Ōkuma-machi, Kreis Futaba-gun) lag die Ortsdosisleistung nur geringfügig höher bei 5,08 µSv/h, die Belastung der Zedernblüten war mit 17.000 Bq/kg jedoch fast dreimal so hoch.

Für alle 87 gemessenen Blütenbelastungen lag der Medianwert bei 6.000 Bq/kg.

In der Gruppe zwischen 10.000 und 20.000 Bq/kg Gesamtcaesium finden sich 10 Werte, davon 5 aus verschiedenen Gemeinden des Landkreises Futaba, in wenigen Kilometern Entfernung von Fukushima Daiichi, 3 aus Minamisoma-shi und 2 aus Iitate-mura. Die Ortsdosisleistungen liegen in dieser Gruppe zwischen 1,43 und 5,08 µSv/h.

Tabelle: **Gesamtcaesiumbelastung der Japan-Zeder (Cryptomeria japonica; japanisch: sugi) in Bq/kg**

Ort der Probenahme	alte Nadeln	junge Nadeln	Blüten	Pollen
Futaba-gun, Namie-machi, Akauki	612.000	55.700	56.900	44.700
Futaba-gun, Namie-machi, Minamitsushima	286.000	26.200	15.680	9.610
Futaba-gun, Katsurao-mura, Ochiai	286.000	23.100	29.300	35.500
Soma-gun, Iitate-mura, Iitsu	42.400	7.310	10.630	4.440

Quelle: Graduiertenschule der Universität Nagoya, Abteilung für biologische Landwirtschaft, Fachbereich Waldökologie und -ressourcen. Anlage zur Pressemitteilung des japanischen Ministeriums für Landwirtschaft, Forsten und Fischerei vom 27.12.2011, www.rinya.maff.go.jp/j/press/hozen/111227.html

Werte zwischen 20.000 und 50.000 Bq/kg Gesamtcaesium wurden an 11 Blütenproben festgestellt, davon 6 in Ortschaften, die zur Gemeinde Namie (Futaba-gun) gehören, und 3 in Ortschaften, die zur Gemeinde Iitate-mura gehören. Iitate-mura ist wegen seiner verspäteten Evakuierung nach der Nuklearkatastrophe bekannt geworden. Die Ortsdosisleistungen in dieser Gruppe liegen zwischen 2,81 µSv/h (Cäsium-Belastung der Zedernblüten: 23.800 Bq/kg; Hara-machi) und 22,0 µSv/h (Cäsium-Belastung der Blüten: 20.900 Bq/kg; Namie-machi).

Die männlichen Blüten der Japanzeder waren an 6 beprobten Stellen mit mehr als 50.000 bis 80.000 Bq/kg Gesamtcaesium belastet, die Spanne der Ortsdosisleistungen reicht dabei von 4,81 µSv/h (Iitate-mura, Ortschaft Hizo, Cäsium-Belastung: 57.600 Bq/kg) bis 25,7 µSv/h (Namie-machi, Ortschaft Akauki, Cäsium-Belastung: 55.000 Bq/kg).

Belastungswerte zwischen 80.000 und 120.000 Bq/kg Gesamtcaesium wurden nicht gefunden. Darüber liegen die am Anfang genannten höchsten und zweithöchsten Werte.

Die Wissenschaftler der Universität Nagoya haben bei 4

Proben oberhalb des Medians nicht nur die Blüten, sondern auch alte und junge Nadeln und die Pollen auf die Gesamtcaesiumbelastung analysiert (siehe Tabelle).

Als Referenzmaterial gibt das Amt für Wald und Grasland noch eine Modellrechnung an. Unter der Annahme, daß die Cäsium-Belastung der Blüten und der Pollen gleich sei, der erwachsene Mensch (der ICRP-Referenzmensch ist gemeint, nicht der Waldarbeiter) in 24 Stunden 22,2 Kubikmeter Luft einatme, der Kubikmeter Luft nach Angaben des Pollenflugberichtssystems der japanischen Regierung höchstens 2.207 Korn (im Durchschnitt: 97 Korn) enthalte und ein Korn Zedernblütenpollen 12 Nanogramm wiege, ergebe sich für die höchste festgestellte Gesamtcaesiumbelastung der Blüten von 253.000 Bq/kg, (zusammengesetzt aus 145.000 Bq/kg Cäsium-137 plus 108.000 Bq/kg Cäsium-134 und berechnet mit den Inhalationsfaktoren gemäß ICRP für Cäsium-137 = 0,039 µSv/Bq und für Cäsium-134 = 0,020 µSv/Bq) eine effektive Dosisbelastung von maximal 0,000192 µSv/h und im Durchschnitt von 0,00000843 µSv/h. Aufsummiert für die gesamte Pollenflugzeit von Februar bis Mai rechnet das

Amt mit maximal 0,000553 Millisievert (mSv) und im Durchschnitt mit 0,0000243 mSv.

Dies soll offenbar zur Beruhigung dienen. Die Cäsiumwerte können jedoch nur als Leitwerte dienen und sind Indikatoren für das Vorhandensein weiterer Radionuklide, die schwieriger zu messen sind und die noch bestimmt werden müßten. A.H./Th.D.●

Strahlenschutz / Medizinische Strahlenbelastung

„Aktivitätsrechner“ für nuklearmedizinische Untersuchungen

Das Bundesumweltministerium hat am 26. April 2012 in Bremen der Deutschen Gesellschaft für Nuklearmedizin einen sogenannten „Aktivitätsrechner“ übergeben. Mit diesem Computerprogramm, das im Rahmen eines Forschungsvorhabens des Bundesumweltministeriums (BMU) entwickelt wurde, soll künftig die für Patientenuntersuchungen in der Nuklearmedizin eingesetzte Menge an radioaktiven Stoffen in Kliniken oder Praxen besser berechnet werden. Damit soll dem derzeitigen Versorgungsengpaß für Radionuklide in der Nuklearmedizin entgegen gewirkt werden, heißt in einer Mitteilung des BMU. Außerdem werde der Einsatz von radioaktiven Substanzen, die mit einer höheren Strahlendosis für Patientinnen und Patienten und dem medizinischen Personal verbunden sind, eingeschränkt.

In Deutschland wird in der Nuklearmedizin der BMU-Mitteilung zufolge circa 60.000 Mal pro Woche das radioaktive Nuklid Technetium-99m eingesetzt, mit des-

sen Hilfe nach Krebserkrankungen gesucht und die Schilddrüsenfunktion kontrolliert wird und verschiedene Stoffwechselaktivitäten in Geweben von Patientinnen und Patienten dargestellt werden.

Technetium-99m ist ein Zerfallsprodukt von Molybdän-99 und das weltweit am meisten eingesetzte Radioisotop in der Nuklearmedizin. Molybdän-99 wird aus hochangereichertem Uran hergestellt. Mit einer Halbwertszeit von 66 Stunden muß es rasch weiterverarbeitet werden. Es wird auf sogenannte Generatoren verteilt, aus denen dann das Zerfallsprodukt Technetium-99m herausgelöst wird.

In den letzten Jahren sei es immer wieder zum Ausfall der drei europäischen Forschungsreaktoren in den Niederlanden, in Belgien und Frankreich gekommen, die das Ausgangsnuklid für Technetium-99m produzieren, erklärt das BMU. Dadurch komme es regelmäßig zu europaweiten Versorgungsengpässen. Das Problem könne sich in Zukunft noch weiter verschärfen, da alle für die Produktion benutzten Forschungsreaktoren zwischen 40 und 50 Jahre alt sind und daher Stilllegungen in absehbarer Zeit zu erwarten seien. In Deutschland werde derzeit kein Molybdän-99 für medizinische Anwendungen hergestellt. Es sei jedoch geplant, den Forschungsreaktor in München umzubauen und diesen in den nächsten Jahren die Produktion aufnehmen zu lassen.

Um der Gefahr entgegenzuwirken, daß in Zeiten des Technetium-Mangels auf Ersatznuklide mit höherer Strahlenbelastung für Patienten und Personal zurückgegriffen wird, habe das Bundesumweltministerium das eingangs zitierte Forschungsvorhaben „Optimierung des Radionuklidverbrauchs“ gefördert. Ziel des Vorhabens sei es gewesen, die eingesetzte Menge an Radionukliden für

nuklearmedizinische Anwendungen in jeder Klinik oder Praxis zu optimieren. Das heißt, auf Grundlage der individuellen Untersuchungsanforderungen des jeweiligen Patienten und unter Berücksichtigung des radioaktiven Zerfalls des zur Verfügung stehenden Technetiums könne nun ein rechnergesteuerter

Patientenplan erstellt werden, was offenbar bisher nicht der Fall war.

Die Deutsche Gesellschaft für Nuklearmedizin e.V. (DGN) stellt den „Aktivitätsrechner“ auf ihrer Internetplattform den Nuklearmedizinern kostenfrei zur Verfügung. Nähere Informationen unter www.nuklearmedizin.de. ●

Medizinische Strahlenbelastung

Mammographie-Screening hat eine erhebliche Menge an Überdiagnosen zur Folge

Norwegische Studie fällt erneut ein schlechtes Urteil über Mammographie-Reihenuntersuchungen auf Brustkrebs

Erneut bestätigt eine Studie aus Norwegen, daß bei Reihen-Röntgenuntersuchungen auf Brustkrebs (Mammographie-Screening) zu oft irrtümlich Brustkrebs diagnostiziert wird. In Norwegen waren in dem seit 1996 laufenden Reihenuntersuchungsprogramm 15 bis 25 Prozent der dabei entdeckten Brustkrebsfälle „falsch positiv“. Das heißt die betroffenen Frauen erhielten die Diagnose Brustkrebs und wurden behandelt, obwohl das nicht nötig gewesen wäre. Bis 2005, zehn Jahre nach Beginn des zweijährlichen norwegischen Mammographie-Screening-Programms für Frauen im Alter von 50 bis 69 Jahren sind 1.169 bis 1.948 von 7.793 Frauen mit der Diagnose Brustkrebs überdiagnostiziert und unnötig therapiert worden, berichtet das Forscherteam von Mette Kalager und Kollegen in den *Annals of Internal Medicine* vom 3. April 2012. Wenn 2.500 Frauen zum Screening eingeladen werden, dann wird bei 20 von ihnen korrekt Brustkrebs entdeckt, eine wird dadurch vor dem Krebsstod bewahrt und sechs bis zehn Frauen werden überdiagnostiziert, schreiben Kalager und Kollegen. Das zeige die Studie an insgesamt

39.888 Brustkrebspatientinnen in Norwegen. Die Mediziner fordern deshalb eine bessere Aufklärung der Frauen über dieses Risiko.

„Überdiagnosen sind keine ‚falschen‘ Diagnosen“, verteidigten sich dagegen die Apologeten des deutschen Mammographie-Screening-Programms in einer Pressemitteilung vom 24. April 2012. „Wir können einer Frau leider nicht vorhersagen, wie sich ihr Tumor verhalten wird. Und wir können ihr auch nicht sagen, ob und wann sie an anderen Ursachen verstirbt“, betont Wolfgang Aubke, stellvertretender Beiratsvorsitzender der im August 2003 gegründeten „Kooperationsgemeinschaft Mammographie“ der Krankenkassen. Bislang gebe es keine Möglichkeit, sicher zu bestimmen, wie aggressiv sich ein Tumor entwickeln wird. Daher werde bei der Diagnose auch in Deutschland den Frauen in der Regel eine entsprechende Behandlung empfohlen. „Letztlich gibt es zu Überdiagnosen so lange keine Alternative, bis uns die Forschung zur Tumorbologie Werkzeuge in die Hand gibt, mit denen wir von Anfang an das Verhalten eines Tumors

bestimmen können“, meint Aubke.

Zu „Überdiagnosen“ zählen Tumoren, die zu Lebzeiten nie auffällig geworden und daher auch nicht behandelt worden wären, hätte man sie nicht diagnostiziert. Auch bei anderen sogenannten Früherkennungsuntersuchungen, etwa für Gebärmutterhalskrebs und Prostatakrebs gibt es unerwünschte Überdiagnosen.

Mette Kalager, Hans-Olov Adami, Michael Bretthauer, Rulla M. Tamimi: Overdiagnosis of Invasive Breast Cancer Due to Mammography Screening: Results From the Norwegian Screening Program, *Ann. Intern. Med.* April 3, 2012, vol. 156 no. 7, 491-499. www.annals.org/content/156/7/491.abstract ●

Buchmarkt

Umweltpsychologie

Die Psychologen Jürgen Hellbrück und Elisabeth Kals haben jetzt im Springer VS-Verlag Wiesbaden ein Lehrbuch der Umweltpsychologie veröffentlicht. Die Umweltpsychologie befaßt sich mit sogenannten Mensch-Umwelt-Wechselwirkungen als Beziehungen zwischen der physikalisch-materiellen und soziokulturellen Außenwelt und menschlichem Erleben und Verhalten. Das Buch gibt einen strukturierten und verständlichen Überblick über die Themen und Entwicklungen dieser noch recht jungen Teildisziplin der Psychologie und macht deutlich, daß die Umweltpsychologie ein sehr relevantes Forschungsfeld der Zukunft ist. Die Inhalte reichen von den historischen Wurzeln über Wahrnehmung und Kognition bis zu Konfliktbewältigung und Mediation.

Jürgen Hellbrück, Elisabeth Kals: Umweltpsychologie, Springer VS Wiesbaden 2012, 144 S., 4 Abb., Br. € 16,95, ISBN 978-3-531-17131-9 ●