

und erläutert auch den Text der Neufassung und die Bedingungen, die beim Betrieb von Röntgeneinrichtungen zu erfüllen sind.

Claudia Sonnek, Klaus Ewen

(Hrsg.): Richtlinien für die technische Prüfung von Röntgeneinrichtungen, Textausgabe mit Erläuterungen, 208 Seiten A5, ISBN 3-87344-122-5, Verlag H. Hoffmann GmbH, Berlin-Kleinmachnow 2004, Euro 25,00. ●

BfS-Jahresbericht 2003

Diagnostische Referenzwerte zur Verbesserung des medizinischen Strahlenschutzes

Ein besserer medizinischer Strahlenschutz ist ein Schwerpunkt des kürzlich veröffentlichten Jahresberichtes 2003 des Bundesamtes für Strahlenschutz (BfS). Strahlentelex hatte bereits in seiner vorigen Ausgabe berichtet (Nr. 420-421 vom 1.07.2004). Als besondere Leistung hebt das BfS für das Jahr 2003 dabei die Erstellung und Veröffentlichung sogenannter diagnostischer Referenzwerte (DRW) für Röntgendiagnostik und Nuklearmedizin hervor. Mittelfristig sollen diese zu einer Senkung der Strahlenbelastung der Bürgerinnen und Bürger durch medizinische Anwendung ionisierender Strahlung führen, schreibt BfS-Präsident Wolfram König.

Diagnostische Referenzwerte (DRW) gelten dem BfS-Bericht zufolge in der Röntgendiagnostik und in der Nuklearmedizin für häufige und/oder dosisintensive Untersuchungen. In der Röntgendiagnostik stellen die DRW obere Richtwerte dar, die „nicht beständig und ungerechtfertigt“ überschritten werden dürfen.

Im Gegensatz zur Röntgendiagnostik sind entsprechend einer EU-Leitlinie die DRW in der nuklearmedizinischen Diagnostik keine oberen Richtwerte, sondern Optimalwerte, die weder über- noch unterschritten werden sollen. Sie schreiben die für eine gute Bildqualität notwendige Ra-

dioaktivitätsmenge vor, die bei Standardverfahren und -patienten verabreicht werden soll. Damit soll verhindert werden, daß aus wirtschaftlichen Gründen eine Unterdosierung mit der Konsequenz einer mangelhaften und daher wenig aussagekräftigen Bildqualität erfolgt, heißt es dazu im BfS-Bericht.

Die DRW stellen keine Dosis-Grenzwerte für Patienten dar. Sie sind auch nicht Dosiswerte von individuellen Untersuchungen, sondern mittlere Dosiswerte für Untersuchungen an Gruppen von Patienten. Dabei wird angenommen, daß sich individuelle Unterschiede zwischen den Patienten (wie Körpergröße und Gewicht) herausmitteln und dadurch der Mittelwert der Dosis vieler Patienten („mindestens 10“) ein guter Schätzwert für die Dosis eines „Standardpatienten“ ist. Entscheidend sei, daß die Mittelwerte der Patientendosis beziehungsweise der verabreichten Aktivität die DRW für die entsprechenden Untersuchungen nicht überschreiten beziehungsweise eingehalten werden, erklärt das BfS.

Die Betreiber radiologischer und nuklearmedizinischer Einrichtungen sind verpflichtet, im Rahmen der Qualitätssicherung Mittelwerte der Patientexposition für häufige und dosisintensive Untersuchungsverfahren zu ermitteln. Den für die Qualitätssicherung in den einzelnen Bun-

desländern zuständigen „Ärztlichen und zahnärztlichen Stellen“ (ÄS) fällt dabei die Aufgabe zu, die Einhaltung der DRW zu überprüfen und gegebenenfalls Maßnahmen zur Verringerung der Strahlenbelastung zu empfehlen. Dazu vergleichen sie die von den Betreibern ermittelten Dosiswerte der Patienten beziehungsweise die verabreichten Aktivitäten mit den vom BfS festgelegten DRW und überprüfen stichprobenartig, ob die Bildqualität den medizinischen Erfordernissen entspricht. Betreiber, die die DRW ungerechtfertigt nicht einhalten, müssen ihre Verfahren und Geräte so modifizieren, daß auch sie die DRW einhalten. Die Ärztlichen Stellen sind verpflichtet, jede beständige, ungerechtfertigte Überschreitung der DRW der zuständigen Landesbehörde zu melden, die daraufhin eine Überprüfung vor Ort veranlassen kann.

Auf der Basis der Daten zu Dosis und Aktivität, die von den Ärztlichen Stellen im Rahmen der Überprüfung der DRW erhoben werden, wird das BfS in regelmäßigen Abständen (vorgesehen sind alle zwei bis drei Jahre) aktualisierte DRW erstellen. Man erwartet sich davon, daß sich dadurch sowohl die Patientendosen als auch die DRW langfristig verringern und damit eine Verringerung der in Deutschland im Weltvergleich deutlich überhöhten medizinischen Strahlenbelastung der Bevölkerung erreicht wird.

Das BfS erstellt und veröffentlicht die DRW auf der Grundlage der Röntgenverordnung (RöV) und der Strahlenschutzverordnung (StrlSchV). Damit wird eine Empfehlung der Internationalen Strahlenschutzkommission (ICRP) von 1996 über „Strahlenschutz und Sicherheit in der Medizin“ und eine Forderung der EU-Richtlinie „Über den Gesundheitsschutz von Personen gegen die Gefahren ionisierender Strahlung bei medi-

zinischer Exposition“ umgesetzt. Die derzeit geltenden diagnostischen Referenzwerte sind im Bundesanzeiger Nr. 143 vom 5. August 2003 veröffentlicht. ●

Atomwirtschaft

Zukunftssorgen

GRS-Jahresbericht 2002/2003 veröffentlicht

Mit ihrem Ende Juli 2004 vorgelegten Jahresbericht 2002/2003 mache sie deutlich, „daß sie in den letzten beiden Jahren wie bisher ihrer Verantwortung für die Erhaltung und die Weiterentwicklung der Sicherheit der deutschen kerntechnischen Anlagen gerecht wurde“, teilt die Gesellschaft für Anlagen- und Reaktorsicherheit (GRS) mbH mit. Ihre Arbeitsfelder umfassen die Reaktorsicherheit, Entsorgung und Strahlenschutz. Für ihre Zukunftssicherung setze sie sich neue Schwerpunkte auf den Gebieten Wissensmanagement und Kompetenzerhaltung, „um dem Verlust an Know-how durch den altersbedingten Rückzug vieler Sachverständiger wirksam zu begegnen“, erklärt die GRS.

Die GRS hatte in den beiden Jahren rund 450 Mitarbeiter, die eine Gesamtleistung von ca. 53 Millionen Euro in 2002 und ca. 55 Millionen Euro in 2003 erbracht haben. Die Hauptauftraggeber der GRS sind das Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (BMU), das Bundesministerium für Wirtschaft und Arbeit (BMWA), das Bundesamt für Strahlenschutz (BfS) sowie das Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF). Weiterhin bearbeitet die GRS Aufträge von Landesbehörden, dem Umweltbundesamt und dem Auswärtigen Amt. Wichtigster internationaler Auftraggeber ist die Europäische Kommission. Die Gesell-

schafter der GRS sind die Bundesrepublik Deutschland (46%), die Länder Bayern und Nordrhein-Westfalen (je 4%) sowie die Technischen Überwachungs-Vereine und der Germanische Lloyd (46%).

Der deutsch/englische Jahresbe-

richt umfaßt 208 Seiten und ist bei der Gesellschaft für Anlagen- und Reaktorsicherheit (GRS) mbH, Abteilung Kommunikation, Postfach 10 15 64, 50455 Köln zu beziehen und kann im Internet unter www.grs.de abgerufen werden. ●

Die Gesundheitseffekte von Niedrigdosisstrahlung; Mechanismen und Befunde

Den Petkau-Effekt vergessen

Speziell die genomische Instabilität und den „Bystander Effekt“ beschreibt Dr. Chris Busby, Liverpool/Großbritannien, als neue Entdeckungen in der Radiobiologie, die „aus Wegspuren zur Zelle“ folgen – mit stark überlinearen Dosis/Wirkungs-Beziehungen und stärkeren Wirkungen bei niedrigen Dosen (Strahlentelex 418-419 vom 3. Juni 2004, Seite 3). Das ist zwar grundsätzlich richtig, doch der zugrundeliegende Petkau-Effekt wird nicht erwähnt und auf ungenügend erforschte „Wegspuren“ reduziert, merkt Ralph Graeb, Langnau/Schweiz, dazu kritisch an.

Genomische Instabilität und Bystander-Effekt sind nur zwei zusätzliche überlineare Mechanismen, deren Ursache primär dem Petkau-Effekt „zu verdanken“ ist, das heißt freien Sauerstoffradikalen (ROS - reactiv oxygen species). Diese – oder Folgeprodukte – können via Kanälen in den Zellmembranen Informationen an Nachbarzellen weiterleiten. Zellkommunikation ist real, sehr komplex, noch lange nicht restlos erforscht. Im vorliegenden Fall spricht man sogar von „Feldern“, die von einer Zelle ausgehen.

Bereits seit Anfang der 70er Jahre des zu Ende gegangenen Jahrhunderts ist jedoch der Petkau-Effekt als besterforschter biophysikalischer Wirkungsmechanismus bekannt (R. H. Nussbaum), der die allgemeine Supralinearität von ionisierender Niedrigdosisstrahlung *in vitro* und *in vivo* nachweist. Deshalb trägt dieser Effekt auch den Namen seines Entdeckers: Dr. Abram Petkau. Die Wirkung erfolgt indirekt durch die Erzeugung von freien Sauerstoff-Radikalen, die extrem oxidierend

wirken. So werden Zellen geschädigt oder zerstört, wenn die Abwehrmechanismen eines Organismus überfordert sind. In der Medizin spricht man heute von oxidativem Streß. Junge Mediziner lernen, daß es guten und schlechten Sauerstoff gibt. Radikalfänger werden heute in Prävention und Therapie eingesetzt.

Diese wahre Revolution im Verständnis der Strahlenwirkung führte zum weltweiten Bekanntwerden des Petkau-Effektes und auch zu seiner Popularisierung. Zuvor kannte man nur direkte Strahlentreffer; damit wurde ausgeschlossen, daß eine niedrige Dosis stärker wirken konnte als eine höhere. Linearität und Proportionalität in der Dosis/Wirkungs-Beziehung war ein Dogma. Seit drei Jahrzehnten ist nun jedoch zu zahlreichen internationalen Anlässen, Kongressen und Konferenzen zum Petkau-Effekt vorgetragen, referiert und berichtet worden. Eine unübersehbare Anzahl Presseberichte und Artikel sind zum Petkau-Effekt erschienen. Es gibt Bücher in Deutsch, Englisch,

Französisch, Dänisch und Russisch, sämtlich mit dem Titel „Der Petkau-Effekt“. Einige wurden Bestseller. Die 2. Auflage des englischen Buches (mit einer Einführung von Prof. Dr. Ernest Stern-glass) wurde gar in der sonst zurückhaltenden Wissenschaftszeitschrift „Science“ erwähnt. Strahlentelex berichtete seit 1988 ebenfalls mehrfach. Im Internet-Buchhandel wird das Buch heute auch bei Amazon angeboten.

Bestätigt wird der Petkau-Effekt auch im ECR-Report 2003 des European Committee on Radiation Risk (Hrsg. Chris Busby, Mithrsg. u.a. Rosalie Bertell, Inge Schmitz-Feuerhake, Alexei Yablokov, die den Petkau-Effekt schon lange positiv begleiten; Regulators' Edition, Brüssel 2003, ISBN 1-897761-24-4).

Im Zusammenhang mit Niedrigdosisstrahlung darf auch der Name von Elena B. Burlakova nicht ungenannt bleiben. Frau Burlakova ist Mitglied der Russischen Akademie der Wissenschaften (RAS). Sie hatte bereits in den 1960er Jahren die Supralinearität von niedrigen Strahlendosen entdeckt, was Petkau unabhängig von ihr 1972 auch gefunden hat. Erst nach dem Zusammenbruch der Sowjetunion (1989) wurde dies bekannt. ECR-Report 2003 erwähnt auch ihre Forschungen.

Seit Jahrzehnten ist epidemiologisch einwandfrei nachgewiesen, daß inkorporierte Spaltprodukte aus der Atomenergieerzeugung überlineare Wirkungen haben. Trotzdem halten die Internationalen Strahlenschutzgremien eisern am Dogma der generellen Linearität fest: halbe Dosis, halbe Wirkung. Chris Busby hat nun eine Theorie entwickelt, die von diesen epidemiologischen Befunden gestützt wird: den Second Event Effect. Diesen hat er im ECR-Report 2003 nachvollziehbar beschrieben. Seit Jahren wurde gefordert, solche Forschun-

gen durchzuführen, doch aus politischen Gründen wurden keine Gelder dafür bewilligt. Das ECR-Committee erachtete diese Theorie noch als spekulativ, auch wenn man sie nicht ausschließen könne. Es fordert deshalb weitere Forschungen auf diesem Gebiet.

Trotz der hier gemachten kritischen Anmerkungen hat Chris Busby aber ganz hervorragende Arbeit geleistet. Allein schon die Schaffung eines EU-nahen Komitees, mit besten atomkritischen WissenschaftlerInnen, mit erfolgreichem Kontakt zu englischen Regierungsgremien und der Herausgabe des vorzüglichen ECR-Reports 2003 erforderte ein großes diplomatisches Geschick des Initiators.

Ralph Graeb

Der kanadische Arzt und Wissenschaftler Abram Petkau beobachtete Anfang der 1970er Jahre, daß künstliche Zellmembranen nach Langzeitbestrahlung mit niedriger Dosisleistung und kleiner Gesamtdosis leichter aufbrachen als nach kurzzeitiger Exposition und höherer Dosisleistung. Zur Zerstörung der Zellmembranen genügte bei kleiner Dosisleistung eine 5000-fach kleinere Dosis als bei hoher Dosisleistung. In seinen vielfach wiederholten Experimenten kam Petkau immer zu dem selben Schluß: Je kleiner die Dosisleistung desto niedrigere Strahlendosen wurden zum Aufbrechen der Membranen benötigt. Nachfolgende Forschungen ergaben, daß Sauerstoffradikale und chemische Kettenreaktionen, bei denen die Membranmoleküle sukzessive oxidiert werden, eine wichtige Rolle spielen. Der Effekt ist inzwischen auch an lebenden Systemen vielfältig bestätigt worden.

Seit Mitte der 1960er Jahre verfolgt der Schweizer Ralph Graeb als Chemiker und Buchautor die Entwicklungen in der Radiobiologie und deren Einfluß auf die Strahlenschutzgesetzgebung. 1972 erschien sein erstes Buch „Die sanften Mörder - Atomkraftwerke demaskiert“ (Albert Müller Verlag, Rüschlikon-Zürich), und 1985, noch vor der Tschernobyl-Katastrophe, folgte die Veröffentlichung des Buches „Der Petkau-Effekt“ (Zytglogge, Bern, 4. Auflage 1990). Beide