Aktuelle Strahlenschutzthemen in der Diskussion – Aufbruch in die Zukunft

AUTOREN

Martin Brose
Renate Czarwinski
Markus Figel
Klaus Flesch
Rainer Gellermann
Peter Jeschke
Paul Koch
Gerd Koletzko
Hilmar Möhlmann
Thomas Otto
Matthias Port
Susanne Pudollek
Hans-Dieter Reidenbach
Charlotte Schütte
Veronika Ustohalova
Jan-Willem Vahlbruch
Hansruedi Völkle

DANK

Die Schriftleitung dankt ***Jan-Willem Vahlbruch***, Vorsitzender des AKA, für die Betreuung der Autorinnen und Autoren.

ZUSAMMENFASSUNG

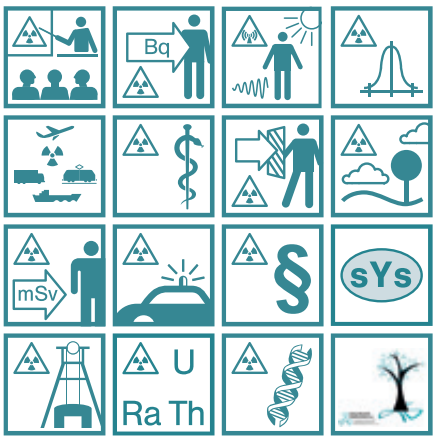
In einer Vorschau auf die Jahrestagung 2022 des Fachverbandes für Strahlenschutz (FS) werden 6 fachliche Themen des Strahlenschutzes vorgestellt. Das reicht von „Weiterentwicklung des Strahlenschutzes (ICRP)" bis zur „Kommunikation mit der Bevölkerung". Dies ist eine Einladung zum Mitdiskutieren.

SUMMARY

Current radiation protection topics under discussion – Moving into the future

In a preview of the 2022 annual conference of the German Radiation Protection Association (FS), 6 technical topics of radiation protection are presented. These range from "Further development of radiation protection (ICRP)" to "How to communicate with the public". This is an invitation to join in the discussion.

Wir laden Sie ein.



Die besondere Struktur der Jahrestagung 2022 in Konstanz soll die Arbeitskreise des FS in den Vordergrund rücken. Naturgemäß gibt es aber gerade in einem so interdisziplinären Fach wie dem Strahlenschutz Themen, die die Arbeit mehrerer Arbeitskreise berühren. Deswegen hat das Programmkomitee 6 fachliche Themen identifiziert. Neben Podiumsdiskussionen, die zur gemeinsamen Diskussion anregen sollen, werden Round-Table-Gesprächsrunden oder Gruppenarbeiten angeboten werden.

Um die Leser:innen der SSP, die sich auf den Weg nach Konstanz machen werden, gut auf diese Diskussionsrunden vorzubereiten, finden Sie in dieser Ausgabe eine kurze inhaltliche Beschreibung der behandelten Schwerpunktthemen. Vielleicht erleichtert Ihnen das die Entscheidung, an welcher Diskussionsrunde Sie teilnehmen wollen – denn dreimal werden 2 Runden parallel durchgeführt.

Neben diesen 6 fachlichen Diskussionsrunden wird eine 7. Diskussionsrunde am Mittwochnachmittag zur Zukunft des Fachverbandes stattfinden – hier können Sie sich ebenfalls aktiv einbringen. Und wenn Sie möchten, können Sie parallel zu all den Diskussionsrunden auch verschiedene virtuelle Experimente selbst ausprobieren, die in einem separaten Raum für Sie „aufgebaut" wurden.

Jan-Willem Vahlbruch

Was erwarten die Strahlenschützer von der ICRP?

Die ICRP plant, in den kommenden Jahren das System der Empfehlungen für den Strahlenschutz zu überarbeiten. Sie möchte diesen Prozess zusammen mit der Gemeinschaft der Strahlenschutzfachleute durchführen:
"The International Commission on Radiological Protection (ICRP) has embarked on a review and revision of the System of Radiological Protection that will update the 2007 General Recommendations in ICRP Publication 103. This is the beginning of a process that will take several years, involving open and transparent engagement with organizations and individuals around the world. While the System is robust and has performed well, it must adapt to address changes in science and society to remain fit for purpose" [1].

Erneuerung im Strahlenschutz

Auch der Fachverband für Strahlenschutz beabsichtigt, im Rahmen der IRPA-Fachgesellschaften, sich aktiv an dieser Überarbeitung der Empfehlungen zu beteiligen. Bereits in Heft 4/2018 (Seiten 5 bis 47) hatte die StrahlenschutzPRAXIS eine Analyse der gegenwärtigen Situation im Strahlenschutz veröffentlicht, ergänzt durch einige Anregungen und Vorschläge.

Analyse der gegenwärtigen Situation

Diese Erneuerung im Strahlenschutz und insbesondere die Wünsche der Mitglieder des Fachverbandes, die sich aus der praktischen Anwendung ergeben, sollen auf der FS-Jahrestagung vom 26. bis 30. September 2022 in Konstanz zur Sprache kommen. Dazu ist für den Dienstag, den 27.8.22 von 14:00 bis 15:30 Uhr, eine Diskussionsrunde mit dem Thema „Weiterentwicklungen im Strahlenschutz – Erwartungen an die ICRP" geplant.

Als Anregung und zur Vorbereitung sind im Folgenden einige Fragen und Gedanken zusammengestellt:

- Ist das **gegenwärtige System der Empfehlungen**, Regeln und Vorschriften im Strahlenschutz genügend praxisbezogen und auch für Anwender und Betroffene verständlich und nachvollziehbar?
- **Neuere Vorschriften im Strahlenschutz** betreffend Freigrenzen und Freimessung führen zu einem Mehraufwand beim Messen und Dokumentieren, schaffen aber auch mehr Optionen bezüglich Entsorgung oder Wiederverwendung von Abfällen und Reststoffen.

Mehraufwand beim Messen

Ist dieser Mehraufwand aus Ihrer Sicht als Anwendende gerechtfertigt?

- **Erachten Sie die neue Regelung der ICRP** von 2011 für die Dosis der Augenlinse als sinnvoll?
In welchen Fällen ist aus Ihrer Sicht als Anwendende ein Mehraufwand für die Messung der Augenlinsendosis gerechtfertigt [2]?
- **Sind die gegenwärtigen Empfehlungen in Bezug auf Radon am Arbeitsplatz** und im Wohnbereich aus Ihrer Sicht als Anwendende ausreichend?
Würden Sie ein international zwischen ICRP, UNSCEAR, WHO und weiteren Organisationen abgestimmtes Regelwerk mit einheitlichen Konversionsfaktoren zur Umrechnung der Radon-Exposition in eine effektive Dosis begrüßen?
Soll bei der Kommunikation mit Behörden und der Bevölkerung die Radon-Exposition im Wohnbereich als effektive Dosis (mSv/Jahr) oder nur als Exposition in Bq mal Stunden pro m^3 angegeben werden?

Exposition in Bq mal Stunden pro m^3

- **Würden Sie es begrüßen, wenn bei der Kommunikation im Strahlenschutz** die Sicherheit beim Umgang mit Strahlung und Radioaktivität mehr im Vordergrund stehen würde als lediglich die Risiken und Gefahren der Strahlung?
- **Die LNT-Hypothese** wird mittlerweile auch von einigen seriösen Fachleuten infrage gestellt. Sie ist jedoch eine der Grundlagen, auf denen unsere Strahlengrenzwerte basieren.
Sollten daher die Regeln und Grenzwerte im Strahlenschutz und die Bewertung der Strahlenexposition sich mehr auf die gesamte Strahlenexposition ausrichten und sich an den natürlichen Strahlendosen und an deren großem Variationsbereich orientieren?
- **Was halten Sie von einem Ampelmodell im Strahlenschutz**, bei dem nebst dem Grenzwert (Toleranzschwelle) auch ein unteres Ende der Optimierung (Akzeptanzschwelle) definiert werden soll, also ein Dosiswert, unterhalb dem Strahlenschutzmaßnahmen, die über die üblichen Vorsichtsregeln hinausgehen, nicht mehr als sinnvoll gelten?

Ampelmodell im Strahlenschutz?

- **Finden Sie es richtig, dass Strahlenschutzmaßnahmen** weniger durch ihre Machbarkeit gerechtfertigt werden sollten, sondern eher dadurch, wieweit sie zur Senkung der

gesamten Strahlenexposition beitragen?

- **Die Sicherheit bei der Endlagerung radioaktiver Abfälle**, aber auch eine mögliche Gefährdung durch technische Anwendung von nicht ionisierender Strahlung – insbesondere durch den Mobilfunkstandard 5G – werden in der Öffentlichkeit sehr unterschiedlich wahrgenommen und demzufolge auch sehr kontrovers diskutiert.
- **Welche Rolle sollte der Fachverband** Ihrer Meinung nach bei diesen Themen einnehmen, um zur Versachlichung und zum Abbau von Ängsten beizutragen?

Hansruedi Völkle ❑

Beiträge des AKNIR zur Jahrestagung 2022

In der Session 6 (Dienstag, 27. September 2022) wird der Arbeitskreis „Nichtionisierende Strahlung" (AKNIR) in der Zeit von 9:00 bis 9:45 Uhr in 2 Vorträgen aus seinem Gesamtspektrum der nichtionisierenden Strahlung, das thematisch von elektromagnetischen Feldern (EMF) und optischer Strahlung dominiert wird, einen Blick einerseits auf die Sonnenstrahlung und den damit einhergehenden Sonnenschutz und andererseits auf EMF als physikalische Einwirkung und deren Umsetzung in Technischen Regeln werfen. Dazu werden ***Roland Krischek*** und ***Peter Jeschke*** folgende Vorträge halten: „Sonnenschutz bei der Arbeit: eine Übersicht zu den Kampagnenaktivitäten in der Schweiz" und „EMFV und ihre Konkretisierung durch Technische Regeln".

Damit wird gleichzeitig auch unterstrichen, dass die Themen des AKNIR sowohl von Schweizer als auch von deutscher Seite im Arbeitskreis vertreten und behandelt werden.

Elektromagnetische Felder

In seinem **Leitfaden** „Elektromagnetische Felder" hat der AKNIR u. a. das Ziel verfolgt, die verschiedenen Frequenzbereiche von EMF, deren Auftreten im Alltag, den Stand der Wissenschaft zu den möglichen Wirkungen auf den Menschen sowie Messtechnik und Maßnahmen zur Vermeidung und Verringerung der Exposition zu beschreiben. Außerdem wird darin dargelegt, was es mit Grenzwerten, Schutzkonzepten und rechtlichen Vorgaben in Richtlinien und Verordnungen auf sich hat.

Mögliche Wirkungen auf den Menschen

Im Juni 2013 wurde die „**Richtlinie zum Schutz von Sicherheit und Gesundheit der Arbeitnehmer vor der Gefährdung durch physikalische Einwirkungen (elektromagnetische Felder und Wellen)**" (2013/35/EU) als 20. Einzelrichtlinie zur Rahmenrichtlinie 89/391/EWG verabschiedet und gleichzeitig die Richtlinie aus dem Jahre 2004 (2004/40/EG) aufgehoben, die aufgrund von Problemen bei der Umsetzung der Bestimmungen, insbesondere im medizinischen Bereich, nie in Kraft getreten ist.

Als Pflicht wurde den Arbeitgebern in der EMF-Richtlinie u. a. auferlegt, dass sie sicherstellen müssen, dass die Exposition der Arbeitnehmer gegenüber elektromagnetischen Feldern innerhalb der Expositionsgrenzwerte der Richtlinie bleibt.

Zur Umsetzung der europäischen Richtlinie zu Mindestvorschriften zum Schutz von Sicherheit und Gesundheit der Arbeitnehmer vor der Gefährdung durch EMF in nationale Rechtsvorschriften war von den Mitgliedsstaaten eine Frist von 3 Jahren einzuhalten.

Mindestvorschriften zum Schutz

Am 15. November 2016 wurde die **„Verordnung zum Schutz der Beschäftigten vor Gefährdungen durch elektromagnetische Felder** (Arbeitsschutzverordnung zu elektromagnetischen Feldern – EMFV)" im Bundesgesetzblatt verkündet (ausgegeben am 18.11.2016) und ist am 19. November 2016 in Kraft getreten. Damit ist die EU-Richtlinie 2013/35/EU in staatliches Arbeitsschutzrecht transponiert worden. Sie wurde zuletzt durch Artikel 2 der Verordnung vom 30. April 2019 (BGBl. I S. 554) geändert (ausgegeben am 7. Mai 2019).

Konkretisierung der Anforderungen der EMFV

Da man bereits bei früheren Arbeitsschutzverordnungen, insbesondere zu physikalischen Einwirkungen, nur die wesentlichen Schutzziele in den betreffenden Verordnungen festgelegt hat, wurde dieses Vorgehen auch bei elektromagnetischen Feldern bei der EMFV angewandt. Die Konkretisierung der Anforderungen der EMFV bezüglich statischer und niederfrequenter elektromagnetischer Felder, hochfrequenter EMF sowie bei Magnetresonanzverfahren am Arbeitsplatz erfolgt durch Tech-

nische Regeln zur EMFV (TREMF). Wie alle Technischen Regeln lösen auch die TREMF Vermutungswirkung aus, d. h., Unternehmen, die diese Technischen Regeln anwenden und umsetzen, können davon ausgehen, dass sie die Anforderungen und damit auch die Schutzziele der EMFV erfüllen.

Vermutungswirkung der TREMF

In den **parallelen Diskussionsrunden der Session 8** am Dienstag, 27.9.2022 von 14:00 bis 15:30 Uhr, steht die Diskussionsrunde 2 unter dem Thema:
„Technische Regeln zur EMFV"
Vorsitz: ***Hans-Dieter Reidenbach*** und ***Martin Brose.***

Die Diskussionsrunden

In 2 aufeinanderfolgenden Diskussionsrunden werden die Schwerpunkte „Arbeitsschutz bei EMF-Exposition" und „Anwendungsszenarien EMF" von Fachleuten aus den Reihen des AKNIR, die beruflich den entsprechenden Institutionen und Unternehmen angehören, vorgestellt und diskutiert.

Thema 1: Arbeitsschutz bei EMF-Exposition

- Rechtsrahmen
- TREMF MR
- TREMF aus der Arbeitgeberperspektive
- Zusammenspiel TREMF und DGUV-Informationen

Dabei werden unter dem Thema 1 „Arbeitsschutz bei EMF-Exposition" zunächst der europäische und deutsche Rechtsrahmen, mithin die Transposition der RL 2013/35/EU, und die Bedeutung der Konkretisierung der EMFV durch die TREMF dargelegt.

Im Einzelnen gibt es **Technische Regeln zur Arbeitsschutzverordnung**

- zu elektromagnetischen Feldern, zu statischen und zeitveränderlichen elektrischen und magnetischen Feldern, im Frequenzbereich bis 10 MHz (TREMF NF),
- zu elektromagnetischen Feldern im Frequenzbereich von 100 kHz bis 300 GHz (TREMF HF) und
- zu Magnetresonanzverfahren (TREMF MR).

Da Magnetresonanzverfahren (MR) ein ganz wesentlicher Bestandteil der medizinischen Diagnostik sind und hierbei auch starke EMF aus dem gesamten Frequenzbereich vorliegen, wird dem Arbeitsschutz mit den Technischen Regeln „Magnetresonanzverfahren (TREMF MR)" die entsprechende Bedeutung gewidmet. Damit MR in der Humanmedizin trotz der starken EMF zum Einsatz kommen kann, gelten Ausnahmeregelungen, wobei dann aber zusätzliche Anforderungen und Sicherheitsmaßnahmen eingehalten werden müssen.

Ausnahmeregelungen für MR in der Humanmedizin

Aus der Arbeitgeberperspektive werden die Chancen und die großen Hilfestellungen aufgezeigt, welche die TREMF bei der praktischen Umsetzung der EMF-Verordnung in den Betrieben bereitstellt.

Dazu gehören

- ein effizientes, zweistufiges Verfahren für die Gefährdungsbeurteilung,
- eine umfassende Liste mit EMF-Quellen, für die keine weitergehende Bewertung nötig ist, und
- ein optionales Zonenkonzept für die einfache Ableitung von Schutzmaßnahmen.

Auf der Grundlage des Sozialgesetzbuches VII haben die Unfallversicherungsträger zur EMF seit Jahren ein umfangreiches Regelwerk erstellt. Dabei wird dann die seit 2001 vorliegende DGUV-

Anzeige

12th International Symposium

Release of Radioactive Materials Provisions for Clearance and Exemption

15th – 16th Nov. 2022

Crowne Plaza Congress Hotel Frankfurt, Germany

The new IAEA Safety Guide DS500 on the "Application of the concept of clearance" is in the process of endorsement and will provide detailed guidance on the application of the concept of clearance for materials. We invite you to continue the exchange of experience, expertise and information in the field of clearance.

More information:
www.tuev-nord.de/tk-rrm

TÜV NORD Akademie

Umfangreiches Regelwerk

Vorschrift 15 „Elektromagnetische Felder" zusammen mit der DGUV-Regel 103-014 „Elektromagnetische Felder" nach dem Erscheinen der TREMF in den folgenden Jahren bei den Trägern der Unfallversicherung zurückgezogen werden. Andererseits unterstreichen aber verschiedene DGUV-Informationen u. a. zur „Beurteilung magnetischer Felder an Widerstandsschweißeinrichtungen" und hinsichtlich der „Beeinflussung von Implantaten durch EMF" auch danach weiterhin das Zusammenspiel von TREMF- und DGUV-Informationen.

Thema 2: Anwendungsszenarien EMF

- Energieversorgung
- Digitalisierung und 5G
- Implantatträger
- Elektronische Warensicherungssysteme

Bei den „Anwendungsszenarien der EMF" (Thema 2) geht es unter dem Stichwort „**Energieversorgung**" insbesondere um die Umsetzung der Anforderungen im öffentlichen Raum und im Arbeitsschutz hinsichtlich der Exposition mit elektrischen Feldern durch Höchstspannungs-Freileitungen und -Anlagen. Dabei ist es u. a. wichtig zu wissen, wie den Anforderungen in der 26. BImSchV bei der Freileitungsplanung begegnet werden kann.

Erhöhte Exposition durch EMF

Damit es nicht nur ein Reizwort bleibt, wird die Diskussion auch auf die Themenfelder der **Digitalisierung** und auf den neuen Mobilfunkstandard 5G mit seinen im Vergleich zu seinen Vorgängern höheren Frequenzen gelenkt. Mit 5G wird eine Technologie verbunden, die zu Veränderungen in verschiedenen Bereichen, wie z. B. in der Medizin, in der Industrie bis hin zum autonomen Fahren, führen wird. Damit wird sie häufig auch in einem Atemzug mit einem nächsten Schritt zur Digitalisierung genannt und auch wenn hierzu fast schon ein Aufruf zur Realisierung verbunden wird, können gewisse Sorgen im Hinblick auf Auswirkungen durch eine mögliche erhöhte Exposition durch EMF auftreten.

Bewertung von Arbeitsplätzen

Einen besonderen Raum nimmt die Bewertung von Arbeitsplätzen für besonders schutzbedürftige Beschäftigte, wie z. B. Implantat-Träger, auch bei den TREMF ein. In diesem Zusammenhang spielen Auslöseschwellen für die Exposition von Trägern medizinischer Implantate und Geräte, zu denen beispielsweise Herzschrittmacher, Defibrillatoren oder Insulinpumpen gehören, unterhalb deren auch besonders schutzbedürftige Personen sicher vor störenden Interferenzen geschützt sind, eine wesentliche Rolle. So kann z. B. auch eine erste Bewertung mithilfe einer Liste durchgeführt werden, die Anlagen und Geräte enthält, bei denen entweder eine Beeinflussung zu erwarten und geeignete Schutzmaßnahmen zu treffen sind, und ansonsten Angaben zu Bereichen für einen gefahrlosen Aufenthalt für Träger mit aktiven und/oder passiven Implantaten.

Elektronische Warensicherungssysteme

Abgeschlossen wird dieser Themenkomplex exemplarisch durch eine Betrachtung der besonderen Situation, die sich bei „Elektronischen Warensicherungssystemen" (EAS-Systeme) ergibt. Zu beachten ist u. a., dass EAS-Systeme je nach Funktionsprinzip solche EMF ausstrahlen können, die in einigen praktischen Situationen sogar die maximalen Expositionswerte am Arbeitsplatz überschreiten, und dass dadurch sowohl besonders schutzbedürftige Beschäftigte als auch z. B. Kunden im Einzelhandel betroffen sein können.

Hans-Dieter Reidenbach, Martin Brose, Peter Jeschke ❑

Zum Titelbild

Im Zentrum der Entwicklung – der Fachverband

Auf das Titelbild „Kreisformen, Sonne" von Robert Delaunay bin ich gekommen, weil es mich an unsere Darstellung „Der Fachverband und seine Arbeitskreise" erinnert hat, als ich es im Hardenberg Kunstkalender 2022 fand. Dort wird erklärt: „Mit seiner Bildserie der Formes circulaires, also Kreisformen, begründete Robert Delaunay (1885–1941) die abstrakte Malerei in Frankreich. Wie der Bildtitel anzeigt, bildet die Sonne das Thema der Kreisform. Doch Delaunay ging es nicht um die Darstellung des Himmelskörpers an sich, sondern um die Lichteffekte und Farbspiele, die von den Sonnenstrahlen hervorgerufen werden."

So will der Fachverband bei der Jahrestagung 2022 mit dem Motto „Aktuelle Strahlenschutzthemen in der Diskussion – Aufbruch in die Zukunft" zeigen, wie er mit „Lichteffekten und Farbspielen", sprich mit Fachwissen zu Sicherheit im Umgang mit Strahlung, im Zentrum der Weiterentwicklung des Strahlenschutzes steht. **Schriftleitung**

Notfälle – Vorsorge und Reaktionen

Radiologische Notfälle in Ausmaßen, wie wir sie von Tschernobyl oder Fukushima kennen, sind für die allgemeine Bevölkerung kaum vorstellbar. In den Köpfen unserer Mitmenschen entstehen hier leicht Bilder von einer großen Anzahl von Strahlenopfern mit ausgeprägten Symptomen und einer zerstörten Umwelt, in der Menschen für sehr lange Zeit nicht mehr leben können. Bei der Vielzahl von Anwendungen mit ionisierender Strahlung weltweit hat es bisher nur selten Szenarien von bedeutsamer Tragweite gegeben. Angesichts kriegerischer Auseinandersetzungen in Europa, bei denen erneut massiv mit dem Einsatz nuklearer Waffen gedroht wird, werden uns radiologische Bedrohungen akut wieder bewusst. Hier sind die Ängste zu Recht nochmals potenziert. Auch die Gefahr des Angriffs von Kernkraftwerken mit dem Ziel, großflächigen und langfristigen Schaden für Bevölkerung und Umwelt anzurichten, sind national und international diskutierte Szenarien.

Kompetenz im radiologischen Notfallschutz

Kernkraftwerke in der Diskussion

Aussagen wie „Deutsche Kernkraftwerke sind sicher" helfen nicht weiter und sind im Rahmen militärischer und massiver terroristischer Gewaltanwendung auch nicht korrekt.

Radiologische Notfallpläne aktualisieren!

Während in Deutschland das Ende der Kernenergie beschlossen ist, entstehen in unseren Nachbarländern neue Kernkraftwerke. International ist eine Renaissance der friedlichen Nutzung der Kernenergie, aber auch ein Bestreben, Kernwaffen zu besitzen, zu verzeichnen.

Gefährdungen durch ionisierende Strahlung

Radiologische Notfallpläne müssen für die seit vielen Jahren diskutierten Gefährdungen durch ionisierende Strahlung aktualisiert werden und für neue bzw. wiedererkannte Szenarien, bis hin zum möglichen Nuklearwaffeneinsatz, neu erstellt werden. Nicht zuletzt die Coronapandemie oder die aktuellen Versorgungsengpässe durch den Krieg in der Ukraine zeigen, dass eine angemessene Vorsorge mehr als angezeigt ist. Dazu gehören zwingend regelmäßige Übungen und die Wiedererlangung und Aufrechterhaltung von Kompetenz im radiologischen Notfallschutz.

Erfahrungs- und Meinungsaustausch auf dem Gebiet des nuklearen Notfallschutzes in den Arbeitskreisen des FS

Innerhalb des Fachverbandes für Strahlenschutz beschäftigt sich originär der Arbeitskreis Notfallschutz (AKN) mit diesem Thema. Der Arbeitskreis medizinischer Strahlenschutz (AKMed) ist mit Fragen zur Versorgung von Strahlenunfallpatienten vertraut.

Zielsetzung dieser Arbeitskreise ist

- der Erfahrungs- und Meinungsaustausch auf dem Gebiet des nuklearen Notfallschutzes,
- die Durchsicht und Beurteilung nationaler Empfehlungen, Richtlinien und Verordnungen der Notfallschutzplanung und
- die Ausarbeitung von Empfehlungen zur Aus- und Weiterbildung der

Anzeige

TÜV SÜD
Mehr Wert.
Mehr Vertrauen.

Strahlenschutz in Medizin, Forschung und Industrie

Tagung
6. – 7. Dezember 2022,
Leipzig

Ziel der Veranstaltung ist es über den Stand der Praxis des Strahlenschutzes und seiner Bewertung bei der Anwendung radioaktiver Stoffe und ionisierender Strahlung in Medizin, Forschung und Industrie zu informieren.

Veranstaltungspreis

820,00 € zzgl. gesetzlicher USt.
460,00 € zzgl. USt. Für Vertreter von Aufsichts- und Genehmigungsbehörden

Veranstaltungsort

Helmholtz-Zentrum
für Umweltforschung – UFZ
Leipziger KUBUS
Permoserstraße 15
04318 Leipzig

Anmeldung und Auskünfte
TÜV SÜD Akademie GmbH
Tagungen und Kongresse
Martina Sperber
Westendstr. 160
80339 München
Telefon +49 89 5791-2476
Telefax +49 89 5155-2468
E-Mail: congress@tuvsud.com

TÜV®

im Notfallschutz eingebundenen Stellen, wie zum Beispiel Behörden, Fachpersonal und Einsatzorgane.

Der AKMed bearbeitet darüber hinaus noch weitere Themen des medizinischen Strahlenschutzes, die weniger mit dem radiologischen Notfallschutz in Zusammenhang stehen.

Radiologische Notfälle

Radiologische Notfälle müssen nicht immer von der Tragweite nuklearer Kriegsführung oder der Explosion von Kernkraftwerken sein. In Bereichen der Industrie, Wissenschaft und medizinischen Anwendung kommen vielfältig radioaktive Stoffe zum Einsatz, die zu den jeweiligen Institutionen transportiert werden müssen. Unfälle und/oder Verletzungen aller Art können sowohl beim Transport als auch bei der Anwendung radioaktiver Stoffe auftreten.

„Kleine" Strahlenunfälle

Aktuelle Ereignisse haben gezeigt, dass die Versorgung auch dieser „kleinen" Strahlenunfälle zwingend verbessert werden muss.

Mess- und Informationssystem (IMIS)

Wichtige Punkte des radiologischen Notfallschutzes sind:

- Messtechnisch festzustellen, in welchem Umfang radioaktives Material ausgetreten ist,
- wie gefährlich es ist und
- welche Schutzmaßnahmen ergriffen werden müssen.

Die Bundesrepublik Deutschland verfügt dafür über ein umfassendes Mess- und Informationssystem (IMIS), mit dem im Ereignisfall notwendige Informationen bereitgestellt werden können. Auch Feuerwehr und Bundeswehr sind mit Messgeräten und Schutzausrüstungen für lokal begrenzte radiologische Notfälle ausgestattet. Dabei ist Expertenwissen gefragt, denn Messgeräte, ihre Bedienung und die Interpretation gewonnener Messwerte sind nicht trivial.

Experten-wissen ist gefragt

Anforderungen zu angemessener Versorgung von Patienten

Für eine angemessene Versorgung von Patienten reicht das physikalische Wissen allein nicht aus. Wichtig ist es auch innerhalb der regulären medizinischen Versorgungsstrukturen, Wissen und Bereitschaft zur Versorgung von Strahlenunfallpatienten aufzubauen.

Großschadens-ereignisse

Initiativen wie

- die Ausbildung eines „Strahlenunfallarztes",
- die Schaffung von Schwerpunktversorgungsstrukturen und
- der Erhalt von Spezialeinrichtungen zur Inkorporationsmessung oder der biologischen Dosimetrie gehören hier ebenso dazu wie
- Ärzte in klinischer Dosimetrie, Diagnostik, ggf. Triage sowie der Versorgung von diesen Patienten auszubilden.

Für Großschadensereignisse benötigen wir eine breite Basis von Menschen mit Kenntnissen in der Abwehr von radiologischen und nuklearen Gefahrenlagen inklusive der Versorgung möglicher Patienten.

Sind wir auf radiologische Notfälle vorbereitet?

- Was passiert wirklich, wenn feststeht, wie viel Radioaktivität in welchem Umfang ausgetreten ist und wie viele Menschen betroffen sind?
- Wird allgemeinen Aufforderungen wie dem Verbleiben im Haus oder der gezielten und koordinierten Evakuierung angemessen Folge geleistet?
- Stehen medikamentöse prophylaktische Maßnahmen wie die Ausgabe von Jod-Tabletten zum Schutz der Schilddrüse vor dem möglicherweise freigesetzten radioaktiven Jod nach Kernkraftwerksunfällen zeitgerecht zur Verfügung und helfen solche Schutzstrategien auch bei Nuklearwaffeneinsatz – oder benötigen wir für die Zukunft wieder Bunker?

Das zukünftige Regelwerk wie allgemeine und besondere Notfallpläne wird derzeit unter der Federführung des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz, nukleare Sicherheit und Verbraucherschutz neu erarbeitet. Etablierte Institutionen wie das Bundesamt für Strahlenschutz (BfS) können wesentliche Daten zu einem Großschadensereignis liefern. Für akut behandlungsbedürftige Menschen nach einem betrieblichen Strahlenunfall stehen die Regionalen Strahlenschutzzentren (RSZ) zur Verfügung. Noch existiert eine geringe Anzahl von Speziallaboratorien zur Unterstützung bei Strahlenunfällen.

Allgemeine und besondere Notfallpläne

- Was sind jedoch angemessene Vorbereitungen für diese seltenen Ereignisse mit möglicherweise sehr einschneidendem Charakter für unsere Mitbürger?

Im Rahmen der Diskussionsrunde 3 „Notfälle – Vorsorge und Reaktionen" sollen den Teilnehmer:innen verschiedene Szenarien aufgezeigt werden, die sich realistischerweise ereignen könnten.

In Kleingruppen sollen dann Handlungsvorschläge erdacht bzw. erarbeitet werden.

In einer Schlussrunde wollen wir die Ergebnisse untereinander vergleichen und in der Diskussion zur radiologischen und nuklearen „Preparedness" beitragen.

Gerd Koletzko, Matthias Port ❑

Kommunikation mit der Bevölkerung im Angesicht des Ethik-Codes des Fachverbandes für Strahlenschutz

Als beruflich im Strahlenschutz Tätige kommen wir sowohl im dienstlichen als auch im privaten Umfeld mit Personen in Kontakt, die durch Medienkonsum vorgeprägtes Wissen zu Strahlung haben, eine darauf basierende Sprache sprechen („radioaktive Strahlung") und die außerdem mehr oder weniger feste Meinungen zu umstrittenen gesamtgesellschaftlichen Themen haben, die unser Fach berühren.

Weicht man als FS-Mitglied dem Gespräch nicht von vornherein aus, dann sollte man sich fragen, ob und wie man den Ethik-Code des FS einhält, einhalten will oder einhalten kann. Nimmt man die wohlformulierten Sätze des Ethik-Codes ernst, dann muss man sich zumindest fragen, ob, wo oder wie man Positionen zu Strahlenschutzthemen vermeiden muss, für die man keine besondere Kompetenz besitzt (z. B. 5G, Endlagerung, Freigabe, Radon). Ein weiterer Konflikt taucht auf, wenn man sich fragt, ob es bei einem überlegenen Fachwissen und einer korrekten Kommunikation überhaupt fair zugeht, wenn man mit Laien redet. Diese Fragen anhand ausgewählter Themenfelder im offenen World-Café-Format zu diskutieren, ist Inhalt von Themenblock 4 der FS-Jahrestagung 2022.

Ethik-Code des Fachverbandes für Strahlenschutz

Damit sind die Mitglieder des FS einerseits aufgerufen, sich in den öffentlichen Diskurs um Strahlung einzubringen – sollen aber Positionen vermeiden, für die sie keine „besondere" (!) berufliche Kompetenz besitzen. Je nach persönlichem Sprachempfinden und Selbstbewusstsein können diese Leitlinien als selbstverständlich für das eigene Auftreten oder als schwer lösbarer Konflikt empfunden werden. In 5 sehr unterschiedlichen Themenfeldern sollen daher Fragen zur Kommunikation von beruflichen Strahlenschützern mit Laien unter dem Gesichtspunkt des Ethik-Codes diskutiert werden.

Schwer lösbarer Konflikt?

Der Ethik-Code formuliert ethische Leitlinien für die beruflichen Aktivitäten der Mitglieder des FS im Strahlenschutz, darunter:

4. Mitglieder vermeiden Positionen und Entscheidungen zu Strahlenschutzfragen, für die sie keine besondere berufliche Kompetenz besitzen.
8. Mitglieder sind aufgerufen, in angemessenem Umfang falsche oder missverständliche Positionen anderer zu Fragen des Strahlenschutzes oder von Strahlenwirkungen richtigzustellen.
9. Fachliche Beziehungen zu Öffentlichkeit, interessierten Kreisen sowie anderen Fachexperten sind fachlich korrekt und fair.
10. Mitglieder sind aufgerufen, zur Verbesserung des Verständnisses in der Öffentlichkeit zu Fragen des Strahlenschutzes und zu den Anliegen des FS beizutragen.

Das World-Café-Format

Das World-Café ist eine Methode zur Diskussion einzelner Themenaspekte eines großen Rahmenthemas. Die Teilnehmenden diskutieren in Runden von bis zu 10 Personen an Tischen, die mit beschreibbaren Papiertischdecken und Stiften ausgestattet sind. Ziel ist es, Ideen zu einer bestimmten Fragestellung zu entwickeln. (laut Wikipedia)

Die das Rahmenthema der geplanten Diskussionen umreißende Frage lautet: **Wie gelingt die Kommunikation von beruflichen Strahlenschützern mit der Bevölkerung im Angesicht des Ethik-Codes des FS?**

Die Moderatoren bringen zwar eine hohe Kompetenz aus ihren jeweiligen Themenfeldern mit, sollen aber vor allem Anstöße geben, um die Schnittstellen zwischen dem „hohen Ross des Fachwissens" und den „Niederungen von Laienfragen" auszuloten.

Themen, Thesen und Moderatoren

Thema 1:
Begleitprozess zur Freigabe kerntechnischer Abfälle nach der Handlungsempfehlung Baden-Württemberg.
Moderation: *Veronika Ustohalova*, Öko-Institut Darmstadt

Die Freigabe im Strahlenschutz ist ein Verwaltungsakt, der die Entlassung aus dem Geltungsbereich des Atomgesetzes beinhaltet. Mehrere 1.000 Mg an Abfällen pro rückgebautem Kernkraftwerk dürfen aufgrund der Höhe ihrer spezifischen Aktivität künstlicher Radionuklide keiner uneingeschränkten Freigabe

und damit keiner freien Entsorgung zugeführt werden, sondern sind nach einer „Freimessung" auf einer Deponie oder in einer Verbrennungsanlage zu beseitigen. In der Öffentlichkeit wird die Deponierung oder Verbrennung solcher Abfälle unter Verweis auf verbleibende radiologische Risiken kritisch diskutiert und häufig in falsche Zusammenhänge gebracht. Viele Deponiebetreiber sprachen sich daher gegen eine Annahme freigegebener Abfälle aus. Aus diesem Grund hat der Landkreistag Baden-Württemberg gemeinsam mit den betroffenen Stadt- und Landkreisen im Jahr 2015 eine Handlungsanleitung entwickelt, welche weit über die gesetzlichen Vorgaben hinausgeht. Darauf basierend lassen die Betreiber von Deponien oder Müllverbrennungsanlagen, die die freigegebenen Abfälle annehmen, z. T. aufwendige fallbezogene Prüfungen zu möglichen radiologischen Risiken durchführen. Diese Überprüfungen sollen die Sorgfalt bei der Beseitigung demonstrieren und für Transparenz sorgen.

Radiologische Risiken kritisch diskutiert

Überprüfungen sorgen für Transparenz

Thema 2:
Zwischen Emotion und Evidenz – Zweifler, Zögerer, Zuschauer beim Auf- und Ausbau der 5G-Mobilfunknetze

Moderation: *Hilmar Möhlmann*

Immer dann, wenn im Mobilfunk eine neue Technologiestufe eingeführt wird, gewinnt die gesellschaftliche Diskussion rund um den Aufbau der Mobilfunkinfrastruktur wieder an Bedeutung. Aktuell werden zeitgleich viele Funklöcher im ländlichen Raum geschlossen. Viele neue weithin sichtbare Maststandorte werden abgestimmt, geplant und anschließend errichtet.

Damit einher gehen die Einführung des 5G-Standards an allen Standorten (bis ca. 2025) und der Start eines neuen Netzbetreibers, der ein eigenes Netz aufbaut. Zusammengenommen führen diese Entwicklungen dazu, dass der Netzausbau bei Unterstützern und Gegnern wieder mehr öffentliches Interesse weckt als in den 2010er-Jahren. Dieses öffentliche Interesse verlangt nach Aufklärung zu Sachfragen, führt aber auch in emotional geprägte Diskussionen.

Einführung des 5G-Standards

Vor diesem Hintergrund werden Ideen und Antworten auf folgende Fragen gesucht:

- Helfen fachlich korrekte Argumente, wenn die Emotionen einer Minderheit laut werden?
- Welche Rolle nehmen Strahlenschützer und Gutachter in der Diskussion ein?
  Ergeben sich daraus Konflikte für die Glaubwürdigkeit?
- Haben Kommunikationsexperten in der Telekommunikationsbranche eine besondere berufliche Kompetenz im Bereich „Strahlenwirkungen nichtionisierender Strahlung"?

Das auf der Grundlage der Handlungsanleitung in den vergangenen Jahren etablierte Begleitverfahren wirft folgende Fragen auf:

- Ist der Begleitprozess nach der Handlungsempfehlung Baden-Württemberg geeignet, die Bevölkerung von der Einhaltung des 10 µSv-Kriteriums zu überzeugen?
- Ist der Aufwand des Begleitprozesses gerechtfertigt?
- In welchem Umfang ist es im Begleitprozess möglich, „falsche oder missverständliche Positionen Anderer zu Fragen des Strahlenschutzes oder von Strahlenwirkungen richtigzustellen"?
- Würde es helfen, wenn die Bevölkerung über grundlegende Zusammenhänge im Bereich Strahlenschutz unterrichtet wäre, wie es z. B. im Radon-Maßnahmenplan geregelt ist?
  Wäre dadurch die Öffentlichkeit besser erreichbar?
- Wie gut ist der Begleitprozess der Handlungsempfehlung Baden-Württemberg auf andere Bundesländer übertragbar?

Thema 3:
Strahlenschutzstammtisch Asse: ein Format für Bürger, die mehr wissen wollen, als in der Zeitung steht.

Moderation: *Paul Koch*
Ev.-luth. Landeskirche Braunschweig, Niedersachsen und
Rainer Gellermann

Durch die Schachtanlage Asse II sind Bürger im Landkreis Wolfenbüttel in einem besonderen Maße mit Fragen des Strahlenrisikos, den daraus abzuleitenden Gesundheitsgefahren und ungewöhnlichen Krebshäufungen konfrontiert. In Anbetracht eines über Jahrzehnte gewachsenen Misstrauens in die Informationen staatlicher Stellen und des vielfachen Verschweigens von Sichtweisen kritischer Wissenschaftler zu Strahlenrisiken tauchen immer wieder Fragen zum Reden und Handeln des Betreibers der Schachtanlage Asse II, der Bundesgesellschaft für Endlagerung (BGE), auf.

Über Jahrzehnte gewachsenes Misstrauen

„Strahlenschutzstammtisch"

Aus diesem Grund wurde in einer Privatinitiative kirchlich engagierter Personen [Diakone i. R.] im Landkreis Wolfenbüttel ein „Strahlenschutz-stammtisch“ ins Leben gerufen. Bei diesem „Stammtisch“ treffen sich interessierte Bürger der Region, um sich über strahlenschutzbezogene Themen zu informieren und darüber zu diskutieren.

Durch die fachliche Betreuung des Stammtisches durch ***Rainer Gellermann*** wurde die Komplexität der Fragen an vielen Stellen deutlich. Die Sorgen der Bürger können aber nur durch ein sorgsames Handeln der BGE und nicht durch fachlich korrekte, aber für die Menschen unbefriedigende Erklärungen abgebaut werden.

In der Diskussion sollen Antworten auf folgende Fragen gesucht werden:

- Ist Misstrauen zu Strahlenschutzfragen nötig, wenn man als Bürger auf Fachleute trifft, die mit ihrer beruflichen Kompetenz glauben, die Wahrheit zu verkünden?
- Ist es fair, wenn Strahlenschützer allein entscheiden wollen, wie gefährlich Strahlung ist?

Thema 4:
Keine Pflichten, große Sorgen: Radon in privaten Innenräumen.
Moderation: *Klaus Flesch*

In Radon-Vorsorgegebieten gibt es eine Messpflicht zu Radon-Messungen an Arbeitsplätzen in Innenräumen. Die Messungen müssen nach § 155 Abs. 1 StrlSchV über 12 Monate ausgeführt werden.

Für private Innenräume gibt es gesetzliche Verpflichtungen lediglich für die Errichtung von Gebäuden, bei denen geeignete Maßnahmen getroffen werden sollen, um den Zutritt von Radon aus dem Baugrund zu verhindern oder erheblich zu erschweren (§ 123 Abs. 1 StrlSchG).

Radon-Fach-personen

Für Bestandsgebäude beinhalten das StrlSchG und die StrlSchV keine Vorgaben.

Die Bürger müssen sich auf die Beratung bei öffentlichen Beratungseinrichtungen, bei sogenannten (nicht behördlich anerkannten) Radon-Fachpersonen oder bei anerkannten Stellen verlassen.

Aufgrund dieser Sachlage stellen sich hinsichtlich der ethischen Komponente der Fachkommunikation folgende Fragen:

- Wie können Strahlenschützer Positionen zu den durch Radon verursachten Gesundheitsrisiken vertreten, wenn sie mit diesen „Risiken“ Geld verdienen?
- Welche „besondere berufliche Kompetenz“ ist nötig, um besorgten Privatpersonen Risiken von Radon „korrekt“ zu kommunizieren?
- Welche individuellen Informationsmöglichkeiten sind für Bürger verhältnismäßig bzw. mindestens nötig und gleichzeitig fachlich seriös vermittelbar (Verteilen von Broschüren, telefonische Beratung, Vor-Ort-Besichtigungen)?

Dass eine Antwort auf diese Fragen nicht einfach ist, zeigen einige Fragen, die in diesem Zusammenhang als Teil einer „seriösen Beratung“ für den Bürger von den Fachleuten zu beantworten sind:

Teile einer „seriösen Beratung“ für den Bürger durch Fachleute

- Sind elektronische Radon-Monitoren oder aber passive Messsysteme geeigneter und wie lange sollte gemessen werden?
- Welche Argumente gibt es für einen Anfangsverdacht auf erhöhte ^{222}Ra-Aktivitätskonzentration in privaten Innenräumen?
- Inwieweit sollen Bürger beraten werden, bei Verdacht auf erhöhte ^{222}Ra-Aktivitätskonzentration in ihren bestehenden Wohnräumen Untersuchungen durchführen zu lassen und ggf. Maßnahmen zur Verbesserung der Radon-Situation zu ergreifen?
- Welche Räume sind als sensibel einzuschätzen, in denen mindestens gemessen werden sollte?
- Wenn Messwerte ermittelt werden, die über 100 Bq/m^3 oder über 300 Bq/m^3 liegen: Welche Empfehlungen gibt man den Bürgern hinsichtlich der Notwendigkeit von Radon-Sanierungen?
- Welche Erstmaßnahmen sind als Empfehlungen auch hinsichtlich kostenseitiger Betrachtungen sinnvoll z. B. Aufspüren von Undichtigkeiten in dem Gebäude und Abdichtungsmaßnahmen, Einbau von „passiven“ technischen Elementen z. B. zusätzliche Folien oder mineralische Dichtmaterialien oder von aktiven Lüftungssystemen?

Thema 5:
Der Begleitprozess Endlagerung in der Schweiz – Erfahrungen und Erwartungen.
Moderation: *Susanne Pudollek*

Ziel des geologischen Tiefenlagers in der Schweiz ist es, den radioaktiven

Abfall in mehreren Hundert Metern Tiefe sicher zu lagern.
Bereits im Juni 2006 hat der Schweizer Bundesrat mit der Anerkennung des Entsorgungsnachweises die technische Machbarkeit von sicheren Tiefenlagern in der Schweiz bestätigt.
Gleichzeitig wurde betont und im Rahmen des Standortwahlverfahrens implementiert, dass es für die Akzeptanz von Standortentscheiden jedoch unerlässlich sei, dass die Betroffenen umfassend informiert und in das Auswahlverfahren einbezogen werden.

Machbarkeit von sicheren Tiefenlagern

Kommunikation spielt daher im Bereich der nuklearen Entsorgung eine wichtige Rolle und soll in verständlicher und wissenschaftlich korrekter Sprache zielgruppenorientiert und faktenbasiert erfolgen.
Diese Forderung klingt zunächst einfach und plausibel, wirft aber in der praktischen Umsetzung diverse Fragen auf.

Einige dieser Fragen zur nuklearen Entsorgung sind:

- Hat die Langzeitsicherheit bei der Endlagerung radioaktiver Abfälle überhaupt etwas mit Strahlenschutz zu tun?
- Ist die Entscheidungsfindung für ein Endlager mit ihren Aspekten in Technik, Politik und Gesellschaft eine Fach- und Technikfrage oder doch eher eine Frage der Kultur?
- Wie differenziert und kommuniziert man „gut" zum Risiko etablierter Verfahren, die „hier und heute" Sicherheit und Strahlenschutz beeinflussen und zu Unsicherheiten, potenziellen Szenarien und Risikoabschätzungen in Bezug auf Konsequenzen in vielen Hunderttausend Jahren?
- Beteiligung von Publizistik- und Kommunikationsexperten für Informationsmaterial und Vortragsgestaltung – wie viel Vereinfachung ist Pflicht für eine „Kommunikation auf Augenhöhe" oder doch eher „nur gerade noch vertretbar"?
- Sollte der Fokus für eine gelungene Kommunikation nicht eher auf dem Einüben von wertschätzendem, unvoreingenommenem und aktivem Zuhören liegen?

Schlussfolgerungen

Die im Workshop erarbeiteten Ideen, Ansichten, Antworten – und sicher auch neue Fragen – sollen im Nachgang zur Jahrestagung wieder in der StrahlenschutzPRAXIS publiziert werden.

Rainer Gellermann, Klaus Flesch, Paul Koch, Hilmar Möhlmann, Susanne Pudollek, Veronika Ustohalova ❑

Zum Thema: Kommunikation mit der Bevölkerung
Presseinformation des Fachverbandes für Strahlenschutz

Was würde ein Weiterbetrieb der 3 deutschen Kernkraftwerke aus strahlenschutzfachlicher Sicht bedeuten?

Infolge der sich abzeichnenden Versorgungsengpässe mit Energie im kommenden Winter und damit verbundener Kostensteigerungen wird in der Politik über den Weiterbetrieb der 3 noch laufenden deutschen Kernkraftwerke (KKW) diskutiert. Nach den derzeitigen gesetzlichen Regelungen sind diese Kraftwerke spätestens am 31.12.2022 vom Netz zu nehmen. Aus technischer Sicht könnten diese Kraftwerke in einem sogenannten „Streckbetrieb" ohne neue Brennelemente mehrere Monate über den Jahreswechsel 2022/2023 hinaus weiterbetrieben werden und weiterhin Strom ins Netz einspeisen. Eine Verlängerung des Betriebes über mehrere Jahre erfordert allerdings eine Bestückung der Anlagen mit neuen Brennelementen im 1. Halbjahr 2023.
Ob KKWs weiterbetrieben werden sollen oder nicht ist vor allem eine energiepolitische und auch eine klimapolitische Frage. Aus strahlenschutzfachlicher Sicht sieht es der FS als entscheidend an, durch qualifiziertes und motiviertes Personal den sicheren Betrieb zu gewährleisten. Die deutschen Kernkraftwerke verursachen bei den dort beschäftigten Personen nur sehr geringe Strahlenbelastungen und auch die Ableitungen von Radioaktivität in die Umwelt waren stets äußerst gering.

(Teil 1 der Presseinformation vom 29.7.2022)

Anzeige

SK UT Strahlenschutzkurse Uni Tübingen

Fachkunde- und Inhousekurse im Strahlenschutz

- zum Fachkundeerwerb und zur Fachkundeaktualisierung in Tübingen
- Fachkundeaktualisierung durch Inhousekurse

Besuchen Sie uns auf unserer Homepage und finden Sie den passenden Kurs!
www.strahlenschutzkurse-UT.de

Kursleiter: Dr. Thomas Haug
haug@wit-strahlenschutz.de

UNIVERSITÄT TÜBINGEN

Erste Ergebnisse aus Radon-Messungen an Arbeitsplätzen – was nun?

Durch die Richtlinie 2013/59/Euratom und die darauffolgenden nationalen Umsetzungen in neue Strahlenschutzgesetzgebungen wurde in Deutschland, Österreich und auch in der Schweiz jeweils ein Referenzwert für die Radon-222-Aktivitätskonzentration von 300 Bq/m^3 (im Jahresmittel) an Arbeitsplätzen in Innenräumen festgelegt. Dazu haben diese 3 Länder mit unterschiedlichen Strategien Gebiete ausgewiesen, für die erwartet wird, dass die Radon-222-Aktivitätskonzentration den Referenzwert in einer beträchtlichen Zahl von Gebäuden überschreiten kann. In den letzten 3 Jahren wurden in Deutschland, Österreich und der Schweiz entsprechende Kampagnen mit Radon-Messungen gestartet, um die Radon-222-Aktivitätskonzentration an Arbeitsplätzen zu ermitteln.

Mittlerweile liegen dazu die ersten Ergebnisse vor und es gibt einen ersten Eindruck, an wie vielen Arbeitsplätzen der Referenzwert überschritten wird.

Wie geht es weiter?

Mit dieser Fragestellung startet die Diskussionsrunde, in der aus allen 3 Ländern die ersten Erfahrungen zu weiteren geplanten Maßnahmen präsentiert und diskutiert werden sollen.

Radon-Messungen an Arbeitsplätzen

Podiumsdiskussion unter Experten

Nach den Ausweisungen der Radon-Vorsorgegebiete in Deutschland waren die dort ansässigen Unternehmen und öffentlichen Einrichtungen seit Januar 2021 in der Pflicht, Radon-Messungen an Arbeitsplätzen in Innenräumen durchzuführen.

Erste Messergebnisse liegen mittlerweile auch aus der Schweiz und Österreich jeweils mit anderen Strategien vor.

Wie geht es weiter?

Diese Fragestellung bildet den ersten Impuls für den Einstieg in die Diskussionsrunde.

An dieser Runde nehmen in Form einer Podiumsdiskussion Experten aus Deutschland, Österreich und der Schweiz teil, die aus unterschiedlichen Sichtweisen seitens der Verpflichteten, die die Radon-222-Aktivitätskonzentration an Arbeitsplätzen ermitteln mussten, der Behörden und seitens Consultern erörtern.

Für diese Runde konnten die folgenden Experten gewonnen werden:

- *Valeria Gruber/Wolfgang Ringer* von der österreichischen Agentur für Gesundheit und Ernährungssicherheit GmbH (AGES, Österreich)
- *Martha Palacios* vom Bundesamt für Gesundheit (BAG, Schweiz)
- *Mandy Alisch-Mark* von der Radon-Beratungsstelle in Sachsen (Sächsische Betriebsgesellschaft für Umwelt und Landwirtschaft)
- *Johanna Pehlivan/Christian Naber* vom Karlsruher Institut für Technologie (KIT) als Vertreter einer „anerkannten Stelle" für Radon-Messungen an Arbeitsplätzen

Aktivitäten in der Radon-Kommunikation

Die AGES stellt mit einem Kurzvortrag ihre Erfahrungen vor, wie in Österreich relevante Zielgruppen richtig und effizient informiert, aufgeklärt und geschult werden können. Es werden bereits durchgeführte und aktuelle Aktivitäten in der Radon-Kommunikation und -Information in Österreich vorgestellt (z. B. Radon-Webseite, Radon-Infoline, interaktive Radon-Karte, Schulungen, Radon-Netzwerk Österreich, Informationsmaterialien/-veranstaltungen, Meinungsumfrage).

Auch die anderen o. g. Experten sprechen in kurzen Vorträgen einige Sachverhalte bzw. erste Erfahrungen jeweils aus ihrer Perspektive an.

Insbesondere werden

- ein Überblick präsentiert, an wie vielen Arbeitsplätzen in Österreich im Ergebnis der bisherigen Messungen eine Überschreitung des Referenzwerts festgestellt wurde,
- die in den einzelnen Ländern zuständigen Behörden aufgezeigt, die für die weitere Bewertung der Messungen und Kontrollen von Maßnahmen zuständig sind,
- sonstige Expertengruppen benannt, wie z. B. zertifizierte „Radon-Experten" oder andere Institutionen, an die sich die betroffenen Unternehmen/Institutionen wenden können, um sich für geeignete Maßnahmen zur Verbesserung der Radon-Situation an ihren Arbeitsplätzen beraten zu lassen, sowie
- aktuelle Maßnahmen zum weiteren Vorgehen bei Arbeitsplätzen, bei denen die Überschreitung des Referenzwertes festgestellt worden ist, vorgestellt (Wiederholungsmessungen, Beratung von Kunden etc.).

Diskussionsrunde

Aufbauend auf diesen Einführungen sind alle Anwesenden in der Diskussionsrunde gefordert, ihre Erfahrungen und offenen Fragen einzubringen. Ein wesentlicher Aspekt ist z. B. für die Situation in Deutschland, dass viele „Verpflichtete" bis Anfang 2022 noch gar nicht über die Messpflicht informiert waren.

Daraus ergeben sich zu erörternde Fragestellungen wie beispielsweise:

- Was ist schiefgelaufen?
- Wie kann die „Öffentlichkeitsarbeit" verbessert werden?
- Wer ist gefordert (Behörden, Kommunen oder Anerkannte Stellen); sowohl in Deutschland, in der Schweiz als auch in Österreich?

Die aktuelle Situation

Bezüglich der ersten vorliegenden Messergebnisse befinden wir uns gerade an der Schnittstelle von Gegenwart und Zukunft: Für die Arbeitsplätze, an denen der Referenzwert von 300 Bq/m³ überschritten worden ist, müssen nach den Vorgaben in den Strahlenschutzgesetzgebungen Maßnahmen zur Verbesserung der Radon-Situation geplant und ausgeführt werden. Das ist für die „Verpflichteten" mit unvorhersehbaren Kosten verbunden.

Verbesserung der Radon-Situation

Alle Anwesenden haben die Gelegenheit, die aus ihrer Perspektive erkannten Probleme aufzuzeigen oder ggf. auch erste Lösungsansätze zur Diskussion vorzustellen.

Als Anregung zur Diskussion werden die folgenden Fragestellungen in den Raum gestellt:

- Welche Probleme haben die betroffenen Unternehmen oder öffentlichen Einrichtungen, bei denen Radon-222-Aktivitätskonzentrationen über 300 Bq/m³ ermittelt worden sind?
- Wie können die Exekutiven in Deutschland, der Schweiz und in Österreich in die Pflicht genommen werden, um z. B. Förderprogramme zu initiieren?
- Was tun die Behörden bisher?
- Welche Rolle spielen hier die Anerkannten Stellen oder andere Experten?

Schlussbemerkung und Einladung

Die Diskussionsrunde ermöglicht dem Teilnehmerkreis, aus der jeweiligen Position heraus als betroffenes Unternehmen, als Zuständiger aus den Behörden oder als Consulter, eigene Fragen oder Sichtweisen darzulegen.

Die aufgeführten Punkte sollen nicht als eine abschließende Themenliste verstanden werden, sondern vielmehr nur den Impuls für einen hoffentlich intensiven Meinungsaustausch bieten.

Klaus Flesch ❑

Haftungsausschluss

Die Inhalte dieser Zeitschrift werden von Verlag, Herausgeber und Autoren nach bestem Wissen und Gewissen erarbeitet und zusammengestellt. Eine rechtliche Gewähr für die Richtigkeit der einzelnen Angaben kann jedoch nicht übernommen werden. Gleiches gilt auch für die Webseiten, auf die verwiesen wird. Es wird betont, dass wir keinerlei Einfluss auf die Inhalte und Formulierungen dieser Seiten haben und auch keine Verantwortung für sie übernehmen. Grundsätzlich gelten die Wortlaute der Gesetzestexte und Richtlinien sowie die einschlägige Rechtsprechung.

Dosimetrie: Gestern, heute und morgen

- Vor 70 Jahren wurden die ersten Personendosismessstellen in Deutschland gegründet. Über Jahrzehnte haben die deutschen Messstellen in allen Bereichen der Dosimetrie weltweit führende Technologien entwickelt und in die Routine der Personendosisüberwachung eingeführt. Auch nach 70 Jahren geht diese Entwicklung weiter: Mit neuen Dosimetriesystemen, der Digitalisierung und neuen Dienstleistungen wird die Personendosimetrie der Messstellen auch in Zukunft wegweisend und kommenden Herausforderungen gewachsen sein.
- Neue Messgrößen für den Strahlenschutz – wird sich der Strahlenschutz nun grundlegend ändern?

Im ICRU Report 95 (2020) werden neue Messgrößen für die externe Strahlenexposition vorgestellt, die eng an die Schutzgrößen angelehnt sind. Die Definition der neuen Messgrößen wird begründet. Danach wird die Auswirkung der neuen Messgrößen mit Beispielen von wirklichkeitsnahen Strahlenfeldern und gängigen Dosimetern illustriert und anschließend diskutiert.

70 Jahre Personendosisüberwachung in Deutschland – Vergangenheit und Zukunft

Vor genau 70 Jahren wurden mit der „Auswertungsstelle für Strahlendosimeter“ in Erlangen (jetzt Mirion Technologies (AWST) GmbH) und der Filmmessstelle in Freiburg die ersten deutschen Personendosismessstellen gegründet. Damit wurde der Grundstein gelegt für eine kontinuierliche Überwachung des beruflich strahlenexponierten Personals in Deutschland, die laufende Optimierung von Messtechnik und Strahlenschutz sowie die Reduzierung der Expositionen in Medizin, Industrie und Forschung:

Grundstein für kontinuierliche Überwachung

Eine 70-jährige Erfolgsgeschichte, die den deutschen Strahlenschutz geprägt hat, der auch nach dieser langen Zeit immer wieder vor neuen Herausforderungen steht.

Der Beginn

Die Ermittlung der Strahlenexposition von Beschäftigten in der Medizin stand im Zentrum der ersten größeren Messkampagne zu Beginn der 1950er-Jahre durch ***Hanns Langendorff*** am radiologischen Institut der Universität Freiburg und ***Felix Wachsmann*** an der Uniklinik Erlangen [1]. Mit einer gemeinsam entwickelten und optimierten Messtechnik, einem speziellen „Adox“-Dosimetrie-Röntgenfilm und der sogenannten „filteranalytischen Methode“ konnten erstmals Nachweisgrenzen und Messgenauigkeiten erreicht werden, um eine Personendosimetrie für beruflich Strahlenexponierte, insbesondere in der Medizin, in größerem Umfang durchzuführen.

Die Ergebnisse dieser Messungen führten in der Folge im Jahre 1952 zur Gründung der ersten deutschen Personendosismessstellen in Erlangen (ab 1969 „Auswertungsstelle für Strahlendosimeter“ der damaligen Gesell-

Anzeige

KIT Karlsruher Institut für Technologie

Fortbildung (Auszug)

Radioanalytikkurse, z.B.
Aufbaukurs Modul Kritikalität (K) (SA213), 28.10.2022
Grundlagen der Gamma-Spektrometrie (SA270), 07. bis 11.11.2022
Aufbaukurs Gamma-Spektrometrie (SA271), 28. bis 29.11.2022
Der Wischtest in der Strahlenschutzpraxis (SA260), 30.11.2022
Erkennungs-, Nachweis- und Überdeckungsgrenzen (SA252e online), 13. bis 14.12.2022

Kenntniserwerb im Strahlenschutz
Einführung in den Strahlenschutz (ST010), 06. bis 09.12.2022
Führen des Strahlenpasses (ST172), 13.10.2022
Grundlehrgang zur Beförderung radioaktiver Stoffe (ST510), 15. bis 17.11.2022

Fachkundeerhalt für SSB in Kernkraftwerken (SK310),
25. bis 27.10.2022

Fachkundeerwerb nach StrlSchV:
Eingebaute radioaktive Strahler (ST130), 28. bis 29.09.2022, 07. bis 08.12.2022
Radioaktive Stoffe (ST110, ST115), 26. bis 30.09.2022, 12. bis 16.12.2022
Strahlenschutz Beschleuniger: Modul BG/BH (ST160/ST161), 19. bis 21.10.2022
Beschäftig. nach § 25 StrlSchG (ST171), 10. bis 12.10.2022, 13. bis 15.12.2022
Fachkunde-Grundkurs für Feuerwehrkräfte (ST111), 14. bis 19.11.2022

Fachkundeerhalt nach StrlSchV:
Umschlossene radioaktive Stoffe, zerst. freie Prüfung (ST103/SR104), 06.10.2022
Aktualisierung der Fachkunde nach §48 StrlSchV (ST101), 18. bis 19.10.2022

Fachkunde für Röntgengeräte:
Strahlenschutz bei Röntgeneinrichtungen im nichtmedizinischen Bereich (SR610), 21. bis 24.11.2022
Wartung und Erprobung von Röntgeneinrichtungen mit QS (SR660), 21. bis 25.11.2022
(Verkürzter) Aktualisierungskurs Röntgentechnik (SR601/SR600), 14.11.2022

Karlsruher Institut für Technologie (KIT)
Fortbildungszentrum für Technik und Umwelt (FTU), Fon: 0721 608-24801,
E-Mail: strahlenschutz@ftu.kit.edu,
www.fortbildung.kit.edu

schaft für Strahlenforschung (GSF) in München, jetzt Mirion Technologies (AWST) GmbH) und in Freiburg auf privater Basis. Organisiert in der „Arbeitsgemeinschaft für Strahlenschutz", zu der ab 1954 die Messstelle von ***Friedrich Gauwerky*** am KH St. Georg in Hamburg und 1956 die Messstelle von ***Heinz Oeser*** an der FU Berlin dazustießen, übernahmen diese 4 Messstellen die Personendosisüberwachung in Deutschland auf monatlicher, freiwilliger Basis [2], [3], [4].

Arbeitsgemeinschaft für Strahlenschutz

1954 lagen ca. 6.000 Personendosismesswerte aus der Medizin vor. Damals überschritten fast 30 % der gemessenen Dosiswerte den Wert von 0,5 mSv/Woche und 4 % die damalige „Toleranzdosis" von 5 mSv/Woche (20 mSv/Monat!) [5].

Hinweis

Für Dosiswerte vor 1986 wurde zur Vereinfachung folgende Umrechnung verwendet:

1 R ≈ 1 rd ≈ 1 rem ≈ 10 mSv.

Fast 18 % der betroffenen Personen überschritten diese Grenze sogar regelmäßig.

Beinahe 10 % aller überwachten Ärzte und technischen Assistentinnen waren mindestens einmal im Jahr Strahlungsdosen von mehr als 5 mSv/Monat exponiert. In den ersten 10 Jahren der freiwilligen Überwachung konnten die Expositionsdosen schon stark reduziert werden [6], dennoch waren sie noch zu Beginn der 1960er-Jahre auf einem hohen Niveau, wie in Abbildung 1 zu sehen ist.

Ganzkörperdosen > 4 mSv kommen heute nur noch bei etwa 0,001 % der Überwachten vor.

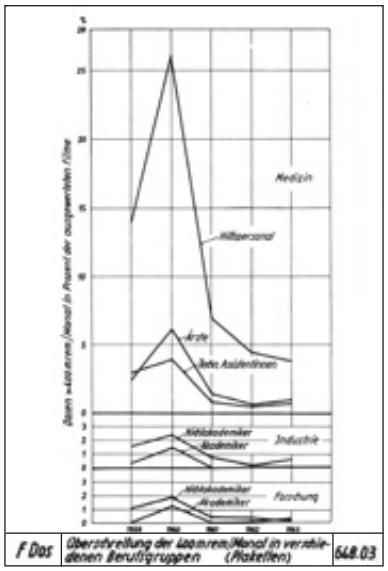


Abb. 1: Verteilung von Dosiswerten über 4 mSv/Monat, bei verschiedenen Berufsgruppen von 1959 bis 1966 [6]

Qualitätssicherung und Optimierung der Messtechnik

Schon zu Beginn war allen beteiligten Messstellen bewusst, dass nur durch die ständige Optimierung der Messtechnik und eine hervorragende Qualitätssicherung ein optimaler Strahlenschutz zu erreichen ist. So werden seit 1955 bis heute jährliche Vergleichsmessungen bei oder durch die Physikalisch Technische Bundesanstalt (PTB) in Braunschweig durchgeführt (Abb. 2).

Optimierung der Messtechnik

Diese wurden zunächst freiwillig und mit der Veröffentlichung der ersten deutschen Strahlenschutzverordnung ab 1960 verpflichtend eingeführt. Zumindest für die Photonendosimeter wurden Vergleichsmessungen auch in der Folge in das Eichrecht übernommen. Hierzu wurde 1959 auch der sogenannte „Dosisdoppelfilm" eingeführt, der in der Filmdosimetrie bis heute verwendet wird, um den Anforderungen an einen möglichst breiten Messbereich gerecht zu werden [6].

Vergleichsmessungen in das Eichrecht übernommen

Personendosisüberwachung und öffentliches Interesse

Mit Einführung der ersten Strahlenschutzverordnung 1960 wurde Ländern und Bund immer mehr bewusst, dass die Überwachung des beruflich strahlenexponierten Personals eine Aufgabe von öffentlichem Interesse ist. Deshalb wurden die bislang privaten Messstellen in den

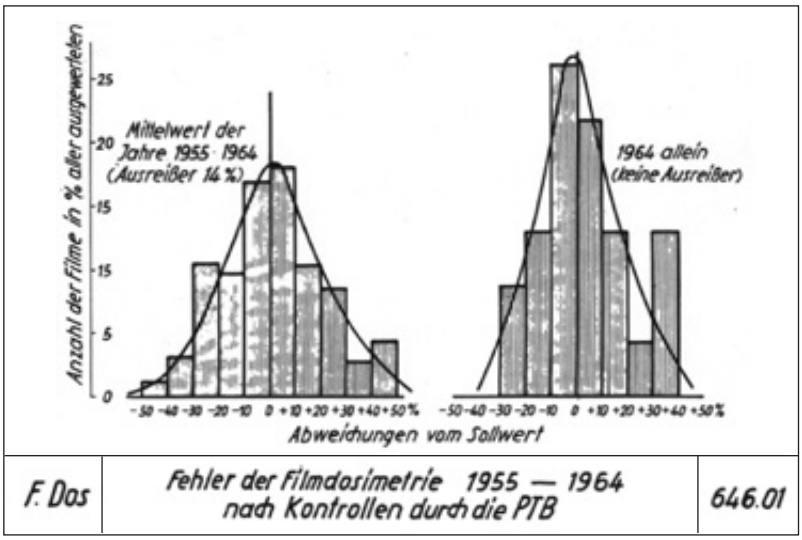


Abb. 2: Verteilung der Messfehler bei den jährlichen Vergleichsmessungen durch die PTB [6]. Deutlich ist die Reduzierung des Messfehlers durch die Verbesserung der Messtechnik in der Anfangszeit der Filmdosimetrie zu sehen. Wesentlich sind hierbei bis heute gerade auch die jährlichen Kontrollmessungen durch die PTB.

1960er-Jahren, alle in Behörden oder öffentliche Forschungseinrichtungen integriert.

Ab 1960 nahm auch die Messstelle des Materialprüfungsamtes Dortmund (MPA) ihren Betrieb auf. Nahezu zeitgleich wurden 1962 in der damaligen DDR die bestehenden Messlabore an der Charité Berlin und in Dresden in die neu gegründete staatliche Zentrale für Strahlenschutz (SZS) integriert und 1963 die Messstelle für Personendosimetrie im damaligen Ostberlin gegründet, der heutigen Landesanstalt für Personendosimetrie (LPS).

Aufgabe von öffentlichem Interesse

Messtechnik für alle Bereiche der Personendosisüberwachung

Schon in den Anfangszeiten wurde versucht, Personendosimeter für alle Anwendungsgebiete ionisierender Strahlung an Arbeitsplätzen zu entwickeln und einzusetzen. So wurden schon in den 1950er-Jahren Ringdosimeter mit Röntgenfilmen eingesetzt [3], da bekannt war, dass insbesondere die Exposition der Hände in der Medizin sehr hoch war. Noch heute gibt es den Begriff „Radiologenhand" für Hände mit schweren Strahlenschäden, obwohl dies mit der durch die Strahlenschutzüberwachung der letzten 70 Jahre erreichten Optimierung, der Vergangenheit angehört. Da für diesen Anwendungszweck Röntgenfilme mit ihrer hohen Variation des Energieansprechvermögens nicht optimal waren, wurden diese ab 1968 [7] durch Thermolumineszenz(TL)-Detektoren ersetzt.

Ab 1968 mit Thermolumineszenz(TL)-Detektoren

Zur Messung der Neutronendosis wurde schon Ende der 1950er-Jahre ein Dosimeter mit Sn/Cd-Filtern und einem Gamma-Film und einem Kernspurfilm zur Messung thermischer und schneller Neutronen eingesetzt, in Anlehnung an Verfahren, die in Harwell (GB) und Saclay (F) entwickelt wurden [2]. Thermolumineszenz-Albedodosimeter, die in den 1980ern im damaligen Kernforschungszentrum Karlsruhe (KfK) von ***Ernst Piesch*** und ***Bertram Burgkhardt*** entwickelt wurden, fanden parallel ab 1986 Verwendung für den Neutronen-Nachweis.

Mit TL-Detektoren (CaF_2) ausgestattete Orts- und Umgebungsdosimeter wurden unter anderem 1973 von der Münchener Messstelle für die ersten Erhebungsmessungen zur „Messung der Strahlenbelastung der Bevölkerung aus natürlichen Strahlenquellen" [8] in 1.600 Wohnungen verwendet.

Ein Höhepunkt war sicher in den 1970er-Jahren die gemeinsam mit dem CERN entwickelte sogenannte (erweiterte) Universalkassette mit 29 Detektoren, mit verschiedenen Metallfiltern für die Filmdosimetrie, sowie Aktivierungsdetektoren (wie Au, S), Phosphatglas-, TL- und Kernspurdetektoren zur Messung von Photonen- und Beta-Strahlung sowie thermischen und schnellen Neutronen (Abb. 3), [4].

Universalkassette mit 29 Detektoren

Dieses Dosimeter wurde zuletzt in abgespeckter Version (ohne die Aktivierungsdetektoren) zum Nachweis schneller Neutronen bis 2009 eingesetzt. Andere exotische Dosimeter wie Filmdosimeter zur Tritium-Messung in der Luft oder TSEE (thermisch stimulierte Exoelektronenemission)-Dosimeter in den 1970er-Jahren waren nicht so lange im Einsatz.

Filmdosimeter zur Tritium-Messung

Die letzte Optimierung der Filmdosimetrie fand mit Entwicklung des Gleitschatten-Filmdosimeters zur Messung der Messgröße $H_p(10)$ durch die PTB und das MPA Dortmund statt [9]. Die Neuentwicklung wurde notwendig, da die bisherigen Filmdosimeter nicht in der Lage waren, die 1985 von der ICRU [10] vorgeschlagene neue Personendosismessgröße, den Übergang von H_x zu $H_p(10)$, abzubilden. Es dauerte von 1998 bis 2010, bis alle deutschen Messstellen in der Lage waren, entsprechende Dosimeter anzubieten.

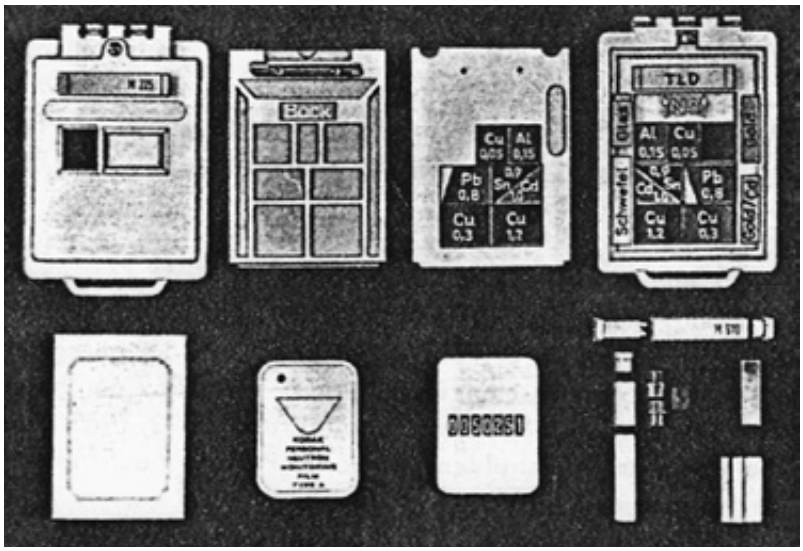


Abb. 3: Sogenannte Universalkassette mit 29 Detektoren, verschiedenen Metallfiltern für Filmdosimeter, Kernspurfilm, RPL-Glasdetektor, TL-Detektor und Schwefel- und Gold-Aktivierungsdetektoren für den Kritikalitätsfall, zur Messung von Röntgen-, Gamma- und Beta-Strahlung und thermischen und schnellen Neutronen [4]. Das Dosimeter wurde von Mitte der 1970er- bis in die 2000er-Jahre eingesetzt.

Ein in der Auswertungsstelle (AWST) Anfang 2000 entwickeltes System, um elektronische Personendosimeter (EPD) als amtliche Dosimeter einzusetzen, das später in einem gemeinsamen Projekt aller Messstellen unter Leitung der LPS optimiert wurde und anwendungsreif war, konnte leider aus eichrechtlichen Gründen nie in die Praxis übernommen werden.

Neben der Münchener Filmdosimetrie, die schon in den 1950er-Jahren in Italien, Brasilien, Island, und vielen europäischen Ländern [3] eingesetzt und in der Folge auch von den dort entstehenden Messstellen übernommen wurde, ist auch das in der AWST zusammen mit der TU Dresden entwickelte OSL-Dosimetriesystem mit Berylliumoxid (BeO) als Detektormaterial, das unter dem Markennamen BeOSL und Dosimetrics von Mirion vertrieben wird, ein internationaler Erfolg. Es wird von Messstellen in 19 Ländern und von 3 der 4 deutschen Messstellen als Nachfolger des Filmdosimeters eingesetzt. Auf Basis dieser Messtechnik konnte 2020 auch das erste $H_p(3)$-Dosimeter zur Überwachung der Augenlinsendosis amtlich zugelassen werden, welches auch in eine Strahlenschutzbrille integriert werden kann [11].

Messstellen in 19 Ländern

Digital an erster Stelle

Auch digital konnten die deutschen Messstellen Trends setzen. So wurde von der AWST schon im Jahr 1998 die erste Online-Web-Anwendung DOSIMO eingesetzt, in der Dosis- und Personendaten über das Internet mit den überwachten Betrieben ausgetauscht wurden. Das zentrale Personendosisregister der BRD wurde ebenfalls ab 1976 zunächst in der Münchener Messstelle im Rahmen eines Projektes des BMI entwickelt [12] und in der Folge dann vom BfS übernommen.

Filmdosimeter in Deutschland verschwinden

Der freie Markt

Für die deutschen Messstellen war es über Jahrzehnte hinweg nicht einfach, die beschriebenen Entwicklungen zu finanzieren. Die Messstellen durften nach ihrem Übergang in die öffentliche Hand keine Gewinne mehr erwirtschaften und Neuentwicklungen und besonders Systemumstellungen, deren Kosten mehrere Millionen Euro betrugen, mussten über Jahre gestreckt und verzögert werden.

Jede Preisänderung musste von den jeweiligen Landesbehörden genehmigt werden. In der Folge stiegen die Kosten für eine monatliche Überwachung von DM 4,– Ende der 1950er auf gerade einmal ca. € 4,– im Mittel im Jahre 2022.

Dieses Finanzierungsproblem führte schon 1989 zur Integration der ehemaligen Freiburger Messstelle in die Münchener AWST, der die Hamburger Messstelle 2004 und die Messstelle für Festkörperdosimeter in Karlsruhe 2006 folgten.

Finanzierungsproblem führte zur Integration

Der Rückzug des Staates aus vielen eigentlich öffentlichen Aufgaben in den letzten Jahren und die Öffnung der bisher an Bundesländer gekoppelten Zuständigkeitsgebiete der Messstellen mit Veröffentlichung des neuen StrlSchG im Dezember 2018 führten schließlich zur Privatisierung der Münchener Messstelle in die Mirion Technologies (AWST) GmbH im April 2020 und damit zur endgültigen Öffnung des Marktes.

Die Zukunft

Vermutlich noch 2022, mit der Einführung des Dortmunder TL-DOS-Systems [13], wird nach 70 Jahren Dienst für die Optimierung des Strahlenschutzes das letzte Filmdosimeter in Deutschland verschwinden. In den kommenden Jahren wird ein Schwerpunkt der Entwicklung der Messstellen sicher auf der weiteren Digitalisierung und Erweiterung der Serviceleistungen liegen.

Der nächste große Innovationsschritt in der Messtechnik wird die Zulassung und Einführung elektronischer oder halb elektronischer Dosimeter sein, die im Rahmen des deutschen Mess-EG eine amtliche elektronische Dosimetrie zu überschaubaren Kosten ermöglichen wird. Dosimeter wie das Mirion InstaDose-Dosimeter sind für den Einsatz in Deutschland in Vorbereitung und werden dem Anwender eine tägliche Auslesung ermöglichen und das monatliche Versenden zum Tausch von Dosimetern überflüssig machen. Die Daten werden dabei online mit der Messstelle ausgetauscht.

ICRU-Messgrößen für Neuentwicklungen

Natürlich werden die von der ICRU jetzt vorgeschlagenen neuen Messgrößen das beherrschende Thema für alle Neuentwicklungen in der Personendosimetrie sein [14]. Alle von den deutschen Messstellen eingesetzten Ganzkörperdosimeter werden die neuen Messgrößen durch ihre kostengünstige Konstruktion als Ein- oder Zweidetektorsysteme nicht mehr mit der erforderlichen Genauigkeit abbilden können [15, 16] die dem Qualitätsanspruch genügt, dem sich die Messstellen seit nunmehr 70 Jahren verschrieben haben. Es ist fraglich, ob sich in Zukunft alle Messstellen die dann anstehenden Investitionen in Millionenhöhe für Neuentwicklung und Umstellung werden leisten können.

Fazit

Trotz aller Herausforderungen wird der Strahlenschutz in Deutschland wie in den letzten 70 Jahren auch in Zukunft national und international auf höchstem Standard, bei höchster Qualität und größter Innovation bleiben.

Markus Figel ❑

Neue Messgrößen für den Strahlenschutz – wird sich der Strahlenschutz nun grundlegend ändern?

Effektive Dosis

Strahlenschutz beruht auf der Optimierung und Limitierung der Strahlenexposition von Beschäftigten und von der Bevölkerung.

Expositionsrisiko quantitativ erfassen

Um dieses Ziel zu erreichen, muss die Exposition prospektiv abgeschätzt und nachträglich gemessen werden. Dafür benötigt der Strahlenschutz einen „Maßstab", eine Größe, die das Expositionsrisiko quantitativ erfasst.

Die Internationale Strahlenschutzkommission (ICRP) hat dafür 1990 die sogenannten „Schutzgrößen" eingeführt. Die am meisten verwandte Schutzgröße, die „Effektive Dosis E", dient zur Limitierung und Optimierung von stochastischen Strahlenwirkungen nach Ganzkörperbestrahlung. Sie ist ein Mittelwert von Energiedosen D, der mit der Strahlen- und Organart gewichtet ist [1], [2]:

$$E = \sum_T w_T \sum_R w_R D_{R,T} \ .$$

„Effektive Dosis" ist universell anwendbar auf alle Strahlenarten und bei externer sowie interner Bestrahlung.

Einheiten der effektiven Dosis

Seit mehr als 30 Jahren hat sich das Konzept der effektiven Dosis in der Praxis bewährt. Gesetzliche Grenz- und Richtwerte werden in Einheiten der effektiven Dosis festgelegt, und im Dosisoptimierungsprozess wird E unter Anwendung des ALARA-Prinzips so weit wie sinnvoll möglich verringert.

Für externe Strahlung werden Werte der effektiven Dosis für einfache Einfallsrichtungen der Strahlung mit numerischen Phantomen [3] berechnet [4]. Es resultieren sogenannte Konversionskoeffizienten, die den Wert der effektiven Dosis pro Einheit der Teilchenfluenz oder alternativ für Photonen, der Luftkerma, angeben.

Heutige Messgrößen

Für äußere Strahlung ist die effektive Dosis allerdings in der Praxis nicht messbar, es sei denn man hätte ein Messinstrument von der Größe und Zusammensetzung des menschlichen Körpers zur Hand. Deshalb werden von der Internationalen Kommission für Strahleneinheiten und -messungen (ICRU) Messgrößen (oder operationelle Größen) definiert, mit denen Dosimeter und Strahlenmessinstrumente

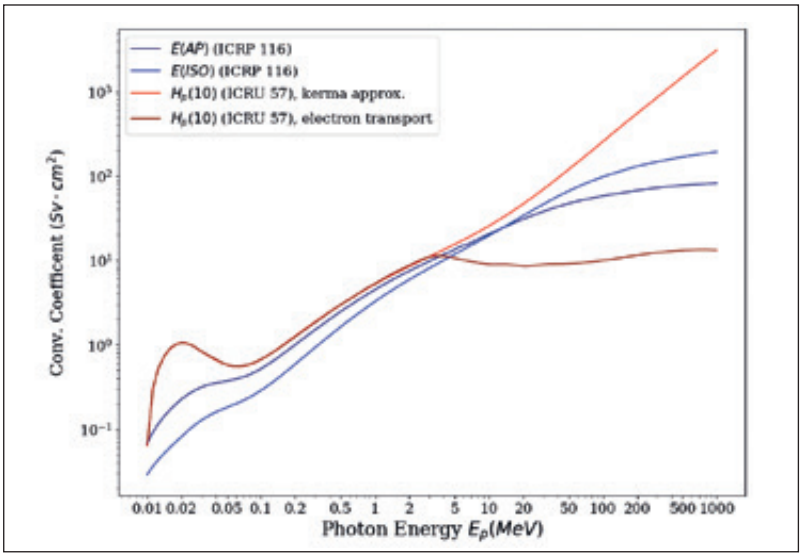


Abb. 1: Energieabhängigkeit der Konversionskoeffizienten von Photonenfluenz zu effektiver Dosis in AP- oder ISO-Einstrahlungsrichtung und zur Tiefen-Personendosis $H_p(10, 0^o)$. Die Größe wurde mit der Kermanäherung, bei der Sekundärelektronen ihre Energie am Entstehungsort abgeben (obere hellrote Kurve), oder mit Transport der Sekundärelektronen (untere dunkelrote Kurve) berechnet. Die Über- und Unterschätzungen der effektiven Dosis bei sehr geringen und sehr hohen Energien sind deutlich sichtbar.

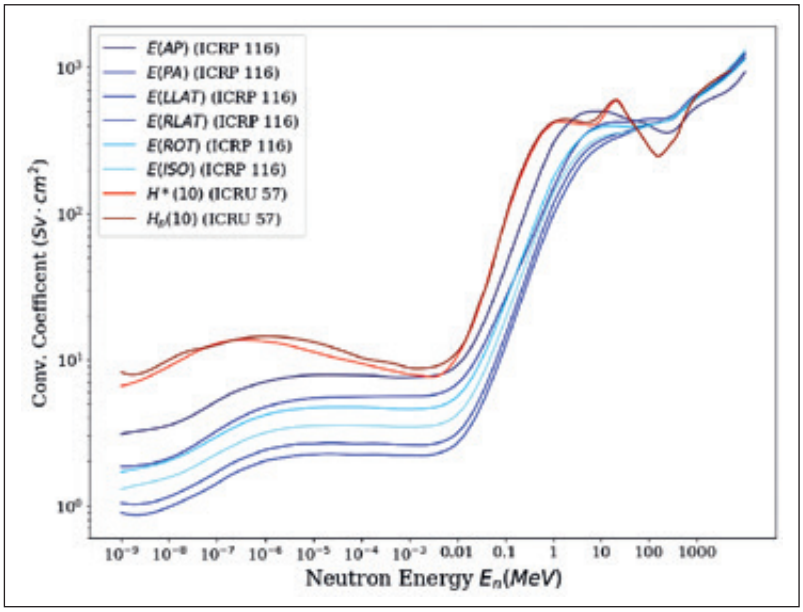


Abb. 2: Energieabhängigkeit der Konversionskoeffizienten von Neutronenfluenz zu effektiver Dosis in 6 verschiedenen Einstrahlungsrichtungen und zur Messgröße Umgebungs-Äquivalentdosis H*(10). Die Über- und Unterschätzungen der effektiven Dosis durch die Messgröße sind deutlich sichtbar.

kalibriert werden. Sie sind in einem Punkt definiert und sollen eine möglichst gute Annäherung an die Schutzgrößen liefern.

Die heute gültigen Messgrößen [5], [6], die die effektive Dosis annähern, sind

- die Tiefen-Personendosis $H_p(10, \alpha)$ und
- die Umgebungs-Äquivalentdosis $H^*(10)$.

Messgrößen zur Kalibrierung

Die Tiefen-Personendosis dient zur Kalibrierung von Personendosimetern, also zu einer nachträglichen Messung der Strahlendosis, die in der Regel dazu dient nachzuweisen, dass Grenz- und Richtwerte bei Tätigkeiten eingehalten wurden.

Nachträgliche Messung der Strahlendosis

Zu ihrer Definition wird die Energiedosis in 10 mm Tiefe im Körper unter dem Trageort des Dosimeters mit einem vom linearen Energieübertragungsvermögen abhängigen Qualitätsfaktor Q(L) multipliziert. Für die Berechnung von Konversionskoeffizienten der Tiefen-Personendosis [7], [8] wird ein Quaderphantom aus ICRU-Gewebe verwendet, zur Kalibrierung von Personendosimetern ein wassergefülltes ISO-Quaderphantom.

Mit der Umgebungs-Äquivalentosis werden Strahlenschutzinstrumente kalibriert für prospektive Strahlenschutzmessungen oder Umgebungsmessungen. Sie wird ebenfalls über die Energiedosis in 10 mm Tiefe in der fiktiven ICRU-Kugel und einen Qualitätsfaktor definiert, im erweiterten und ausgerichteten Strahlungsfeld, ein Konzept, das im Prinzip isotrop messende Geräte voraussetzt.

Abschätzungen für die effektive Dosis

Diese Messgrößen wurden in den 1980er-Jahren definiert, als die Nuklearindustrie das wichtigste Arbeitsgebiet des Strahlenschutzes war. In den dort auftretenden Strahlenfeldern liefern in diesen Größen kalibrierte Dosimeter sehr gute Abschätzungen für die effektive Dosis von Photonen und hinreichend gute für Neutronen.

Mit der Erschließung neuer Anwendungen von ionisierender Strahlung machten sich Unzulänglichkeiten der heutigen operationellen Größe bemerkbar: Bei hohen Strahlenfeldenergien, wie sie an Beschleunigern auftreten, wird die effektive Dosis entweder über- oder unterschätzt. In Strahlenfeldern mit sehr niedrigen Photonenenergien, wie sie in der interventionellen Radiologie oder Mammografie auftreten, wird die effektive Dosis überschätzt.

Messgrößen im ICRU-Bericht 95

Die ICRU setzte eine Arbeitsgruppe ein, die verschiedene Alternativen zu einer Revision von $H_p(10, \alpha)$ und $H^*(10)$ testete und bewertete. Die Auswahl fiel auf die Größen „personal dose" $H_p(\alpha)$ und „ambient dose" H^* .

> **Anmerkung des Autors:**
> Ich möchte der Übersetzung der Größenbezeichnungen ins Deutsche nicht vorgreifen und verwende daher die englischen Bezeichnungen aus dem ICRU-Bericht.

Anstelle des Weges über die Energiedosis in einem Phantom werden die neuen Messgrößen direkt als das Produkt einer physikalischen Feldgröße wie Teilchenfluenz oder Luftkerma für Photonen und einen Konversionskoeffizienten definiert, hier in symbolischer Notation für die Fluenz:

Teilchenfluenz oder Luftkerma

$$H^*(E) = h^*(E) \cdot \Phi(E)$$

$$H_p(E, \alpha) = h_p(E, \alpha) \cdot \Phi(E)$$

Die Konversionskoeffizienten hp und h* werden mithilfe der gleichen Phantome und Wichtungskoeffizienten wR, wT wie die effektive Dosis E berechnet.

Die neuen Definitionen und dazugehörige Konversionskoeffizienten wurden Ende 2020 gemeinsam mit der ICRP im ICRU-Report 95 veröffentlicht [9].

„Personal dose" $H_p(\alpha)$ ist für einen spezifischen Einfallswinkel definiert, während bei „ambient dose" H^* eine Maximierung über die Einfallsrichtung vorgenommen wird. Allein aufgrund ihrer Definition liefern diese beiden Größen eine bessere Abschätzung der Schutzgrößen, bei bestimmten Kombinationen von Energie und Einfallswinkel sind die numerischen Werte von operationeller und Schutzgröße sogar identisch.

Bessere Abschätzung der Schutzgrößen

Abbildung 3 zeigt die Energieabhängigkeit der „personal dose" für Photonen unter 0°. Die Kurve schmiegt sich aufgrund der Definition genau an den Verlauf von E(AP), effektiver Dosis in Anterior-Posterior-Ausrichtung an. Für Neutronen- und andere Strahlenarten ergeben sich ähnliche Bilder.

Jetzt als Energiedosen definiert

Der Bericht [9] enthält Dosiskonversionskoeffizienten für die neuen Größen von Teilchenfluenz für zahlreiche Teilchenarten (oder Luftkerma für Photonen), und reicht bis zu sehr hohen Energien, wie sie an Beschleunigern oder in der kosmischen Strahlung auftreten können.

Zusätzlich wurden im ICRU-Bericht-95 neue Größen für die Augenlinsendosis und die lokale Hautdosis eingeführt, die jetzt als Energiedosen definiert sind. „Absorbed dose to the local skin" $D_{local\ skin}$ unterscheidet sich

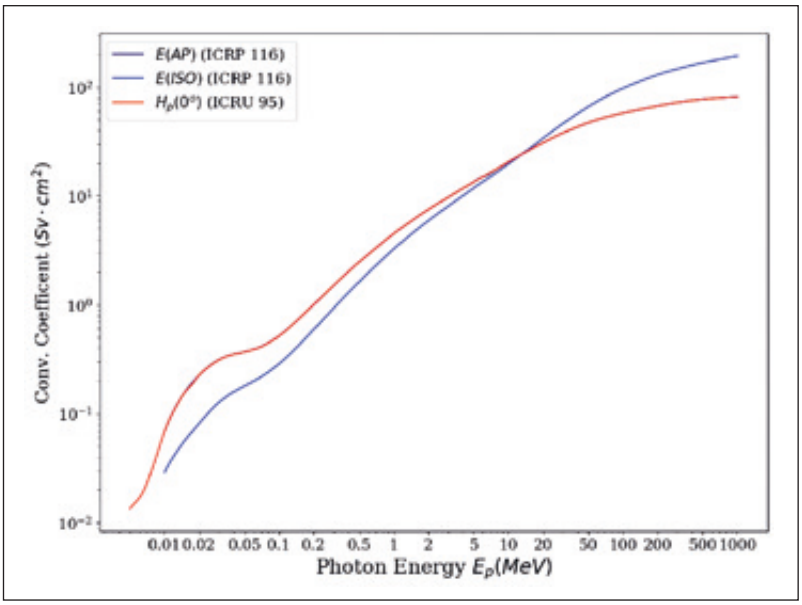


Abb. 3: Energieabhängigkeit der Konversionskoeffizienten von Photonenfluenz zu effektiver Dosis in AP- oder ISO-Einstrahlungsrichtung und zur „personal dose" Hp(0°). Die numerische Übereinstimmung von „personal dose" mit E(AP) ist offensichtlich.

nur unwesentlich von der bekannten Größe $H_p(0.07)$. "Absorbed dose to the eye lens" $D_{eye\ lens}$ ist für Photonen der heutigen Messgröße $H_p(3)$ ähnlich genug, sodass existierende Dosimeter weiterverwendet werden können.

Ändern sich die Messwerte in Strahlenfeldern?

Bei der Einführung neuer Messgrößen kann man sich fragen, ob Messwerte in bekannten Strahlenfeldern in Zukunft völlig anders ausfallen werden.

Ich beschränke mich hier auf Photonenfelder, in denen der Großteil der beruflichen Strahlenexposition anfällt.

Abbildung 4 zeigt einen ähnlichen Zusammenhang wie die Abbildungen 1 und 3, allerdings diesmal in Abhängigkeit von der Luftkerma ausgedrückt.

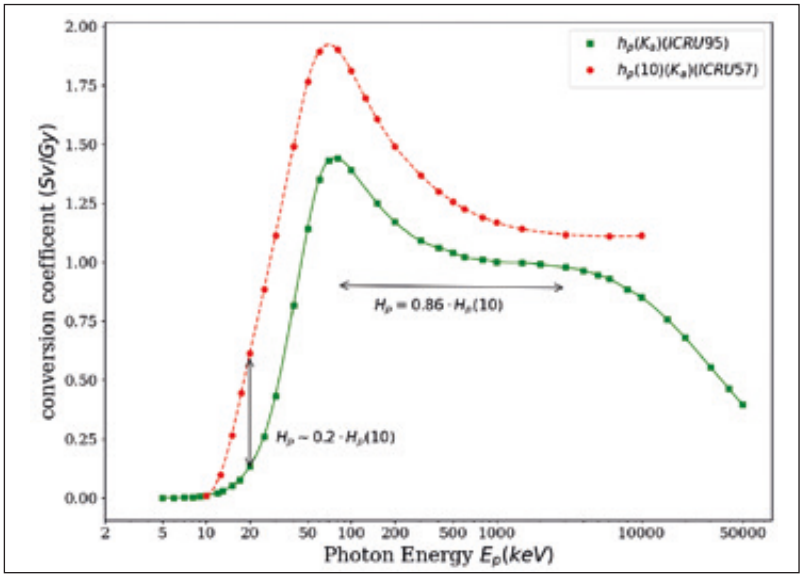


Abb. 4: Energieabhängigkeit der Tiefen-Personendosis $H_p(10)$ und der „personal dose" H_p für Photonen in Abhängigkeit von der Luftkerma. Im Energiebereich von Radionukliden liefert die neue Größe nur geringfügig niedrigere Messwerte. Bei niedrigen Photonenenergien sind die Unterschiede deutlicher.

Für den Energiebereich, der für Radionuklide typisch ist, 100 keV bis 3 MeV, liefert die Messgröße „personal dose" etwas geringere Messwerte als die Tiefen-Äquivalentdosis. Bei sehr niedrigen Photonenenergien, wie sie in der interventionellen Radiologie oder der Mammografie auftreten können, sind die Messwerte der „personal dose" deutlich geringer. Dies liegt daran, dass bei diesen Energien die effektive Dosis E von der Tiefen-Personendosis $H_p(10)$ überschätzt wird, ein Umstand, der durch „personal dose" korrigiert wird [10], [11].

Energiebereich von 100 keV bis 3 MeV

Weitergehende Untersuchungen der Auswirkung der neuen Messgrößen auf Messwerte in bekannten Strahlenfeldern werden bereits durchgeführt oder sind geplant.

Sie umfassen Strahlenfelder in der medizinischen Paraxis, in der Nuklearindustrie und an Teilchenbeschleunigern.

Was passiert mit Messinstrumenten?

Einige ältere Kollegen haben in den 1990er-Jahren bereits den Schritt von der Photonen-Äquivalentdosis H_x zur Tiefen-Personendosis $H_p(10)$ mitgemacht und sich dabei die Frage gestellt, ob sie bereits eingeführte Messinstrumente und Dosimeter weiterverwenden können. Genau wie damals gilt heute, dass es auf Typ und Anwendungsbereich des Dosimeters oder Instruments ankommt [12], [13].

Abbildung 5 zeigt das relative Ansprechvermögen für ein gängiges Instrument auf Basis eines Geiger-Müller-Zählrohrs. Das solide Gehäuse sorgt dafür, dass Photonen mit einer Energie unter 50 keV keinen Messeffekt mehr bewirken. Das Gerät ist blind für niederenergetische Photonen. Solche und ähnliche Dosisleistungsmessinstrumente können nach einer Rekalibrierung auf die neue Messgröße „ambient dose" weiterverwendet werden.

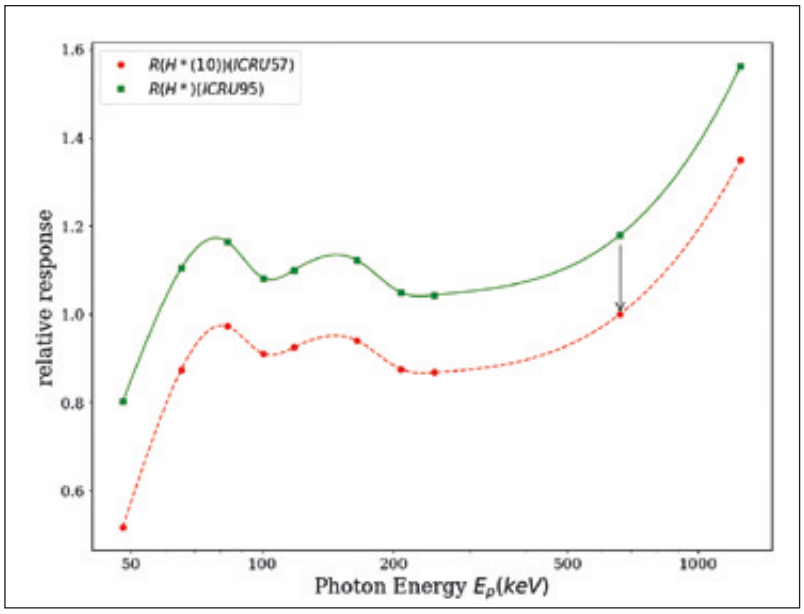


Abb. 5: Relatives Ansprechvermögen eines Geiger-Müller-Zählers. Das robuste Gehäuse schneidet niederenergetische Photonenstrahlung ab und eine einfache Rekalibrierung bei der Referenzenergie von 662 keV (Pfeil) würde die Überschätzung der "ambient dose" H* um ca. 16 % korrigieren.

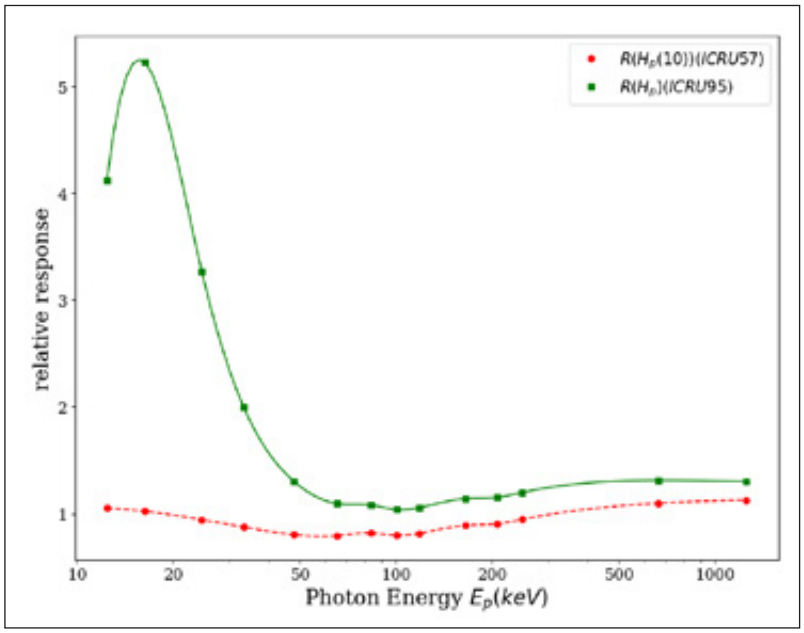


Abb. 6: Relatives Ansprechvermögen eines modernen Personendosimeters. Eine einfache Rekalibrierung würde die Überschätzung der „personal dose" H_p unterhalb von 50 keV nicht korrigieren.

Abbildung 6 zeigt das relative Ansprechvermögen eines modernen Personendosimeters für Photonen. Gemäß den Anforderungen ist es in der Lage, die Tiefen-Personendosis $H_p(10)$ für Photonenenergien bis herunter zu 15 oder 20 keV korrekt zu bestimmen. Damit aber überschätzt es die effektive Dosis der Photonen und auch die neue Größe „personal dose". Dieser Effekt wurde auch in einer Vergleichsmessung festgestellt [14].

Eine einfache Rekalibrierung ist nicht möglich, und innovative Dosimeterentwicklungen sind gefordert, um die Strahlenexposition korrekt in der neuen Messgröße erfassen zu können [15], [16].

Die neuen Messgrößen werden voraussichtlich erst nach dem Erscheinen der nächsten „Empfehlungen der ICRP", gegen 2030, als legale Größen eingeführt werden. Zusammen mit langfristigen Einführungsphasen, in denen die heutigen Größen gültig bleiben, wird dieser Fahrplan genügend Zeit lassen, die Auswirkungen in allen relevanten Strahlenfeldern abzuschätzen und wo notwendig neue Messgeräte und Personendosimeter zu entwickeln.

Dosimeterentwicklungen sind gefordert

Fazit

ICRU und ICRP haben neue operationelle Größen (oder Messgrößen) für die externe Strahlenexposition eingeführt, die sich für Ganzkörperbestrahlung in ihrer Definition an die effektive Dosis anlehnen.

Sie vereinfachen das System der Strahlenschutzgrößen, indem sie die unterschiedlichen Konzepte in der Definition von Schutz- und Messgrößen aufheben. Änderungen in den Messwerten sind bei niedrigen Photonenenergien zu erwarten, wo die Überschätzung der effektiven Dosis durch die heutigen Messgrößen korrigiert wird. In diesem Energiebereich wird auch eine Anpassung von Personendosimetern notwendig.

Andere Strahlenfelder, Messinstrumente und Dosimeter werden zurzeit von verschiedenen Institutionen auf die Auswirkungen der neuen Messgrößen hin untersucht.

Es bleibt mit schätzungsweise 15 bis 20 Jahren genügend Zeit für Forschung und Entwicklung, bevor die neuen Messgrößen legal verbindlich werden.

Thomas Otto ❑

Der Fachverband für Strahlenschutz für Deutschland und die Schweiz – seine Chancen und seine Zukunft

Fachverband für Strahlenschutz e.V.

„Die Zukunft hängt davon ab, was wir heute tun!"
Mahatma Gandhi

Im Mai 2019 verabschiedete das Direktorium des Fachverbandes für Strahlenschutz (FS) seine Strategie für die Ziele und die Arbeitsweise des FS, die für den Zeitraum 2019 bis 2023 diese Ziele definiert und Wege zum Erreichen der Ziele beschreibt.

Der im Jahr 2022 neu zu wählende Vorstand und das Direktorium werden aber zu prüfen und zu entscheiden haben, wie diese Strategie in den kommenden Jahren fortgeführt und ausgestaltet werden soll.

Weiterentwicklung der Strategie des Fachverbandes für Strahlenschutz

Strategieentwicklung ist zwar eine Kernaufgabe des Managements des FS, aber eine Weiterentwicklung möchten Vorstand und Direktorium auf breiterer Basis aufbauen.

Aufruf an alle FS-Mitglieder

Wir brauchen dazu die Mitwirkung möglichst vieler Mitglieder, wir brauchen ihre guten und schlechten Erfahrungen mit dem FS, wir brauchen ihre Anregungen und Vorschläge.

Wir beabsichtigen daher, einige zentrale Fragen zur

Zukunft des FS und seine Chancen

mit den Mitgliedern auf der kommenden FS-Jahrestagung in Konstanz am 28. September 2022 im BODENSEEFORUM in Form eines World-Cafés zu diskutieren.

Bereits mit der Veröffentlichung der Strategie des FS haben Vorstand und Direktorium auf der Webseite des FS alle Mitglieder gebeten, ihre Meinungen und Vorschläge an das Direktorium des FS zu übermitteln. Diesem Aufruf wurde bisher kaum gefolgt. Deshalb möchten wir gezielt 5 Themenbereiche aus diesem Aufruf zur Grundlage unserer Diskussion machen.

Thema 1: Die Attraktivität einer Mitgliedschaft im FS

Der FS ist als gemeinnütziger Verein eine Plattform für Strahlenschutzfachleute aus Deutschland und der Schweiz.

Wissen und praktische Erfahrungen werden miteinander geteilt, um den Strahlenschutz zu optimieren und weiterzuentwickeln.

Der FS ist unabhängig und keinen wirtschaftlichen oder politischen Interessen verpflichtet. Dieser Rahmen der Vereinsarbeit konzentriert die Handlungsmöglichkeiten des FS auf ideelle Aspekte, deren Nutzen sich für den Einzelnen nicht einfach erschließt. Aus diesem Grund ist es wichtig, diejenigen Punkte zu finden, die den FS attraktiv für seine Mitglieder machen und die auch Fachleute, die noch nicht Mitglied sind, motivieren, dem FS beizutreten.

FS attraktiv für seine Mitglieder?

Folgende Thesen sollen als Anstoß für die Diskussion dienen:

1. Der FS ist attraktiv durch den Informationsgewinn, der sich aus der Mitarbeit in den FS-Arbeitskreisen ergibt.
2. Die StrahlenschutzPRAXIS ist eine wichtige Informationsquelle über alle Bereiche des Strahlenschutzes und dient auch der persönlichen Weiterbildung.
3. Für Mitarbeitende in Strahlenschutzbehörden bietet der FS die Möglichkeit, die Wirkung und Angemessenheit von Verwaltungsentscheidungen losgelöst vom Einzelfall zu diskutieren.
4. Die persönlichen Treffen und Gespräche mit Fachkollegen im Rahmen von Veranstaltungen des FS sind entscheidend für die Attraktivität des Verbandes.
5. Das Renommee, ein Mitglied des FS zu sein, ist erheblich.
6. Die Mitgliedschaft im FS eröffnet Möglichkeiten, aktiv an der Weiterentwicklung des Strahlenschutzes mitzuwirken.

Kommunikation des Direktoriums mit den Mitgliedern

Um die Attraktivität des FS zu bewahren und gegebenenfalls weiterentwickeln zu können, bedarf es einer effektiven, einfachen und schnellen Kommunikation des Direktoriums mit den Mitgliedern.

Folgende Fragen sollen diskutiert werden:

1. Sind die durch die Arbeitskreise gesetzten Schwerpunkte der fachlichen Arbeit ausreichend?
2. Besteht Verbesserungsbedarf bezüglich der fachlichen Ausrichtung des FS?
3. Kann der Erfahrungsrückfluss verbessert werden, wenn nicht schriftlich ausformulierte Stellungnahme erbeten, sondern Fragebögen mit Multiple-Choice-Antworten (z. B. per E-Mail) verschickt werden?
4. Ist die Kommunikation zwischen Direktorium und Mitgliedern ausreichend?
   Wenn nicht, wie kann sie verbessert werden?

Moderatoren zu Thema 1:
***Hansruedi* Völkle** und
Thomas Steinkopff

Thema 2: Sicherung der Kompetenz im Strahlenschutz und Nachwuchsförderung

Der FS sieht eine zentrale Aufgabe im Kompetenzerhalt für den Strahlenschutz. Ohne die Weitergabe von notwendigem Wissen und Fertigkeiten an nachfolgende Generationen von Strahlenschützern und Strahlenschützerinnen und ohne die Unterstützung/Förderung der dazu notwendigen Aus- und Weiterbildung verliert der Strahlenschutz eine wesentliche Grundlage. Dies betrifft auch den Erhalt ausreichender und kompetenter Einrichtungen für Forschung zu den Grundlagen des Strahlenschutzes.

Aus- und Weiterbildung notwendig

Im Rahmen seiner gesellschaftlichen Verantwortung für den Strahlenschutz in Deutschland und der Schweiz sieht der FS deshalb den Kompetenzerhalt im Strahlenschutz als wichtige Aufgabe an.

Folgende Fragen sollen als Anstoß für die Diskussion dienen und diskutiert werden:

1. Der FS ist zwar keine Ausbildungseinrichtung, aber wo und warum sollte sich der FS dennoch mehr um Kompetenz und Kompetenzerhalt im Strahlenschutz kümmern?
2. Sollten wir inkompetente Mitglieder ausschließen?
   Was heißt in diesem Zusammenhang „inkompetent"?
3. Welche Rolle soll der „Nachwuchs" im FS haben?
   Wie soll er in die Aufgaben, Tätigkeiten und Verantwortungen des FS integriert werden?
4. Wie kann ein Mentoring-System eingeführt werden?
   Wer wäre (ehrenamtlich) bereit, eine Mentorfunktion zu übernehmen?
5. Was ist der Grund, warum sich kaum Mitstreiter und Mitstreiterinnen für die Umsetzung des Nachwuchskonzeptes finden?
6. Brauchen wir als Gegengewicht zur Nachwuchsförderung auch eine „Traditionsförderung"?

Moderatoren zu Thema 2:
Joel Piechotka und ***Alfred Hefner***

Thema 3: Öffentlichkeitsarbeit des FS und Stärkung der Außenwirkung

Mitglieder des FS äußern sich immer wieder erstaunt bis irritiert, wenn sie im Kontakt mit Laien, engagierten Stakeholdern oder auch Vertretern der etablierten Medien mit fachlich nicht haltbaren Ansichten und Meinungen zu Strahlung und Strahlenrisiken konfrontiert werden.

In der Diskussion zur Strategie wurden daher eine effektive Öffentlichkeitsarbeit und die Stärkung der Außenwirkung sowie eine kompetente und schnelle Reaktion auf nationale und internationale Ereignisse als Prioritäten herausgearbeitet.

Leitmotiv und Mission des FS schließen die unabhängige, kompetente Information der Öffentlichkeit auch in Not- und Unfällen ein. Mit diesem Leitmotiv und der Mission verbindet sich eine gesellschaftliche Verpflichtung, die eine wirksame Vernetzung nach außen erfordert. Dieses strategische Ziel zu formulieren war einfach, es umzusetzen wirft allerdings diverse Fragen auf. Lassen Sie uns also darüber reden.

Gesellschaftliche Verpflichtung

Folgende Fragen sollen als Anstoß für die Diskussion dienen und diskutiert werden:

1. Werden wir den selbst gestellten Herausforderungen gerecht und wie können wir sie umsetzen?
2. Wie wichtig ist es für die Gesellschaft, dass die Bevölkerung über den sicheren Umgang mit Strahlung und Radioaktivität informiert ist?
3. Sollte es Aufgabe des FS sein, durch bessere Aufklärung unbegründete Angst vor Strahlung abzubauen – obwohl diese Angst ein wichtiges Element ist, auf dem die gesellschaftliche Bedeutung des Strahlenschutzes beruht?
4. Sind die im FS verfügbaren Möglichkeiten zur Unterstüt-

zung der Öffentlichkeitsarbeit den Mitgliedern im FS ausreichend bekannt?
5. Welche Möglichkeiten bieten sich den Mitgliedern des FS, zur Öffentlichkeitsarbeit beizutragen?
6. Welche Formate der Öffentlichkeitsarbeit sind besonders wirksam? Was fehlt? Wo besteht Verbesserungsbedarf?
7. Was, nehmen wir an, erwartet die Bevölkerung von unserem Fachverband?

Moderatoren: ***Norbert Zoubek*** und ***Rainer Gellermann***

Thema 4: Aktuelle Themen des Strahlenschutzes

Die ICRP hat angekündigt, dass sie das System der Empfehlungen im Strahlenschutz zusammen mit den Anwendern und Anwenderinnen überarbeiten und „fit for purpose" machen wollen. Erste webbasierte Veranstaltungen zu ausgewählten Themen haben bereits stattgefunden.

Themen für die Praxis des Strahlenschutzes

Die ICRP blickt aber von der Höhe der Wissenschaft auf die für die Praxis relevanten Themen. Aus Sicht der Praxis ist aber zu fragen, wo das bestehende Strahlenschutzsystem tatsächlich krankt und wo es sich bewährt hat.

Folgende Fragen sollen als Anstoß für die Diskussion dienen und diskutiert werden:

1. Wie intensiv soll sich der FS in die Revision der internationalen Strahlenschutzempfehlungen einbringen?
2. Welche spezifischen Themen sind im Fokus der Mitglieder? Wozu können wir kompetent Stellung nehmen?
3. Kümmern wir uns ausreichend und kompetent um alle relevanten Themen im Strahlenschutz, z. B. um Lehren aus Vorfällen oder um das Thema Rechtfertigung?

Moderatoren: ***Werner Rühm*** und ***Renate Czarwinski***

Thema 5: Effektive Kooperation der FS-Arbeitskreise, effektives Verbandsmanagement

Die 14 Arbeitskreise des FS (AK) und der in diesen Arbeitskreisen ablaufende Fachaustausch sind die Kompetenzsäulen, aus denen der Nutzen einer Mitgliedschaft im FS erwächst.
Mit der Weiterentwicklung des Strahlenschutzes verändern sich auch die Inhalte, die in den Arbeitskreisen zu besprechen sind. In den vergangenen Jahren haben sich aber auch die Möglichkeiten weiterentwickelt, wie die Arbeit der AK gestaltet werden kann.

Folgende Fragen sollen als Anstoß für die Diskussion dienen und diskutiert werden:

1. Entsprechen unsere Arbeitskreise den heutigen Anforderungen oder wäre eine Umstrukturierung sinnvoll? Wenn ja, wie?
2. Was erwarten die Mitglieder vom Vorstand des FS in Bezug auf eine engere Vernetzung und effektiven Informationsaustausch?
3. Ist die Bildung des AK-Forums ein Schritt in die richtige Richtung?
4. Wo besteht (auch kleinteilige) Verbesserung in der Vernetzung und im Informationsangebot?
5. Wie kann die Einbeziehung des FS durch Behörden und durch Kooperationen erhöht/verbessert werden (Kompetenzanerkennung des FS)?
6. Ist die Geschäftsstelle personell besser auszustatten, auch wenn dies zu einer Erhöhung der Beiträge führt? Würde sich dies negativ auf die Mitgliederzahlen auswirken?
7. Wie kann der Strahlenschutz als Beruf attraktiver werden? Was erwarten Studenten und Studentinnen vom FS?
8. Welche Plattformen für Diskussionen sind sinnvoll und welche sollten wir neu einrichten?
9. Schmoren wir zu sehr „im eigenen Saft"? Sollen wir intensiver mit anderen Fachgesellschaften (national wie international) zusammenarbeiten?

Weiterentwicklung des Strahlenschutzes

Durch virtuelle Konferenzen entfallen Reisekosten und Reisezeiten, was für viele Mitglieder eine Teilnahme an Sitzungen vereinfacht. Auch die Arbeit in themenbezogenen Arbeitsgruppen hat durch die modernen Kommunikationswege einen positiven Schub erhalten. Trotzdem stellen sich einige Fragen, die wir gern diskutieren möchten.

Moderatoren: ***Jörg Feinhals*** und ***Christoph Wilhelm***

Renate Czarwinski, Rainer Gellermann ❑

Virtuelle Experimente aller Art – verschiedene Formen und Anwendungen im Vergleich

Insbesondere die Coronakrise und die damit einhergehenden Betretungsverbote von Lernorten wie Schulen und Hochschulen haben der Entwicklung von alternativen Unterrichtsmodellen einen enormen Schub verliehen. Naturgemäß besonders anspruchsvoll ist es dabei, eine gute Alternative für praktische Versuche in Laboren zu entwickeln. Dabei geht es nie darum, echte Experimente durch diese Alternativen zu ersetzen.

Aber nicht nur in Pandemiezeiten ist die Durchführung von Experimenten mit radioaktiven Stoffen häufig mit administrativen, finanziellen oder organisatorischen Hürden verbunden, die auch in der Vergangenheit dazu geführt haben, dass die Bereitschaft zur Durchführung von realen Versuchen eher abgenommen hat:

Da können virtuelle Experimente eine gute Alternative sein!

Einsatz von digitalen Medien im Physikunterricht

Digitale Medien erhalten einen immer höheren Stellenwert im Alltagsleben von Heranwachsenden und haben daher auch in der Schule ihren Anwendungsbereich. Durch den Einsatz von digitalen Medien kann der Physikunterricht abwechslungsreich und alltagsnäher gestaltet werden. Beim Einsatz sogenannter „neuer Medien" geht es nicht darum, Realexperimente zu ersetzen, sondern mehr Experimente für die Schüler:innen zu ermöglichen. Beispielsweise haben viele Schulen kein ausreichendes Material, um Experimente mit radioaktiven Strahlern als Realexperimente durchzuführen. Außerdem scheuen zunehmend Schulen und die zuständigen Behörden den administrativen Aufwand, der zur Durchführung von Experimenten mit radioaktiven Präparaten notwendig ist, wie zum Beispiel durch die Bestellung von Strahlenschutzbeauftragten oder die Finanzierung der notwendigen Sachverständigenprüfungen.

Experimente mit radioaktiven Strahlern

Als Konsequenz daraus nimmt die Anzahl der Schulen, in denen Schüler:innen im Physikunterricht eigenständig Messwerte mit einem Zählrohr aufnehmen können, eher ab und die Praxis zum Thema „Radioaktivität" in den Schulen geht verloren.

Praxis geht verloren

Eine Möglichkeit, im Unterricht trotzdem zu experimentieren, sind virtuelle Experimente, die mithilfe von digitalen Medien in den Unterricht integriert werden können.

Experimente im Rahmen der Jahrestagung in Konstanz

Im Folgenden werden verschiedene virtuelle Experimente vorgestellt, die mögliche Alternativen zu realen Experimenten darstellen. Das Besondere daran ist, dass Sie alle diese Experimente im Rahmen der Jahrestagung in Konstanz selbst ausprobieren können, wenn Sie möchten.

Der FS-Arbeitskreis Ausbildung (AKA) wird am Dienstag- und Mittwochnachmittag (27. und 28. September 2022) bei der Tagung in Konstanz parallel zu den Diskussionsrunden in einem separaten Raum die virtuellen Experimente zum Ausprobieren für Sie bereithalten – kommen Sie einfach vorbei!

Virtual Reality – Augmented Reality – interaktive Bildschirmexperimente

In diesem Artikel wird zuerst ein Virtual Reality Experiment (VRE) zur Bestimmung der Halbwertszeit von Barium-137m vorgestellt.

Dieses Experiment ist von der Uni Mainz mit finanzieller und inhaltlicher Unterstützung des FS entwickelt worden und Ihnen vielleicht schon bekannt.

Anschließend wird eine Augmented-Reality(AR)-App präsentiert, die Experimente zur Reichweite und zum Durchdringungsvermögen von ausgewählten Alpha-, Beta- und Gamma-Strahlern ermöglicht.

Im Weiteren werden eine virtuelle Laborumgebung präsentiert, in der wesentliche sicherheitstechnische Merkmale eines Radionuklidlabors erkannt und bewertet werden können, und interaktive Bildschirmexperimente, sogenannte IBEs, beschrieben.

Virtuelle Laborumgebung

Am Ende wird ein neues Projekt vorgestellt, in dem Virtual-Reality(VR)-Brillen im Physikunterricht genutzt werden sollen, um radioaktive Zerfälle auf einer Nuklidkarte nachvollziehen zu können.

Zu jedem Experiment wird kurz die virtuelle Methode vorgestellt. Anschließend werden die Grundlagen des Experiments oder der Experimente dargelegt und Funktionen der Anwendungen erklärt.

Virtual-Reality-Experiment (VRE) zur Bestimmung der Halbwertszeit von Barium-137m

Virtuelle Experimente in Form von Bildschirmexperimenten simulieren Laborumgebungen. Diese haben den Anspruch, Experimente möglichst realistisch virtuell zu ermöglichen. Ähnlich wie in Computerspielen kann sich die nutzende Person durch die Nutzung eines Touchscreens oder der Maus und der Tastatur in der virtuellen Umgebung bewegen und mit virtuellen Gegenständen interagieren.

Das VRE simuliert einen Caesium-Barium-Isotopengenerator.

Das Experiment baut darauf auf, dass Caesium-137 in den metastabilen Zustand Barium-137 zerfällt. Dieses zerfällt weiter unter Abgabe von Gamma-Quanten mit einer Energie von 661 keV in einen stabilen Zustand. Die Halbwertszeit von Barium-137m kann durch die Messung der detektierten Impulse in regelmäßigen Zeitabständen aus der Abklingkurve bestimmt werden. Aufgrund einer Halbwertszeit von 2,55 Minuten von Barium-137m eignet sich der Zerfall gut für den Schulunterricht. Aus einer Abklingkurve über 15 bis 20 Minuten kann die Halbwertszeit bereits bestimmt werden. Dieses Experiment gehört zu den klassischen Schulexperimenten, die früher an Schulen durchgeführt wurden. Dafür wurden Isotopengeneratoren mit einer Bauartzulassung verwendet.

Caesium-Barium-Isotopen-generator

Alternativ: das virtuelle Experiment

Nach der Verschärfung der Bestimmungen für die Bauartzulassungen durch die StrlSchV von 2001 und nach Ablauf der Übergangsfrist für Bauartzulassungen 2011 muss der Isotopengenerator nun genehmigungsbedürftig betrieben werden, wenn er neu erworben wird. Diesen Aufwand scheuen viele Schulen und hier kann das virtuelle Experiment dann alternativ verwendet werden.

Beschreibung des Experiments

Für die Umsetzung des Experiments wurde eine Laborumgebung programmiert, die in Abbildung 1 zu sehen ist. Auf einem Labortisch stehen alle Materialien zur Verfügung, die für die Durchführung des Experiments benötigt werden. Am unteren Bildschirmrand befindet sich eine Symbolleiste, wo mittig der Blickwinkel auf den Tisch eingestellt werden kann. Rechts neben den Lupen kann ein Geräteschnellzugriff geöffnet werden. In der rechten Ecke können weitere Optionen ausgewählt werden. Beispielsweise finden sich hinter dem Buch eine Versuchsbeschreibung und eine Versuchsdurchführung.

Dem Geräteschnellzugriff auf der linken Seite des Bildschirms ist zu entnehmen, dass vor Start des Experiments Schutzmaßnahmen getroffen werden müssen. Handschuhe und ein Kittel sind im Labor zu finden.

Als Nächstes kann der Isotopengenerator aufgebaut und benutzt werden. Alle Materialien dafür befinden sich auf der gelben Ablage. Mithilfe der zur Verfügung gestellten Spritze kann die Eluationslösung aufgezogen und gleichmäßig durch den Generator gedrückt werden. Dieser Vorgang ist in Abbildung 2 dargestellt.

Der Abbildung ist zu entnehmen, dass die befüllte Spritze oben an den Generator angesetzt wird. In der Petrischale sammelt sich dann eine Flüssigkeit mit dem gelösten metastabilen Barium-137. Diese Petrischale kann anschließend unter das Geiger-Müller-Zählrohr geschoben und ausgemessen werden, siehe Abbildung 3.

Hierzu sollen Messwerte für die detektierten Impulse in regelmäßigen Abständen aufgenommen werden. Es gibt 2 verschiedene Möglichkeiten, Messwerte aufzunehmen: Einerseits können die Stoppuhr und der Digitalzähler im Geräteschnellzugriff genutzt werden. Andererseits können auch die Anzeige und die Stoppuhr auf dem Labortisch genutzt werden. Zur korrekten Versuchsdurchführung zählt auch das Aufräumen des Labortisches, beispielsweise muss dazu die Petrischale in den gelben Abfallbehälter hinten rechts auf dem Tisch geräumt werden.

Einsatz des Experiments

Das Experiment mit einem Caesium-Barium-Isotopengenerator findet in der Schule bei der Einführung und Besprechung von Halbwertszeiten Anwendung. Durch die Nutzung digitaler

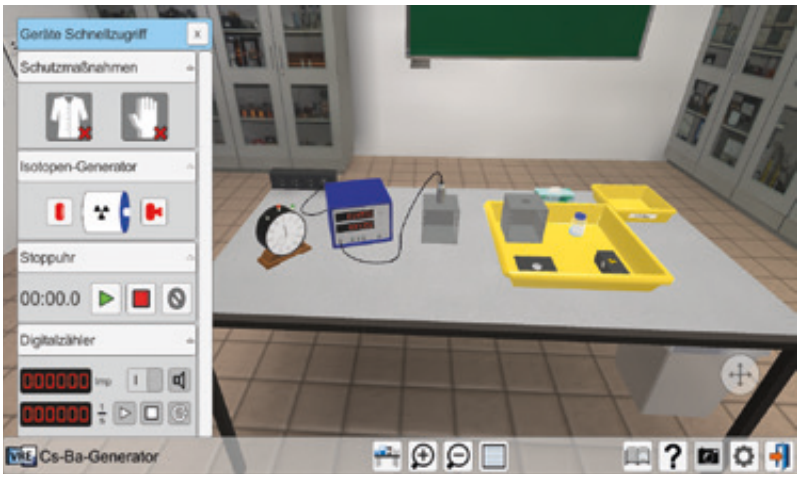


Abb. 1: VRE-Laborumgebung für den Caesium-Barium-Generator. Auf dem Labortisch sind die Materialien für die Durchführung zu sehen. Der Geräteschnellzugriff links stellt ein Gerüst für die Versuchsdurchführung dar. Über eine Symbolleiste unten am Bildschirmrand können beispielsweise die Blickwinkel eingestellt, der Schnellzugriff geöffnet oder eine Versuchsbeschreibung und -durchführung geöffnet werden.

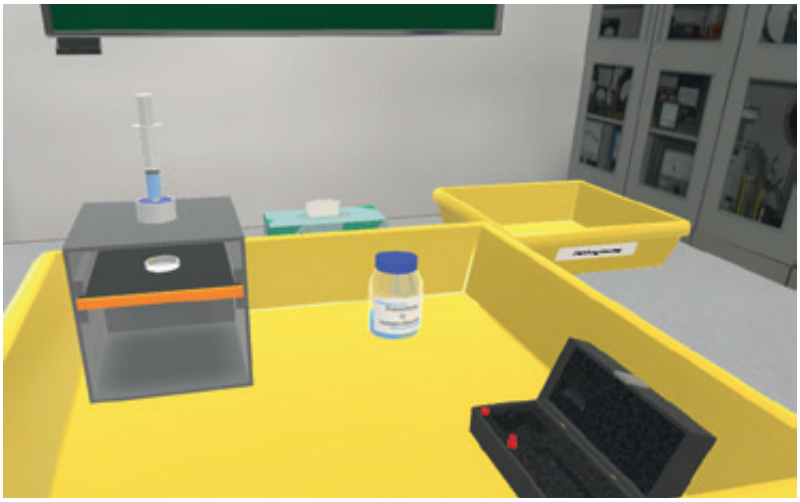


Abb. 2: In der Halterung wurde der Isotopengenerator eingesetzt. Oben kann die mit Eluationslösung befüllte Spritze angesetzt werden. Die Lösung wird langsam durch den Generator gedrückt. Mit der Petrischale wird eine Lösung aufgefangen, in der Barium-137m gelöst ist.

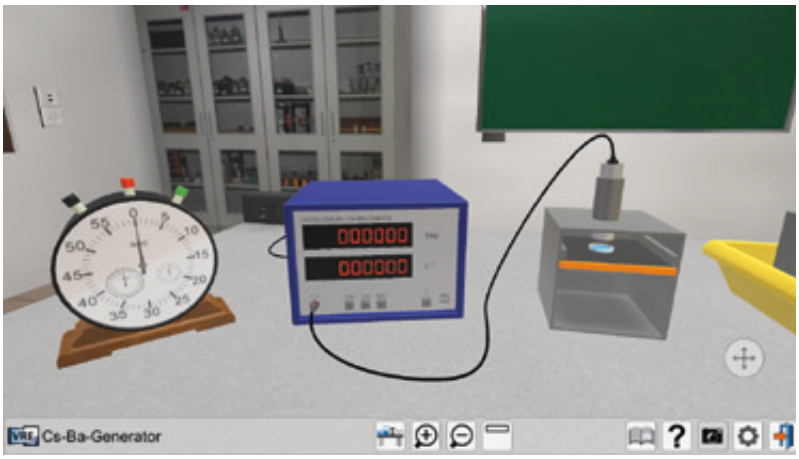


Abb. 3: In der Halterung ist oben ein Geiger-Müller-Zählrohr befestigt. Unter das Zählrohr kann die Petrischale geschoben werden. Durch Starten des Zählers können die detektierten Impulse gemessen werden.

Medien kann der Unterricht abwechslungsreich gestaltet werden und ermöglicht gleichzeitig praktische Erfahrungen, die die Inhalte nachhaltiger festigen können als eine theoretische Besprechung im Unterricht.

Darüber hinaus eignet sich die VR-Umgebung durch ihren Aufbau auch für heterogene Klassen. Zum Beispiel stellt das Hinzuschalten des Geräteschnellzugriffes eine Hilfestellung dar, die genutzt werden kann, aber nicht muss. Für weitere Hilfe kann auch die Versuchsdurchführung geöffnet werden. So kann jeder Lernende eigenständig wählen, wie viel Unterstützung er in Anspruch nimmt, um das Experiment erfolgreich durchzuführen.

Unterstützung des FS für das VR-Experiment

Das Experiment wurde mit finanzieller und fachlicher Unterstützung des Fachverbandes für Strahlenschutz von der Universität Mainz entwickelt. Das VR-Experiment kann auf der Internetseite des Fachverbandes heruntergeladen werden. Dort stehen auch weitere Materialien, wie eine Anleitung oder vorgefertigte Exceltabellen, zur Auswertung bereit.

VR-Experiment auf der FS-Internetseite

Ein zweites VRE zu grundlegenden Eigenschaften von Strahlungsarten, das ebenfalls mit FS-Unterstützung von der Uni Mainz entwickelt wurde, steht zum Zeitpunkt des Redaktionsschlusses für diese Aufgabe kurz vor der Fertigstellung und kann hoffentlich ebenfalls im Rahmen der Jahrestagung in Konstanz gezeigt werden.

Augmented-Reality-Experiment zu den Eigenschaften von Strahlungsarten

Anders als in einer Virtual-Reality-Umgebung bedeutet Augmented Reality (AR), dass ein reales Bild oder Video virtuell durch zusätzliche Informationen erweitert wird.

Für die hierfür entwickelte App heißt das, dass mithilfe der Kamera sogenannte Bildmarker überlagert werden.

Augmented-Reality-Experiment per App

Die Bildmarker werden dafür auf einen Tisch gelegt, mit der App eingescannt und dann mit virtuellen Experimentiergeräten überlagert. Dies ist in Abbildung 4 zu sehen.

Mit den Experimenten in Augmented Reality können die Reichweite und das Durchdringungsvermögen von Alpha-, Beta- und Gamma-Strahlung an ausgewählten Präparaten untersucht werden.

Es stehen 3 Bildmarker zur Verfügung, die mit einer Strahlungsquelle, einem Detektor oder Abschirmungsmaterialien überlagert werden.

In der AR-Umgebung kann mithilfe von Drop-down-Menüs zwischen weiteren Einstellungen gewählt werden.

Das Drop-down-Menü, das sich durch das Antippen auf die Strahlungsquelle öffnet, erlaubt die Wahl zwischen 5 verschiedenen Präparaten.

Es wird angenommen, dass jedes Präparat genau eine Strahlung emittiert.

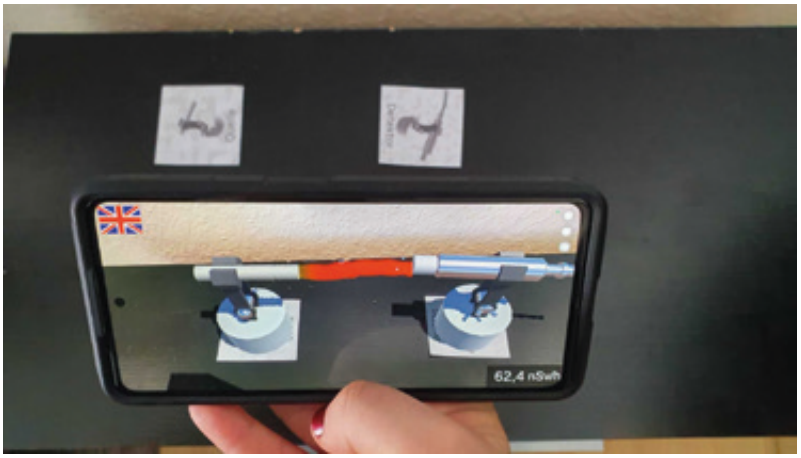


Abb. 4: Beispiel für die Funktion der Augmented-Reality-App: Im Hintergrund sind die Bildmarker in Realität zu sehen. Im Vordergrund auf dem Display ist zu sehen, dass die Bildmarker mit dreidimensionalen virtuellen Geräten überlagert wurden.

Zur Auswahl stehen:

2 Alpha-Strahler

- Americium-241 mit einer Aktivität von A = 0,49 kBq und
- Radium-226 mit A = 60 kBq.

Beta-Strahler

- Strontium-90 mit einer Aktivität von A = 2,87 kBq

2 Gamma-Strahler

- Cobalt-60 mit A = 41,8 kBq und
- Caesium-137 mit A = 18 MBq.

Außerdem steht ein Geiger-Müller-Zählrohr als Detektor zur Verfügung. So können die Impulsraten der jeweiligen Präparate gemessen werden. Dazu werden entweder die Messwerte in Impulse pro Sekunde angezeigt oder man führt eine Messung über ein bestimmtes Zeitintervall durch. Ebenfalls möglich ist die Auswahl eines Dosisleistungsmessgeräts, das Messwerte in nSv/h anzeigt. Zusätzlich kann auch das Mobilgerät, auf dem die App ausgeführt wird, als Dosisleistungsmessgerät genutzt werden. Die Anzeige unten rechts im Bildschirm gibt jederzeit die Dosisleistung am Mobilgerät in nSv/h an, siehe beispielsweise Abbildung 5.

Dosisleistung am Mobilgerät in nSv/h

Soll untersucht werden, welche Abschirmungsmaterialien besonders geeignet sind, um eine der Strahlungsarten abzuschirmen, können je nach Präparat verschiedene Materialien gewählt werden.

Für **Beta-Strahlung** können Aluminium und Polyethylen in mehreren Schichtdicken genutzt werden.

Die Abschirmung von **Gamma-Strahlung** kann mit Blei, Beton und Eisen untersucht werden.

Für **Alpha-Strahlung** wird angenommen, dass jedes vorhandene Material die Strahlung vollständig abschirmt.

Abschirmungsmaterial geeignet?

Mit diesen Hilfsmitteln können nun verschiedene Experimente durch Legen der Bildmarker in Realität auf einen Tisch aufgebaut werden.

Experimente in der AR-Umgebung

Die folgenden Experimente können anschließend in der AR-Umgebung durchgeführt werden.

(1) **Hintergrundstrahlung** kann bei allen möglichen Detektoreinstellungen und über die Dosisleistungsanzeige am Displayrand festgestellt werden. Die Messungen werden dabei alle in der AR-Umgebung durchgeführt.

(2) **Impulsrate oder Dosisleistung** der Strahlung können **für verschiedene Abstände zwischen Quelle und Detektor** aufgenommen werden. Die Abstände werden dabei in Realität als Abstände der Bildmarker mit zum Beispiel einem Lineal gemessen. Ein beispielhafter Aufbau mit Strontium-90 ist in Abbildung 5 zu sehen.

(3) **Impulsrate oder Dosisleistung** der Strahlung können **für einen festen Abstand durch verschieden dicke Abschirmungen** gemessen werden. Die Dicke der Abschirmung kann nach Materialwahl mit einem Schieberegler in der AR-Umgebung angepasst werden.

Einsatz der App für Augmented-Reality-Experimente

Auch hier gilt, dass die Experimente keinesfalls Realexperimente ersetzen sollen. Vielmehr können die Experimente als Ergänzung im Physikunter-

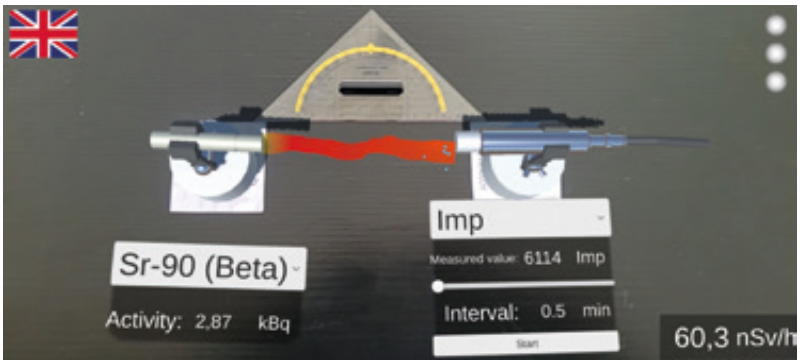


Abb. 5: Beispielhafter Versuchsaufbau für eine Messreihe zur Reichweite von Strontium-90 in Luft. Mithilfe des Geodreiecks wird der Abstand zwischen den Bildmarkern gemessen und in der AR-Umgebung können dann Messungen für verschiedene Abstände gestartet werden.

richt genutzt werden. Durch eine zusätzliche Visualisierung der Strahlung kann die Ausbreitung von ionisierender Strahlung verdeutlicht werden und so zu einem besseren Verständnis dieser führen. Auch ein Zeitvorteil kann sich mit der Nutzung der App ergeben. Es hat sich gezeigt, dass nach einer einmaligen ausführlichen Einführung in die Funktionen der App, die Experimente einfach umgesetzt werden können. Da nur die Bildmarker und ein entsprechendes Endgerät benötigt werden, ist auch der Materialaufwand minimal. So geht das Austeilen von Material deutlich schneller als das Nutzen klassischer Geräte. Schnelles Vorführen von Eigenschaften ionisierender Strahlung oder Nachprüfen dieser zur Verständnisunterstützung sind so ohne großen Aufwand möglich. Auch kann die App eigenständig zu Hause genutzt werden. So können Hausaufgaben und Lernen für Arbeiten anschaulicher und abwechslungsreicher gestaltet werden.

Kein Ersatz für Realexperimente

Entstehung und Verfügbarkeit der App

Die App entstand als Kooperationsprojekt des Instituts für Radioökologie und Strahlenschutz der Universität Hannover und des Instituts für Simulation und Graphik der Universität Magdeburg und wurde im Rahmen von A-CINCH mit Mitteln aus dem Euratom-Forschungs- und Ausbildungsprogramm 2019-2020 gefördert. Die aktuelle Version der App ist in 5 Sprachen verfügbar und kann für Android unter dem folgenden Link heruntergeladen werden:
https://seafile.projekt.uni-hannover.de/d/dd033aaaf5df4ec18362/

VR-Simulationen eines Radionuklidlabors

Bereits in der SSP 2/2020 wurde ein virtuelles Radionuklidlabor beschrieben, das im Rahmen des Europäischen MEET-CINCH-Projekts für die Schulung von Behördenmitarbeiter:innen entwickelt wurde (siehe Abbildung 6). Ziel war es, für 3 verschiedene Szenarien auf Grundlage der Anforderungen aus der DIN 25425 durch eine Begehung des virtuellen Labors zu überprüfen, ob die technische und bauliche Ausstattung des Labors genehmigungsfähig ist. Gleichzeitig kann das virtuelle Labor aber auch verwendet werden, um in anderen Kontexten grundlegende Sicherheitsanforderungen für Radionuklidlabore zu vermitteln.

Abb. 6: Das virtuelle Radionuklidlabor aus MEET-CINCH

Im HORIZON-2020-Projekt A-CINCH, das das Nachfolgeprojekt von MEET-CINCH darstellt, wird dieses virtuelle Radionuklidlabor weiter ausgebaut. Neben zusätzlichen Räumen werden auch strahlenschutzrelevante Prozeduren, wie das Ein- und Ausschleusen in ein Radionuklidlabor, mitberücksichtigt. Anders als im „alten" Radionuklidlabor können nun auch Gegenstände bewegt und radiochemische Experimente durchgeführt werden.

Radiochemische Experimente

Insgesamt wird das neue Labor bestehen aus

- einem Strahlenschutz-Labor (RP-Lab),
- einem Hauptlabor zur Durchführung radiochemischer Experimente (Main Lab),
- einem Bereich für die Neutronen-Aktivierungsanalyse (NAA-Lab),
- einem eigenen Messraum,
- einem Raum zur Dekontamination sowie
- einer Eingangs- und Ausgangsschleuse (siehe Abb. 7).

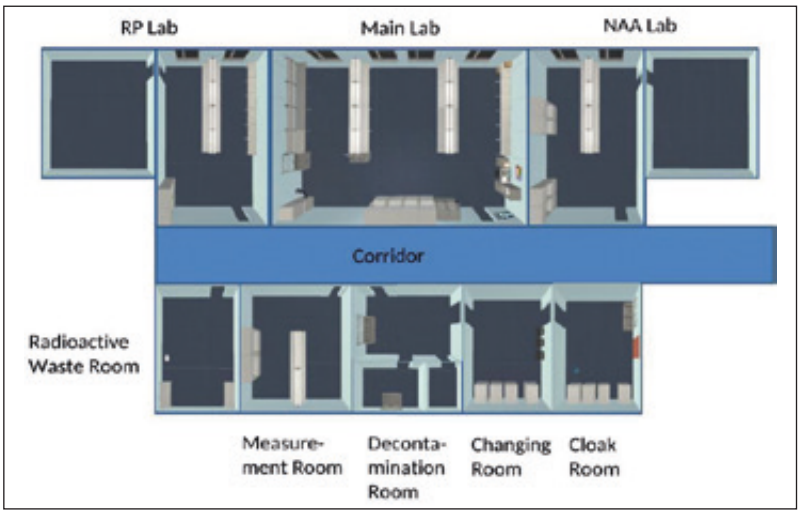


Abb. 7: Übersichtsplan des in A-CINCH erweiterten virtuellen Labors

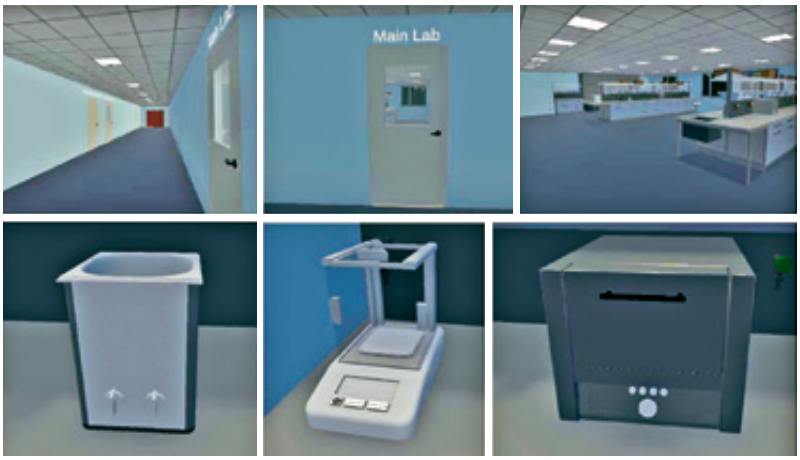


Abb. 8: Zu sehen sind der Flur, der Eingang zum Hauptlabor sowie die Innenansicht des Labors. Darunter sind einzelne Laborgegenstände wie ein Ultraschallbad, eine analytische Waage und ein Muffelofen abgebildet.

Abbildung 8 zeigt erste Innenansichten der Labore sowie beispielhaft 3-D-modellierte Gegenstände.

Interaktive Bildschirmexperimente zu Grundlagen der Radioaktivität

Ein „Interaktives Bildschirmexperiment" (IBE, engl. Interactive Screen Experiment ISE) verwendet reale Abbilder (entweder Fotos oder Videos), um physikalische Effekte im Experiment zu demonstrieren.

Experimentelle Daten werden dabei so mit den realen Abbildern verbunden, dass Experimentierende zumeist durch Klicken auf vorher festgelegte Bereiche in den realen Abbildern Handlungen im Experiment starten kann und damit schrittweise das Experiment durchführt. Die dafür notwendigen experimentellen Daten wurden zumeist vorab im realen Experiment ermittelt. Dies ermöglicht, anders als beim linearen Betrachten eines Videos, eine multidimensionale Durchführung des Experiments, da ähnlich wie bei einer Simulation mehrere Parameter des Experiments verändert werden können.

Im realen Experiment ermittelt

Am Institut für Radioökologie und Strahlenschutz der Leibniz Universität Hannover sind im Rahmen von MEET-CINCH verschiedenen IBEs entwickelt worden, die sich gerade während der Coronapandemie als äußerst hilfreich erwiesen haben (siehe http://ibe.irs.uni-hannover.de/ibes/de/).

Neben einfachen Versuchen zur Schwächung von Röntgenstrahlung können hier gammaspektrometrische Analysen und eine Ionenchromatografie als IBE durchgeführt werden. Ebenfalls als IBE umgesetzt wurde ein Versuch zur Neutronen-Aktivierung (siehe http://ibe.irs.uni-hannover.de/NAA/NAA.html und Abbildung 9).

Vorteilhaft ist hier vor allem, dass die Durchführung dieser Versuche (wie recht häufig bei Kernstrahlungsmessungen) recht repetitiv ist – und zwar sowohl im echten Experiment wie auch im IBE.

Wenn also der Versuchsaufbau und die prinzipielle Durchführung einmal verstanden wurden, unterscheidet sich das tatsächliche Experiment in der Realität recht wenig von der Version als IBE. Vorteilhaft ist beim IBE sogar, dass jeder Versuchsteilnehmer:innen eigenständig den Versuch durchführen kann und dieser nicht (wie in der Realität häufig) von einer Person als Demonstrationsexperiment vorgeführt wird, während die anderen Teilnehmer:innen zuschauen.

Versuch eigenständig durchführen

Verfügbarkeit der IBEs

Eine sehr schöne Sammlung von IBEs zu grundlegenden Experimenten inklusive Begleitmaterial wie Beschreibungen und Arbeitszettel findet sich hier: https://tetfolio.fu-berlin.de/tet/1134772

Diese Versuche entsprechen denen, die im Curriculum der Sekundarstufe 1 der meisten Bundesländer im Fach Physik im Themengebiet „Radioaktivität" vorgesehen sind. Sie behandeln die gleichen Versuche, die vom FS als VR-Experimente zusammen mit der Uni Mainz entwickelt werden sollen. Gerne können Sie beide Varianten (reine VR-Simulationen und IBEs) im Rahmen der Jahrestagung in Konstanz

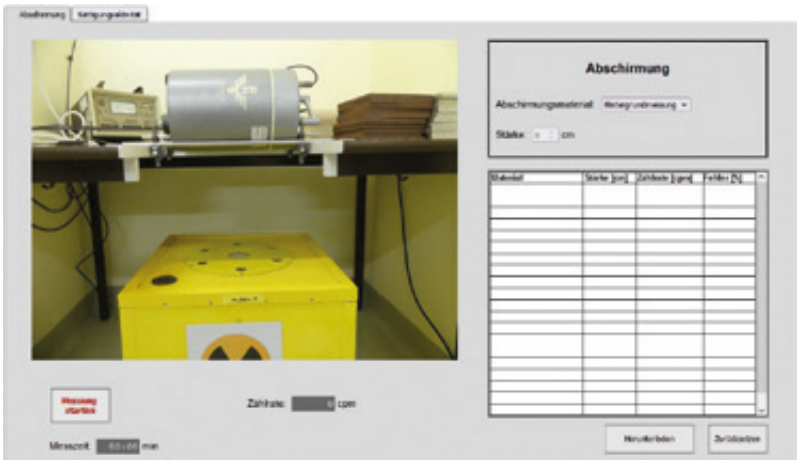


Abb 9: Screenshot des IBEs zur Neutronen-Aktivierung. Neben der Untersuchung der Schwächung von Neutronen durch verschiedene Materialien sieht ein Versuchsteil auch die Bestimmung einer Sättigungs-Aktivitätskonzentration vor.

ausprobieren und miteinander vergleichen. Und gerne können Sie auch alle anderen IBEs testen – entweder mit Ihren eigenen Rechnern oder den dort vor Ort vorhandenen.

Virtual-Reality-Brillen

Virtual-Reality(VR)-Anwendungen finden immer mehr Platz im Leben von Heranwachsenden. Bekannt sind VR-Brillen besonders im Gaming-Bereich, wo sie schon länger im Einsatz sind.

VR-Brillen im Bildungsbereich

Nun startet auch die Nutzung von VR-Brillen im Bildungsbereich und soll auch im Physikunterricht Anwendung finden.

Virtual-Reality-Umgebungen sind programmierte Umgebungen, die möglichst real erscheinen sollen. In diese VR-Umgebungen kann die nutzende Person durch das Aufsetzen einer VR-Brille eintauchen. Nutzende können sich dann in der VR-Umgebung bewegen, in dem er oder sie sich in der Realität bewegt. Durch Nutzung der eigenen Hände oder mithilfe von Controllern kann mit virtuellen Gegenständen interagiert werden.

Ein neues Projekt ist eine Virtual-Reality-Umgebung, in der Zerfallsreihen veranschaulicht werden. Zurzeit umfasst die Anwendung 6 Zerfälle, die durch verschiedene Aktionen der Nutzenden betrachtet werden können. Zur Verfügung steht dafür ein Ausschnitt der Nuklidkarte.

Als Startnuklid wurde Radon-220 gewählt. Die Isotope sind durch ihr Elementsymbol, ihre Massezahl und ihre Halbwertszeit gekennzeichnet. Die Isotope sind auch farblich hinterlegt.

- Nuklide, die Alpha-Strahlung emittieren, sind gelb markiert.
- Beta-Minus-Emitter sind blau und
- Beta-Plus-Emitter rot gekennzeichnet.
- Stabile Nuklide sind schwarz hinterlegt.

Diese Farbgebung und die Zerfallsschemata sind auch in der VR-Umgebung

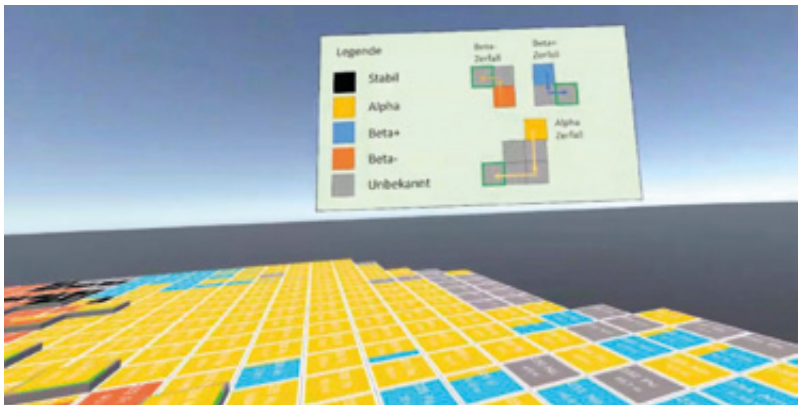


Abb. 10: Die virtuelle Nuklidkarte durch eine VR-Brille gesehen

auf einer Infotafel zusammengefasst, siehe Abbildung 10.

Sollen die Zerfälle in der VR-Umgebung durchgegangen werden, stehen 4 verschiedene Möglichkeiten zur Verfügung. Zuerst kann gewählt werden, ob die Karte auf dem Boden oder an einer virtuellen Wand angezeigt wird. Liegt der Ausschnitt auf dem Boden, so kann die nutzende Person die Zerfälle abgehen und die jeweiligen Nuklide durch das Ausrichten ihres Blickes auswählen.

Alternativ können die Controller genutzt werden, um auf die jeweiligen Isotope zu zeigen. Diese können auch genutzt werden, um die Nuklide an der Wand auszuwählen.

Dreidimensionale Wahrnehmung geschult

Mit der Karte an der Wand kann auch der Zeigefinger zum Auswählen der Nuklide genutzt werden. Wurde ein Nuklid ausgewählt, so erscheint ein grüner Rand, wenn das richtige Tochternuklid ausgewählt wurde. Ein falsches Nuklid wird rot umrandet.

Ein Vorteil von Virtual-Reality-Umgebungen ist, dass durch das Erleben der Inhalte in der Umgebung, das Wissen nachhaltig gespeichert werden kann. Darüber hinaus wird auch die dreidimensionale Wahrnehmung geschult. Im Gegensatz zu einer Nuklidkarte in der Realität wirkt die Anwendung in VR motivierend und begeisternd auf die Lernenden. Hier spielt auch eine Rolle, dass die Nutzung der VR-Brille eine neue und praktische Erfahrung darstellt, die die Lernenden aktiv einbezieht. Dadurch scheint die VR-Anwendung einen sinnvollen Einsatz digitaler Medien im Physikunterricht zu ermöglichen. Untersuchungen zur Bestätigung dieser Annahme stehen noch aus.

Entstehung der App

Die App wurde im Rahmen einer Masterarbeit am Institut für Simulation und Graphik an der Universität Magdeburg programmiert und in Zusammenarbeit mit dem Institut für Radioökologie und Strahlenschutz der Universität Hannover entwickelt. Für die nahe Zukunft sind eine Erweiterung des Ausschnitts aus der Nuklidkarte und die Ergänzung weiterer Zerfälle geplant.

Fazit und Einladung

Die beschriebenen „Virtuellen Experimente zu Radioaktivität und Strahlenschutz" werden im Rahmen der FS-Jahrestagung in Konstanz gezeigt.

Wir laden Sie ein:

Der FS-Arbeitskreis Ausbildung (AKA) wird am Dienstag- und Mittwochnachmittag (27. und 28. September 2022) parallel zu den Diskussionsrunden in einem separaten Raum die virtuellen Experimente zum Ausprobieren für Sie bereithalten – kommen Sie einfach vorbei!

Charlotte Schütte,
Jan-Willem Vahlbruch ❑

Aktuelle Strahlenschutzthemen in der Diskussion – Resümee

Die Bandbreite der in den Diskussionsrunden behandelten Themen spiegelt die Vielfalt und die Interdisziplinarität des Strahlenschutzes wider.

Auffällig ist bei allen hier angesprochenen Themen die gesellschaftliche Relevanz, die sich wie ein roter Faden durch das Programm zieht. Dies gilt gleichermaßen für die ionisierende wie auch für die nichtionisierende Strahlung, wie auch der Round-Table zum Thema Kommunikation mit der Bevölkerung eindrücklich zeigt. Offensichtlich ist dies bei altbekannten Themen wie dem „Notfallschutz" oder auch bei neueren wie dem „Umgang mit Radon".

Bei manchen Themen, wie der „Neudefinition von Dosisgrößen", mag diese Relevanz auf den ersten Blick nicht sichtbar sein – handelt es sich doch um ein eher speziell fachlich geprägtes Feld. Doch tatsächlich hätten die angedachten neuen Definitionen der Dosisgrößen wahrscheinlich sehr wohl erheblichen Einfluss auf den praktischen Strahlenschutz (zumindest in einem beruflichen Kontext) – genauso wie die Frage, wie die ICRP zukünftig den Strahlenschutz weiterentwickeln wird (und ob und, wenn ja, wo dies überhaupt notwendig sein wird).

Weiterentwickelt haben sich auch die technischen Möglichkeiten im Hinblick auf virtuelle Realitäten. Ob da tatsächlich in jedem Fall eine Weiterentwicklung stattfindet oder sich vielleicht auch Sackgassen auftun, mag jeder für sich selbst entscheiden.

Appell

Gut wäre es, wenn die Ergebnisse der Diskussionsrunde, die die Arbeit im FS selbst in den Mittelpunkt rückt, solide Erkenntnisse dazu liefern, welche Themen und Anliegen aus Sicht der Mitglieder im FS diskutiert und behandelt werden sollten. Denn dann können die wichtigen Themen weiterhin im Fachverband angesprochen und gemeinsam diskutiert werden – ohne in einer Sackgasse zu landen.

Jan-Willem Vahlbruch

STICHWORTE

Fachverband für Strahlenschutz,
ICRP-Messgrößen,
Radon-Überwachung

LITERATUR

Was erwarten die Strahlenschützer von der ICRP?
(Hansruedi Völkle)

[1] Clement, C.; Rühm, W.; Harrison, J.; Applegate, K.; Cool, D.; Larsson, C.-M.; Cousins, C.; Lochard, J.; Bouffler, S.; Cho, K.; Kai, M.; Laurier, D.; Liu, S.; Romanov, S.: Keeping the ICRP Recommendations Fit for Purpose. In: Journal of Radiological Protection, Volume 41, Number 4 (2021).

[2] Swiss Society of Radiobiology and Medical Physics : Eye lens dosimetry, Recommendations No. 17, September 2021; ISBN 3 908 125 63 4; https://ssrpm.ch/wp-content/uploads/2021/12/recommendations-no17-eye-lens-dosimetry-2021-12.pdf

Dosimetrie: Gestern, heute und morgen 70 Jahre Personendosisüberwachung in Deutschland – Vergangenheit und Zukunft
(Markus Figel)

[1] Langendorff, H.; Spiegler, G.; Wachsmann, F.: Strahlenschutzüberwachung mit Filmen. In: RöFo, 77 (2), 1952, S. 143–153.

[2] Wachsmann, F.: The customary method in Germany for personnel monitoring by film badges. In: IAEA Dosimetry Symposium, Wien 1960.

[3] Brichzy, W.; Wachsmann, F.: Ergebnisse der Strahlenschutzüberwachung nach der Filmschwärzungsmethode in den Jahren 1957 und 1958. In: Atompraxis 5, 1959, S. 305–310.

[4] Drexler, G.; Wachsmann, F.: 25 Jahre Münchener Auswertungsstelle für Strahlendosimeter. In: Kerntechnik, 20 (10), 1978, S. 457–462.

[5] Langendorff, H.; Wachsmann, F.: Ergebnisse der Strahlenschutzüberwachung mit Filmen. In: RöFo, 80 (3), 1954, S. 382–386

[6] Wachsmann, F.; Brichzy, W.; Drexler, D.: Ergebnisse der Strahlenschutzüberwachung nach der Filmschwärzungsmethode in den Jahren 1959–1963. In: „Umweltradioaktivität und Strahlenbelastung" des Bundesministers für wissenschaftliche Forschung III, 1964, S. 185–194.

[7] Gesellschaft für Strahlen- und Umweltforschung mbH, München; Institut für Strahlenschutz: Jahresbericht 1970, Februar 1971, GSF-Bericht S125, Auswertungsstelle für Strahlendosimeter, S. 154–155.

[8] Gesellschaft für Strahlen- und Umweltforschung mbH, München; Institut für Strahlenschutz: Jahresbericht 1973, Juni 1974, GSF-Bericht S310, Auswertungsstelle für Strahlendosimeter, S. 44–46.

[9] Ritzenhoff, K.-H.; Jordan, M.; Hilgers, G.; Böhm, J.; Ambrosi, P.: A new film badge for measurement of the personal dose equivalent Hp(10) using the gliding shadow method, in Proc. 9th Int. Cong. Radiation Protection, Vienna, April 1996, Vol. 4, S. 266–268, 1996.

[10] International Commission on Radiation Units and Measurements, Determination of Dose Equivalents Resulting from External Radiation Sources, ICRU Report 39, ICRU Publications, Bethesda, 1985.

[11] Hoedlmoser H.; et al.: New eye lens dosemeters for integration in radiation protection glasses. In: Rad. Meas. 125, 2019, S. 106–115.

[12] Gesellschaft für Strahlen- und Umweltforschung mbH, München; Institut für Strahlenschutz: Jahresbericht 1976, Juli 1977, GSF-Bericht S469, Auswertungsstelle für Strahlendosimeter, S. 63–66.
[13] Walbersloh, J.; Busch F.: A thin-layer LiF thermoluminescence dosemeter system with fast readout for the use in personal dosimetry services. In: Radiat. Prot. Dosim. 170, 2016, 191–194.
[14] International Commission on Radiation Units and Measurements, Operational Quantities for External Radiation Exposure, In: ICRU Report 95, SAGE Publ., 2020.
[15] Hoedlmoser H.; et al.: BeOSL dosemeters and new ICRU operational quantities: response of existing dosemeters and modification options. In: Rad. Meas. 139, 2020, https://doi.org/10.1016/j.radmeas.2020.106482
[16] Eakins, J.; Tanner, R.: The effects of revised operational dose quantities on the response characteristics of a beta/gamma personal dosemeter. In: J. Radiol. Prot. 39(20), 2019, 399–421.

Dosimetrie: Gestern, heute und morgen Neue Messgrößen für den Strahlenschutz – wird sich der Strahlenschutz nun grundlegend ändern? (Thomas Otto)

[1] International Commission on Radiological Protection: 1990 Recommendations of the International Commission on Radiological Protection. In: ICRP Publication 60, Oxford, 1991.
[2] International Commission on Radiological Protection: The 2007 Recommendations of the International Commission on Radiological Protection. In: ICRP Publication 103, Oxford, 2007.
[3] International Commission on Radiological Protection: Adult Reference Computational Phantoms. In: ICRP Publication 110, Oxford, 2009.
[4] International Commission on Radiological Protection: Conversion Coefficients for Radiological Protection for External Radiation Exposures. In: ICRP Publication 116, Oxford, 2010.
[5] International Commission on Radiation Units and Measurements: Determination of Dose Equivalents Resulting from External Radiation Sources. In: ICRU Report 39, Bethesda, 1985.
[6] International Commission on Radiation Units and Measurements: Quantities and Units in Radiation Protection Dosimetry. In: ICRU Report 51, Bethesda, 1993.
[7] International Commission on Radiation Units and Measurements: Conversion Coefficients for Use in Radiological Protection against External Radiation. In: ICRU Report 57, Bethesda, 1998.
[8] International Commission on Radiological Protection: Conversion Coefficients for Use in Radiological Protection against External Radiation. In: ICRP Publication 74, Oxford, 1996.
[9] International Commission on Radiation Units and Measurements: Operational Quantities for External Radiation Exposure. In: ICRU Report 95, 2020.
[10] Otto, T.: Conversion coefficients from kerma to ambient dose and personal dose for X-ray spectra. In: J. Inst. 14, P11011–P11011, 2019.
[11] Behrens, R.; Otto, T.: Conversion coefficients from total air kerma to the newly proposed ICRU/ICRP operational quantities for radiation protection for photon reference radiation qualities. In: J. Radiol. Prot. 42, 011519, 2022.
[12] Otto, T.: Response of photon dosimeters and survey instruments to new operational quantities proposed by ICRU RC26. In: J. Inst. 14, P01010–P01010, 2019.
[13] Ekendahl, D. et al.: Response of Current Photon Personal Dosemeters to New Operational Quantities. In: Radiation Protection Dosimetry 190, S. 45–57, 2020).
[14] Eakins, J. S.; Tanner, R. J.: The effects of revised operational dose quantities on the response characteristics of a beta/gamma personal dosemeter. In: J. Radiol. Prot. 39, 399–421, 2019.
[15] Hoedlmoser, H., Bandalo, V.; Figel, M.: BeOSL dosemeters and new ICRU operational quantities: Response of existing dosemeters and modification options. In: Rad. Meas. 139, 106482, 2020.
[16] Caresana, M.; et al.: Impact of new operational dosimetric quantities on individual monitoring services. In: J. Radiol. Prot. 41, S. 1110–1121, 2021.

AUTORINNEN UND AUTOREN

Martin Brose

- Beiträge des AKNIR zur Jahrestagung 2022

Dipl.-Phys. Martin Brose; Studium der Physik in der GM-Uni-Duisburg, Abschluss 1992; Technischer Referent bei der BG ETEM (Vorläufer: BGFE), seit 1992 Leiter des SG „Nichtionisierende Strahlung" innerhalb der DGUV-Fachbereiche; stellvertretender Leiter des DKE-Normungsgremiums K841 „Optische Strahlungssicherheit", Mitarbeiter im TC 76 „Optical radiation safety and laser equipment", Leiter des Arbeitskreises „Laserstrahlung" im Unterausschuss 4 des Ausschusses für Betriebssicherheit im BMAS; wissenschaftlicher Mitarbeiter am Peter Grünberg Institut (PGI-6) des Forschungszentrums Jülich; seit 2019 Mitarbeiter des Jülich Short-Pulsed article and Radiation Center (JuSPARC).

ANSCHRIFT DES AUTORS
Berufsgenossenschaft Energie Textil Elektro Medienerzeugnisse (BG ETEM)
Fachgebiet Strahlenschutz
Gustav-Heinemann-Ufer 130
50968 Köln
E-Mail: brose.martin@bgetem.de

Renate Czarwinski

- Der Fachverband, seine Chancen und seine Zukunft

Dipl.-Phys. Renate Czarwinski, geb. 1953; Studium der Physik und Strahlenschutzphysik von 1971 bis 1975 an der TU Dresden, postgraduales Studium „Nukleare Sicherheit und Strahlenschutz" von 1982 bis 1984; 1995–2007 Fachgebietsleiterin im BfS „Externe Exposition und Dosimetrie am Arbeitsplatz"; 2007–2012 Abteilungsleiterin „Radiation Safety and Monitoring" IAEA Wien;

seit 2012 Arbeitsgruppenleiterin „Sicherheit von Strahlenquellen, besondere Vorkommnisse, Bauartzulassungen“ im BfS; von 2012 bis 2016 Präsidentin der International Radiation Protection Association (IRPA).

ANSCHRIFT DER AUTORIN
Bundesamt für Strahlenschutz
Köpenicker Allee 120–130
10318 Berlin
E-Mail: rczarwinski@bfs.de

Markus Figel

- Dosimetrie: Gestern, heute und morgen
  - 70 Jahre Personendosisüberwachung in Deutschland – Vergangenheit und Zukunft

Dipl.-Phys. Markus Figel, geb. 1965; Studium der Physik an der TU München; ab 1993 WTM am Institut für Strahlenschutz des GSF-Forschungszentrums in Neuherberg (seit 2007 Helmholtz Zentrum München) im Bereich Festkörperdosimetrie und Dosimeterentwicklung; 2013–2020 Abteilungsleiter und Messstellenleiter der Auswertungsstelle für Strahlendosimeter (AWST) im Helmholtz Zentrum München; ab 4/2020 Geschäftsführer der Mirion Technologies (AWST) GmbH; seit 1998 Mitglied des AKD; seit 2006 Mitglied im Normenausschuss AA 1 „Dosimetrie“ des NAR-DIN; seit 2001 Mitarbeit in der Arbeitsgruppe WG2 „Harmonization of Individual Monitoring“ von EURADOS und Mitorganisator der internationalen Vergleichsmessungen für Personendosismessstellen in Europa; 2016–2020 A4 der SSK.

ANSCHRIFT DES AUTORS
Mirion Technologies (AWST) GmbH
Otto-Hahn-Ring 6
81739 München
Tel.: +49/89/25 55-2 29 17
E-Mail: mfigel@mirion.com

Klaus Flesch

- Kommunikation mit der Bevölkerung im Angesicht des Ethik-Codes des Fachverbandes für Strahlenschutz
- Erste Ergebnisse aus Radon-Messungen an Arbeitsplätzen – was nun?

Dr. Klaus Flesch, Diplom-Geologe, geb. 1967; 3/1999 bis 3/2002 bei der Baugrund Dresden IGmbH tätig, 4/2002 bis 3/2011 bei der IAF – Radioökologie GmbH, 4/2011 bis 3/2018 Referent beim Sächs. Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie, seit 4/2018 Nuclear Control & Consulting GmbH (Geschäftsführer); seit 2014 Sekretär des Arbeitskreises „Natürliche Radioaktivität“ (AKNAT) des Fachverbandes für Strahlenschutz e. V.

ANSCHRIFT DES AUTORS
Nuclear Control & Consulting GmbH
Hinter dem Turme 24
38114 Braunschweig
E-Mail: klaus.flesch@nuclear-cc.de

Rainer Gellermann

- Kommunikation mit der Bevölkerung im Angesicht des Ethik-Codes des Fachverbandes für Strahlenschutz
- Der Fachverband, seine Chancen und seine Zukunft

Physiker, Dr. rer. nat. habil. der Bergakademie Freiberg (Sachsen). Derzeit: Nuclear Control & Consulting GmbH Braunschweig. Arbeitsgebiete: Radioökologie, radioaktive Altlasten, NORM, Abfallentsorgung, Freigaben, Umweltschutz. Mitglied im FS seit 1993; Mitarbeit in AKNAT und AKE; Mitglied der SSK (2008–2016), Vorsitzender Ausschuss Radioökologie (2008–2009 und 2012–2016). Derzeit Mitglied im SSK-Ausschuss Radioökologie und von Arbeitsgruppen der SSK; Co-Chairman der IRPA-Arbeitsgruppe „NORM in Industry“.

ANSCHRIFT DES AUTORS
Nuclear Control & Consulting GmbH
Hinter dem Turme 28
38114 Braunschweig
E-Mail: rainer.gellermann@nuclear-cc.de

Peter Jeschke

- Beiträge des AKNIR zur Jahrestagung 2022

Foto: Fotostudio Brinkmann, Dortmund

Dr.-Ing. Peter Jeschke ist wissenschaftlicher Mitarbeiter im Fachgebiet EMF in der BAuA; Promotion an der TU Dresden zur „Entwicklung eines analytischen Modells zur Prognose der mentalen Beanspruchung in der Prozessführung“; MEng. in Safety Science (University of New South Wales, Australien); u. a. Mitarbeit an den Technischen Regeln zur EMFV, Mitglied im FS (AKNIR), deutscher Sprecher und stellv. Obmann im DKE/K 764 „Sicherheit in elektromagnetischen Feldern“.

ANSCHRIFT DES AUTORS
Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin
Abteilung Physikalische Faktoren
Friedrich-Henkel-Weg 1–25
44149 Dortmund
jeschke.peter@baua.bund.de

Paul Koch

- Kommunikation mit der Bevölkerung im Angesicht des Ethik-Codes des Fachverbandes für Strahlenschutz

Sozialdiakon i. R.; Lehre zum Starkstromelektriker in Hessen (1962–1965). Kirchlich engagiert seit der Jugendzeit (Leiter von Jungschar- und Jugendgruppen). 1974 Gemeindehelfer in der Ev.-luth. Landeskirche Braunschweig. Berufsbegleitendes Studium zum Diakon (1975–1977). Bis zum Ruhestand 2012 unterschiedliche kirchliche Stationen (Jugendarbeit, Männerarbeit, Handwerk und Kirche und Sozialdiakonischer Dienst). Im Ruhestand ehrenamtlich in der Ev. Akademie Braunschweig (Projektleiter zu Tschernobyl/Fukushima/Weltatomerbe Braunschweiger Land).

ANSCHRIFT DES AUTORS
Hauptstraße 34
38170 Uehrde/OT-Watzum

Gerd Koletzko

- Notfälle – Vorsorge und Reaktionen

M. A. Gerd Koletzko, geb. 1979 in Jena; Studium der Medizingeschichte und Pädagogik an der Friedrich-Schiller-Universität in Jena und der Christian-Albrechts-Universität in Kiel, Abschluss als Magister Artium 2006. Er war zunächst beim Hartmannbund – Verband der Ärzte Deutschlands – als Bildungsreferent beschäftigt, bevor er zum Strahlenschutz kam. Seit Ende 2007 ist er als Kursleiter im Fachbereich „Medizin“ bei der LPS beschäftigt. Er ist Mitglied im Fachverband für Strahlenschutz, dort stellvertretender Sekretär des AKMed. Außerdem ist er Mitglied der Deutschen Röntgengesellschaft.

ANSCHRIFT DES AUTORS
Landesanstalt für Personendosimetrie und Strahlenschutzausbildung des Landes Mecklenburg-Vorpommern
Köpenicker Straße 325
12555 Berlin

Tel.: +49/30/65 76 31 13
E-Mail: koletzko@LPS-Berlin.de

Hilmar Möhlmann

- Kommunikation mit der Bevölkerung im Angesicht des Ethik-Codes des Fachverbandes für Strahlenschutz

Dipl.-Geoökol.; Studium der Geoökologie an der TU Braunschweig. Derzeit: Telefónica Germany GmbH & Co. OHG München, Health & Environment Manager. Arbeitsgebiete: kommunale Abstimmung von Mobilfunkstandorten, Stakeholderdialoge in Süddeutschland, Unterstützung des Informationsportals www.informationszentrum-mobilfunk.de.

ANSCHRIFT DES AUTORS
Health & Environment Manager
T-PFPM Real Estate & Energy |
Telefónica Germany GmbH & Co. OHG
Georg-Brauchle-Ring 50
80992 München
Tel.: +49/177/4 41 95 37
hilmar.moehlmann@telefonica.com

Thomas Otto

- Dosimetrie: Gestern, heute und morgen
  - Neue Messgrößen für den Strahlenschutz – wird sich der Strahlenschutz nun grundlegend ändern?

Dr. Thomas Otto promovierte 1993 über Massenspektrometrie an der Universität Mainz. Nach einer Marie-Curie-Fellowship an der Université Catholique de Louvain (BE) wurde er 1996 in der Strahlenschutzgruppe des CERN (Genf, CH) als Leiter der Dosimetriestelle eingestellt. In der Folge übernahm er zusätzlich Aufgaben des praktischen Strahlenschutzes an Beschleunigeranlagen. 2010 wurde Thomas Otto zum Departmental Safety Officer des Technologie-Departments ernannt, wo er weitreichende Aufgaben zu allen Bereichen der Arbeitssicherheit hat. Seit 2021 ist Thomas Otto für die Sicherheit des High-Luminosity Upgrades des Large Hadron Colliders (LHC) zuständig. Thomas Otto war Mitglied der Expertengruppe für Dosimetrie der Eidgenössischen Kommission für Strahlenschutz (CH) und des Ausschusses für Strahlenschutztechnik der Strahlenschutzkommission (DE) sowie Sekretär des Arbeitskreises Dosimetrie des FS. Seit 2020 ist er Mitglied der International Commission on Radiation Units and Measurements, ICRU.

ANSCHRIFT DES AUTORS
Project Safety Officer, High-Luminosity LHC
CERN
1211 Genève 23
Switzerland
Tel. +41/75/4 11 06 48
E-Mail: thomas.otto@cern.ch

Matthias Port

- Notfälle – Vorsorge und Reaktionen

Prof. Dr. med. Matthias Port, Oberstarzt, geb. 1970; Studium der Medizin in Ulm und Boston, Staatsexamen 1996, Promotion Januar 1998, Habilitation an der Medizinischen Hochschule Hannover (innere Medizin) Mai 2012, Facharzt für Innere Medizin 2009, Facharzt für Hämatologie und Onkologie 2012, Zusatzbezeichnungen in medizinischer Informatik, ärztlichem Qualitätsmanagement und Palliativmedizin; seit April 2014 Leiter des Instituts für Radiobiologie der Bundeswehr München in Verbindung mit der Universität Ulm; Mitglied des Ausschusses „Notfallschutz" der SSK und im SSK-Krisenstab seit 2017; Berufung für die WHO in die Gruppe „Roster of Experts", Vorsitzender des Vergabeausschusses der deutschen Härtefallstiftung.

ANSCHRIFT DES AUTORS
Institut für Radiobiologie der Bundeswehr
in Verbindung mit der Universität Ulm
Neuherbergstraße 11
80937 München
Tel.: +49/89/99 26 92-22 51
Fax: +49/89/99 26 92-22 55
E-Mail: matthiasport@bundeswehr.org

Susanne Pudollek

- Kommunikation mit der Bevölkerung im Angesicht des Ethik-Codes des Fachverbandes für Strahlenschutz

Dr. Susanne Pudollek; Physikerin, Dr. rer. nat. (Freie Universität Berlin). Ressortleiterin Inventar & Logistik bei der Nationalen Genossenschaft für die Lagerung radioaktiver Abfälle. Arbeitsgebiete: Radiologie und Strahlenschutz, Charakterisierung radioaktiver Abfälle, Anlieferungs- und Einlagerungskonzepte. Mitglied des Fachverbandes für Strahlenschutz.

ANSCHRIFT DER AUTORIN
Nationale Genossenschaft für
die Lagerung radioaktiver Abfälle
Nagra, Hardstrasse 73, Postfach
5430 Wettingen/Schweiz
Tel. +41 56 437 12 31
Mobil +41 76 281 16 35
E-Mail: susanne.pudollek@nagra.ch
www.nagra.ch

Hans-Dieter Reidenbach

- Beiträge des AKNIR zur Jahrestagung 2022

Prof. em. Dr.-Ing. Hans-Dieter Reidenbach, geb. 1942; 1962–1965 Studium der Elektrotechnik an der Ingenieurschule Saarbrücken, 1966–1971 Studium der Nachrichtentechnik mit Physik an der TH Karlsruhe (Dipl.-Ing.), 1971–1976 wissenschaftlicher Assistent an der Technischen Fakultät der Universität Erlangen-Nürnberg, 1976 Promotion zum Dr.-Ing. auf dem Gebiet der optischen Wellenleiter zur medizinischen Anwendung, 1975–1979 Tätigkeiten als Entwicklungsingenieur bei einem deutschen und einem amerikanischen Unternehmen, 1976–1979 Oberingenieur am Institut für Hochfrequenztechnik der Universität Erlangen-Nürnberg; 1979–1982 Studium der Medizin an den Universitäten Erlangen und Köln; 1979 Berufung zum Professor an die Fachhochschule Köln; Emeritierung 2007; derzeit: Lehrbeauftragter für Laserstrahlenschutz und Leiter des Forschungsbereichs „Medizintechnik und nichtionisierende Strahlung" an der Technischen Hochschule Köln; Sekretär des AKNIR seit 2000, Mitglied des SSK-Ausschusses „Nichtionisierende Strahlen", Obmann des DKE-Normungsgremiums „Optische Strahlungssicherheit und Lasereinrichtungen", Mitglied mehrerer Fachgesellschaften, Organisationen und Gremien.

ANSCHRIFT DES AUTORS
Technische Hochschule Köln
Forschungsbereich „Medizintechnik und
nichtionisierende Strahlung"
Betzdorfer Straße 2
50679 Köln
Tel.: +49/221/82 75 20 03
E-Mail: hans.reidenbach@th-koeln.de

Charlotte Schütte

• Virtuelle Experimente aller Art – verschiedene Formen und Anwendungen im Vergleich

Charlotte Schütte studiert an der Leibniz Universität Hannover Physik und Mathe mit dem Ziel Lehramt an Gymnasien. Für ihre Bachelorarbeit zum Thema „Entwicklung eines Unterrichtskonzepts für Schulversuche zur Radioaktivität unter Verwendung von Augmented Reality Methoden" wurde sie mit dem Rupprecht-Maushart-Preis 2020/2021 ausgezeichnet. Sie hat ihre Bachelorarbeit an der Leibniz Universität Hannover am Institut für Radioökologie und Strahlenschutz geschrieben. Aktuell befindet sie sich im zweiten Semester ihres Masterstudiums. Parallel unterrichtet sie Mathe und Physik in der Sekundarstufe I eines Gymnasiums im Rahmen einer Feuerwehrstelle.

ANSCHRIFT DER AUTORIN
Leibniz Universität Hannover
Institut für Radioökologie und Strahlenschutz
30419 Hannover
E-Mail: charlotte.schuette@stud.uni-hannover.de

Veronika Ustohalova

• Kommunikation mit der Bevölkerung im Angesicht des Ethik-Codes des Fachverbandes für Strahlenschutz

Dr.-Ing. Veronika Ustohalova; Wasserbauingenieurin TU Prag/ETH Zürich, Dr.-Ing. der Universität Duisburg-Essen im Bereich Abfallwirtschaft und Abfalltechnik. Derzeit: Öko-Institut e. V. Darmstadt. Arbeitsgebiete: Entsorgung radioaktiver und konventioneller Abfälle, Endlagerung, Radioökologie, Stilllegung von kerntechnischen Anlagen, Aspekte NORM-Radon, Freigaben, Öffentlichkeitsbeteiligung mit qualitativer und quantitativer Bewertung beim Endlagerverfahren oder bei anderen nuklearen Fragestellungen/Risikokommunikation. Stellv. Vorsitzende des Ausschusses Radioökologie der SSK seit 2018, Vorsitzende der Arbeitsgruppe „Run-off" der SSK seit 2022.

ANSCHRIFT DER AUTORIN
Senior Researcher
Nukleartechnik & Anlagensicherheit
Oeko-Institut e.V.
Rheinstraße 95
64295 Darmstadt

Jan-Willem Vahlbruch

• Aktuelle Strahlenschutzthemen in der Diskussion – Aufbruch in die Zukunft. Wir laden Sie ein.
• Virtuelle Experimente aller Art – verschiedene Formen und Anwendungen im Vergleich
• Aktuelle Strahlenschutzthemen in der Diskussion – Resümee

Dr. rer. nat. Jan-Willem Vahlbruch, geb. 1974; 1994–2000 Studium des Lehramtes für Mathematik und Physik an der Universität Hannover, Erstes Staatsexamen 7/2000, 2000–2004 Promotion am Zentrum für Strahlenschutz und Radioökologie der Universität Hannover über den Transfer von natürlichen Radionukliden in terrestrischen Ökosystemen und die realistische Modellierung der natürlichen Strahlenexposition in Norddeutschland; seit 2002 Mitwirkung bei den Strahlenschutzkursen des Zentrums für Strahlenschutz und Radioökologie; seit 2004 Mitglied des Arbeitskreises Ausbildung (AKA) des Fachverbandes für Strahlenschutz (FS), dort u. a. Mitarbeit an den Prüfungsfragenkatalogen des FS zu RöV und StrlSchV sowie Mitarbeit in der Arbeitsgruppe zur Erstellung des Lernzielkataloges für Kurse nach StrlSchV und RöV; Leiter der AG „Fachkunde Richtlinie Technik nach RöV" des AKA (2011) sowie Mitglied der AG „EUTERP" des AKA; seit 2005 Kursleiter des Zentrums für Strahlenschutz und Radioökologie der Leibniz Universität Hannover (Nachfolge Dr. H.-G. Vogt); seit 2005 Mitglied des Vorstandes des Qualitätsverbundes Strahlenschutzkursstätten (QSK); 2006–2012 Mitglied des Arbeitskreises Umweltüberwachung des Fachverbandes für Strahlenschutz (AKU); seit 2010 Leiter der Stabsstelle Strahlenschutz der Leibniz Universität Hannover; seit 2013 Sekretär des Arbeitskreises Ausbildung des Fachverbandes für Strahlenschutz; Mitglied im Redaktionskomitee der Zeitschrift StrahlenschutzPRAXIS.

ANSCHRIFT DES AUTORS
Institut für Radioökologie und Strahlenschutz
Herrenhäuser Straße 2
30419 Hannover
Tel.: +49/511/7 62-33 21
Mobil: +49/163/3 81 83 17
E-Mail: vahlbruch@irs.uni-hannover.de

Hansruedi Völkle

Prof. Dr. Hansruedi Völkle, geb. 1946; Physikstudium an der Universität Fribourg/Schweiz, 1973 Physik-Diplom, 1980 Dr. rer. nat., 1996 Habilitation mit Venia Legendi, 2001 Ernennung zum Titularprofessor an der Universität Fribourg mit Lehrtätigkeit in Kernphysik, Strahlenschutz und Radioaktivität; von 1973 bis Ende 2005 Leiter des Labors der Eidgenössischen Kommission zur Überwachung der Radioaktivität, der späteren Sektion Überwachung der Radioaktivität des Bundesamtes für Gesundheit, und Koordinator des nationalen Programms zur Überwachung der Umweltradioaktivität sowie Redaktor der entsprechenden Schweizer Jahresberichte; 1989 bis 1992 Mitglied des Direktoriums des Fachverbandes für Strahlenschutz, 2021 Wahlpräsident des FS, Mitglied des Redaktionskomitees der StrahlenschutzPRAXIS, 2022 Präsident des FS.

ANSCHRIFT DES AUTORS
Physikdepartement der Universität
Chemin du Musée 3
1700 Fribourg, Schweiz
Tel.: +41/26/3 00 91 61
E-Mail: hansruedi.voelkle@unifr.ch

SSP 3/2022

Beilagen in diesem Heft

- Aachen Institute für Nuclear Training
- GWT/TUD GmbH
- Umweltinstitut Offenbach

Wir bitten um Beachtung!