ISSN 1013-4506

FS-08-149-T

Fachverband für Strahlenschutz e.V.

Mitgliedsgesellschaft der International Radiation Protection Association (IRPA) für die Bundesrepublik Deutschland und die Schweiz

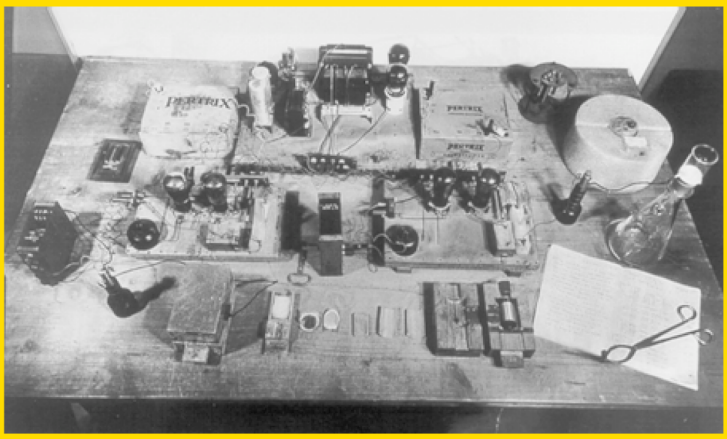
Publikationsreihe FORTSCHRITTE IM STRAHLENSCHUTZ

Publication Series PROGRESS IN RADIATION PROTECTION

KOMPETENZ IM STRAHLENSCHUTZ
– AUSBILDUNG, WEITERBILDUNG UND LEHRE –

40. Jahrestagung des Fachverbandes für Strahlenschutz e.V.

Johannes Gutenberg-Universität Mainz
15.–19. September 2008



Bandherausgeber:
R. Michel
M. Täschner
H.-G. Vogt

KOMPETENZ IM STRAHLENSCHUTZ
– AUSBILDUNG, WEITERBILDUNG UND LEHRE –

40. Jahrestagung des
Fachverbandes für Strahlenschutz e.V.

Zum Titelbild

Der im Deutschen Museum ausgestellte Arbeitstisch wurde von Otto Hahn 1964 zusammengestellt. Er zeigt Geräte, die für die Entdeckung benutzt wurden und sich in verschiedenen Räumen des Instituts (Bestrahlungsraum, Chemielabor, Messraum) befanden: so zum Beispiel die Neutronenquelle (Beryllium wird durch Radiumzerfall aktiviert), ein Papiertütchen mit einem Uransalz, ein Paraffinblock zur Verlangsamung der Neutronenstrahlung (energiearme Neutronen treten leichter mit Atomen in Wechselwirkung), eine Saugflasche, Absorptionsfolien, ein Bleischiffchen und ein Messblock aus Blei, Anodenbatterien, Verstärker, ein Geiger-Müller-Zählrohr und ein Zählwerk.

(Quelle: Deutsches Museum, München)

ISSN 1013-4506 FS-08-149-T

Fachverband für Strahlenschutz e.V.

Mitgliedsgesellschaft der International Radiation Protection Association (IRPA) für die Bundesrepublik Deutschland und die Schweiz

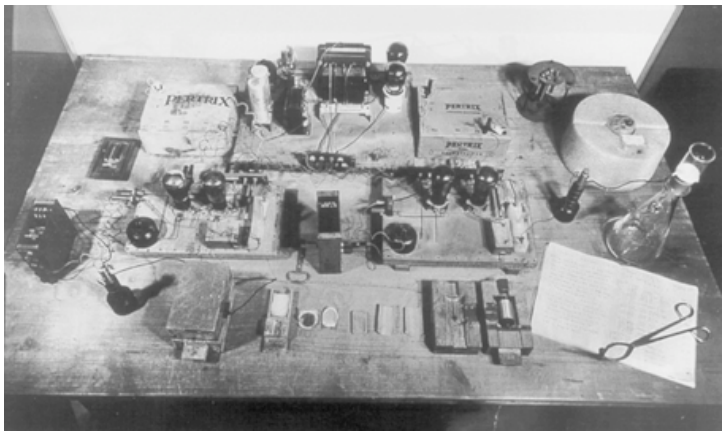
Publikationsreihe FORTSCHRITTE IM STRAHLENSCHUTZ

Publication Series PROGRESS IN RADIATION PROTECTION

KOMPETENZ IM STRAHLENSCHUTZ
– AUSBILDUNG, WEITERBILDUNG UND LEHRE –

40. Jahrestagung des Fachverbandes für Strahlenschutz e.V.

Johannes Gutenberg-Universität Mainz
15.–19. September 2008



Bandherausgeber:
R. Michel
M. Täschner
H.-G. Vogt

Bibliografische Information der Deutschen Bibliothek
Die Deutsche Bibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über http://dnb.ddb.de abrufbar.

Die Inhalte dieses Werkes wurden von Verlag, Herausgebern 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 Websites, auf die über Hyperlink 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.

Gedruckt auf chlorfrei gebleichtem Papier.

ISSN 1013-4506
ISBN: 978-3-8249-1193-6

© by TÜV Media GmbH, TÜV Rheinland Group, Köln 2008
TÜV, TUEV und TUV sind eingetragene Marken der TÜV Rheinland Group. Eine Nutzung und Verwendung bedarf der vorherigen Zustimmung durch das Unternehmen.
Gesamtherstellung: TÜV Media GmbH, Köln 2008
Printed in Germany 2008

40. Jahrestagung des Fachverbandes für Strahlenschutz
Johannes Gutenberg–Universität Mainz, 2008

Schirmherrschaft:

Frau Staatsministerin Margit Conrad
Staatministerium für Umwelt, Forsten und Verbraucherschutz Rheinland-Pfalz

Tagungspräsident:

Hans-Gerrit Vogt	*Hannover,* *vormals ZSR / Leibniz Universität Hannover*

Programmkomitee:

Rolf Michel (Vorsitzender)	*ZSR / Leibniz Universität Hannover*
Joachim Breckow	*Fachhochschule Gießen-Friedberg*
Friedrich Eberbach	*Ministerium für Umwelt und Forsten (RLP)*
Paul Günther Fischer	*Landesanstalt für Arbeitsschutz (NRW)*
Thomas Geringer	*Austrian Research Centers GmbH - ARC,* *Seibersdorf, Österreich*
Heinzpeter Kapteinat	*VBG PowerTech e.V., Essen*
Matthias Purschke	*DGZfP, Berlin*
Annemarie Schmitt-Hannig	*Bundesamt für Strahlenschutz, Neuherberg*
Karl-Ludwig Stange	*berghof - Haus für Arbeitssicherheit Schule,* *Bad Münstereifel*
Susanne Severitt	*B·A·D Gesundheitsvorsorge und* *Sicherheitstechnik GmbH, München*
Christian Wernli	*Paul Scherrer Institut, Villingen PSI, Schweiz*
Norbert Zoubek	*Aventis Pharma, Frankfurt*

Organisationskomitee:

Gabriele Hampel (Vorsitzende)	*Universität Mainz, Institut für Kernchemie*
Kurt Aulenbacher	*Universität Mainz, Institut für Kernphysik*
Sven Nagels	*Forschungszentrum Karlsruhe, Hauptabteilung* *Sicherheit, Kompetenzerhalt im Strahlenschutz*
Petra Sach	*Universität Mainz, Institut für Kernchemie*
Norbert Wiehl	*Universität Mainz, Institut für Kernchemie*
Stephan Zauner (Tagungssekretariat)	*Universität Mainz, Institut für Kernchemie*

Ausstellende Firmen

Der Fachverband für Strahlenschutz e.V. bedankt sich bei folgenden Firmen (in alphabetischer Reihenfolge), die durch die Ausstellung Ihrer Produkte zur fachlichen Bereicherung der Jahrestagung 2008 beitragen *):

AUTOMESS GmbH Daimlerstr. 27 68526 Ladenburg info@automess.de http://www.automess.de	**BERTHOLD TECHNOLOGIES GmbH & Co. KG** Calmbacher Str. 22 75323 Bad Wildbad andrea.langner@berthold.com http://www.berthold.com
Canberra GmbH Walter-Flex-Str. 66 65428 Rüsselsheim dfaulstroh@canberra.com http://www.canberra.com	**ENS GmbH** Gewerbering 1 86679 Ellgau ensgmbh@unitech.ws http://www.unitech.ws/gr/index.shtml
Evonik Energy Services GmbH Rüttenscheider Str. 1-3 45128 Essen werner.stratmann@evonik.com	**Freiberger Sensortechnik** Beuststraße 12 09599 Freiberg fst.hoffmann@t-online.de http://www.fst-sensortechnik.com
Gamma-Service Recycling GmbH Bautzner Straße 67 04347 Leipzig regine.mansfeld@gamma-recycling.de	**GC Technology GmbH** Freidling 12 D-84172 Buch am Erlbach cstrasser@gctech-gmbh.com http://www.gctech-gmbh.com
GRAETZ Strahlungsmeßtechnik GmbH Westiger Str. 172 D-58762 Altena m.pavlidis@graetz.com http://www.graetz.com	**ICx Radiation GmbH** Kölner Str. 99 42651 Solingen marion.trampert@icxt.com http://www.icx-radiation.de
NucTecSolutions GmbH Salzstr.8 82194 Gröbenzell m.rathgeber@nuctecsolutions.com http://www.nuctecsolutions.com	**QSA Global GmbH** Gieselweg 1 38110 Braunschweig susanne.king@qsa-global.de http://www.qsa-global.eu

RADOS Technology GmbH Ruhrstrasse 49 22761 Hamburg erika.rieckhoff@rados.de http://www.rados.com	**Thermo Electron (Erlangen) GmbH** Frauenauracher Str. 96 91056 Erlangen dieter.backer@thermofisher.com http://www.thermo.com/rmp
TRACERLAB GmbH Aachener Str. 1354 50859 Köln horst.kelm@tracerlab.com http://www.tracerlab.com/cataloge/index.htm	

*) Berücksichtigt wurden Firmen, deren Zusage bis Redaktionsschluss (18.07.2008) vorlag.

Vorwort

Sehr geehrte Damen und Herren, liebe Kolleginnen und Kollegen,

herzlich willkommen zur 40. Jahrestagung des Fachverbandes für Strahlenschutz! Wir freuen uns, dass Sie nach Mainz in die Johannes Gutenberg-Universität gekommen sind, die sich beginnend mit dem Namen Fritz Straßmann als eine traditionsreiche Wirkungsstätte der Strahlenforschung ausweist, und hoffen, dass wir in den nächsten Tagen viele informative Vorträge mit fruchtbaren Diskussionen erleben werden.

Zum zweiten Mal nach 1977 widmet sich eine Jahrestagung des Fachverbandes dem Thema „Ausbildung im Strahlenschutz". Damals – bei der 11. Jahrestagung – wurde der Grundstein für das heutige Aus- und Weiterbildungskonzept im Strahlenschutz in Deutschland gelegt. „Anforderungen an die Fachkunde von Strahlenschutzverantwortlichen oder -beauftragten im nichtmedizinischen Bereich" – so lautete der Titel der Tagung, bei der die Teilnehmer in diversen Arbeitsgruppen den Begriff Fachkunde mit Inhalt füllen sollten.

Die 40. Jahrestagung steht unter der Schirmherrschaft des Staatsministeriums für Umwelt, Forsten und Verbraucherschutz Rheinland-Pfalz, womit die Bedeutung unseres diesjährigen Themas zum Ausdruck kommt, zugleich aber auch der langjährige Einsatz des Fachverbandes für Strahlenschatz für den Kompetenzerhalt im Strahlenschutz gewürdigt wird. Vielen Dank Frau Staatsministerin Conrad!

Mancher mag sich fragen – eine Fachverbandstagung, die sich ausschließlich mit dem Thema Ausbildung, Weiterbildung und Lehre beschäftigt – wird hier nicht eine zu kleine Interessengruppe angesprochen? Doch täuschen wir uns nicht: Ausbildung, Weiterbildung und Lehre sind mit Kosten verbunden, die insbesondere von Zeitaufwand und Qualität bestimmt werden – Zeitaufwand, die der Anwender „opfern" muss und Qualität, die der Ausbilder zu gewährleisten hat! Nach gut 30 Jahren Erfahrung mit einem sehr differenzierten Ausbildungskonzept ist daher die Frage berechtigt, ob unser Weg zielführend ist, oder ob wir u. U. zu wenig oder vielleicht auch zuviel Aufwand treiben. Die relativ geringe Anzahl bekannter Vorkommnisse, die auf mangelnde Kompetenz zurückzuführen sind, ist sicherlich zunächst beruhigend. Beunruhigend ist jedoch der Rückgang an Forschungsaktivitäten auf dem Gebiet ionisierender Strahlung, der vor einigen Jahren einsetzte – möglicherweise aufgrund der fehlerhaften Einschätzung, dass Strahlenforschung und Strahlenschutz nicht mehr erforderlich wären. Dementsprechend schien eine Berufswahl auf diesen Gebieten wenig interessant. Schon vor über 10 Jahren ist jedoch Handlungsbedarf angemeldet worden, um Handlungskompetenz zu bewahren. Leider bleiben vorausschauende Mahnungen häufig ohne Resonanz, wenn die Folgen nicht unmittelbar spürbar sind.

Die Besorgnis über die nicht nur in Deutschland, sondern auch in einigen anderen europäischen Ländern abnehmenden Möglichkeiten der Ausbildung spiegelt sich beispielhaft auch in der Gründung des akademischen Netzwerks CHERNE (Cooperation for Higher Education on Radiological and Nuclear Engeneering) wieder, in dem Hochschulen und Universitäten kooperativ Lehrveranstaltungen anbieten. Erst der inzwischen in Deutschland durchaus erkennbare Mangel an Fachkräften zwingt zum Handeln. Hierbei können die sehr guten Arbeitsperspektiven in Zeiten hoher Arbeitslosigkeit durchaus nützlich sein.

Natürlich würde sich die Situation wesentlich einfacher darstellen, wenn eine qualifizierte Bedarfsanalyse für Personal in strahlenschutzrelevanten Bereichen vorläge und wenn darüber hinaus auch entsprechende Berufsbilder definiert wären. Die Bedarfsanalyse ist für Deutschland unter dem Blickwinkel des geplanten – z. Z. aber wieder neu diskutierten – langfristigen Rückzugs aus der Kernenergie und der erkennbaren Abkehr von technologischen Anwendungen radioaktiver Stoffe zwar erschwert – aber trotzdem notwendig. Lediglich im medizinischen Bereich scheint der Bedarf an Fachpersonal im Strahlenschutz leichter überschaubar. Es wird interessant sein, zu hören, wie die Situation in den verschiedenen Tätigkeitsbereichen eingeschätzt wird – insbesondere auch von unseren schweizer und österreichischen Kolleginnen und Kollegen!

Die Entwicklung anerkannter Berufsbilder im Strahlenschutz kann nicht auf nationalen Kriterien aufbauen. Vielmehr ist eine Harmonisierung mindestens auf EU-Ebene – wenn nicht sogar international (IRPA) – erforderlich. Hierbei ist allerdings die Vorgabe der Sachkenntnisse des Radiation Protection Expert aus der EU-Richtlinie von 1996 nicht unbedingt hilfreich – um nicht zu sagen, der Begriff sollte neu definiert werden. Auch wenn die gesetzlichen Regelungen in den Mitgliedsländern im Wesentlichen die EU-Grundnormen in nationales Recht umsetzen, so ergeben sich in der Praxis erhebliche Unterschiede, was Niveau, Umfang und Dauer von Aus- und Weiterbildungsmaßnahmen solcher qualifizierter Sachverständiger angeht. Dies begründet sich auch in den sehr unterschiedlichen Verantwortlichkeitsstrukturen im Strahlenschutz und den damit verbundenen Gewährleistungsansprüchen an das Personal. Entsprechend langwierig gestalten sich z.B. die EU-Aktivitäten hinsichtlich der Harmonisierung von Aus- und Weiterbildung, etwa bei der „European Platform on Education and Training in Radiation Protection“ (EUTERP) oder bei dem „European Network on Education and Training in Radiological Protection“ (ENETRAP).

Doch es gibt neue Aktivitäten! Zwar zögerlich – doch es sind inzwischen an Berufsakademien, Fachhochschulen und Universitäten Bachelor- und/oder Masterstudiengänge im Aufbau bzw. Angebot, die schwerpunktmäßig auf den Strahlenschutz ausgerichtet sind. Auch diverse Initiativen für Schüler tragen zur Förderung des Nachwuchses und damit zum Kompetenzerhalt bei.

Neben den zuvor erläuterten Themen werden natürlich auch die aktuellen Rechtsgrundlagen der Strahlenschutzausbildung in Deutschland, Österreich und der Schweiz zur Diskussion kommen. Und wie steht es mit der praktischen Ausbildung im Strahlenschutz oder der Qualitätssicherung in den Kursstätten? Das Thema Praktikum im Strahlenschutz ist im technischen Bereich – außerhalb der Kerntechnik – bislang nur wenig thematisiert worden. Dazu wird jetzt Gelegenheit sein. Auch ist wieder die Möglichkeit gegeben, die Fachkunde im Strahlenschutz nach RöV und StrlSchV für diverse Fachkundegruppen im Rahmen der Tagung zu aktualisieren.

Strahlung wird in der Öffentlichkeit und in den Medien zumeist nur im Zusammenhang mit Negativmeldungen wahrgenommen. Wir bewegen uns in einem gesellschaftlichen Umfeld, in dem der Begriff Strahlung häufig sogar mit Misstrauen und Angst verknüpft ist. Umso wichtiger ist es, dass der Fachverband für Strahlenschutz seine Fachkompetenz nutzt, nicht nur die Fachleute zu informieren, sondern auch mit der Öffentlichkeit in Diskussion zu treten. Daher startet unsere Tagung mit einem öffentlichen Vortrag, der diese Problematik thematisiert.

Selbst wenn wir wissen, dass Vorträge allein kaum ausreichen, die Risikoeinschätzung bei Personen nachhaltig zu verändern, so bleibt immer die Chance, Vertrauen zu gewinnen.

Im Rahmen der Industrieausstellung wird auch in diesem Jahr die Möglichkeit geboten, sich über die neuesten Entwicklungen in der Messgerätetechnik zu informieren, wobei das Bild auf dem Umschlag des Tagungsbandes natürlich nicht beispielgebend ist – aber doch wegweisend war.

Prächtige Bauten und eine reizvolle Lage mitten im Weinanbaugebiet sind allein schon Grund genug, nach Mainz zu reisen. Daher konnte das Organisations-Komitee ein besonders attraktives Rahmenprogramm aus Besichtigungen und gesellschaftlichen Veranstaltungen zusammenstellen, so dass mit Sicherheit ein lebendiger Erfahrungsaustausch möglich sein wird und bei persönlichen Begegnungen alte Freundschaften erneuert und neue Kontakte geknüpft werden können.

Ein besonderer Dank gilt den Sponsoren, die durch ihre finanzielle Unterstützung die Durchführung dieser Tagung mit ermöglicht haben.

Allen bei Vorbereitung und Durchführung dieser Tagung Beteiligten – insbesondere den Kolleginnen und Kollegen des Organisations- und Programm-Komitees sagen wir an dieser Stelle für ihren tatkräftigen Einsatz unseren herzlichen Dank. Uns allen wünschen wir einen erfolgreichen Tagungsverlauf!

Im Juni 2008

Rolf Michel Vorsitzender des Programm-Komitees	Gabriele Hampel Vorsitzende des Organisations-Komitees	Hans-Gerrit Vogt Tagungspräsident

Grußwort der

Staatsministerin für Umwelt,

Forsten und Verbraucherschutz

Rheinland-Pfalz

Frau Margit Conrad

Sehr geehrte Damen und Herren,

im Namen der Landesregierung von Rheinland-Pfalz heiße ich den Deutsch-Schweizerischen Fachverband für Strahlenschutz zu seiner 40. Jahrestagung auf dem Campus der Johannes Gutenberg-Universität zu Mainz herzlich willkommen.

Sehr gerne bin ich der Bitte gefolgt, die Schirmherrschaft für Ihre Tagung zu übernehmen. Der Strahlenschutz, d.h. der Schutz des Menschen und seiner Umwelt vor den Gefahren ionisierender und nicht ionisierender Strahlung, ist ein wichtiges Aufgabengebiet der Umwelt- und der Gesundheitspolitik. Daher ist mein Ministerium auch förderndes Mitglied des Fachverbandes Strahlenschutz. Nicht nur als Politikerin, sondern auch als Ärztin ist mir die hohe Bedeutung des Strahlenschutzes bewusst.

Sie haben mit Ihrem Tagungsort eine hervorragende Wahl getroffen: die Johannes Gutenberg-Universität ist in Rheinland-Pfalz das herausragende Zentrum für Kernphysik und Kernchemie, sowie für die naturwissenschaftliche und medizinische Anwendung ionisierender Strahlung. Lohnenswert sind daher ein Besuch der Forschungseinrichtungen des Mainzer Racetrack-Mikrotrons (MAMI), einem hier entwickelten Elektronen-Beschleuniger, sowie des Mainzer Kernreaktors TRIGA MARK II, der seinerzeit unter der Ägide des Mainzer Kernchemikers Fritz Strassmann errichtet wurde. Im Rahmen des Besichtigungsprogramms werden Sie zu einem Besuch Gelegenheit haben.

Die 40. Jahrestagung des Fachverbands befasst sich mit den Kompetenzen im Strahlenschutz. Dies ist eine ganz zentrale Themenstellung. Nur wer sich selbst kritisch hinterfragt und stets für neue Erkenntnisse offen ist, wird in der Lage sein, seine Kompetenz zu erhalten und fortzuentwickeln.

Wir brauchen auch in Zukunft eine Vielzahl von kompetenten Fachleuten im Strahlenschutz. Die Stilllegung und der Rückbau der Atomkraftwerke können nur im Zusammenwirken mit versierten Strahlenschutzfachleuten durchgeführt werden. In Forschung, Technik und Medizin besteht ohnehin ein kontinuierlicher Bedarf an Strahlenschützern und deshalb freue ich mich, dass Ausbildung, Weiterbildung und Lehre zu Ihren wichtigsten Tagungsthemen gehören. Sie haben sich ein Tagungsprogramm gewählt, das anspruchsvoll ist und das sicherlich angesichts der hier versammelten Fachkompetenz zu guten Ergebnissen führen wird.

Das über 2000-jährige Mainz bietet Ihrer Tagung auch einen historisch und kulturell attraktiven Rahmen – angefangen bei den Zeugnissen der Römerzeit, über den mittelalterlichen Dom, die barocken Kirchen und Adelspaläste bis hin zu den Museen wie z.B. das Weltmuseum für Buchdruckkunst, das Gutenberg-Museum. Es ist sicherlich lohnenswert, sich auch hier einen Eindruck zu verschaffen.

Ich wünsche Ihnen eine gelungene Tagung, interessante fachliche Beiträge und Diskussionen, vielfältige Begegnungen und Gespräche und nicht zuletzt einen angenehmen Aufenthalt im Goldenen Mainz.

Margit Conrad

Staatsministerin für Umwelt, Forsten und Verbraucherschutz Rheinland-Pfalz

Grußwort des Präsidenten der Johannes Gutenberg-Universität Mainz

Universitätsprofessor
Dr. Georg Krausch

Sehr geehrte Damen und Herren,

zur 40. Jahrestagung des deutsch-schweizerischen Fachverbandes für Strahlenschutz (FS) möchte ich Sie im Namen der Hochschulleitung der Johannes Gutenberg-Universität ganz herzlich hier in Mainz begrüßen! In diesem Jahr steht Ihre Tagung unter dem Motto „Kompetenz im Strahlenschutz – Ausbildung, Weiterbildung und Lehre“. Das Tagungsprogramm verspricht eine vielseitige und interessante Auseinandersetzung mit diesen Fragen.

Sie haben es sich zum Ziel gemacht, den Strahlenschutz als Wissenschaft und als Beruf zu vermitteln. Es freut mich dabei besonders, dass Ihre Arbeit ganz im Zeichen des Nachwuchses steht: Denn angesichts der zunehmenden nationalen und internationalen Konkurrenz im Bereich der Forschung ist die Förderung des wissenschaftlichen Nachwuchses ein zentrales Thema. Indem Sie jüngeren Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftlern die Gelegenheit geben, ihre Forschungsergebnisse im direkten Austausch, „face to face“ zu präsentieren, unterstützen Sie die jungen Kolleginnen und Kollegen auf ihrem Weg in die wissenschaftliche Eigenverantwortlichkeit und Selbstständigkeit.

Dazu zählt auch Ihr Engagement bei der Förderung von Nachwuchskräften: Verschiedene Nachwuchsförderungsprojekte im Strahlenschutz wurden in unserem Institut für Kernchemie, speziell am TRIGA Mainz, unter der Leitung von Frau Dr. Gabriele Hampel gestartet. Ziel ist es, Schüler, Auszubildende und Studierende zu motivieren, strahlenschutzrelevante Aufgaben zu bearbeiten und gleichzeitig die Zusammenarbeit von Schulen mit Forschungseinrichtungen, Firmen und anderen Institutionen im Strahlenschutz zu verstärken.

Dass dabei unsere Mainzer Wissenschafler/innen am TRIGA und im NatLab diese Initiative leiten und ehrenamtlich ihre Zeit und ihr Know-how zur Verfügung stellen, ist vorbildlich und macht uns ein wenig stolz. Denn als Universität stehen wir in der klaren Verantwortung, auf dem Arbeitsmarkt dringend benötigte junge Leute qualifiziert auszubilden. Das gewisse Quentchen „mehr“ an Ausbildung und Kompetenz ist oft nur in einer solchen gemeinsamen Anstrengung, wie sie mit dem FS gelungen ist, leistbar. In diesem Sinne möchte ich allen Beteiligten für Ihr Engagement danken.

Mit Ihrem bewährten Konzept aus Vorträgen, Ausstellung und Workshops gewährleistet die FS-Jahrestagung 2008 also den wissenschaftlichen Dialog sowohl zwischen den einzelnen Teilbereichen Ihrer Fächer als auch zwischen den Forschergenerationen. Ich hoffe aber sehr, dass Sie daneben auch Zeit finden werden, die besonderen Reize Ihres diesjährigen Tagungsortes zu genießen: Mainz bietet vielfältige touristische und kulinarische Attraktionen.

Den Kolleginnen und Kollegen aus den Mainzer Instituten für Kernchemie und Kernphysik danke ich für ihr Engangement. Ihnen allen wünsche ich eine anregende und erfolgreiche Tagung und hoffe, Sie möglichst bald wieder auf unserem Campus begrüßen zu dürfen.

Mainz, im September 2008

Universitätsprofessor Dr. Georg Krausch,
Präsident der Johannes Gutenberg-Universität Mainz

Programmübersicht

1 Eröffnungssitzung
Vorsitz Tagungspräsident H.-G. Vogt

2 Rechtsgrundlagen der Strahlenschutzausbildung
Vorsitz A. Schmitt-Hannig, F. Eberbach

3 Nationale und internationale Strahlenschutzausbildung
Vorsitz R. Czarwinski, C. Wernli

4 Praktische Ausbildung im Strahlenschutz I
Vorsitz K.-L. Stange, H. Kapteinat

5 Nachwuchsförderung im Strahlenschutz
Vorsitz S. Nagels, S. Severitt

6 Praktische Ausbildung im Strahlenschutz II
Vorsitz K.-L. Stange, H. Kapteinat

7 Qualitätssicherung im Strahlenschutz
Vorsitz J.-W. Vahlbruch, M. Purschke

8 Strahlenschutz und Arbeitssicherheit
Vorsitz M. Fischer, P. Fischer

Der wissenschaftliche Inhalt der einzelnen Beiträge zu diesem Tagungsbericht liegt in der alleinigen Verantwortung der Autoren. Eine inhaltliche Bearbeitung der eingereichten Texte wurde von den Herausgebern nicht vorgenommen.

Inhaltsverzeichnis **Seite**

1 – Eröffnungssitzung 1

Wozu benötigt man und wie erlangt man Kompetenz im Strahlenschutz? 3
R. Michel

Berufsbilder, Bedarf und Perspektiven im Strahlenschutz 11
aus Sicht eines Kernkraftwerkbetreibers
R. Brunner

Strahlenschutz in der Werkstoffprüfung 18
M. Purschke

Strahlenschutzkompetenz in der Medizin 20
G. Kraus

Gesichter des Strahlenschutzes: Gestaltungsmöglichkeiten mit Beispielen 28
aus Forschung, Industrie, Militär und anderen
S. Severitt

2 – Rechtsgrundlagen der Strahlenschutzausbildung 35

Strahlenschutz-Ausbildung in der Schweiz: 37
Rechtliche Grundlagen und Anforderungen an die Anerkennung
S. G. Jahn, M. Gasser, M. Hammans

Strahlenschutzausbildungen in Österreich 42
T. Geringer, P. Wassertheurer, A. Stolar

3 – Nationale und internationale Strahlenschutzausbildung 47

Internationalisierung und Harmonisierung der Strahlenschutzausbildung 49
aus der Sicht der Europäischen Kommission
St. Mundigl

Definitions, Qualifications and Requirements for Radiation Protection Experts, 55
Radiation Protection Officers and Radiation Workers
F. S. Draaisma, J. van der Steen

Challenges for EURATOM Research and Training in the Frame of the European 56
"Higher Education" and "Research" Areas
G. Van Goethem

IAEA Strategy for Sustainable Education and Training Activities in Radiation Protection and Waste 64
G. Sadagopan, K. Mrabit and J. Wheatley

Die Strahlenschutzausbildung für die Werkstoffprüfung in Deutschland, Österreich und der Schweiz – Gemeinsamkeiten und Unterschied 71
B. Sölter, H.-J. Malitte, W. Görz, T. Geringer, H. Kunz

CHERNE – Ein Netzwerk zur Förderung der Zusammenarbeit in Ausbildung und Forschung im Strahlenschutz und in nuklearen Technologien 77
F. Hoyler, U. W. Scherer

Internationale Entwicklungen im Strahlenschutz – Wie gehen wir damit in der Strahlenschutzausbildung um? 81
B. Lorenz, K. Röhlig

Das europäische NORM-ALARA Netzwerk EAN_{NORM} – Eine neue Möglichkeit des Erfahrungsaustauschs und der Weiterbildung im Bereich NORM 82
K. Flesch, H. Schulz, E. Ettenhuber, R. Gellermann

Strahlenschutzausbildung für Einsatzorganisationen in Österreich 90
A. Stolar, T. Geringer, P. Wassertheurer

Europäische Aus- und Weiterbildung im Strahlenschutz: ENETRAP II 93
A. Schmitt-Hannig

4 – Praktische Ausbildung im Strahlenschutz I 101

Die Fachkunderichtlinien Technik nach StrlSchV und RöV – Erfahrungen eines Kursanbieters 103
J.-W. Vahlbruch

Die Ausbildungslehrgänge des qualifizierten Strahlenschutz-Personals in der Schweiz an der Schule für Strahlenschutz des Paul Scherrer Institutes PSI 111
E. Walder

Ausbildung von qualifiziertem Strahlenschutz-Personal für den Einsatz in Kernkraftwerken der Schweiz 117
R. Schuh

Praktische Ausbildung zur Strahlenschutzfachkraft im Kernkraftwerk Biblis 121
M. Baschnagel

Die praktische Ausbildung eines Studenten der Berufsakademie am Beispiel des Kernkraftwerkes Philippsburg 129
D. Steinel

Strahlenschutz made in Karlsruhe: Seit über 30 Jahren erfolgreiche Ausbildung von Strahlenschutzingenieuren an der Berufsakademie Karlsruhe 136
W. Kraut

Nukleare Studiengänge an der Fachhochschule Aachen 142
U. W. Scherer, F. Hoyler

5 – Nachwuchsförderung im Strahlenschutz 149

Nachwuchsförderung des Fachverbands für Strahlenschutz 151
G. Hampel, S. Nagels, St. Zauner

Know-how-Erhalt durch die Junge Generation in der KTG e.V. 156
C. George

Das NaT-Lab für Schülerinnen und Schüler der Johannes Gutenberg-Universität Mainz stellt sich vor 164
H. Funk, C. Welschof

Projekte im Schülerforschungszentrum phaenovum 169
B. Kretschmer, M. Zimmermann, U. Sojc, N. Mutz, H. Weller

Nuc Tec – Erfolg durch gezielte Nachwuchsförderung 177
M. Rathgeber

Ausbildung und Kompetenzerhalt in Kernchemie, Kernphysik und Strahlenschutz am Forschungsreaktor TRIGA Mainz 180
G. Hampel, K. Eberhardt, St. Zauner

6 – Praktische Ausbildung im Strahlenschutz II 185

Die Kursstätte für Strahlenschutz an der FH Aachen 187
F. Hoyler, M. Marten-Tölle, U. W. Scherer

Verlagerung der Themenschwerpunkte in der Strahlenschutzausbildung zur Sicherstellung des Kompetenzerhalts in verschiedenen Ebenen 190
M. Tschurlovits

Radiometrie in und für Madagaskar – Gleichzeitige Bestimmung von Uran und Thorium im Gelände 198
H. von Philipsborn, Ch. Hoffmann

Praxisausbildung von BA-Studenten im VKTA 202
P. Sahre, T. Schönmuth, S. Jansen, K. Jansen, M. Kaden, A. Beutmann, D. Röllig, I. Schneider

Ausbildung zum Bachelor im Strahlenschutz in Sachsen 209
P. Sahre, L. Gläser, A. Beutmann, Ch. Sussek, T. Schönmuth, S. Jansen, K. Konschak

Ausbildung zum Strahlenschutzingenieur (Dipl. Ing. BA) am Deutschen Krebsforschungs-Zentrum Heidelberg (DKFZ) 216
B. Rhein, M. Kämmer, W. Kübler

7 – Qualitätssicherung im Strahlenschutz 219

Der Qualitätsverbund in der Strahlenschutzausbildung 221
H.-J. Reinecke

Anerkennungsverfahren von Strahlenschutz-Lehrgängen aus der Sicht einer Kursstätte am Beispiel des Lehrgangs „Fachkunde von Strahlenschutzbeauftragten in Kernkraftwerken“ 228
H. vom Endt, C. Terbeek

System zur Qualitätssicherung der Strahlenschutzausbildung 236
B. Stolze

„Aus Fehlern lernen“ Aspekte und Beispiele für die Strahlenschutzausbildung 242
S. G. Jahn

Was sagen Mediziner zu Auffrischungskursen im Strahlenschutz? – Ergebnisse einer systematischen Befragung von Kursteilnehmern 254
R. Leppek, B. Madsack, K. J. Klose

Modulare Strahlenschutz-Sachverständigen-Ausbildung für Ärztinnen und Ärzte in der Schweiz seit 2007 262
H. Güdel, S. Kobler, R. Müller, E. Walder

8 – Strahlenschutz und Arbeitssicherheit 263

Strahlenschutz und Arbeitssicherheit 265
S. Severitt

Nebenaufgabe Strahlenschutz. Welches Wissen brauchen Führungskräfte und Mitarbeiter in Industrie und Entsorgungswirtschaft für die Beurteilung von NORM? 272
R. Gellermann

Schutzzielorientierung: Ein Lösungsansatz bei komplexen Aufgabenstellungen im Arbeits- und Strahlenschutz 279
S. Lambotte

Notwendigkeit der Ausbildung zum Laserschutzbeauftragten 286
G. Vees

Optimierung im Strahlenschutz 294
W. Schwarz

Möglichkeiten zur Vermittlung der allgemeinen sicherheitsbezogenen Kenntnisse auf dem Gebiet des Strahlenschutzes 302
C. Terbeek, H. vom Endt

Ausbildung und Fortbildung für Gefahrgutlenker der Klasse 7 – Nationale und Internationale Vorschriften 310
P. Wassertheurer, T. Geringer, A. Stolar

Fehlerhafte Ermittlung und Zuordnung von Expositionswerten für Hauer in den Objekten 01, 02 und 09 der WISMUT 315
G. G. Eigenwillig

Autorenverzeichnis 323

1

Eröffnungssitzung

Vorsitz:

Tagungspräsident H.-G. Vogt

WOZU BENÖTIGT MAN UND WIE ERLANGT MAN KOMPETENZ IM STRAHLENSCHUTZ?

WHAT MEANS AND HOW DOES ONE ACHIEVE COMPETENCE IN RADIATION PROTECTION?

R. Michel
Zentrum für Strahlenschutz und Radioökologie, Leibniz Universität Hannover

Zusammenfassung

Der drohende Kompetenzverlust im Strahlenschutz wird in Bezug auf seine Ursachen betrachtet und die Randbedingungen für einen Erhalt der Kompetenz werden diskutiert. Voraussetzungen hierfür sind international wettbewerbsfähige Strahlenforschung sowie akademische Infrastrukturen, die in Deutschland extrem gefährdet sind. Letztlich zeigt sich die Förderung und Ausbildung der Jugend als mögliche Grundlage für eine kompetente Gesellschaft.

A potential loss of competence in radiation protection as well the boundary conditions for maintaining this competence is discussed. Prerequisites are internationally competitive radiation research and academic infrastructures, both being extremely endangered in Germany. In the end, caring for and education of the young generation provides a basis for a competent society.

1 Kompetenzverlust als Problem einer alternden Gesellschaft

Die 40. Jahrestagung des Fachverbandes für Strahlenschutz e.V. steht unter dem Thema: Kompetenz im Strahlenschutz – Ausbildung, Weiterbildung und Lehre –. Das Thema ist von hoher gesellschaftlicher Bedeutung. In der öffentlichen Diskussion der letzten Jahre wird allgemein im Zusammenhang mit den naturwissenschaftlichen und technischen Disziplinen von drohendem Kompetenzverlust gesprochen und alles beschworen, was zum Kompetenzerhalt notwendig sei.

Als Ausgangspunkt zur Verdeutlichung der Problematik des drohenden Kompetenzverlustes werde ich die Situation des FS heranziehen. Der FS wurde 1966 gegründet, seine Mitgliederzahl wuchs monoton von anfänglich etwa 100 Mitgliedern auf knapp 1500 im Jahr 2004. Seitdem sinkt die Mitgliederzahl kontinuierlich ab. Dies ist keine Folge der Verringerung der Arbeitsfelder des FS oder eines sinkenden Bedarfs an Strahlenschützern; es ist das demographische Problem der alternden Gesellschaften in den Industrienationen. Mehr als 75 % unserer Mitglieder sind älter als 40 Jahre, 30 % zwischen 50 und 60 Jahren und mehr als 20 % älter als 60 Jahre.

Dabei kommen im Strahlenschutz mehrere Gründe zusammen:

- Der Ausbau der Anwendungen von Radioaktivität in Forschung, Technik und Medizin in den 1960er Jahren führte zu einem rasanten Anstieg des Bedarfs an Fachleuten und entsprechende Personalstrukturen wurden zeitnah aufgebaut. Dies hatte eine unnatürliche Alterspyramide der Strahlenschützer zur Folge, die zu einer Pensionierungswelle in den 1990er Jahren führte, die auch heute noch bedrohlich anhält.
- Im letzten Jahrzehnt des vorigen Jahrtausends wurden ingenieur- und naturwissenschaftliche Ausbildungen in der Gesellschaft zunehmend als unattraktiv empfunden. Einstel-

lungsstopps in vielen Industriebereichen führten zum ersten Male zu Schwierigkeiten für die Absolventen in dem gewählten Fach einen Job zu bekommen. Der Strahlenschutz wurde von dieser Entwicklung nicht verschont, mit dem Resultat, dass in der Folge die Gruppe der Strahlenschutzfachleute überalterte.
- In der Gesellschaft machte sich in den letzten Jahrzehnten zunehmend eine technik- und naturwissenschaftsfeindliche Tendenz breit, die Risiken der hoch technisierten Welt, in der wir leben und der wir Langlebigkeit und Wohlstand verdanken, gegenüber den Vorteilen überzubewerten.

Ich halte die Nachwuchsfrage für den FS für die essentielle Frage, die in der Zukunft zu lösen ist [1]. Doch ist sie von allgemeiner Bedeutung. Alle Bereiche der Strahlenforschung und Strahlentechnik leiden unter extremem Nachwuchsmangel. Daher soll hier die Frage behandelt werden, was unter Kompetenz, Kompetenzerwerb, Kompetenzerhalt, Kompetenzverlust zu verstehen ist.

2 Was ist Kompetenz allgemein und was ist wissenschaftlich-technische Kompetenz?

Ältere Lexika definieren Kompetenz lediglich als Zuständigkeit. Diese Definition trifft den heutigen Sprachgebrauch nur bedingt. Im juristischen Bereich sind Zuständigkeiten gesetzlich geregelt und es werden Anforderungen für Zuständigkeit festgelegt. In demokratischen Prozessen wird vielfach Zuständigkeit mit Betroffenheit gleichgesetzt. Die Aktivitäten von Bürgerinitiativen belegen dies. Zuständig ist man, wenn man sich für zuständig erklärt. Doch was bedeutet Kompetenz im wissenschaftlichen, technischen und ökonomischen Bereichen unseres Lebens? Hier wird Zuständigkeit an Voraussetzungen gebunden, die bestimmte Fähigkeiten beinhalten. Hier trifft der englische Sprachgebrauch von „competence“ die heutige Bedeutung des Begriffes. Ein bekanntes Internet-Wörterbuch bietet die Übersetzungen „Amtsbefugnis, Befähigung, Befugnis, Kompetenz, Können, Sachkunde, Tüchtigkeit, rechtlich: die Zuständigkeit und sachliche Zuständigkeit“ und für den Gegensatz „incompetence“ „Inkompetenz, Insuffizienz, Nichtzuständigkeit, Stümperei, Unfähigkeit, Unzuständigkeit und Geschäftsunfähigkeit“ an.

Dabei stehen die Aspekte der Befähigung, des Könnens und der Sachkunde im Vordergrund. Die gesellschaftliche Zuständigkeit wird als Konsequenz des fachlichen Wissens und Könnens zugestanden. Dabei gibt es je nach den Anforderungen der Zuständigkeit ganz unterschiedliche Bausteine der wissenschaftlich-technischen Kompetenz, die man als Hierarchie der Kompetenzen bezeichnen kann. Diese Hierarchie baut sich auf der Grundlage von Kenntnissen zur Durchführung von Handlungen über Fachkunde, zu detailliertem oder generalistischem Verständnis und Beherrschung eines Faches, zum selbständigen Erwerb neuen Wissens, zu Innovationsfähigkeit, und zur Fähigkeit, international konkurrenzfähiger Forschung und Lehre durchzuführen und wettbewerbsfähige, technologische und wissenschaftliche Hochleistungen zu erbringen.

Die erforderlichen Kompetenzen im Strahlenschutz lassen sich nach dem Vorgesagten anhand der Aufgabe des Strahlenschutzes definieren, Mensch und Umwelt vor möglichen Gefährdungen durch Radioaktivität und Strahlung zu schützen und damit die Voraussetzung zu schaffen, Radioaktivität und Strahlung zum Wohle von Mensch und Umwelt zu nutzen. Dabei müssen vielfältige Aufgabenbereiche und Arbeitsfelder angesprochen werden, in denen Kompetenzen erforderlich sind und in denen bei Kompetenzverlust die Geschäftsunfähigkeit droht.

Nach der Rechtslage steht der Umgang mit Radioaktivität und Strahlung grundsätzlich unter Genehmigungsvorbehalt, es sei denn, menschliche Handlungen seien von der Genehmigungs- und Überwachungspflicht ausgeschlossen oder ausgenommen. Damit steht an erster Stelle das Erfordernis, dass die zuständigen Genehmigungs- und Aufsichtsbehörden die notwendige wissenschaftlich-technische Kompetenz besitzen müssen, ihren gesetzlichen Aufgaben nachzukommen.

Dann sind die im Strahlenschutz zu unterscheidenden menschlichen Handlungen, Tätigkeiten, Arbeiten und Interventionen, in Bezug auf die erforderlichen Kompetenzen im Strahlenschutz zu betrachten. Ohne Vollständigkeit der Aufzählungen bedeutet dies bei Tätigkeiten die Anwendungen von Radioaktivität und Strahlung in Forschung, Technik und Medizin. Dabei ist zu betonen, dass bei den technischen Anwendungen nicht nur die Energietechnik sondern eine Vielfalt von Anwendungen von Radioaktivität und Strahlung in anderen Technikbereichen betroffen sind.

Die American Nuclear Society hat im Jahr 1991 für die USA die Arbeitsfelder, in denen Radioaktivität und Strahlung, eingesetzt werden, in Bezug auf die Anzahl der Beschäftigten und das jeweils erwirtschaftete Bruttosozialprodukt untersucht [2]. Damals gingen 3 % der Beschäftigten in den USA (4,1 Millionen) in ihrem Berufsleben mit Radioaktivität und Strahlung um, davon ca. 90 % in Nicht-Kernenergie-Bereichen. Ungeachtet der Tatsache, dass die Pro-Kopf-Wertschöpfung in den Nicht-Kernenergie-Bereichen geringer war, übertraf diese Wertschöpfung in absoluten Zahlen (257 Mrd. US $) die der Energieerzeugung (73 Mrd. US $). Leider liegen uns für Deutschland solche Statistiken nicht vor. Angesichts des Ausstiegsbeschlusses aus der Kernenergie in Deutschland wird aber leider häufig die Bedeutung der Nicht-Kernenergie-Bereiche übersehen. Ungeachtet der Ungewissheiten über die Zukunft Nutzung der Kernenergie ist zu betonen, dass auch bei einem Ausstieg aus der Kernenergie kompetentes Personal für Rückbau und Entsorgung für die Lebensarbeitszeit mehrerer Generationen erforderlich ist.

Dies gilt auch für Arbeiten, wo Kompetenzen im Strahlenschutz erforderlich, aber Radioaktivität und Strahlung eher unbekannt sind. Auch Interventionen umfassen Arbeitsfelder, in denen Strahlenschutzkompetenzen gefordert sind, die weit größer sind als man gemeinhin annimmt. Deutschland hat in den letzten zwei Jahrzehnten besondere Kompetenzen im Bereich der Sanierung der Hinterlassenschaften des Uranbergbaus entwickelt. Diese müssen noch ausgebaut werden, da beträchtliche Anstrengungen in der Sanierung sonstiger Altlasten erforderlich sind. In den Bereich Interventionen gehören auch Notfall- und Katastrophenschutz, die Strahlenschutzvorsorge und die nukleare Gefahrenabwehr. Hier sind ganz unterschiedliche Kompetenzen bei Polizei, Feuerwehr, Militär sowie ärztlichen und technischen Diensten erforderlich.

Nicht zuletzt ist der Bereich des Strahlenschutzes vor nicht ionisierender Strahlung zu nennen. Auch hier ist das gesamte Spektrum von Forschung, Technik und Medizin betroffen. Dabei ist hier der Übergang zur allgemeinen Sicherheitstechnik besonders deutlich und belegt, dass der Strahlenschützer sich nicht selektiv auf das Gebiet von Radioaktivität und Strahlung zurückziehen kann, sondern zusätzlich Kompetenzen aus den übrigen Bereichen der Sicherheitsfragen von Beschäftigten und der allgemeinen Bevölkerung besitzen muss.

Den Anforderungen, die das Leben in einer komplexen, hoch technisierten und durch internationalen Wettbewerb charakterisierten Welt an die Beschäftigten stellt, kann nur mit wissenschaftlich-technischer Kompetenz begegnet werden. Je höher die wissenschaftlich-technischen Risiken, umso höher die Anforderung an die Kompetenz. Gehen einer Gesell-

schaft diese Kompetenzen verloren, ist sie weder geschäfts- noch wettbewerbsfähig und der erworbene Lebensstandard ist aufs Höchste gefährdet. Jede neue Technologie, jede Anwendung neuer wissenschaftlicher Erkenntnis birgt Risiken und Chancen. Dies gilt für alle Bereiche, angefangen mit der Nutzung des Feuers durch den Menschen über mechanische Werkzeuge und chemische Werkstoffe und reicht bis zur Kernenergie, der Nutzung der Elektrizität und heute speziell des Mobilfunks bis hin zur Gentechnik. Die Bewertungen von Chancen und Risiken jeder Technik oder Anwendung wissenschaftlicher Erkenntnisse ist grundsätzlich ambivalent und erfordert gesellschaftliche Rechtfertigungsprozesse.

Die Wahrnehmung, Bewertung und der Umgang mit Wissen und Technik stellt Kompetenzanforderungen an die jeweilige Gesellschaft. Auch wenn derartige Bewertungen in weiten Bereichen den „Zuständigen" übertragen werden, sind Grundkompetenzen in der Bevölkerung erforderlich, damit auf der Grundlage der jeweiligen psychischen und mentalen Bedingungen und der bisher gemachten Erfahrungen Akzeptanz möglich wird. Bei fehlenden Grundkompetenzen, d.h. Basiswissen über die in Frage stehende Anwendungen, ist Ablehnung bei vielen Menschen die wahrscheinliche Reaktion. Umso komplexer die wissenschaftlichen Zusammenhänge sind, umso mehr Kompetenz ist in der Gesellschaft erforderlich, wenn eine rationale gesellschaftliche Diskussion möglich sein soll. Wenn Technologien nicht oder nur im Ansatz verstanden werden, wenn sie unbekannt bleiben und wenn der Grad der gefühlten Bedrohung hoch ist, werden die Risiken überproportional hoch eingeschätzt [3]. Die Reaktionen der Betroffenen, und damit Zuständigen, erfolgt bei mangelnder Kompetenz nach archetypischen Mustern [4]. Die Diskussionen über die Nutzung der Kernenergie, den Einsatz von elektromagnetischer Strahlung bei den Informationstechnologien und gentechnische Anwendungen belegen dies.

Die Anwendungen von Radioaktivität und ionisierender Strahlung und damit auch der Strahlenschutz genießen hohes gesellschaftliches Interesse und haben in der öffentlichen Diskussion einen hohen, aber emotional belasteten Stellenwert. Die gesellschaftliche Kompetenz ist in diesen Bereichen eher als gering einzuschätzen. Dies ist nicht verwunderlich, da Radioaktivität und Strahlung alle Eigenschaften haben, die eher zu emotionalen Einschätzungen als zu rationaler Behandlung einladen. Man kann Radioaktivität und Strahlen nicht sehen, nicht riechen, nicht schmecken, nicht fühlen. Doch sie können zerstörerische Macht verleihen und ihre schädlichen Wirkungen können stochastisch sein. Damit berühren Radioaktivität und Strahlung Urängste des Menschen. Historisch wurden und werden Radioaktivität und Strahlung mit Begriffen und Bilder belegt, die der Mythologie und damit der Verarbeitung von Urängsten entstammen [5]. Die besondere Rolle der Medien für die Wahrnehmung von Radioaktivität und Strahlung in der Gesellschaft ist vielfach und kontrovers diskutiert worden. Auch hier stellt sich die Frage nach der Kompetenz derer, die in und mit den Medien öffentliche Meinung gestalten und beeinflussen.

Die Grundlagen der wissenschaftlich-technischen Kompetenz in einem Land sind neben personeller auch technischer und finanzieller Natur. Ohne die benötigte technische Infrastruktur, die auch Ausbildungsstätten einschließt, und ohne die notwendigen Finanzmittel droht die Gefahr des Kompetenzverlustes bzw. kann Kompetenz weder erhalten noch erworben werden. Dies gilt auch im internationalen Kontext. Dabei ist ein Land ist nicht alleine, sondern im internationalen Umfeld zu betrachten. Wenn ein Land im Vergleich zu seinen Nachbarländern in der Kompetenz zurückfällt, wird es nicht mehr wahrgenommen und z. B. bei der Novellierung internationaler Regelwerke nicht mehr berücksichtigt. So ist es nicht nur die Frage der Kompetenz im Strahlenschutz in Deutschland das Thema dieser Tagung, sondern auch die Entwicklungen und Anforderungen, die sich international, speziell in Europa, ergeben.

3 Wer sollte Kompetenz erwerben und wie erlangt man Kompetenz?

Angesichts der vielfältigen Anforderungen im Strahlenschutz wird Kompetenz von einer Vielzahl von Personen erwartet. Dabei sind es ganz unterschiedliche Kompetenzen erforderlich, verstanden als Bausteine aus der Hierarchie der Kompetenz, die von den Einzelnen erworben werden müssen, um in ihren jeweiligen Aufgabengebieten als zuständig gelten zu können. Es sind zuerst die Funktionsträger im Strahlenschutz, angefangen von den Mitarbeitern in Regierungsorganisationen, Genehmigungs- und Aufsichtsbehörden, gefolgt von den Funktionsträger vor Ort, wie Strahlenschutzverantwortlichen und –beauftragten, bis hin zu den sonst tätigen Personen.

Angesichts der generellen Zuständigkeit von Betroffenen in einer Gesellschaft ist es auch wünschenswert, dass die „Stakeholder“ und ihre Organisationen Kompetenzen erwerben; nur dann werden sie als gleichberechtigte Partner im wissenschaftlich-technischen Dialog anerkannt. Von besonderer Bedeutung für die gesellschaftliche Entwicklung ist Kompetenz bei allen Multiplikatoren, die in unserer Gesellschaft Meinungen und Trends setzen oder beeinflussen. Hier sind Politiker und Medienarbeiter gefordert, ihre Aussagen auf wissenschaftlich-technische Kompetenz und nicht auf Meinungen oder Vorurteile zu gründen.

Nicht zuletzt ist Kompetenz bei den Lehrenden und Ausbildenden unabdingbar. Sie sind diejenigen, die Kompetenz bei den Ausgebildeten bewirken sollen und man kann nur in seltenen Fällen erwarten, dass während der Ausbildung mehr Kompetenz erworben wird als der Ausbildende besitzt. Das wirft eine Frage auf, die im nächsten Abschnitt zu behandeln ist.

Die Beantwortung der Frage, wie man Kompetenz erlangt, ist vom Grundsatz her einfach: Indem man von kompetenten Lehrern Grundlagen und Methoden lernt, praktische Erfahrungen sammelt, vertieftes Wissen in Spezialisierungen erwirbt und seine erworbene Kompetenz unter Beweis stellt. Dies verbirgt sich beim Erwerb der Fachkunde im Strahlenschutz hinter der Anforderung, dass die Ausbildung durch Zeugnisse, die praktische Erfahrung durch Nachweise und durch erfolgreiche Kursteilnahme zu belegen ist.

Angesichts der Komplexität der Hierarchie der Kompetenz ist es das ganze Spektrum der Ausbildungseinrichtungen, das hier Beiträge leisten muss: Universitäten, Fachhochschulen, Berufsakademien, Kursstätten, Einrichtungen der betrieblichen und außerbetrieblichen Weiterbildung und, nicht zuletzt, die Schulen. Neben den dabei üblichen Veranstaltungsarten wie Vorlesungen, Übungen, Praktika, Seminaren und praktischen wissenschaftlichen und technischen Projektarbeiten sind in diesem Kontext auch Kongresse, Tagungen, Sommerschulen, Workshops sowie Veranstaltungen für Schüler und die allgemeine Bevölkerung zu nennen. Nur wenn diese gesamte Infrastruktur in ihrer Vielfalt gegeben ist, kann Kompetenz im Strahlenschutzerhalten werden. Ist sie in Frage gestellt, droht Kompetenzverlust und damit Aufgabe der Geschäftsfähigkeit.

Angesichts der demographischen Situation in Deutschland und den meisten anderen Industrieländern ist verstärkte Ausbildung dringend erforderlich. Qualitativ hochwertige Ausbildung kann aber nur in einem Klima akademischer Forschung gedeihen, die zwischen Grundlagen- und angewandter Forschung ausgewogen ist. Wenn Strahlenforschung zur Weiterentwicklung des Strahlenschutzes und der vielfältigen Anwendungen von Radioaktivität und Strahlung in einem Lande nicht international wettbewerbsfähig betrieben wird, verliert das ganze System der Lehre und Ausbildung den Anschluss and den Stand von Wissenschaft und Technik und verkümmert langfristig zu einem System der Regel- und Faktenvermittlung ohne methodische und inhaltliche Durchdringung. Die hierzu nötige Forschung muss vor allem an den Universi-

täten und Forschungseinrichtungen durchgeführt werden. Nur auf der Grundlage qualifizierter Forschungsarbeiten kann - im Zusammenwirken mit benachbarten Fachdisziplinen - die erforderliche Kompetenz erworben werden. In Deutschland ist die Strahlenforschung akut gefährdet, und damit der Erhalt der Kompetenz im Strahlenschutz in Frage gestellt.

4 Gegenwärtige Situation in der Strahlenschutzforschung in Deutschland

In Deutschland hat sich die universitäre Situation der Strahlenforschung in den letzten Jahrzehnten rapide verschlechtert, so dass ein massiver Kompetenzverlust zu befürchten ist. In einer Stellungnahme führte der Wissenschaftsrat zur Umweltforschung in Deutschland bereits 1994 aus [6]: „Es ist zu befürchten, dass der durch den Abbau von Forschungskapazitäten bereits eingetretene Mangel an qualifiziertem Nachwuchs dazu führen wird, dass künftig die Voraussetzungen für eine qualifizierte Forschung und Ausbildung auf dem Gebiet des Strahlenschutzes nicht mehr gegeben sein wird.“ Aus der Sicht des Wissenschaftsrates ist es erforderlich, dass mehrere Universitäten sich schwerpunktmäßig mit der Strahlenforschung und der entsprechenden Ausbildung befassen. Er empfahl, an 4 - 5 Universitäten Zentren zu interdisziplinären Schwerpunkt-Zentren auszubauen, in denen Strahlenschutz in Forschung und Lehre auch wieder in den Naturwissenschaftlichen Fakultäten verankert wird. Auch die Strahlenschutzkommission (SSK) hat mehrfach, zuletzt im Jahr 2000, vor dem weiterhin drohenden Kompetenzverlust in der Strahlenforschung in Deutschland gewarnt und auf Abhilfe gedrungen [7]. Im gleichen Sinne haben sich die einschlägigen wissenschaftlichen Fachgesellschaften geäußert [8 - 9].

In den letzten Jahren hat ein starker, pensionierungsbedingter Abbau von Lehrstühlen mit Bezug zur Strahlenschutzforschung an deutschen Universitäten stattgefunden. In den letzten zehn Jahren ist die Zahl der auf diesem Gebiet tätigen deutschen Wissenschaftler, Lehrstühle und Forschungsinstitute so dramatisch zurückgegangen, dass dringender Handlungsbedarf besteht, damit dieses Wissen und die damit verbundenen Einfluss- und Handlungsmöglichkeiten nicht verloren gehen. Bundesweit hat sich die Situation der Strahlenforschung weiter verschlechtert, während weltweit Bemühungen zur Ausweitung von Forschung und Lehre in diesem Fachgebiet laufen.

Dabei belegt die große Nachfrage nach Absolventen den hohen Bedarf an qualifiziertem akademischem Nachwuchs in allen Bereichen des Strahlenschutzes und der Strahlenforschung. Zudem sind aufgrund gesetzlicher Vorgaben umfangreiche Weiterbildungsmaßnahmen zum Erwerb und zur Aufrechterhaltung der Fachkunde nach Strahlenschutz- und Röntgenverordnung erforderlich. Weiterer hoher Bedarf an Weiterbildungskapazität besteht in der nachuniversitären Aus- und Fortbildung von Lehrern.

Der Niedergang der Strahlenforschung ist nicht durch einen Mangel an attraktiven Forschungsthemen begründet. Es gibt eine Fülle von wissenschaftlichen und technischen Arbeitsfeldern für anspruchsvolle Strahlenforschung und vielfältige und wichtige Problemstellungen speziell für die Strahlenschutzforschung. Die Deutsche Akademie der Naturforscher Leopoldina hat auf einer Tagung im Jahr 2007 in Leipzig eine Bilanz gezogen und die vielfältigen Perspektiven der Strahlenanwendung und Strahlenforschung in Deutschland bis zum Jahr 2020 herausgearbeitet [10].

Es besteht derzeit etwas Hoffnung auf ein Widererstarken der Strahlenforschung. Unter anderem durch eine Initiative der SSK [11] und des BMU wurde ein Weg zur Förderung der Strahlenforschung in Deutschland aufgetan. Im Mai 2008 machte das BMBF ein Förderprogramm

bekannt [12], in dem die Strahlenforschung und Strahlenschutzforschung einen festen Platz erhalten haben. Damit ist eine wichtige zusätzliche Voraussetzung für die Einwerbung von Drittmitteln durch die noch verbliebenen Forschungsstätten gegeben.

Ein spezielles Problem bei dem Bemühen, den Niedergang der Strahlenforschung aufzuhalten und die Entwicklung der vergangen Jahrzehnte umzuwenden, bleibt jedoch bestehen. Es ist in der Struktur des föderalistischen Bildungssystems der Bundesrepublik begründet und besteht darin, dass durch Förderung des Bundes keine neuen Strukturen wie Lehrstühle und Institute gefördert werden könne. Dies bleibt Aufgabe der Länder und damit vor allem Aufgabe der Universitäten und Fakultäten und unterliegt damit leider Partikularinteressen. Wenn es nicht gelingt, auch auf der Ebene der Universitäten und Fakultäten ein Umdenken einzuleiten, werden die Bemühungen des Bundes ins Leere laufen. Es besteht in den deutschen Universitäten eine Tendenz, kleine Fächer zugunsten großer Fächer mit dem Hinweis auf „erforderliche kritische Massen“ aufzugeben. Forschungsrichtungen werden nach ihrer aktuellen „Leuchtturmfunktion“ bevorzugt, strukturelle Überlegungen über die gesellschaftlichen Bedürfnisse zur Abdeckung der ganzen Breite der wissenschaftlich technischen Entwicklung findet man nur in Ansätzen. Selbst die Einrichtung von neuen Studiengängen im Rahmen des Bologna-Prozesses wird durch diese Entwicklung erschwert, wenn z.B. die Einrichtung eines Masterstudienganges an das Vorhandensein von mindestens zwei Lehrenden geknüpft wird, um im Rahmen des Zulassungsverfahrens eines Studienganges die Sicherstellung der Lehre nachweisen zu können.

Hier kann nur strukturelle Förderung helfen, die zusätzliche Lehr- und Forschungskapazitäten erzeugt. Die Einrichtung von Juniorprofessuren könnte hier hilfreich sein. Das Engagement der Industrie mit der Einrichtung von Stiftungsprofessuren hat sich bereits als nützlich erwiesen. Das Angebot einer Stiftungsprofessur aus Industrie über einen begrenzten Zeitraum stellt sich für viele Universitäten und Fakultäten als ein Angebot dar, das man nicht ablehnen kann.

Von Seiten der Studenten bestehen dabei derzeit die geringsten Probleme. Der Trend zur Ablehnung naturwissenschaftlich-technischer Studienfächer, der in den 1990er Jahren zu dramatischen Rückgängen der Studentenzahlen in diesen Fächern geführt hat, hat sich umgekehrt. Ein wesentlicher Faktor war dabei, dass die Universitäten in den letzten Jahren in die Schulen gingen, Schulklassen in die Universitäten holten und aktiv für natur- und ingenieurwissenschaftliche Fächer warben. Nach den eigenen Erfahrungen beobachten wir volle Studiengänge mit der Notwendigkeit der Erweiterung der früher verringerten Praktikumskapazitäten und zunehmende Nachfragen nach Examens- und Promotionsarbeiten. Jedoch wird der Bedarf an gut ausgebildeten Studenten der Natur- und Ingenieurwissenschaften angesichts der demographischen Entwicklung auch damit kaum gedeckt werden können.

5 Die Ausbildung der Jugend

Wer die Kompetenz in den natur- und ingenieurwissenschaftlichen Fächern erhalten und ausbauen will, muss die Jugend gewinnen. Hier ist neben den bereits erwähnten Veranstaltungen erforderlich, dass die Universitäten sich verstärkt um die Lehrer als Multiplikatoren kümmern. Die Lehrer Aus- und Fortbildung wird bereits von Universitäten intensiviert und muss weiter ausgebaut werden. Die Einrichtung von Schülerlaboratorien und Veranstaltung für Schüler an den Universitäten hebt die Attraktivität der natur- und ingenieurwissenschaftlichen Studiengänge bei den Schülern. In diesem Zusammenhang sind auch die Fachgesellschaften gefordert. Sie haben die Möglichkeit und Kompetenz, sich im Rahmen der Bringschuld der Wissenschaft zu engagieren und ihr Wissen jungen Menschen nahe zu bringen. Der Fachverband

für Strahlenschutz engagiert sich seit 2006 auf diesem Gebiet; auf dieser Tagung wird darüber ausführlich berichtet. Es geht dabei nicht nur um den Kompetenzerhalt, sondern ganz allgemein auch um die öffentliche Wahrnehmung der Gesellschaft und des Faches.

Das besondere Problem des Faches Strahlenschutz ist die Tatsache, dass in der Gesellschaft kaum Kompetenz in Fragen des Strahlenschutzes existiert. Die historische Entwicklung der letzten 50 Jahre war dadurch geprägt, dass eine „pro-nukes“ Generation durch die „no-nukes“ Generation abgelöst wurde. Erstere hat den Aufbau der Kernenergienutzung und die vielfältigen anderen Anwendungen von Radioaktivität und Strahlung vorangetrieben, letztere versucht diese Entwicklungen rückgängig zu machen und ist weitgehend verantwortlich für die negative Grundeinstellung in der Bevölkerung zu den Natur- und Ingenieurwissenschaften. In der heutigen Studentengeneration und in den Kontakten zu Schülern stellt man diese unterschiedlichen Grundüberzeugungen der beiden konträren Generationen kaum noch fest. Die Jugend ist bereit, sich in beide Richtungen vorurteilsfrei informieren zu lassen. Dies ist eine Chance für den Strahlenschutz. Wenn es gelingt, diese Generation als eine kompetente Generation zu gewinnen, kann der Kompetenzverlust in Deutschland aufgehalten werden und eine Entwicklung zu einer technisch und naturwissenschaftlich kompetenten Gesellschaft in Gang gesetzt werden.

6 Literatur

[1] StrahlenschutzPraxis 1/2004: Schwerpunktthema.

[2] A.E. Waltar, The invisible but not imaginary numbers, ANS, 1995.

[3] P. Slovic, Perception of Risk, Science 236 (1987) 280 – 285.

[4] S. Prêtre, Atom, Symbolik und Gesellschaft. Geistige Ansteckung oder Risikobewusstsein? ISBN-Nr. 3-9520289-2-4, http://www.second-fire.ch/2008-02-10.

[5] S.R. Weart, Nuclear Fear: A history of pictures, Harvard University Press, London, 1988.

[6] Wissenschaftsrat, Stellungnahme zur Umweltforschung in Deutschland, 1994.

[7] SSK, Für den Erhalt der Strahlenforschung in der Bundesrepublik Deutschland, Stellungnahme der Strahlenschutzkommission, 167. Sitzung der SSK am 6./7. Juli 2000.

[8] J. Breckow, Kompetenzerhalt im Strahlenschutz, in: [10] pp.155 – 158.

[9] Eike Gelfort, Strahlenforschung in Deutschland, VDI-GET; Juni 2003, http://www.vdi.de/fileadmin/vdi_de/redakteur_dateien/get_dateien/Strahlenforschung-in-D.pdf

[10] Th. Herrmann, F. Kamprad (Hrsg.) Strahlenanwendung und Strahlenforschung in Deutschland – Perspektiven bis zum Jahr 2020, Nova Acta Leopoldina, Neue Folge, Band 96, Nummer 355, Deutsche Akademie der Naturforscher Leopoldina, Halle (Saale), 2008.

[11] SSK, Zukunftsprojekt Strahlenforschung in Deutschland, Empfehlung der Strahlenschutzkommission, 206. Sitzung der SSK am 1. März 2006.

[12] BMBF, Bekanntmachung des BMBF von Richtlinien über die Förderung zum Themenfeld "Grundlegende FuE-Arbeiten in der nuklearen Sicherheits- und Entsorgungsforschung zur Förderung des wissenschaftlichen Nachwuchses und zum Kompetenzerhalt" im Rahmen des Förderkonzeptes "Grundlagenforschung Energie 2020+", 27. Mai 2008.

BERUFSBILDER, BEDARF UND PERSPEKTIVEN IM STRAHLENSCHUTZ AUS SICHT EINES KERNKRAFTWERKBETREIBERS

EMPLOYMENT, DEMAND AND OUTLOOK IN RADIATION PROTECTION – A NUCLEAR OPERATOR'S POINT OF VIEW

R. Brunner
E.ON Kernkraft GmbH – Kernkraftwerk Isar

Zusammenfassung

Am Beispiel des Kernkraftwerks Isar werden die verschiedenen Aufgabenfelder im Bereich Strahlenschutz exemplarisch für die E.ON Kernkraft GmbH vorgestellt. Es wird ein Überblick über die Qualifikationen des eingesetzten Personals gegeben, sowie ein Ausblick auf den zukünftigen Personalbedarf.

The many and diverse tasks and assignments in the field of radiation protection at E.ON Kernkraft GmbH are highlighted using NPP Isar as an example. An overview is given on the employees involved and their qualifications before describing the future demand for employment and predicting the outlook for people in radiation protection.

1 Der Standort Isar als Beispiel eines deutschen Kernkraftwerks

Strahlenschutz ist einer der wichtigsten Unterstützungsprozesse beim Betrieb von Kernkraftwerken. Die Gewährleistung eines reibungslosen und auflagenkonformen Strahlenschutzes erfordert Personal mit entsprechender Erfahrung und Qualifikation, das die unterschiedlichen Aspekte des breiten Aufgabenbereichs entsprechend abdecken kann.

Im Folgenden werden diese Aspekte aus Sicht der E.ON Kernkraft GmbH (EKK) am Beispiel des Kernkraftwerks Isar (KKI) näher erläutert. Auch wenn einige organisatorische Aspekte des Strahlenschutzes in einem Kernkraftwerk anlagen- oder bundeslandspezifisch sind, so lassen sich die folgenden Erläuterungen grundsätzlich sowohl auf die anderen Anlagen der EKK als auch auf Kraftwerke anderer deutscher Energieversorgungsunternehmen (EVU) übertragen.

E.ON Kernkraft ist mit 2600 Beschäftigten der größte private Kernkraftwerksbetreiber in Europa. Der Standort Isar in der Nähe von Landshut in Bayern ist einer von 11 Kraftwerkstandorten (einschl. Beteiligungen) der EKK. Am Standort Isar wird seit 1977 ein Siedewasserreaktor der Baulinie 69 und seit 1988 ein Druckwasserrektor der Konvoi-Baureihe betrieben. Im Rahmen der Konsensvereinbarung [1] zwischen Bundesregierung und EVU wurden 2001 Reststrommengen je Anlage festgelegt, nach denen Block 1 voraussichtlich 2011 und Block 2 ca. neun Jahre später vom Netz gehen werden. Des Weiteren wurde die Errichtung von Zwischenlägern für abgebrannte Brennelemente an den Standorten vereinbart, infolge dessen ein entsprechendes Lager im KKI 2007 in Betrieb genommen wurde.

2 Aufgaben im Strahlenschutz am Standort Isar

Dem Betrieb der beiden Blöcke am Standort Isar liegt jeweils eine Genehmigung nach §7 AtG [2] zugrunde. Die Genehmigung für das Brennelementzwischenlager basiert auf §6 AtG. Daneben gibt es noch einen Kontrollbereich, der nach §7 StrlSchV [3] genehmigt ist und es existiert eine Genehmigung nach §15 StrlSchV zur Beschäftigung des Eigenpersonals in fremden Anlagen. Weitere Genehmigungen gem. StrlSchV und RöV [4] betreffen u. a. Durchleuchtungsanlagen und Ionisationsrauchmelder. Die Aufgaben im Strahlenschutz des KKI leiten sich daher vorrangig aus den atomrechtlichen Genehmigungen und behördlichen Auflagen ab sowie aus dem zugrunde liegenden Regelwerk.

Die Einhaltung der Genehmigungen und Auflagen im Bereich des Strahlenschutzes obliegt dem Strahlenschutzverantwortlichen. Diese Funktion wird vom Technischen Geschäftsführer der EKK wahrgenommen. Er hat hierzu Strahlenschutzbeauftragte im KKI bestellt, an die Organisation sowie praktische Durchführung delegiert sind.

Die Hauptaufgaben im Strahlenschutz lassen sich grob untergliedern in
- Praktischer Strahlenschutz
- Dosimetrie
- Umgebungsüberwachung
- Dekontamination und Infrastruktur
- Behandlung und Entsorgung radioaktiver Reststoffe.

Der Praktische Strahlenschutz im KKI umfasst die radiologische Arbeitsplatzüberwachung, den Betrieb der Strahlenschutzlabore, die Betreuung der Strahlenmesstechnik und die Emissionsüberwachung. Die eigentliche Arbeitsvorbereitung ist in einem eigenen Arbeitsbereich organisiert, der die Schnittstelle zwischen den Sachbearbeitern anderer Fachbereiche und den Strahlenschützern vor Ort bildet. In Abstimmung mit diesen plant er die Vorgaben zum radiologischen Arbeitsschutz der einzelnen Gewerke.

Der Dosimetrie obliegt der Betrieb des Dosimetriesystems, die Prüfung der Zugangsvoraussetzungen zum Kontrollbereich für das Personal, die Verwaltung der amtlichen Dosimeter sowie die Disposition der Kapazitäten von Spinden und Umkleiden. Mit Hilfe des Dosimetriesystems werden sowohl in der Personendosimetrie die Einhaltung der gesetzlichen Grenzwerte sichergestellt, als auch mit Hilfe der Jobdosimetrie die Dosisverläufe einzelner Gewerke oder ganzer Projekte und Revisionen verfolgt.

Die Umgebungsüberwachung bestimmt die Immissionen mittels entsprechender Messprogramme und eigenem Labor. Mit ihrem Messwagen beproben die Mitarbeiter die Messpunkte in der Umgebung des Standorts und betreuen drei fest installierte Messstationen, die ihre Ergebnisse zusammen mit weiteren Sonden online an die Messnetzzentrale liefern. Daneben betreuen die Kollegen einen Bodycounter, der u. a. bei Verdacht auf Inkorporation zum Einsatz kommt.

Unter den Begriffen Dekontamination und Infrastruktur sind strahlenschutzrelevante Dienstleistungen zusammengefasst, die innerhalb des Teilbereichs Strahlenschutz erbracht werden.

Dies sind u. a. die Dekontarbeiten im Kontrollbereich vor Ort, der Betrieb der Dekontwerkstätten, der heißen Wäschereien und Atemschutzwerkstätten, die Versorgung der Kontrollbereiche mit persönlicher Schutzausrüstung und die Bereitstellung von Abschirmungen sowie die Bewachung der Kontrollbereichszu- und Ausgänge.

Die Behandlung und Entsorgung radioaktiver Reststoffe beginnt mit der Sammlung der Reststoffe in den Kontrollbereichen und umfasst deren Sortierung und Vorbehandlung sowie deren interne Konditionierung und Abgabe an ein Zwischenlager. Daneben können geeignete Reststoffe mittels einer eigenen Freimessanlage dem Freigabeverfahren gemäß §29 StrlSchV zugeführt werden. Abfälle, die nicht intern konditioniert werden, werden an externe Dienstleister abgegeben. Für die Zusammenstellung der Transportlose kann eine Transportbereitstellungshalle genutzt werden, deren Betrieb ebenfalls dieser Gruppe obliegt. Des Weiteren unterstützen die Kollegen die Abwicklung der Radioaktivtransporte gemäß GGVSE [5] Klasse 7.

Jeder einzelne Aspekt dieser Aufgaben wird entsprechend dokumentiert. Die Dokumentation wird an zentraler Stelle im Teilbereich Strahlenschutz aggregiert und zu entsprechenden Berichten und Meldungen verarbeitet. Neben der Aktualisierung der strahlenschutzrelevanten Teile der Betriebshandbücher erarbeitet der Teilbereich auch die entsprechenden Vorgaben und Vorschläge zum radiologischen Notfallschutz.

3 Strahlenschutzpersonal am Standort Isar

Zur Erfüllung der vorgenannten Aufgaben wurde der Strahlenschutz am Standort Isar als eigener Teilbereich innerhalb des Fachbereichs Überwachung organisiert. Der Fachbereichsleiter Überwachung, dem auch die Teilbereiche Physik und Chemie zugeordnet sind, ist gleichzeitig Strahlenschutzbeauftragter für alle Bereiche mit Ausnahme der Durchstrahlungsanlage und der Ionisationsrauchmelder, deren Beauftragung unabhängig an einzelne Mitarbeiter vergeben wurde. Dem Fachbereichsleiter stehen als Strahlenschutzbeauftragte der Teilbereichsleiter Strahlenschutz sowie dessen drei Gruppenleiter zur Seite.

Der Teilbereichsleiter und die Gruppenleiter im Strahlenschutz unterliegen wie der Fachbereichsleiter Überwachung als verantwortliches Personal der Fachkunderichtlinie für Kernkraftwerkspersonal [6] sowie der Fachkunderichtlinie für Strahlenschutzbeauftragte [7] in Kernkraftwerken. Die übrigen Mitarbeiter im Strahlenschutz werden als sonst tätiges Personal gemäß BMU-Richtlinie [8] geführt.

Der Teilbereich Strahlenschutz ist in drei Gruppen aufgeteilt, die jeweils von einem Ingenieur geleitet werden. Der Teilbereich umfasst 35 Mitarbeiter Eigenpersonal sowie Fremdpersonal, dessen Anzahl je nach Arbeitsanfall variiert. So kann für eine längere Revision z. B. die Anzahl des Fremdpersonals in den Bereichen der Arbeitsplatzüberwachung und des Dekonts auf bis zu 160 Personen anwachsen.

Aufgrund der unterschiedlichen Anlagentechnik und der räumlichen Trennung sind die Bereiche des Praktischen Strahlenschutzes einschließlich der Arbeitsvorbereitung pro Block organisiert. Da der Siedewasserblock wegen des größeren Kontrollbereichs mehr Kapazität im Praktischen Strahlenschutz bindet, sind dieser Gruppe keine weiteren Aufgaben zugeordnet.

Die Gruppe, die für Block 2 zuständig ist betreut darüber hinaus das Brennelementzwischenlager und die Bereiche Dosimetrie und Berichtswesen sowie Umgebungsüberwachung. Die dritte Gruppe organisiert die übrigen vorgenannten Aufgaben.

Mitarbeiter dieser drei Gruppen, denen eigenes Personal unterstellt ist, sind mindestens Techniker oder verfügen über eine vergleichbare Qualifikation.

Die Strahlenschutzlabore des Praktischen Strahlenschutzes, die Arbeitsvorbereitung sowie die Umgebungsüberwachung sind mit Technikern, Strahlenschutzfachkräften und Werkern besetzt. Im Bedarfsfall wird das Personal durch externe Dienstleister aufgestockt, wobei hauptsächlich Fachkräfte und Werker zum Einsatz kommen.

In der Dosimetrie kommen Sachbearbeiter zum Einsatz, die nach ihrer Berufausbildung speziell in die Belange des Dosimetriebüros eingearbeitet wurden.

Bei dem Eigenpersonal in den Bereichen Abfallbehandlung und Dekontamination handelt es sich um Sachbearbeiter, die sich aus Strahlenschutz- und Dekontfachkräften sowie Werkern mit entsprechenden Zusatzqualifikationen rekrutieren. Der Großteil des Personals im Bereich Dekontamination wird allerdings durch externe Dienstleister gestellt. Hauptsächlich kommen hier Dekontfachkräfte und Werker zum Einsatz. Die externe Entsorgung der radioaktiven Betriebsabfälle wird durch einen eigenen Sachbearbeiter ingenieurmäßig betreut.

4 Ausbildung und Qualifizierung des Strahlenschutzpersonals

Bei den Strahlenschützern im KKI handelt es sich überwiegend um Quereinsteiger, die je nach Aufgabengebiet mit einem entsprechenden Ausbildungsprogramm qualifiziert wurden. Die jeweiligen Ziele und Vorgaben zur Ausbildung sind im Ausbildungshandbuch des Standorts geregelt, das die Vorgaben der entsprechenden BMU-Richtlinien umsetzt. Die einzelnen Qualifizierungsmaßnahmen werden entsprechend mit dem Teilbereich Ausbildung abgestimmt und durch den Teilbereich Strahlenschutz verfolgt. Neben der internen praktischen Ausbildung „on-the-job“ und Kursprogrammen des Teilbereichs Ausbildung bedient man sich hierzu auch externer Ausbildungsangebote verschiedener Anbieter wie z. B. der Kraftwerksschule Essen, des Fortbildungszentrums für Technik und Umwelt des Forschungszentrums Karlsruhe, der Industrie- und Handelskammer Nordschwarzwald oder der Firma AREVA.

So durchläuft im KKI ein Fachhandwerker mit Metall- oder Elektroausbildung in der Regel eine Ausbildung im Strahlenschutz über einen Zeitraum von zwei Jahren. Im Rahmen dieser Ausbildung erwirbt er nach etwa einem halben bis einem Jahr die Qualifikation für den Strahlenschutzwerker (VGB) [9] und schließt nach bestandener theoretischer und praktischer Prüfung vor der IHK Aachen als Strahlenschutzfachkraft (IHK) ab.

Bisher stehen der Strahlenschutzfachkraft in Deutschland als Weiterqualifizierung nur weniger strahlenschutzaffine Ausbildungswege offen. So befinden sich gegenwärtig im KKI zwei Kollegen in der Fortbildung zum Technischen Umweltfachwirt (IHK), der innerhalb der EKK als technikeräquivalent eingestuft ist. Mit Blick auf unsere eidgenössischen Kollegen, bei denen das Paul Scherrer Institut eine weiterführenden Ausbildung zum „Strahlenschutz-Techniker im HSK-Bereich“ [10] anbietet, hat der VGB-Arbeitskreis „Praktischer Strahlenschutz“ einen Vorstoß in diese Richtung unternommen und diskutiert zur Zeit mit der Kraft-

werksschule Essen und verschiedenen Industrie- und Handelskammern die Möglichkeiten, eine Strahlenschutzmeister (VGB und/oder IHK) in Deutschland zu etablieren.

Techniker aus den Bereichen Maschinenbau, Elektro- oder Verfahrenstechnik werden je nach Einsatzgebiet und Vorkenntnisse ein bis zwei Jahre auf die strahlenschutzspezifischen Belange Ihrer zukünftigen Tätigkeit vorbereitet. Ebenso verhält es sich bei Ingenieuren, Physikern oder Chemikern, die im Strahlenschutz tätig werden.

Der Strahlenschutzingenieur (BA), wie ihn die Berufsakademie Karlsruhe anbietet, erhält bereits von Beginn an eine fundierte strahlenschutzspezifische Ausbildung. Vor der Aufnahme einer Tätigkeit als verantwortliches Personal im Kernkraftwerk muss aber auch hier zusätzlich eine mindestens halbjährige Ausbildung gemäß Fachkunderichtlinie erfolgen.

Sollen Funktionen als Strahlenschutzbeauftragter im Kernkraftwerk übernommen werden, so muss die Ausbildung um die Vorgaben der BMU-Richtlinie je nach zukünftigem Entscheidungsbereich entsprechend erweitert werden.

Nach der Übernahme ihrer Aufgaben unterliegen alle Mitarbeiter einem Programm zum Kenntnis- bzw. Fachkundeerhalt. Damit ist sichergestellt, dass die notwendigen Kenntnisse und Fähigkeiten nicht nur aufrechterhalten sondern auch regelmäßig vertieft werden. Neben diesem verpflichtenden Programm sind die Mitarbeiter angehalten, ihr Wissen auch in spezifischen Seminaren und Fortbildungsveranstaltungen zu vertiefen und sich aktiv am EKK- und EVU-weiten Erfahrungsaustausch zu beteiligen. So werden z. B. die Revisionen zu einem regen Personalaustausch genutzt oder zu verschiedenen Themen standortübergreifende Treffen auf Arbeitsebene organisiert.

5 Entwicklung des Personalbedarfs im Strahlenschutz

Die Alterstruktur im Teilbereich Strahlenschutz am Standort Isar ist hauptsächlich geprägt durch den Zeitpunkt der Inbetriebsetzung des jeweiligen Blocks. Zur Inbetriebsetzung wurde jeweils eine relativ junge Mannschaft eingestellt, die sich innerhalb weniger aufeinanderfolgender Jahre in den gemeinsamen Ruhestand verabschiedet. So ist derzeit über die Hälfte der Mitarbeiter zwischen 46 und 55 Jahre und etwas mehr als ein Drittel zwischen 36 und 45 Jahre alt.

In den kommenden Jahren werden einige Mitarbeiter noch über eine Altersteilzeitregelung vorzeitig ausscheiden. Für KKI bedeutet dies, dass wir für das Eigenpersonal voraussichtlich 2009 zwei Strahlenschutzfachkräfte, 2009 und 2011 jeweils einen Techniker und 2010 einen Ingenieur benötigen.

Diese Zahlen erscheinen auf den ersten Blick recht gering. Man muss aber bedenken, dass diese nur das Eigenpersonal eines einzelnen Standorts betreffen. Betrachtet man die zahlenmäßigen Verhältnisse von Eigen- zu Fremdpersonal – vor allem auch während der Revisionen – so sieht man sehr schnell, dass der zukünftige Bedarf nicht zu unterschätzen ist. Indiz dafür sind u. a. die Absolventenzahlen der Berufsakademie Karlsruhe, die seit einigen Jahren steigende Tendenz aufweisen. Aufgrund des dualen Studiums spiegelt dies direkt eine entsprechende Nachfrage der beteiligten Firmen wider. Ebenso wird es zusehends schwieriger, den Fremdpersonalbedarf für kurzfristige Aktionen außerhalb der Revisionen zu decken. Dies

liegt nach Aussage unserer Servicefirmen u. a. an der gestiegenen Nachfrage aus den Rückbauprojekten, die entsprechende Personalkapazität ganz- und mehrjährig binden.

Aufgrund einer nicht unerheblichen Einarbeitungszeit stellt sich für EVU und Dienstleister die Herausforderung, bereits frühzeitig den zukünftigen Bedarf so realistisch wie möglich zu prognostizieren und geeignete Ausbildungs- und Rekrutierungsprogramme zu aktivieren, um dem Bedarf zeitnah gerecht zu werden.

Am Standort Isar wurde bereits mit entsprechenden Maßnahmen begonnen. So stehen wir in regelmäßigem Kontakt mit unseren Lehrwerkstätten der Fachbereiche Maschinentechnik sowie Elektro- und Leittechnik, um Auszubildende bereits frühzeitig für eine Weiterbildung zur Strahlenschutzfachkraft gewinnen zu können. Techniker und Ingenieure bilden wir zwar nicht selbst aus, hier versuchen wir aber über Kontakte zu den Ausbildungsstätten Interesse an einer Tätigkeit im Strahlenschutz zu wecken und präsentieren uns als potentieller Arbeitgeber. So konnten wir bisher alle unsere bis dato freien Positionen zeitnah und erfolgreich besetzen.

6 Perspektiven für das Strahlenschutzpersonal in Kernkraftwerken

Bedenkt man, dass die Konsensvereinbarung vorsieht, voraussichtlich Anfang der 20er-Jahre dieses Jahrhunderts die letzten Kernkraftwerke in Deutschland endgültig abzuschalten, so erscheinen die Perspektiven für die Beschäftigten in der deutschen Kerntechnik und damit auch für unser Strahlenschutzpersonal auf den ersten Blick eher ernüchternd bis enttäuschend. Bei genauerer Betrachtung erkennt man aber, dass gerade der Bereich Strahlenschutz in der Kerntechnik eine gewisse Unabhängigkeit von der politischen Großwetterlage besitzt:

Wird die Konsensvereinbarung vollständig umgesetzt, so ist der Strahlenschutz solange gefordert, bis der letzte Quadratmeter aus dem Geltungsbereich des AtG entlassen wurde. Betrachtet man den zeitlichen Bedarf für Nachbetriebsphase und den eigentlichen Rückbau, so lassen die bisherigen Erfahrungen den Schluss zu, dass man damit sicherlich bis Ende der 30er-Jahre beschäftigt sein wird. Und dies betrifft nur die eigentlichen Kernkraftwerke. Daneben existieren auch noch die Standortzwischenläger, deren Betrieb für den Zeitraum von 40 Jahren genehmigt ist. Zwar wissen wir aus den Erfahrungen unserer Kollegen aus den Rückbauprojekten, dass dort Eigenpersonal auch im Strahlenschutz eher weniger wird, dafür aber entwickelt sich der Rückbau zu einem gewaltigen Markt für die externen Dienstleister, die zumindest im Falle der E.ON Kernkraft sich zunehmend aus konzerneigenen Töchtern rekrutieren. Lediglich im Fall des sicheren Einschlusses muss man mit eher rückläufigen Personalzahlen auch im Bereich des Strahlenschutzes rechnen, solange nicht neben dem eigentlichen Einschluss weitere Aktivitäten wie z. B. Dienstleistungen für Dritte parallel laufen.

Kommt es aufgrund ökonomischer und/oder ökologischer Überlegungen zu einem Moratorium des Ausstiegbeschlusses – Schweden lässt grüßen – oder gar zu einer Laufzeitverlängerung, so erwartet den Strahlenschutz in der deutschen Kerntechnik eine äußerst positive Zukunft.

Ob nun Ausstieg gemäß Konsensvereinbarung oder Laufzeitverlängerung, in beiden Fällen kommt es letztendlich einmal zum Rückbau, bei dem gilt: „Der Letzte macht das Licht aus“ – und die Chancen stehen gut, dass es sich dabei um einen Kollegen vom Strahlenschutz handelt.

7 Literatur

[1] Vereinbarung zwischen der Bundesregierung und den Energieversorgungsunternehmen vom 14. Juni 2000

[2] Gesetzt über die friedliche Verwendung der Kernenergie und den Schutz gegen ihre Gefahren (Atomgesetzt – AtG)

[3] Verordnung über den Schutz vor Schäden durch ionisierende Strahlen (Strahlenschutzverordnung – StrlSchV)

[4] Verordnung über den Schutz vor Schäden durch Röntgenstrahlung (Röntgenverordnung – RöV)

[5] Verordnung über die innerstaatliche und grenzüberschreitende Beförderung gefährlicher Güter auf der Straße und mit Eisenbahnen (Gefahrgutverordnung Straße und Eisenbahn – GGVSE)

[6] Richtlinie für den Fachkundenachweis von Kernkraftwerkspersonal – Bek. d. BMU v. 14.4.1993 – RS I 3 – 13 831/2

[7] Richtlinie für die Fachkunde von Strahlenschutzbeauftragten in Kernkraftwerken und sonstigen Anlagen zur Spaltung von Kernbrennstoffen - RdSchr. d. BMU v. 10.12.1990 - RS II 3 – 15 040/1

[8] Richtlinie über die Gewährleistung der notwendigen Kenntnisse der beim Betrieb von Kernkraftwerken sonst tätigen Personen – Bek. d. BMU v. 30.11.200 – RSI 3 – 13 832/1

[9] Mindestanforderungen an die Ausbildung zum Strahlenschutzwerker (VGB) – Empfehlung des VGB-Arbeitskreis „Praktischer Strahlenschutz“, Mai 2007

[10] Anerkennung von Strahlenschutz-Ausbildungen und – Fortbildungen im Aufsichtsbereich der HSK, Hauptabteilung für die Sicherheit der Kernanlagen, HSK-R-37/d Juli 2001

STRAHLENSCHUTZ IN DER WERKSTOFFPRÜFUNG

M. Purschke
DGZfP e.V., Berlin

Zusammenfassung

Die zerstörungsfreie Werkstoffprüfung ist zwar im Bewusstsein der Öffentlichkeit wenig präsent, gewinnt aber für die Sicherheit der Menschen in unserer hoch technisierten Welt immer mehr an Bedeutung. Das Schlagwort „Nichts geht oder bleibt in Betrieb ohne zerstörungsfreie Prüfung“ ist somit keine Floskel, sondern tägliche Realität. Die ZfP ist ganz wesentlich mitverantwortlich für Unfälle und Katastrophen, die **NICHT** passieren und liefert darüber hinaus entscheidende Beiträge zur effizienten Ausnutzung und Entwicklung von Werkstoffen und damit zum schonenden Umgang mit natürlichen Ressourcen.

Eines der wichtigsten und am meisten angewendeten Verfahren der zerstörungsfreien Werkstoffprüfung ist die Durchstrahlungsprüfung. Sie dient zum Auffinden von Fehlstellen und Inhomogenitäten aller Art. Dies gilt sowohl für das gesamte Volumen, als auch für die Oberflächen des durchstrahlbaren Prüfgegenstands. Der Prüfgegenstand kann aus nahezu allen Metallen und ihren Legierungen sowie Keramik, Porzellan, Kunststoffe, Beton, Holz oder Kompositmaterialien, wie CFK und GFK, bestehen. Als Strahlenquellen werden Röntgenröhren und Isotope verwendet. Welche Quelle den Vorzug erhält, hängt zum einen von den zu durchstrahlenden Wanddicken – also benötigten Strahlungsenergien – und zum anderen von der speziellen Anwendung ab.

Die häufigsten Anwendungen der Durchstrahlungsprüfung findet man in den Bereichen Gas- oder Ölversorgung, der Flugzeugindustrie, der Automobilindustrie, der Bahn, der Elektrizitätsversorgung (Kraftwerke) und im Bauwesen. So unterschiedlich wie die Anwendungen sind auch die Anforderungen an den Strahlenschutz und damit an den Strahlenschutzbeauftragten. Dies wird auch dadurch zum Ausdruck gebracht, dass im Rahmen der Ausbildung des Strahlenschutzbeauftragten die verschiedensten Fachkundegruppen nach Röntgenverordnung und Strahlenschutzverordnung davon berührt werden:

Bei der Vielfalt der notwendigen Differenzierungen, wird schnell deutlich, dass mittlerweile schon die Auswahl des richtigen Kurses ein nicht zu unterschätzendes Problem für den Interessenten darstellt. Fachliche Beratung ist bereits an dieser Stelle unumgänglich.

Dennoch ist aber das Aufgabenfeld für den Strahlenschutzbeauftragten in der technischen Durchstrahlungsprüfung gerade auf Grund seiner Vielfältigkeit äußerst attraktiv und zukunftsorientiert. Seit mehreren Jahren ist eine überproportionale Zunahme von durchgeführten Durchstrahlungsprüfungen im In- und Ausland zu verzeichnen. Aus heutiger Sicht wird diese Tendenz auch noch einige Jahre anhalten. Somit können die verschiedensten beruflichen Perspektiven, u.a. die des Strahlenschutzbeauftragten, im Bereich der zerstörungsfreien Werkstoffprüfung, nur als hervorragend bezeichnet werden.

Röntgenverordnung

Erläuterungen zu den Fachkundegruppen nach Fachkunde-Richtlinie - Technik nach Röntgenverordnung (GMBl. 2003 Nr. 31 S. 637)

Fachkunde-gruppe	Tätigkeit	erforderliche Module
R1.1	Betrieb von Röntgeneinrichtungen in der zerstörungsfreien Materialprüfung - Leitung	A + B + C
R1.2	Betrieb von Röntgeneinrichtungen in der zerstörungsfreien Materialprüfung - vor Ort -und Betrieb von Dickenmesseinrichtungen	A + B
R 2	Betrieb von Röntgeneinrichtungen für die Röntgenstreuung einschließlich Röntgenbeugung und Röntgenanalyse	A + G
R3	Betrieb von Röntgeneinrichtungen, die in Konstruktion und Eigenschaften Vollschutz- bzw. Hochschutzgeräten entsprechen, sowie von Hochschutzgeräten, Störstrahlern und Gepäckdurchleuchtungseinrichtungen	A
R10	Wahrnehmung von Aufgaben oder Beschäftigung von Personen im Zusammenhang mit dem Betrieb fremder Röntgeneinrichtungen oder Störstrahler	A

Strahlenschutzverordnung

Erläuterungen zu den Fachkundegruppen nach Fachkunde-Richtlinie - Technik nach Strahlenschutzverordnung

Fachkunde-gruppe	Tätigkeit	erforderliche Module
S 3.1	Beaufsichtigung des Umgangs **vor Ort** für den genehmigungsbedürftigen Betrieb mit umschlossenen radioaktiven Stoffen in der technischen Radiographie und Radioskopie.	GG + TRG
	Der SP-Kursus enthält auch die Fachkundegruppe **S 2.1** für die Lagerung und bestimmungsgemäße Verwendung von Vorrichtungen, die fest eingebaute umschlossene radioaktive Stoffe mit Aktivitäten in einer Vorrichtung bis zum 10^6 fachen der Freigrenze enthalten.	GG
S 3.2	**Leitung des gesamten Umgangs** für den genehmigungsbedürftigen Betrieb mit umschlossenen radioaktiven Stoffen in der technischen Radiographie und Radioskopie.	GH + TH abgedecktes Modul: GG
	Der SB-Kursus enthält neben der Fachkundegruppe **S 2.1** auch die Fachkundegruppe **S 2.2** für den Umgang mit umschlossenen radioaktiven Stoffen mit Aktivitäten bis zum 10^6 fachen der Freigrenze, sofern nicht durch S2.1 abgedeckt.	GH
S 5	Genehmigungsbedürftige Beschäftigung in fremden Anlagen oder Einrichtungen (Strahlenpass)	GG + FA

STRAHLENSCHUTZKOMPETENZ IN DER MEDIZIN

COMPETENCE IN MEDICAL RADIATION PROTECTION

G. Kraus
Hessisches Ministerium für Umwelt, ländlichen Raum und Verbraucherschutz, Wiesbaden

Zusammenfassung

Strahlenschutzkompetenz in der Medizin wird häufig auf den Kernbereich der medizinischen Anwendung radioaktiver Stoffe oder ionisierender Strahlung am Menschen beschränkt betrachtet. Der Begriff berührt aber auch weitere Aspekte, denen gerade vor dem Hintergrund der aktuellen Diskussion zum Thema Kompetenzerhalt eine große Bedeutung zukommt. Der vorliegende Beitrag versucht hierzu einige Denkanstöße zu geben.

Dealing with competence in medical radiation protection usually is restricted to the classical domain of medical application of radioactive substances or ionising radiation to humans. However, the term refers to further aspects which are highly relevant to the current discussion on preservation of competence. Present contribution is a try to give some food for thought.

1 Medizin, Strahlenschutz und Kompetenz - wie geht das zusammen?

Die öffentlichen Medien und Meinungen zum Thema Medizin und Strahlenschutz zeichnen ein widersprüchliches Bild. Auf der einen Seite werden die eminenten Fortschritte strahlender Techniken und deren Unverzichtbarkeit für Diagnostik und Therapie hervorgehoben, auf der anderen Seite die damit verbundenen Strahlenexpositionen als Risiko gebrandmarkt. Der Strahlenschutzbericht der Bundesregierung an das Parlament [1] konstatiert jährlich die mit verlässlicher Regelmäßigkeit steigende mittlere effektive Dosis durch die medizinische Anwendung ionisierender Strahlung pro Einwohner und Jahr. Erfolge hinsichtlich Dosisreduzierung bei einzelnen Techniken werden offensichtlich überkompensiert durch die steigende Zahl dosisintensiver CT-Untersuchungen.

Rechtliche Regelungen zum Strahlenschutz formulieren das Ziel, den Schutz von Mensch und Umwelt vor der schädlichen Wirkung ionisierender Strahlung zu gewährleisten. Sie basieren auf den bekannten Grundsätzen der Rechtfertigung, Dosisbegrenzung und Optimierung [2, 3]. Medizin und Strahlenschutz erscheinen damit zunächst als eine Art dichotomes Paar.

Kompetenz (lat. *competere* = zusammentreffen, ausreichen, zu etwas fähig sein, zustehen) bezeichnet psychologisch-physiologisch die integrierte Gesamtheit von bei Individuen verfügbaren oder durch sie erlernbaren kognitiven Fähigkeiten und Fertigkeiten, um bestimmte Probleme zu lösen, sowie die damit verbundenen motivationalen, volitionalen und sozialen Bereitschaften und Fähigkeiten, um die Problemlösungen in variablen Situationen erfolgreich und verantwortungsvoll nutzen zu können. Kompetenz hängt folglich eng mit einer gewünschten Qualität von Problemlösungen zusammen. Mit dieser Begrifflichkeit lässt sich unter Strahlenschutzkompetenz in der Medizin zunächst die Fähigkeit und Bereitschaft der Beteiligten verstehen, nach einer klaren rechtfertigenden Indikation eine bestimmte Diagnostik

oder Therapie mit der im Einzelfall erforderlichen Qualität herzustellen, dabei gleichzeitig die Dosisgrenzwerte für Personal und Bevölkerung einzuhalten und die Strahlenexposition für Patienten (und helfende Personen) so niedrig wie möglich zu halten.

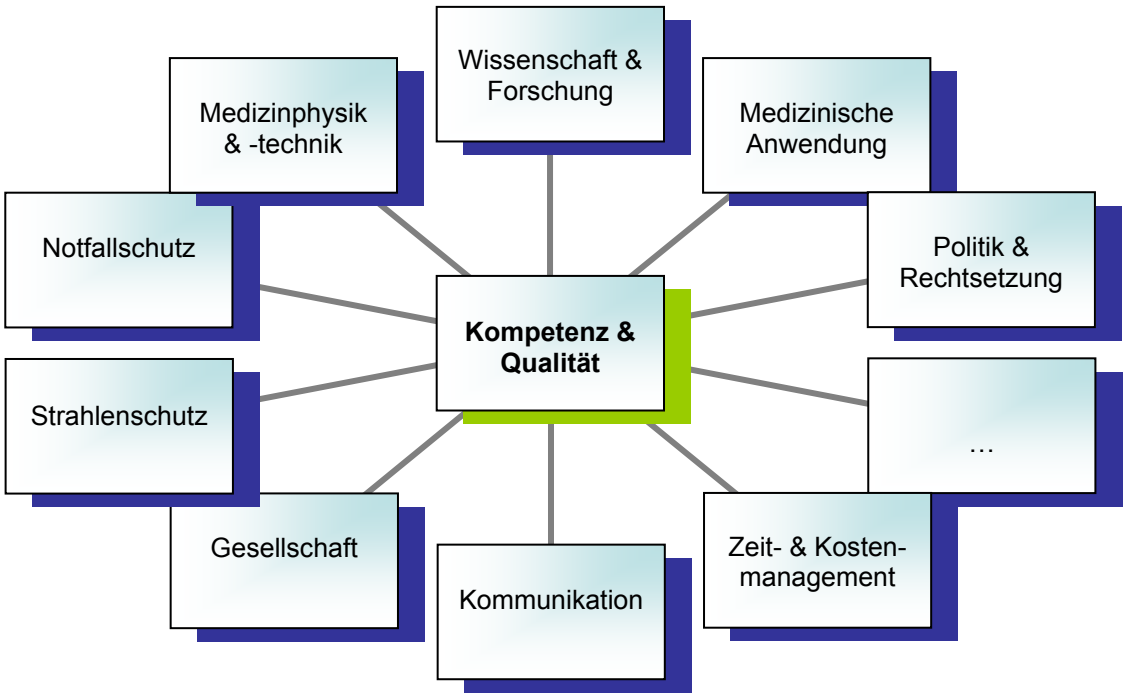


Abb. 1: Kompetenz und Qualität im medizinischen Strahlenschutz.

Strahlenschutz in der Medizin beschränkt sich aber nicht auf die klassischen Bereiche Diagnostik und Therapie. Die Aufgabe berührt zahlreiche weitere Kompetenzfelder wie Wissenschaft und Forschung, Notfallschutz, Politik, Rechtsetzung und Normung, dazu häufig auch konkurrierende Aspekte wie Zeit und Kosten. In diesen Feldern spielen neben dem vorrangig betroffenen medizinischen Personal z.B. auch Sachverständige oder Vertreter der ärztlichen Selbstverwaltung, der Krankenkassen sowie der staatlichen Legislative und Exekutive originäre Rollen. Dies sind Kompetenzen, die ebenso dringend gebraucht werden wie die der direkten medizinischen Anwendung.

Dem eingangs formulierten Eindruck, Medizin und Strahlenschutz seinen ein widersprüchliches oder gar unvereinbares Paar, kann stichhaltig nur dann begegnet werden, wenn es gelingt, Kompetenz im genannten Sinne herzustellen und zu erhalten. Der vorliegende Beitrag soll zu dieser aktuell auf vielen Ebenen laufenden Diskussion einige Denkanstöße aus der spezifischen Sicht einer atomrechtlichen Landesbehörde liefern.

2 Medizinische Kompetenz

Die medizinische Anwendung ionisierender Strahlung und radioaktiver Stoffe hat in Deutschland einen unbestritten hohen diagnostischen und therapeutischen Standard erreicht. Die eingesetzten Anlagen und Geräte sind im internationalen Maßstab auf technisch höchstem Niveau. Die Einhaltung der Dosisgrenzwerte für Personal und Bevölkerung stellt i. d. R. kein

Problem dar (Ausnahmen sind möglich bei speziellen Anwendungen wie der interventionellen Radiografie). Medizinischer Strahlenschutz ist also vorrangig Patientenschutz, wobei Rechtfertigung und Optimierung die zentrale Rolle spielen. Dosis bestimmend für Patienten sind eine

- korrekte rechtfertigende Indikation einschließlich der Auswahl des „besten“ Verfahrens (Röntgendiagnostik), des „geeignetesten“ Radiopharmakons (Nuklearmedizin) bzw. einer optimalen individuellen Therapieplanung
- optimale Durchführung (speziell in der Pädiatrie)

Die zentrale Bedeutung der ärztlichen Verantwortung bei der rechtfertigenden Indikation kann an dieser Stelle nur betont werden. Die rechtlichen Regelungen formulieren sehr klar, dass die rechtfertigende Indikation

- die Feststellung erfordert, dass der gesundheitliche Nutzen gegenüber dem Strahlenrisiko überwiegt
- andere Verfahren mit vergleichbarem gesundheitlichen Nutzen, die mit keiner oder einer geringeren Strahlenexposition verbunden sind, bei der Abwägung berücksichtigen muss
- auch dann zu stellen ist, wenn die Anforderung eines überweisenden Arztes vorliegt
- nur gestellt werden darf, wenn der die rechtfertigende Indikation stellende Arzt den Patienten vor Ort persönlich untersuchen kann
- eine Befragung des Patienten über relevante frühere medizinische Anwendungen von ionisierender Strahlung einschließt

Unter Optimierung ist in diesem Kontext also nicht das technisch „Machbare“ zu verstehen, nicht z.B. das „schönste detailreichste Bild“, sondern der bestmögliche Kompromiss zwischen Erfordernis des Verfahrens, benötigter Diagnosekraft und Strahlenexposition. Redundante Anwendungen und nicht erforderliche wie Manager-CT oder graues Screening sind entsprechend abzulehnen.

Die zweite Säule der medizinischen Kompetenz besteht aus einer optimalen technischen Durchführung der Anwendung, die weitgehend in Händen des nicht-ärztlichen medizinischen Personals liegt.

Zu den genannten Sachverhalten existieren umfangreiche Regelungen und Beschreibungen [4, 5, 6]. Kompetenzprobleme resultieren entweder aus unzureichender Kenntnis dieser Information, mangelnder Praxiserfahrung bei der Umsetzung oder aus einer möglicherweise nicht angemessenen Gewichtung gegenüber anderen Kompetenzfeldern (vgl. Abb. 1). Diese Aspekte sollten in den Fachkunde- und Aktualisierungskursen und in den anderen als geeignet anerkannten Fortbildungsmaßnahmen regelmäßig thematisiert werden.

Zur Prüfung der Qualitätssicherung in der medizinischen Strahlenanwendung - damit indirekt auch der medizinischen Kompetenz der Anwender - wurden inzwischen die ärztlichen Stellen etabliert. Deren Kernaufgabe ist es sicherzustellen, dass bei der Anwendung radioaktiver Stoffe oder ionisierender Strahlung am Menschen die Erfordernisse der medizinischen Wissenschaft beachtet werden und die angewendeten Verfahren und eingesetzten Anlagen den jeweiligen notwendigen Qualitätsstandards entsprechen, um die Strahlenexposition der Patienten so gering wie möglich zu halten. Die ärztlichen Stellen bieten inzwischen eine hervorragende Plattform für Erfahrungsaustausch und Beratung zu allen Fragen der Qualitätssiche-

rung, die durch den bundesweiten Austausch zunehmend auch harmonisierend wirkt. Unverändert kontrovers diskutiert werden allerdings die Kosten der ärztlichen Stellen.

3 Physikalisch-technische Kompetenz

Für Behandlungen mit radioaktiven Stoffen, ionisierender Strahlung oder Röntgenstrahlung ist ein Medizinphysik-Experte (MPE) zu enger Mitarbeit hinzuzuziehen. Bei nuklearmedizinischen oder radiologischen Untersuchungen muss ein MPE, insbesondere zur Optimierung und Qualitätssicherung, verfügbar sein. MPE ist ein in medizinischer Physik besonders ausgebildeter Diplom-Physiker mit der erforderlichen Fachkunde im Strahlenschutz oder eine inhaltlich gleichwertig ausgebildete sonstige Person mit Hochschul- oder Fachhochschulabschluss und mit der erforderlichen Fachkunde im Strahlenschutz [2, 3, 7, 8].

Zum Bedarf an MPE, zu Berufsbild und Anforderungen an ihre Kompetenz gibt es eine andauernde und tiefgehende Diskussion unter maßgeblicher Beteiligung der Fachgesellschaften (DGMP, DEGRO, DRG, DGN, EFOMP, …), die hier nicht abgebildet werden kann (z.B. [9, 10] und Referenzen dort). Getrieben wird die Diskussion durch die berechtigte Sorge, dass durch den sich abzeichnenden Mangel an qualifizierten MPE die notwendige Qualitätssicherung bei der medizinischen Strahlenanwendung, damit letztlich die optimale Patientenversorgung selbst gefährdet ist. Aktuelle Schwerpunkte sind

- die Harmonisierung der Aspekte Berufsstand, Aus- und Weiterbildung mit dem Ziel einer europaweiten Anerkennung des MPE und einer entsprechenden Erhöhung ihrer Mobilität
- die Schaffung und Sicherung eines entsprechenden Ausbildungsangebots
- die Intensivierung der wissenschaftlichen Forschung und eine Verbesserung des internationalen Austauschs (Veröffentlichungen, Kongresse)

Die Diskussion ist eingebettet in die allgemeine Neuordnung der europäischen Hochschullandschaft, die Schaffung neuer Studiengänge und die Harmonisierung von Abschlüssen (Bachelor, Master of Science, Diplom). Es ist darauf zu achten, dass dabei gerade im Bereich physikalisch-technischer Kompetenz etablierte und bewährte Ausbildungsformen wie die Fachhochschulen nicht ausgegrenzt werden.

4 Notfallkompetenz

Außerhalb der klassischen medizinischen Bereiche Diagnostik und Therapie ist Kompetenz in Strahlenschutz und Medizin zwingend erforderlich bei Schadensereignissen. Zu diesem gedanklich gerne ausgeklammerten Bereich des radiologischen und nuklearen Notfallschutzes zählen Störungen im bestimmungsgemäßen Betrieb, Stör- und Unfallszenarien in der Kerntechnik und neuerdings das Problem Nuklearterrorismus. Die Bewältigung derartiger Lagen fußt auf allgemeinen Kompetenzen in Strahlenschutz und Medizin, geht dann aber über diese weit hinaus und setzt z.T. völlig andere Schwerpunkte als „normale“ medizinische Anwendungen. Ungünstige Szenarien gehen z.B. von einem Massenanfall verletzter, radioaktiv kontaminierter und/oder hoch strahlenexponierter Personen aus (sog. MANV-Lagen), die in kurzer Zeit medizinisch wie strahlenschutztechnisch versorgt werden müssen. Notwendig hierfür sind z.B. Kompetenzen in Notfallmedizin, medizinischer Triage, nuklearspezifischer Gefahrenabwehr, Zusammenarbeit mit konventionellen Einsatzkräften von Polizei und Feuerwehr

und die Fähigkeit zur Krisenkommunikation. Diese Anforderungen, Konzepte und die für die Umsetzung notwendigen Strukturen sind hinreichend beschrieben [11, 12, 13]. Auch die internationale Zusammenarbeit bezüglich medizinischer Maßnahmen bei Strahlenunfällen ist weit entwickelt. Hier ist insbesondere auf das REMPAN-Netzwerk (Radiation Emergency-Medical Preparedness and Assistance Network) der Weltgesundheitsorganisation hinzuweisen. Wesentliche Fragen des Notfallschutzes unter medizinischem Blickwinkel wurden erst kürzlich auf einem gemeinsamen Seminar des Fachverbands und des deutschen REMPAN-Zentrums am Universitätsklinikum Würzburg diskutiert [14].

Trotz dieser inhaltlich guten Vorbereitung stellt sich die Frage, ob bei einem Schadensereignis, das zu Expositionen im Bereich der Eingreifrichtwerte des Katastrophenschutzes oder zu akuten Strahleneffekten bei vielen Personen führt, eine hinreichende Zahl von sowohl im Strahlenschutz als auch in der Katastrophen- und Notfallmedizin speziell ausgebildeten Fachkräften kurzfristig zur Verfügung stehen wird. Hier sind bezüglich Rekrutierung und Weiterbildung verstärkte Anstrengungen der zuständigen Länderbehörden erforderlich, ggf. ergänzt durch Maßnahmen des Bundes, um die notwendigen Kapazitäten aufzubauen und zu erhalten. Dringend erforderlich ist zudem eine Intensivierung des Zusammenwirkens von Notfallkräften der Bereiche Medizin / Rettungsdienste auf der einen und der Bereiche Gefahrenabwehr / Strahlenschutz auf der anderen Seite, insbesondere im Rahmen geeigneter Notfallübungen.

5 Politisch-rechtliche Kompetenz

Atomrecht in Deutschland ist Bundesrecht mit zunehmend internationalen / europäischen Vorgaben. Die Länder wirken dabei innerhalb des förderalen Systems und im Rahmen der ihnen durch Bundesauftragsverwaltung übertragenen Aufgaben mit. Originäre politisch-rechtliche Kompetenzen einer atomrechtlichen Landesbehörde liegen

- im praktischen Vollzug atomrechtlicher Regelungen (Genehmigung und Aufsicht)
- in der fachlichen Beratung von Landtag und Landesregierung (Bundesrat)
- in der Mitwirkung bei der Rechtssetzung über Bund-Länder Gremien (Fachausschüsse)

Es ist naheliegend, dass für die Wahrnehmung dieser Aufgaben eigene fachliche Expertise unabdingbar ist, die im Einzelfall durch die Kompetenz unabhängiger Sachverständiger ergänzt werden muss. Als Beispiel für den Gestaltungsspielraum im Vollzug atomrechtlicher Regelungen sei die aktuelle Diskussion um Inkorporationsfaktoren der Richtlinie für die physikalische Strahlenschutzkontrolle zur Ermittlung der Körperdosen genannt [15]. Auf Basis vorliegender Messergebnisse hat das Hessische Umweltministerium im Juli 2007 seine Vollzugsbehörden angewiesen, für das nuklearmedizinische Leitnuklid Tc-99m anstelle des in der Richtlinie vorgesehenen Inkorporationsfaktors von $a=10^{-4}$ einen Wert von $a=10^{-7}$ zu verwenden (Standarduntersuchungen ohne Lungenventilation). Das Bundesumweltministerium hat inzwischen nach Initiative und Diskussion im Fachausschuss Strahlenschutz eine Expertengruppe eingesetzt, die auch für andere gängige Nuklide in der Nuklearmedizin belastbare praxisbezogene Werte ableiten soll.

Ein Spezialproblem im Bereich politisch-rechtlicher Kompetenz stellt die Anwendung radioaktiver Stoffe oder ionisierender Strahlung am Menschen in der medizinischen Forschung dar. Es bleibt abzuwarten, wie weit die von der Praxis angemahnten Verbesserungen der Ge-

nehmigungspraxis in der anstehenden Änderung strahlenschutzrechtlicher Bestimmungen Niederschlag finden werden.

Politisch-rechtliche Kompetenz im weiteren Sinn ist selbstverständlich nicht auf Behörden und Sachverständige beschränkt. Die zunehmende Bedeutung der Beteiligung relevanter Stakeholder in der Rechtsetzung setzt voraus, dass bei Anwendern, Herstellern und bei einschlägigen Verbänden und Interessensvertretungen entsprechende Expertise verfügbar ist. Mit Spannung darf diesbezüglich die Umsetzung der aktuellen ICRP-Empfehlungen erwartet werden [16]. Wünschenswert für den nationalen Rechtsetzungsprozess wären

- eine Zusammenführung von StrlSchV und RöV, möglichst unter Entkopplung vom kerntechnisch dominierten Atomgesetz (Stichwort „Strahlenschutzgesetz“)
- eine Beschränkung auf angemessene, praktikable Regelungen (Stichwort „Radon in privaten Wohnungen“)
- eine klare Absage an bereits erhobene Forderungen zur Verschärfung geltender, aktuell durch die ICRP bestätigter Grenz- und Richtwerte
- ein Abschneiden „alter Zöpfe“ (z.B. Grenzwerte für Organdosis aus Ableitungen)
- ein angemessene Skepsis gegenüber akademischen Ansätzen (z.B. Grenzwerte für individuelle Strahlenempfindlichkeit, Strahlenschutz der Umwelt auf Basis von Referenzspezies)
- eine objektive medienübergreifende Risiko-Kostenanalyse (wieviel € darf ein verhindertes oder vermiedenes Detriment in verschiedenen Bereichen kosten?)

6 Gesellschaftspolitische Kompetenz

Unter gesellschaftspolitischer Kompetenz soll vorliegend die Fähigkeit und Bereitschaft verstanden werden, zu Themen aus dem Bereich Medizin und Strahlenschutz öffentlich Position zu beziehen. Am Beispiel der KiKK-Studie [17] lässt sich exemplarisch belegen, wie kritisch die Wahrnehmung komplexer Sachverhalte in der Öffentlichkeit sowohl von der Art der Darstellung als auch von der (tatsächlichen oder vermeintlichen) Reputation des Darstellenden abhängt. Gleichzeitig wird deutlich, wie unterschiedlich verschiedene Risiken in den Medien bewertet und dargestellt bzw. in der Öffentlichkeit aufgenommen werden.

Tabelle 1: Willkürliche Auswahl von Schadens-/Todesursachen für Kinder in Deutschland

Sachverhalt	Korrelation	Darstellung in den Medien
ca. 0,8 zusätzliche Leukämiefälle p.a.	Wohnort Nähe zu Kernkraftwerk	„Verdopplung des Leukämierisikos bei Kindern durch Atomkraft“
ca. 160 tödliche Verkehrsunfälle p.a.	Teilnahme am Straßenverkehr	„Gefahr für Kinder im Straßenverkehr“
ca. 3.500 zusätzliche Krebsfälle p.a.	Rauchen/Alkohol in Schwangerschaft	„Krebsrisiko durch rauchende Eltern“ „Gesundheitsgefahren durch Alkohol“
ca. 10 Todesfälle p.a.	ungewollte Überdosis Paracetamol	„Harmlose Arzneimittel gibt es nicht“

Leider sind über diese bekannten Aspekte hinaus die zu derlei kontroversen Themen öffentlich wahrnehmbaren Äußerungen aus dem medizinischen Umfeld - ungeachtet fundierter Publikationen in medizinischen Fachjournalen - im gesellschaftspolitischen Diskurs heute

- häufig grundsätzlich technik-/technologiekritisch
- häufig unwissenschaftlich aus der Perspektive persönlicher/direkter Betroffenheit heraus (Krebserkrankungen bei eigenen Patienten)
- bei speziellen Themen im Einzelfall unseriös (z.B. IPPNW – Internationale Ärzte gegen den Atomkrieg, diverse ärztliche Initiativen gegen Mobilfunk)

Es steht zu vermuten, dass derlei Äußerungen nicht unbedingt repräsentativ sind für die Mehrheitsmeinung der medizinischen Intelligenz. Gleichwohl ist ihr gesellschaftlicher Einfluss schon aufgrund der starken emotionalen Botschaft nicht zu unterschätzen. Ein sachlicher Diskurs über derart vorbelastete Themen ist in Konsequenz häufig nahezu unmöglich. Dabei ist auch zu berücksichtigen, dass Glaubwürdigkeit und Renommee der medizinischen Berufe unangefochten hoch sind: mit 78% rangieren Ärzte in der Allensbacher Berufsprestige-Skala 2008 deutlich auf Platz 1 vor Pfarrern und Geistlichen (39% Platz 2), Hochschulprofessoren und Grundschullehrern (34% bzw. 33% Plätze 3, 4), nicht zu reden von Atomphysikern (25% Platz 9), Gewerkschaftsführern und Politikern (8% bzw. 6% Plätze 15, 16). Technisch-betriebliche oder behördliche Strahlenschützer sind in der Diskussion solcher Themen ungeachtet ihres fachlichen Wissens häufig mit massiven Akzeptanz- und Glaubwürdigkeitsproblemen konfrontiert. Eine stärkere Artikulation des medizinischen Sachverstands im gesellschaftspolitischen Diskurs über solche Themen wäre deshalb außerordentlich wünschenswert.

7 Schlussfolgerungen

Strahlenschutzkompetenz in der Medizin umfasst Aspekte, die über die klassischen Bereiche der medizinischen Anwendung von Strahlung und radioaktiven Stoffen am Menschen deutlich hinausgehen. Im Zuge der demografischen Entwicklung, der zunehmenden Komplexität und Arbeitsteiligkeit der Anwendungen, der fortschreitenden Entwicklung neuer Verfahren bei einer gleichzeitig zunehmend technologie-kritischen Gesellschaft zeichnen sich diesbezüglich deutliche Engpässe ab. Kompetenzerhalt ist daher ein (nicht nur) für den medizinischen Strahlenschutz zunehmend kritischer Aspekt [18, 19].

Diese negative Entwicklung erfordert einen grundsätzlichen gesellschaftspolitischen Ansatz, der sich nicht auf die traditionellen Bereiche Strahlenforschung, Kompetenzbildung und –erhalt an den Hochschulen beschränkt, sondern auch Bereiche wie Öffentlichkeitsarbeit, Schulen, Lehrer- und Erwachsenenfortbildung einschließt. Dieser Ansatz erfordert eine ernsthafte und ernst-nehmende Auseinandersetzung mit existierenden gesellschaftlichen und persönlichen Ängsten ohne jegliche fachliche Arroganz, aber auch klare Absagen an Dogmatiker der Diktion „jedes Bq ist tödlich“. Er erfordert ausdauernde Anstrengungen der Strahlenschutzgemeinschaft als Ganzes als auch das Engagement jedes Einzelnen. Dabei kommt gerade der Strahlenschutzkompetenz in der Medizin in ihrer vollen Bandbreite eine herausragende Bedeutung zu.

8 Literatur

[1] BMU, Jahresbericht 2006, Bonn (2007)

[2] Verordnung über den Schutz vor Schäden durch ionisierende Strahlen (Strahlenschutzverordnung - StrlSchV) vom 20. Juli 2001, BGBl. I S. 1714

[3] Verordnung über den Schutz vor Schäden durch Röntgenstrahlung (Röntgenverordnung-RöV) vom 30. April 2003, BGBl. I S. 604

[4] Orientierungshilfe für radiologische und nuklearmedizinische Untersuchungen, Bericht der SSK Heft 51 (2006)

[5] Leitlinie der Bundesärztekammer zur Qualitätssicherung in der Röntgendiagnostik und Leitlinie der Bundesärztekammer zur Qualitätssicherung in der Computertomographie vom 23.11.2007

[6] Bekanntmachung der diagnostischen Referenzwerte für radiologische und nuklearmedizinische Untersuchungen vom 10. Juli 2003, BAnz. Nr. 143 S. 17503

[7] Richtlinie 97/43/EURATOM des Rates über den Gesundheitsschutz von Personen gegen die Gefahren ionisierender Strahlung bei medizinischer Exposition vom 30.06.1997, ABl. EU Nr. C 167

[8] Richtlinie Strahlenschutz in der Medizin vom 24.06.2002, GMBl. 2003 S. 227

[9] W. Schlegel, EFOMP: Die europäische Dachgesellschaft der Medizinischen Physik, Z. Med. Phys 18 (2008) S. 1

[10] Bedarf an Medizinphysik-Experten im Strahlenschutz, Empfehlung der SSK (2003)

[11] Medizinische Maßnahmen bei Kernkraftwerksunfällen - Leitfaden für Ärztliche Berater der Katastrophenschutzleitung, Ärzte in Notfallstationen, Ärzte in der ambulanten Betreuung, Veröffentlichung der SSK Band 4 (2007)

[12] Der Strahlenunfall - Ein Leitfaden für Erstmaßnahmen, Veröffentlichung der SSK Band 32 (2007)

[13] Military Medical Operations Armed Forces Radiobiology Research Institute, Medical Management of Radiological Casualities, Bethesda Maryland US (2003)

[14] Fragen des radiologischen und nuklearen Notfallschutzes aus medizinischer Sicht, Gemeinsames Seminar des Arbeitskreises Notfallschutz des Fachverbandes für Strahlenschutz und des Deutschen WHO REMPAN-Zentrums an der Klinik und Poliklinik für Nuklearmedizin der Universitätsklinik Würzburg, 02. - 04. April 2008

[15] Richtlinie für die physikalische Strahlenschutzkontrolle zur Ermittlung der Körperdosen, Teil 2 Inkorporationsüberwachung vom 12.01.2007

[16] ICRP Publication 103, Recommendations of the ICRP, Annals of the ICRP Vol. 37/2-4 Elsevier Inc. (2008)

[17] P. Kaatsch et al., Epidemiologische Studie zu Kinderkrebs in der Umgebung von Kernkraftwerken (KiKK-Studie), Umweltforschungsplan des Bundesumweltministeriums (UFOPLAN) Vorhaben StSch 4334 (2007)

[18] Strahlenschutz Praxis, Schwerpunktthema Heft 1/2007

[19] Leopoldina-Symposium Strahlenanwendung und Strahlenforschung in Deutschland, Leipzig 13./14. April 2007

GESICHTER DES STRAHLENSCHUTZES: GESTALTUNGSMÖGLICHKEITEN MIT BEISPIELEN AUS FORSCHUNG, INDUSTRIE, MILITÄR UND ANDEREN

FACES OF RADIATION PROTECTION: SCOPES FOR DESIGN
WITH EXAMPLES OUT OF RESEARCH, INDUSTRY, MILITARY AND OTHERS

S. Severitt
B·A·D Gesundheitsvorsorge und Sicherheitstechnik GmbH, Abteilung für Arbeits-, Gesundheits-, Umwelt- und Strahlenschutz, Hansastraße 28, 80686 München

Zusammenfassung

Häufig funktioniert die praktische Umsetzung gesetzlicher Vorgaben nicht, so z. B. auch im Strahlenschutz. Die Erfahrung zeigt, dass eine Ursache dafür die unzureichende Sorgfalt bei der betrieblichen Organisation des Strahlenschutzes ist. Daher befasst sich dieser Beitrag im Schwerpunkt mit der Darstellung von Möglichkeiten, die betriebliche Organisation des Strahlenschutzes (ionisierende Strahlung) an die praktischen Anforderungen und die organisatorischen Gegebenheiten der vielfältigen Unternehmensformen anzupassen. Einige Modelle werden vorgestellt.

Often the practical implement of the legal regulations does not work, so it is in radiation protection. The experience shows that it is a question of how much care is taken over the operational organization of radiation protection. Therefore, this article brings into focus some possibilities to adjust the operating organization of the radiation protection (ionizing radiation) to the operating requirements and the organizational realities of the diverse forms of enterprise. Some models will be presented.

1 Warum „Gesichter des Strahlenschutzes“

„Punkt, Punkt, Komma, Strich und fertig ist das Mondgesicht“. Dieser Kinderreim spiegelt die Grundstruktur eines Gesichtes wieder. Trotz dieser denkbar einfachen Beschreibung gibt es millionenfache Spielarten der Anordnung zueinander, der Formen und Farben der Augen, Münder und der Haut sowie die unterschiedlichen Gesichtsformen (z. B. lang, kurz, mit Grübchen und Falten oder ohne), so dass die äußere Individualität eines Menschen schon deutlich über sein Gesicht gegeben ist. Fehlt etwas oder erfüllt einer dieser Grundbestandteile nur unzulänglich seine Aufgabe, ist die Funktion des „Mondgesichtes“ zumindest eingeschränkt.

Die Grundstruktur des Strahlenschutzes (ionisierende Strahlung) ist in der Strahlenschutzverordnung (StrlSchV) [1] und in der Röntgenverordnung (RöV) [2] beschrieben. Auch sie ist denkbar einfach. Es gibt den Strahlenschutzverantwortlichen (SSV) und den Strahlenschutzbeauftragten (SSB). Eine Bedingung wird formuliert: Der SSV hat „die erforderliche Anzahl von SSB schriftlich zu bestellen“. „… und fertig ist das Mondgesicht“.

Der Strahlenschutzbevollmächtigte (SBM), der ja „nur“ in der Begründung zum Strahlenschutzrecht beschrieben wird, ist in Analogie zum Gesicht eher mit den Haaren, der Frisur zu vergleichen. Beide können, müssen aber nicht vorhanden sein.

Mit diesen Minimalvorgaben obliegt es dem, der die Aufgaben des SSV wahrnimmt, eine den betrieblichen Anforderungen entsprechende Organisation des Strahlenschutzes (ionisierende Strahlung)[1] aufzubauen. Mit seinem Organisationsgeschick muss er den Strahlenschutz so gestalten, dass er den praktischen Anforderungen in seinem Unternehmen Stand hält.

2 Die personelle Organisation nach Strahlenschutz- und Röntgenverordnung (StrlSchV [1], RöV [2])

Die StrlSchV [1] und die RöV [2] richten sich primär an den Unternehmer. Es werden die Fälle definiert, für die der Unternehmer „Strahlenschutzverantwortlicher“ (SSV) genannt wird. Dazu gehören u. a.

→ nach StrlSchV [1]:
- der genehmigungsbedürftige Umgang mit sonstigen radioaktiven Stoffen,
- der genehmigungs- und anzeigebedürftige Betrieb von Anlagen zur Erzeugung ionisierender Strahlung,
- Tätigkeiten in fremden Anlagen oder Einrichtungen.

→ nach RöV [2]:
- der genehmigungs- und anzeigebedürftige Betrieb von Röntgeneinrichtungen und
- der genehmigungsbedürftige Betrieb von Störstrahlern,

sowie deren Änderung, um nur die häufigsten Tätigkeiten nach Strahlenschutzrecht zu erwähnen. Die Verordnungen beschreiben eine Vielzahl von Unternehmerpflichten, für deren sinnvolle Umsetzung der Unternehmer die Verantwortung trägt.

In beiden Verordnungen werden die Pflichten benannt, die der SSV auf den fachkundigen SSB zur eigenverantwortlichen Umsetzung in einer schriftlichen Bestellung übertragen kann. Im Rahmen dieser Pflichten wird der SSB gleichzeitig weisungsbefugt.

Verantwortung kann nicht abgegeben werden, d.h. der SSV ist nach wie vor für die Umsetzung der übertragenen Pflichten mit verantwortlich. Dies äußert sich in seiner Aufsichtspflicht gegenüber dem SSB. Es entsteht die Verantwortungs- und Haftungskette SSV<>SSB (vgl. Abbildung 1).

Beide Verordnungen schreiben weiterhin vor, dass „die erforderliche Anzahl von SSB“ zu bestellen ist. Diese Formulierung ist genial. Sie eröffnet dem SSV die Möglichkeit, seine Strahlenschutzorganisation an die Gegebenheiten seiner sonstigen betrieblichen Organisation anzupassen. Er kann z. B.

→ je einen SSB pro Betriebsbereich einsetzen und die entsprechenden SSB mit allen übertragbaren Pflichten für den jeweiligen örtlichen Entscheidungsbereich versehen.

---

[1] Im Folgenden ist mit „Strahlenschutz“ immer „Strahlenschutz (ionisierende Strahlung)“ gemeint.

Geht diese Variante mit der sonstigen Organisation nicht konform, so kann der SSV Pflichten aufteilen:

→ Z. B. könnte ein SSB die übertragbaren organisatorischen Pflichten für den Gesamtbetrieb übernehmen, ein anderer die praxisbezogenen oder

→ ein SSB kümmert sich nur um die Abfälle und die Freigabe von radioaktiven Stoffen, ein anderer um die regelmäßige Funktionsprüfung aller Strahlenschutzmessgeräte und weitere um die restlichen übertragbaren Pflichten z. B. in den Laboren, in denen sie tätig sind;

→ in bestimmten Fällen kann der Unternehmer auch selbst als SSB fungieren,

oder, oder, oder … . Der Kreativität des SSV sind keine Grenzen gesetzt.

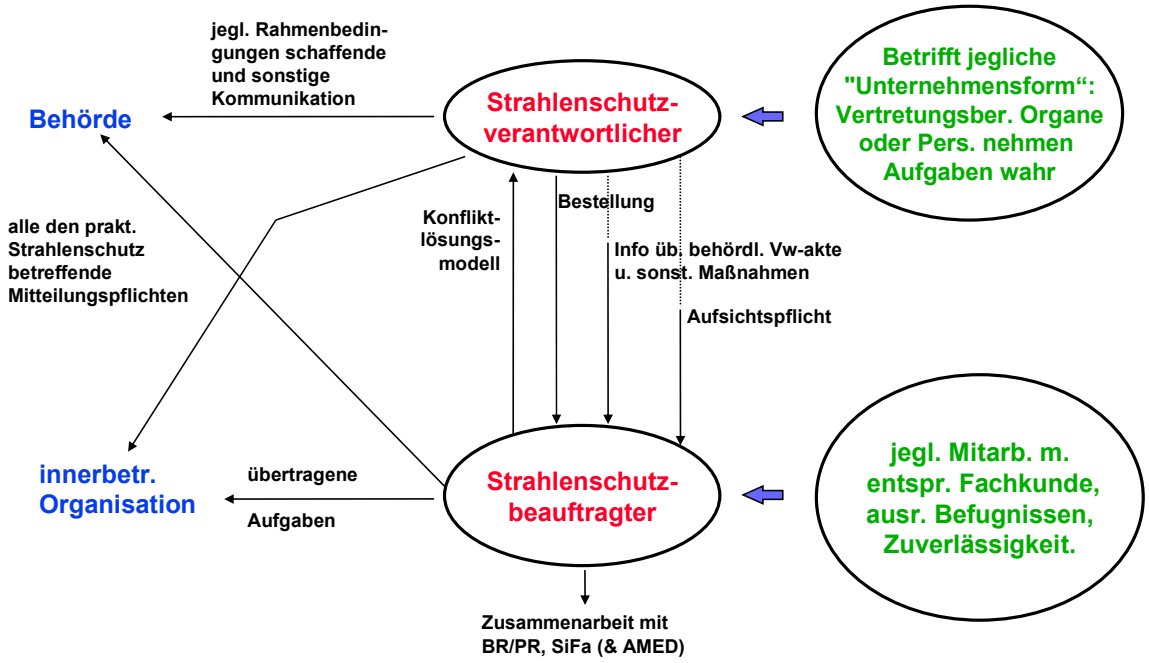


Abb. 1: Struktur der personellen Organisation des Strahlenschutzes nach StrlSchV und RöV BR/PR = Betriebs-/Personalrat; SiFa = Fachkraft für Arbeitssicherheit; AMED = Arbeitsmediziner

Soll die personelle Organisation des Strahlenschutzes funktionieren, so sind drei Punkte unbedingt zu beachten:

→ Die Pflichten sind eindeutig auf die SSB zu übertragen, d.h. bei der Bestellung mehrerer SSB ist eine Überschneidung von Zuständigkeiten unbedingt zu vermeiden (außer Vertretungsregelung).

→ Eine Hierarchie unter den SSB wirkt sich kontraproduktiv aus.

→ Die Position eines Strahlenschutzbeauftragten sollte mit der Position in der betrieblichen Hierarchie übereinstimmen.

Zu dem letzten Punkt höre ich häufig den Einwand, dass Führungskräfte doch vielfältige andere Aufgaben wahrnehmen müssen, als dass sie sich auch noch mit dem Strahlenschutz befassen können. Hierzu sei angemerkt: Ein SSB muss nicht alles selber machen. Er kann z. B. die Organisation der amtlichen Dosimetrie oder die Organisation und Durchführung der Unterweisungen an jemand anderen delegieren.

Wichtig dabei ist:

→ dass der SSB bei der Delegation bestimmter Aufgaben – z. B. bei der Unterweisung – darauf achtet, dass die entsprechende Person die in den Verordnungen geforderte Fachkunde hat,

→ dass die Verantwortungskette nach Strahlenschutzrecht beim SSB aufhört. ER muss die Durchführung von ihm delegierter Aufgaben überwachen und ER trägt die Verantwortung, wenn die Aufgaben nicht ordnungsgemäß ausgeführt werden.

Insgesamt wird deutlich, dass die Organisationspflicht beim SSV liegt. Es ist seine Aufgabe, den Grundstein für einen funktionierenden Strahlenschutz zu legen.

3 Wer ist der Strahlenschutzbevollmächtigte (SBM)?

Den SBM gibt es im Strahlenschutzrecht nicht. Er ist nur in der Begründung zum § 31 StrlSchV [1] erwähnt, seine Stellung ist dort ungefähr beschrieben. Die Begründung zur RöV [2] enthält den Verweis auf die Begründung zur StrlSchV [1].

Das Konstrukt des SBM wird häufig in großen Betrieben verwendet, die mehrere Betriebsteile, Bereiche und/oder eventuell auch noch räumlich weit verzweigte Niederlassungen aufweisen. Der SBM ist dann in der Regel der Betriebsteilleiter, Bereichsleiter, Niederlassungsleiter oder wie immer man ihn nennt und wie die Firma aufgestellt ist. Wichtig ist, dass der SBM sein eigenes Budget und die entsprechenden Kompetenzen hat, um den Strahlenschutz in seinem Betriebsteil, Bereich oder seiner Außenstelle ... umsetzen zu können.

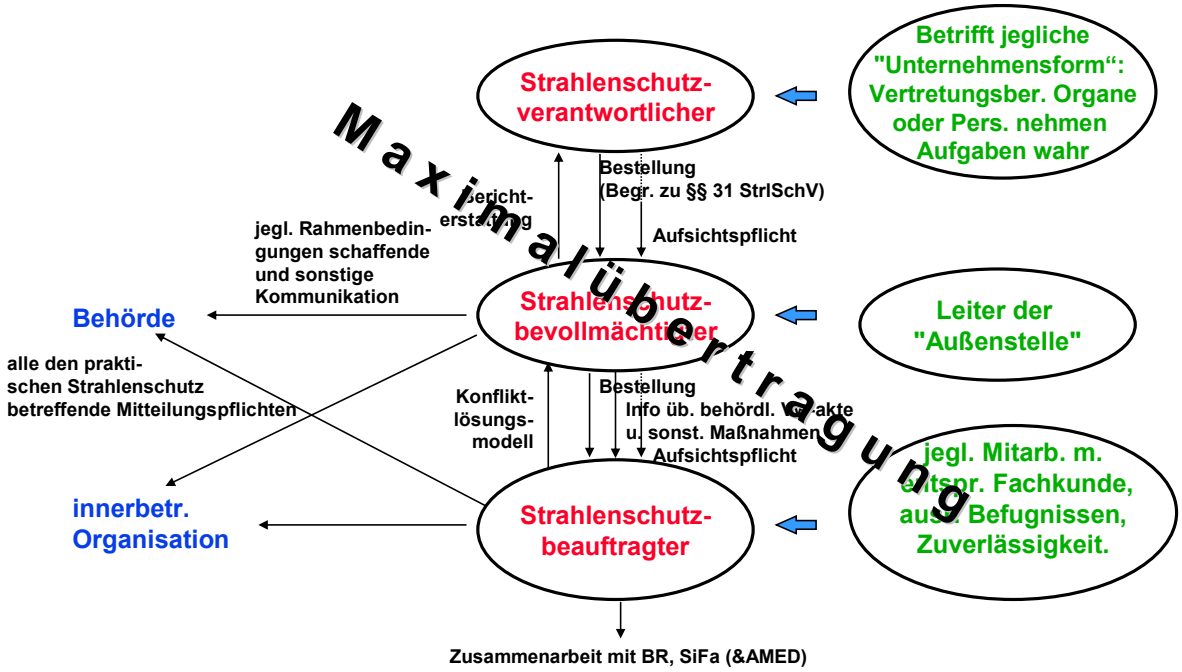


Abb. 2: Integration des Strahlenschutzbevollmächtigten in die personelle Organisation des Strahlenschutzes nach StrlSchV und RöV;
BR = Betriebsrat;
SiFa = Fachkraft für Arbeitssicherheit;
AMED = Arbeitsmediziner

Der SBM wird einfach in die Verantwortungs- und Haftungskette, zwischen den SSV und den SSB mit eingebaut. Er muss vom SSV die Unternehmerpflichten nach den Verordnungen übertragen bekommen haben. Es können Teilpflichten (z. B. nur die Bestellung von SSB) oder auch alle Pflichten nach StrlSchV [1], RöV [2] übertragen werden.

Für die Beschreibung der Verantwortung und der Haftung des SBM wird das Ordnungswidrigkeitengesetz herangezogen (OWiG). Im Prinzip gilt analog das Gleiche, wie für die Beziehung SSV–SSB bereits beschrieben (Abbildung 2).

4 Praktische Umsetzung der Strahlenschutzorganisation (Gesichtsgestaltung)

Welche betrieblichen Vorgaben sind für die Gestaltung einer effektiven Organisation zu beachten?

→ Häufigkeit der Tätigkeiten nach Strahlenschutzrecht:
Finden Tätigkeiten nach Strahlenschutzrecht in jedem Bereich oder nur in wenigen Bereichen, fachlich bestimmend oder als Hilfsmittel, in der Routine oder in ständig wechselnden Verfahrensweisen statt oder …?
  ⇒ Ein Beispiel für eine mögliche organisatorische Abwägung:
  Ist die Implementierung eines SSB oder einer fachkundigen Person sinnvoll, bei der die Informationen zusammenlaufen und die sich in Zusammenarbeit mit dem SSV nur um die Aktualität der Genehmigungssituation kümmert?

→ Hohes oder niedriges Gefährdungspotenzial:
Wird mit hohen oder niedrigen Aktivitäten umgegangen – offen oder umschlossen, welche Radionuklide –, werden Beschleuniger oder Vollschutzgeräte betrieben, oder handelt es sich um eine Kombination aus allen Tätigkeiten oder …?
  ⇒ Ein Beispiel für eine mögliche organisatorische Abwägung:
  Müssen mehrere SSB bestellt werden, und ist eine Vertretungsregelung für die oder den SSB notwendig?

→ Größe eines Unternehmens:
Handelt es sich z. B. um einen großen Konzern, ein mittelständiges oder kleines Unternehmen jeweils mit einer Niederlassung oder mehreren bis vielen Niederlassungen am Ort oder bundesweit oder …?
  ⇒ Ein Beispiel für eine mögliche organisatorische Abwägung:
  Ist die Bestellung von Strahlenschutzbevollmächtigten eventuell sinnvoll?

→ Form eines Unternehmens:
Handelt es sich z. B. um einen e.V., eine GmbH, eine Körperschaft des öffentlichen Rechts oder …?
  ⇒ Die immer wieder auftretende grundlegende Frage lautet:
  Wer nimmt die Aufgaben des Strahlenschutzverantwortlichen wahr?

→ Innere Struktur des Unternehmens:
Gibt es eine breite oder eine schlanke Hierarchiepyramide, fachlich voneinander unabhängige Abteilungen oder miteinander verzahnte, gibt es bereits eine allgemeine Organisation der betrieblichen Sicherheit oder …?
  ⇒ Ein Beispiel für eine mögliche organisatorische Abwägung:
  Ist es sinnvoll, Betriebseinheiten übergreifende SSB für Aufgaben, wie z. B. Abfallsammlung und –Abgabe, Freigabe, Funktionsprüfung von Strahlenschutzmessgeräten, Dosimetrie zu bestellen?

In der Praxis treten beliebige Kombinationen der aufgeführten fünf Punkte auf. Einige Beispiele aus Forschung, Industrie, Militär und, falls die Zeit reicht, auch anderen Einrichtungen werden im Vortrag präsentiert.

5 Danksagung

Herzlichen Dank an alle Strahlenschutzkollegen, die ihre Zeit geopfert haben, um mir die Strahlenschutzorganisation der Unternehmen/Einrichtungen zu schildern und nahe zu bringen, in denen sie Strahlenschutzbeauftragte bzw. Strahlenschutzbevollmächtigte sind.

6 Literatur

[1] StrlSchV - Strahlenschutzverordnung (Verordnung über den Schutz vor Schäden durch ionisierende Strahlen) vom 20. Juli 2001, zuletzt geändert am 01.09.2005 (BGBL. I, S. 2618)

[2] RöV - Röntgenverordnung (Verordnung über den Schutz vor Schäden durch Röntgenstrahlen); Fassung vom 30. April 2003 (BGBl. I, S. 604)

2

Rechtsgrundlagen der Strahlenschutzausbildung

Vorsitz:

A. Schmitt-Hannig, F. Eberbach

STRAHLENSCHUTZ-AUSBILDUNG IN DER SCHWEIZ: RECHTLICHE GRUNDLAGEN UND ANFORDERUNGEN AN DIE ANERKENNUNG

EDUCATION AND TRAINING ON RADIATION PROTECTION IN SWITZERLAND: LEGAL PRINCIPLES AND REQUIREMENTS FOR THE RECOGNITION

S. G. Jahn [1], M. Gasser [2], M. Hammans [3]
1 Hauptabteilung für die Sicherheit der Kernanlagen (www.hsk.ch)
2 Bundesamt für Gesundheit (www.bag.admin.ch)
3 Schweizerische Unfallversicherungsanstalt (www.suva.ch)

Zusammenfassung

Gemäss der Gesetzgebung fordert und fördert der schweizerische Bundesstaat die Ausbildung auf dem Gebiet des Strahlenschutzes. Eine Übersicht über die rechtlichen Grundlagen und Anforderungen an die Strahlenschutzausbildungen in der Schweiz wird dargelegt. Dabei wird differenziert nach Ausbildungsstufen und Strahlenschutzbereichen. Neben den wichtigsten Rahmenbedingungen werden beispielhaft positive Erfahrungen aber auch Probleme dargelegt. Die Harmonisierungs-Bestrebungen der EU und deren eventuellen Auswirkungen auf die Schweiz werden kurz angesprochen.

In the Swiss Radiological Protection Law is stated that education and training in radiation protection is required as supported by the Swiss government. This report contains an overview of the legal requirements on the education and training in radioprotection depending on the different education levels as well as on the kind of exposure source. Positive experiences from the practice as well as the challenges are shown. The future development of harmonisation within the EU and its implications on the Swiss radioprotection system are discussed.

1 Das Strahlenschutzgesetz

Das Strahlenschutzgesetz (StSG) der Schweiz [1] gestattet nur sachkundigen Personen Tätigkeiten auszuüben, die eine Gefährdung durch ionisierende Strahlen mit sich bringen können (Art. 6 StSG). Der Bundesrat legt die Anforderungen an die Sachkunde dieser Personen in der Strahlenschutzverordnung fest. Weiterhin ist vorgeschrieben, dass der Bewilligungsinhaber (entsprechend dem Genehmigungsinhaber nach deutscher Rechtsprechung) oder die einen Betrieb leitenden Personen dafür verantwortlich sind, dass die Strahlenschutzvorschriften eingehalten werden. Sie haben zu diesem Zweck eine angemessene Zahl von Sachverständigen einzusetzen und diese mit den erforderlichen Kompetenzen und Mitteln auszustatten (Art. 16 Abs. 1 StSG).

Diese Vorgaben werden im Art. 31 StSG weiter präzisiert: Die Bewilligung wird u. A. erteilt, wenn

- der Gesuchsteller oder ein von ihm beauftragter Sachverständiger die notwendige Sachkunde hat,
- der Betrieb über eine angemessene Anzahl Sachverständiger verfügt und
- wenn der Gesuchsteller und die Sachverständigen einen sicheren Betrieb gewährleisten.

Hierbei ist zu erwähnen, dass die Bewilligungspflicht nach Art. 28 StSG beschränkt ist auf

- den Umgang mit radioaktiven Stoffen oder mit Apparaten und Gegenständen, die radioaktive Stoffe enthalten; oder auf
- die Herstellung, Vertrieb, Einrichtung und Nutzung von Anlagen und Apparate, die ionisierende Strahlen aussenden können, oder auf
- die Anwendung von ionisierenden Strahlen und radioaktiven Stoffe am menschlichen Körper.

Alle im Betrieb tätigen Personen sind verpflichtet, die Betriebsleitung und die Sachverständigen bei Strahlenschutzmassnahmen zu unterstützen (Art. 16 Absatz 2).

Zur Finanzierung der Ausbildung gilt generell: Wer Massnahmen nach diesem Gesetz verursacht, z.B. eine Tätigkeit ausübt, für die eine Aus- und Weiterbildung gefordert ist, trägt die Kosten dafür (Art. 4 StSG). Andererseits ist auf Gesetzesebene festgelegt, dass der schweizerische Staat Strahlenschutz-Fachleute ausbilden kann oder sich an Unternehmen beteiligen kann, die der Ausbildung dienen (Art. 5 StSG).

2 Die Strahlenschutzverordnung

In der Strahlenschutzverordnung (StSV) [2] wird präzisiert, dass alle Personen, die mit ionisierenden Strahlen umgehen, ihrer Tätigkeit und Verantwortung entsprechend im Strahlenschutz aus- und fortgebildet werden müssen. Gewisse Ausbildungen sind zudem anerkennungspflichtig und die Ausbildung von Personen, die

- Strahlenschutzaufgaben gegenüber anderen Personen wahrnehmen,
- als Strahlenschutzsachverständige verantwortlich sind oder
- Strahlung als Diagnose oder Therapie anwenden.

Die StSV gibt einige grundlegende Vorgaben für die Ausbildung an, wie das Erlernen einer geeignete Arbeitstechnik, die Anwendung der für die entsprechende Tätigkeit geltenden Strahlenschutzvorschriften, das Kennen der Risiken von Strahlenexpositionen und die Information über die Gefahren, welche ihre Arbeit mit ionisierenden Strahlen für die Gesundheit mit sich bringt.

Je nach Strahlenschutzbereich sind die drei Aufsichtsbehörden für die Anerkennung zuständig: Das Bundesamt für Gesundheit (BAG) für die Bereiche Medizin und Forschung, die Schweizerische Unfallversicherungsanstalt (SUVA) für den industriellen Bereich und die Hauptabteilung für die Sicherheit der Kernanlagen (HSK) für den nuklearen Bereich. Strahlenschutzkurse, die durch die Aufsichtsbehörden selbst angeboten werden, sind durch eine der anderen Aufsichtsbehörden anerkennen zu lassen.

3 Die Strahlenschutz-Ausbildungsverordnung

Die StS-Ausbildungsverordnung [3] regelt die Anforderungen an die Ausbildung von insgesamt 45 unterschiedlichen anerkennungspflichtigen Ausbildungskategorien in Abhängigkeit vom Tätigkeitsbereich, vom radiologischen Risiko sowie vom Umfang der Verantwortung. 28 dieser Ausbildungskategorien beziehen sich auf den medizinischen Bereich, 3 auf den Bereich der Kernanlagen und weitere 14 auf alle anderen Anwendungsbereiche wie Industrie, Forschung, Transport oder Handel.

In der StS-Ausbildungsverordnung sind für diese 45 Ausbildungskategorien die Bedingungen für die Anerkennung der Ausbildungskurse aufgelistet:

- minimale Voraussetzungen an die Berufserfahrung bzw. Vorbildung,
- eine detaillierte Liste der Lerninhalte
- eine empfohlene Anzahl an Unterrichtseinheiten für die theoretische Ausbildung
- Merkmale für die Kompetenz der Kursleiter,
- Merkmale für die Einrichtung von Ausbildungsstätten und
- Anforderung an die Prüfungsordnung sowie an das Zeugnis.

Die StS-Ausbildungsverordnung regelt des Weiteren die erlaubten Tätigkeiten im Strahlenschutz der Personen, die einen anerkannten Ausbildungskurs erfolgreich absolviert haben. Ebenso können individuelle Ausbildungen, wie z.B. im Ausland erworbene, anerkannt werden, wenn sie den schweizerischen Kursen äquivalent sind.

4 HSK-Richtlinie: Anerkennung von Strahlenschutz-Ausbildungen und – Fortbildungen im Aufsichtsbereich der HSK

Weitere Details bezüglich der Ausbildung von Strahlenschutz-Personal in Kernanlagen und deren Anerkennung sind in einer Richtlinie [4] festgelegt. Beispielsweise wird hier die Anzahl an Unterrichtseinheiten für die praktischen Übungen sowie die Dauer der Praktika in den Kernanlagen beschrieben. Gemäss dieser Richtlinie ist die Anerkennung von Strahlenschutz-Sachverständigen nur auf die Kernanlage begrenzt, in der der Sachverständige angestellt ist und mindestens eine einjährige Berufserfahrung erhalten hat. Für detaillierte Angaben sei hier auf die Tagungsbeiträge von Herrn R. Schuh und Herrn E. Walter verwiesen.

5 Positive Erfahrungen mit der Strahlenschutz-Ausbildung

Mit der Einführung der StS-Ausbildungsverordnung im Jahre 1998 konnte in der Schweiz eine Vereinheitlichung der Strahlenschutzausbildung abgestuft nach Gefährdung der Anwendung sowie Pflichten und Tätigkeiten der auszubildenden Person erreicht werden. Dies ermöglichte eine übersichtliche, qualitativ hochwertige und den Notwendigkeiten angepasste Ausbildungssituation. Dadurch, dass die Aufsichtsbehörden selbst Strahlenschutzkurse durchführen können, ist es möglich, je nach Bedürfnis rasch neue Strahlenschutzkurse anzubieten.

Die Einsetzung von vollamtlichem Strahlenschutzpersonal in Kernkraftwerken (Strahlenschutz-Sachverständige, -Techniker, -Fachkräfte und -Assistenten) hat sich sehr gut bewährt. Die Konzentration der StS-Aufgaben wie die Planung, die Optimierung und die Umsetzung

von Schutz- und Überwachungsmassnahmen auf gut ausgebildetes StS-Personal hat u. a. dazu geführt, dass die Kollektivdosen sowie die Individualdosen in den letzten 15 Jahren merklich abgenommen haben, im Gegensatz zu manch anderen Ländern mit Kernenergienutzung. Es gab in den schweizerischen Kernanlagen keinen einzigen Fall einer Überschreitung des Personendosisgrenzwerts von 20 mSv/Jahr seit Einführung des Strahlenschutzgesetzes 1994. Vorkommnisse aufgrund mangelnder StS-Ausbildung sind extrem selten. Die positive Wirkung des Strahlenschutzpersonals und deren Ausbildung lässt sich ebenfalls daran erkennen, dass die Anzahl der Personen mit Dosen über 10 mSv/Jahr, mit Inkorporationsdosen oder mit nicht entfernbaren Kontaminationen immer weiter zurückgehen.

Die Unterteilung in mehrere Ausbildungsstufen hat sich in der Praxis ebenfalls bestens bewährt. Die Chance zur Weiterbildung zum Strahlenschutztechniker bewirkt einerseits eine Attraktivität schon bei der Strahlenschutzfachkraft-Ausbildung und andererseits bilden mit Führungsaufgaben ausgestattete Strahlenschutztechniker eine wichtiges Bindeglied zwischen der Strahlenschutzleitung und dem Strahlenschutz-Personal an den Arbeitsplätzen.

6 Herausforderungen

StS-Ausbildungen sind teilweise in die Berufsausbildung integriert (z.B. bei den Radiologen), wobei der Strahlenschutz meist als zusätzliche Pflicht neben den eigentlichen Kernaufgaben wahrgenommen wird. Hieraus ergeben sich Probleme hinsichtlich der Anerkennung der Strahlenschutzausbildung, insbesondere bei ausländischen Ausbildungen, sowie bezüglich der Prioritätensetzung bei der Verfügbarkeit von Ressourcen, z.B. im Bereich des Kompetenzerhalts bzw. Fortbildung.

Viele StS-Ausbildungen im industriellen Bereich sind vom Beruf der StS-verantwortlichen Person weitgehend unabhängige Weiterbildungen. Je nach Vorbildung können dadurch unterschiedliche Bedingungen an eine erfolgreiche StS-Ausbildung bestehen. Dies bedingt eine individuelle Anpassung des Kursniveaus, was zwar durch die überschaubare Anzahl an Kursteilnehmern in der Schweiz oft, aber nicht immer, möglich ist.

Keine der oben genannten Strahlenschutzausbildungen ist als Berufsausbildung anerkannt, obwohl die Tätigkeit z.B. eines Strahlenschutz-Technikers vollamtlich ist und sogar Führungsaufgaben umfasst. Den Beruf „Strahlenschützer“ gibt es in der Schweiz nicht, weshalb alle vollamtlichen Strahlenschützer Seiteneinsteiger sind. Dadurch erscheinen die Strahlenschutz-Stellen in den Kernanlagen nicht als Berufsbilder in den Unterlagen von berufsberatenden Organisationen an Schulen und Universitäten.

Für viele Tätigkeiten insbesondere im nuklearen wie auch im medizinischen Bereich, die eine anerkannte StS-Ausbildung erfordern, werden in der Schweiz zu wenige Fachleute ausgebildet. Die Bewilligungsinhaber der Kernanlagen können nicht auf bereits ausgebildetes StS-Personal auf dem Arbeitsmarkt zurückgreifen, sondern müssen sich rechtzeitig um die Ausbildung ihres Personals selbst kümmern oder stellen ausländische Fachleute ein, wobei deren StS-Ausbildung von der HSK anerkannt werden müssen.

Der von der StS-Ausbildungsverordnung verlangte Kurs für Strahlenschutzsachverständige im HSK-Aufsichtsbereich wird in der Schweiz nicht angeboten, da die Nachfrage für einen

schweizerischen Kurs zu niedrig ist. In den letzten 10 Jahren wurden 17 Strahlenschutzsachverständige in den Kernanlagen von der HSK anerkannt, wovon 10 Ausländer waren. Für die individuelle Anerkennung als Strahlenschutzsachverständigen werden neben dem erfolgreichen Abschluss eines adäquaten, ausländischen Ausbildungskurses noch Kenntnisse über die schweizerischen StS-Gesetzgebung und ein Jahr Berufserfahrung über die Anlage verlangt. Die HSK gibt Empfehlung für die ausländischen Kurse ab.

Da die Arbeitnehmenden vermehrt in ganz Europa tätig sind, wäre es wünschenswert, wenn die Strahlenschutz-Ausbildungskurse der Schweiz auch im Ausland anerkannt wären.

7 Beurteilung der Harmonisierungsbestrebungen in der EU

Die von dem EUTERP-Steering Committee vorgeschlagene Definition des Radiation Protection Expert (RPE) für die EU Basic Safety Standards sieht eine sehr breite Strahlenschutzkompetenz auf Hochschulniveau vor. Die Funktion der RPE besteht in der Beratungen und der Ausübung von Kontrollfunktionen im Auftrag der Bewilligungsinhaber. Diese Aufgabe kann er gemäss dem EUTERP-Vorschlag in vielen Fällen als externer Berater wahrnehmen. Dies unterscheidet sich jedoch von den Schweizerischen Strahlenschutzsachverständigen, die vom Bewilligungsinhaber angestellt sind und eine der Tätigkeit und Verantwortung entsprechende Ausbildung im Strahlenschutz absolvieren müssen. Von daher entsprechen die Strahlenschutzsachverständigen eher der vorgeschlagenen Definition des Radiation Protection Officer (RPO), welcher lokal die Einhaltung der Strahlenschutzvorschriften überwachen soll. Die Funktionen des RPE werden in der Schweiz teils durch die Sachverständigen teils durch die Aufsichtsbehörden erfüllt. Auch die Ausbildungsinstitutionen haben eine beratende Funktion. Für die Schweiz ist daher eine europäische Harmonisierung der Ausbildungen auf der Stufe RPO wichtiger. Andere EU-Länder wollen jedoch beim RPO keine allgemein verbindlichen Anforderungen festlegen.

8 Literatur

[1] Strahlenschutzgesetz vom 22. März 1991, SR 814.50
PDF-Dateien in Deutsch: http://www.admin.ch/ch/d/sr/c814_50.html ,
PDF-Dateien in Französisch und Italienisch existieren ebenso.

[2] Strahlenschutzverordnung vom 22. Juni 1994, SR 814.501
PDF-Dateien in Deutsch: http://www.admin.ch/ch/d/sr/c814_501.html ,
PDF-Dateien in Französisch und Italienisch existieren ebenso. Eine englische Version ist ebenfalls erhältlich. Diese ist jedoch nicht vom Bundesrat autorisiert.

[3] Verordnung über die Ausbildungen und die erlaubten Tätigkeiten im Strahlenschutz (Strahlenschutz-Ausbildungsverordnung), vom 15. September 1998, SR 814.501.261
PDF-Dateien in Deutsch: http://www.admin.ch/ch/d/sr/c814_501_261.html ,
PDF-Dateien in Französisch und Italienisch existieren ebenso.

[4] HSK-R-37 /d: Anerkennung von Strahlenschutz-Ausbildungen und – Fortbildungen im Aufsichtsbereich der HSK, (Juli 2001)
PDF-Datei ist auf www.hsk.ch zu finden.

STRAHLENSCHUTZAUSBILDUNGEN IN ÖSTERREICH

RADIATION PROTECTION EDUCATION IN AUSTRIA

T. Geringer, P. Wassertheurer, A. Stolar
Strahlenschutzakademie Seibersdorf; Austrian Research Centers GmbH; A-2444 Seibersdorf

Zusammenfassung

In Österreich wird die Ausbildung von Strahlenschutzbeauftragten, Ermächtigten Ärzten, Medizinphysikern und Einsatzkräften durch die Strahlenschutzgesetzgebung einerseits und Normen andererseits vorgeschrieben bzw. geregelt. All diese Regelwerke basieren auf den Vorgaben der EU-Richtlinie 96/29/EURATOM.

In Austria the educations of radiation protection officers, approved medical practitioners (physicians recognised for execution by medical investigations of persons vocationally exposed to radiation), medical physicists and relief organizations are regulated according to the Austrian radiation protection law and standards. All these regulations base on the EU-guideline 96/29/EURATOM.

1 Übersicht über das Strahlenschutzrecht in Österreich

In Österreich trat das erste Gesetz, dass sich mit „Maßnahmen zum Schutz des Lebens oder der Gesundheit von Menschen einschließlich ihrer Nachkommenschaft vor Schäden durch ionisierende Strahlung“ befasst am 11.6.1969 in Kraft, die dazugehörige Strahlenschutzverordnung am 12.1. 1972. Durch den Beitritt Österreichs zur EU musste die Strahlenschutzgesetzgebung den Richtlinien 96/29/EURATOM und 97/43/EURATOM angepasst werden. Dies erfolgte durch Novellierung des Strahlenschutzgesetzes, sowie durch eine Reihe neuer Strahlenschutzverordnungen.

Folgende Verordnungen sind zurzeit in Kraft:

- Allgemeine Strahlenschutzverordnung (AllgStrSchV)
- Medizinische Strahlenschutzverordnung (MedStrSchV)
- Strahlenschutzverordnung Fliegendes Personal (FlP-StrSchV)
- Strahlenschutzverordnung betreffs natürlicher terrestrischer Strahlenquellen (NatStrV)
- Verordnung betreffs Interventionspersonal bei radiologischen Notstandssituationen (IntV)

Dauer und Anforderungen folgender Ausbildungen bezüglich des Strahlenschutzes werden legistisch geregelt:

- Ausbildung zum und Weiterbildung von Strahlenschutzbeauftragten (AllgStrSchV)
- Ausbildung zum und Weiterbildung von „ermächtigten Ärzten“ zur Durchführung von Strahlenschutzuntersuchungen (AllgStrSchV)

- Aus- und Weiterbildung von Interventionspersonal für radiologische Notstandssituationen (IntV)
- Aus- und Weiterbildung von Medizinphysikern (MedStrV)
- Ausbildung zur Durchführung von Qualitätssicherungsmaßnahmen an medizinischen Strahleneinrichtungen (MedStrV)

Zudem ist die ÖNORM S5207 „Strahlenschutzausbildung von Interventionspersonal bei radiologischen Notstandssituationen“ für Einsatzkräfte in Kraft.

In Österreich werden jährlich ca. 500 Personen zu Strahlenschutzbeauftragten ausgebildet, sowie rund 500 Angehörige von Einsatzorganisationen (Bundesheer, Feuerwehren, Rettungsorganisationen und Exekutive) im Katastrophenschutz bei radiologischen Notstandssituationen. Die für die Ausbildungen relevanten Verordnungen traten zwischen 2005 und 2007 in Kraft.

2 Ausbildung zum „Strahlenschutzbeauftragten“

Vor der Anpassung der Strahlenschutzgesetzgebung an die EU Richtlinie 96/29/EURATOM, galten die Strahlenschutzbeauftragten in Österreich per Definition als beruflich strahlenexponiert. Nach der neuen Strahlenschutzgesetzgebung sind diese Personen lediglich dann beruflich strahlenexponiert, wenn sie auch tatsächlich in einen Strahlenbereich kommen können. Beispielsweise ist diese Änderung für Zahnärzte bzw. Zahnarztassistenten von Relevanz, die zwar die Tätigkeit des Strahlenschutzbeauftragten ausüben, sich jedoch beim Betrieb der Röntgenanlage nie im Strahlenanwendungsraum aufhalten. Unberührt ob beruflich strahlenexponiert oder nicht, benötigt der Strahlenschutzbeauftragte eine Strahlenschutzausbildung gemäß AllgStrSchV [2].

Die Allgemeine Strahlenschutzverordnung unterscheidet dabei folgende Kategorien:

- Human- und Zahnmedizin
    - Grundausbildung (mindestens 25 Stunden)
    - Spezielle Ausbildung hinsichtlich der der diagnostischen Anwendung von Röntgen- und Gammastrahlen (mindestens 14 Stunden)
    - Spezielle Ausbildung hinsichtlich der diagnostischen oder therapeutischen Anwendung offener radioaktiver Stoffe (mindestens 14 Stunden)
    - Spezielle Ausbildung hinsichtlich der therapeutischen Anwendung ionisierender Strahlen, ausgenommen jener von offenen radioaktiven Stoffen (mindestens 12 Stunden)
- Veterinärmedizin
    - Grundausbildung (mindestens 22 Stunden)
    - Spezielle Ausbildung hinsichtlich der der diagnostischen Anwendung von Röntgen- und Gammastrahlen (mindestens 12 Stunden)
    - Spezielle Ausbildung hinsichtlich der diagnostischen oder therapeutischen Anwendung offener radioaktiver Stoffe (mindestens 12 Stunden)
    - Spezielle Ausbildung hinsichtlich der therapeutischen Anwendung ionisierender Strahlen, ausgenommen jener von offenen radioaktiven Stoffen (mindestens 12 Stunden)

- Nichtmedizinischer Bereich
    - Grundausbildung (mindestens 18 Stunden)
    - Spezielle Ausbildung hinsichtlich des Betriebes von Strahleneinrichtungen und der Anwendung von umschlossenen radioaktiven Stoffen (mindestens 15 Stunden)
    - Spezielle Ausbildung hinsichtlich der Anwendung offener radioaktiver Stoffe (mindestens 16 Stunden)
    - Spezielle Ausbildung hinsichtlich des Umganges mit hoch radioaktiven Strahlenquellen, ergänzend zur Ausbildung für den Umgang mit umschlossenen radioaktiven Stoffen (mindestens 8 Stunden)

Je nach Art der Tätigkeit sind den Strahlenschutzbeauftragten 4- bzw. 8-stündige Auffrischungsveranstaltungen im Abstand von maximal 5 Jahren vorgeschrieben. Für die so genannten „weiteren mit dem Strahlenschutz betrauten Personen“ gelten die gleichen Ausbildungsvorschriften wie für Strahlenschutzbeauftragte, lediglich bei bestimmten Anwendungen gelten für diese Personen Erleichterungen bei den geforderten Berufsausbildungen gegenüber der von Strahlenschutzbeauftragten.

3 Ausbildung zum „Ermächtigten Arzt“

Beruflich strahlenexponierte Personen der Kategorie A in Österreich müssen sich vor Antritt der Tätigkeit, sowie jährlich und nach Beendigung der Tätigkeit als beruflich strahlenexponierte Person, Strahlenschutzuntersuchungen unterziehen, bei der die Eignung für die entsprechende Tätigkeit überprüft wird. Zur Durchführung dieser Untersuchungen benötigen die durchführenden Ärzte eine „Ermächtigung durch die zuständige Behörde“. Voraussetzung ist eine Ausbildung im Ausmaß von 40 Stunden gemäß AllgStrSchV, sowie das Absolvieren von Fortbildungsveranstaltungen im Ausmaß von 8 Stunden längstens alle 5 Jahre.

4 Ausbildung zum „Medizinphysiker“

Die Aus- und Weiterbildung von Medizinphysikern ist in der MedStrSchV [3] geregelt. In Österreich wird zur Zeit lediglich von der Medizinischen Universität Wien eine entsprechende postgraduelle Ausbildung angeboten. Diese Ausbildung dauert 6 Semester. Zudem müssen Medizinphysiker Auffrischungs- bzw. Fortbildungsveranstaltungen im Ausmaß von mindestens 15 Stunden längstens alle 6 Jahre absolvieren.

5 Ausbildung von „Einsatzkräften“

Bis Juni 2007 wurde die Ausbildung von Einsatzkräften im Falle von radiologischen Notstandssituationen einerseits in der ÖNORM S5207 [5], andererseits in den jeweiligen Vorschriften bzw. Empfehlungen der unterschiedlichen Einsatzorganisationen festgelegt. Im Juni 2007 trat die Interventionsverordnung (IntV) [4] in Kraft, die nunmehr legistisch die Ausbildung dieses Personenkreises vorschreibt. Dabei entsprechen Dauer und Inhalte im Wesentlichen denen der ÖNORM S 5207.

6 Ausbildung in der „Qualitätssicherung“ bei medizinischer Anwendung ionisierender Strahlen

Zum Kreis der Strahlenschutzausbildungen kann auch die Ausbildung in der „Qualitätssicherung“ bei medizinischen Anwendungen gezählt werden, die durch die MedStrSchV vorgegeben ist. Demnach dürfen Ab- und Teilabnahmeprüfungen an medizinischen Strahleneinrichtungen lediglich von Hersteller- und Lieferfirmen für die von diesen vertriebenen Produkte, entsprechend akkreditierten Stellen, Medizinphysikern und Zivilingenieuren einschlägiger Fachgebiete durchgeführt werden. Neben einer Ausbildung, analog der zum Strahlenschutzbeauftragten, benötigen Mitarbeiter der Hersteller- und Lieferfirmen, sowie die Ziviltechniker zusätzliche Ausbildungen in der Qualitätssicherung.

Die MedStrSchV unterscheidet dabei in folgende Kategorien:

- Grundausbildung in der Qualitätssicherung (mindestens 8 Stunden)
- Spezielle Ausbildungen hinsichtlich
    - Röntgendiagnostik
    - Nuklearmedizin
    - Strahlentherapie

  jeweils im Ausmaß von 8 Stunden. Fort- bzw. Weiterbildungsveranstaltungen sind nicht vorgeschrieben.

Für die Durchführung von Konstanzprüfung genügt eine entsprechende Einschulung, wobei Umfang Dauer und Inhalt nicht vorgeschrieben sind.

7 Ausblick

Mittelfristig sind keine grundlegenden Änderungen in den legistischen und normativen Vorgaben bezüglich der Ausbildung für Tätigkeiten im Zusammenhang mit ionisierender Strahlung zu erwarten. Die grenzüberschreitende Anerkennung von in anderen EU-Staaten getätigten Strahlenschutzausbildungen ist allerdings zurzeit intensiv in Diskussion, wobei Österreich in diesem Zusammenhang unter anderem auch bei der EUTERP-Plattform mitgewirkt hat.

8 Literatur

[1] Bundesgesetz über Maßnahmen zum Schutz des Lebens oder der Gesundheit von Menschen einschließlich ihrer Nachkommenschaft vor Schäden durch ionisierende Strahlen (Strahlenschutzgesetz - StrSchG) BGBl. I Nr. 137/2004

[2] Verordnung zum Schutz von Personen vor Schäden durch ionisierende Strahlung (Allgemeine Strahlenschutzverordnung - AllgStrSchV)

[3] Verordnung zum Schutz von Personen vor Schäden durch Anwendung ionisierender Strahlung im Bereich der Medizin (Medizinische Strahlenschutzverordnung - MedStrSchV)

[4] Verordnung über Interventionen bei radiologischen Notstandssituationen und bei dauerhaften Strahlenexpositionen (Interventionsverordnung - IntV)

[5] ÖNORM S 5207 „Strahlenschutzausbildung für Interventionspersonal bei radiologischen Notstandssituationen“

3

Nationale und internationale Strahlenschutzausbildung

Vorsitz:

R. Czarwinski, C. Wernli

INTERNATIONALISIERUNG UND HARMONISIERUNG DER STRAHLENSCHUTZAUSBILDUNG AUS DER SICHT DER EUROPÄISCHEN KOMMISSION

EDUCATION AND TRAINING IN RADIATION PROTECTION – THE EUROPEAN COMMISSION VIEW ON HARMONISATION AND INTERNATIONALISATION

St. Mundigl
Europäische Kommission, Generaldirektion Energie und Verkehr, Abteilung Strahlenschutz

Zusammenfassung

Jeder Bürger der Europäischen Union hat das Recht, in einem anderen Mitgliedstaat zu arbeiten und zu wohnen, ohne aus Gründen der Staatsangehörigkeit diskriminiert zu werden. Nationale Vorschriften, nach denen nur gemäß bestimmten Rechtsvorschriften erworbene Berufsqualifikationen anerkannt werden, behindern diese grundlegenden Freiheiten. Diese Hindernisse können durch Bestimmungen, die die gegenseitige Anerkennung der Berufsqualifikationen zwischen den Mitgliedstaaten gewährleisten, überwunden werden.

Ziel der Internationalisierung und Harmonisierung der Strahlenschutzausbildung ist es daher, die gegenseitige Anerkennung von Strahlenschutzexperten in Europa zu gewährleisten. Auf dem Weg zu einer gegenseitigen Anerkennung der Berufsqualifikation, sind zum einen die Aufgaben, Kernkompetenzen und die mindest erforderliche Ausbildung eines Strahlenschutzexperten klar zu definieren. Zum anderen, sollten die derzeit (national) angebotenen Ausbildungen harmonisiert werden. Ein möglicher Weg zur Harmonisierung der Strahlenschutzausbildung ist die Erarbeitung einer Europäischen Referenzausbildung, auf der die nationalen Ausbildungen aufbauen können.

Die Europäische Kommission hat vor kurzem begonnen die Europäischen Strahlenschutzgrundnormen (Direktive 96/29/Euratom) zu überarbeiten und diese gleichzeitig mit anderen strahlenschutzrelevanten Direktiven zu einer einzelnen Direktive zusammenzuführen. Ein wichtiger Aspekt bei dieser Überarbeitung ist die Präzisierung des Konzeptes des qualifizierten Experten mit dem Ziel eines harmonisierten Verständnisses in Europa. Um diesem harmonisierten Verständnis einen Schritt näher zu kommen, wird die überarbeitete Direktive Aufgaben, Kernkompetenzen und die mindest erforderliche Ausbildung des Strahlenschutzexperten festlegen. Das von der Kommission ins Leben gerufene Projekt European Training and Education in Radiation Protection Platform (EUTERP) entwickelt derzeit Entwürfe dieser Aufgaben, Kernkompetenzen und Anforderungen an die Ausbildung und diskutiert diese mit Aus- und Weiterbildungsexperten aus allen Ländern der Europäischen Union.

Die Erarbeitung einer Europäischen Referenzausbildung für den Strahlenschutzexperten wurde im Rahmen des von der Generaldirektion Forschung initiierten Projektes European Network on Education and Training in RAdiological Protection (ENETRAP) begonnen und soll in einer neuen Initiative fortgeführt werden.

Summary

Every citizen of the European Union has the freedom to live and to take skilled employment in any Member State of the European Union without discrimination on the basis of his nationality. This basic right can be hindered by national education and training requirements stipulated in national regulations. Introducing requirements for a mutual recognition of qualifications acquired in different Member States could help to overcome these difficulties.

The objective of a harmonisation and internationalisation of radiation protection education and training is the mutual recognition of the qualifications of radiation protection experts within Europe. The first step is to clearly define the concept of a radiation protection expert, including his role, tasks, core competencies, and responsibilities. In addition, existing (national) education and training programmes should be harmonised. This could be achieved through the development of a European reference training programme.

The European Commission has recently started to revise the European Basic Safety Standards (Directive 06/29/Euratom) and to consolidate, at the same time, existing radiation protection regulation under the Euratom treaty. One important aspect during this revision is the introduction of a more precise definition for the qualified expert in order to achieve a harmonised understanding of this concept in Europe. The new Directive will therefore cover the definition, role, and core competencies of the radiation protection expert. The Commission financed project European Training and Education in Radiation Protection Platform (EUTERP) is currently developing proposals for the definition, role, tasks and core competencies of the radiation protection expert. At the same time, they are discussing basic requirements for the education and training of such experts with specialists from all European Member States.

Finally, the development of a European Reference Training Programme has been started in a project called European Network on Education and Training in RAdiological Protection (ENETRAP) and shall be continued in a follow-up initiative.

1 Überarbeitung der Europäischen Strahlenschutzgrundnormen

Die Europäische Kommission hat vor kurzem begonnen die Europäischen Strahlenschutzgrundnormen (Direktive 96/29/Euratom [1]) zu überarbeiten und diese gleichzeitig mit anderen strahlenschutzrelevanten Richtlinien zu einer einzelnen Richtlinie, den neuen Europäischen Strahlenschutzgrundnormen, zusammenzuführen. Zwei grundsätzliche Ziele werden verfolgt. Zum einen soll durch das Zusammenführen bereits bestehender Richtlinien im Bereich Strahlenschutz, das Europäische Gesetzeswerk übersichtlicher gestaltet werden. Zum anderen wird die Neufassung der Empfehlungen der Internationalen Strahlenschutzkommission (ICRP) zum Anlass genommen, um die bestehenden Europäischen Strahlenschutzgrundnormen (Richtlinie 96/29/Euratom) zu überarbeiten, die Struktur der veränderten ICRP Philosophie anzupassen, und die darin enthaltenen Regelungen auf bisher noch nicht abgedeckte Bereiche zu erweitern.

Folgende Richtlinien sollen zusammengeführt werden:

- Richtlinie 97/43/Euratom des Rates vom 30. Juni 1997über den Gesundheitsschutz von Personen gegen die Gefahren ionisierender Strahlung bei medizinischer Exposition [2]
- Richtlinie 2003/122/Euratom des Rates vom 22. Dezember 2003 zur Kontrolle hoch radioaktiver umschlossener Strahlenquellen und herrenloser Strahlenquellen [3]
- Richtlinie 90/641/Euratom des Rates vom 4. Dezember 1990 über den Schutz externer Arbeitskräfte, die einer Gefährdung durch ionisierende Strahlungen beim Einsatz im Kontrollbereich ausgesetzt sind [4]
- Richtlinie 89/618/Euratom des Rates vom 27. November 1989 über die Unterrichtung der Bevölkerung über die bei einer radiologischen Notstandssituation geltenden Verhaltensmaßregeln und zu ergreifenden Gesundheitsschutzmaßnahmen [5]
- Richtlinie 96/29/Euratom des Rates vom 13. Mai 1996 zur Festlegung der grundlegenden Sicherheitsnormen für den Schutz der Gesundheit der Arbeitskräfte und der Bevölkerung gegen die Gefahren durch ionisierende Strahlungen [6]

Des Weiteren ist geplant, die Empfehlung 90/143 Euratom der Kommission vom 21. Februar 1990 zum Schutz der Bevölkerung vor Radonexposition innerhalb von Gebäuden in das Regelwerk [7] mit aufzunehmen.

Die neue ICRP Empfehlung 103 schlägt eine leicht veränderte Strahlenschutzphilosophie vor, die mögliche Expositionssituationen in geplant, bestehend und notfallbedingt einteilt. Zusätzlich zu den Dosisgrenzwerten führt ICRP für geplante Expositionssituationen einer Strahlenquelle als Planungsinstrument *dose constraints* ein, unterhalb derer die Strahlenexposition optimiert werden soll. Für existierende und notfallbedingte Expositionssituationen empfiehlt ICRP die Festlegung von Dosisreferenzwerten *reference levels*, unterhalb derer die Strahlenexposition optimiert werden soll. In naher Zukunft wird ICRP zwei unterstützende Empfehlungen für bestehende Expositionssituationen und für notfallbedingte Expositionssituationen veröffentlichen. Diese neuen Empfehlungen der ICRP sollen bei der Überarbeitung der Europäischen Strahlenschutzgrundnormen ebenfalls berücksichtigt werden.

Zeitgleich mit der Überarbeitung der Europäischen Strahlenschutzgrundnormen hat die Internationale Atomenergieagentur IAEA, zusammen mit mehreren anderen internationalen Organisationen, mit der Überarbeitung der internationalen Strahlenschutzgrundnormen [10] begonnen. Gemeinsames Ziel der Europäischen Kommission und aller an der Überarbeitung der internationalen Grundnormen beteiligter Organisationen ist es, die beiden Grundnormen so konsistent wie möglich zu machen. Die Europäische Kommission erwägt ein *co-sponsorship* der internationalen Grundnormen ähnlich der *co-sponsorship* der *IAEA Safety Fundamentals SF-1* [9].

Die Regelungen in der Richtlinie 96/29/Euratom sollen dahingehend erweitert werden, dass sie auch natürliche Strahlenquellen abdecken. Unter bestimmten Umständen unterliegen Industrien, die mit natürlichen radioaktiven Stoffen (NORM) umgehen, den Auflagen für geplante Expositionssituationen. Die geplante Richtlinie wird Regelungen zur Begrenzung der Strahlenexposition durch Radon in Häusern, Alt- und Neubauten, öffentlichen Gebäuden und am Arbeitsplatz enthalten. Weiterhin wird die neue Richtlinie einen Referenzwert für Baumaterialien enthalten.

Ein wichtiger Aspekt bei dieser Überarbeitung ist die Präzisierung des Konzeptes des qualifizierten Experten mit dem Ziel eines harmonisierten Verständnisses in Europa. Um diesem harmonisierten Verständnis einen Schritt näher zu kommen, wird die überarbeitete Direktive Aufgaben, Kernkompetenzen und die mindest erforderliche Ausbildung des Strahlenschutzexperten festlegen.

Im folgenden Kapitel soll auf die geplanten Änderungen in Bezug auf Aus- und Fortbildung eingegangen werden.

2 Regelungen zur Aus- und Weiterbildung von Fachkräften und zur Unterweisung von Arbeitskräften

Artikel 33 des Euratom Vertrages verpflichtet jeden Mitgliedstaat, die für den Unterricht, die Erziehung und die Berufsausbildung im Bereich Strahlenschutz erforderlichen Maßnahmen zu treffen.

Gegenwärtig enthält die Richtlinie 96/29/Euratom Vorgaben, nach denen der Mitgliedstaat sicher stellen muss, dass entsprechende Vorkehrungen zur Ausbildung der ermächtigten Ärzte, der ermächtigten arbeitsmedizinischen Dienste, der zugelassenen Dosismessstellen, und der qualifizierten Sachverständigen getroffen sind. Weiterhin schreibt die Richtlinie fest, das Unternehmen Vorkehrungen für die entsprechende Unterweisung strahlenexponierter Arbeitskräfte im Bereich Strahlenschutz treffen müssen. Arbeitskräfte, Auszubildende und Studierende, die während ihrer Ausbildung Strahlenquellen verwenden, sind über die mit ihrer Arbeit verbundenen Gesundheitsrisiken aufzuklären, im Fall weiblicher Arbeitskräfte insbesondere über die Erfordernis einer frühzeitigen Angabe einer Schwangerschaft im Hinblick auf die Risiken einer Exposition für das ungeborene Kind sowie über die Risiken einer Kontaminierung des Säuglings im Falle einer radioaktiven Kontamination des Körpers.

Im Zuge der Überarbeitung der Strahlenschutzgrundnormen ist es nun geplant das Konzept des qualifizierten Experten, oder Strahlenschutzexperten wie er nun genauer genannt werden soll, zu präzisieren. Die überarbeitete Richtlinie soll eine präzisere Definition des Strahlenschutzexperten enthalten und dessen Rolle, Funktionen und Verantwortlichkeiten festschreiben. Die Definition des Strahlenschutzexperten wird auch eine Mindestanforderung an die Ausbildung, mindestens ein Diplom in einem relevanten Studiengang, enthalten. Aus Rolle, Funktion und Verantwortlichkeit wiederum lassen sich die Anforderungen an die Aus- und Weiterbildung des Strahlenschutzexperten ableiten. Die überarbeitete Richtlinie wird aller Voraussicht nach nur allgemeine Anforderungen an die Aus- und Weiterbildung enthalten.

Die Definition des Strahlenschutzexperten, wie auch schon die derzeit gültige Definition des qualifizierten Experten, enthält zwei wichtige Elemente, zum einen die erforderliche Sachkenntnis und Ausbildung, zum anderen die Anerkennung der Fähigkeit, als qualifizierter Sachverständiger tätig zu werden, durch die zuständigen Behörden.

Die Strahlenschutzabteilung der Europäischen Kommission erwartet einen detaillierten Vorschlag zur Definition, Rolle, Funktionen und Verantwortlichkeiten des Strahlenschutzexperten von einem von der Kommission finanzierten Projekt – EUTERP, auf das im nachfolgenden Kapitel näher eingegangen werden soll.

3 EUTERP - European Training and Education in Radiation Protection Platform

Das EUTERP Projekt wurde im Jahre 2006, aufbauend auf eine Machbarkeitsstudie, von der Kommission initiiert, mit dem Ziel ein EU weites Netzwerk von Experten im Bereich Aus- und Weiterbildung im Strahlenschutz aufzubauen. Zwei EUTERP Workshops diskutierten Definition und Qualifikation des Strahlenschutzexperten sowie die Anforderungen an die Anerkennung. Ausgehend von den Ergebnissen der Workshops entwickelt das EUTERP Projekt derzeit einen Entwurf zur Definition, Rolle, Funktionen und Verantwortlichkeiten des Strahlenschutzexperten, um diesen der Kommission vorzulegen. EUTERP schlägt außerdem vor, neben dem Konzept des Strahlenschutzexperten, der eine übergeordnete, beratende Rolle hat, auch das Konzept eines Strahlenschutzoffiziers, der in einer genehmigten Anlage den operationellen Strahlenschutz überwacht, einzuführen.

Es wird erwartet, dass eine klare gesetzliche Festlegung von Rolle, Funktionen und Verantwortlichkeiten des Strahlenschutzexperten, die gegenseitige Anerkennung der Qualifikation eines Experten innerhalb Europas vereinfachen wird.

4 Entwicklung einer Europäischen Referenzausbildung im Bereich Strahlenschutz

Ein weiteres Element auf dem Weg zu einer Europäischen Harmonisierung ist die Entwicklung einer Ausbildung im Bereich Strahlenschutz, die als Referenz in Europa etabliert werden soll und allen Mitgliedstaaten zur Verfügung stehen wird. Ziel ist es durch diese Referenz die verschiedenen nationalen Ausbildungsformen besser miteinander vergleichen zu können. Durch den Vergleich bereits bestehender nationaler Ausbildungen zum Strahlenschutzexperten mit dieser Referenz soll eine gegenseitige Anerkennung der Ausbildung erleichtert werden.

Die Erarbeitung einer Europäischen Referenzausbildung für den Strahlenschutzexperten wurde im Rahmen des von der Generaldirektion Forschung initiierten Projektes *European Network on Education and Training in RAdiological Protection (ENETRAP)* bereits begonnen, konnte aber während der vorgesehen Laufzeit nicht zu Ende gebracht werden. Die im ENETRAP Konsortium engagierten Organisationen haben der Generaldirektion Forschung eine Fortführung des Projektes, genannt ENETRAP II, unter dem 7. Rahmenprogramm vorgeschlagen. Eine Entscheidung über dieses neue Projekt ist noch nicht gefallen.

5 Nächste Schritte

Die Überarbeitung der Europäischen Strahlenschutzgrundnormen findet unter Aufsicht der in Artikel 31 des Euratom Vertrages genannte Expertengruppe statt. Diese Artikel 31 Expertengruppe hat eine Arbeitsgruppe beauftragt, einen Textentwurf für die neue Richtlinie zu entwickeln. Diese Arbeitsgruppe wird sich im Herbst diesen Jahres mit dem Kapitel über Aus- und Weiterbildung beschäftigen. Der Vorschlag des EUTERP Projektes wird als Grundlage für die Diskussionen dienen.

Es wird erwartet, dass ein erster vollständiger Textentwurf der neuen Richtlinie im Juni 2009 mit der Artikel 31 Expertengruppe diskutiert werden kann. Eine Meinung der Expertengruppe

zu dem Entwurf soll im November 2009 verabschiedet werden. Mit dieser Expertenmeinung wird die Europäische Kommission, voraussichtlich im Jahre 2010, die Richtlinie zu den neuen Europäischen Strahlenschutzgrundnormen vorschlagen. Daraufhin wird die Richtlinie in der Gruppe Atomfragen des Rates beraten und zur Information an das Europäische Parlament gegeben.

6 Literatur

[1] European Commission, Council Directive 96/29/Euratom laying down basic safety standards for the protection of the health of workers and the general public against the dangers arising from ionising radiation

[2] Richtlinie 97/43/Euratom des Rates vom 30. Juni 1997 über den Gesundheitsschutz von Personen gegen die Gefahren ionisierender Strahlung bei medizinischer Exposition

[3] Richtlinie 2003/122/Euratom des Rates vom 22. Dezember 2003 zur Kontrolle hoch radioaktiver umschlossener Strahlenquellen und herrenloser Strahlenquellen

[4] Richtlinie 90/641/Euratom des Rates vom 4. Dezember 1990 über den Schutz externer Arbeitskräfte, die einer Gefährdung durch ionisierende Strahlungen beim Einsatz im Kontrollbereich ausgesetzt sind

[5] Richtlinie 89/618/Euratom des Rates vom 27. November 1989 über die Unterrichtung der Bevölkerung über die bei einer radiologischen Notstandssituation geltenden Verhaltensmaßregeln und zu ergreifenden Gesundheitsschutzmaßnahmen

[6] Richtlinie 96/29/Euratom des Rates vom 13. Mai 1996 zur Festlegung der grundlegenden Sicherheitsnormen für den Schutz der Gesundheit der Arbeitskräfte und der Bevölkerung gegen die Gefahren durch ionisierende Strahlungen

[7] Empfehlung der Kommission vom 21. Februar 1990 zum Schutz der Bevölkerung vor Radonexposition innerhalb von Gebäuden (90/143 Euratom), Amtsblatt der Europäischen Gemeinschaften Nr. L 80/26 vom 27.03.90

[8] International Commission on Radiological Protection, The 2007 Recommendations of the International Commission on Radiological Protection (ICRP Publication 103, 2007)

[9] International Atomic Energy Agency, Fundamental Safety Principles, Safety Fundamentals SF-1, IAEA, Vienna (2006)

[10] International Atomic Energy Agency, International Basic Safety Standards for Protection against Ionising Radiation and for the Safety of Radiation Sources, Safety Series No. 115, IAEA, Vienna (1996)

DEFINITIONS, QUALIFICATIONS AND REQUIREMENTS FOR RADIATION PROTECTION EXPERTS, RADIATION PROTECTION OFFICERS AND RADIATION WORKERS

F. S. Draaisma [1] and J. van der Steen[2]
[1]NRG, Department of Quality, Safety and Environment, P.O. Box 25, 1755 ZG Petten, The Netherlands, presenting author, E-mail: draaisma@nrg-nl.com
[2]NRG, Radiation & Environment, P.O. Box 9034, 6800 ES Arnhem, The Netherlands

Abstract

In Europe, a common vision for maintaining competences in radiation protection is emerging, focussing on a common denominator for qualification of radiation protection experts (RPEs) and radiation protection officers (RPOs) and for mutual recognition and mobility of these professionals across the European Union. Therefore, the European Commission, D.-G. Transport and Energy, has launched an initiative to establish a European Radiation Protection Training and Education Platform (EUTERP Platform). The objectives of the Platform can be summarised as:

- to remove obstacles for the mobility of RPEs and RPOs within the European Union through harmonisation of criteria and qualifications for and mutual recognition of such professionals;
- to facilitate the transnational access to vocational education and training;
- to better integrate education and training into occupational radiation protection infrastructures in the Member, Candidate and Associated States of the European Union.
-

The Platform ensures a permanent dialogue between all involved parties by the use of its website (www.euterp.eu), by issuing newsletters and by organising workshops. The first workshop has been held in Vilnius, 22-24 May 2007, and resulted in 8 recommendations to the European Commission, the IAEA, IRPA and national authorities. The recommendations were, a.o., dealing with:

- new definitions for the Radiation Protection Expert (RPE) and the Radiation Protection Officer (RPO), which should be used in the revision of both the Euratom and the International BSS;
- developing guidance for a methodology to compare the quality of training courses and training material;
- developing guidance for a standardized methodology of assessing the recognition of RP professionals as a basis for future mutual recognition, based on a description of roles and duties, education, training and work experience;
- developing guidance for a formal recognition process of the competence of RPEs and RPOs.

The second workshop will be held on 23-25 April 2008, again in Vilnius, and will specifically discuss the above-mentioned proposals for new definitions and guidance material. It is expected that the workshop will lead to a major step forward in the development of a common denominator for the criteria of qualification of the RPE and RPO within the European Union. The results of the workshop will be presented in the presentation as well.

CHALLENGES FOR EURATOM RESEARCH AND TRAINING IN THE FRAME OF THE EUROPEAN "HIGHER EDUCATION" AND "RESEARCH" AREAS

G. Van Goethem
European Commission / DG RTD, Energy (Euratom)

Abstract

In this paper, the following questions will be addressed (see Figure 1):

1) *What are the challenges for Euratom Research and Training in the frame of the European "Higher Education" and "Research" Areas ?*
and who are the main stakeholders ? (end-users with common needs, decision makers with a common vision, institutions with implementation instruments)

2) What kind of response is offered by the Euratom RD&DD and E&T programmes in nuclear fission and radiation protection ?
and what is their scientific and societal impact ?
- RD&DD or RD3 for short = Research, technological Development, and engineering Demonstration, industrial Deployment (also called *Innovation Cycle*)
- E&T = Education and Training

The actions of the Research policy in the EU are not conducted for the sake of acquiring *Knowledge* as a goal *per se*, but as a support to other EU policies, in particular, the *Energy* policy. This is illustrated in Figure 1 below, in the form of two policy Triangles. The emphasis will be on the indirect actions, organised by DG Research under the 6th (FP-6 / 2003-2006) and under the 7th Euratom research framework programme (FP-7 / 2007 – 2011) [1].

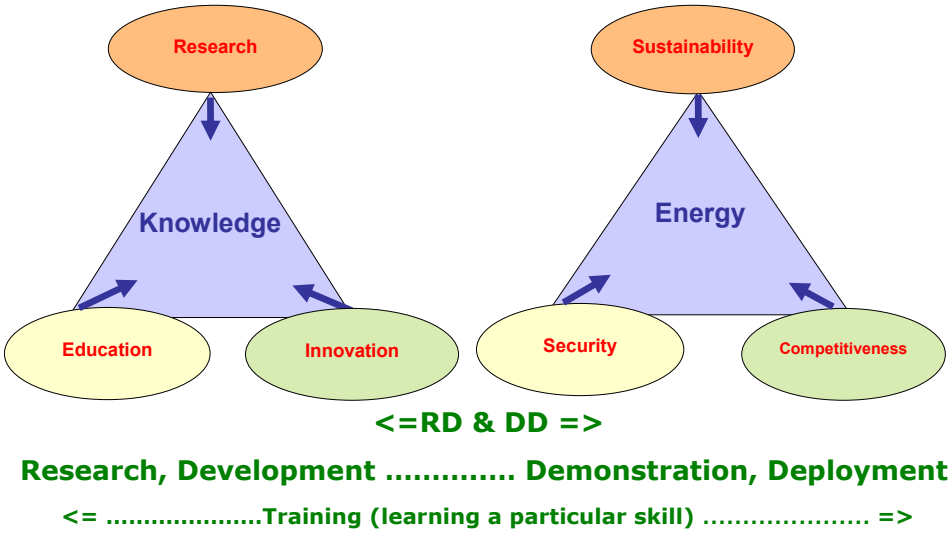


Figure 1 - "Knowledge Triangle" (research & development) and "Energy Triangle" (demonstration & deployment) + Education and Training (learning a particular skill)

[1] http://cordis.europa.eu/fp7/euratom-fission/home_en.html

1. Towards the "European higher education area": a single umbrella for E&T programmes (2007 – 2013) / "ERASMUS" for higher education (DG EAC)

In the EU, education is in principle an exclusive competence of the Member States. Therefore the role of the EU is "limited" to develop the European dimension in education, in particular, by encouraging mobility of students and teachers (e.g. academic recognition of diplomas - see ERASMUS below) and by promoting co-operation between educational establishments.

The EU launched in 2007 the *Lifelong Learning Programme* (LLP), as a single umbrella to integrate all educational and training initiatives that were originally organised by DG Education and Training (EAC) through the SOCRATES Programme 2000 - 2006. The budget is nearly EUR 7 billion for 2007 to 2013. This new EU programme replaces the existing education, vocational training and e-Learning programmes, which ended in 2006 [2].

The LLP enables individuals at all stages of their lives to pursue learning opportunities across Europe. It consists of four "sectoral" sub-programmes:

- **Comenius** addresses the teaching and learning needs of all those in pre-school and school education
- **Erasmus** addresses the teaching and learning needs of staff and students in Higher Education. It also provides support for institutions across Europe to work on shared projects, including curriculum development and other areas
- **Leonardo da Vinci** enables people who are involved in vocational education and training to benefit from work experience placements and career development opportunities in another country
- **Grundtvig** focuses on adult education and funds small-scale, community-based activities.

As regards the four sectoral programmes, quantified targets have been set in order to ensure a significant, identifiable and measurable impact for the programme, namely:

- For **Comenius** (school education): to involve at least three million pupils in joint educational activities, over the period of the programme
- For **Erasmus** [3] (higher education): to contribute to the achievement by 2012 of three million individual participants in student mobility under the present programme and its predecessors (reminder: the first ERASMUS programme started in 1987)
- For **Leonardo da Vinci** [4] (vocational training): to increase placements in enterprises to 80 000 per year by the end of the programme
- For **Grundtvig** (adult education): to support the mobility of 7 000 individuals involved in adult education per year, by 2013.

Of particular interest is the Erasmus Mundus (EM for short) programme, with more ambitious objectives, especially regarding cooperation with Third Countries. The Erasmus Mundus programme is actually a co-operation and mobility programme in the field of higher education which promotes the EU as a centre of excellence in learning around the world. The Erasmus Mundus programme was launched in 2004. The aim is to respond to the challenges of global-

[2] http://ec.europa.eu/education/programmes/llp/index_en.html
[3] http://ec.europa.eu/education/programmes/llp/erasmus/index_en.html
[4] http://ec.europa.eu/education/programmes/llp/leonardo/index_en.html

isation faced by European higher education today, in particular the need to adapt education systems to the demands of the knowledge society, to enhance the attractiveness and visibility of European higher education world-wide and to stimulate the process of convergence of degree structures across Europe.

Nuclear Education and Training projects under ERASMUS (overview 2005-2007) [5]

(1) EMRP - *European Master in Radiation Protection* [6]
(Erasmus Curriculum Development project, coordinated by UJF Grenoble)
- partners = UK, CZ and FR / grant amount = EUR 180 K / approved budget = 310 K

(2) SPERANSA [7]- *Stimulation of Practical Expertise in Radiation and Nuclear Safety*
(Erasmus Intensive Programme, coordinated by Czech University in Prague)
- partners = DE, ES and BE / grant amount = EUR 18 K / approved budget = 25 K
= CHERNE "*Cooperation in Higher Education on Radiological and Nuclear Eng.*"

(3) EMNT [8]- *European Master in Nuclear Technology : Decommissioning Waste Management and Non-Power Applications*
(Erasmus Curriculum Development, coordinated by UJF Grenoble)
- partners = 2 x IT, LT and UK / grant amount = EUR 146 K / appr. budget = 220 K)

(4) FUSION-EP [9]– *European Master in Nuclear Fusion Science and Engineering Physics*
(Erasmus Mundus Masters Course by Ghent University / part of Action 1 [10])
- partners (EU + non-EU) = FR, SE, DE and 3x ES plus 2x USA, 2x Russia and China.

A list of *National Information and Contact Points* [11] exists for Erasmus Mundus.

2 Towards the "European Research Area": A single umbrella for Research and Training Programmes (2007 – 2013) / "People" or ex-Marie Curie (DG RTD)

The Seventh Framework Programme (FP-7, EC research over the period 2007 - 2013) has a total worth of EUR 50 521 million and includes the following specific programmes:

- *Cooperation* – fostering collaboration between industry and academia to gain leadership in key technology areas - EUR 32 413 million (64.2 %)
- *Ideas* – supporting basic research at the scientific frontiers (implemented by the *European Research Council* / ERC) - EUR 7 510 million (14.9 %)
- *People* – supporting mobility and career development for researchers both within and outside Europe (follow-up of Marie Curie actions) - EUR 4 750 million (9.1 %)
- *Capacities* – helping develop the capacities that Europe needs to be a thriving knowledge-based economy (support to infrastructures) - EUR 4 097 million (8.3 %)
- *JRC (non-nuclear)* - EUR 1 751 million (3.5 %).

---

[5] http://eacea.ec.europa.eu/static/en/overview/erasmus_overview.htm
[6] http://eacea.ec.europa.eu/static/en/erasmus/documents/compendium-CD-2005.pdf
[7] http://eacea.ec.europa.eu/static/en/erasmus/documents/Compendium_2005.pdf
[8] http://eacea.ec.europa.eu/static/Bots/docbots/ERASMUS/IC%202006/cd_coord_2004.pdf
[9] http://www.em-master-fusion.org
[10] http://ec.europa.eu/education/programmes/mundus/projects/index_en.html
[11] http://ec.europa.eu/education/programmes/mundus/doc/national.pdf

The 7-th Euratom Framework Programme (FP-7, Euratom research over the period 2007 – 2011, five years duration imposed by the Euratom Treaty) consists in:

- *Nuclear research (Euratom programme)* – developing Europe's nuclear fission and fusion capabilities (RTD and JRC) - EUR 2 751 million (see Table 1 below).

Table 1: Euratom framework programmes for fusion and fission (FP-4 till FP-7)

	FP-4 (1994-98)	FP-5 (1998-02)	FP-6 (2003-06)	FP-7 (2007-11)
Fusion Energy	840	788	824	1 947
Nuclear Fission and Radiation Protection *(indirect actions)*	170	191	209	287
JRC's EURATOM activities (*direct actions*)	271	281	319	517
Total	1 281	1 260	1 352	2 751

The large Euratom research programmes usually involve the main stakeholders, that is:

- the nuclear research organisations (public and private)
- the systems suppliers (e.g. nuclear vendors, engineering companies, etc)
- the energy providers (e.g. electric utilities, heat and/or hydrogen vendors, etc)
- the regulatory bodies and associated technical safety organisations (TSO)
- the education and training (E&T) institutions, and, in particular, the universities
- the civil society and the international institutional framework (IAEA and OECD).

As far as nuclear E&T is concerned, it is worth mentioning the important role of the *National Networks for Nuclear Research and Training* (most of them set up quite recently), such as:

- **NTEC** [12] (*Nuclear Technology Education Consortium* of 11 establishments – lead by the Dalton Nuclear Institute in the UK)
- **Kompetenzverbund Kerntechnik** [13] (*Alliance for Nuclear Competence*, under BMWi) in Germany
- **INSTN** [14] **(**Institut National des Sciences et Techniques Nucléaires), as a of CEA, INSTN is a higher education institution under the joint supervision of the Ministries in charge of Education and Industry in France
- **BNEN** [15] (Belgian Nuclear Education Network, hosted at SCK-CEN Mol), cosponsored by the national nuclear industry, containing all six "nuclear" universities of Belgium
- **CIRTEN** [16] ("Consorzio Interuniversitario per la Ricerca Tecnologica sull' Energia Nucleare") in Italy
- **REFIN** [17] (Romanian Nuclear Education Network – "Retea Educationala in Fizica si Ingineria Nucleara")

[12] http://www.ntec.ac.uk/
[13] http://www.grs.de/products/data/3/pe_460_20_1_pe_434_20_1_kv03endg.pdf
[14] http://www-instn.cea.fr/
[15] http://www.sckcen.be/bnen/courses.html
[16] http://www.cirten.it/
[17] http://www.refin.pub.ro/

- **FINNEN** [18] (Finnish Nuclear Education Network, Helsinki University of Technology /TKK/)
- **NKS** [19] (Nordic Nuclear Safety Research = Denmark, Finland, Iceland, Norway and Sweden)
- **CENEN** (Czech Nuclear Education Network)
- **KINT** (Dutch Knowledge Infrastructure on Nuclear Technology).

3 ENEN objectives for nuclear E&T: Modularity and common qualification approach; Mutual recognition; European mobility; Feedback from stakeholders

Keeping the nuclear option open means also maintaining an adequate skills base to ensure sufficient personnel in research organisations as well as in nuclear installations. This is a concern shared not only by the EU but also by OECD/NEA [20] and by IAEA [21].

For the sake of clarification, education and training (E&T) are defined as follows:

- Education is a basic or life-long learning process: education is broader than training and encompasses the need to maintain completeness and continuity of competences across generations (it is essentially a knowledge-driven process, involving academic institutions as suppliers, and students as customers).
- Training is learning a particular skill required to deliver a particular outcome: training is about schooling activities other than regular academic education schemes (it is essentially an application-driven process, involving industrial/regulatory training organisations as suppliers, and professionals as customers).

The goal of the Euratom education programme is actually to offer a number of instruments that help produce top-quality teaching modules that can be assembled into Masters programmes or higher level training packages that are jointly qualified and mutually recognised across the EU. This is done in collaboration with the DG EAC *Lifelong Learning Programme* (Section 1) and the DG RTD programme FP-7 *PEOPLE* (Section 2).

The above Euratom approach is naturally in line with the Bologna process (ERASMUS). More specifically, its strategy for nuclear E&T is based on the following four objectives:

- MODULAR COURSES AND COMMON QUALIFICATION APPROACH
  (e.g. ensuring top-quality for each module and developing a coherent framework)
- ONE MUTUAL RECOGNITION SYSTEM ACROSS THE EUROPEAN UNION
  (e.g. *European Credit Transfer and accumulation System* of ERASMUS /ECTS/)
- MOBILITY FOR TEACHERS AND STUDENTS ACROSS THE EU
  (e.g. broadening the circulation & exchange of ideas and knowledge in nuclear fission)
- FEEDBACK FROM "STAKEHOLDERS" (BOTH PUBLIC AND PRIVATE)
  (e.g. involving "future employers" and improving the balance of supply and demand).

---

[18] http://www.tkk.fi/fi/
[19] http://www.nks.org/english/About_NKS/About_NKS.htm
[20] http://www.nea.fr/html/ndd/reports/2000/nea2428-education.pdf
[21] www.iaea.org/km/

In order to achieve the above objectives, a non-profit making association (*under French law of 1901*) was formed in September 2003: this is the "*European Nuclear Education Network*" (ENEN)[22], a spin-off of the homonymous FP-5 project. As of December 2007, the membership of the ENEN Association consisted of 44 members, namely: 37 universities (effective members), and 6 research centres and 1 multinational company (associated members), located in 17 European Countries. The current aim is to cover 29 countries, namely: the 27 Member States of the EU and two neighbouring countries (Switzerland and Norway). Supported by the 5th and 6th Euratom Framework Programmes, the ENEN Association developed, in particular, education and training courses in a European exchange structure, based on core curricula and optional fields of study. Of particular interest is the list of 295 ENEN courses (modules) that were produced in 25 nuclear fission disciplines. ENEN can be considered as an important step towards the harmonisation of training activities in nuclear fission and radiation protection in the EU-27.

The ENEN association is open to all organisations dealing with nuclear fission technologies (including Generations II, III and IV), radiation protection (including medical and industrial applications of ionising radiations) and waste management (including reprocessing and geological disposal). The ENEN association consists of five Committees. The Training and Academic Affairs Committee and the Advanced Courses and Research Committee develop and implement non-overlapping schemes covering one full academic year (60 ECTS) of courses in nuclear disciplines leading to Master degrees. The latter Committee also promotes interactions between research conducted at European universities and nuclear research centres, and end users such as utilities, power plants, regulatory bodies, industries, etc. It organises exchanges and meetings between doctoral and post-doctoral students in the framework of seminars, workshops and courses on topics at the edge of current scientific research. The Training and Industrial Projects Committee facilitates interactions between training organisations and professionals in nuclear industries to provide pertinent and harmonised training programmes for continual training on new topics as well as to refresh and update capabilities and qualifications. The Knowledge Management Committee operates the ENEN web site, advertises courses and events of interest, develops and disseminates E-learning tools, courses and training packages on a variety of media, maintains data banks and communication systems. The quality of the ENEN products and the project deliverables, the reports, courses, training packages, certificates, and the reliability of the information is continuously monitored by the Quality Assurance Committee.

4 Towards a common vision of nuclear training beyond ERASMUS: EU instruments for mutual recognition of professional qualifications within the EU

Besides the scientific contents of academic curricula, a number of strategic studies focused on practical problems related to mutual recognition and accreditation across the EU Member States. In the area of education (in particular, universities), ERASMUS provides a series of well tested tools (based on "Bologna"). In the area of training (in particular, continuous professional development), where a great variety of stakeholders are involved, the problem is more complex, because there is no such mechanism as "Bologna". The Radiation Protection community, in particular, examined the problem of mutual recognition of *Qualified Experts in Radiation Protection*, in connection with the *Euratom Basic Safety Standards* (see below).

[22] www.enen-assoc.org.

4.1 Mutual recognition of professional qualifications in the Internal Market

The rights of EU citizens to establish themselves or to provide services anywhere in the EU are fundamental freedoms in the Single Market. National regulations which only recognise professional qualifications of a particular jurisdiction present obstacles to these fundamental freedoms [23]. This fact was recognised by the Internal Market Commissioner who proposed the Community Directive 2005/36/EC, which came into effect on 20 October 2007. In line with the Lisbon strategy of 2000, the purpose of this Directive is to ensure the free movement of qualified persons, thereby contributing to the development of the knowledge-based economy, the flexibility of labour markets and improved public services.

Automatic recognition is possible only in "Specific Sectors" (mainly in the health sector) where there is clear agreement on harmonised minimum training requirements or on professional experience. Otherwise, the "General System" applies, that is: the host MS compares the qualifications held by the migrant with the qualifications required in the host MS. This Directive applies whenever the profession at stake is regulated in the host MS, which is the case, in particular, of the *"qualified experts" in radiation protection*.

4.2 A practical example: mutual recognition of "qualified experts" in radiation protection

In the Euratom legislation on *Basic Safety Standards*, the Council Directive "96/29/EURATOM" of 13 May 1996 is of particular interest for nuclear training actions. It layed down *basic safety standards for the health protection of the general public and workers against the dangers of ionizing radiation* (OJ L-159 of 29/06/96). Two years later in the same context, a European syllabus was proposed concerning the training requirements for the recognition of *"qualified experts" in radiation protection*. This syllabus was laid down in Annex I of Communication 98/C 133/03 (OJ L-133 of 30/04/98) from the Commission concerning the implementation of the above Council Directive 96/29/Euratom. Now that the International Commission on Radiological Protection has issued new recommendations (namely: ICRP 2007 Publication 103, Ann. ICRP 37) [24], the above Directive 96/29/Euratom will be revised taking into account operational experience. This revision of the basic safety standards, however, should not affect the definition of *qualified experts*.

As a consequence, the CEA-INSTN (Saclay, France), in collaboration with other European partners, launched in 2000 the *European Radiation Protection Course* (ERPC) to deliver the theoretical knowledge needed to be recognised as a *qualified expert* on the basis of the above Euratom legislation and of the related IAEA Standard Syllabus. There were, however, strong barriers for the attendance of this ERPC course: in particular, the lack of recognition by the national competent authorities across the EU, the use of rather traditional educational tools and the total costs for participants. This problem was tackled in the DG RTD driven FP-6 project ENETRAP [25] ("*European Network on Education and Training in Radiological Protection"*), a coordination action funded for 2 years with a total budget of 450 kEUR, initiated in April 2005 and coordinated by SCK-CEN Mol. A collaboration was established with the

[23] http://ec.europa.eu/internal_market/qualifications/index_en.htm.

[24] http://www.hse.gov.uk/aboutus/hsc/iacs/nusac/100408/p07-impacticrp.pdf

[25] http://www.sckcen.be/enetrap/

DG TREN driven Platform *European Training and Education in Radiation Protection* [26] (EUTERP, consisting of representatives of the national safety authorities). One of the objectives of the EUTERP Platform is to gather knowledge of the different national criteria for recognition of radiation protection experts and to come to agreement on these criteria, thereby facilitating the free movement of these experts in the EU.

5 Conclusion / impact of Euratom programmes for Research-Development & Demonstration-Deployment (RD&DD) and Education & Training (E&T)

Euratom research and training should be considered in the wider context of EU Policies, in particular those related to sustainability. *Climate Change and Clean Energy* is the first of seven key sustainability challenges identified by the EU ("*Progress Report on the Sustainable Development Strategy* 2007"[27]). Nuclear fission is part of the recommended energy mix. Many related technologies (including medical and industrial applications of ionising radiations) are discussed in the "platforms", in particular, in the Sustainable Nuclear Energy Technology Platform (SNE-TP [28]) and in the European Nuclear Energy Forum (ENEF [29]).

The Euratom strategy developed by the EU and the main stakeholders is based on an analysis of the common needs in view of a consensus on a European vision and with the aim to develop efficient implementation instruments. The following preliminary conclusions can be drawn regarding, in particular, the nuclear education and training strategy of Euratom:

(a) Identification of end-users and common needs

- to make nuclear attractive (again) amongst the younger generation, Euratom training should focus on innovation in close relation with the RD&DD (*Innovation Cycle*)
- to set up lifelong learning programmes at EU level, while optimising international cooperation (third countries), the Bologna (ERASMUS) approach should be followed
- to strengthen the synergy between private and public sectors, exchanges of staff across the stakeholders' organisations should be promoted (inter/multi-disciplinarity)

(b) Towards a common vision amongst the main stakeholders

- contribute to the *Energy Policy for Europe* (energy mix) by providing valuable input to the European "platforms", in particular through the participation in SNE-TP
- optimise Euratom research and training actions by better integration (both vertically and horizontally), sharing of facilities, and policy for knowledge management
- develop further the *European Nuclear Education Network* (ENEN) towards all areas of nuclear fission and radiation protection ("young" students and "old" professionals)

(c) Implementation instruments at both EU and national level (such as FP-7)

- promote training actions to be embedded in large Euratom research projects in all areas, thereby satisfying the needs of research organisations and universities
- promote training actions through the new FP-7 instruments (in particular, *Euratom Fission Training Schemes*), aimed at satisfying the needs of the "future employers".

---

[26] http://www.euterp.eu/
[27] http://ec.europa.eu/sustainable/docs/com_2007_642_en.pdf
[28] www.snetp.eu
[29] http://ec.europa.eu/energy/nuclear/forum/index_en.htm

IAEA STRATEGY FOR SUSTAINABLE EDUCATION AND TRAINING ACTIVITIES IN RADIATION PROTECTION AND WASTE

G. Sadagopan, K. Mrabit and J. Wheatley
Regulatory Infrastructure and Transport Safety Section
Division of Radiation, Transport and Waste Safety
IAEA, Vienna

Abstract

IAEA's education and training activities in radiation, transport and waste safety follow the resolutions of its General Conferences and reflect the latest IAEA standards and guidance. Since 2001 IAEA has been implementing a "Strategic plan on Education and Training in Radiation Protection and Waste Safety", which is aimed at establishing sustainable education and training programmes in Member States by 2010. In implementing the strategy, IAEA organizes post-graduate educational courses in Arabic, English, French, Russian and Spanish at regional training centres around the world. Additional training events aimed at specific audiences, such as Regulators, are run at the national and regional level. In total, more than 30 standardized training packages have been developed and translated to facilitate global consistency and harmonization of training events. To promote sustainability and self-dependency, IAEA also organize Train the Trainers events to develop a pool of qualified trainers, with the appropriate skills, and who are familiar with IAEA developed training package. Additional initiatives aimed at building capacity in Member States include: establishing eLearning; developing a syllabus and teaching aids for training of Radiation Protection Officers; and developing information materials for radiation workers.

1 Introduction

The statutory safety functions of the International Atomic Energy Agency cover the establishment of and provision for the application of safety standards for protection of health, life and property against ionizing radiation. Education and training is a major element of the IAEA's mechanism for the application of safety standards and for strengthening radiation safety infrastructures in its Member States. The education and training activities follow the resolutions of its General Conferences and reflect the latest IAEA standards and guidance. IAEA prepared a "Strategic Approach to Education and Training in Radiation and Waste Safety" (Strategy on Education and Training) aiming at establishing, by 2010, sustainable education and training programmes in Member States, which was endorsed by the GC(45)/RES/10C in 2001. In line with this resolution, the IAEA has developed a number of different training schemes. The Steering Committee for education and training in radiation protection and waste safety advices the Agency on the implementation of the long term strategic plan. Regional, national and collaborating training centres, international organizations like European Commission and International Radiation Protection Association (IRPA) are represented in the steering committee.

2 IAEA Training Mechanisms

2.1 Post-Graduate Educational Courses (PGECs).

The post-graduate educational course (PGEC) in radiation protection and safety of radiation sources constitutes a comprehensive and multidisciplinary programme with theoretical and practical training aims. It is aimed to educate and train young professionals who intend to specialize in radiation protection, who may in later years be involved in education and training activities involving radiation protection and the safety of radiation sources. The PGEC is hosted by IAEA Regional Training Centres (RTCs) around the world with the Agency support and delivered in line with the IAEA Standard Syllabus [1] in five of its official languages. PGEC's have been run in Argentina (Spanish), Syria (Arabic), Morocco (French), Belarus (Russian), Malaysia, Greece and South Africa (English). Every year over 100 participants benefit from this educational course, which provides initial training in radiation protection and the safety of sources.
Presenter's material in the form of PowerPoint slides are developed by the Agency in line with a Standard Syllabus and are provided to the RTCs. This ensures that the same message is conveyed at all the training centres.

2.2 Specialized Training Courses (STCs) & Workshops.

Training courses are shorter in duration than the PGEC. They are run for one or two weeks and are aimed at participants who already have work experience. Workshops are task or practice-specific and provide more opportunity to the participants for in-depth training and exchange of information. Topics covered are wide ranging and include the regulatory framework, occupational protection (external and internal), patient protection (diagnostic radiology, radiotherapy and nuclear medicine), radioactive waste management, transport of radioactive materials, safety of radioactive sources and safety in industrial applications. They are regularly organized as national or regional courses for different target audiences, such as for regulators or radiographers. Each year about 25 such regional training events are organized in different Member States. Customized training materials are developed that are used in training programmes. The training materials are also translated to Agency official languages (Annex 1).

2.3 Other Training Mechanisms:

The other training mechanisms are aimed at achieving the training objectives through field training (On the Job Training), Distance Learning or Training the Trainers.

2.4 On the Job Training (OJT)

On the job training is used to supplement classroom training. The objective of this technique is to provide individuals with practical training in a chosen practice for a longer duration, under the direct supervision of experienced professionals. The duration of the OJT is dictated by the training theme, varying from 1-3 months. The added value is the opportunity to work

in well-developed centers and to learn from peers. The successful completion of PGEC, STC and OJT provides a solid basis for radiation protection professionals.

2.5 Distance Learning (DL)

IAEA successfully concluded a 'Distance Learning' project in Radiation Protection in the Asia and the Pacific region. The participating countries were Australia (coordinator), Korea, Indonesia, Mongolia, Thailand, The Philippines and New Zealand. This learning method was used both nationally and internationally. Distance learning complements the class room training and was found to be useful where only small number of people need training or where target population is scattered or live far from national training centers. Distance learning is also good tool for refresher training or as pre-training to prepare an individual to attend a training course. The exemplary quality learning material developed for the distance learning is now being used for providing pre-training for PGEC participants. The objective is to harmonize the level of knowledge in radiation protection of all the PGEC participants coming from different educational backgrounds and with varying levels of experience. The selected participants receive the pre-training CDROM in their home country and prepare themselves for the long duration PGEC. This material has been translated to Arabic, Russian and Spanish.

2.6 Training the Trainers (TTT):

This training mode is mainly aimed at developing communication skills. The methodology is used to develop competence at the national level with a view to building a core of trainers in radiation protection. Consequently the training syllabus includes presentational and communication skills, organization of training events and includes practical exercises. In this training course the participants are familiarized with IAEA developed training CDs so that they can be used effectively in future training courses. The TTT training course is designed to be interactive with presentations by the participants. IAEA has so far conducted more than 10 train-the-trainers workshops for radiation protection in both medicine and industrial applications at national, regional and interregional level.
In addition, IAEA has introduced this module to the participants of the PGEC, who in later years may become trainers.

3 Development of training material for other job categories

3.1 Radiation Protection Officers[1]

Significant effort and progress has been made with respect to the establishment and consolidation of the PGEC as the primary training route for new professionals in the field of radiation protection in Member States. That being the case it was felt that it was appropriate to increase emphasis on the promotion and development of training for Radiation Protection Officers (RPO), this being a significant element with regard to the successful implementation

[1] Radiation protection officer: An individual technically competent in radiation protection matters relevant for a given type of practice who is designated by the registrant or licensee to oversee the application of the requirements of the Standards.

of the strategic plan. A standard syllabus was developed taking in to consideration that the primary role of the RPO is one of "supervision" which if effective, will assist the employer/registrant/licensee in ensuring the application of relevant standards. The syllabus is divided into core and supplementary modules. While the core module is a compulsory module, the supplementary module is practice specific to the practice (e.g.: industrial radiography). Training material for the core module has been developed and the material pertinent to the nine supplementary modules is also complete.

3.2 Information materials

The recommendations of the Conference on 'Occupational Radiation Protection' in Geneva, 2002, relate to information exchange between interested parties, wider dissemination of information and more active involvement of workers, employers, regulators and radiation protection specialists in information exchange leading to a better and broader understanding of radiation protection practices and promote the evolution of safety cultures in the workplace. This led to the development of information material such as posters intended for display at workplaces, designed to reduce the number of near misses and the risk of serious accidents. The materials include topics such as the use of high-activity or high-dose rate sources such as irradiators and industrial radiography devices, in order to reinforce the need for safety procedures to be followed at all times.

4 The Way Forward

Considerable work has been undertaken in pursuance of the strategic aims for education and training and in completing the key functions. In order to be able to achieve overall objective of self-sustaining training activities within Member States, there is a need to establish a national strategy for education and training. It is possible to establish a national strategy only if the training needs are systematically assessed and identified**.** An appraisal methodology adopted by the Agency provides solutions to the identification of training needs.

The Agency has developed an Education and Training Appraisal (EduTA) protocol document which describes the objectives, the methodology for carrying out a detailed appraisal and the expected results of the appraisal. The objective of the EduTA mission is to carry out a detailed appraisal of the status of the provision for education and training in radiation protection including the identification of the national education & training needs and areas where provisions should be improved to meet the national E & T needs as well as international standards and best practices. Member States will benefit by identifying the training needs and in planning future E & T strategy.

An EduTA becomes most appropriate and beneficial to a country when the provisions for education and training in radiation safety have been established or are at an advanced stage of development and implementation. The Agency has already completed four such appraisal missions and two more are planned for 2008.

E-learning: The methodology for eLearning is to create from the existing distance learning course material an e-learning course to demonstrate the advantage and efficiency of such an approach to training. IAEA has made the training material available in the web format, to be

introduced as a training course. E-learning is challenging as it is self learning, and is expected to provide learners a perspective that is difficult to achieve through classroom or paper-based training programmes.

5 Conclusions

The Agency continues to implement its Strategic Plan on education and training in radiation and waste safety, however, the ultimate effectiveness depends upon the commitment of Member States to develop their own national strategy and sustainable training programmes in radiation safety. By working together more progress can be made towards the realization of a harmonized approach for education and training. These steps are essential ingredients for maintaining high standards of radiation safety worldwide.

6 IAEA Publications in this area

[1] *Safety Standards Series RS-G-1.4, Building Competence in Radiation Protection and the Safe Use of Radiation Sources, IAEA, Vienna, 2001.* This Safety Guide provides guidance for the regulatory bodies for the establishment of training and qualification requirements and a strategy for building competence. The Safety Guide is jointly sponsored by WHO, PAHO and ILO.

[2] *Safety Report Series No.20, Training Courses on Radiation Protection and Safe Use of Radiation Sources, Vienna 2001.* This report provides assistance to trainers and training providers on how to set up training courses, distance learning and on the job training as well as to establish training centres. It addresses the development and provision of training in protection and safety in a range of activities involving work with ionizing radiation. It supersedes the IAEA Technical Reports Series No. 280 on Training Courses on Radiation Protection that was published in 1988.

[3] Training Course Series 18, Standard Syllabus for the Postgraduate Educational Course in Radiation Protection and the Safe Use of Radiation Sources, IAEA, Vienna 2001 is intended to facilitate the implementation of such courses by Universities and training centres. The course is aimed at professionals in the early stage of their careers. The structure of the syllabus follows the International Basic Safety Standards for Protection against Ionizing Radiation and for the Safety of Radiation Sources. This syllabus supersedes the one published in 1995.

Annex 1
Training Material developed by IAEA's Division of Radiation, Transport and Waste Safety

Regulatory Oversight

- IAEA Training for Regulators on Authorization & Inspection of Radiation Sources in Nuclear Medicine (E,S,A,F)*
- IAEA Training for Regulators on Authorization & Inspection of Radiation Sources in Nuclear Gauges and Well Logging (E,S,A,F)*
- IAEA Training for Regulators on Authorization & Inspection of Radiation Sources in Industrial Radiography (E,S,A,F)*
- IAEA Training for Regulators on Authorization & Inspection of Radiation Sources in Radiotherapy (E,S,A,F)*
- IAEA Training for Regulators on Authorization & Inspection of Radiation Sources in Industrial Irradiators (E,S,A,F)*
- IAEA Training for Regulators on Authorization & Inspection of Radiation Sources in Diagnostic & Interventional Radiology (E,S,A,F)*
- IAEA Training for Regulators on Authorization and Inspection of Cyclotron Facilities (E)
- IAEA Training Course on Customs Radiation (E,F,S)*
- IAEA Training Course for Lawyers (E,F,A)*

Patient Protection

- IAEA Training Course on Radiation Protection in Diagnostic and Interventional Radiology (E,A)*
- IAEA Training Course on Radiation Protection in Nuclear Medicine
- IAEA Training Material on Radiation Protection in Radiotherapy
- IAEA Training Material on Radiation Protection in Cardiology
- IAEA Training Material on Prevention of Accidental Exposures in Radiotherapy.

Source Safety & Security

- IAEA Training Course on Radiation Protection and Safety in Industrial Radiography
- IAEA Training Course on Radiation Protection and Safety at Industrial Irradiation Facilities
- Concepts of Radiation Protection and the Safety of Sources

Occupational Radiation Protection

- IAEA Training Course on Assessment of Occupational Exposure due to Intakes of Radionuclides (E,S)*
- IAEA Training Course on Assessment of Occupational Exposure due to External Radiation Sources (E,R)*
- IAEA Training Course on Occupational Radiation Protection
- Radiation Protection and the Management of Radioactive Waste in the Oil and Gas Industry
- IAEA Training Course on Neutron Dosimetry
- IAEA Training Course on Workplace Monitoring

Quality Management

- Quality Management Systems for Technical Services in Radiation Safety

Waste Management

- IAEA Training Material on Safety Assessment of Near Surface Low and Intermediate Level Radioactive Waste Disposal Facilities
- IAEA Training on Safety of Radioactive Waste Management (under review)
- IAEA Training on Management of Mining and Milling Waste(under review)
- IAEA Training on Management of NORM Residues(under review)
- IAEA Training Material on Remediation of Contaminated Sites(under review)
- IAEA Training Material on Decommissioning of Nuclear Facilities(under review)

Transport Safety

- IAEA Publication – Safe Transport of Radioactive Material – Third Edition - Training Course Series 1-2002 (some training courses in Spanish)*

PGEC

Part I to XI (E, A, F, S, R) Instructions to Practical lessons

Distance Learning

23 lessons in 4 Modules (E, A, S, R)*

Elearning

The distance learning modules in web format

* All the training materials are available in English. Some are translated to other official languages as indicated in the parenthesis. E –English, A-Arabic, S-Spanish, F-French, R-Russian

DIE STRAHLENSCHUTZAUSBILDUNG FÜR DIE WERKSTOFFPRÜFUNG IN DEUTSCHLAND, ÖSTERREICH UND DER SCHWEIZ - GEMEINSAMKEITEN UND UNTERSCHIEDE

RADIATION PROTECTION TRAINING OF RADIOGRAPHY PERSONNEL IN GERMANY, AUSTRIA AND SWITZERLAND

B. Sölter[1], H.-J. Malitte[2], W. Görz[3], Th. Geringer[4], H. Kunz[5]
1 Deutsche Gesellschaft für Zerstörungsfreie Prüfung e.V., Berlin
2 Bundesanstalt für Materialforschung und –prüfung, Berlin
3 Nuclear Engineering, Seibersdorf
4 Austrian Research Center, Seibersdorf
5 Schweizerische Unfallversicherungsanstalt, Luzern

Zusammenfassung

Die Anforderungen an den Durchstrahlungsprüfer in der Zerstörungsfreien Werkstoffprüfung (ZfP) sind wie bei keiner weiteren Berufsgruppe im industriellen Bereich sehr straff geregelt. Hierzu gehören Schulbildung, fachliche Voraussetzungen, Strahlenschutzausbildung, Ausbildungs- und Erfahrungszeiten, physische Eignung, Zertifizierungsprüfung, Beachtung berufsethischer Regeln, Rezertifizierung. Die Anforderungen wurden in der EN 473 fixiert.

Die Ausbildung unterliegt qualitätssichernden Kontrollen. Speziell die Ausbildung im Strahlenschutz ist nicht in der EN 473 erfasst, da diese in nationaler Hoheit liegt. Die Anforderungen an die Ausbildung für die Durchstrahlungsprüfung in Deutschland, Österreich und der Schweiz sind in Rechtsverordnungen und Ausbildungsrichtlinien ausgeführt. Der Personenkreis, der im Strahlenschutz bei diesem speziellen Tätigkeiten einer Ausbildung unterliegt, ist nicht ganz einheitlich. Trotz eines nahezu grenzfreien Europas ist eine gegenseitige Anerkennung von Strahlenschutzausbildungen nach wie vor schwierig.

1 Einführung

Die Durchstrahlungsprüfung (Radiographie) dient dem klar umrissenen Zweck der Qualitätssicherung an Werkstoffen, Bauteilen und Fertigprodukten, die nach der Prüfung uneingeschränkt verwendbar sein müssen.

Sowohl in Deutschland als auch in Österreich sowie der Schweiz werden in der Radiographie typengleiche Röntgeneinrichtungen bzw. Gammmaarbeitsgeräte eingesetzt. Alle Radiographen arbeiten nach Regelwerken mit gleichen bzw. ähnlichen produktspezifischen Vorgaben. Radiographen werden gemäß einer europäischen Norm nach gleichen Ausbildungszeiten in Theorie und Praxis mit abgestimmten Inhalten qualifiziert.

Problematisch wird es, wenn wir die Personen vergleichen wollen, die im Strahlenschutz für die Einhaltung der Strahlenschutzgrundsätze in der Radiographie gemäß den Rechtsvorschriften der drei Länder verantwortlich sind. Dieser Personenkreis ist weder von der Bezeichnung noch von den Ausbildungsvoraussetzungen identisch.

Am Anwendungsgebiet der zerstörungsfreien Werkstoffprüfung soll die Problematik des auszubildenden Personenkreises im Strahlenschutz überblickartig dargestellt werden.

2 Gemeinsamkeiten

2.1 Qualifizierung von Prüfpersonal nach EN 473

Entsprechend der EN 473 „Qualifizierung und Zertifizierung von Personal der zerstörungsfreien Prüfung“ wird nach einem 3-stufigen System ausgebildet.

	Aufgabenbereich
Stufe 1	Eine Person, die qualifiziert ist, zerstörungsfreie Prüfungen nach einer Prüfanweisung unter der Aufsicht einer Stufe 2 oder Stufe 3 Person durchzuführen. Sie muss fähig sein, Geräte einzustellen, die Prüfung durchzuführen, diese zu protokollieren und über Ergebnisse ohne Bewertung zu berichten.
Stufe 2	Eine Person, die qualifiziert ist, die Prüftechnik für das anzuwendende Prüfverfahren auszuwählen. Normen- und Spezifikationen zu interpretieren und in anwendbare Prüfanweisungen unter Berücksichtigung von Regelwerken und örtlichen Gegebenheiten umzusetzen. Neben den Tätigkeiten der Stufe 1, Prüfergebnisse zu bewerten und zusammenfassend zu dokumentieren. Personal unterhalb der Stufe 2 anzuleiten und zu betreuen.
Stufe 3	Eine Person, die qualifiziert ist, Verantwortung über Prüfeinrichtungen und Prüfpersonal zu übernehmen und neben den Tätigkeiten der Stufe 1 und 2 spezielle und ergänzende Prüftechniken in Verfahrensbeschreibungen festzulegen, durch ausreichende praktische Erfahrungen mit den zu prüfenden Werkstoffen und Komponenten Techniken und Bewertungskriterien zu entwickeln, wenn diese nicht durch Spezifikationen gegeben sind.

Abb. 1: Ausbildung von Radiographen nach EN 473

Die Ausbildungszeiten betragen für den Radiographieprüfer in der Stufe 1 mindestens 40 und in der Stufe 2 mindestens 80 Stunden. Zusätzlich zu den Ausbildungszeiten werden praktische Erfahrungszeiten gefordert, die durch den Arbeitgeber bestätigt oder anteilmäßig durch den Besuch eines Praktikums erworben werden können.

Am Ende einer Ausbildung steht für die jeweilige Stufe eine Qualifikationsprüfung mit sowohl praktischen als auch theoretischen Prüfungsinhalten.

Die Strahlenschutzausbildung liegt nach der EN 473 in nationaler Hoheit, wird daher durch nationale Verordnungen geregelt. Damit ist seit 1993, dem Veröffentlichungsjahr der EN 473, sowohl eine Harmonisierung in der Strahlenschutzausbildung als auch eine gegenseitige Anerkennung der Ausbildung in diesem Bereich insbesondere für den Dienstleistungssektor in weite Ferne gerückt.

3 Rechtsgrundlage für die Ausbildung im Strahlenschutz

Die Anforderungen an die Ausbildung des Personenkreises mit Strahlenschutzverantwortung in der zerstörungsfreien Materialprüfung werden in Verordnungen und Ausbildungsrichtlinien geregelt.

In nachfolgender Übersicht sind die aktuellen Regelungen aufgelistet.

Deutschland	**Österreich**	**Schweiz**
StrlSchV § 30 in der Fassung vom 12.08.2005 und RöV § 18a in der Fassung vom 30.04.2003	Allg. StrSchV § 42 (2) und Anlage 8-C vom 22.05.2006	Strahlenschutzverordnung StSV vom 22.06.1994 Art. 10, 16 und 18
Fachkunderichtlinie Technik nach RöV von 1.08. 2003 und StrlSchV vom 21.06. 2004 (geändert 19.04.2006)		StrlSch-AusbildungsVO vom 15.09.1998

Abb. 2: Rechtsgrundlagen für die Ausbildung

3.1 Voraussetzungen für verantwortliche Personen im Strahlenschutz der Werkstoffprüfung

Die Voraussetzungen werden in den Verordnungen und Richtlinien beschrieben und in nachfolgender Abbildung überblickartig dargestellt.

Deutschland	**Österreich**	**Schweiz**
Fachkunde • geeignete Ausbildung für den Anwendungsbereich möglichst im naturwissenschaftlich-technischen Bereich • praktische Erfahrung (6 – 12 Monate) • Kurs und Prüfung • Aktualisierung nach 5 Jahren	Aus- und Fortbildung • Bei Anwendung *außerhalb* von Strahlenanwendungsräumen: mindestens berufsbildende höhere Schule • Bei Anwendung *in* Strahlenanwendungsräumen: mindestens dreieinhalbjährige Ausbildung im technischen Bereich oder vergleichbare Ausbildung • praktische Erfahrung (bis zu 1 Jahr auf Verlangen der Behörde) • Kurs und Prüfung • Aktualisierung nach 5 Jahren • Behörde kann bei HRQ Anwendung außerhalb eines Strahlenanwendungsraumes einen Akademiker verlangen	Sachkunde • keine Voraussetzungen gefordert • Kurs und Prüfung • Aktualisierung nach 5 Jahren
Erwerb einer Fachkundebescheinigung		

Abb. 3: Voraussetzungen für verantwortliche Personen im Strahlenschutz der Werkstoffprüfung

Voraussetzung für den Strahlenschutzbeauftragten in Deutschland und Österreich ist nicht nur der Besuch eines Kurses und dessen erfolgreicher Abschluss durch eine Prüfung, sondern auch ein bestimmtes Berufsbild sowie praktische Erfahrungszeiten beim Umgang mit diesen Einrichtungen, die ionisierende Strahlung freisetzen. In Deutschland ist die Dauer dieser Erfahrungszeit abhängig vom Anwendungsbereich und dem Berufsabschluss. Das Ausstellen einer Fachkundebescheinigung nach RöV und StrlSchV (eine Art Zertifikat im Strahlenschutz) von einer Behörde in dem jeweiligen Bundesland ist festgeschrieben. Erst mit dieser

Fachkundebescheinigung ist ein Unternehmen in der Lage, den Strahlenschutzbeauftragten gegenüber der Genehmigungsbehörde in seine Verantwortung zu bringen.

3.2 Ausbildungsdauer

In Deutschland und Österreich erfolgt die Ausbildung der Strahlenschutzbeauftragten modular aufbauend. Neben dem erfolgreichen Abschluss eines Grundmoduls bzw. Grundausbildung ist aufbauend die Absolvierung eines speziellen Moduls für die Werkstoffprüfung erforderlich. Für die Anwender von hochradioaktiven Strahlenquellen (HRQ) ist in Österreich der Abschluss eines zusätzliches Moduls bindend. Da in der Werkstoffprüfung ausnahmslos Strahlenquellen mit einem Aktivitätspotentials im Bereich der HRQ eingesetzt werden, sind in Österreich für den Strahlenschutzbeauftragten 3 Module zur Erlangung seiner Qualifikation festgeschrieben. Lehrinhalte der Module sind bereits in der Allgemeinen Strahlenschutzverordnung in der Anlage 8 C vorgegeben.

In Deutschland und der Schweiz sind die Anforderungen an die Ausbildung detailliert in Richtlinien für die Röntgeneinrichtungen und radioaktiven Stoffe in der Technik bzw. einer Strahlenschutz-Ausbildungsverordnung festgelegt. Während in Deutschland aufgrund zweier Rechtsverordnungen auch zwei Ausbildungsrichtlinien, einmal für die technischen Röntgeneinrichtungen und einmal für die Anwendung von Strahlenquellen in der Technik, verbindlich sind, haben unsere deutschsprachigen Nachbarländer diese unterschiedlichen Anwendungen in einer Verordnung erfasst. Dies hat den Vorteil für diejenigen, die Auskunft erhalten möchten oder müssen, dass sie relativ schnell die Ausbildungszeiten für die einzelnen Anwendungen erfassen können.

Offensichtlich ist, dass in allen drei Ländern der praktischen Ausbildung ein besonderer Stellenwert eingeräumt wird. Die Dauer für die praktischen Übungen sind in allen drei Ländern bereits von 0,5 bis ca. 1 Tag festgeschrieben.

Der modulare Aufbau der Strahlenschutzausbildung in Deutschland, der speziell an den Tätigkeiten und damit Gefährdungspotential ausgerichtet ist, führt häufig zur Verunsicherung des Betrachters, der eine Ausbildung für sich zusammenstellen muss.

Da bei der Strahlenschutzausbildung die nationalen Besonderheiten für den Bereich der Radiographen berücksichtigt werden, ist eine Anerkennung von Strahlenschutzausbildungen untereinander nur in Teilbereichen möglich. Die Schweiz hat im Artikel 22 der StSV wegweisend die Möglichkeit einer bilateralen Anerkennung vorgegeben.

Die Aktualisierungskurse, die in allen drei Ländern für die Strahlenschutzbeauftragten in der zerstörungsfreien Werkstoffprüfung vorgeschrieben sind, ermöglichen zumindest eine Teilanerkennung.

Deutschland	Österreich	Schweiz
StrlSch-Beauftragter mit eingeschränktem Entscheidungsbereich (vor Ort) für Rö und Strahlenquellen Grundmodul und Aufbaumodul: 36 UE StrlSch-Beauftragter für die Gesamtleitung für Rö und Strahlenquellen Grundmodul und Aufbaumodul: 44 UE	Strahlenschutzbeauftragter und qualifizierte Person für ortsveränderliche Einsätze Grundausbildung: 18 h Spezielle Ausbildung: 15 h Ergänzend für HRQ-Anwender: 8 h	Sachverständige Person für den technischen Strahlenschutz Kurs: 4 Tage (40 Lektionen) Prüfung: 1 Tag
Dauer: 36 UE und 44 UE	Dauer: 41 h	Dauer: 5 Tage

Abb. 4: Ausbildungsdauer

4 Harmonisierung

Die Anwendung bzw. die Nutzung ionisierender Strahlung ist in den einzelnen Staaten weitgehend vergleichbar. Daher sollte die Harmonisierung der Strahlenschutzausbildung speziell für den Bereich der zerstörungsfreien Werkstoffprüfung zumindest innerhalb der Europäischen Union nicht allzu schwierig sein. Obwohl seit vielen Jahren über die Harmonisierung diskutiert wird, sind keine deutlichen Erfolge erkennbar. Dieses mag an den unterschiedlichen Verantwortlichkeitsstrukturen, Ausbildungskonzepten und/oder behördlichen Regelungen liegen.

5 Schlussfolgerungen

Durch die gesetzlichen und sonstigen Regelungen, die ausgeprägte Sicherheitskultur und den guten Ausbildungsstand der auf dem Gebiet der ZfP tätigen Personen, ist es in den letzten Jahren in Deutschland, Österreich und der Schweiz zu keinen nennenswerten Zwischen- oder Unfällen mit Strahlenquellen in der Werkstoffprüfung gekommen. Steigender wirtschaftlicher Druck und Billiganbieter aus dem Ausland dürfen nicht dazu führen, dass der Sicherheitsstandard gesenkt wird, bzw. die Erfordernisse der Aus- und Weiterbildung der Werkstoffprüfer reduziert werden.
Im Sinne eines gemeinsamen Europas ist es Zeit schnellstmöglich die Ausbildungsinhalte eines Radiation Protection Officer (RPO) zu fixieren und gegenseitig anzuerkennen. Vielversprechende Ansätze sind bereits durch EUTERP, ALARA-Netwok und durch einen Entwurf eines IAEA Safety Guide in Industrial Radiography vorhanden.

CHERNE – EIN NETZWERK ZUR FÖRDERUNG DER ZUSAMMENARBEIT IN AUSBILDUNG UND FORSCHUNG IM STRAHLENSCHUTZ UND IN NUKLEAREN TECHNOLOGIEN

CHERNE – AN ACADEMIC NETWORK TO STIMULATE THE COOPERATION IN EDUCATION AND RESEARCH IN RADIATION PROTECTION AND NUCLEAR TECHNOLOGIES

F. Hoyler, U. W. Scherer für das CHERNE Netzwerk (www.upv.es/cherne)
Fachhochschule Aachen, Standort Jülich

Zusammenfassung

Eine praxisnahe Ausbildung im Strahlenschutz und in nuklearen Anwendungen erfordert sowohl fachkundiges Lehrpersonal als auch die Möglichkeit für anspruchsvolle Praktika und den Zugang zu entsprechenden Einrichtungen. Angesichts des europaweiten Rückgangs an Personal und Infrastruktur im akademischen Bereich hat sich 2005 das Netzwerk mit dem Ziel gebildet, durch personellen Austausch und gemeinsame Nutzung von Ressourcen die Ausbildung zu verbessern und auch attraktiver zu gestalten und so einen Beitrag zum Kompetenzerhalt in diesem Bereich zu leisten.

An application oriented education in radiation protection and in nuclear techniques requires not only well trained teaching personal but also the possibility to offer up to date laboratory work and the access to large facilities. In view of the decline in resources in staff and infrastructure in many European academic institutions the CHERNE network was founded with the aim to enhance quality and attractiveness of the education by common use of resources, to exchange teaching staff and students, and to contribute in this way to the preservation of competence in this field.

1 Motivation und Ziele

In den letzten zwei Jahrzehnten ist die Ausbildungskapazität europaweit in den meisten Hochschulen zurückgegangen. Hauptgrund hierfür war ein Zusammenwirken zwischen geringerem Interesse der Studierenden und geringerem Interesse der akademischen und politischen Entscheidungsträger, sich auf diesem Gebiet zu engagieren. Dazu kommen auch finanzielle Einschränkungen, die es erschweren, Infrastruktur und Personal in dem Maße aufrecht zu erhalten oder gar neu zu entwickeln, wie es nötig wäre, um eine praxisnahe Ausbildung der Studierenden und auch Grundlagenforschung zu gewährleisten. Andererseits ist zum sicheren Betrieb der existierenden Einrichtungen, in der ionisierende Strahlung eine Rolle spielt, nach wie vor eine nicht unerhebliche Anzahl von Personal erforderlich und zwar auf den unterschiedlichsten Qualifikationsstufen. Dies hat auch in der Bundesrepublik zu Initiativen zum Kompetenzerhalt in den Bereichen Kerntechnik, Strahlenschutz und Strahlenbiologie geführt. Mit der fortschreitenden Globalisierung und der Entwicklung der Europäischen Union ist auch die Internationalisierung der Ausbildung von großer Bedeutung.

Viele Institutionen haben diese Herausforderungen erkannt und es wurden verschiedene Netzwerke in Antwort darauf gebildet. Einige sind auf ganz spezielle Bereiche konzentriert, einige betrachten nur die Ausbildung im postgradualen Bereich, wieder andere sind straff organisiert, während manche Netzwerke nur einen sehr losen Verbund darstellen.

In diesem Beitrag soll das Netzwerk CHERNE (*C*ooperation for *H*igher *E*ducation and Research on *R*adiation Protection and *N*uclear *E*ngineering), das im Jahr 2005 gegründet wurde und dem derzeit 14 europäische und eine US-amerikanische Hochschule angehören, vorgestellt werden. Das CHERNE Netzwerk konzentriert sich hauptsächlich auf gemeinsame Lehr- und Lernaktivitäten, um eine breite und offene akademische Zusammenarbeit zu ermöglichen und auch die Infrastruktur der einzelnen Partner anderen Einrichtungen zur Verfügung zu stellen. Dabei wird auch eine Zusammenarbeit in der Forschung als ein wichtiger Faktor zur Vernetzung gesehen. Die grundlegenden Ziele des Netzwerks sind in einer gemeinsamen Erklärung niedergelegt, die von allen Mitgliedern unterzeichnet wurde. In dieser Deklaration finden sich auch Regelungen zur Organisation, zur Mitgliedschaft und zur Verpflichtung, im Netzwerk an gemeinsamen Angeboten mitzuwirken. Näheres ist unter www.upv.es/cherne veröffentlicht. Eine wichtige Aussage ist, dass das Netzwerk offen ist für alle Hochschulen und wissenschaftlichen Einrichtungen, die Lehre und Ausbildung auf dem Gebiet des Strahlenschutzes und der nuklearen Anwendungen betreiben.

Typische Angebote des Netzwerks beinhalten Arbeitstreffen, Kursangebote für Studierende in Strahlenmesstechnik, Radiochemie, Sicherheitsanalyse und weiteren Themen, die zu möglichst niedrigen Kosten für die Studierenden von den Mitglieder organisiert werden. Der hierfür erforderliche Austausch von Lehrenden und Studierenden wird weitgehend über internationale Förderprogramme wie z.B. ERASMUS finanziert.

2 Praktische Beispiele von gemeinsamen Veranstaltungen

An gemeinsamen Veranstaltungen, die das Thema Strahlenschutz intensiv behandeln sind folgende Kursprogramme besonders zu nennen:

- „SPERANSA“, ein 2-wöchiger Erasmus “intensive course” mit dem Arbeitstitel “*S*timulation of *P*ractical *E*xpertise in *R*adiological and *N*uclear *Sa*fety”, der hauptsächlich Praktika zur sicheren Arbeitsweise an Reaktoren und Beschleunigern, aber auch im Umfeld der medizinischen und sonstigen Anwendungen ionisierender Strahlung zum Inhalt hatte. Dieser Kurs wurde insgesamt viermal angeboten.
- “Radiation protection in non-conventional sectors”, ein 2-wöchiger “intensive course” zum Problemkreis Strahlenschutz bei kosmischer Strahlung, Radon am Arbeitsplatz und im Haus, NORM, TENORM, vagabundierenden Quellen. Veranstalter sind die belgischen Netzwerkpartner XIOS Diepenbeek und ISIB Bruxelles. Auch dieser Kurs enthält, neben Vorträgen umfangreiche praktische Übungen und erlebte seine zweite Auflage im März 2008.
- “JUNCS” Jülich Nuclear Chemistry Summer School, ein 2-wöchiger Kurs in Zusammenarbeit mit XIOS Diepenbeek, der Studierenden Gelegenheit gibt, Techniken der Nuklearchemie aber auch Aspekte des Strahlenschutzes beim Umgang mit offenen radioaktiven Stoffen kennen zu lernen und in die Praxis umzusetzen
- „ICARO“, ein ebenfalls 2-wöchiger Intensivkurs für den praktischen Umgang mit Beschleunigern und Reaktoren, der von den portugiesischen Partnern des ITN in Lissabon angeboten werden wird.

Die genannten Beispiele werden als „ERASMUS-Intensive Programme“ von der EU gefördert, bzw. befinden sich in der Antragsstellung. In den Kursen wird besonderer Wert auf einen hohen Anteil an praktischer Tätigkeit gelegt, wobei auch die gemeinsame Auswertung und Analyse durch die Teilnehmer von Wichtigkeit ist. Ein erfolgreicher Abschluss setzt aktive Mitarbeit im Kursgeschehen und bei der abschließenden Präsentation der Ergebnisse voraus. In einigen Kursen ist auch eine Prüfung (multiple choice) vorgesehen, um individuelle ECTS Punkte mit Benotung vergeben zu können.

Einige Mitglieder des CHERNE Netzwerks nehmen auch an weiteren Initiativen zur europaweiten Kooperation im Strahlenschutz teil, wie z.B. der EUTERP Plattform. Ziel dieses Engagements ist die Förderung der Zusammenarbeit zwischen den einzelnen Netzwerken.

Abb. 1: Kursteilnehmer des SPERANSA Kurses an der CVUT PRAG

3 Austausch von Lehrpersonal und Studierenden

Das Netzwerk ermöglicht auch eine Vielzahl von Kontakten zwischen Lehrpersonal und Studierenden. Durch gegenseitige Abkommen im Rahmen des Erasmus Programms zwischen den einzelnen Hochschulen der Partner können Aufenthalte für die Durchführung von Abschlussarbeiten und Promotionsvorhaben unterstützt werden. Darüberhinaus kommt es auch zu einem regen Austausch von Lehrenden. So haben die Autoren dieses Beitrags Blockveranstaltungen in Messtechnik an der Universidad Politecnica Valencia (UPV) und Nuklearchemie an der UPV und an der Universita degli Studi Bologna gehalten. Weiterhin sind Veranstaltungen über probabilistische Sicherheitsanalysen durch das Politecnico Mailand in Vorbereitung. Beschlossen wurde auch eine gemeinsame Lehrveranstaltung zu entwickeln, in der problemorientiertes Lernen mit Teilnehmern aus mehreren Hochschulen implementiert werden wird. Ein gemeinsames Thema wird von einzelnen Untergruppen behandelt, die mit den übrigen Mitgliedern über das Internet kommunizieren und erst bei einem abschließenden Treffen eine gemeinsame Synthese des Ergebnisses erstellen. Neben der fachlichen Kompetenzvermittlung soll so auch die soziale Kompetenz der Teilnehmerinnen und Teilnehmer durch die internationalen Kontakte gefördert werden. Es besteht innerhalb des Netzwerks auch großes Interesse, gemeinsam Formen des E-Learnings zu implementieren, die die Konzeption gemeinsamer Lehrveranstaltungen ermöglichen sollen.

4 Ausblick

Die Partner des CHERNE Netzwerkes sehen in dieser Initiative eine Möglichkeit, die Qualität der Lehre zu erhöhen, den Studierenden internationale Kontakte zu eröffnen und damit dem Prozess der Internationalisierung Rechnung zu tragen. Allerdings stehen äußere Gegebenheiten den Bemühungen einer verstärkten Zusammenarbeit im Weg. Trotz Bologna Prozess sind die Bedingungen in den einzelnen Ländern recht unterschiedlich. So ist z.B. die Tatsache, dass die einzelnen Länder und Regionen unterschiedliche Semesterzeiten haben, für eine Terminierung gemeinsamer Veranstaltungen sehr hinderlich. Auch führt die Straffung der Studieninhalte und die Aufteilung in das Bachelor/Master - System zu Studienplänen, die es den Studierenden kaum erlauben, Auslandsaufenthalte oder zusätzliche Praktika in ihr Programm aufzunehmen, wenn diese nicht ausdrücklich für das Studium gefordert werden. Da es sicher nicht in der Macht der Netzwerkpartner liegt, diese Randbedingungen kurzfristig zu ändern, ist ein Ausbau des Netzwerks durch weitere Partner sehr wünschenswert, denn dadurch kann nicht nur die Zahl der Angebote erhöht werden, sondern auch die Wahrscheinlichkeit, dass ausreichend Teilnehmer die angebotenen Termine auch wahrnehmen können.

5 Danksagung

Das CHERNE Netzwerk ist eine Initiative mehrerer Kolleginnen und Kollegen verschiedener europäischer Hochschulen und Forschungseinrichtungen. Allen gebührt Dank für Ihren Einsatz an Zeit und finanziellen Mitteln. Insbesondere dem Sekretär des CHERNE Netzwerks, J. Rodenas (UPV), sind die Autoren für seinen ständigen Einsatz sehr dankbar. Weiterhin wären die Kurse ohne die finanzielle Unterstützung der Europäischen Union nicht zu den günstigen studentischen Beiträgen durchführbar. Der spezielle Dank der Autoren gilt auch der RWE Power AG, deren finanzielle Unterstützung der kerntechnischen und nuklearchemischen Ausbildung an der FH Aachen auch den Aktivitäten im CHERNE Netzwerk zugute kommt.

INTERNATIONALE ENTWICKLUNGEN IM STRAHLENSCHUTZ – WIE GEHEN WIR DAMIT IN DER STRAHLENSCHUTZAUSBILDUNG UM?

B. Lorenz[1], K. Röhlig[2]
1 GNS Gesellschaft für Nuklear-Service mbH
2 TU Clausthal

Zusammenfassung

Die Vermittlungen von Kenntnissen im Strahlenschutz kann vielfältige Bereiche betreffen: Rechtsgrundlagen und Regelwerk, Strahlenschutzkonzepte, Messaufgaben, Strahlungsphysik und vieles andere. Bei der Kenntnisvermittlung über internationale Trends könnte man sich zunächst die Frage stellen, ob das wirklich nötig ist. Was muss ein Strahlenschützer für die tägliche Arbeit wissen und hilft es ihm dabei, wenn er beispielsweise die Gedankengänge der ICRP zu ergründen versucht? Ist es hilfreich, die Erfahrungen ausländischer Betreiber kerntechnischer Anlagen zu kennen und daraus vielleicht Schlussfolgerungen für die eigene Arbeit zu ziehen?

Mit solchen Fragen beschäftigt sich der Beitrag und versucht, Antworten zu finden. Die Autoren kommen zu dem Ergebnis, dass der internationale Vergleich und die Kenntnis von internationalen Trends sehr wichtig sind. In der heutigen Kommunikationsgesellschaft ist es unabwendbar, sich mit der internationalen Szene zu befassen. Natürlich wird dies nicht unbedingt Sache eines „Dosimetristen“ sein, aber es gibt eine große Zahl von im Strahlenschutz Tätigen, die übergreifende und strategische Aufgaben haben und dies nicht nur bei den Behörden, sondern auch in den Unternehmen, die zum Teil auch international aufgestellt sind. Die Autoren erläutern ihre Vorgehensweise anhand der Wissensvermittlung an der TH Clausthal, an der mit dem Masterstudiengang „Radioactive and Hazardous Waste Management“ zu einem bedeutenden Teil auch Strahlenschutzkenntnisse vermittelt werden.

DAS EUROPÄISCHE NORM-ALARA NETZWERK EAN_{NORM} EINE NEUE MÖGLICHKEIT DES ERFAHRUNGSAUSTAUSCHS UND DER WEITERBILDUNG IM BEREICH NORM

THE EUROPEAN NORM-ALARA NETWORK EANNORM
A NEW APPROACH OF EXPERIENCE EXCHANGE AND OF ADVANCED EDUCATION ON NORM RELATED TOPICS

K. Flesch[1], H. Schulz[1], E. Ettenhuber[2], R. Gellermann[3]
1 IAF – Radioökologie GmbH, Dresden (Germany)
2 Berlin (Germany)
3 HGN Hydrogeologie GmbH, Braunschweig (Germany)

Zusammenfassung

Seit 2007 wird von der Arbeitsgemeinschaft IAF - Radioökologie GmbH, HGN Hydrogeologie und Robotron Datenbank Software das EU-Projekt "Europäisches ALARA Netzwerk für NORM" (EAN_{NORM}) bearbeitet. Die Ziele des Projektes bestehen zunächst im Aufbau eines Netzwerks EAN_{NORM} über ein eigenständiges Web-Portal (http://www.ean-norm.net) für die Förderung einer sachgemäßen und abgestimmten Optimierung des Strahlenschutzes in der nicht-kerntechnischen Industrie. EAN_{NORM} ist dabei als eine Komponente im "Europäischen ALARA-Netzwerks" (EAN) konzipiert. Als wesentliche Aufgabe soll der direkte Austausch von Informationen zwischen Fachleuten der zuständigen nationalen Behörden, den relevanten Industriebereichen, den Industrieverbänden sowie auch den internationalen Organisationen; wie z.B. die IAEA, gefördert werden.

Dieses Konzept stellt einen neuen Ansatz dar, Kompetenzen im Strahlenschutz aufzubauen, auszubauen und in der Praxis anzuwenden. Es unterscheidet sich für den praktischen Strahlenschutz im Bereich NORM von den nationalen Aus- und Weiterbildungen durch seinen europäischen Ansatz und der Strahlenschutz reicht als Sachbereich deutlich bis in den Arbeitsschutz hinein.

Since 2007, the Consortium IAF - Radioökologie GmbH, HGN Hydrogeologie GmbH and Robotron Datenbank Software is setting up the EU project "European Network for ALARA NORM" (EAN_{NORM}). The objectives of this project consist at first in setting up the network EAN_{NORM} as an independent Web portal (http://www.ean-norm.net) for the promotion of a proper and concerted optimisation of radiation protection in the non-nuclear industries. EAN_{NORM} is designed as a component in the "European ALARA Network" (EAN). The main issue of EAN_{NORM} is to promote the direct exchange of information between experts of the competent national authorities, of the relevant industrial sectors, of the industry associations as well as of the international organisations such as the IAEA.

This concept represents a new approach to establish and expand competencies in radiation protection in practice. It differs for the practical radiation protection in NORM-related

activities by the national training courses and continuing education through its European approach. The issues of radiation protection extends clearly into the occupational health and safety.

1 Einleitung

Im Jahr 1996 initiierte die Europäische Kommission (EC) ein Europäisches ALARA Netzwerk (EAN), um die Umsetzung der Grundnormen des Strahlenschutzes in die Praxis und vor allem um die Entwicklung optimaler Lösungen bei der Begrenzung der beruflichen Strahlenexposition zu unterstützen. Bis 2008 soll dieses Netzwerk durch eine weitere Komponente ergänzt werden. Ihre Zielstellung ist die Optimierung des Strahlenschutzes in solchen Industriezweigen, in denen für die Beschäftigten Strahlenexpositionen durch natürlich vorkommende radioaktive Stoffe ("NORM") zu erwarten sind. Die Entwicklung dieser Netzwerkkomponente mit der Kurzbezeichnung EAN_{NORM} wurde den Firmen IAF - Radioökologie Dresden, HGN Hydrogeologie Magdeburg und Robotron Dresden übertragen (http://www.ean-norm.net).

Die durch die Aufgabenstellung der EC vorgegebenen Inhalte des Projektes lassen sich wie folgt umreißen:

- Identifizierung von Industriebereichen mit relevanten Arbeiten in Gegenwart von EAN_{NORM},
- Erarbeitung der technischen Infrastruktur zum EAN_{NORM},
- Aufbau von Kooperationen von EAN_{NORM},
- Aufbau eines Web-Portals als wesentliches Element des EAN_{NORM} ,
- Einrichtung einer zentralen Institution für die fachliche Betreuung und Pflege der technischen Infrastruktur des WebPortals ("Standing Bureau") sowie
- Vorbereitung der Integration des EAN_{NORM} in das Europäische ALARA Netzwerk (European ALARA Network - EAN).

Nachdem alle Aufgaben bis zum Ende des Projektes ausgeführt worden sind, werden für die Etablierung und weitere Pflege von EAN_{NORM}

- Erfassung der gegenwärtigen Praxis des Strahlenschutzes in der NORM Industrie und Identifizierung von Optimierungspotential,
- Entwicklung und Pflege von Leitlinien für eine gute Strahlenschutzpraxis in der NORM Industrie und
- Etablieren von Kooperationen zu anderen internationalen Organisationen und Vereinigungen sowie zu bestehenden Netzwerken.

In diesem Beitrag sollen die Möglichkeiten den Erfahrungsaustausch sowie für die Weiterbildung im Bereich NORM und ein Ausblick auf die weitere Projektrealisierung gegeben werden.

2 Grundlegende Elemente des Netzwerks im Web-Portal 'http://www.ean-norm.net'

Das Web-Portal bietet verschiedene Elemente, die den Nutzern des Netzwerk einen intensiven Fachaustausch ermöglichen:

- eine Liste von Fachleuten ("Contacts Points") aus der Industrie, den Behörden und Forschungsinstitutionen aus fast allen am Netzwerk beteiligten Ländern,
- ein Dokumentenmanagementsystem, in dem Publikationen, verfügbare Gesetzestexte etc. zum Download oder mit Linkadresse von Experten des Standing Bureau bereitgestellt werden und auch aktive Mitglieder können hier fachlich relevante Texte zur Verfügung stellen,
- ein Diskussionsforum, in dem von allen im Netzwerk registrierten Fachleuten intensive bi- und multilaterale Diskussionen zu speziellen Fragestellungen geführt oder wichtige Erfahrungen/Informationen mitgeteilt werden können sowie
- ein Fragebogen, der Online ausgefüllt werden kann und in Abständen zu bestimmten aktuellen Themen auf dem Gebiet NORM erneuert wird.

Alle hier aufgezählten Elemente bieten eine ausgezeichnete Möglichkeit des intensiven internationalen Austauschs von Informationen für die Mitteilung von Erfahrungen sowie für die Weiterbildung, um optimale Lösungswege für Begrenzung der beruflichen Strahlen-exposition zu finden bzw. zu entwickeln.

3 Aufbau einer Liste von Fachleuten "Contacts Points"

Ein zentrales Element des Netzwerkes ist die Einbindung von Fachleuten, die als Erfahrungsträger und Ansprechpartner für bestimmte Aufgaben, Fragen oder Probleme zur Verfügung stehen. Diese Gruppe der Fachleute, den sogenannten "Contacts Points", soll sich möglichst mit Personen aus allen Mitgliedsländern der Europäischen Union, sowie der Schweiz, Norwegen und Island zusammensetzen. Eine wesentliche Aufgabe dieses Expertengremiums ist es, Fragen und Sachverhalte bezüglich der jeweiligen nationalen Regelungen zu NORM zu klären oder geeignete Ansprechpartner für spezielle Probleme zu benennen. Damit wird auf den verschiedensten Arbeitsfeldern ein Erfahrungs- und Informationsaustauschs im Zusammenhang mit der Optimierung des Strahlenschutzes in Industriezweigen, die mit NORM-relevanten Tätigkeiten konfrontiert sind, ermöglicht.

Bisher setzt sich dieses Expertengremium aus 58 Fachleuten aus der Industrie bzw. aus Industrieverbänden (15), aus den Behörden (35) und aus der Forschung (8) zusammen (siehe Abb. 1). Die meisten davon stammen aus Deutschland, Spanien und den Niederlanden. Damit ist ein Status erreicht, von dem aus eine aktive Netzwerksarbeit grundsätzlich starten kann. Es handelt sich um keine geschlossene Gruppe. Sondern vielmehr wird weiter nach Fachleuten in Europa gesucht, die das Expertenfeld vervollständigen bzw. ergänzen.

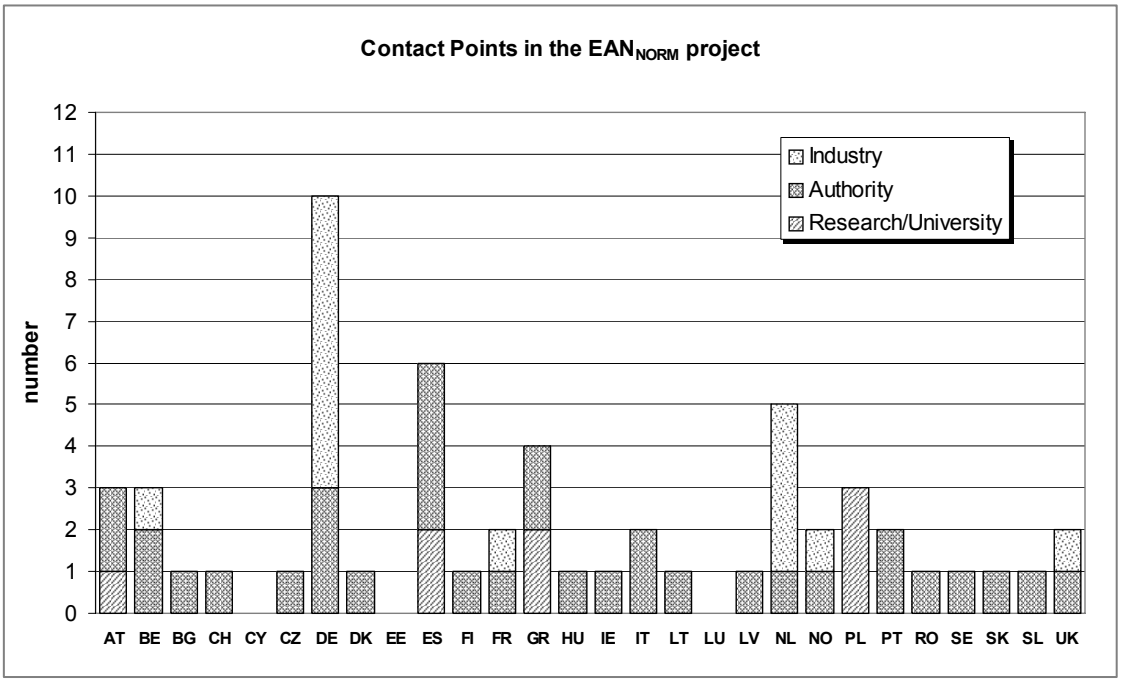


Abb. 1: Fachleute, die als "Contact points" im EAN$_{NORM}$ mitwirken.

4 Befragung von Fachleuten zur gegenwärtigen Praxis des Strahlenschutzes in der NORM Industrie und Identifizierung von Optimierungspotential

Unter rund 170 Teilnehmern wurde eine Umfrage durchgeführt, um die aktuelle Praxis des Strahlenschutzes in den NORM Industrien einschätzen zu können. Die Umfrage wurde mittels eines Fragebogens mit Auswahlantworten realisiert. Die Fragen bezogen sich dabei auf den konkreten Erfahrungsbereich des Befragten sowie persönliche Einschätzungen und Meinungen.

Von den ausgewerteten Fragebögen stammen je 50% von Behördenvertretern aus 15 Ländern (davon 1 Nicht-EU Staat) und 50% von Vertretern der Industrie, von Beratungsunternehmen bzw. Labors, Vertretern wissenschaftlicher Einrichtungen und anderen (insgesamt 9 Länder). Aufgrund der Vielfalt an möglichen Interpretationen bestand bei allen Fragen zusätzlich die Möglichkeit, durch Kommentare Antworten und Sichtweisen zu erläutern oder zu ergänzen.

Bei der Auswertung der Fragebögen war die Antwortstatistik grundsätzlich plausibel und kann als eine erste Widerspiegelung des derzeitigen Standes des Strahlenschutzes im Bereich NORM in Europa angesehen werden. Die Auswertung ergab einige interessante Hinweise auf unterschiedliche Sichtweisen und Einschätzungen. Zwei aufschlussreiche Aspekte werden kurz dargestellt.

Nur ein geringer Teil der Teilnehmer gibt als seinen Erfahrungsbereich "Arbeiten mit NORM" an. Wie die Abb. 2 zeigt, befassen sich die meisten mit Fragen der Regelsetzung, der Genehmigung (Behördenvertreter) und Überwachung (Industrievertreter). Alle sehen in Gutachten/Expertisen einen wesentlichen Teil ihres Erfahrungshintergrundes.

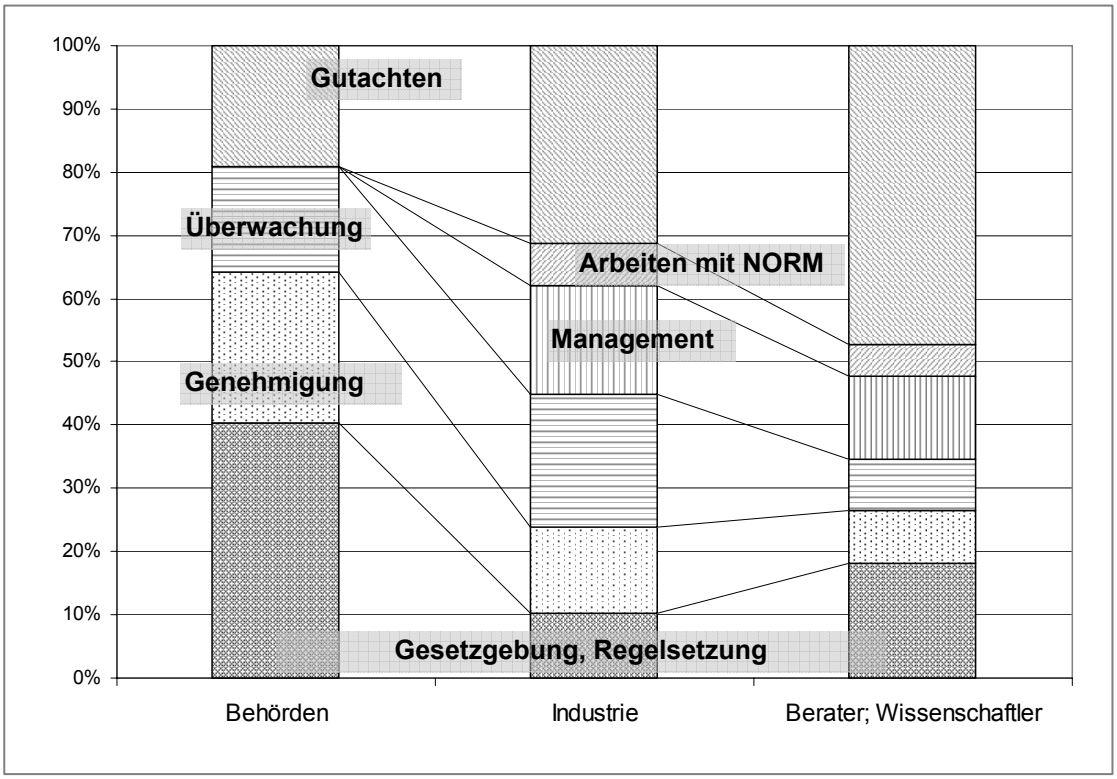


Abb. 2: Befassung der Teilnehmer mit Themenbereichen aus der ersten Umfrage des EAN_{NORM}.

Die Abb. 3 präsentiert die Antworten auf die Frage nach den NORM-Stoffen, die den Erfahrungshintergrund der Teilnehmer darstellen. Hier wird deutlich, dass die nach einer Liste der NORM-Industrien der IAEA [1] als strahlenschutzbezogen besonders relevanten Industrien kaum vertreten sind. Besonders häufig genannt wurden (neben NORM im Allgemeinen) Rückstände der Kohleverbrennung, der Wasseraufbereitung sowie die Abfallwirtschaft.

In der ersten Hälfte von 2008 wurde eine 2. Fragebogenaktion gestartet, die sich in erster Linie damit befasste, mögliche Aufgaben und die Erwartungen, die an EAN_{NORM} gestellt werden. Als ein wesentlicher Aspekt ergab sich dabei, dass die Nutzer des Netzwerks ein hohes Gewicht auf die Möglichkeit des Erfahrungsaustauschs sowie allgemeine Hilfestellungen zu Fragen des Strahlenschutzes bei Tätigkeiten im Zusammenhang mit NORM (siehe Abb. 4). Außerdem würden viele Nutzer, wie die Abb. 5 illustriert, gerne eine Unterstützung zu Fragen bezüglich NORM-relevanter Gesetze oder Richtlinien durch die im Netzwerk aufgeführten Contact Points erhalten und halten EAN_{NORM} für eine geeignete Plattform.

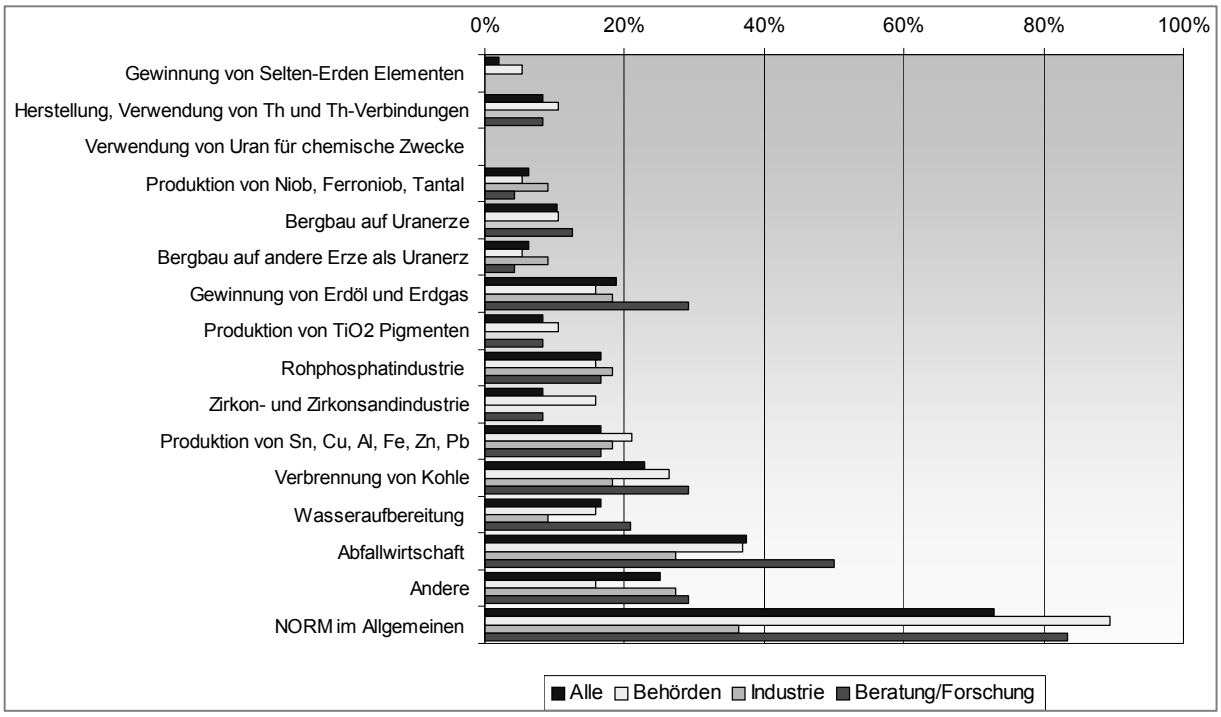


Abb. 3: Persönliche Erfahrungsbereiche der Teilnehmer an der Umfrage des ersten Fragebogen im EAN_{NORM}.

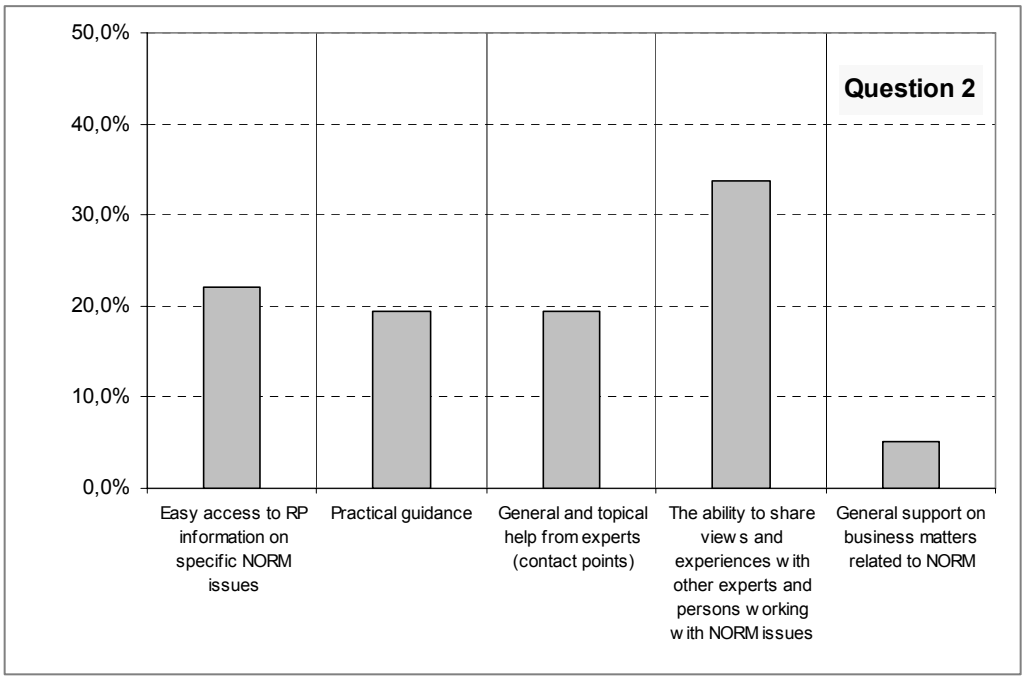


Abb. 4: Antwortstatistik zur Frage "Was erwarten Sie vom Europäischen ALARA Netzwerk für NORM?" (aus der 2. Umfrage im EAN_{NORM}).

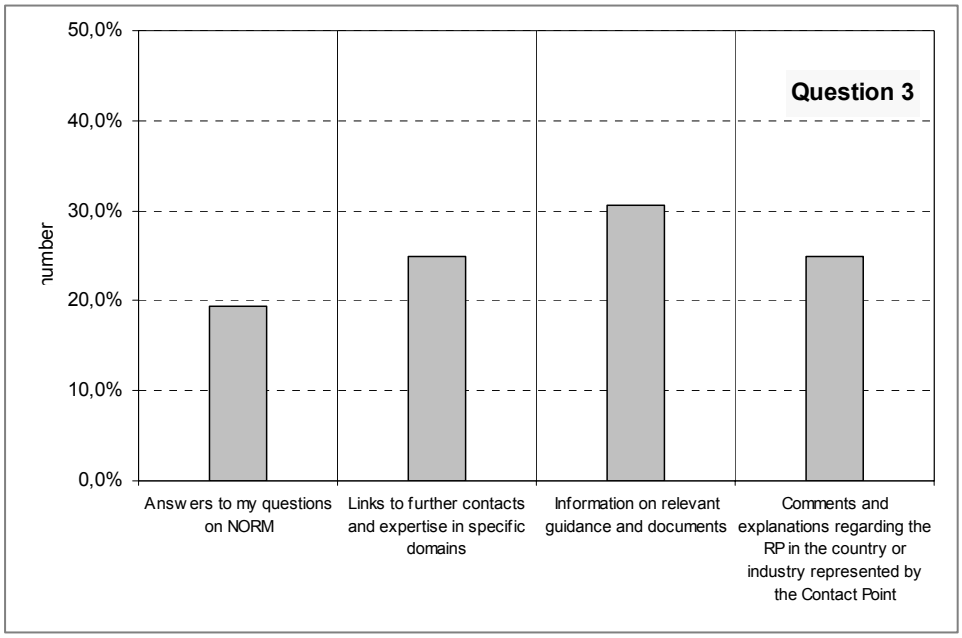


Abb. 5: Antwortstatistik zur Frage "Die 'Contact Points' besitzen im Netzwerk eine grundlegende Funktion. Was erwarten Sie von den 'Contact Points'?" (aus der 2. Umfrage im EAN_{NORM}).

5 Entwicklung und Pflege von Leitlinien für eine gute Strahlenschutzpraxis in der NORM Industrie

Im Netzwerk können Fragestellungen zur Strahlenschutzpraxis in den NORM-Industrien initiiert und diskutiert werden. Das Netzwerk soll auch Erfahrungen und Praktiken vermitteln, die in bestimmten Industrien eingeführt sind. In Deutschland ist es z.B. die Erdöl-/ Erdgasindustrie, die über den Industrieverband WEG "Technische Leitlinien für den Strahlenschutz bei Arbeiten" entwickelt hat. Diese Leitlinien decken z.B. mit dem "Schutz von Beschäftigten bei Arbeiten mit Materialien/Rückständen" ein Strahlenschutzfeld ab, das in der deutschen StrlSchV so gar nicht gefordert wird. Die Sammlung und Verbreitung solcher Leitfäden wird zukünftig eine wesentliche Aufgabe des EAN_{NORM} sein.

6 Aufbau des Diskussionsforums

Im Mai 2008 wurde ein "NORM-Forum" gestartet. In der Testphase wurde mit einer Diskussion über die "Revision der europäischen Basic Safety Standards (BSS)" begonnen. Die Grundlage für die Diskussion bildete ein Auszug aus einem Vortrag bei der Norm V-Konferenz in Sevilla 2007, der direkt von der EAN_{NORM}-Webseite heruntergeladen werden kann, der im Web-Portal verfügbar ist.

Eine aktive Beteiligung am "NORM-Forum" ist für jeden Interessenten, nachdem er sich im Web-Portal registriert hat, möglich. Ohne Registrierung können alle Beiträge gelesen werden, eine aktive Beantwortung ist allerdings nicht möglich. Die Beiträge zu jedem Diskussionsthema sind in chronologischer Reihenfolge nachzulesen. Jeder registrierte Benutzer erhält, sofern es wünscht, automatisch eine tägliche oder wöchentliche

Zusammenfassung aller Informationen über die Diskussion per E-Mail für den Fall, dass Nachrichten zur Verfügung stehen. Nach Abschluss der Testphase wurden weitere NORM-bezogene Themenkomplexe in das Forum hineingesetzt (Stand Mitte Juni 2008).

Eine Diskussionsplattform wie das "NORM-Forum" bildet hinsichtlich der Möglichkeiten zum Erfahrungsaustausch eines der wichtigen Kernelemente. Die Beibehaltung konstruktiver und anspruchsvoller Diskussionen erfordert allerdings eine ständige, fachliche Begleitung zur Moderation des Forums.

7 Errichtung des Dokumentenmanagementsystems

Das Dokumentenmanagementsystem besteht bisher im Wesentlichen aus Publikationen, die einen Überblick über individuelle nationale, aber auch internationale NORM-relevante Informationen ermöglichen. Es wurden relevante Dokumente (z. B. nationale Regelungen/Empfehlungen, EU Radiation Protection Reports, IAEA Safety Reports) und Internetadressen zu nationalen Regelwerken der EU-Mitgliedsländer ermittelt. Die Suche nach bestimmten Publikationen wird über Abfragetools ermöglicht. Das Einarbeiten dieser Daten in ein Dokumenten-Management System mit Keywords und Kurzinhalten stellt eine große Herausforderung dar, die im Rahmen des laufenden Projektes nur begonnen werden kann.
Folgende Inhalte sollen nach Möglichkeit noch vorrangig ergänzt werden:

- Referenzlevels europäischer Staaten für die Klassifikation von Arbeitsplätzen und die Entscheidungsfindung zu Strahlenschutzmaßnahmen,
- Szenarios, Ausbreitungspfade und Parameter für die Abschätzung von Expositionen an Arbeitsplätzen,
- Methoden für die Überwachung der Strahlenexposition von Beschäftigten und
- Erfahrungen bezüglich der Minimierung von Strahlenexpositionen in den NORM-Industrien und in der Entsorgungswirtschaft.

8 Ausblick

Ende 2008 läuft der Vertrag für das Projekt zwischen der EG und der Arbeitsgemeinschaft aus. Alle zu bearbeitenden Aufgabenpunkte, die im Rahmen des Vertrages zu erfüllen waren, wurden bearbeitet und das Web-Portal befindet sich in einem voll funktionsfähigen Zustand. Derzeit gibt es keine konkreten Vorstellungen für eine Finanzierung zur zukünftigen Entwicklung von EAN_{NORM} nach dem Ende des aktuellen Projekts. Eine finanzielle Unterstützung seitens der Europäischen Kommission für die kommenden Jahre ist nach dem derzeitigen Kenntnisstand nicht möglich.

9 Literatur

[1] D. Wymer (IAEA), Managing Exposure to NORM — Consensus or Chaos? Symposium NORM V. Sevilla (Spanien) März 2007.

STRAHLENSCHUTZAUSBILDUNG FÜR EINSATZORGANISATIONEN IN ÖSTERREICH

RADIATION PROTECTION EDUCATION FOR EMERGENCY SERVICES IN AUSTRIA

A. Stolar, T. Geringer, P. Wassertheurer
Strahlenschutzakademie Seibersdorf, Austrian Research Centers GmbH, Seibersdorf

Zusammenfassung

Strahlenschutz ist ein interdisziplinäres Thema, das in Österreich von mehreren Einsatzorganisationen gleichermaßen behandelt wird. Um effektiv und koordiniert Hilfe leisten und zusammenarbeiten zu können, existiert seit 1963 ein gemeinsames, modulartig aufgebautes den Anforderungen entsprechend wachsendes Ausbildungskonzept.

1 Geschichtliches

Professionelles Handeln in der Rolle eines „First Responders“ setzt eine gewisse Grundkenntnis an praktischem und theoretischem Wissen im Strahlenschutz als auch der Möglichkeit der Kommunikation zwischen den beteiligten Einsatzorganisationen voraus.

Während es in den Einsatzorganisationen in Österreich als auch International eine unzählbare Vielfalt an Ausbildungen gibt, welche lebendig und triebhaft nebeneinander bestehen, hat sich in Österreich schon vor einigen Jahrzehnten (1963) der übergreifende Trend zu einer „gemeinsamen“ Strahlenschutzausbildung aller Einsatzorganisationen entwickelt, welcher damals schon von der Austrian Research Centers GmbH – ARC (vormals österr. Studiengesellschaft für Atomenergie) stark gefördert und moderiert wurde. Zu erwähnen ist, dass es zu dieser Zeit noch keine Rechtsdokumente im Strahlenschutz gab. Das Strahlenschutz-Gesetz in Österreich entstand 1969.

Erstmals im Jahre 2003 wurde mit der ÖNORM S 5207 (Strahlenschutzausbildung für Interventionspersonal) diese schon lange praktizierte Bestrebung auf eine Basis eines auf Stufen basierenden Strahlenschutzausbildungssystems gestellt.

Im Jahre 2007 wurde diese ÖNORM zur Gänze von der (Strahlenschutz-) Interventions-Verordnung übernommen und auf eine rechtlich relevante Ausgangslage gestellt.

2 Ausbildungen

Die „Basis-Ausbildung“ für Interventionspersonal ist der Grundkurs, welcher in den verschiedenen Einsatzorganisationen erfolgt. Er vermittelt die grundlegenden Kenntnisse für die erfolgreiche Mitarbeit an einem Strahlenschutz-Einsatz.

Die „Aufbauausbildung I“, der sozusagen vollendete Abschluss der Strahlenspürer-Ausbildung vermittelt die Kenntnisse zur Führung eines Spürtrupps bzw. zum eigenständigen Arbeiten im Strahlenbereich. Er endet mit der Prüfung zum Strahlenschutzleistungsabzeichen in Bronze der Austrian Research Centers.

Besitzer der „Aufbauausbildung II“ verfügen über spezielle Kenntnisse der mittleren Führungsebene. Sie sind im Stande bei Schadens- und Katastrophenfällen in Verbindung mit radioaktiven Stoffen die Lage zu beurteilen und ihre Mannschaft effizient einsetzen zu können. Diese Ausbildung berechtigt zum Tragen des Leistungsabzeichens in Silber.

Spezialausbildungen erfordern die Absolvierung der Aufbauausbildungen, woraufhin die Spezialisierungen erfolgen. Sie überdecken sowohl den Bereich der Einsatzorganisationen sowie die Verknüpfung zu technischen Anwendungen wie Monitoring, Katastrophenhilfe, Nuklearkriminalität, Entsorgung radioaktiver Abfälle und vielen anderen Themen.

Strahlenschutz-Leistungsabzeichen in Gold: Inhaber des Strahlenschutz-Leistungsabzeichen in Gold verfügen über breite Kenntnisse auf dem Gebiet des Strahlenschutzes. Sie sind in der Lage den Strahlenschutz im eigenen Wirkungsbereich zu gestalten und weiterzuentwickeln.

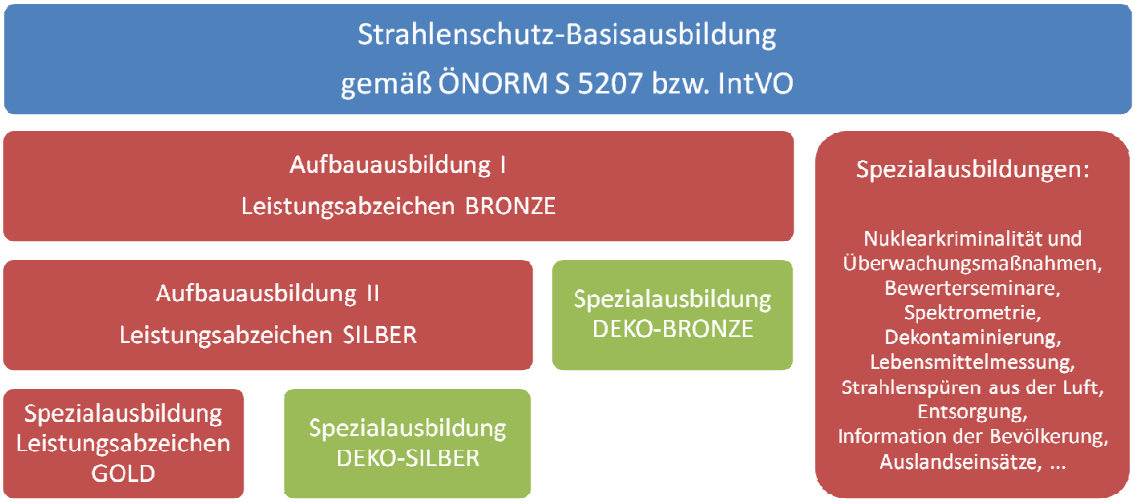


Abb. 1: Stufensystem – Strahlenschutzausbildung für Einsatzorganisationen

3 Ausblick

Neu ab 2008 ist die Möglichkeit der Ausbildung im Bereich der Dekontamination mit echten radioaktiven Kontaminationen. Lange bestand neben der Bestrebung einer einheitlichen Strahlenschutzausbildung auch der Wunsch der Organisationen „scharf“ üben zu können. Die Austrian Research Centers kamen diesen Wunsch nach und es wurde im Forschungszentrum Seibersdorf eine „Deko-Halle“ installiert, in welcher der Umgang und die Dekontaminierung mit echten Radionukliden (vorwiegend Tc99m in verschiedenen Verbindungen / Verschmutzungen) möglich sein wird. Damit erreicht die Ausbildung ein ähnliches hohes Niveau wie zum Beispiel die europaweit einzigartige Möglichkeit einer C-Kampfstoffausbildung des Bundesheeres mit echten Kampfstoffen im tschechischen Vyskov.

Zur Beendigung der Ausbildung gibt es analog den „normalen“ Leistungsabzeichen die Leistungsabzeichen „DEKO“.

4 Schlussfolgerungen

Der Rückblick zeigt, dass dieses Ausbildungssystem ein Erfolg ist, da seit 1963 bereits ~30.000 Angehörige von Einsatzorganisationen ihre Ausbildung bis zur Aufbauausbildung I (Leistungsabzeichen Bronze) absolviert haben. Ein weiterer Schritt in die Zukunft ist die Verknüpfung dieses Ausbildungssystems mit internationalen Standards um eine verbesserte grenzüberschreitende Zusammenarbeit zu gewährleisten, sowie eine stärkere Einbindung zukunftsträchtiger Informationstechnologien wie Geoinformationssystemen und datenverarbeitenden Messystemen.

5 Literatur

[1] IntV (Verordnung des Bundesministers für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft über Interventionen bei radiologischen Notstandssituationen und bei dauerhaften Strahlenexpositionen - Interventionsverordnung) i.d.F. 27.06.2007, BGBl. II Nr. 145/2007

[2] NORM - ÖNORM S 5207 : 2003-11-01 „Strahlenschutzausbildung für Interventions-Personal bei radiologischen Notstandssituationen“

[3] Technische Regel - ONR 195207 : 2003-11-01 „Zertifizierung der Ausbildungsstellen für Interventionspersonal bei radiologischen Notstandssituationen nach ÖNORM S 5207“

[4] Austrian Research Centers GmbH – ARC, Skript Leistungsbewerb Bronze, ARC, Version Juli 2005

[5] Austrian Research Centers GmbH – ARC, Skript Leistungsbewerb Silber, ARC, Version Juli 2005

[6] Strahlenschutzakademie Seibersdorf, Infos und Downloads zu den Leistungsbewerben, Online im Internet: http://www.strahlenschutzakademie.at, Version: 2008-05-28

EUROPÄISCHE AUS- UND WEITERBILDUNG IM STRAHLENSCHUTZ: ENETRAP II

EUROPEAN EDUCATION AND TRAINING IN RADIATION PROTECTION: ENETRAP II

A. Schmitt-Hannig und das ENETRAP II Konsortium[1]
Bundesamt für Strahlenschutz, Neuherberg

Zusammenfassung

Überall in Europa ist ein Abbau von Kompetenz im Strahlenschutz zu beobachten, da erfahrene Fachleute in den Ruhestand treten und dieses Gebiet von jungen Leuten nicht mehr als attraktives Berufsziel wahrgenommen wird. Dieser Entwicklung soll mit neuen Initiativen entgegengewirkt werden. Insbesondere sollen die vorhandenen Ressourcen gebündelt werden, u.a. durch "Europäisierung" der Teile der Aus- und Weiterbildung, die nicht an nationale Regelungen gebunden sind.

Das ENETRAP Vorhaben[2] (ENETRAP = European Network on Education and Training in Radiation Protection; http://www.sckcen.be/enetrap/), an dem auch das BfS federführend für ein Arbeitspaket beteiligt war, ist nach erfolgreichem Verlauf und guten Ergebnissen Ende 2007 ausgelaufen. Da sich bereits während des Vorhabens eine Reihe wichtiger Punkte ergeben haben, die weitere Untersuchungen erforderlich machen, haben Vertreter großer Europäischer Strahlenschutzbehörden bzw. Forschungs- und Weiterbildungszentren aus Belgien, Deutschland, Frankreich, Großbritannien, Italien, Niederlande, Spanien, Ungarn und Rumänien einen Vorschlag zur weiteren Verbesserung der Aus- und Weiterbildung im Strahlenschutz in Europa im Rahmen des RP7 eingereicht: das ENETRAP II Vorhaben.

Übergeordnete Ziele dieser Initiative sind:

- Weitere Verbesserung des hohen Sicherheitsniveaus beim Umgang mit radioaktiven Stoffen und Strahlenquellen in allen EU Ländern durch Harmonisierung von Aus- und Weiterbildungsmaßnahmen im Strahlenschutz
- Europa-weit einheitliche Umsetzung der EU Sicherheitsstandards im Strahlenschutz
- Unterstützung der Beitritts-Länder bei der Bildung von Kompetenz bzw. beim Kompetenzerhalt im Strahlenschutz.

---

[1] M. Coeck (Coordinator, SCK•CEN, Mol, Belgium), P. Livolsi (CEA-INSTN, Saclay, France), S. Möbius (FZK-FTU, Karlsruhe, Germany), A. Luciani (ENEA, Bologna, Italy), V. Draisma (NRG, Arnhem, The Netherlands), M. Marco (CIEMAT, Madrid, Spain), J. Stewart (HPA-RTD, Leeds, United Kingdom), J. P. Vaz (ITN, Lisbon, Portugal), P. Zagyvai (BME NTI – Budapest University of Technology, Hungary), M. Ceclan (UPB – University Politehnica of Bucharest, Romania), P. P. De Regge (Secretary General ENEN, SCK•CEN, Mol, Belgium)

[2] ENETRAP was supported by the EC, contract number no. (FI6O)-516529

Diese Ziele werden u. a. erreicht durch weiteren Ausbau des Europäischen Aus- und Weiterbildungs-Netzwerkes und Durchführung Kompetenz erhaltender Maßnahmen, z.B. gemeinsamen Trainingsaktivitäten in modularer Form und an wechselnden Veranstaltungsorten, neuen Wegen zur Wissensvermittlung (z.B. E-Learning) und Vereinheitlichung von Inhalten.

Das ENETRAP II Vorhaben trägt mit der Durchführung folgender Arbeitspakete zur weiteren Harmonisierung der Aus- und Weiterbildung im Strahlenschutz in Europa bei:

- WP 1 Koordinierung des Vorhabens
- WP2 Festlegung von Anforderungen und Methodik für die Anerkennung von Strahlenschutzexperten (RPE)
- WP3 Festlegung von Anforderungen an die Fähigkeiten von Strahlenschutzbeauftragten (RPO) und Qualitätsanforderungen an deren Weiterbildung
- WP4 Festlegung der Qualitätsanforderungen an die Weiterbildung von Strahlenschutzexperten
- WP5 Entwicklung und Anwendung von Mechanismen für die Beurteilung der Qualität von Trainingsmaterialien, Weiterbildungsveranstaltungen und Kursstätten
- WP6 Aufbau einer Datenbank für Weiterbildungsmaßnahmen und Kursveranstaltern inkl. Berufspraktischer Weiterbildung (OJT) in Übereinstimmung mit den vereinbarten Standards
- WP7 Entwicklung beispielhafter Kursmaterialien (Textbücher, e-learning Module)
- WP8 Organisation von Probeveranstaltungen, Erprobung vorgeschlagener Methodiken und Beobachtung der Effektivität von Trainingsprogrammen
- WP9 Einführung eines Trainingspasses und eines gegenseitigen Europa-weiten Anerkennungssystems für Strahlenschutzexperten
- WP10 Zusammenführung von Initiativen zur Begeisterung junger Wissenschaftler für den Strahlenschutz

Vorrangiges Ziel aus deutscher Sicht ist es, die geplanten Harmonisierungsmaßnahmen so mit zu gestalten, dass sie mit den deutschen Regelungen im Einklang sind.

Abkürzungen:
RPE = Radiation Protection Expert
RPO = Radiation Protection Officer
OJT = on-the-job Training
RP7 = 7. EU-Rahmenprogramm

1 Introduction

Radiation protection is a major challenge in the industrial applications of ionising radiation, both nuclear and non-nuclear, as well as in other areas such as the medical and research area. As is the case with all nuclear expertise, there is a trend of a decreasing number of experts in radiation protection due to various reasons. On the other hand, current activities in the nuclear domain are expanding, high-tech medical examinations based on ionising radiation are increasingly used, and research and non-nuclear industry also make use of a vast number of applications of radioactivity.

Within this perspective, maintaining a high level of competency in radiation protection is crucial to ensure future safe use of ionising radiation and the development of new technologies in a safe way. Moreover, the perceived growth in the different application fields requires a high-level of understanding of radiation protection in order to protect workers, the public and the environment of the potential risks. A sustainable Education and Training (E&T) infrastructure for radiation protection is an essential component to combat the decline in expertise and to ensure the availability of a high level of radiation protection knowledge which can meet the demands in the future.

Although radiation protection professionals have a variety of responsibilities and specific professional aims, there is a common need for:

- basic education and training providing the required level of understanding of artificial and natural radiation;
- the opportunity to update and test acquired knowledge on a regular basis (Continuous Professional Development); and
- a standard for the recognition of skills and experience.

In addition, complying with specific European directives concerning the implementation of a coherent approach to education and training becomes crucial in a world of dynamic markets and increasing workers' mobility.

Today's challenge involves measures, to make the work in radiation protection more attractive for young people and to provide attractive career opportunities, and the support of young students and professionals in their need to gain and maintain radiation protection knowledge. This can be reached by the development and implementation of a high-quality European standard for initial education and continuous professional development for Radiation Protection Experts (RPEs) and Radiation Protection Officers (RPOs), and a methodology for mutual recognition of these professionals on the basis of available EU instruments, such as the European Qualification Framework (EQF) [1] and/or the Directive 2005/36/EC [2].

2 Objectives

The overall objective of this project is to develop European high-quality "reference standards" and good practices for education and training (E&T) in radiation protection (RP), specifically with respect to the RPE and the RPO. These "standards" will reflect the needs of the RPE and the RPO in all sectors where ionising radiation is applied (nuclear industry, medical sector, research, non-nuclear industry). The introduction of a radiation protection training passport as a mean to facilitate efficient and transparent European mutual recognition is another ultimate deliverable of this project.

With respect to the RPE the overall objective is to be achieved by addressing both education and training requirements [3]. In the field of education this project deals with high-level initial programmes, mainly followed by students and/or young professionals. It is foreseen to analyse the European Master in Radiation Protection course, which will start in September 2008. This Master is organised by the consortium of universities as established in the ENETRAP 6FP [4]. Broadening of the consortium and quality analysis of the providers and the content of the modules can be performed according to, primarily, the Standards and Guidelines for Quality Assurance in the European Higher Education Area (ENQA) [5] and, secondly, to the ENEN standards [6].

In the field of RPE training the ultimate goal is the development of a European mutual recognition system for RPEs. Hereto, the ENETRAP Training Scheme initiated as part of the ENETRAP 6FP will be used as a basis for the development of a European Radiation Protection Training Scheme (ERPTS), which includes all the necessary requirements for a competent RPE. In addition, mechanisms will be established for the evaluation of training courses and training providers. These actions will contribute to facilitate mutual recognition and enhanced mobility of these professionals across the European Union.

With respect to the RPO role the desired end-point is an agreed standard for radiation protection training that is recognised across Europe. Data and information obtained from the the ENETRAP 6FP will be used to develop the reference standard for radiation protection training necessary to support the effective and competent undertaking of the role.

Furthermore, attention is given to encouragement of young, early-stage researchers. In order to meet future needs, it is necessary to attract more young people by awaking their interest in radiation applications and radiation protection already during their schooldays and later on during their out-of-school education (university or vocational education and training). Radiation protection experts and officers work more and more on a European level. It is therefore important bringing together all the national initiatives at a European level: tomorrow's leaders must have an international perspective and must know their colleagues in other countries.

Specific objectives of the project are:

i) Develop the European radiation protection training scheme (ERPTS) for RPE training;
ii) Develop a European reference standard for RPO training;
iii) Develop and apply a mechanism for the evaluation of training material, courses and providers;
iv) Establish a recognised and sustainable ERPTS "quality label" for training events;
v) Create a database of training events and training providers (including On-the-Job-Training) conforming to the agreed ERPTS;
vi) Bring together national initiatives to attract early-stage radiation protection researchers on a European level;
vii) Develop some course material examples, including modern tools such as e-learning;
viii) Develop a system for monitoring the effectiveness of the ERPTS;
ix) Organise pilot sessions of specific modules of the ERPTS and monitor the effectiveness according to the developed system;
x) Development of a European passport for Continuous Professional Development in Radiation Protection.

It is envisaged that the outcome of this project will be instrumental for the cooperation between regulators, training providers and customers (nuclear industry, medical sector, research and non-nuclear industry) in reaching harmonization of the requirements for, and the education and training of RPEs and RPOs within Europe, and will stimulate building competence and career development in radiation protection to meet the demands of the future.

3 Work Packages

The objectives of ENETRAP II will be reached by several activities dealing with

- the analysis of job requirements (RPE and RPO),
- the design and implementation of appropriate training standards and schemes to support these requirements,
- development and application of a quality assurance mechanism for the evaluation of the training events, used material and training providers,
- setting up a database of training events and providers conforming to the agreed standards,
- the development of training material (traditional texts, as well as the introduction of more modern tools such as e-learning modules) that can be used as example training material,
- monitoring the effectiveness of the proposed training schemes

The final goal is the development of a European mutual recognition system for RPEs and the introduction of a training passport.

In addition to these primary activities, consideration will be given as to the best means of attracting young people to the field of radiation protection.

All these activities are carried out in the work packages defined here under. They can be described as co-ordination activities, with one of the consortium partners taking the lead and by the participation of appropriate partners of the consortium, to be carried out in a separate work package.

WP1	Co-ordination of the project
WP2	Define requirements and methodology for recognition of RPEs
WP3	Define requirements for RPO competencies and establish reference standards for RPO training
WP4	Establish the reference standard for RPE training
WP5	Development and apply mechanisms for the evaluation of training material, events and providers
WP6	Create a database of training events and training providers (including OJT) conforming to the agreed standard
WP7	Develop of some course material examples (text book, e-learning modules, …)
WP8	Organise pilot sessions, test proposed methodologies and monitor the training scheme effectiveness
WP9	Introduction of the training passport and mutual recognition system of RPEs
WP10	Bring together initiatives to attract young researchers

WP1 in the first stage deals with running the Network and its work programme. This will require the implementation of the Steering Committee to take the decisions, to deal with the follow-up, to propose improvements and to organise the exchange of information. During the initiating period, meetings will be held in order to constitute the network and to define its working methodology in detail. In addition, an Advisory Board will be set up, giving feedback and indicating directions to the Steering Committee. This Advisory Board will be composed in such a way that all relevant stakeholders, with respect to the stated aim of the project, are represented.

WP2 deals with the requirements for recognition of RPEs and the development of a methodology for the recognition of RPEs. Although the execution of any recognition process is the responsibility of the national Regulatory Authority, ENETRAP II will put forward a harmonised methodology, into line with the national approaches. The existence of this European methodology will facilitate the ultimate goal: a European mutual recognition process for RPEs. Qualification, competence, and continuous professional development will be discussed and elements for these three requirements will be defined.

Employees, appointed to act as RPOs in hospitals, industrial companies or teaching and research institutions should have an adequate level of understanding of concepts related to radiation protection and understand the radiation protection issues pertinent to their radiation application. Therefore the level and format of training required by an RPO is dependant on the complexity of that application. It is therefore essential, on the European level, (i) to define requirements for the competencies of RPOs according to their area of work and specific radiation protection tasks, and (ii) to establish European reference standards for RPO training. This is the objective of WP3.

WP4 continues on the achievements of WP2. Here, it is the aim to develop appropriate European radiation protection training schemes (ERPTS), with objectives, target audience(s), audience prerequisites, required topics, suggested durations and evaluation methods for both initial and refresher training of RPEs, taking into account the nature and requirements of the RPE role. The starting point is the ENETRAP 6FP Training Scheme. Furthermore internationally recognised training material such as the material developed by the IAEA will be incorporated. The ERPTS should meet the requirements of the revised definitions of the RPE and should eventually replace Communication 98/C133/03, as a guide for the Member States to develop, or evaluate, their national strategies for RPE qualification and recognition. The ERPTS should cover a broad knowledge of radiation protection fundamentals, as well as application-specific issues. The ERPTS would facilitate in an objective way individual national authorities in assessing the adequacy and completeness of their own training programmes and compare it with the training programme of other countries. EU wide agreement on the ERPTS would harmonize the qualification of RPEs, while keeping flexibility on a national scale on how to organize their training programme.

WP5 deals with the development and application of mechanisms for the evaluation of training material, events and providers. In Europe, a vast number of training events, material and providers exist. Given that formal recognition is required for RPEs, it would be prudent for training providers involved in the RPE training process to also be formally recognised. The aim of this WP5 is develop a mechanism for the comparison, through a transparent and objective methodology, of training materials, courses and training providers, which can be used by regulatory authorities to evaluate their national radiation protection training programme for compliance with the ERPTS.

WP6 creates a database of training event and providers conform to the agreed standards. The database will be made public through the ENETRAP II website and is thus available for all interested parties. Such a move would add credibility to the recognition process and would help to provide reassurance to RPE candidates and to employers that the training obtained satisfies an agreed European standard. This database will also incorporate an overview of institutes hosting on-the-job-training possibilities.

In order to provide examples of standardised training material, meeting the requirements of the ERPTS, WP7 will foresee in European text books for several modules of the ERPTS. WP7 will not limit its activities to traditional learning methods, but will also develop ERPTS modules through e-learning platforms.

In order to monitor the effectiveness of the proposed methodologies, pilot sessions will be organised. WP8 concentrates on the organisation and supervision of at least three different modules of the ERPTS. From the evaluation and experience of such pilot events recommendations and in case improvements will be expected thus ensuring mutual feedback with the previous WPs.

The ultimate goal of the ENETRAP II project is the introduction of a European mutual recognition system for RPEs. In WP9 coordinating actions will be undertaken to establish such a system. Furthermore, the European training passport will be introduced as a tool for facilitating an efficient and transparent mutual recognition system.

Last but not least, ENETRAP II foresees in the attraction of young people to the application fields of ionising radiation and radiation protection. Those people who developed concepts in radiation protection and held leadership positions at universities and research institutions to further develop radiation research and educate and train the next generation in Europe are retired or starting to retire. We are facing the same situation for numerous radiation protection experts and officers who devoted their knowledge and experience to build up a high level of radiation safety and security in all radiation applications in industry, medicine and research in Europe. In order to maintain this high level and to further develop a European safety culture, it is necessary to attract more young people by awaking their interest in radiation applications and radiation protection already during their schooldays and later on during their out-of-school education (university or vocational education and training). More young people must be inspired to take an interest in radiation research and prepared to take leadership positions at universities and radiation applications in industry, medicine and research in Europe. Radiation protection experts, in particular, work more and more on a European level. Therefore, tomorrow's leaders must have an international perspective and must know their colleagues in other countries. That's why it is important bringing together all the national initiatives at a European level. This is the goal of WP10.

4 Conclusions

Based on the outcome of the ENETRAP 6FP project, ENETRAP II aims at contributing further the European harmonisation of E&T of radiation protection professionals. With the introduction of a modular European reference training scheme and European recognition methodologies, key issues are delivered for the development and implementation of mutual recognition system of RPEs.

In this way ENETRAP II meets the EC requirements to rely on the principles of modularity of courses and common qualification criteria, a common mutual recognition system, and the facilitation of teacher, student and worker mobility across the EU as well as the requirements for radiation protection [7].

ENETRAP II will structure research on radiation protection training capacity in all sectors where ionising radiation is applied. End users and specifically Regulatory Authorities are represented through foreseen participation in the Advisory Board which will advise about the best balance between supply and needs, thereby ensuring stable feed back mechanisms. The tasks defined in this project maximise the transfer of high-level radiation protection knowledge and technology, addressing young as well as experienced radiation protection workers.

5 References

[1] European Qualifications Framework (EQF), adopted by the European Parliament and the Council on 23 April 2008, see http://ec.europa.eu/education/policies/educ/eqf/index_en.html

[2] Directive 2005/36/EC on the recognition of professional qualifications

[3] European Commission. The Status of the Radiation Protection Expert in the EU Member States and Applicant Countries: Study on Education and Training in Radiation Protection. Radiation Protection, Issue No 133, 2003 (RP133)

[4] See **www.sckcen.be/enetrap** under "documents"

[5] See **http://www.enqa.eu/pubs_esg.lasso**

[6] See **http://www.enen-assoc.org/**

[7] Council Directive 96/29/Euratom and Communication from the Commission 98/C133/03 (downloadable from **www.sckcen.be/enetrap** under "documents")

4

Praktische Ausbildung im Strahlenschutz I

Vorsitz:

K.-L. Stange, H. Kapteinat

DIE FACHKUNDERICHTLINIEN TECHNIK NACH STRLSCHV UND RÖV – ERFAHRUNGEN EINES KURSANBIETERS

THE EXPERT KNOWLEDGE DIRECTIVES IN TECHNICAL RADIAITON PROTECTION – EXPERIENCE MADE BY A PROVIDER OF COURSES

J.-W. Vahlbruch
Zentrum für Strahlenschutz und Radioökologie, Leibniz Universität Hannover

Zusammenfassung

Gemäß der Strahlenschutz- und Röntgenverordnung wird der Strahlenschutz in Deutschland unter anderem durch Strahlenschutzbeauftragte gewährleistet. Eine Voraussetzung für die Bestellung zum Strahlenschutzbeauftragten ist die so genannte Fachkunde im Strahlenschutz. Der Erwerb dieser Fachkunde wird in Deutschland detailliert durch Richtlinien geregelt, die eine einheitliche Umsetzung der Verordnungen in den einzelnen Bundesländern gewährleisten sollen. In dem vorliegenden Beitrag beschreibt der Kursleiter des Zentrums für Strahlenschutz und Radioökologie der Leibniz Universität Hannover seine Erfahrungen mit der Umsetzung der Fachkunde-Richtlinien im technischen Bereich bei der Durchführung von Strahlenschutzkursen zur Erlangung und Aktualisierung der Fachkunde im Strahlenschutz.

According to the decree about protection against harms caused by ionizing radiation (Strahlenschutzverordnung – StrlSchV) and according to the decree about protection against harms caused by X-rays (Röntgenverordnung-RöV) radiation protection in Germany is ensured by employees trained as radiation protection officers ("Strahlenschutzbeauftragte"). To get the certificate as a radiation protection officer, these employees have to participate in a training course on radiation protection according to the Expert Knowledge Directive in technical radiation protection (Fachkunde-Richtlinie Technik). The provider of radiation protection courses describes his experience made by the implementation of the Expert Knowledge Directives at the university of Hanover.

1 Einleitung

1.1 Die Fachkunde im Strahlenschutz gemäß Strahlenschutzverordnung (StrlSchV) und Röntgenverordnung (RöV)

Sowohl die StrlSchV [1] als auch die RöV [2] sehen für die Gewährleistung des Strahlenschutzes in Deutschland eine für die Leitung oder Beaufsichtigung dieser Tätigkeit notwendige Anzahl an Strahlenschutzbeauftragten vor, die vom so genannten Strahlenschutzverantwortlichen schriftlich unter Angabe der Aufgaben, des innerbetrieblichen Entscheidungsbereiches und der zur Wahrnehmung seiner Aufgaben notwendigen Befugnisse bestellt werden müssen. Dabei dürfen nur Personen zu Strahlenschutzbeauftragten bestellt werden, die zuverlässig sind und die die erforderliche Fachkunde im Strahlenschutz besitzen.

Diese Fachkunde wird gemäß § 30 der StrlSchV und § 18a der RöV in der Regel durch eine für den jeweiligen Anwendungsbereich geeignete Ausbildung, praktische Erfahrung und die erfolgreiche Teilnahme an von der zuständigen Stelle anerkannten Kursen erworben. Dabei ist die Ausbildung durch Zeugnisse, die praktische Erfahrung durch Nachweise und die erfolgreiche Kursteilnahme durch eine Bescheinigung, die bundesweite Gültigkeit besitzt, zu belegen. Der Erwerb der Fachkunde wird von der zuständigen Stelle geprüft und bescheinigt. Seit der Novellierung der StrlSchV 2001 und der RöV 2002 findet sich in beiden Verordnungen auch die Pflicht zur Aktualisierung der Fachkunde. So muss die Fachkunde im Strahlenschutz mindestens alle fünf Jahre durch eine erfolgreiche Teilnahme an einer von zuständigen Stelle anerkannten Kurs oder anderen von der zuständigen Stelle als geeignet anerkannten Fortbildungsmaßnahmen aktualisiert werden. Dieser Nachweis über die Aktualisierung der Fachkunde ist der zuständigen Behörde auf Anforderung vorzulegen. – gleichzeitig kann sie, wenn der Nachweis der Fortbildungsmaßnahmen nicht oder nicht vollständig vorgelegt wird, die Fachkunde entziehen oder die Fortgeltung mit Auflagen versehen (siehe § 30, Abs. 2 StrlSchV, § 18a Abs. 2 RöV). Die oben angesprochenen Kurse, die Teil der Fachkunde sind, können von der zuständigen Stelle nur anerkannt werden, wenn die Kursinhalte geeignet sind, das für den jeweiligen Anwendungsbereich erforderliche Wissen im Strahlenschutz zu vermitteln und die Qualifikation des Lehrpersonals und die Ausstattung der Kursstätte eine ordnungsgemäße Wissensvermittlung gewährleisten (§ 30, Abs. 3 StrlSchV, § 18a Abs. 4 RöV).

Die Bedingungen, die für die Gewährleistung dieser Voraussetzungen erfüllt werden müssen, sind in den entsprechenden Richtlinien zur Fachkunde formuliert worden.

1.2 Die Fachkunde-Richtlinien

Zur Spezifizierung der in der StrlSchV und RöV festgelegten Rahmenbedingungen bzgl. der erforderlichen Fachkunde im Strahlenschutz und zur Gewährleistung eines einheitlichen Vollzuges durch die verschiedenen Länderbehörden existiert in Deutschland eine Vielzahl an Fachkunde-Richtlinien. Je nach Anwendungsgebiet ist eine der folgenden Fachkunde-Richtlinien beim Erwerb und Erhalt der Fachkunde anzuwenden:

- Richtlinie über die im Strahlenschutz erforderliche Fachkunde (Fachkunde-Richtlinie Technik nach StrlSchV, kurz FK-RL Technik nach StrlSchV) [3]
- Richtlinie über die im Strahlenschutz erforderliche Fachkunde und Kenntnisse beim Betrieb von Röntgeneinrichtungen zur technischen Anwendung und genehmigungsbedürftigen Störstrahlern (Fachkunde-Richtlinie Technik nach RöV, kurz FK-RL Technik nach RöV) [4]
- Strahlenschutz in der Medizin – Richtlinie nach der Verordnung über den Schutz vor Schäden ionisierender Strahlen (Strahlenschutzverordnung –StrlSchV) [5]
- Richtlinie Fachkunde und Kenntnisse im Strahlenschutz bei dem Betrieb von Röntgeneinrichtungen in der Medizin oder Zahnmedizin [6]
- Strahlenschutz in der Tierheilkunde – Richtlinie zur StrlSchV und RöV [7]

Für die bei dem Betrieb von Kernkraftwerken notwendige Fachkunde im Strahlenschutz existiert eine Vielzahl an weiteren Richtlinien [8] – [15].

Der Vielfalt der Richtlinien folgend, findet sich in Deutschland eine große Anzahl von anerkannten Kursstätten, die Kurse zur Erlangung und / oder zum Erhalt der Fachkunde nach StrlSchV und RöV anbieten. Dabei ist die Anzahl der Kursanbieter im medizinischen Bereich, in dem ionisierende Strahlung am Menschen angewendet wird, deutlich höher als im technischen, was mit der großen Anzahl an beruflich strahlenexponierten Personen im medizinischen Sektor zusammenhängt (gemäß des Jahresberichtes des BMU sind 77 % Prozent der überwachten Personen im Bereich der Medizin tätig [16]). Im technischen Bereich konzentriert sich das Angebot von anerkannten Kursen auf eine geringere Anzahl von Kursanbieter.

Durch die Novellierung der StrlSchV 2001 bzw. der RöV 2002 wurde auch eine Überarbeitung der Fachkunde-Richtlinien notwendig. Diese Überarbeitung führte zum einen zu einer Anpassung der Richtlinien an die Verordnungen, in dem z. B. Regelungen für die Aktualisierung der Fachkunde ausgearbeitet wurden, und beinhaltete zum anderen darüber hinaus auch strukturelle Änderungen beim Aufbau der Strahlenschutzkurse. Die Struktur der Strahlenschutzkurse nimmt dementsprechend auch eine zentrale Position in den technischen Fachkunde-Richtlinien ein – obgleich sie, wie oben beschrieben, alleine noch nicht den Erwerb der entsprechenden Fachkunde garantieren, da zusätzlich genügend Berufserfahrung in Abhängigkeit vom Ausbildungsabschluss nachzuweisen sind. Zumindest der Umfang der notwendigen Berufserfahrung wird ebenfalls in den Fachkunde-Richtlinien skizziert.

Dieser Artikel beschreibt die Erfahrungen des Zentrums für Strahlenschutz und Radioökologie (ZSR) der Leibniz Universität Hannover mit der Umsetzung der novellierten technischen Fachkunde-Richtlinien. Das ZSR betreibt eine eher kleine Kursstätte mit ca. 600 Kursteilnehmern pro Jahr und bietet ausschließlich Kurse zum Erwerb und zum Erhalt der Fachkunde im Strahlenschutz für technische Anwendungen an, deckt dort aber fast das gesamte Spektrum der in den Richtlinien möglichen Fachkundegruppen sowohl nach StrlSchV als auch nach RöV ab. Somit bezieht sich dieser Artikel ausschließlich auf die Umsetzung der Fachkunde-Richtlinien Technik nach StrlSchV [3] und RöV [4].

2 Die Fachkunde-Richtlinie Technik nach StrlSchV

2.1 Struktur der Fachkunde-Richtlinie Technik nach StrlSchV

Die FK-RL Technik nach StrlSchV ist eine umfassende Richtlinie, die den Erwerb und Erhalt der Fachkunde im Strahlenschutz im technischen Bereich gemäß StrlSchV auf 40 Seiten detailliert regelt. Neben einleitenden Bestimmungen werden dort der Umfang der erforderlichen Fachkunde, der Erwerb, die Aktualisierung, die Bescheinigung derselben und die Anerkennungskriterien für die Strahlenschutzkurse beschrieben. In den Anlagen A bis J werden die Inhalte der Richtlinie weiter ausgeführt. Sie wurde den Bedingungen der novellierten StrlSchV angepasst und trat am 1.10.2004 in Kraft.

Kernstück der Richtlinie ist die Festlegung von so genannten Fachkundegruppen in Anlage A, in denen verschiedene Tätigkeitsbereiche zusammengefasst werden. Ebenfalls findet sich in Anlage A inkl. der dazugehörigen Erläuterungen eine genaue Beschreibung der einzelnen Fachkundegruppen mit Vorschlägen für die Einordnung von Tätigkeiten nach StrlSchV in Fachkundegruppen. Diese Einteilung orientierte sich im wesentlich an den bereits früher existierenden Tätigkeitsgruppen. Neu war hingegen die Einführung eines expliziten modularen Aufbaus der einzelnen Fachkundegruppen, die eine Kombination von verschiedenen Modulen

zu einer Fachkundegruppe vorsehen. Auf eine detaillierte Beschreibung der einzelnen Fachkundegruppen, ihrer Dauer und ihrer modularen Zusammensetzung wird an dieser Stelle aus Platzgründen verzichtet. Stattdessen soll auf die Erfahrungen eingegangen werden, die bei der Umsetzung der Fachkunde-Richtlinie aus Sicht des Kursanbieters gesammelt wurden.

2.2 Umsetzung und Fazit

Nach in Krafttreten der Richtlinie und nach Auslaufen der Übergangsfrist am 01.08.2006, haben die meisten großen Kursanbieter die Umstellung von kompletten Kursen hin zum Angebot einzelner Module, die zusammengesetzt einen Kurs ergeben, vollzogen. In der Praxis hat sich das modulare System im wesentlich bewährt, wenn man von einzelnen Kritikpunkten, die sich nach knapp vier Jahren der Anwendung der Richtlinie herauskristallisiert haben, absieht. Die wichtigsten Kritikpunkte lassen sich wie folgt zusammenfassen:

- Einige Module sind zeitlich sehr knapp bemessen. Dazu gehört das Modul OG, in dem alle relevanten Aspekte des Strahlenschutzes beim Umgang mit offenen radioaktiven Stoffen innerhalb von 13 Unterrichtseinheiten besprochen werden soll – inklusive Praktikum und Prüfung. In diesen 13 Unterrichtseinheiten kann die gesamte Thematik des Strahlenschutzes in fremden Anlagen oder Einrichtungen (Genehmigungen nach §15 StrlSchV, Führen des Strahlenpassen, Abgrenzungsverträge usw.) nicht hinreichend behandelt werden – was aber nach der Richtlinie eigentlich geschehen müsste.
- Einige Kursteilnehmer, die im Bereich des Strahlenschutzes an Beschleunigern arbeiten, benötigen sehr viel weniger Wissen über den Strahlenschutz beim Umgang mit offenen radioaktiven Stoffen als ihnen jetzt zwangsweise vermittelt werden muss, da für die Fachkunde S6.3 der Besuch des Moduls OG (13h) und für die Fachkunde S6.4 die Absolvierung des Moduls OH (28h) nachgewiesen werden muss.
- Das Modul OH, das zur Fachkunde S4.2 (Umgang mit offenen radioaktiven Stoffen oberhalb des 105-fachen der FG) benötigt wird, deckt nach der Richtlinie auch die Fachkunde S2.3 mit ab. Die Argumentation, dass der Umgang mit offenen Stoffen ohne Höchstgrenze der Aktivität auch den Umgang mit umschlossenen radioaktiven Stoffen ohne Höchstgrenze der Aktivität beinhalten sollte, leuchtet zunächst ein. Allerdings reicht die dafür zur Verfügung stehende Zeit kaum.
- Die Definition der Berufserfahrung ist ungeklärt. Mit der Anlage F existiert zwar eine Tabelle, in der für jede Fachkundegruppe in Abhängigkeit vom Ausbildungsabschluss die notwendige Berufserfahrung in Monaten festgelegt ist. Allerdings ist die sowohl die Frage, welche Ausbildung als Abschluss im naturwissenschaftlich-technischen Bereich gelten kann als auch vor allem die Frage, wie genau die Berufserfahrung im Betrieb zu sammeln ist, ungeklärt.
- Eine Folge des Modulsystems ist die große Anzahl von allein 20 verschiedenen Fachkundegruppen in dieser Richtlinie. Dies führt in der Praxis dazu, dass so mancher Behördenmitarbeiter, mancher Antragsteller zur Durchführung von Kursen aber vor allem die Kursteilnehmer häufig Probleme haben, die für sie richtige Fachkundegruppe ausfindig zu machen.

Insgesamt kann festgehalten werden, dass sich bis auf die oben geschilderten Probleme, die nicht als prinzipielle Kritik an der Struktur der Fachkunde-Richtlinie Technik StrlSchV verstanden werden sollen, diese Richtlinie in der Praxis durchaus bewährt hat.

3 Die Fachkunde-Richtlinie Technik nach RöV

Obwohl die Novellierung der RöV 2002 zeitlich nach der Überarbeitung der StrlSchV 2001 stattfand, trat die FK-RL Technik nach RöV bereits am 1.08.2003 und damit 15 Monate vor der FK-RL Technik nach StrlSchV in Kraft. Ähnlich der FK-RL Technik nach StrlSchV wurde auch in der FK-RL Technik nach RöV ein modulares System vorgesehen, aus dem sich die einzelnen Fachkundegruppen zusammensetzen sollen. Es werden dort, neben den Kombinationsmöglichkeiten, Stundenvorgaben pro Modul formuliert, allerdings ohne ausführlich auf die Lehrinhalte einzugehen. Dadurch ergeben sich in der Praxis ganz erhebliche Probleme bei der Umsetzung des Modulsystems, die von einer Arbeitsgruppe des Arbeitskreises Ausbildung des Fachverbandes für Strahlenschutz wie folgt zusammengefasst wurden:

- Die Kopplung des Moduls A für den Erwerb der Fachkunde gemäß Fachkundegruppe R3 mit der Funktion als Grundmodul für fast alle weiteren Fachkundegruppen wird den tatsächlichen Anforderungen nicht gerecht. Für die geforderten Lehrinhalte ist die angegebene Moduldauer nicht ausreichend. Andererseits sind die geforderten Lehrinhalte für die Fachkundegruppe R3 zu umfangreich.
- Das Modul A ist inhaltlich gänzlich ungeeignet für Fachkundegruppe R10 (Tätigkeit an fremden Röntgeneinrichtungen).
- Der inhaltliche Unterschied zwischen den Modulen D und G (und mit Einschränkung Modul B) ist nicht ersichtlich.
- Für die Module E und F steht für die zusätzlichen Lernziele im Verhältnis zu anderen Modulen zu viel Zeit zur Verfügung.
- Technischen Neuentwicklungen (z.B. mobile Röntgenfluoreszenzanalysegeräte) lassen sich im Moment nicht vernünftig in das vorgegebene Modulsystem integrieren.
- Das Modul X ist nicht spezifiziert, weshalb regelmäßig Probleme mit der Anerkennung dieser Kurse auftreten.
- Die Fachkundegruppe R11 ist technisch überholt und wird weder angeboten noch nachgefragt.

Diese Probleme bei der konkreten Umsetzung des modularen Charakters der Richtlinie führen tatsächlich dazu, dass keine im Arbeitskreis Ausbildung des FS (AKA) oder im Qualitätsverbund Strahlenschutzkursstätten (QSK) vertretene Kurstätte das modulare System anwenden kann. Somit werden weiterhin komplette Fachkundekurse angeboten, was die Kursteilnehmer, die aufgrund unterschiedlicher Anwendungen verschiedene Fachkundegruppen abdecken müssen, dazu zwingt, bestimmte Inhalte mehrfach zu hören (und zu bezahlen).

Analog zur FK-RL Technik nach StrlSchV existiert auch in der FK-RL Technik nach RöV eine Tabelle, in der die für die Erlangung der Fachkunde notwendige Berufserfahrung in Abhängigkeit vom Ausbildungsabschluss festgelegt wird. Allerdings fehlt auch hier eine genauere Beschreibung davon, was unter Berufserfahrung zu verstehen ist.

Aufgrund dieser in der Praxis doch recht unbefriedigenden Situation hat eine Arbeitsgruppe des AKA sich über den Präsidenten des FS an das BMU gewandt mit der Bitte, diese Richtlinie so zu verändern, dass das modulare System auch in der Praxis gelebt werden kann. Zum Zeitpunkt der Verfassung dieses Artikel fanden Gespräche zwischen Vertretern dieser Arbeitsgruppe und Mitgliedern des LAV RöV statt, so dass die Hoffnung besteht, dass die Erfahrungen der Kursanbieter in die Gestaltung der Richtlinie mit einfließen können.

Eine Übersicht der wichtigsten Unterschiede zwischen der Fachkunde-Richtlinie Technik nach StrlSchV und RöV kann Tabelle 1 entnommen werden.

Tabelle 1: Merkmale der technichen Fachkunde-Richtlinien nach StrlSchV und RöV

	Fachkunde-Richtlinien Technik			
	StrlSchV		RöV	
	ja	nein	ja	nein
Modulares System vorgesehen	x		x	
Modulares System in der Praxis umsetzbar	x			x
Lehrinhalte detailliert vorgegeben	x			x
Vorschläge von Einordnung von Tätigkeiten in die FG	x			x
Lernziele durch den AKA des FS definiert	x		x	
Prüfungsfragen im Katalog des AKA des FS vorhanden	x		x	
Sachverständigentätigkeit als FG erfasst		x	x	
Anzahl der FG	20		17	

4 Zusammenfassung und Ausblick

Insgesamt kann aus der Sicht des Zentrums für Strahlenschutz und Radioökologie festgehalten werden, dass die Novellierung der Fachkunde-Richtlinien in der Praxis zu unterschiedlichen Ergebnissen geführt hat.

Für die FK-RL Technik nach StrlSchV hat sich in den vergangenen Jahren gezeigt, dass einige Details der Praxis besser angepasst werden sollten. Insgesamt hat sich aber das modulare Kurssystem bewährt – zumindest werden am ZSR durchaus einzelne Module von Kursteilnehmer gebucht. Dies macht Sinn, weil spezielle Aufbaumodule (z.B. die Module OH, BG oder BH) nur von wenigen Kursstätten angeboten werden und Teilnehmer diese Module dann auf bereits absolvierten Grundmodulen aufbauen können. Eine Konformität bei den Lehrinhalten der einzelnen Module zwischen den verschiedenen Kursanbietern wurde durch die ausführlichen Lehrinhalte in der Richtlinie hergestellt. Zieht man dann als Kursanbieter den Lernzielkatalog des AKA bei der Kursplanung ergänzend hinzu, können gleiche Standards bei gleichen Modulen aber unterschiedlichen Kursanbietern durchaus gewährleistet werden. Allerdings verwirrt die Vielzahl der Fachkundegruppen, so dass die Richtlinie für den ungeübten Leser (Kursteilnehmer) nur schwer zu verstehen ist.

Die FK-RL Technik nach RöV ist wesentlich weniger detailliert ausgearbeitet, definiert aber ebenfalls eine große Anzahl an verschiedenen Fachkundegruppen (siehe Tabelle 1). Leider ist nicht wirklich nachvollziehbar, was in den einzelnen Modulen an Lehrinhalten vermittelt werden soll, so dass manche Module als viel zu kurz und überfrachtet, andere als zu lang erscheinen. Tatsächlich kann keine der großen Kursstätten dieses Modulsystem der Richtlinie in der Praxis umsetzen. Der Änderungsbedarf wurde erkannt und es steht zu erwarten, dass eine Überarbeitung der Richtlinie zeitnah angedacht wird.

Bei einer solchen Überarbeitung sollte ein Augenmerk auf die Zusammenführung von Fachkundegruppen nach StrlSchV und RöV gelegt werden. Diese Option wird bisher durch die

Richtlinien nur in sehr eingeschränktem Maße, nämlich für die Fachkunde im Bereich der zerstörungsfreien Materialprüfung und für die Fachkunde von Lehrern, ermöglicht. Da naturwissenschaftliche Grundlagen, biologische Wirkungen von ionisierender Strahlung aber auch allgemeine Strahlenschutzaspekte (z.B. Grundregeln des praktischen Strahlenschutzes) sowohl für Tätigkeiten nach StrlSchV als auch beim Betrieb von Röntgengeräten oder Störstrahlern von Bedeutung sind, wäre zu überlegen, wie man die Richtlinien umgestalten könnte, um eine Wiederholung von Lehrinhalten von Kursen, die man bereits besucht hat, zu vermeiden.

Abschließend sollte man darüber nachdenken, ob eine Möglichkeit besteht, die Anzahl der Fachkundegruppen zu reduzieren. Die große Anzahl an Fachkundegruppen resultiert sicherlich aus dem Versuch, auf verschiedenste Anwendungsgebiete abgestimmte Kursangebote anbieten zu können. Man erwirbt sich aber diesen Vorteil mit einer unübersichtlich großen Anzahl an Fachkundegruppen. Allein die beiden hier besprochenen Fachkunde-Richtlinien definieren 37 verschiedene Fachkundegruppen. Dazu kommen noch Fachkundegruppen aus dem medizinischen, dem tiermedizinischen und dem kerntechnischen Bereich. Auch in Hinblick auf eine mögliche europaweite Harmonisierung der Organisation im Strahlenschutz dürfte sich eine derartige große Anzahl von unterschiedlichen Fachkundegruppen kaum als Exportschlager erweisen.

4 Literatur

[1] Verordnung über den Schutz vor Schäden durch ionisierende Strahlen (Strahlenschutzverordnung – StrlSchV) vom 20. Juli 2001 (BGBl. I, S. 1714), zuletzt geändert durch Artikel 2 des Gesetzes vom 12. August 2005 (BGBl. I, S. 2365) und durch Artikel 2 des Gesetzes vom 1.September 2005 (BGBl. I S. 2618)

[2] Verordnung über den Schutz vor Schäden von Röntgenstrahlung (Röntgenverordung – RöV) vom 30. April 2003 (BGBl. I S. 604)

[3] Richtlinie über die im Strahlenschutz erforderliche Fachkunde (Fachkunde-Richtlinie Technik nach Strahlenschutzverordnung) vom 18.06.2004, GMBl. Nr. 38 vom 27.7.2006 S. 735

[4] Richtlinie über die im Strahlenschutz erforderliche Fachkunde und Kenntnisse beim Betrieb von Röntgeneinrichtungen zur technischen Anwendung und genehmigungsbedürftigen Störstrahlern (Fachkunde-Richtlinie Technik nach Röntgenverordnung, Bek. d. BMU v. 5. und 27.05.2003

[5] Strahlenschutz in der Medizin - Richtlinie nach der Verordnung über den Schutz vor Schäden durch ionisierende Strahlen (Strahlenschutzverordnung - StrlSchV), BAnz. Nr. 207a vom 7.11. 2002, 24.06.2002

[6] Richtlinie Fachkunde und Kenntnisse im Strahlenschutz bei dem Betrieb von Röntgeneinrichtungen in der Medizin oder Zahnmedizin, GMBl. Nr. 22 vom 07.04.2006 S. 414, 22.12.2005

[7] Strahlenschutz in der Tierheilkunde – Richtlinie zur Strahlenschutzverordnung (StrlSchV) und Röntgenverordnung (RöV), GMBl. Nr. 32 vom 30.03.2005 S. 666, 01.02.2005

[8] Richtlinie für den Fachkundenachweis von Kernkraftwerkspersonal vom 14.4.1993, GMBl. 1993 S. 358

[9] Richtlinie für den Fachkundenachweis von Forschungsreaktorpersonal vom 16.02.1994, GMBl. 1994, S. 366
[10] Richtlinie für die Fachkunde von Strahlenschutzbeauftragten in Kernkraftwerken und sonstigen Anlagen zur Spaltung von Kernbrennstoffen vom 10.12.1990, GMBl. 1991, S. 56
[11] Richtlinie für die Fachkunde von verantwortlichen Personen in Anlagen zur Herstellung von Brennelementen für Kernkraftwerke vom 30.11.1995, GMBl. 1996, S. 29
[12] Richtlinie für Programme zur Erhaltung der Fachkunde des Verantwortlichen Schichtpersonals in Kernkraftwerken, Bek. d. BMU v. 1.9.1993
[13] Richtlinie für den Inhalt der Fachkundeprüfung des Verantwortlichen Schichtpersonals in Kernkraftwerken, Bek. d BMU v. 23. 4. 1995
[14] Richtlinie für den Inhalt der Fachkundeprüfung des verantwortlichen Schichtpersonals in Forschungsreaktoren vom 14. November 1997, GMBl. 1997, Nr. 42
[15] Richtlinie für die Fachkunde von verantwortlichen Personen in Anlagen zur Herstellung von Brennelementen für Kernkraftwerke, Bek. d BMU v. 20.11.1995
[16] Jahresbericht 2006: Umweltradioaktivität und Strahlenbelastung, Herausgeber Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (BMU), S. 232, November 2007

DIE AUSBILDUNGSLEHRGÄNGE DES QUALIFIZIERTEN STRAHLENSCHUTZ-PERSONALS IN DER SCHWEIZ AN DER SCHULE FÜR STRAHLENSCHUTZ DES PAUL SCHERRER INSTITUTES PSI

THE TRAINING COURSES OF THE QUALIFIED EXPERTS IN SWITZERLAND AT THE SCHOOL FOR RADIOPROTECETION OF THE PAUL SCHERRER INSTITUTE PSI

E. Walder
Schule für Strahlenschutz, Paul Scherrer Institut PSI, Villigen, Schweiz

Zusammenfassung

Das vielfältige Kursangebot der Schule für Strahlenschutz PSI basiert auf einer gesetzlichen Verpflichtung und umfasst Ausbildungs- und Weiterbildungslehrgänge für die verschiedensten Berufsgruppen. Das Anerkennen der Kurse durch die Aufsichtsbehörden und die Einbettung im PSI wird aufgezeigt. Ein Einblick in die Lehrgänge für Strahlenschützer mit anerkannter Ausbildung in Kernanlagen zeigt auf, wie die Schule die gesetzlich vorgegeben Anforderungen umsetzt.

The most differing courses offered by the school for radioprotection is based on a legal obligation. They comprise training courses as well as further training for the most varying professional categories. The recognition of the training courses by the regulatory agencies and the embedding of the school in the PSI are presented. Some insight into the training courses for radio protectors with a recognized training in a nuclear installation shows how the school realizes the legal requirements.

1 Die gesetzlichen Grundlagen zu den Ausbildungen im Strahlenschutz

Der erste Anker für unsere Ausbildungen bildet Artikel 6 des schweizerischen Strahlenschutzgesetztes [1] "Tätigkeiten, die eine Gefährdung durch ionisierende Strahlen mit sich bringen können, sind nur sachkundigen Personen gestattet" und "Der Bundesrat legt die Anforderungen an die Sachkunde dieser Personen fest". Details dazu sind in deren Ausführungsverordnung, der Strahlenschutzverordnung [2] einsehbar. Artikel 16 besagt, dass "Personen in Forschung, Lehre, medizinischer Analytik, Industrie, Kernanlagen, Transport und Handel, die Strahlenschutzaufgaben gegenüber anderen Personen wahrnehmen, den Nachweis der notwendigen Sachkunde durch eine von der Aufsichtsbehörde anerkannte Ausbildung im Strahlenschutz mit Prüfung zu erbringen haben". Ebenso sind Personen in Notfallorganisationen, die bei einem radiologischen Störfall Strahlenschutzaufgaben wahrnehmen, ihrer Funktion und Tätigkeit entsprechend auszubilden.

Der Strahlenschutz-Sachverständige, der in einem Betrieb verantwortlich ist, dass die Strahlenschutzvorschriften eingehalten werden (StSG Art. 16) hat sich durch eine seiner Tätigkeit und Verantwortung entsprechende von der Aufsichtsbehörde anerkannte Ausbildung im Strahlenschutz mit Prüfung sowie über Kenntnisse in der Strahlenschutzgesetzgebung auszuweisen (StSV Art. 18).

Daraus folgt eine erste Unterteilung der verschiedenen Kurse nach den Gesichtspunkten der Berufs- und Fachrichtungen als auch gemäss den zu übernehmenden betrieblichen Kompetenzen und Verantwortungen.

Schliesslich besagt Artikel 19 der StSV, dass "Die Aufsichtsbehörden und das PSI bei Bedarf Strahlenschutzkurse durchführen".

Als drittes Standbein gilt die Strahlenschutz-Ausbildungsverordnung [3], die die folgenden Bereiche regelt:

- Die Ausbildungen in Strahlenschutz und die Voraussetzungen für deren Anerkennung durch eine Aufsichtsbehörde und
- Die erlaubten Tätigkeiten der sachkundigen Personen.

D. h. hier findet die Ausbildungsstätte Hinweise für Kurse, die durch eine Aufsichtsbehörde anzuerkennen sind, die Voraussetzungen an die Kandidaten beim Besuch eines Kurses, die erlaubten Tätigkeiten für ausgebildete sachkundige Personen sowie die Ausbildungsinhalte der Kurse. Gemäss dieser Verordnung gilt: Erweitert eine Ausbildungsstätte ihr Kursangebot, bewilligt die Aufsichtsbehörde zeitlich begrenzte Anerkennungen und kontrolliert periodisch die Ausbildungsstätte.

Die Hauptabteilung für die Sicherheit der Kernanlagen HSK, die Aufsichtsbehörde für Kernanlagen, stellt in der Richtlinie HSK-R-37/d [4] entsprechende Anforderungen für Kursanerkennungen der aus- und weiterzubildenden Personen in Kernanlagen auf.

2 Die Schule für Strahlenschutz

Die Schule für Strahlenschutz bietet seit mehr als 30 Jahre Ausbildungs-, Fortbildungs- und Weiterbildungskurse für folgende Berufs- und auszubildende Personen an:

- Ärzte in Spitälern und in Praxen,
- Personen der Berufe MTRA und MPA
- Auszubildende von Schulen im Gesundheitswesen
- Technisches Personal von Spitälern
- Medizinisches Laborpersonal
- Fachlehrer(innen) an Ausbildungsstätten für MPA
- Pflege-, Intensivpflege- und Operationspersonal
- Personen im Sanitätstransportwesen und Aufnahmestationen
- Medizinphysiker(innen)
- Auszubildende zum Strahlenschutz-Sachverständigen für analytische Röntgenanlagen
- Feuerwehroffiziere und Kantonsexperten, Berufsfeuerwehr
- Strahlenschutzspezialisten der Feuerwehr und Polizei
- Strahlenschutz-Assistenten, -Fachkräfte und -Techniker
- Personen für Flächendekontamination
- Ingenieure und das leitende Personal von Kernanlagen
- Lizenziertes Betriebspersonal in Kernkraftwerken
- Monteure, Betriebs- und Instandhaltungspersonal in Kernanlagen

- Betriebswächter in Kernanlagen
- Reinigungspersonal in kontrollierten Zonen (PSI)
- Gefahrgutbeauftragte beim Transport radioaktiver Stoffe
- Fahrzeugführer(innen)
- Auszubildende zum Sachverständigen beim Transport radioaktiver Stoffe
- Auszubildende zum Strahlenschutz-Sachverständigen (Arbeitsbereiche B und C)
- Auszubildende in Strahlenschutz-Sachkunde (Arbeitsbereiche B und C)
- Laborpersonal in der Ausbildung sowie Diplomanden, Doktoranden und Gastwissenschafter
- Personen von Behörden und Institutionen und
- Schulklassen, interessierte Personenkreise der Öffentlichkeit.

Im Jahr 2007 wurden ca. 2'000 Personen unterwiesen. Dabei stammten 60 % aus den medizinischen Bereichen und 22 % aus den Kernanlagen.

Neben den 6 Fachlehrern(innen) werden ca. 30 Fachreferenten(innen) zu speziellen Themen und Unterrichtseinheiten herangezogen. Die Voraussetzung für einen professionellen Unterricht stellt an die Lehrkräfte hohe Anforderungen. Sie verfügen über berufliche Erfahrungen im zu unterrichtenden Bereich (ein Medizinphysiker(in) unterrichtet Ärzte und angehende Medizinphysiker(innen), ein Feuerwehr-Instruktor unterrichtet Personen aus den Notfallorganisationen). Daneben bestanden die Lehrkräfte Ausbildungen in Methodik und Didaktik und ihr Wissen im Strahlenschutz wird periodisch überprüft und erneuert. Nur so kann die Schule ihren Absolventen einen hochwertigen Unterricht anbieten, der ein zeitgemässes und sicheres Umsetzen in der Praxis garantiert.

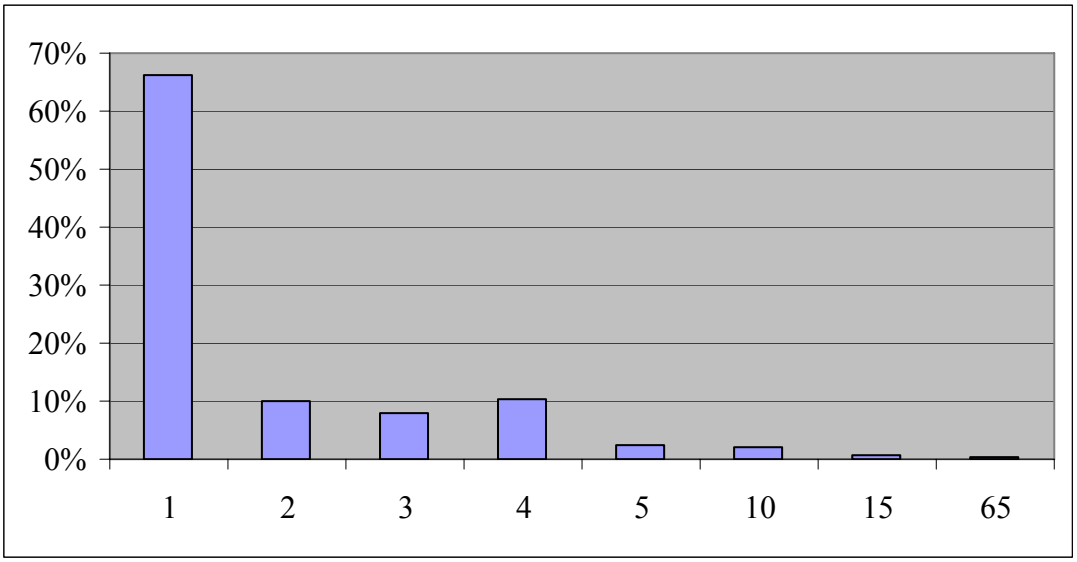


Abb. 1: Anzahl Kursteilnehmende in Prozenten versus Kursdauer in Tagen, 2007.

3 Die Einbettung der Schule für Strahlenschutz in das Paul Scherrer Institut

Das Paul Scherrer Institut bildet mit seinen verschiedenen Forschungsbereichen wie z.B. in der Elementarteilchen- und medizinischer Forschung (Radiotherapie mit Protonen) sowie in nuklearer Energie und Sicherheit ein idealer Standort für unsere Schule für Strahlenschutz. So können Berufsleute des Strahlenschutzes (SU-Personal) und Übungslokalitäten zur Unterweisung in der Praxis des operationellen Strahlenschutzes in den Unterricht eingebunden werden. Ebenso deckt das PSI den eigenen, strahlenschutzspezifischen Unterweisungsbedarf im Hause.

4 Die Aufsichtsbehörden

Die Ausbildungslehrgänge im Strahlenschutz müssen durch eine der drei Aufsichtsbehörden anerkannt sein:
- Das Bundesamt für Gesundheit (BAG) für Personen aus den Bereichen Medizin, Lehre und Forschung;
- Die Hauptabteilung für die Sicherheit der Kernanlagen (HSK) für Personen der Kernanlagen und
- Die Schweizerische Unfallversicherungsanstalt (Suva) für Personen in Industrie und Gewerbe.

Die Ausbildung und die Prüfungen zum Gefahrgutbeauftragten der Klasse 7 unterstehen gleichzeitig allen Aufsichtsbehörden.

5 Die Lehrgänge für Strahlenschützer mit anerkannter Ausbildung in Kernanlagen

Die gesetzlichen Grundlagen dazu finden sich in [3] und in der Richtlinie [4]. Im Aufsichtsbereich der HSK werden im Strahlenschutz je nach Verantwortungszuteilung folgende Funktionen folgende Funktionen unterschieden:
- Strahlenschutz-Assistent
- Strahlenschutz-Fachkraft
- Strahlenschutz-Techniker
- Strahlenschutz-Sachverständiger

Die Schule für Strahlenschutz bietet für diese Personen - ausser dem Sachverständigen - eine entsprechende Ausbildung an.

5.1 Anforderungen an die Strahlenschutzausbildungen

Strahlenschutz-Assistent: Er übernimmt spezielle, spezifische Strahlenschutzaufgaben auf Anweisung eines im Strahlenschutz tätigen Vorgesetzten. Dieser Kurs wird für die Ausbildung zur Strahlenschutz-Fachkraft vorausgesetzt.

Strahlenschutz-Fachkraft: Von ihr wird ein selbständiges Arbeiten vor Ort erwartet. Sie muss festgelegte Strahlenschutzmassnahmen selbständig durchführen, die nötigen Schutzmittel

kennen und einsetzen können, Messungen korrekt durchführen und interpretieren sowie mit dem überwachten Personal zusammenarbeiten können.

Strahlenschutz-Techniker: Neben der in [3] geforderten Fachausbildung werden zusätzlich Führungsqualitäten verlangt. Er muss fähig sein, ihm unterstelltes Strahlenschutzpersonal zu führen, Strahlenschutzplanungen für grössere Arbeiten selbständig aufzustellen, das überwachte Personal über erforderliche Strahlenschutz-Massnahmen zu instruieren, sowie - im Bedarfsfall - in kritischen Situationen rasch die nötigen Entscheide zu treffen. Eine entsprechende Auswahl und Förderung muss stattfinden.

Strahlenschutz-Sachverständiger: Er übernimmt in einer Kernanlage vom Betreiber den Auftrag, für einen gesetzeskonformen Strahlenschutz zu sorgen. Die Strahlenschutz-Sachverständigen stehen an oberster Stelle in der Hierarchie des Strahlenschutzpersonals in einer Kernanlage.

Gemäss diesen Anforderungsprofilen gestalten sich der Inhalt, die Gewichtung des Unterrichtsstoffes und Länge der entsprechenden Kurse.

5.2 Der Ausbildungskurs für Strahlenschutz-Fachkräfte

Dieser längste Kurs an unserer Schule (14 Wochen) setzt ein mehrmonatiges Arbeiten in einer Kernanlage und den absolvierten Strahlenschutz für Assistenten voraus. Gegliedert wird der Kurs in die drei Blöcke:
Theorie (1. - 8. Woche):

- Mathematik
- Strahlensphysik
- Strahlenbiologie
- Gesetze
- Messtechnik
- Praktischer Strahlenschutz
- Dosimetrie
- Systeme und Abläufe

Praxis (9. - 12. Woche):

- Handhabung von Messgeräten
- Quellensuche
- Umgang mit Kontaminationen
- Einsatz von Schutzmitteln
- Strahlenschutzplanung

Repetition und Schlussprüfungen (13. - 14. Woche).

Die Prüfungen umfassen einen schriftlichen, einen mündlichen und einen praktischen Teil.

Die schriftlichen Prüfungen, die wöchentlich stattfinden, geben Auskunft über den momentanen Wissensstand des Kandidaten. Gestützt darauf entscheidet die Schule über einen eventuellen Kursabbruch. Die mündliche Prüfung findet am Schluss des Lehrganges statt. Sie findet vor der Prüfungskommission statt und dauert eine Stunde. Sie zeigt, ob die in der Strahlenschutz-Ausbildungsverordnung geforderten Kenntnisse vorhanden sind.

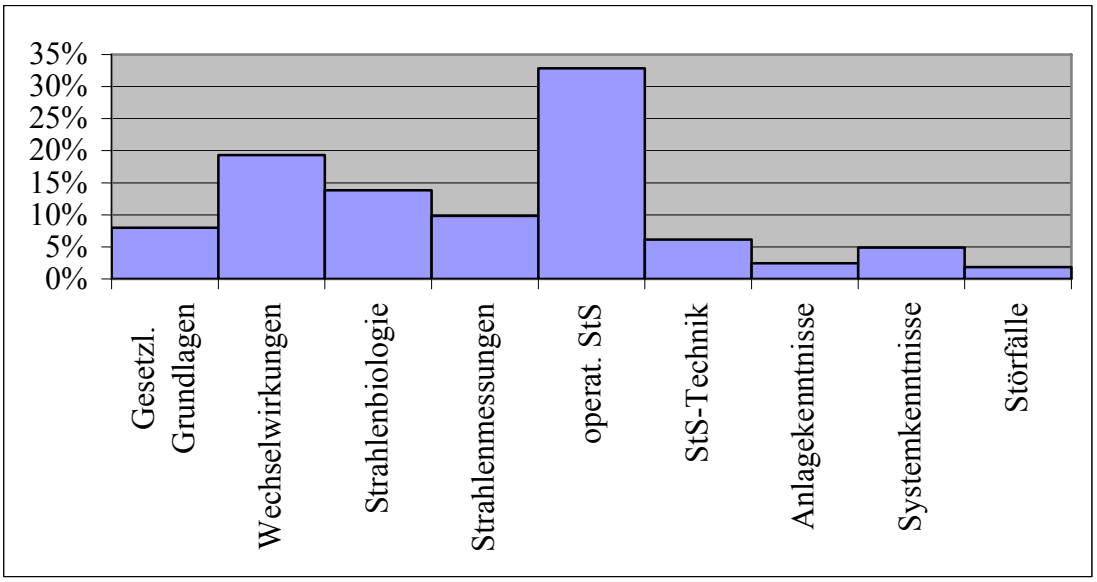


Abb. 2: Ausbildung zur Strahlenschutz-Fachkraft: Kursaufteilung in Unterrichtsmodule

Nach absolvierter mündlicher Prüfung folgt die praktische Prüfung (2 Stunden), ebenfalls vor der Prüfungskommission. Sie zeigt das Beherrschen im Umgang mit Messgeräte, Auffinden und Beurteilen von Strahlenquellen und Kontaminationen sowie den Einsatz von persönlichen Schutzmitteln, Abschrankungen und Abschirmungen. Schliesslich muss die Fachkraft ein Praktikum von mehreren Wochen in mindestens zwei verschiedenen Anlagen absolvieren um das Zertifikat zu erlangen.

Abb. 2 zeigt die prozentuelle Aufteilung in einzelne Unterrichtsmodule, wobei 100 % 550 Lektionen entspricht.

6 Schlussfolgerungen

Die Schule für Strahlenschutz erfüllt ihre gesetzlichen Anforderungen zur Erteilung von Strahlenschutzkursen in vielfältigster Weise. Die grosse Kursvielfalt richtet sich an verschiedenste Berufsgruppen und berücksichtigt dabei die gesetzlichen Anforderungen. Entlassen werden die Ausgebildeten in der Gewissheit, dass sie das Gelernte im beruflichen Alltag kompetent umsetzen können und somit die radiologische Sicherheit erhöhen.

7 Literatur

[1] Strahlenschutzgesetz (StSG), SR 814.50, vom 22. März 1991, Stand 28. Dezember 2004.
[2] Strahlenschutzverordnung (StSV), SR 814.501, vom 22. Juni 1994, Stand 1. Januar 2008.
[3] Strahlenschutz-Ausbildungsverordnung, SR 814.501.261, vom 15. September 1998, Stand 1. Januar 2008.
[4] HSK-R-37/d, Anerkennung von Strahlenschutz-Ausbildungen und -Fortbildungen im Aufsichtsbereich der HSK, Juli 2001.

AUSBILDUNG VON QUALIFIZIERTEM STRAHLENSCHUTZ-PERSONAL FÜR DEN EINSATZ IN KERNKRAFTWERKEN DER SCHWEIZ

TRAINING OF QUALIFIED RADIATION PROTECTION PERSONNEL FOR DUTY IN NUCLEAR POWER PLANTS IN SWITZERLAND

R. Schuh
Kernkraftwerk Mühleberg Ressort Strahlenschutz, BKW FMB Energie AG

Zusammenfassung

Für den ordnungsgemässen Betrieb eines Kernkraftwerkes ist ein Mindestbestand von ausgebildetem Personal wie Strahlenschutzfachkräfte, Strahlenschutztechniker und Strahlenschutzsachverständige erforderlich.

Der Einsatzbereich und die Entscheidungskompetenz innerhalb des Kernkraftwerkes sind abhängig von der absolvierten Ausbildung und decken sich so mit den Vorgaben der Strahlenschutzausbildungs-Verordnung und den Weisungen der Überwachungsbehörde (HSK) und bilden einen Teil der Anforderungen an die Ausbildung in Theorie und Praxis.

If a nuclear power plant is to operate properly, a minimum number of trained personnel are required – such as skilled employees, technicians and experts qualified in radiation protection.

The areas where staff are employed and their level of decision-making competence within the plant depend on the training given and thus correspond to the statutory provisions governing training in radiation protection and to the instructions issued by the supervisory body (the HSK: the main department for ensuring safety in nuclear power plants). They thus constitute part of the requirements made of theoretical and practical training.

1 Ausbildungskonzept

Die sachverständige Person muss vertieftes Wissen über die Strahlenschutzgesetzgebung sowie über die spezifischen Strahlenschutzaufgaben des jeweiligen Tätigkeitsbereiches nachweisen.

Der Strahlenschutzassistent dessen Ausbildung als Vorstufe zur Strahlenschutzfachkraft dient übernimmt nur Strahlenschutzaufgaben auf Anweisung eines im Strahlenschutz tätigen Vorgesetzten und hat nur eingeschränkte Weisungsbefugnis.

Die Strahlenschutzfachkraft muss die notwendigen Strahlenschutzmassnahmen in Eigenverantwortung festlegen, die dafür nötigen Schutzmittel einsetzen, Messungen korrekt durchführen und entsprechend interpretieren können.

Der Strahlenschutztechniker kann ihm unterstelltes Strahlenschutzpersonal führen, Strahlenschutzplanungen für strahlenschutzrelevante Arbeiten selbständig erarbeiten, die erforderliche Strahlenschutz-Massnahmen instruieren, sowie in kritischen Situationen rasch die nötigen Entscheide zu treffen.

Der grosse Teil der theoretischen Ausbildung wird an externen Ausbildungsstätten absolviert. Für die praktische Ausbildung ist in erster Linie der Arbeitgeber verantwortlich.

1.1 Praxisausbildung

Die Strahlenschutzsachverständigen absolvieren eine von der HSK anerkannte Ausbildung und werden innerhalb des Strahlenschutzes in verschiedenen Fachgruppen in der Praxis ausgebildet.

Die Strahlenschutztechniker absolvieren Ihre Ausbildung in den anerkannten Strahlenschutzkursen der Schule für Strahlenschutz des Paul Scherrer Instituts. Die Praxisausbildung findet im gleichen Rahmen wie die der Strahlenschutzfachkräfte statt, zusätzlich werden sie für die in der Strahlenschutzausbildungs-Verordnung geforderten Führungsaufgaben geschult.

Weitere Voraussetzung für die Anerkennung sind eine einjährige Erfahrung im Strahlenschutz des Kernkraftwerks, in dem die sachverständige Person eingesetzt wird, der Nachweis der notwendigen Kenntnisse in der schweizerischen Strahlenschutzgesetzgebung sowie Praktikaaufenthalte in weiteren Kernanlagen von jeweils zwei Wochen.

Des Weiteren wird eine zusätzliche Ausbildung in verschiedenen Bereichen des Strahlenschutzes und der Betriebsschicht durchgeführt.

2 Ausbildungsbezogener Einsatz im Kernkraftwerk

Die Strahlenschutzverantwortung des Bewilligungsinhabers ist an einen „verantwortlichen Strahlenschutz-Sachverständigen“ delegiert, der direkten Zugang zum Kernkraftwerksleiter hat. Er wird durch weitere Strahlenschutzsachverständige unterstützt.

Wie aus der Abbildung 1 ersichtlich ist, übernimmt der Strahlenschutztechniker die Leitungsfunktion der Fachgruppen, welche im direkten Zusammenhang mit Überwachungsfunktionen vor Ort stehen sowie eine der anspruchsvollen Tätigkeiten in der Dosimetrie oder der Messtechnik. Im Gegensatz zur Strahlenschutzfachkraft muss ein Strahlenschutztechniker in der Lage sein eine Strahlenschutzplanung z.B. für Jobs mit einer Kollektivdosis von grösser 20 mSv auszuarbeiten.

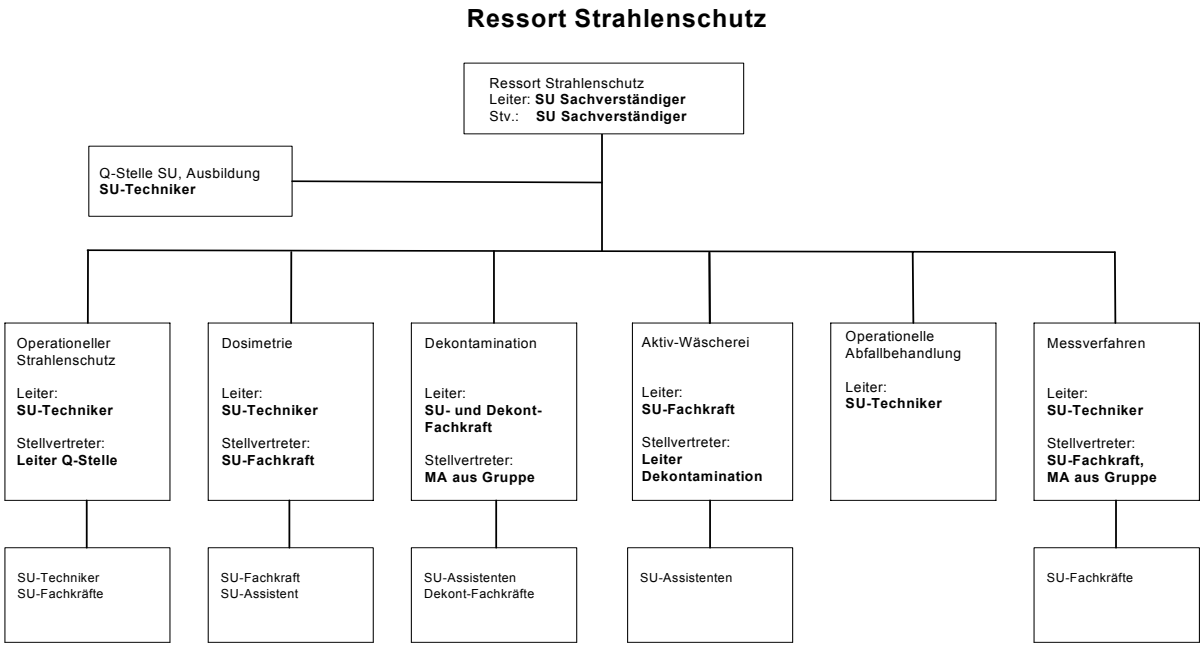


Abb. 1: Funktionsorganigramm einer Strahlenschutzorganisation

Entsprechend den Ausbildungsstufen sind die Kompetenzen für die Endscheidungen im Strahlenschutz festgelegt. So darf eine Strahlenschutzfachkraft oder ein Strahlenschutztechniker einen Einsatz in Eigenverantwortung leiten, bei deren Tätigkeiten bestimmte Individualdosislimite der vor Ort beteiligten Personen unterschritten werden.

Bei Arbeiten, welche mit einer Dosis in der Nähe des Jahresgrenzwertes liegen, ist die Kompetenz der Entscheidung über die Durchführung der Arbeiten gemeinsam beim Strahlenschutzsachverständigen mit dem Kraftwerksleiter.

Eine ausserhalb der Schweizer Gesetzgebung erworbene Strahlenschutzausbildung wird von der zuständigen Aufsichtsbehörde anerkannt, wenn die Ausbildung den Anforderungen der Strahlenschutzverordnung entspricht und die notwendigen Kenntnisse in der schweizerischen Strahlenschutzgesetzgebung nachgewiesen werden. Dies ist besonders für den Einsatz von Verstärkungspersonal im Strahlenschutz während der Revision wichtig. Die angesprochene, der Ausbildung entsprechende Kompetenz, wird auch hier an das Verstärkungspersonal weitergegeben.

Diese ausbildungsbezogene Kompetenz gilt auch für Freimessungen oder Radioaktiv-Transporte.

2.1 Dosiskompetenzen

Auszug aus der Weisung, in der die Dosiskompetenzen festgelegt sind:

> „Unter **normalen Betriebsbedingungen** sind für die Genehmigung von Einzeldosen pro Arbeitseinsatz zuständig:
>
> - bis 2 mSv Strahlenschutzfachkraft
> - bis 5 mSv Strahlenschutztechniker, Schichtleiter
> - bis 20 mSv Kraftwerksleiter und Leiter Strahlenschutz gemeinsam (schriftliche Genehmigung)
>
> Die bisher akkumulierte Gesamtdosis ist bei der Genehmigung stets zu berücksichtigen."

3 Schlussfolgerungen

Dieses Verfahren, welches seit 1995 mit der neuen Strahlenschutzverordnung, der Strahlenschutzausbildungs-Verordnung (1999) und den Weisungen der Überwachungsbehörde (HSK) geregelt ist, hat sich in der Praxis der Kernkraftwerke bewährt und letztendlich zu einem international anerkannten Strahlenschutz verholfen.

Das nach dem jeweiligen Ausbildungsstand eingestufte Konzept der Kompetenzen fördert die Motivation der im Strahlenschutz eingesetzten Personen und unterstützt die Optimierung der Tätigkeiten im Strahlenfeld.

Die praxisnahe Ausbildung in mehreren Stufen (Assistent, Fachkraft, Techniker) erhält die Motivation der Berufseinsteiger im Strahlenschutz.

4 Literatur

[1] Strahlenschutzgesetz (StSG), SR 814.50, vom 22. März 1991, Stand 28. Dezember 2004.
[2] Strahlenschutzverordnung (StSV), SR 814.501, vom 22. Juni 1994, Stand 1. Januar 2008.
[3] Strahlenschutz-Ausbildungsverordnung, SR 814.501.261, vom 15. September 1998, Stand 1. Januar 2008.
[4] HSK-R-37/d, Anerkennung von Strahlenschutz-Ausbildungen und -Fortbildungen im Aufsichtsbereich der HSK, Juli 2001.

PRAKTISCHE AUSBILDUNG ZUR STRAHLENSCHUTZFACHKRAFT IM KERNKRAFTWERK BIBLIS

TRAINING OF RP-TECHNICIANS (STRAHLENSCHUTZFACHKRAFT) IN BIBLIS NPP

M. Baschnagel
Abteilung Strahlenschutz, RWE Power AG, Kraftwerk Biblis

Zusammenfassung

Mit Beginn des kommerziellen Betriebs von Kernkraftwerken Anfang der 1970er-Jahre erkannte man, dass für den Bereich des praktischen Strahlenschutzes kein nach einem einheitlichen Konzept ausgebildetes Fachpersonal verfügbar war. Insbesondere bei Kernkraftwerksrevisionen bestand der Bedarf, zusätzliche Fachkräfte für die Strahlenschutzüberwachung der Arbeiten im Kontrollbereich zu rekrutieren. Zur Unterstützung der Strahlenschutzabteilungen hatten sich die in den Kernkraftwerken tätigen Montagefirmen, die im Wesentlichen im Stahl- und Rohrleitungsbaubereich tätig waren, bereits auf dieses Segment eingerichtet. Mit ihnen zusammen und den etablierten Schulungseinrichtungen wurde ein neues Berufsbild erarbeitet.

Im Jahr 1982 wurde zusammen mit der IHK Aachen ein qualifizierender Berufsabschluss Strahlenschutzfachkraft(IHK) etabliert. Voraussetzung für die Zulassung zur Prüfung ist i.d.R. ein erfolgreich abgeschlossener Ausbildungsberuf und mind. drei Jahre Berufspraxis, wovon ein Jahr einschlägige Tätigkeit im Strahlenschutz abgeleistet wurde. Die Prüfung ist aufgeteilt in einen schriftlichen, einen mündlichen und einen praktischen Teil. Das Kraftwerk Biblis beteiligt sich seit den Anfängen an der Ausbildung der Strahlenschutzfachkräfte, insbesondere was den praktischen Teil der Ausbildung angeht.

Die erste praktische Prüfung fand im Jahre 1983 im Kernkraftwerk Biblis mit 30 Prüflingen statt. Seither fanden jedes Jahr Prüfungen an verschiedenen Kernkraftwerksstandorten mit bisher insgesamt 1267 Prüflingen statt. Das Berufsbild der Strahlenschutzfachkraft(IHK) besteht nun seit 25 Jahren und ist aus der Strahlenschutzüberwachung im kerntechnischen Bereich nicht mehr wegzudenken. Die praktische Ausbildung im Kraftwerk vermittelt den Mitarbeitern alle notwendigen Kenntnisse, die sie zur Erfüllung der zukünftigen Aufgaben benötigen.

Neben einer Vielzahl von Mitarbeitern von Servicefirmen, die im Kraftwerk Biblis ihre praktische Ausbildung genossen haben und erste Berufserfahrung sammeln konnten, hat das Kraftwerk Biblis auch 13 eigene Mitarbeiter, die aus handwerklichen Berufsbereichen kamen, ausgebildet und zum erfolgreichen Ablegen der Prüfung vor der IHK Aachen geführt.
Der Ausbildungsbedarf ist weiterhin hoch, insbesondere zur Bewältigung des Generationswechsels beim Personal in Kernkraftwerken und bei Servicefirmen.

When the nuclear power plants began their commercial operation in the early 1970-ties the companies became aware that there was a lack of well trained RP-Specialists. In particular during outages RP technicians for supervising the work performance in controlled areas were needed. The contractors who faced this lack of qualified RP-Technicians first were the companies which supplied the nuclear power industry with piping. They employed craftsmen with technical background in designing and building nuclear power plants. Together with Schools and Training Centres a new Qualification named Strahlenschutzfachkraft came into place.

In 1982 the Indurtrie- und Handelskammer (IHK) Aachen established the certified Qualification named Strahlenschutzfachkraft(IHK). Mandatory for a candidate for passing the examination is a Certificate about vocational training. It is also necessary, that the candidate has been working on his job for 3 years at minimum within one year in the area of Radiation Protection. The Examination is divided into three parts: written test, practical performance and audible test. Since the beginning Biblis NPP has been participating in training of candidates for Strahlenschutzfachkraft especially according to the practical training.

The first examination in practical performance with 30 Participants took place in 1983 in Biblis NPP. Since than every year examinations have been performed with 1267 Participants in total. The certified qualification Strahlenschutzfachkraft(IHK) does exist now for more than 25 years and the nuclear industry would do hard without it.

The practical training in nuclear power plants skills the candidates for their future duties.
Among a lot of contractor personnel who went through the practical training in Biblis NPP during the last decades 13 members of Biblis staff passed successfully the examination at IHK Aachen. Their professional background was: electrical and mechanical craftsmen and some Persons from decontaminations staff. The necessity in further training still exists to face the personnel change caused by retirement.

1 Das Berufsbild der Strahlenschutzfachkraft (IHK)

Die Strahlenschutzfachkräfte sind i.d.R. Mitarbeiter der Abteilung Strahlenschutz, Eigenpersonal oder in die Anlage entsendete Mitarbeiter von Personalleasingfirmen und werden auf Anweisung des Strahlenschutzbeauftragten tätig. Ihnen können Aufgaben des Strahlenschutzbeauftragten übertragen werden. Beispielhaft seien genannt:

- Einrichten und Aufheben von Sperrbereichen
- Überwachen von Tätigkeiten in Kontroll- und Sperrbereichen
- Festlegen von Strahlenschutzmaßnahmen bei Instandhaltungstätigkeiten
- Tätigkeitsbezogene Unterweisungen am Arbeitsplatz
- Durchführen von radiologischen Messaufgaben zur Erfüllung der Anforderungen hinsichtlich der Anlagen- und Umgebungsüberwachung
- Kontaminationsmessungen zur Beurteilung einer Herausgabe von Gegenständen aus dem Kontrollbereich
- Durchführen von wiederkehrenden Prüfungen an radiologischen Messgeräten und Einrichtungen der anlagenbezogenen Strahlungsinstrumentierung

Das Berufsbild der Strahlenschutzfachkraft(IHK) ist kein Ausbildungsberuf. Die Qualifikation wird im Rahmen einer Weiterbildungsprüfung vor der IHK Aachen erworben. Mitarbeiter von Kernkraftwerken, Forschungseinrichtung, Entsorgungs- oder Personaldienstleistungsunternehmen, die eine Qualifizierung zur Strahlenschutzfachkraft anstreben, müssen gem. Prüfungsordnung der IHK Aachen [1] folgende Voraussetzungen erfüllen:

- Eine mit Erfolg abgelegte Abschlussprüfung in einem anerkannten Ausbildungsberuf.
- Danach eine mind. dreijährige Berufspraxis,
- wovon mind. ein Jahr im Strahlenschutz abgeleistet wurde.
- Wenn keine abgeschlossene Berufsausbildung vorliegt, alternativ min. eine achtjährige Berufspraxis, wovon mind. ein Jahr im Strahlenschutz abgeleistet wurde.

Der Einstieg in die berufliche Tätigkeit erfolgt in der Regel über die Qualifizierung zum Strahlenschutzwerker(VGB[1]). Hier werden in einer 9-wöchigen Ausbildung die theoretischen und praktischen Grundkenntnisse der Kenntnisstufe S3[2] vermittelt. Mit dieser Qualifizierung wird es den Personaldienstleistungsfirmen ermöglicht, die Mitarbeiter in Kernkraftwerken als Strahlenschutzmitarbeiter einzusetzen. In der sich anschließenden Beschäftigungsphase von mind. 12 Monaten im Strahlenschutz, die als Voraussetzung für die Zulassung zur Prüfung vor der IHK Aachen [1] verbindlich ist, müssen die neuen Strahlenschutzmitarbeiter durch angeleitete Einsätze in den verschiedenen Tätigkeitsfeldern des Strahlenschutzes weiterqualifiziert werden. In aller Regel wird den Mitarbeitern parallel eine Vertiefung ihrer theoretischen Kenntnisse durch den Besuch von Kursen zur Vorbereitung auf die schriftliche Prüfung ermöglicht. In der praktischen Prüfung, die in der Regel im Kontrollbereich eines Kernkraftwerks stattfindet, muss der Prüfling unter Beweis stellen, dass er die Anforderungen aus den vielfältigen Beschäftigungsfeldern im Strahlenschutz beherrscht. Die vorlaufende schriftliche Prüfung in den Fächern:

- Einfache mathematische und naturwissenschaftliche Grundlagen des praktischen Strahlenschutzes
- Kerntechnik
- Strahlenschutzbestimmungen
- Messtechnik
- Grundlagen des praktischen Strahlenschutzes

findet bei der IHK in Aachen statt. Abgerundet wird die Prüfung durch eine mündliche Prüfung in Arbeitssicherheit und einem vom Prüfungsausschuss festzulegendem weiteren Fach aus dem Bereich der schriftlichen Prüfungen, die im Anschluss an die praktische Prüfung am Ort der praktischen Prüfung abgenommen wird.

2 Ausbildungsbedarf

In einer Marktanalyse[3] von RWE Power unter 20 Anbietern von Strahlenschutz-Leasing-Personal wurden in 2007 folgende Zahlen zum aktuellen Stand der Personalstärke am Markt ermittelt:

Strahlenschutzwerker(VGB):	198
Strahlenschutzwerker in Ausbildung:	60
Strahlenschutzfachkräfte(IHK):	251
Summe:	509

Zur Strahlenschutzfachkraftprüfung zugelassen wurden bisher 844 Prüflinge. Zusammen mit den Wiederholungsprüfungen fanden damit bis Ende 2007 1267 Prüfungen statt. Aus diesen Prüfungen gingen 582 Strahlenschutzfachkräften(IHK) mit erfolgreich abgelegter Prüfung hervor. Von diesen stehen nach unserer Recherche aktuell nur ca. 251 Mitarbeiter für den Strahlenschutzmarkt zur Verfügung. Die restlichen Strahlenschutzfachkräfte sind entweder schon in Rente oder auf Grund ihrer aktuellen Tätigkeit z.B. direkt als Mitarbeiter eines Kernkraftwerks nicht für Personalleasing verfügbar. Weitere 198 Mitarbeiter werden als

[1] VGB PowerTech e.V., Empfehlung: Mindestanforderungen an die Ausbildung zum Strahlenschutzwerker (www.vgb.org)
[2] Kenntnisse Stufe S3 gem. BMU-Richtlinie über die Gewährleistung der notwendigen Kenntnisse der beim Betrieb von Kernkraftwerken sonst tätigen Personen, GMBl 2001, S. 153
[3] Diese Analyse erhebt nicht den Anspruch auf Vollständigkeit

Strahlenschutzwerker(VGB) tätig, wovon einige sich auf die Strahlenschutzfachkraftprüfung vorbereiten, und 60 Mitarbeiter befinden sich aktuell in einer Ausbildung mit dem ersten Etappenziel Strahlenschutzwerker(VGB). Neben dem Bedarf an weiteren Strahlenschutzfachkräften bei den Personaldienstleistungsunternehmen zur Deckung der Nachfrage für Kernkraftwerksrevisionen, Abfallkonditionierung, Rückbau- und Sanierungsprojekten besteht auch für die Kernkraftwerke selbst die Notwendigkeit im Zuge des Generationswechsels neue Mitarbeiter im Strahlenschutz auszubilden.

3 Schwerpunkte der praktischen Ausbildung

3.1 Allgemeines

Die Vermittlung der praktischen Kenntnisse an die Strahlenschutzmitarbeiter zur Vorbereitung auf die Prüfung vor der IHK Aachen findet in der Regel in den Kontrollbereichen von Forschungszentren (z.B. FZK, FZJ) und Kernkraftwerken statt. So beteiligt sich auch das Kraftwerk Biblis seit der Einführung des Berufsbildes Strahlenschutzfachkraft(IHK) an der praktischen Ausbildung. Neben 13 eigenen Mitarbeitern, die bisher erfolgreich die Prüfung abgelegt haben, wurde auch eine Vielzahl von Fremdfirmen-Strahlenschutzmitarbeitern auf die Prüfung vorbereitet. Im Rahmen von gelenkten Einsätzen wird den Auszubildenden sukzessive die Fertigkeit hinsichtlich der Messtechnik, Festlegung von spezifischen Strahlenschutzmaßnahmen und Anlagen- und Personenüberwachung vermittelt. Bevor die Mitarbeiter eigenständig zu Strahlenschutzüberwachungsaufgaben eingesetzt werden, wird anhand eines Kolloquiums der Kenntnisstand überprüft. Äußeres Zeichen der in Biblis mit Überwachungsaufgaben betrauten Strahlenschutzmitarbeiter ist der grüne Kontrollbereichsoverall (siehe Abb. 1) – im Gegensatz zu dem für das übrige Personal üblichen orange farbigen Overall.

Die praktische Ausbildung soll die Mitarbeiter in die Lage versetzten, eigenständige Entscheidungen zu treffen hinsichtlich anzuwendender technischer Strahlenschutzmaßnahmen und der anzuordnenden persönlichen Schutzausrüstung. Hierfür ist eine fundierte Ausbildung zur Bewältigung der Messaufgaben erforderlich. Den Mitarbeitern muss auch die Auswahl der zur Verfügung stehenden Strahlenschutzhilfsmittel, Anwendung zusätzlicher Dosimeter, Abschirmwirkung unterschiedlicher Abschirmhilfsmittel im praktischen Einsatz vermittelt werden. Ein weiterer wichtiger Aspekt der praktischen Ausbildung ist die Vermittlung der Aufgabenstellung, anderen Mitarbeitern den angemessenen Schutz vor unnötiger Strahlenexposition und Kontamination zu bieten. Letztlich geht es bei der Aufgabenstellung des Strahlenschutzes auch darum, den Gesundheitsschutz der Beschäftigten zu wahren.

3.2 Messtechnische Fertigkeiten

In Ergänzung zur theoretischen Kenntnisvermittlung der Kernstrahlungsmesstechnik im Rahmen von Strahlenschutzkursen besteht ein Schwerpunkt der praktischen Ausbildung darin, das für die Messaufgabe richtige Messverfahren anzuwenden und das geeignete, der zur Verfügung stehenden Messgeräte, auszuwählen. Inhalte der Kenntnisvermittlung sind dabei:

- Durchführen von Kontaminationskontrollen:
  Direktmessung oder indirekte Messung mittels Wischtest.
  Zu beachtende Fläche und Geometrie des auszumessenden Objekts.
  Berechnung der Kontamination anhand der Impulsrate in Verbindung mit Wirkungsgrad, Entnahmefaktor, Fläche.
- Durchführen von Messungen zur Bestimmung der Raumluftaktivitätskonzentration:
  Einsatz von Luftprobensammlern zur Bestimmung der Jod- und Aerosolaktivitätskonzentration und anschließende Auswertung der bestaubten Filter anhand der Impulsrate eines Großflächenzählers für α- und β-Strahlungsmessung und der Parameter Luftdurchsatz und Wirkungsgrad.
  Einsatz von Edelgas-, Tritium-, und Aerosolmonitore.
- Nuklidanalysen anhand der Auswertung von Proben, Filtern oder Wischtests auf einem Messplatz mit Halbleiterdetektor. Korrekte Probenahme und Auswahl der richtigen Geometrie, Interpretation der Spektren. Bestimmen des Nuklidvektors.
- Einsatz von Ortsdosisleistungsmessgeräten zur Kontrolle der Ortsdosisleistung an Systemkomponenten und an Arbeitsplätzen, im Wesentlichen zur Bestimmung der Gamma- und Neutronendosisleistung.

3.3 Personenbezogene Strahlenschutzmaßnahmen

Bestandteile der praktischen Ausbildung in personenbezogenen Strahlenschutzmaßnahmen sind im Wesentlichen:

- Überwachen von Arbeiten in Kontrollbereichen und Sperrbereichen:
  Umsetzung der Überwachung der Einhaltung der Personendosisgrenzwerte; Festlegen von Aufenthaltszeiten; Bewertung, ob vorlaufende Strahlenschutzmaßnahmen wie Abschirmung oder Dekontamination erforderlich sind;
  Festlegen der erforderlichen persönlichen Schutzausrüstung in Bezug auf die vorgefundenen radiologischen Bedingungen am Arbeitsplatz hinsichtlich Kontamination und Luftgetragener Aktivität.
- Auswahl und An-/Ablegen von Schutzkleidung und Atemschutzmaßnahmen:
  Im Rahmen der Praktischen Ausbildung wird auch intensiv das korrekte An- und Ablegen der persönlichen Schutzausrüstung trainiert. Neben der Betreuung des überwachten Personals wird auch die Notwendigkeit des Eigenschutzes unterstrichen.
- Durchführen von Personenkontaminationsüberprüfung und erforderlichenfalls Personendekontamination:
  Die Anwendung der routinemäßig zur Verfügung stehenden Personendekontaminationsmöglichkeiten werden geübt, die Bewertung der Restkontamination und das ggf. erforderliche Hinzuziehen eines ermächtigten Arztes werden vermittelt.

3.4 Technischer Strahlenschutz

Zu den Inhalten der Kenntnisvermittlung im technischen Strahlenschutz zählen:

- Kennen lernen der Anlagenbedingungen und des radiologischen Potentials von Räumen und Komponenten:
  - welche Räume sind als Sperrbereiche eingerichtet?
  - welche Systeme sind als aktivitätsführend eingestuft?

- welche Komponenten sind potentielle Quellen für Aktivitätsfreisetzungen in die Luft beim Öffnen?

- Einrichten von Kontaminationszonen:
  Beachten der Vorgaben zur Vermeidung einer Kontaminationsverschleppung.
  Aufbau einer Schuhwechselzone, Bereitstellen der persönlichen Schutzausrüstung, Beschilderung, Sicherstellen der Kontaminationsüberwachung.
- Bemessen und Errichten von temporären Abschirmungen:
  Abschätzen der Abschirmdicke auf Basis der vorherrschenden Dosisleistung und dem angestrebten Zielwert.
  Vorgabe von Abmessungen der Gerüst-/Abschirmkonstruktion für temporäre Abschirmung an die ausführenden Gerüstbauer.
  Aufbau von Abschirmungen.
- Ausmessen von Abfallgebinden zur Vorbereitung der Abfalldokumentation:
  Durchführen von Kontaminations- und Dosisleistungsmessungen an Abfallgebinden für die Abfallgebindedokumentation.
- Abfertigen von Gefahrguttransporten beim Versand von radioaktiven Stoffen:
  Durchführen von Kontaminations- und Dosisleistungsmessungen an radioaktiven Stoffen (Gefahrgut i.S. der GGVSE Klasse 7) zur Einstufung nach ADR/RID in die korrekte UN-Nummer und an Versandstücken zur Überprüfung der Einhaltung der transportrelevanten Grenzwerte.
- Erstellen von Protokollen zur Erfüllung der Dokumentation gem. StrlSchV.

Abb. 1: Eine Strahlenschutzfachkraft(IHK) bei Routinemessungen

4 Beispiel eines Ausbildungsprogramms für eine zukünftige Strahlenschutzfachkraft(IHK) in Biblis

Zeitraum	Bereich	Schwerpunkte	Erledigungsvermerk
01.01.-04.01.08	DS	Erledigung der Einstellungsformalitäten, Verschaffung erster Orts- und Organisationskenntnisse	
07.01.-11.01.08	PZ	Teilnahme am PZ-Einführungskurs für neue Mitarbeiter	
14.01.-29.02.08	DS12	Strahlenschutz Block B: Kennen lernen des Routineprogramms Strahlenschutz, Erlangung von Raum- und Systemkenntnissen Bl. B, Durchführen von ODL-Messungen, Aerosol- und Wischtestprobenahmen und deren Auswertung, Kennen lernen der Arbeitsabläufe im Betriebsführungssystem und der Personen- und Auftragsdosimetrie, Umsetzung DS-interner Anweisungen zum Blockstrahlenschutz erarbeiten	
21.01.-01.02.08	extern	FTU: Erwerb der Strahlenschutz-Fachkunde S3	
03.03.-28.03.08	DS21	Gerätekontrolle: Kennen lernen aller im KW Biblis eingesetzten Strahlenmessgeräte und stationären Messstellen, Plateauaufnahme eines Zählrohrs, Festlegen des Arbeitspunktes, Bestimmen der Ausbeute und Errechnen des Kalibrierfaktors, Teilnahme an PHB- Prüfungen, DS interne Anweisungen zur Gerätekontrolle	
31.03.-18.04.08	DS4	Entsorgung: Abfallsortierung und Vorkonditionierung, Erstellen von Messprotokollen über Abfallgebinde, Vorbereitung und Durchführung von Abfalltransporten, Routine LAW-Lager, LAW-Lager Genehmigung, DS-interne Anweisungen des Arbeitsgebietes	
21.04. – 11.06.08	PZ	DWR-Einführungskurs	
12.06. – 27.06.08	DS 23	Dosimetrie: Kennen lernen des Personendosimetrie-Programms, Einsatz verschiedener Dosimetertypen, Fremdpersonalannahme, Führen des Strahlenpasses, Dosisgrenzwerte für Personendosis und Teilkörperdosen nach Strahlenschutzverordnung und Festlegung der internen Dosisvorgaben, Inkorporationskontrolle, Body-Counter (Kalibrierung und Messung) DS-interne Anweisungen zur Personendosimetrie	
Juli/Aug. nach Absprache	DS22	Emission/Immission: Routineprogramm Umgebungsüberwachung und Bilanzierung von Emissionen, Probenahme, -aufbereitung und -auswertung im Low-Level-Labor, Kennen lernen der nuklidspezifischen Auswertung mit Peaksuche und Bewertung, Messplatzkalibrierung, REI, Berichtswesen, DS-interne Anweisungen zu Emi/Immi	
ab Juli 08	DS 11	Strahlenschutz Block A: Vertiefen der Strahlenschutzpraxis durch sukzessive Übernahme von Strahlenschutzüberwachungsaufgaben.	
Parallel	Extern	Prüfungsvorbereitung für die schrifliche Prüfung durch Teilnahme an einem Fernkurs bei der IHK Nordschwarzwald	
Dez. 2008		Schriftliche Prüfung vor der IHK Aachen	
März 2009		Praktische Prüfung	

5 Schlussfolgerungen

Die fundierte Qualifizierung der Strahlenschutzfachkräfte in Verbindung mit einer anspruchsvollen Prüfung vor der IHK Aachen haben dafür gesorgt, dass sich das Berufsbild der Strahlenschutzfachkraft(IHK) im kerntechnischen Bereich etabliert hat. Die Nachfrage nach qualifizierten Fachkräften im Strahlenschutz ist nach wie vor hoch. Der Bedarf an Ausbildung wird in den nächsten Jahren bedingt durch den Altersdurchschnitt und durch zusätzliche Betätigungsfelder im Rückbau von kerntechnischen Einrichtung eher steigen.
Das unterstreicht die Notwendigkeit, den Weg der Ausbildung von Strahlenschutzfachkräften weiter zu beschreiten. Dazu bedarf es auch weiterhin der Zusammenarbeit der Personalleasingfirmen, der Kursstätten, der Kernkraftwerke und Forschungseinrichtungen und der IHK Aachen.

6 Danksagung

Dieser Bericht entstand mit Unterstützung durch die IHK Aachen und dem langjährigen Prüfungsausschussmitglied Herrn Wolfgang Heinze.

7 Literatur

[1] Industrie- und Handelskammer Aachen, Rechtsvorschriften für die Fortbildungsprüfung zur „Strahlenschutzfachkraft“

DIE PRAKTISCHE AUSBILDUNG EINES STUDENTEN DER BERUFSAKADEMIE AM BEISPIEL DES KERNKRAFTWERKES PHILIPPSBURG

STUDYING IN THE DUAL SYSTEM OF BERUFSAKADEMIE ("UNIVERSITY OF CO-OPERATIVE EDUCATION"): PRACTICAL WORK TERMS IN RADIATION PROTECTION EXEMPLIFIED FOR A STUDENT OF THE NUCLEAR POWER PLANT PHILIPPSBURG

D. Steinel
EnBW Kernkraft GmbH, Kernkraftwerk Philippsburg

Zusammenfassung

Das duale System der Berufsakademien bietet den Studierenden schon in der Ausbildung ein sehr hohes Maß an praktischer Erfahrung in ihrem zukünftigen Tätigkeitsfeld.

In den betrieblichen Praxisphasen werden alle Bereiche des Strahlenschutzes besucht und ein Gesamtbild des Aufgabenbereiches vermittelt. Die Studenten beginnen frühzeitig mit der Ausübung von bestimmten Tätigkeiten und Aufgaben, die sich im Verlauf der Studienzeit stetig steigern.

Die wechselnden Ausbildungsbereiche ermöglichen die Erarbeitung eines persönlichen Netzwerkes auch über die Grenzen des Strahlenschutzes hinaus. Ebenso sind die Betriebsorganisation und die betrieblichen Abläufe bekannt.

Am Ende der Ausbildung steht ein motivierter Mitarbeiter mit einem breiten Spektrum an Fachwissen zum sofortigen Einsatz bereit.

The dual system of studying at Berufsakademie ("University of Cooperative Education") offers a high degree of practical work experience in the scope of activities the studies aim at.

In their practical work periods, students get a deeper insight into the various tasks and duties to be completed in a power plant. The aim of the students' practical work is learning by doing. The field of responsibilities and functions grows with the level of knowledge acquired during the course of studies.

The continuous change of workgroups and activities offers students an insight into his own field of work concerning radiation protection as well as the work flow of power plants in general.

After having finished academic studies, the former student is a fully acknowledged team member who is able to take up his work immediately.

1 Einleitung

Das duale System der Ausbildung an der Berufsakademie ist ein wesentlicher Punkt für die Betreiber von kerntechnischen Anlagen, jungen Menschen die Möglichkeit eines solchen Studiums zu bieten.

Gegliedert ist das Studium in 6 Semester, die zu je 50 % aus Theorie- und Praxisphasen bestehen. In diesen Praxisphasen kann der Student das erlernte theoretische Wissen sofort anwenden und es entsteht somit von Beginn an eine enge Bindung zum ausbildenden Betrieb und zu den betreuenden Personen.

Im Folgenden wird am Beispiel des Kernkraftwerkes Philippsburg der zeitliche und inhaltliche Ablauf der praktischen Ausbildung der angehenden Diplom-Ingenieure (BA) bzw. Bachelors of Science aufgezeigt. Hierbei wird besonderer Wert auf den fortschreitenden Erwerb von Fachkompetenzen in der gesamten Bandbreite des Tätigkeitsfeldes „Strahlenschutz“ gelegt.

2 Praxisphasen

Insgesamt sind für die Studienzeit 6 Praxissemester (Praxisphasen) eingeplant. Diese sind so gelegt, dass der Studierende die Anlagen sowohl im Normalbetrieb als auch im Stillstandsbetrieb erfahren kann. Für die Durchführung dieser Phasen wurde ein Programm erstellt, das alle Aufgabenfelder im Bereich Strahlenschutz abdeckt.
Das Programm stellt allerdings nur die Inhalte dar. Auf eine zeitliche Fixierung der einzelnen Programmpunkte wurde bewusst verzichtet, damit sowohl für den Studierenden als auch für den Betrieb genügend Flexibilität gewahrt bleibt und auf kurzfristige Änderungen (Anlagenzustände, unvorhergesehene Tätigkeiten, etc.) reagiert werden kann.

Begleitet wird die praktische Ausbildung durch Mitarbeiter mit mehrjähriger Betriebserfahrung auf dem Gebiet des Strahlenschutzes. In der Regel handelt es sich hierbei um Meister, Techniker und Ingenieure. Praktische Tätigkeiten der Studierenden werden zunächst nur unter Anleitung und Aufsicht dieser Mitarbeiter ausgeführt.

2.1 Phase 1 – erste Schritte

Die erste Praxisphase findet nach einer 3-wöchigen Einführung in der Berufsakademie gleich zu Beginn des Studiums statt und dauert ca. 11 Wochen. Sie dient als reine Orientierungsphase im Betrieb und hat folgende Schwerpunkte:

- Überblick über die Aufgabenbereiche des Strahlenschutzes in kerntechnischen Anlagen
- Kennenlernen der Betriebsorganisation
- Kennenlernen der Strahlenschutzorganisation
- Kennenlernen der Strahlenschutzbereiche
- Durchführung von Routineaufgaben (z.B. Dosisleistungs- und Kontaminationsmessungen)
- Einführung in die Strahlenmesstechnik (z.B. Routinefilterwechsel an festinstallierten Aerosolmesseinrichtungen

Nach Beendigung dieser Phase verfügt der Student über einen guten Überblick über die Aufgabenfelder im Bereich Strahlenschutz und kennt die personelle Betriebsorganisation ebenso wie die Organisation des Strahlenschutzes im Betrieb.

2.2 Phase 2 – ich weiß schon was

In diesem ca. 8-wöchigen Praktikum werden die Erfahrungen aus der 1. Phase aufgefrischt und gefestigt. Da sich der Zeitraum dieses Praxissemesters meistens mit einem geplanten Anlagenstillstand überschneidet, beziehen sich auch die Inhalte des für diesen Abschnitt vorgesehenen Programms im Wesentlichen auf die Aufgaben der Arbeitsvorbereitung und der Arbeitsüberwachung vor Ort. Unter anderem werden folgende Punkte vermittelt:

- Kennzeichnungssysteme (AKZ, KKS)
- Einrichtung und Ausstattung von Kontaminationszonen (Schuhzonenkonzept)
- Technische Hilfsmittel im Strahlenschutz (Masken u. Filter, Kontaminationsschutzanzüge)
- Strahlenschutztechnische Arbeitsüberwachung vor Ort
- Messungen (Dosisleistung, Kontamination) an Materialien, Werkzeugen und radioaktiven Abfällen
- Verfolgung der Entsorgungspfade (sammeln, sortieren, verarbeiten)
- Dekontaminationsmethoden bei der Anlagendekontamination
- Allgemeine Revisionstätigkeiten

Nach dieser Phase kennt der Student den groben Ablauf einer Revision von der Planung der einzelnen Tätigkeiten bis zur Ausführung sowie der zugehörigen Qualitätssicherung und der Dokumentation. Zudem erfolgte ein erster Einblick in das Arbeitserlaubnisverfahren der Anlage.

2.3 Phase 3 – Strahlenschutz gibt es nicht nur im Kernkraftwerk

Die 3. Phase der praktischen Ausbildung dauert ca. 9 Wochen. Sie wird nur zum Teil im eigenen Betrieb ausgeführt. Der wesentlich größere Anteil (ca. 6 Wochen) findet in einer Klinik in Form eines medizinischen Praktikums statt. Ziel ist es, die Aufgaben und die Arbeitsweisen des Strahlenschutzes in den Bereichen Röntgendiagnostik, Nuklearmedizin und Strahlentherapie zu erkunden.

Dieses Praktikum wird von allen Studenten als äußerst interessant empfunden, da es einen Blick hinter die Kulissen ermöglicht. Dabei können zum Beispiel folgende Bereiche näher betrachtet werden:

- Untersuchungsmethoden in der Röntgendiagnostik
- Untersuchungsmethoden in der Nuklearmedizin
- Wirkung von Radiopharmaka
- Bestrahlungsplanung in der Strahlentherapie
- Qualitätssicherungsmaßnahmen
- Strahlenschutzmaßnahmen am Patienten
- Wiederkehrende Prüfungen der Bestrahlungseinrichtungen

Ein positiver Nebeneffekt ist, dass der Studierende durch die Erfahrungen, die er in diesem Praktikum gewinnen konnte, auch für die Mitarbeiter des Kernkraftwerkes als kompetenter Ansprechpartner zur Verfügung steht. Durch seine Kenntnisse der im Bereich der Nuklearmedizin verabreichten Radiopharmaka, der damit verbundenen Verweilzeiten im Körper und der daraus resultierenden Strahlenbelastungen ist er stets gefragt, wenn die Kontrollmessungen beim Verlassen der Anlage ansprechen und damit den Ausgang verhindern.

In nahezu all diesen Fällen handelt es sich um nuklearmedizinische Untersuchungen, die kurz zuvor an den Mitarbeitern vorgenommen wurden.

Die verbleibende Zeit der Praxisphase widmet sich der Strahlenmesstechnik. Die in der Berufsakademie erworbenen theoretischen Kenntnisse können direkt umgesetzt werden. Das Wissen um die Funktionsweisen der Strahlenmessgeräte ist vorhanden. Der praktische Teil bezieht sich deshalb hauptsächlich auf die Themen:

- Probenaufbereitung
- Gammaspektrometrie
- Messeinrichtungen zur Überwachung der Luftaktivität
- Direkte und indirekte Kontaminationsüberwachung

2.4 Phase 4 – Tätigkeiten in eigener Verantwortung

Die 4. Praxisphase mit einer Dauer von ca. 12 Wochen basiert auf der Anwendung des bisher Erlernten.

Ziel ist es, die bisher unter Anleitung durchgeführten Tätigkeiten eigenständig und in eigener Verantwortung durchzuführen. Vorausgesetzt wird hierbei die Kenntnis der betrieblichen Abläufe, der schriftlichen betrieblichen Regelungen für diesen Bereich und der betrieblichen Grenzwerte.

Zur Erweiterung des persönlichen Netzwerkes nimmt der Studierende für ca. 1 Woche am Schichtbetrieb der Betriebsmannschaft teil. Ebenso ist die Teilnahme an einem Einführungskurs in die Systemtechnik eines DWR oder eines SWR vorgesehen.

Weiterhin erfolgt in diesem Praxissemester der Einstieg in die Arbeitsvorbereitung (Strahlenschutzplanung). Dabei werden unter Verwendung von betrieblichen Datenbanken (Dosisleistungskataloge) und aus Erfahrungswerten (Dokumentationen im Arbeitsauftragssystem) Strahlenschutzmaßnahmen geplant und über das Arbeitsauftragsverfahren erfasst. Die Arbeiten werden nach Möglichkeit selbständig durchgeführt. Die Kontrolle der festgelegten Überwachungsmaßnahmen unterliegt dem Qualitätssicherungsverfahren.

2.5 Phase 5 – Was fehlt noch?

In der 5. Praxisphase mit einer Dauer von ca. 15 Wochen werden die Themen behandelt, die bisher noch nicht bearbeitet wurden. Es dreht sich hierbei zum großen Teil auch um administrative Angelegenheiten. So sind für diesen Zeitraum u. a. folgende Punkte vorgesehen:

- Dosimetrie und Zugangsordnung
- Whole-Body-Counter
- Freigabeverfahren
- Dosisabschätzungen nach der Richtlinie IWRS II
- Durchführung von Radioaktivtransporten (extern und intern)
- Dekontaminationsverfahren in der Dekontwerkstatt
- Behälterdekontamination

Während dieses Praktikums wird der Studierende auch an Besprechungen mit dem Gutachter und der Aufsichtsbehörde teilnehmen. Dies erfolgt sowohl um den Ablauf solcher Gespräche kennen zu lernen, als auch um den Bekanntheitsgrad des Studierenden intern und extern zu erweitern.

2.6 Phase 6 – Abrundung

Die 6. und letzte Phase der betrieblichen Ausbildung erstreckt sich über einen Zeitraum von ca. 13 Wochen. Hier erfolgt lediglich eine Vertiefung des bisher Erlernten. Der Studierende legt den Ablauf selbst fest. Es besteht die Möglichkeit alle Gebiete noch einmal zu besuchen, Unklarheiten auszuräumen oder bestimmte Aufgabenbereiche näher zu betrachten. Gleichzeitig erfolgt die Vorbereitung der Diplom- bzw. Abschlussarbeit.

Am Ende dieses Praktikums hat der Studierende alle Bereiche des Strahlenschutzes kennengelernt. Er versteht die Zusammenhänge der einzelnen Aufgabenbereiche, kennt die Schnittstellen und ist in der Lage Strahlenschutzmaßnahmen selbständig und umfassend festzulegen. Er ist mit den wichtigsten gesetzlichen Regelungen vertraut und kennt die daraus resultierenden schriftlichen betrieblichen Regelungen.

3. Berichte und Arbeiten

Der Studierende schreibt während seiner praktischen Ausbildung mehrere Projektarbeiten (Praxis- und Semesterarbeiten) und in der letzten betrieblichen Phase (ca. 16 Wochen) eine Diplom- bzw. Abschlussarbeit.

Die Themen zu diesen Arbeiten sind in der Regel Aufgabenstellungen aus der Praxis. Themen für die Semester- und die Diplomarbeit unterliegen der Genehmigungspflicht durch die Berufsakademie.

Die Betreuung dieser schriftlichen Ausfertigungen erfolgt durch hochqualifiziertes Personal in enger Zusammenarbeit mit der Fachschaft. Die Bewertung erfolgt durch einen unabhängigen Zweitkorrektor außerhalb des Ausbildungsbetriebes.

Auszug aus den bisher angefertigten Berichten und Arbeiten:

Betriebliche Projektarbeiten

- Inbetriebnahme und Kalibrierung einer Freimesskammer

- Nachweis des rechnerisch ermittelten Co-60-Äquivalents durch Messungen in der Freimesskammer
- Schnelle Dosisabschätzung gemäß dem Leitfaden für den Fachberater Strahlenschutz
- Funktionsbeschreibung der KKP Messstellen zur Qualitätssicherung der Datenübertragung in das System zur Kernreaktorfernüberwachung Baden-Württemberg (KFÜ)

Medizinische Praxisberichte

- Überprüfung der Zählratenstatistik an der Schilddrüsensonde der Klinik für Nuklearmedizin
- Vergleichsmessungen verschiedener Ionisationskammern mit dem Dosimeter UNIDOS
- Bestimmung des Polaritätskorrektionsfaktors K_p ausgewählter Ionisationskammern bei Photonenstrahlung

Diplomarbeiten

- Bestimmung des Tritiumgehaltes in der Raumluft des Sicherheitsbehälters eines Druckwasserreaktors zur Erfüllung der Anforderungen der Richtlinie für die physikalische Strahlenschutzkontrolle Teil 2 vom 12.01.2007.
- Vergleich des Ansprechverhaltens von Dosimetern verschiedener Hersteller in hoch- und niederenergetischen Gamma-Strahlungsfeldern – Erarbeitung von Empfehlungen für die Einführung eines neuen Dosimetersystems.

4. Vorteile für beide Seiten

Die Berufsakademie bietet durch das duale System eine Reihe von Vorteilen von denen sowohl der Studierende als auch der Ausbildungsbetrieb profitieren kann.

Für den Studierenden bedeutet dies:

- Ein kurzweiliges und abwechslungsreiches Studium
- Eine fundierte Ausbildung mit der Möglichkeit frühzeitig Kompetenzen zu erwerben
- Der Aufbau von praxisorientiertem Fachwissen
- Der direkte Bezug zwischen Theorie und Praxis durch „Learning By Doing“
- Aufbau eines persönlichen Netzwerkes (intern u. extern)
- Möglichkeit der aktiven Gestaltung der Ausbildungsphasen

Die Vorteile für den Betrieb:

- Engagiertheit der Studierenden
- Stärken und Entwicklungsfelder sind frühzeitig erkennbar und somit auch steuerbar
- Hohe Bindung und Identifikation des Studenten mit der ausbildenden Firma
- Schriftliche Arbeiten bieten Entscheidungshilfen
- Sofort einsetzbarer Mitarbeiter nach Beendigung des Studium

5. Schlussbemerkung

In einer Zeit, in der fundiert ausgebildete Fachkräfte im Bereich Strahlenschutz immer weniger auf dem Markt verfügbar sind, wird die Bedeutung des dualen Systems der Berufsakademien immer wichtiger. Hier können Nachwuchskräfte gezielt nach den Belangen des Ausbildungsbetriebes ausgebildet werden. Davon profitieren beide Seiten.

Sicherlich sind die Studenten nach Beendigung des Studium keine Experten, jedoch verfügen sie über an ein hohes Maß an betrieblicher Erfahrung in allen Bereichen. Die Einarbeitungszeiten verkürzen sich dadurch um ein Wesentliches. Ebenso sind sie bereits mit den betrieblichen Abläufen und den organisatorischen Strukturen vertraut. Die abwechslungsreiche Ausbildung in ständig neuen Bereichen fördert zudem ihre persönliche Flexibilität.

Die in der Ausbildung erworbene Fähigkeit zur interdisziplinären Zusammenarbeit mit anderen Abteilungen macht sie zu interessanten und begehrten Bewerbern.

STRAHLENSCHUTZ MADE IN KARLSRUHE: SEIT ÜBER 30 JAHREN ERFOLGREICHE AUSBILDUNG VON STRAHLENSCHUTZINGENIEUREN AN DER BERUFSAKADEMIE KARLSRUHE

RADIATION PROTECTION MADE IN KARLSRUHE: MORE THAN 30 YEARS OF EXPERIENCE IN SUCCESFULLY TEACHING HEALTH PHYSICS AT BERUFSAKADEMIE KARLSRUHE

W. Kraut
Berufsakademie Karlsruhe

Zusammenfassung

Das Markenzeichen der Berufsakademie (BA) ist das duale Ausbildungs- und Studienmodell, d.h. theoretisches Studium an der BA und gleichzeitige Umsetzung des Wissens in der Praxis der Ausbildungsfirma. Die Gründung des Studienganges Strahlenschutz erfolgte durch den zunehmenden Bedarf an qualifiziertem Strahlenschutzpersonal in der Kerntechnik und im klinischen Bereich. Die Studieninhalte wurden stetig an neue technische Inhalte und rechtliche Anforderungen angepasst.

Nach erfolgreicher Akkreditierung werden Strahlenschutzingenieure ab 2009 ihr Studium mit einem Bachelor of Science abschließen.

Die Landesregierung Baden-Württemberg hat beschlossen, die Berufsakademie Baden-Württemberg ab 2009 in eine Duale Hochschule umzuwandeln. Die Duale Hochschule wird auch zukünftig durch ihren intensiven Praxisbezug als Alternative zu einem reinen theoretischen Studium besonderen Wert auf die betrieblich notwendigen Qualifikationen und Anforderungen im Strahlenschutz legen.

Berufsakademie Baden-Württemberg is well known for its dual system in teaching for a Bachelor of Science degree: university and industrial partner share responsibility in teaching theory on the one hand and qualifying practical skills on the other hand. Especially radiation protection experts and radiation protection officers in charge for technical or clinical work places have to be qualified in either direction.

1 Rückblick

Die Berufsakademien in Baden-Württemberg wurden offiziell nach einer Probephase (ab 1971) am 1. Oktober 1974 gegründet und nahmen in Stuttgart und Mannheim ihren Betrieb auf. Berufsakademien gehören dem tertiären Bildungsbereich an; sie bieten eine Alternative zum Studium an Fachhochschulen und Universitäten.

Die Gründung des Studienganges Strahlenschutz, zunächst in Mannheim - die Berufsakademie Karlsruhe gab es erst ab 1979 - ging wesentlich auf die Initiative von Prof. Dr. Hans Kiefer (*Abb.1*), den ehemaligen Leiter der Hauptabteilung Sicherheit des Kernforschungszentrums Karlsruhe zurück. Einigen Älteren von uns ist Professor Kiefer vielleicht noch als Präsident des Fachverbandes Strahlenschutz (1966+67) und als Mitglied des Direktoriums (1983-86) bekannt.

Für die meisten Anforderungen an eine zuverlässige und für den Routineeinsatz in einem Forschungszentrum taugliche Messtechnik im Strahlenschutz gab es keine Standards und vieles musste deshalb erst in Eigenregie entwickelt und erprobt werden. Deshalb betrieb das Kernforschungszentrum schon recht früh eine eigene betriebliche Qualifizierung seiner Mitarbeiter im Strahlenschutz, um so die notwendigen Praktiker zu gewinnen. Mit zunehmenden rechtlichen Forderungen im Strahlenschutz erwies es sich immer mehr als Handicap, dass die betriebsinterne Qualifizierung keinem staatlichen Abschluss entsprach. So kam das Modell der Berufsakademien für Prof. Kiefer gerade zur rechten Zeit, um im Strahlenschutz Ingenieure für das Forschungszentrum zu gewinnen [1].

Abb. 1: Prof. Kiefer und seine Frau an seinem 80. Geburtstag.

Man kann an dieser Stelle ruhig den Begriff „Strahlenschutz made in Karlsruhe“ gebrauchen, denn nicht nur das Forschungszentrum, sondern neben der damaligen Landesanstalt für Umweltschutz sahen insbesondere auch die Karlsruher Kliniken die Möglichkeit als Partnerfirma der Berufsakademie den Bedarf an Strahlenschutzingenieuren für den klinischen Betrieb im Bereich der Nuklearmedizin, der Strahlentherapie und der Diagnostik zu rekrutieren (*Abb. 2*).

Abb. 2: Die ersten Partnerfirmen des Studiengangs Strahlenschutz

2 Ausbildungsziele

An der Berufsakademie können sich nur Studenten immatrikulieren, die eine allgemeine oder fachgebundene Hochschulreife (Fachhochschulreife genügt indes nicht) besitzen und einen Arbeitsvertrag (Ausbildungsvertrag) mit einer (hier: im Strahlenschutz tätigen) Firma geschlossen haben. Unsere Ausbildungsfirmen erwarten, dass die Kenntnisse, die das Studium (jeweils 6 Theoriesemester und 6 Praxissemester) vermittelt, unbedingt auch die betrieblich notwendigen Qualifikationen, die eine Beauftragung im Strahlenschutz erfordert, beinhalten. Hierzu gehören seit Bestehen des Studienganges insbesondere die Anforderungen der jeweiligen aktuellen Fachkunderichtlinien im Strahlenschutz. Das Curriculum der theoretischen Fächer deckt die kursartigen Anforderungen der Richtlinien ab, die Anforderungen an die praktische Erfahrung können durch anrechenbare Leistungen in den Praxissemestern erfüllt werden. Zu diesem Zweck muss die Berufsakademie neben der Genehmigung der Prüfungsordnungen durch das zuständige Wissenschaftsministerium auch immer einen entsprechenden Nachweis der Leistungserbringung gegenüber den zuständigen Behörden im Strahlenschutz führen.

Eine Beauftragung im Strahlenschutz war schon immer eine auf die generelle Sicherheit von Arbeitsabläufen gerichtete Tätigkeit, deswegen war im Curriculum auch schon immer der Schwerpunkt Arbeitssicherheit vorhanden. Die Abstimmung von Lehrinhalten erfolgt eng mit

Berufsgenossenschaften / Unfallkassen, sowie auch mit den Vertretern des VDSI und der Ausbildungsfirmen. Gleichermaßen erfolgt auch die Gewinnung qualifizierter Lehrbeauftragter in Kooperation mit diesen Institutionen. Beispielsweise konnten früher schon die altbekannten A-, B-, C-Scheine während des Studiums erworben werden, heute richtet sich die Qualifikationen nach dem Fachaufsichtsschreiben [2]. Diese enge Verknüpfung mit der Arbeitssicherheit hat letztendlich auch zur heutigen Namensgebung Sicherheitswesen geführt, wobei innerhalb des Sicherheitswesens die Studienrichtungen Strahlenschutz, Arbeitssicherheit und Umwelttechnik gewählt werden können (SHE, Safety, Health, Environment).

3 Struktur des Studiums

Das Studium ist modular aufgebaut: Kernmodule und Profilmodule. Die Kernmodule bilden das Rüstzeug eines naturwissenschaftlich-technischen Ingenieursstudiums. Hierzu zählen insbesondere Mathematik, Physik, Chemie, Werkstoffe, Elektrotechnik. Als Kernmodule zählen aber auch für alle Studienrichtungen die Grundlagenvorlesungen zum Strahlenschutz, Arbeitssicherheit, Umwelttechnik, Recht, Projektmanagement und Betriebswirtschaft. Ohne alle Profilmodule im Strahlenschutz aufzählen zu wollen, gehören insbesondere dazu: Strahlenmedizin und Strahlenbiologie, Dosimetrie, Messtechnik, Strahlenphysik, Radioökologie und Notfallschutz sowie semesterbegleitende Labors an der BA und im klinischen Betrieb.

Die Abfolge der Theorie bzw. Praxisphasen ist inhaltlich miteinander verzahnt. Es wird grundsätzlich darauf geachtet, dass die Anforderungen an die Leistungen in den Praxisphasen (z.B. Projektarbeiten, Bachelorarbeit) gekoppelt sind mit dem Lernfortschritt in den theoretischen Fächern. Auch Projektarbeiten aus den verschiedenen Praxisphasen müssen einer Leistungsbeurteilung unterworfen werden. Ein Dokumentation der gesamten Module kann unter der Web-Adresse [3] eingesehen werden.

4 Qualitätssicherung des Studienangebotes

Die Berufsakademien von Baden-Württemberg müssen die Qualität ihres Studienangebotes nach den Vorgaben der deutschen Akkreditierungsagentur ZEVA [4] erfüllen. Zudem hat das Land Baden-Württemberg weitere Vorgaben in einer besonderen Richtlinie für die Evaluation von BA-Studienmodellen gefordert [5]. Last but not least, unterzieht sich die BA schon seit 2001 einer externen Akkreditierung durch die Open University [6]. Absolventen können deshalb schon seit einigen Jahren einen Bachelor of Honours Degree durch die Open University erwerben.

5 Abschlüsse vor und nach Bologna

In diesem Jahr (2008) werden zum letzten Mal unsere Absolventen die BA mit der Berufsbezeichnung Diplomingenieur/in (BA) verlassen. Das nach drei Jahren erfolgreich abgeschlossene Studium und die Ausbildung an der Berufsakademie Baden-Württemberg ist nach Gesetz dem Studium in der entsprechenden Fachrichtung an einer Fachhochschule des Landes Baden-Württemberg gleichwertig und vermittelt dieselben Berechtigungen wie ein erfolgreich abgeschlossenes Studium an einer Fachhochschule des Landes Baden-Württemberg (auch was die Möglichkeiten einer späteren Promotion betrifft). Die Einordnung der Ab-

schlüsse als gleichwertig den FH-Abschlüssen - ohne jedoch Hochschulgrad zu sein - war für die Industrie nie ein Hinderungsgrund für eine berufliche Karriere [7].

Im Studiengang Sicherheitswesen wird zukünftig nach dem Bologna-Protokoll [8] nur noch der Abschluss eines Bachelor of Science (B.sc.) - dann als Hochschulgrad - möglich sein. Aufgrund des dichten Lehrangebots in Theorie und Praxis werden die Berufsakademien Baden-Württemberg 210 Credits (ECTS-Punkte) mit dem Bachelor vergeben können.

Masterprogramme für technische Studiengänge sind in der Planung. Da der Studiengang Sicherheitswesen aber eher ein kleiner Partner im Vergleich zu anderen technischen Studiengängen an der Berufsakademie ist, werden mittelfristig Masterprogramme im Strahlenschutz (bevorzugt berufsbegleitend) wohl eher in Kooperation mit anderen Hochschulen angeboten werden. Interessante Möglichkeiten zeichnen sich auf europäischer Ebene (z.B. ENETRAP, EUTERP) ab. Vielleicht eröffnen sich zukünftig auch weitere Möglichkeiten durch die Fusion des Forschungszentrums Karlsruhe mit der Universität Karlsruhe zum Karlsruhe Institut of Technology (KIT).

Derzeit ist in vielen Unternehmen (Personalbereich und technische Bereiche) noch eine große Verunsicherung durch diese neue Abschlussbezeichnung festzustellen. Für die Berufsakademie hat sich in ihren Zielsetzungen durch das Bologna Abkommen jedoch nichts Wesentliches geändert. Eher ist es so, dass der Wunsch der EU-Länder, für Industrie und Wirtschaft einen international vergleichbaren, berufsbefähigenden Abschluss (employability) in 6. Semestern zu schaffen, durch das Modell der Berufsakademien in Baden-Württemberg schon 25 Jahre zuvor realisiert war. Der Wirtschaft wird die Aufgabe zukommen, den Absolventen mit Bachelor-Abschluss zukünftig eine ebenso große betriebliche Verantwortung anzuvertrauen, wie bisher den Diplom-Ingenieuren.

Damit das Berufsbild eines Ingenieurs durch die neue Abschlussbezeichnung Bachelor nicht zu sehr in den Hintergrund tritt, werden wir uns im Studiengang Sicherheitswesen bemühen, die Begriffe Strahlenschutzingenieur bzw. Sicherheitsingenieur weiterhin im Zusammenhang mit der beruflichen Tätigkeit zu verwenden. Absolventen technischer Fachrichtungen der BA dürfen auch weiterhin nach dem Ingenieurgesetz Baden-Württemberg (IngG) vom 30.03.1971 die Berufsbezeichnung „Ingenieur/in“ allein oder in einer Wortverbindung führen.

6 Zukünftige Entwicklung der Studienrichtung Strahlenschutz

Die Berufsakademien des Landes Baden-Württemberg werden mit Beginn des Jahres 2009 die neu zu gründende Duale Hochschule Baden-Württemberg repräsentieren. Der Gesetzesentwurf ist im Anhörungsverfahren. Mit ca. 20.000 Studierenden wird die duale Hochschule eine der größten Hochschulen Baden-Württembergs sein. Dual heißt auch zukünftig, dass nach wie vor die bewährten Prinzipien eines Studiums an einer bisherigen Berufsakademie berücksichtigt werden:

- Auswahl des Studierenden durch das Unternehmen,
- Studium nur mit einem Ausbildungsvertrag,
- Studium umfasst 6 Theorie- und 6 Praxisphasen,
- dual besetzte Gremien wie Prüfungsausschüsse oder Grundsatzkommissionen zur Festlegung von Studieninhalten.

Vorteile wird es für Absolventen insbesondere durch eine einheitliche Bewertung und Anerkennungsverfahren der Abschlüsse im Rahmen von Aufbaustudiengängen und Masterprogrammen geben. Die Studienrichtung Strahlenschutz wird aber auch durch erweiterte Kooperationsmöglichkeiten mit anderen Hochschulen speziell für europäische Programme und Projekte im Strahlenschutz durch die Gründung der Dualen Hochschule profitieren können.

7 Literatur

[1] H. Kiefer, private Mitteilung

[2] Fachaufsichtsschreiben zur Ausbildung zur Fachkraft für Arbeitssicherheit (BArbBl. 3/98 S.71)

[3] http://studium.ba-bw.de

[4] Zentrale Evaluations- und Akkreditierungsagentur Hannover (ZEvA), http://www.zeva.org

[5] Verordnung des Wissenschaftsministeriums über das Verfahren der Evaluation der Lehre an den Berufsakademien (Lehrevaluationsverordnung-BA) vom 25.01.2008

[6] Open University, www.open.ac.uk

[7] IBM-Studie: Karrierechancen von Absolventen im Vergleich

[8] Der Europäische Hochschulraum, Gemeinsame Erklärung der Europäischen Bildungsminister, 19. Juni 1999, Bologna, http://www.bmbf.de/pub/bologna_deu.pdf

NUKLEARE STUDIENGÄNGE AN DER FACHHOCHSCHULE AACHEN

NUCLEAR FORMATIONS AT AACHEN UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

U. W. Scherer[1], F. Hoyler[2]
1 FB3 Chemie und Biotechnologie, FH Aachen, Standort Jülich
2 FB10 Energietechnik, FH Aachen, Standort Jülich

Zusammenfassung

An der Fachhochschule Aachen werden in den Bachelor-Studiengängen Angewandte Chemie, Biomedizintechnik und Maschinenbau (Energie- und Umwelttechnik) nukleare Studieninhalte angeboten. Darüber hinaus gibt es seit 2003 einen englischsprachigen Masterstudiengang Nuclear Applications (EMiNA). Alle diese Studiengänge beinhalten implizit auch Inhalte des Strahlenschutzes. Weitere Charakteristika sind die enge Zusammenarbeit mit dem Forschungszentrum Jülich sowie eine Vielzahl internationaler Angebote, besonders durch das europäische Netzwerk CHERNE. Die formale Qualifikation im Strahlenschutz können Studierende im Rahmen von Strahlenschutzkursen unserer Kursstätte erwerben.

Aachen University of Applied Sciences provides formations in applied nuclear technologies in the bachelor programs Applied Chemistry, Biomedical Engineering, and Mechanical Engineering (Energy and Environmental Technology). In addition, a master program in English language European Master in Nuclear Applications (EMiNA) is organised since 2003. Integral part of these programs is a basic instruction in radiation safety. We strongly cooperate with Jülich Research Center (FZJ) and offer the students a multitude of international activities, in particular within the European university network CHERNE. Formal qualifications in radiation safety may be acquired in registered radiation safety courses of our center of advanced studies (Kursstätte).

1 Entwicklung der Studiengänge

Der Standort Jülich der Fachhochschule Aachen wurde 1963 gegründet als Staatliche Ingenieurschule ausgestattet mit einer starken nuklearen Kompetenz. Eines der dabei verfolgten Ziele war die Ausbildung von Ingenieuren für die kurz zuvor gegründete Kernforschungsanlage und die sich in der Kerntechnik entwickelnden Firmen.

Bei der Gründung der Fachhochschulen im Jahre 1972 wurde die staatliche Ingenieurschule der Fachhochschule Aachen angegliedert. Dabei wurde die inhaltliche Ausrichtung insbesondere auch im Hinblick auf die „nuklearen Fächer“ beibehalten. In der Folge änderten sich die Studiengänge auf sieben- bzw. achtsemestrige Programme, die sich durch ein Praxissemester (durchgeführt im dritten Studienjahr), voneinander unterschieden.

Ein Charakteristikum des Standorts war und ist die hohe Innovationskraft bei der Einführung von Studienrichtungen und -schwerpunkten. Aus ihnen entwickelten sich regelmäßig neue

Studiengänge. So waren beispielsweise die Studiengänge Biomedizintechnik, Biotechnologie oder Technomathematik bei den ersten derartigen Studiengängen, die an deutschen Hochschulen angeboten wurden.

Im Rahmen der „International Studies of Technology“ wurden ab 2001 dreijährige Bachelor-Programme von allen Fachbereichen des Standorts angeboten. Die Unterrichtssprache im ersten Studienjahr war englisch; internationale Studierende erlernten während dieser Zeit in Intensivkursen die deutsche Sprache, deutschsprachige Studierende hatten Angebote zum Vertiefen der englischen Sprachfähigkeiten. Ab dem zweiten Studienjahr konnten Synergieeffekte mit den bestehenden Diplomprogrammen genutzt werden. Diese Programme werden inzwischen modifiziert als „Auslands-orientierte Studiengänge“, AOS, angeboten.

In den darauf folgenden Jahren wurden Masterprogramme entwickelt. Ab 2003 wurden Studierende im „European Master (of Science) in Nuclear Applications“ EMiNA aufgenommen. Die Akkreditierung für dieses Masterprogramm wurde im August 2006 erteilt, jedoch erst im Dezember 2006 an uns weitergeleitet.

Seit dem Studienjahr 2006/07 sind die Studiengänge vollständig auf das europäische Bachelor/Mastersystem umgestellt. Die Anforderungen des Bologna-Prozesses (z.B. Transparenz der Lehrveranstaltungen, Diploma-Supplement, etc.) sind erfüllt. Dabei konnten wir auf unseren langjährigen Erfahrungen aufbauen.

Derzeit gibt es Entwicklungen hin zu ausbildungs- bzw. berufsbegleitenden Studiengängen mit den Abschlüssen Bachelor und Master.

Nach mehreren Umstrukturierungen gibt es seit dem 1 Januar 2008 am Standort Jülich drei Fachbereiche:

- FB3: Chemie und Biotechnologie
  mit den Studiengängen (Ba) Angewandte Chemie (Applied Chemistry), Prozesstechnik, Biotechnologie;
  (Ma) Angewandte Polymerchemie und European Master in Nuclear Applications

- FB9: Medizintechnik und Technomathematik
  mit den Studiengängen (Ba) (Biomedizinische Technik (Biomedical Engineering), Scientific Programming;
  (Ma) Biomedical Engineering, Technomathematik

- FB10: Energietechnik
  mit den Studiengängen (Ba) Maschinenbau (Mechanical Engineering), Elektrotechnik (Electrical Engineering), Physikingenieurwesen (Physical Engineering) ;
  (Ma) Energy Systems

2 Studium an Fachhochschulen

Das Studium an Fachhochschulen wird häufig definiert als „praxisorientiert“ und basierend auf „wissenschaftlichen Methoden“. Im Vergleich zur Ausbildung an wissenschaftlichen Hochschulen wird ein Schwerpunkt gelegt auf die Problemlösung durch Anwendung wissen-

schaftlicher Erkenntnisse statt auf die Durchdringung Grundlagen orientierter Theorie. Dazu findet eine intensive praktische Ausbildung statt, in der die Zusammenarbeit mit einschlägigen Industrien eine wichtige Rolle spielt. Viele Fallbeispiele aus der industriellen Praxis finden somit den Weg in die Lehrveranstaltungen. Seit einigen Jahren werden immer häufiger aktivierende Lehrformen wie problembasiertes und problemorientiertes Lehren und Lernen in unseren Studiengängen eingesetzt. Bei der problem-basierten Methode werden exemplarische Fälle aus der Praxis herangezogen, um an ihnen die relevanten theoretischen Hintergründe, die typischen Methoden der Problemlösung und Innovationsentwicklung aufzuzeigen und dabei auch die außerfachlichen Rahmenbedingungen ausreichend zu würdigen. In der problemorientierten Methode, werden die Studierenden in Kleingruppen angehalten, ihre anfänglich sehr begrenzte Wissensbasis durch Gruppen- und Einzelarbeit sinnvoll auszubauen, um ein gestelltes praktisches Problem zu lösen. Durch die geschickte Auswahl der Problemfälle können so die gesamten zu erwerbenden Kompetenzen von den Studierenden selbst organisiert erarbeitet werden. Darüber hinaus kommen dabei gruppen-dynamische Prozesse zum Tragen, die diese Kompetenzen langfristig besser verankern.

Im dritten Studienjahr des Diplomprogramms konnten Studierende ein Praxissemester durchführen, in dem sie 22 Wochen in einem Betrieb an einem aktuellen Projekt mitarbeiten. Die Diplomarbeit wurde von vielen Studierenden nicht an der Hochschule, sondern in Firmen und in Forschungseinrichtungen durchgeführt. Forschungs- und Entwicklungsprojekte durchgeführt in den Laboratorien der Hochschule dienen nicht der Grundlagenforschung, sondern sind häufig (mit-)finanziert von industriellen Auftraggebern.

Basierend auf unserer langjährigen Erfahrung mit internationalen Bachelor-Studiengängen konnten wir beim Übergang auf die neuen Studiengänge die wesentlichen Inhalte der erfolgreichen Diplomstudiengänge abbilden.

3 Bachelor-Studiengänge

In unseren Bachelor-Studiengängen Angewandte Chemie, Biomedizinische Technik sowie Maschinenbau bieten wir Schwerpunktfächer mit nuklearen Inhalten an. Im Folgenden möchte ich auf die einzelnen Bachelor-Studiengänge näher eingehen. Typische Inhalte werden exemplarisch am Beispiel der Nuklearchemie im Studiengang Angewandte Chemie aufgezeigt.

3.1 Nuklearchemie im Studiengang Angewandte Chemie [1]

Das Ziel des Studiengangs Angewandte Chemie ist es, eine grundständige akademische Ausbildung in Chemie anzubieten. Daneben bieten wir den verfahrenstechnisch ausgelegten Studiengang Prozesstechnik an. Die während des Studiums erworbenen Kompetenzen sind auf annähernd gleichem Niveau berufsqualifizierend wie im früheren Diplomstudiengang.

Neben der grundlegenden Ausbildung in Mathematik, Physik und den chemischen Grundlagenfächern können die Studierenden ein Schwerpunktfach wählen, das in zwei Modulen zu je 10 Semesterwochenstunden (SWS) unterrichtet wird. Das Fach Nuklearchemie wird derzeit als Wahlpflichtfach im 4. und 5. Semester angeboten. Der erste Teil befasst sich mit den kernphysikalischen Grundlagen der Kernstabilität bzw. des radioaktiven Zerfalls sowie mit

Kernreaktionen. Hinzu kommt eine Einführung in die Wechselwirkungen von Kernstrahlung mit Materie, ihre Abschirmung und Messung. Diese Themen bilden auch den Inhalt des Praktikums im vierten Semester. Die Studierenden lernen dabei alle wesentlichen Messtechniken nuklearer Strahlungen sowie ihre Anwendungen kennen.

Das 5. Studiensemester beginnt mit der Produktion von Radionukliden und führt weiter in die radiochemischen Arbeitstechniken (Radioanalytik, Markierungstechniken, Radiochemische Analysetechniken). Weitere Themen sind die künstlichen Elemente, Kernenergie, Strahlenbiologie, Strahlenschutz und Strahlenschutzrecht, sowie die Radioökologie. Durchgehend finden sich Themen des Strahlenschutzes in die Inhalte integriert.

In einer Anpassungsreform des Bachelor-Programms (Studienbeginn WS2008/09) werden die Inhalte der Nuklearchemie verpflichtend für alle Studierenden, allerdings verkürzt auf ein Modul von 10 SWS im 5. Studiensemester. Dadurch soll ein größerer Anteil der Studierenden erreicht werden und auf die Möglichkeit der Vertiefung im Masterprogramm EMiNA (s. u.) hingewiesen werden.

3.2 Studiengang Biomedizinische Technik [2]

Der Studiengang vermittelt breit angelegte Kompetenzen über ein weites Gebiet biomedizinischer Technologien. In unserem Zusammenhang relevant sind die Wahlfächer „Physik diagnostischer Verfahren“ im 4. Semester sowie die „Medizinische Physik“ im 5. Semester vom Umfang eines Moduls mit je 10 SWS. In der „Physik diagnostischer Verfahren“ werden die Röntgentechnik sowie die nuklearmedizinische Bildgebung sowie der dazugehörige Strahlenschutz dargestellt. In der „Medizinischen Physik“ ist nimmt die Kernphysik einschließlich der Strahlungsmesstechnik und der Strahlenbiologie einen bedeutsamen Platz ein.

3.3 Studiengang Maschinenbau (Energie und Umwelt) [3]

In den ersten drei Semestern werden die mathematisch-naturwissenschaftlichen und die ingenieurwissenschaftlichen Grundlagen des Maschinenbaus vermittelt. Im vierten Semester folgen die fachspezifischen Grundlagen der Vertiefungsrichtung „Energie und Umwelt“ .Im fünften Semester wird dann eine Vertiefungsrichtung wie z.B. die Nukleartechnik ausgewählt. Im Modul „Kern- und Strahlenphysik“ werden wesentliche Konzepte des Strahlenschutzes dargestellt. Im Modul „Reaktorphysik / Reaktortechnik“ sind spezielle Strahlenschutzthemen der Kerntechnik enthalten.

3.4 Studiengang European Master of Science in Nuclear Applications EMiNA [4]

Schon frühzeitig haben wir geplant, Fachbereichs-übergreifend einen gemeinsamen Masterstudiengang aufzubauen. Dies geschah auf einerseits auf der Erkenntnis, dass die nuklearen Grundlagen fast identisch in den unterschiedlichen Studiengängen unterrichtet wurden. Da darüber hinaus weitere Gebiete zwischen der Nuklearchemie, der Kerntechnik und der Medizintechnik überlappen, war es konsequent, diesen Umstand synergetisch zu nutzen. Darüber hinaus steht uns aus dem Forschungszentrum Jülich und aus der Industrie ein großer Pool an

Spezialisten zur Verfügung, die bereitwillig ihre Expertise in das Projekt einbrachten. Da nukleare Expertise europaweit ein Mangel ist, beschlossen wir einen englischsprachigen Studiengang einzuführen und die Verbindung zu weiteren Hochschulen innerhalb Europas zu suchen. Dies führte zur Gründung des Netzwerks CHERNE [6].

So konnten wir im Sommersemester 2003 mit dem ersten Studienjahrgang beginnen. Wir bieten drei Studienrichtungen an: Nuclear Technologies, Biomedical Technologies, Radioecology. Nach einer grundlegenden Ausbildungen in den nuklearen Disziplinen Kernphysik, Messtechnik nuklearer Strahlung, Strahlenbiologie, Nuklearchemie und Strahlenschutzrecht wird stufenweise in die gewählten Studienrichtungen hinein vertieft. Während des zweiten Semesters fertigen die Studierenden eine erste Studienarbeit an. Die weitere Entwicklung sieht vor, die Studienrichtungen in ihrem Profil zu schärfen. Dabei ist geplant, die Studienrichtung Biomedical Technologies in Richtung auf die Ausbildung „Medical Physics Expert“ auszubauen, sowie die Studienrichtung „Radioecology“ zu ersetzen durch die Studienrichtung Nuclear Chemistry, die dann neben Inhalten der Radioökologie auch solche der Radiopharmazie beinhaltet.

3.5 Strahlenschutzkurse

Über die spezifischen Inhalte der Studiengänge hinaus bieten wir den Studierenden die Teilnahme an Strahlenschutzkursen unserer Kursstätte für Weiterbildung an. Im vergangenen Sommersemester 2008 haben wir erstmals einen Spezialkurs für Studierende durchgeführt, der im Rahmen einer wöchentlichen Veranstaltung über das Semester verteilt angeboten wurde. Der Kurs umfasste den Grundkurs sowie das Modul OG. An dem Kurs nahmen 15 Studierende mit Erfolg teil (s. auch [5]).

4 Nationale Kooperationen

Schon März 2003 wurde ein Zusammenarbeitsvertrag mit dem Forschungszentrum Jülich im Bereich nuklearer Technologien unterzeichnet. Es besteht eine intensive Kooperation auf mehreren Ebenen: den Studierenden steht die Infrastruktur kostenfrei zur Verfügung, wobei die Benutzung der wissenschaftlichen Bibliothek besonders hervorzuheben ist. Der größte Teil der externen Lehrbeauftragten ist im Forschungszentrum Jülich tätig. Viele Studierende führen ihre Projekt- und Abschlussarbeiten im Forschungszentrum Jülich durch. Darüber hinaus besteht eine intensive Zusammenarbeit in mehreren Forschungsbereichen.

Die Hochschule ist aktiv beteiligt an der Aufrechterhaltung der kerntechnischen Kompetenz im Kompetenzzentrum West gemeinsam mit der RWTH Aachen und dem Forschungszentrum Jülich. Finanziell werden unsere Aktivitäten unterstützt durch einen Kooperationsvertrag mit RWE Power. Im Kompetenzverbund Kerntechnik sind wir als einzige Fachhochschule direkt vertreten. Weiterhin sind wir über das Forschungszentrum Jülich aktiv beteiligt am neu gegründeten Kompetenzverbund Strahlenforschung.

5 Internationale Aktivitäten

Mehrere Studierende haben ihre Abschlussarbeiten an den Forschungszentren SCK-CEN (B), NRG (NL), sowie PSI (CH) durchgeführt.

Wir pflegen intensive Kontakte zu einer Reihe von europäischen Hochschulen. Dabei stehen der Austausch von Studierenden und Gaststudenten im Vordergrund. In der Anfangsphase des Studiengangs wurden wir durch eine Gastprofessur des DAAD im Rahmen des Programms „INNOVATEC“ unterstützt.

Die Kontakte zu den Partnern aus dem Hochschulnetzwerk CHERNE [6] haben dabei einen besonderen Stellenwert. Neben dem Austausch von Studierenden als sendende wie empfangende Hochschule, haben wir auch schon mehrfach Gastvorlesungen an den Partnerhochschulen gehalten und Gastvorlesungen anbieten können. Derartige Maßnahmen sind gefördert durch das ERASMUS-Programm der EU.

Im Rahmen des Netzwerks werden auch spezielle Kurse organisiert, die von etwa einem Drittel der Studierenden des Master- bzw. Diplomstudiengangs besucht wurden. Seit 2007 organisieren wir für das Netzwerk eine Sommerschule Nuklearchemie JUNCS, die für die Jahre 2008 bis 2010 als ERASMUS-Intensivprogramm gefördert wird. Derzeit nehmen Studierende von fünf Hochschulen des Netzwerks daran teil; andere Hochschulen sind an der Teilnahme interessiert. In diesem Kurs werden auch strahlenschutz-relevante Themen der Arbeit mit offenen radioaktiven Stoffen behandelt. Die weiteren Aktivitäten im Rahmen des Netzwerks CHERNE werden andernorts beschrieben [6].

6 Schlussfolgerungen

Die Fachhochschule Aachen betreibt intensiv Studiengänge mit nuklearer Spezialisierung in ihren Fachbereichen des Standorts Jülich. Die Nachfrage nach Studienplätzen nimmt in den vergangenen Jahren zwar nur langsam, aber stetig zu. Wir erwarten weitere Verbesserungen durch den Neubau unseres Campus Jülich, der voraussichtlich im Jahr 2010 fertiggestellt sein wird.

7 Literatur

[1] http://www.fh-aachen.de/5841.html
[2] http://www.fh-aachen.de/bmt1.html
[3] http://www.fh-aachen.de/eu.html?&L=1%252Fintranet-fb7.h
[4] http://www.fh-aachen.de/2014.html
[5] F. Hoyler, U.W. Scherer, Kursstätte für Strahlenschutz an der FH Aachen, in: dieser Band
[6] F. Hoyler, U.W. Scherer CHERNE – Ein Netzwerk zur Förderung der Zusammenarbeit in Ausbildung und Forschung im Strahlenschutz und in nuklearen Technologien, in: dieser Band

5

Nachwuchsförderung im Strahlenschutz

Vorsitz:

S. Nagels, S. Severitt

NACHWUCHSFÖRDERUNG DES FACHVERBANDS FÜR STRAHLENSCHUTZ

G. Hampel[1], S. Nagels[2], St. Zauner[1]
[1] Johannes Gutenberg-Universität Mainz, Institut für Kernchemie
[2] Forschungszentrum Karlsruhe, Hauptabteilung Sicherheit – KES, Eggenstein-Leopoldshafen

Zusammenfassung

Der deutsch-schweizerische Fachverband für Strahlenschutz (FS) hat sich zum Ziel genommen, den wissenschaftlichen und technischen Nachwuchs im Strahlenschutz zu fördern und zu Aufgaben im Strahlenschutz zu motivieren. Dazu hat er in 2006 einen Wettbewerb gestartet, der sich an Schülerinnen und Schüler ab der 10. Schulklasse, die das 16. Lebensjahr erreicht haben, in den naturwissenschaftlichen Disziplinen Biologie, Chemie, Physik, Mathematik und Informatik richtet. Parallel hat er ein Austauschprojekt für Studenten für ein vierwöchiges Praktikum im europäischen Ausland ins Leben gerufen. Gleichzeitig soll durch dieses Projekt die Zusammenarbeit von Schulen und Universitäten mit Forschungseinrichtungen, Firmen und anderen Institutionen im Strahlenschutz, insbesondere mit dem Fachverband selbst, aufgebaut oder intensiviert werden.

One goal of the German- and Suisse Fachverband für Strahlenschutz (FS) is the scientifical and technical promotion of young and early stages and the motivation of these young people to be engaged in solving radiation protection problems. For that purpose the FS started a competition in 2006 for pupils older than 16 years interested in natural sciences as biology, chemistry, physics, maths and computer science. At the same time the FS has launched a exchange program for students. With this project the collaboration between schools, universities, research centres and other radiation protection institutes, in particular with the FS itself, should be intensified.

1 Nachwuchsförderung bei Schülern

„Mit größter Besorgnis sieht der Fachverband für Strahlenschutz den Rückgang der Strahlenforschung in der Bundesrepublik Deutschland“. Mit dieser Feststellung beginnt eine Stellungnahme des Fachverbandes für Strahlenschutz (FS) zur Situation der deutschen Strahlenforschung vom April 2002. Um diesem Trend entgegen zu wirken, hat der FS ein Nachwuchsförderprojekt im Jahr 2006 ins Leben gerufen.

Zu Beginn des Förderprojekts des FS wurden Schülerprojekte unterstützt, da an Schulen normalerweise die Möglichkeiten mit radioaktiven Stoffen umzugehen, schwierig oder gar nicht gegeben sind, weil keine entsprechenden Labore, Messgeräte und organisatorischen Strukturen sowie finanziellen Mittel vorhanden sind. Daher sollen durch dieses Projekt auch die Zusammenarbeit von Schulen mit Forschungseinrichtungen, Firmen und anderen Institutionen im Strahlenschutz, insbesondere mit dem FS, aufgebaut werden.

Abb. 1: Der damalige Präsident des FS Norbert Zoubek (2. von links) mit den Preisträgern aus Lörrach, Marco Zimmermann (1. Preis, 3. von links) und Ursula Sojc (3. Preis, 1. von links) und Herrn Dr. Kretschmer (Betreuer von beiden)

Das Projekt richtet sich an Schüler ab der 10. Schulklasse, die das 16. Lebensjahr erreicht haben, und an den naturwissenschaftlichen Disziplinen Biologie, Chemie, Physik, Mathematik und Informatik Interesse haben. Informationsmaterialien über das Programm wurden erstmalig zu Beginn des Jahres 2006 an die Schüler- bzw. Lernortlabore geschickt und etwa zeitgleich im Internet auf der Homepage des FS veröffentlicht. Angeschrieben wurden 121 Schülerlabore in ganz Deutschland, von diesen sich leider nur 13 zurückgemeldet haben und ein Projekt bearbeiteten. Zusätzlich wurden Schüler und Lehrer über kurze Artikel in deren Fachzeitschriften informiert.

In 2006 haben 15 Gruppen an der Nachwuchsförderung des FS teilgenommen. 12 Gruppen wurden durch den FS mit einer Summe von 500,-- € pro Projekt gefördert, da 3 Projekte über ausreichende Eigenmittel verfügten. Die Themen stammen überwiegend aus den Bereichen natürliche Radioaktivität sowie zu der Untersuchung von Umwelteinflüssen.

Nach einer Laufzeit von acht Monaten wurden die Ergebnisse von 7 Projekten beim Fachverband für Strahlenschutz eingereicht und durch das Direktorium des FS bewertet. Die Teilnehmer und Betreuer wurden zur Vorstellung ihrer Projekte und zur Preisverleihung ins Ministerium für Bildung, Wissenschaft, Jugend und Kultur des Landes Rheinland-Pfalz nach Mainz eingeladen. Der erste Platz ging an Marco Zimmermann von der Physik AG Lörrach, Hans-Thoma-Gymnasium Lörrach zu dem Thema „Radonbelastung in Gebäuden“.

Der zweite Preis ging an Nadin Liebert und Anne Irmscher am Gymnasium Einsiedel in Zusammenarbeit mit der TU Chemnitz, Inst. für Physik, zum Thema „Untersuchung von Umwelteinflüssen (Uranerzbau etc.)“. Der dritte Platz wurde zwischen Ursula Sojc, ebenfalls von

der Physik AG Lörrach, zu dem Thema „Spurensuche in unserem Ökosystem, 20 Jahre nach Tschernobyl“ und dem Beitrag von Tugrul Atmaca vom NatLab Schülerlabor der Universität Mainz zum Thema „Aufbereitung von Computerschrott“ geteilt. Eine Übersicht über alle bearbeiteten Projekte im Förderzeitraum 2006/2007 ist in Tabelle 1 zu sehen.

Einige der geförderten Projekte haben um eine Laufzeitverlängerung um ein Jahr gebeten. Inzwischen sind nahezu alle Beiträge beim FS eingereicht. Die Beiträge aus dem Förderjahr 2006/2007 werden derzeit innerhalb eines Sonderheftes zur Nachwuchsförderung zusammengestellt.

Für die Förderperiode 2007/2008 haben sich derzeit vier Projekte beworben und eine Förderung erhalten. Die Themen sind: „Radioaktive Belastung von Tabak“, „Entwicklung eines Schülerexperiments zur radiochemischen Bestimmung von radioaktiven Stoffen in Gesteinen in einem Schülerlabor“, Qualitative und quantitative Analyse mit Hilfe eines γ-Spektrometers“ und „Verhältnisbestimmung von U-238 zu U-235 in Uranglas“.

Tabelle 1: Bearbeitete Arbeiten beim Nachwuchsförderprojekt des FS im Jahr 2006/2007

Schule bzw. Schülerlabor	**Thema**
Hans-Thoma-Gymnasium Lörrach, **1. PLatz**	Untersuchung der radioaktiven Belastung von Häusern
Hans-Thoma-Gymnasium Lörrach, **3. Platz**	Radioaktive Belastung von Farnen, Moosen, Flechten
Ruhr-Universität Bochum, Fakultät für Physik und Astronomie, für Schülerlabor Bochum	Experimente mit radioaktiven Stoffen
Thüringer Museum für Elektrotechnik, Erfurt	Pechblende
Thüringer Museum für Elektrotechnik, Erfurt	Untersuchung zur Radonkonzentration in ausgewählten Objekten von Erfurt und Umgebung
NaT-Lab für Schülerinnen und Schüler Mainz, Johannes Gutenberg Universität Mainz, **3. Platz**	Aufbereitung von Computermüll (Analyse mittels NAA)
Gymnasium Einsiedel mit TU Chemnitz, Inst. für Physik, **2. Platz**	Untersuchung von Umwelteinflüssen (Uranerzbau etc.)
Eduard-Zintl-Institut für Anorgan.und Physikal. Chemie Darmstadt	Natürliche Radioaktivität von vulkanischem Gestein
Eduard-Zintl-Institut Anorgan. und Physikal. Chemie Darmstadt	Uran in Phosphaten (Düngemitteln u. ä.)
Eduard-Zintl-Institut Anorgan. und Physikal. Chemie Darmstadt	Zirkonhaltige Materialien
NaT-Lab für Schülerinnen und Schüler Mainz, Johannes Gutenberg Universität Mainz	Radioaktivität in Deutschland (Radon)
Forschungszentrum Karlsruhe, HS-KES (für Schule: Haus Mecki, Bühlertal)	Vergleich zwischen Höhenstrahlung und natürlicher Aktivität in der Luft
Ruhr-Universität Bochum, Fakultät für Physik und Astronomie, für Schülerlabor Bochum	Physik in der Medizin
FZ Karlsruhe	Radioaktivität und Mensch
FZ Karlsruhe	Radioaktivität in der Umwelt

2 Nachwuchsförderung bei Studenten

Für die Förderung von Studierenden im Strahlenschutz bietet der FS ein Austauschprojekt an. Studentinnen und Studenten können ein Praktikum zu Themen des Strahlenschutzes und zum Umgang mit radioaktiven Stoffen im europäischen Ausland absolvieren, welches durch den FS finanziert wird.

In 2006/2007 wurde dieses Konzept von zwei Studierenden der Johannes Gutenberg-Universität Mainz getestet, die an die TU Pavia, Italien, und an der Universität Mailand, Italien ein Praktikum ein Praktikum absolvierten. Hierfür wurde das Teilnahmeverfahren entwickelt. Eingereicht werden müssen folgende Unterlagen, wobei darauf geachtet wurde, den formalen Aufwand gering zu halten:

- Vertragliche Vereinbarung zwischen den Universitäten, dass das Praktikum von Studierenden der Partneruniversität durchgeführt werden kann.
- Vom Teilnehmer ausgefülltes Anmeldeformular
- Lebenslauf des Teilnehmers in englischer Sprache
- Grundkenntnisse des Studierenden über die Arbeiten, die an der Partneruniversität durchgeführt werden sollen
- Abstract in englischer Sprache
- Strahlenschutzüberwachung des Teilnehmers
- Krankenversicherung für das europäische Ausland
- Haftpflichtversicherung für das europäische Ausland

Der letzte genannte Punkt kann Schwierigkeiten bereiten, wenn kein Kooperations- oder Austauschvertrag zwischen den beiden Universitäten oder Instituten besteht.

Die geförderten Studierenden sollen über ihr Praktikum an den Universitäten einen kurzen Vortrag halten und außerdem ihr Thema auf der Jahrestagung des FS vorstellen. Für die beiden Testkandidaten ist dies 2007 bei der Preisverleihung für den Nachwuchsförderpreis des FS beim Ministerium für Bildung, Wissenschaft, Jugend und Kultur des Landes Rheinland-Pfalz in Mainz erfolgt. Das Thema in Pavia lag auf dem Gebiet der Onkologische Therapie durch Neutroneneinfang (BNCT), wobei Strahlenschutzmessungen an den Bestrahlungseinrichtungen durchgeführt und der Nachweis von Alpha-Strahlung mittels Radiographie geübt wurden. In Mailand wurde eine Studie zur Verwendbarkeit von Thermolumineszenzdetektoren (TLD) zur Messung von Photonendosen in Reaktorfeldern im Bereich der Bor-Neutronen-Einfangtherapie durchgeführt. Aus beiden Arbeiten resultierten Beiträge auf internationalen Tagungen.

Die Studierenden wurden auf ihr Praktikum etwa zwei Wochen lang an der Universität Mainz und in der Hauptabteilung Sicherheit des Forschungszentrums Karlsruhe, vorbereitet. Beide Teilnehmer haben sich anschließend für eine Diplomarbeit auf dem geförderten Bereich entschieden.

Der Schwerpunkt für die Studentenförderung soll im Austausch mit Österreich und in Zusammenarbeit mit dem ÖVS liegen. Weitere Interessenten gibt es derzeit für einen Austausch mit Pavia, Italien.

3 Schlussfolgerungen

Die Förderung von Schülern und Studenten ist erfolgreich angelaufen und soll fortgesetzt werden. Dabei ist es erforderlich, die potentiellen Teilnehmer für die Projekte zu motivieren. Für die nächste Förderperiode gibt es von beiden Gruppen Interessenten. Ein weiterer Ansatz kann Schüler und Studenten zusammenführen: Studenten betreuen Schüler bei der Durchführung der Projekte.

Derzeit wird zusammen mit dem Forschungszentrum Karlsruhe ein einwöchiges Praktikum für physikalisch technische Assistenten in der Ausbildung vorbereitet. Ziel ist es dabei, ihnen die Eigenschaften und den Umgang mit radioaktiven Stoffen zu zeigen und eine Einführung in die Dosimetrie zu geben.

Außerdem soll die Förderung auf Lehrkräfte und angehende Lehrkräfte ausgedehnt werden. Gefördert werden könnten beispielsweise Studienarbeiten auf den Gebiet Strahlenschutz oder eine fächerübergreifende Behandlung des Strahlenschutzes im Referendariat.

Ziel für die nächste Förderperiode 2008/2009 ist es, auch Teilnehmer aus der Schweiz zu gewinnen. Die entsprechenden Kontakte zum Schülerlabor am Paul-Scherrer-Institut in der Schweiz sind geknüpft.

KNOW-HOW-ERHALT DURCH DIE JUNGE GENERATION IN DER KTG E.V.

KNOW-HOW-MAINTENANCE THROUGH THE YOUNG GENERATION IN THE GERMAN NUCLEAR SOCIETY

C. George
Kernkraftwerk Gundremmingen GmbH

Zusammenfassung

Bei der Jungen Generation handelt es sich um eine Gruppe innerhalb der Kerntechnischen Gesellschaft e.V. (KTG). Mitglied sind alle Mitglieder der KTG e.V., welche das 35. Lebensjahr noch nicht vollendet haben. Mit einer Reihe an unterschiedlichen Aktionen treten wir als Ansprechpartner, Netzwerker sowie durch Förderung von Aktivitäten an Schulen und Hochschulen in Erscheinung. Mit den Tagungen für die Junge Generation, dem Kernenergie-Campus, der Unterstützung von Hochschulexkursionen wie auch bei der Beschaffung von Fachliteratur gelingt es uns, Netzwerkbildung, Öffentlichkeitsarbeit und Know-how-Erhalt miteinander zu verbinden.

The Young Generation is a group within the German Nuclear Society (KTG e.V.). Young Generation members are all members of KTG younger than 35 years. With a row of diverse activities Young Generation members do networking, we act as contact persons and campaign in high school and university for peaceful use of nuclear power. Young Generation enables networking, public relations and maintenance of know-how through organizing conferences for Young Generation group members, conferences for high school students during the "Kernenergie-Campus", support for technical excursions for university students and supply of technical literature for students.

1 Die Junge Generation in der Kerntechnischen Gesellschaft (KTG) e.V.

Die Kerntechnische Gesellschaft e.V. vereinigt Personen, mit kerntechnischem Interesse bzw. kerntechnischen Arbeitsgebieten. Wobei die Kerntechnik hier die klassische Technik, die (Reaktor-)Physik und eben den Strahlenschutz beinhaltet. Diese stark technische, naturwissenschaftliche Ausrichtung der Vereinigung zeigt sich vor allem in den 12 Fachgruppen. Sie bilden die Basis für fachbezogene Netzwerke, Tagungen sowie Fachsitzungen auf der Jahrestagung Kerntechnik. Neben den Fachgruppen existieren Ortssektionen für den regionalen Gedankenaustausch. Zusätzliche Gruppen der KTG e.V. sind die der Senioren und die Junge Generation.

Mitglied der Jungen Generation sind alle Mitglieder der KTG, welche das 35. Lebensjahr noch nicht vollendet haben. Zur „Zielgruppe" gehören daher vorrangig Studierende sowie Berufseinsteiger. Die Aktionen unserer Gruppe gelten insbesondere der Unterstützung der Netzwerkbildung und dem Wecken von kerntechnischem Interesse. Eine weitere Aufgabe, welcher sich die Junge Generation annimmt ist die Öffentlichkeitsarbeit. Wir wollen aktiv an der immer wieder sehr emotional stattfindenden Diskussion um diese Form der Energieumwandlung

teilnehmen. Mit Beiträgen in Zeitschriften, im Radio und Fernsehen, aber auch bei Diskussionsrunden wollen wir zu einer Versachlichung der Debatte beisteuern.

Darüber hinaus ist die deutsche Junge Generation in ein weltweites Netzwerk eingebunden, so dass internationale Kontakte bestehen und ein intensiver Erfahrungsaustausch möglich ist.

Der Vorstand der Jungen Generation hat derzeit acht Mitglieder mit unterschiedlichen Aufgaben. Um Kontinuität sowie Vielfalt miteinander zu verbinden steht die Hälfte des Vorstandes jährlich zur Wahl.

Unterstützung und Förderung erfährt die Junge Generation im Allgemeinen durch Fachgruppen und den Bundesvorstand der KTG, dessen Nachwuchsbeauftragter Ansprechpartner und Garant für eine enge Zusammenarbeit ist. Weitere Unterstützung, meist speziell für einzelne Aktionen, finden wir in der Wirtschaft. Ein Beispiel hierfür sind die Nachwuchstagungen.

2 Tagungen für die Junge Generation

Wie der Fachverband Strahlenschutz Jahrestagungen durchführt, so organisiert auch die KTG eine meist im Mai stattfindende Veranstaltung. Speziell für den Nachwuchs veranstaltet unsere Gruppe jährlich zwei Tagungen, eine im Norden Deutschlands sowie eine im Süden. Termine hierfür liegen eher im Herbst, also Oktober und November sowie jeweils von Donnerstagnachmittag bis Samstagmittag.

Mit wechselnden, zum jeweiligen Tagungsort passenden Themen, wurde in den letzten 12 Jahren bereits ein vielfältiges Spektrum angeboten. Thematisiert wurden unter anderem Energiemix, zukünftige Reaktorkonzepte, Krisenmanagement, Politik und Öffentlichkeit. Im letzten Jahr waren die Tagungsorte das Brennelementlager Gorleben („Wohin mit dem Atommüll?“) sowie die Firma Westinghouse in Mannheim („Kernenergie – Sag niemals nie!“).

Abb. 1: Teilnehmer der Tagung für die Junge Generation in Mannheim.

Wie bereits erwähnt beginnt die Veranstaltung Donnerstagnachmittag, meist mit der Besichtigung des Tagungsortes und einem anschließenden gemeinsamen Abendessens. Hierbei steht besonders der Netzwerkgedanke im Vordergrund. Aus der Verschiedenheit der Tagungsteilnehmer, in erster Linie Berufseinsteiger und Studierende, ergeben sich schnell interessante Gespräche. Die Erfahrung zeigt, dass diese Kontakte auch nach der Tagung bestehen bleiben.

Der Freitag steht dann ganz im Zeichen des gewählten Mottos. In Fachvorträgen wird dieses von mehreren Seiten beleuchtet. Großer Wert wird daher bereits bei der Auswahl der Referenten gelegt, um ein vielfältiges Bild zu bieten und oft gegensätzliche Meinungen, besonders bei „weicheren“ Themen wie Politik und Öffentlichkeitswirksamkeit, zu Wort kommen zu lassen. Daher wird die Veranstaltung mit einer Podiumsdiskussion unter reger Beteiligung des Auditoriums thematisch beschlossen. Der Abend gehört wieder dem lockeren Beisammensein sowie der folgende Abreisetag einer Besichtigung in der näheren Umgebung.

Tagung für die
JUNGE GENERATION
in der Kerntechnik

Brennelementlager Gorleben

WOHIN MIT DEM
ATOMMÜLL ?

29. November 2007

09:00 bis 13.00 Uhr Gruppe 1
Besichtigung des Erkundungsbergwerkes Gorleben incl. Mittagessen
Treffpunkt: Bergwerk Gorleben

09:00 bis 13.00 Uhr Gruppe 2
Besichtigung der Pilotkonditionierungsanlage (PKA) incl. Imbiss
Treffpunkt: BLG-Infohaus Gorleben

ab 14:00 Uhr Eintreffen der Tagungsteilnehmer am Tagungsort Hotel Seeblick in Gartow

14:30 Uhr
Begrüßung durch einen Vertreter des KTG-Vorstandes

15:00 Uhr 30 Jahre Standort Gorleben
Reinhard König
Geschäftsführer BLG

Kaffepause

17:00 Uhr
Die Gruppe JUNGE GENERATION in der KTG stellt sich vor!
Tobias Zschöckner,
Vorstand Gruppe JG

19:00 Uhr
Abendessen im Haus des Gastes, Gartow
Restaurant Seeterassen

30. November 2007

09:00 Uhr
Der CASTOR – Erfahrungen und Entwicklungen
Dr. Jens Schröder
Bereichsleiter Nuklearbehälter, GNS

Kaffeepause

10:45 Uhr
Castortransporte – Ein Erfahrungsbericht
Herr Katenkamp
Polizeidirektion Lüneburg

12:30 Uhr Mittagspause

13:45 Uhr
Endlagerung – National und International
Dr. Klaus-Jürgen Brammer
Referent Endlagerung, GNS

ca. 15:00 Uhr Kaffeepause

15.30 Uhr
Podiumsdiskussion zum Thema:

Wohin mit dem Atommüll?

Auf dem Podium:

Vertreter aus der Politik, der Wirtschaft und den Medien angefragt

Schlußwort

ca.17:30 Uhr Tagungsende

1. Dezember 2007

10:00 Uhr
Stadtbesichtigung Lüneburg

Wir schlendern durch Lüneburg, besuchen die Historische Altstadt, ein gemütliches Restaurant und mehr……..

Abb. 2: Programmablauf der Tagung in Gorleben 2007.

Die Tagungen sind mittlerweile so beliebt, dass die am Tagungsort vorhandene Kapazität die Anzahl der Teilnehmer beschränkt und an einige Interessenten Absagen erteilt werden müssen. Daher waren in den letzten Jahren bei jeder Tagung zwischen 60 und 90 Teilnehmern anwesend.

Diese durch die Junge Generation organsierte Veranstaltung wird im besonderem Maße von der Wirtschaft, insbesondere in der Rolle des Gastgebers, organisatorisch, wie auch finanziell unterstützt. So ist es möglich, die eingenommenen Tagungsbeiträge fast in vollem Umfang einer weiteren Aktion zur Verfügung zu stellen: Der Förderung von Hochschulexkursionen.

3 Förderung von Hochschulexkursionen

Bei der Förderung von Hochschulexkursionen handelt es sich primär um eine finanzielle Unterstützung. Hochschulen werden aufgefordert, sich mit einem Konzept für eine Exkursion zu bewerben. Dabei ist nicht nur das Besichtigungsprogramm für eine eventuelle Förderung ausschlaggebend, sondern auch die Einordnung der Exkursion in die Lehrveranstaltung.

Abb. 3: Studierende der FH Hannover im Kernkraftwerk Unterweser.

Immer wieder werden auch gemeinsame Exkursionen verschiedener Lehrstühle oder mit Studierenden verschiedener Jahrgänge veranstaltet. Dies kommt natürlich unserem Anliegen des Erfahrungsaustausches sehr entgegen. Besonders begrüßt werden natürlich Exkursionen mit Studierenden die noch vor der Wahl ihrer Vertiefungsrichtung stehen.

In den letzten Jahren stieg die Anzahl der Teilnehmer, so dass in diesem Jahr 9 Exkursionen gefördert werden konnten. Ziele sind neben den Kraftwerken, Forschungszentren oder kerntechnischen Zulieferern aus der „Umgebung“ auch Anlagen im Ausland, wie das Beispiel der TU Dresden mit der Exkursion zur IAEO nach Wien zeigt.

Tabelle 1: Diesjährig teilnehmende Hochschulen sowie deren Exkursionsziele.

Hochschule	Ziel
TU Dresden 1	IAEO in Wien
FH Nürnberg	Kernkraftwerk Isar
TU Dresden 2	Kraftwerk Nord, ZwiLag Nord, Max-Planck-Institut (Greifswald)
Hochschule Zittau / Görlitz	Urenco, AREVA ANF, Kernkraftwerk Emsland
Techn. FH Berlin	Hannover-Messe-Industrie, KSG/GfS
FH Gießen	Endlager für radioaktive Abfälle Morsleben, Schachtanlage Konrad, Urenco
FH Schweinfurt	Kernkraftwerk Isar
FH Hannover	Kernkraftwerk Unterweser
FH Schweinfurt & FH Aschaffenburg	Forschungszentrum Karlsruhe

Wie wichtig Exkursionen für Studierende sind, zeigt, dass oft nach einer solchen die Wahl der Vertiefungsrichtung im Sinne der Kerntechnik erfolgte und nicht selten erste Gespräche für Praktika, Diplomarbeiten oder gar den Berufseinstieg am Rande einer solchen Veranstaltung stattfinden.

4 Bücheraktion

Ziel der Bücheraktion ist es Studenten, welche Mitglieder der KTG sind, beim Kauf von Fachbüchern zu unterstützen. Interessierte senden dabei die Originalquittung mit einem formlosen Schreiben an die Gruppe Junge Generation (Immatrikulationsbescheinigung; KTG-Mitgliedsnummer sind ebenfalls beizulegen). Dabei muss ersichtlich sein, dass es sich um ein Fachbuch mit technischem, physikalischem oder strahlenschutztechnischem Inhalt handelt. Jeder Student kann nur einmal pro Jahr in den Genuss dieser Unterstützung kommen. Der Maximalbetrag liegt bei 30 €. Mehr wäre auch wegen dem deutschen Vereinsrecht nicht möglich. Da die Teilnehmerzahl auf 30 begrenzt ist, wird diese Aktion auch als 30 x 30 Aktion bezeichnet. Bekannt gemacht wurde diese Aktion in Anschreiben an die Hochschulen, Internet, Erwähnung in Vorträgen sowie in Flyern.

5 Kernenergie-Campus

Der Kernenergie-Campus findet im Rahmen der Jahrestagung Kerntechnik statt. Schulen, insbesondere Physikleistungskurse, werden aufgefordert an einem Energiequiz teilzunehmen und sich so für die Teilnahme zu qualifizieren. Hierfür sind Fragen rund um das Thema Kernenergie sowie Energietechnik im Allgemeinen zu beantworten. Obwohl sich der Campus primär an Schüler richtet ist er doch auch zu einem festen Anlaufpunkt für Studierende geworden. An sechs mit Modellen, Postern und Videoprojektionen aufgebauten Ständen ist der komplette Brennstoffkreislauf anschaulich abgebildet. Das Motto dabei lautet: „Kernenergie zum Anfassen“. Betreuer dieser Stationen kommen von den jeweiligen Fachfirmen.

Der Ablauf sieht vor, dass nach einem kurzen Einführungsvortrag die Schüler in Gruppen aufgeteilt werden und in einem geführten Rundgang die einzelnen Stationen anlaufen. Nach jeweils einer halben Stunde erfolgt ein Wechsel zum nächsten Stand, nach zwei Stationen eine kleine Getränkepause bzw. das Mittagessen. Hierbei setzen sich die Diskussionen zw. Schülern, Studierenden, Lehrern sowie den Referenten fort. Dies wird dadurch unterstützt, da für den Campus Stationsbetreuer und Vortragende gewonnen werden konnten, deren Berufseinstieg selbst erst in den letzten Jahren erfolgte, also der Altersunterschied zwischen Publikum und Referenten nicht allzu groß ist.

Der Stand „Kraft aus der Natur: Vom Erz zum Brennelement“ bildet quasi den Beginn des Brennstoffkreislaufes. Hierbei werden die Themen Uranabbau, Anreicherung und Brennelementfertigung angesprochen. Durch die Aufteilung in kleinere Gruppen, ca. 8 Schüler, erleichtern auch hier das Zustandekommen von Diskussionen zu bestehenden Uranressourcen oder dem Aufbau eines Brennelementes.

Abb. 4: Einzelne Stationen auf dem Kernenergie-Campus.

Am zweiten Stand mit dem Titel „Blick in einen Reaktor“ knüpft oftmals an dem in der Schule erlernten an. Auch kann durch die Gruppenaufteilung flexibel auf konkrete Fragestellungen wie Sicherheit, in den Medien diskutierte Ereignisse in Kernkraftwerken oder auch aktuelle Trends in der Kernkraftwerkstechnik eingegangen werden.

Da die Teilnehmenden Schulen in diesem Jahr aus dem Raum Lüchow-Dannenberg kamen, stießen die Stationen 3 „Sicher verpackt: Transporte“ und 4 „Endlagerung und Alternativen“ auf ein außerordentliches Interesse. Wie an jedem Stand wird auch hier anhand von Anschauungsobjekten sowie einer Multimediapräsentation die Fertigung eines Transportbehälters, inkl. der notwendigen Prüfungen, sowie die Sicherheitsvorschriften beim Transport selbst näher erläutert. Wie der Titel schon sagt, so ist bei der 4. Station der aktuelle Stand bei der Erkundung des Bergwerks in Gorleben, Vor- und Nachteile der Einlagerung in Salz sowie der weltweite Stand der Endlagerforschung Thema.

Mit „Sicht auf das Unsichtbare: Radioaktivität und Strahlenschutz“ haben die Teilnehmer selbst einmal die Möglichkeit mit Strahlenmesstechnik zu erfahren, wie sehr wir von Radioaktivität umgeben sind. Überraschend für die Mehrzahl der Schüler ist, dass es vorrangig natürliche Strahlenquellen sind, die zu einer Exposition führen.

„Kernfusion – Das Sonnenfeuer auf die Erde holen“ bietet einen Blick in Zukunft der Energietechnik. Viele wissen nur wenig über diese spannende Technik. So setzt man sich auch hier in einer aktiven Diskussion mit den unterschiedlichen Konzepten sowie deren möglicher Einsatzzeitpunkt auseinander.

Abb. 5: Lebhafter Austausch um die „Kraft aus der Natur“.

Abgerundet wird der Rundgang mit einem Thema, was Abiturienten, wie auch Studierende stark bewegt: „Erfolgreich Bewerben“. Anhand von Beispielen lernen die Teilnehmer, worauf es bei einer Bewerbung wirklich ankommt, was sie bei einem Bewerbungsgespräch erwartet und, schließlich sind wir auf dem Kernenergie-Campus, wie die Berufsaussichten in der Kerntechnik sind.

In einer abschließenden Diskussionsrunde haben alle Beteiligten die Möglichkeit, noch nicht angeklungene Punkte anzusprechen. Sehr interessant für uns als Veranstalter sind auch die subjektiven Gesichtspunkte. Viele erlangen nach dem Besuch des Campus eine beruhigtere und sachlichere Sicht auf die stark emotionalisierte Diskussion um die Kerntechnik.

6 Schlussfolgerung

Dies ist nur eine Auswahl der Schwerpunkte der Jungen Generation in der Kerntechnischen Gesellschaft e.V., zeigen aber wie sehr wir bemüht sind, Netzwerkbildung, Öffentlichkeitsarbeit sowie die Förderung des kerntechnischen Nachwuchses miteinander zu verbinden. Die Erfahrung zeigt, dass es eine Weile dauert, bis sich einzelne Aktionen profilieren können. Das ständige einfließen lassen der jeweiligen Feedbacks führten insbesondere beim Campus dazu, dass das heutige Konzept nicht mehr viel mit dem ursprünglichen zu tun hat. Unter anderem ist es diese Veränderungsbereitschaft welche die Aktionen für Teilnehmer immer beliebter machen, was sich hin und wieder auch in positiven Presseechos niederschlägt. So sind viele

Studierende auf einer der geförderten Exkursionen oder einer unserer Tagungen erstmals „live“ mit der Kerntechnik in Berührung gekommen oder konnte den ersten Grundstein für die weitere berufliche Laufbahn legen. Darüber hinaus profitieren die Mitglieder durch ein starkes Geflecht aus Kontakten zur Industrie sowie zu Hochschulen. Über ein solches Netzwerk lässt sich Wissen sehr breit und schnell transferieren.

Insgesamt versuchen wir durch die erwähnten Aktionen, Newsletter, Vorträge und das Fungieren als Ansprechpartner für Dozenten einen Beitrag zum Know-how-Erhalt und zur Öffentlichkeitsarbeit zu leisten. Denn gerade wegen der sehr paradox geführten Diskussionen zu den Themen Strahlenschutz, Strahlung und Kerntechnik sind wir der Meinung, dass (Weiter-) Bildung und Public Relation zusammengehören.

DAS NAT-LAB FÜR SCHÜLERINNEN UND SCHÜLER DER JOHANNES GUTENBERG–UNIVERSITÄT MAINZ STELLT SICH VOR

H. Funk, C. Welschof
NaT-Lab für Schülerinnen und Schüler, Johannes Gutenberg-Universität Mainz

Zusammenfassung

Das NaT-Lab für Schülerinnen und Schüler der Johannes Gutenberg-Universität Mainz wurde im Jahr 2000 gegründet um Schülerinnen und Schüler stärker für die Naturwissenschaften zu interessieren. Zum jetzigen Zeitpunkt arbeiten verschiedene Fachbereiche und Institute (Chemie, Biologie, Pharmazie, Geowissenschaften, Mathematik, Informatik, Physik und Max-Planck Institute) zusammen und entwickeln interessante Projekte für Schülerinnen und Schüler. Eine Übersicht über die aktuellen Projekte im NaT-Lab geben die Informationen, Berichte und Bilder auf unserer Homepage **www.nat-schuelerlabor.de**.

The "NaT-Lab für Schülerinnen und Schüler der Johannes Gutenberg-Universität Mainz" was set up in 2000 to interest and promote pupils in natural sciences. Today different departments and institutes (chemistry, biology, pharmacy, geosciences, mathematics and informatics, physics and the Max Planck Institutes) work together to develop interesting projects for pupils. The homepage **www.nat-schuelerlabor.de** offers a good review about actual projects.

1 Entstehung und Struktur des NaT-Lab

Im Jahr 2000 wurde das NaT-Working Schülerlabor gegründet, wo Kindern und Jugendlichen die Möglichkeit geboten wurde, chemische Fragestellungen eigenständig im Labor zu bearbeiten. Ende 2002 wurden ähnliche Aktivitäten aller mathematisch-naturwissenschaftlichen Fachbereiche in einem gemeinsamen **NaT-Lab für Schülerinnen und Schüler der Johannes Gutenberg-Universität Mainz** gebündelt. Zurzeit werden Projekte aus verschiedensten naturwissenschaftlichen Fachbereichen (Biologie, Biochemie, Chemie, Geowissenschaften, Informatik, Mathematik, Max-Planck Institute für Chemie, Pharmazie, Physik) über das Koordinierungsbüro des NaT-Lab gebündelt und angeboten.

2 Ziele und Strategie

Das Grundanliegen des NaT-Lab ist es, ein für Schülerinnen und Schüler aller Altersstufen angemessenes und aufeinander aufbauendes Angebot zu konzipieren, das nachhaltig wirkt und langfristig finanzierbar ist. Die Ziele des NaT-Lab sind:

- Vermittlung einer naturwissenschaftlichen Grundkompetenz
- Nachhaltige Interessenentwicklung an naturwissenschaftlichen Studiengängen und/oder Ausbildungsberufen
- Öffnung der Universität für den Bereich Schule
- Verbesserung des eigenen Ausbildungsangebot für Lehramtsstudierende
- Begabtenförderung

3 Aktuelle Projekte

Die Institution NaT-Lab vereint und bündelt eine Vielzahl von Aktivitäten und Angeboten der mathematisch naturwissenschaftlichen Fachbereiche für verschiedene Altersstufen von Kindern und Jugendlichen mit unterschiedlichen Interessen und Begabungen. Die Informationen, Berichte und Bilder auf unserer Homepage **www.nat-schuelerlabor.de** geben eine sehr gute Übersicht über die aktuellen Projekte im NaT-Lab.

Bei fast allen Projekten des NaT-Lab arbeiten die Schülerinnen und Schüler möglichst selbstständig in Kleingruppen und werden von studentischen Mentoren betreut.

3.1 Schülerlabor

Unter dem Begriff Schülerlabor vereinigen sich Projekte, an denen Schülerinnen und Schüler im Klassenverband teilnehmen können. Hier melden die Lehrer ihre Klasse für ein Projekt ihrer Wahl an und kommen zusammen mit Schülerinnen und Schülern ins Schülerlabor. Die Projekte sind am Lehrplan orientiert und nach Klassenstufen gegliedert.

- Für Schülerinnen und Schüler der 5ten bis 9ten Klasse gibt es Projekte im Bereich Chemie mit Themen wie „Luft“, „Wasser“ oder „Elektrizität“ (5te bis 7te Klasse) oder „Laborführerschein“, „Säure-Base Reaktionen“ (8te bis 9te Klasse). Im Botanischen Garten werden spezielle Führungen für Kinder und Jugendliche angeboten. Die Mathematik bietet Anwendungen von Computer-Algebra-Systemen (CAS) und Dynamischer Geometrie-Software (DGS) an, bei denen schon jüngere Schülerinnen und Schüler einen ganz neuen Zugang zur Mathematik finden.
- Ab der 10ten Klasse wird die Auswahl weit umfangreicher. Hier gibt es nicht nur Projekte in der Chemie („Säure-Base-Titrationen, Nachweise, Azofarbstoffe) sondern auch Projekte in der Biochemie (z.B. „DNA-Plasmid-Isolierung“), in Max Planck Institut für Chemie („Treibhausgas Methan“, „Polymere: Synthese und Anwendung“) in der Physik („Holographie“, „Teilchenfallen“, „Maxwell-Gleichungen“, Projekttage im „Energieparcours des NaT-Lab“) und im Institut für Kernchemie („Reaktorführungen“). In der Mathematik können sich die Schülerinnen und Schüler mit den Möglichkeiten selbstständiger Programmierung vertraut machen.

Aus unseren Erfahrungen ist es sehr wichtig auch die Begeisterung jüngerer Kinder für die Naturwissenschaften zu fördern. Da das Schülerlabor mit Schülern ab der 5ten Klasse voll ausgelastet ist, arbeitet es auf diesem Gebiet mit anderen Institutionen zusammen.

So wurde in Zusammenarbeit mit der Universität Frankfurt eine Experimentierkiste mit Arbeitsanweisungen für Experimente entwickelt, die in einem normalen Klassenraum durchgeführt werden können. Dabei werden Materialien aus dem Lebensumfeld der Kinder benutzt, was den Vorteil hat, dass die Materialien preiswert und unkompliziert zu ersetzten sind und es den Kindern ermöglicht die Versuche zu Hause zu wiederholen oder fortzusetzen.
Im Kindergartenbereich hat sich das NaT-Lab der bundesweiten Organisation „Haus der kleinen Forscher" angeschlossen, die Fortbildungen für Erzieherinnen organisiert.

3.2 Projekte für besonders interessierte Kinder und Jugendliche

Hier wurden im Lauf der Zeit unterschiedlichsten Projekte entwickelt:

- Experimentieren 1 und 2,
- Forschertage,
- Ferienakademien.

Experimentieren 1 und 2 sind Kursprogramme für Kinder und Jugendliche der 3ten bis 7ten Klasse, die sich auch nachmittags mal mit Chemie beschäftigen wollen. An 10 Nachmittagen können die Kinder für 1½ Stunden im Labor arbeiten und den Naturwissenschaften auf den Grund gehen mit vorgegebenen Fragestellungen wie zum Beispiel: Was ist Luft? Wie macht man einen Klebstoff? Wie funktioniert Abflussreiniger?

Die Forschertage finden meist 3-tägig in den Ferien unter Themen wie „Kriminalistik" (4te bis 6te Klasse), „Farben" (7te bis 8te Klasse) und „Kunststoffe" (9te und 10te Klasse) statt. Sie sollen bei den Kindern und Jugendlichen das Interesse an den Naturwissenschaften verstärken und sie mit naturwissenschaftlichen Denk- und Arbeitsweisen vertraut machen.

In Ferienakademien mit speziellen Themenschwerpunkten wird Oberstufenschülerinnen und -Schülern frühzeitig ein Blick hinter die Kulissen von Studium und Forschung gewährt werden:

- Wie sieht der Alltag von Studentinnen und Studenten im Fach Chemie aus?
- Was sind die Studieninhalte und welche Themenstellungen werden in der Forschung bearbeitet?

Seit 2001 werden regelmäßig Ferienakademien zu folgenden Themen angeboten:

- **„Farben natürlich und synthetisch"**,
- **„Vom Gen zum Klon"** (am Institut für Biochemie),
- **„Neue Materialien"** (in Zusammenarbeit mit der TH Kaiserslautern und der Fachhochschule Koblenz),
- **„Licht im Kristall"** (Zusammenarbeit mit dem Institut für Geowissenschaften).

Die Ferienakademien zeichnen sich dadurch aus, dass nach Möglichkeit für ein Rahmenprogramm und die Übernachtung im Jugendgästehaus Mainz gesorgt wird. Neben dem täglichen Laborprogramm ist auch der gesellige Teil der Veranstaltung mit gemeinsamen Grillen oder einem Kneipenbummel durch Mainz wichtig. In einer nicht alltäglichen, anregenden Atmosphäre, die zum Einen geprägt ist von intensiver und anstrengender Kursarbeit, zum Anderen

aber auch viele Elemente des Spaßes, der Entspannung und des persönlichen Gesprächs enthält, entsteht schnell eine Gemeinschaft, die weit über die Ferienakademie hinaus prägende und bindende Wirkungen entfaltet.

4 Finanzierung

Das NaT-Lab nutzt Räumlichkeiten und Synergien der Johannes Gutenberg-Universität Mainz. Die Finanzierung der Projekte erfolgt größtenteils über Mittel des Landes Rheinland-Pfalz, über Spenden von Firmen wie Boehringer Ingelheim, der BASF AG Ludwigshafen und über Zuschüsse der Chemieverbände Rheinland-Pfalz. Seit 2007 werden erstmals Gebühren für einzelne Kursangebote erhoben.

5 Projekte im Bereich des Strahlenschutzes

Erste Erfahrungen bei Projekten im Bereich des Strahlenschutzes wurden seit 2005 gesammelt. Hier förderte das NaT-Lab interessierte Jugendliche im Rahmen von Facharbeiten, die in Leistungskursfächern im 12ten Schuljahr angefertigt werden können, oder bei Arbeiten für Wettbewerbe (Nachwuchsförderung im Strahlenschutz oder Jugend forscht).
Es wurden 3 Arbeiten betreut:

- Radioaktivität in Pilzen
- Analyse von Elektronikmüll mittels NNA
- Untersuchung von Heilquellen im Raum Mainz-Wiesbaden (Radon)

Es entstanden sehr gute Arbeiten, die sich im Rahmen der Wettbewerbe oder im schulischen Bereich qualifizierten. Nach Aussagen der Jugendlichen haben sie bei den Projekten sehr viel gelernt und sie interessieren sich nachhaltig für das Thema.

Die Arbeit mit den Jugendlichen war sehr interessant, verlangte aber einen hohen persönlichen Einsatz von den Betreuern. Für die Jugendlichen war es oft schwer die notwendige Zeit neben den schulischen Aktivitäten aufzubringen.

Im Schülerlabor des NaT-Lab selbst fehlte es an Messplätzen und die Jugendlichen waren für die Messungen auf das Institut für Kernchemie oder die Fachhochschule Friedberg Gießen angewiesen.

Im Moment ist eine Weiterführung dieser Projekte nicht geplant, da der personelle Einsatz zu hoch ist. Es ist aber vorgesehen ein Ferienprojekt in dem Bereich zu entwickeln. Dies erfolgt in Zusammenarbeit mit der Lehramtsausbildung über eine Examensarbeit im Studienfach Chemie und startet im November 2008. Dabei greift das NaT-Lab auch auf die langjährige Erfahrung im Bereich der Organisation von Ferienakademien mit anderen Themenbereichen zurück.

Sehr wichtig für die Nachfrage eines solchen Projektes ist die Konfrontation der Schülerinnen und Schüler mit diesem Themenbereich in der Schule. Dabei kommen vorwiegend Oberstufenschüler in Betracht. In Rheinland-Pfalz ist im Lehrplan für Grund- und Leistungskurs Physik das Themengebiet Kernumwandlungen als Pflichtfach verankert. Anders sieht es im Lehrplan Chemie aus. Hier ist das Themengebiet Radioaktivität mit insgesamt 14 Unterrichtseinheiten (UE) als Wahlfach neben zahlreichen anderen Wahlfächern, wie zum Beispiel Elektrochemie (18 UE) Seifen – Waschmittel – Tenside (10 UE), Lebensmittel (6 UE), Metalle – Vom Erz zum Metall (6 UE), berücksichtigt. Insgesamt können 42 UE Wahlbausteine in Ergänzung zu den Pflichtbausteinen gewählt werden. Die Auswahl obliegt dem Lehrer, sodass nicht alle Schüler mit naturwissenschaftlichen Leistungskursen in Rheinland-Pfalz über Wissen in diesem Bereich verfügen. Über das Angebot von Projekten außerhalb der Schule können sich die interessierten Schülerinnen und Schüler in diesem Themenbereich weiter informieren. Dies ist sehr wichtig, da über Pressemeldungen die Radioaktivität immer wieder ins Blickfeld der Schülerinnen und Schüler rückt.

6 Fazit

Mit Projekten im Bereich Strahlenschutz und Radioaktivität kann man sehr interessierte Oberstufenschülerinnen und -schüler einladen, sich nachhaltig mit dem Thema zu beschäftigen. Einzelbetreuungen von Facharbeiten oder Arbeiten für Wettbewerbe (Jugend forscht, Nachwuchsförderung im Strahlenschutz) sind sehr erfolgreich, verlangen von den Betreuern aber einen sehr hohen persönlichen Einsatz.

Mit der Entwicklung einer Ferienakademie „Radioaktivität“ für Oberstufenschülerinnen und -schüler mit den Leistungskursen Chemie und/oder Physik will das NaT-Lab mehr interessierten Jugendlichen die Möglichkeit geben, sich nachhaltig mit dem Themenbereich zu beschäftigen.

Ziel ist es, den Jugendlichen schon vor dem Studium einen Einblick in das Thema zu geben, um im Studium den Blick auf eine Spezialisierung in Bereich Kernphysik oder Kernchemie zu schärfen.

PROJEKTE IM SCHÜLERFORSCHUNGSZENTRUM PHAENOVUM

PROJECTS AT THE STUDENT RESEARCH CENTER PHAENOVUM

B. Kretschmer, M. Zimmermann, U. Sojc, N. Mutz, H. Weller
Schülerforschungszentrum Lörrach Dreiländereck phaenovum

Zusammenfassung

Im phaenovum werden Schüler/innen erfolgreich auf Wettbewerbe vorbereitet. Eine moderne Ausstattung mit einem Windkanal, Rastersondenmikroskopen und Messgeräten zur Radioaktivität steht für das Arbeiten von Schülern zur Verfügung. Über drei Arbeiten zur Umweltradioaktivität wird hier berichtet.

At phaenovum students are trained successfully for competition. A modern equipment, including a wind tunnel, scanning probe microscopes, and measuring instruments for radioactivity is available for activities of students. We give an account on three research activities about environmental radioactivity.

1 Das Schülerforschungszentrum Lörrach-Dreiländereck phaenovum

Im März 2008 wurde in Lörrach ein naturwissenschaftliches Leistungszentrum zur Förderung von begabten und interessierten Schüler/innen mit internationaler Ausprägung eröffnet, das *Schülerforschungszentrum Lörrach-Dreiländereck phaenovum*. Damit wird die Arbeit der 1980 gegründeten Physik-Ag fortgesetzt. Neben der in dem Haus untergebrachten Physik/ Nanotechnologie ist noch eine Erweiterung auf das Gebiet Life Sciences und Robotics geplant. Ein Ziel ist die Vorbereitung auf nationale und internationale Wettbewerbe (IYPT, Quanta in Indien, ICYS). In Zusammenarbeit mit dem SFZ Südwürttemberg und dem Kepler Seminar Stuttgart sind die Teilnehmer recht erfolgreich. So konnte das deutsche Team z.B. 2008 beim IYPT in Kroatien zum fünften Mal den Physik-Weltcup holen. 2005 erlangten zwei Schüler der Physik-Ag bei Jugend forscht den Preis der Bundeskanzlerin.

Im phaenovum stehen neben einer Grundausstattung 16 Laptops mit Interface zur Messwerterfassung zur Verfügung. Ein Windkanal ermöglicht Untersuchungen zur Strömungsmechanik (Abb. 1). Ein Rastertunnel – und ein Rasterkraftmikroskop (Abb. 2a, b) der Firma Nanosurf bilden die Grundlage für den Bereich Nanotechnologie. Die Rastersondenmikroskope konnten durch NaT-Working Projekte (Robert Bosch Stiftung) beschafft werden.

Abb. 1: Windkanal

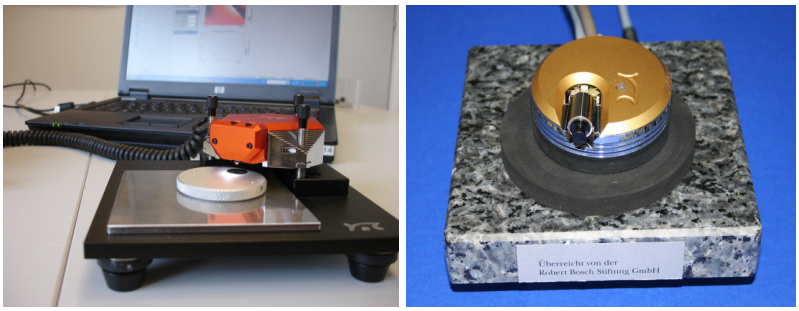


Abb.: 2a, b Rasterkraft- und Rastertunnelmikroskop

Für den Bereich Radioaktivität gibt es mehrere Zählrohre für das Interface Cassy, tragbare Gamma Scouts, einen Szintillationszähler mit Vielkanalanalysator, eine Bleiburg und einen Kernstrahlungsdetektor mit Streukammer. Auch diese Geräte wurden im Rahmen eines Projekts beschafft. Aufgrund dieser guten Ausstattung konnten auch im Bereich Kernphysik verschiedene *Jugend forscht* Arbeiten und Beiträge zu Wettbewerben auf diesem Gebiet entstehen. *Radioaktive Belastung von Pilzen*, *Radonbelastung von unserem Schulgebäude* und *20 Jahre nach Tschernobyl - Spurensuche in unserem Ökosystem*, sowie drei Beiträge zur Nachwuchsförderung im Strahlenschutz waren Themen aus den letzten Jahren.

2 Radonbelastung von unserem Schulgebäude (Marco Zimmermann)

Radon ist ein radioaktives Edelgas. Das Radonisotop Rn-222, welches aus Uran-238 entsteht, hat eine Halbwertszeit von 3,8 Tagen. Da alle anderen natürlich vorkommenden Radonisotope kürzere Halbwertszeiten haben und somit größtenteils zerfallen, bevor sie in Gebäude gelangen können, ist vor allem dieses Isotop in Räumen vorzufinden. Die Radonbelastung in einem Raum kann durch Exposimeter gemessen werden. Ich verwendete einige Exposimeter, die mir vom Forschungszentrum Karlsruhe bereitgestellt wurden, zu Vergleichszwecken zu meiner Messmethode. Bei meinem Verfahren ist es zunächst einmal notwendig, die in der Luft verteilten radioaktiven Partikel „einzufangen“, um sie anschließend auszuwerten. Da die meisten radioaktiven Nuklide in der Luft positiv geladen sind, lassen diese sich durch einen Leiter unter negativer Hochspannung anziehen. Daher spannte ich einen Draht von etwa 4m Länge in einem Kellerraum unserer Schule (später auch im 1. OG) und legte -6 kV an. Auf diese Weise sammelte ich das radioaktive Material zwischen 2 und 36 Stunden lang. Anschließend wurde der Draht mit einem mit Aceton angefeuchtetem Tuch abgewischt.

Zur Messung verwendete ich einen Szintillationszähler mit Bleiburg. Mit einem Cassy-Interface mit Vielkanalanalysator der Firma Leybold kann man auf dem angeschlossenen Laptop so ein Spektrum mit der Zahl der detektierten γ-Quanten in Abhängigkeit von deren Energie aufnehmen. Anfangs ließ ich den radioaktiven Stoff ohne Unterbrechung mehrere Stunden in einem Spektrum auswerten (Abb. 4), später benutzte ich eine wiederholende Messung, dabei wurde das Spektrum alle 100 Sekunden abgespeichert und die Messung von neuem begonnen.

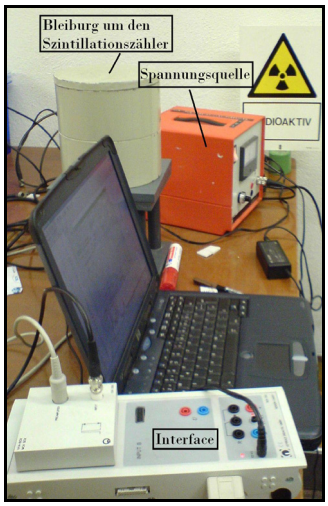


Abb. 3: Versuchsaufbau

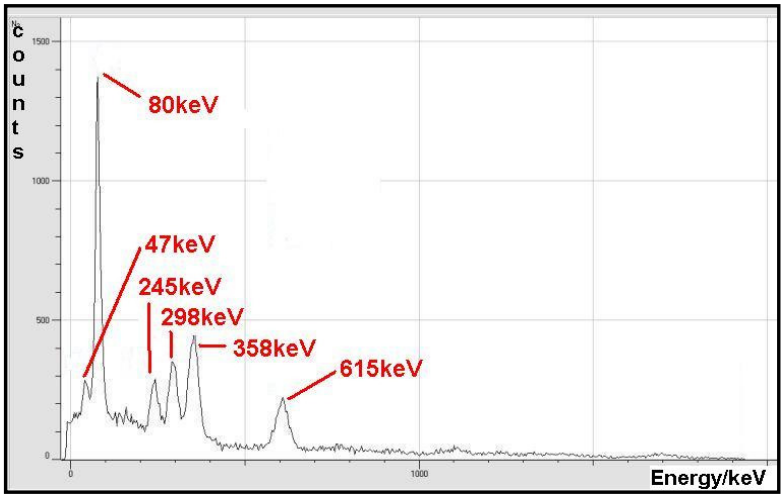


Abb. 4: γ-Spektrum mit Zuordnung von Energiewerten

Die γ-Strahlung entsteht, wenn sich der Tochterkern nach einem α-Zerfall oder β-Zerfall in einem angeregtem Zustand befindet. Die nächste Aufgabe war es nun, die im Spektrum zu erkennenden Peaks einzelnen radioaktiven Zerfällen aus der Zerfallsreihe von Radon-222 zuzuordnen. Aus der Literatur und der Strahlenschutzsoftware erhält man, dass bei dem β-Zerfall von Pb-214 zu Bi-214 bei sehr kleinen Halbwertszeiten Energien von 53 keV, 242 keV, 295 keV und 352 keV entstehen können. Beim β-Zerfall von Bi-214 zu Po-214 kann zudem eine Energie von 609 keV entstehen. Der Peak bei etwa 80 keV stammt nicht von einem radioaktiven Zerfall. Diese Energie wird vom Szintillationszähler registriert, wenn der Tochterkern im angeregten Zustand seine „überschüssige" Energie an ein Hüllenelektron abgibt. Dieses trägt die Energie als Bewegungsenergie fort. Das entstandene Loch in der Atomhülle wird von Elektronen aus höheren Schalen wieder aufgefüllt, wobei Röntgenstrahlung emittiert wird. Somit konnten alle in Abb. 2 erkennbaren Peaks zugeordnet werden.

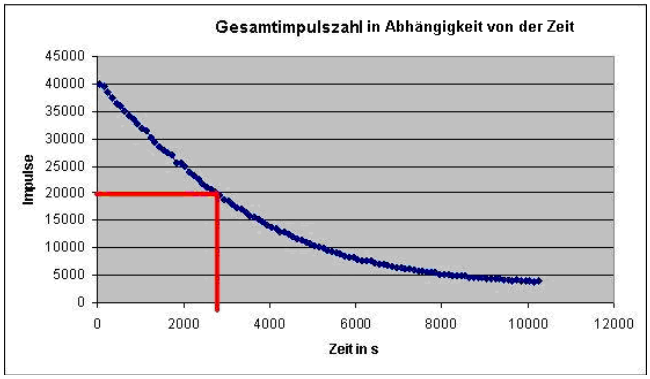


Abb. 5: Zählrate in Abhängigkeit von der Zeit

Durch die wiederholende Messung konnte zusätzlich auch die registrierte Impulszahl innerhalb einer 100-s-Messung in Abhängigkeit der Zeit seit Beginn der Auswertung analysiert werden (Abb. 5). Hierbei erhält man eine „Halbwertszeit" des radioaktiven Gemisches von etwa 46 Minuten.

Bei genauerer Betrachtung der Spektren von 100-s-Messungen aus verschiedenen Zeiten nach Messbeginn (zu Beginn, nach etwa einer, zwei und drei Stunden, siehe Abb. 6), fällt auf, dass der 242 keV zugeordnete Peak relativ zu denen bei 295 keV und 352 keV offenbar anwächst. Dies ist überraschend, da nach der bisherigen Theorie alle Peaks aus dem Zerfall von Pb-214 zu Po-214 stammen und somit mit etwa gleicher Geschwindigkeit abklingen sollten. Eine mögliche Erklärung hierfür könnte sein, dass im Boden nicht nur Radon-222 aus Uran-238, sondern auch in geringeren Mengen Radon-220 aus Thorium-232 entsteht. Da dieses Radonisotop jedoch nur eine Halbwertszeit von 55,6 Sekunden hat, sollte nicht viel davon in Wohngebäude gelangen können. In der Zerfallsreihe von Radon-220 findet man den β-Zerfall von Blei-212 zu Wismut-212, bei dem eine γ-Energie von 238 keV. Eine mögliche Erklärung für die Zunahme des Peaks bei 242 keV im Vergleich zu den anderen Peaks des gleichen Zerfalles wäre es also, dass dieser Peak nicht nur aus dem aus Radon-222 folgenden Zerfall von Blei-214 zu Bismut-214 resultiert, sondern auch aus dem Zerfall von Blei-212 zu Bismut-212. Da alle Peaks bei den Messungen ohnehin nicht immer ganz genau bei den entsprechenden Energien lagen (Abweichungen von ± 5 keV), ist eine Unterscheidung von 242 keV und 238 keV auch nahezu unmöglich.

Um diese Theorie zu bestätigen, untersuchte ich daher die Halbwertszeit des Peaks bei 238/242 keV. Für die Peaks bei 295 keV und 352 keV wurden Halbwertszeiten von um die 26 Minuten gemessen, was sehr gut mit der Halbwertszeit von Blei-214 übereinstimmt. Der Peak bei 238/242 keV hatte zunächst eine Halbwertszeit von 44 Minuten. Nach etwa 3 Stunden Messung ist diese Halbwertszeit aber auf etwa 10,6 Stunden gestiegen, was sehr gut mit der Halbwertszeit von Blei-212 übereinstimmt. Es ist also offenbar so, dass zu Beginn der Messungen der Zerfall Blei-214 zu Bismut-214 überwiegt, was an der höheren Menge an Radon-

222 im Raum liegt. Dieser Zerfall klingt schneller ab und der Zerfall von Blei-212 zu Bismut-212 wird sichtbar, da dieser eine deutlich längere Halbwertszeit hat. Somit konnte auch nachgewiesen werden, dass sich eine kleine Menge an Rn-220 in der Raumluft befinden muss.

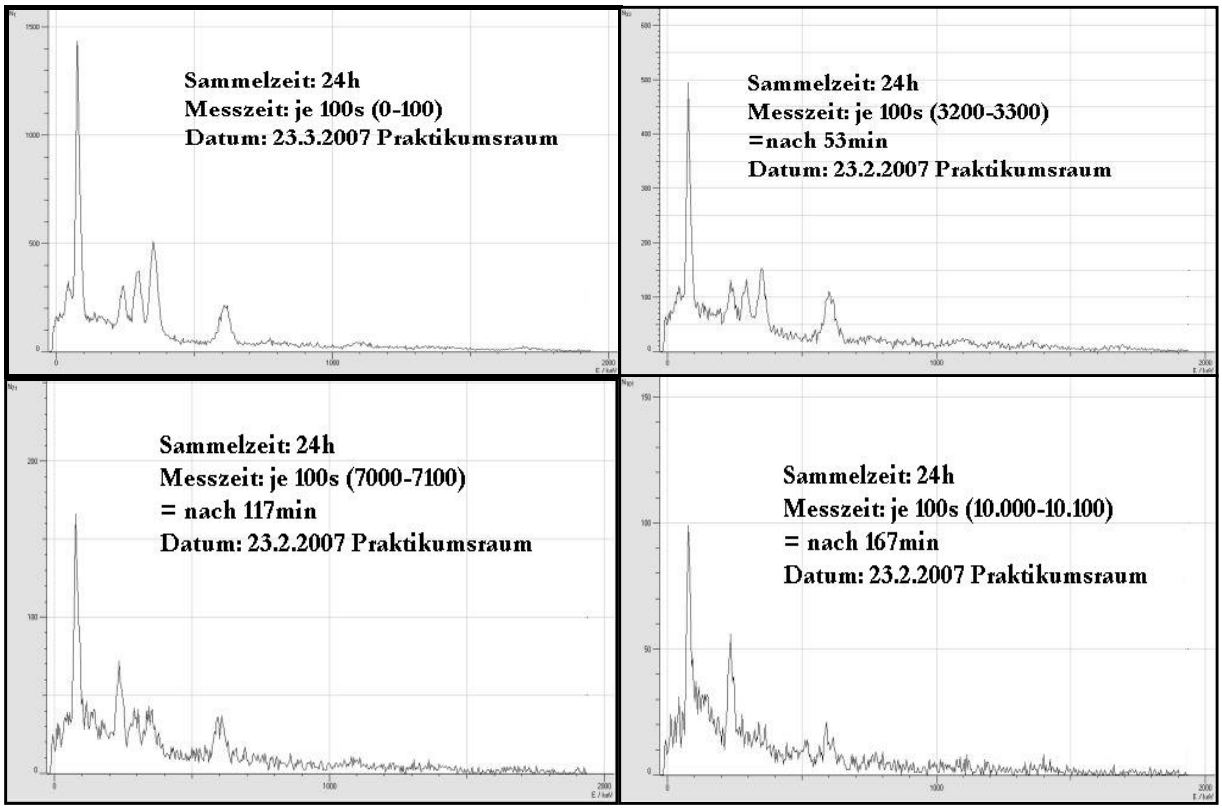


Abb. 6: γ-Spektren einer 100s-Messung zu verschiedenen Zeitpunkten seit Messbeginn (zu beachten sind die unterschiedlichen Dimensionierungen der Ordinaten-Einheiten)

Ich versuchte noch meine Ergebnisse mit den Messungen mit Exposimetern zu vergleichen. Ich habe vereinfachend den Draht zusammen mit den Wänden des Raumes als Zylinderkondensator angesehen. Um zu simulieren, nach welcher Zeit nahezu alle radioaktiven Nuklide in einem Raum den Draht erreicht haben und somit gemessen werden, muss man Annahmen zur *Beweglichkeit* der Ionen auf dem Weg zum Draht treffen. Die so erhaltenen Ergebnisse stimmten relativ gut mit denen der mit Exposimetern gemessenen Ergebnisse überein.

3 Radioaktive Belastung von Farnen und Böden (Ursula Sojc)

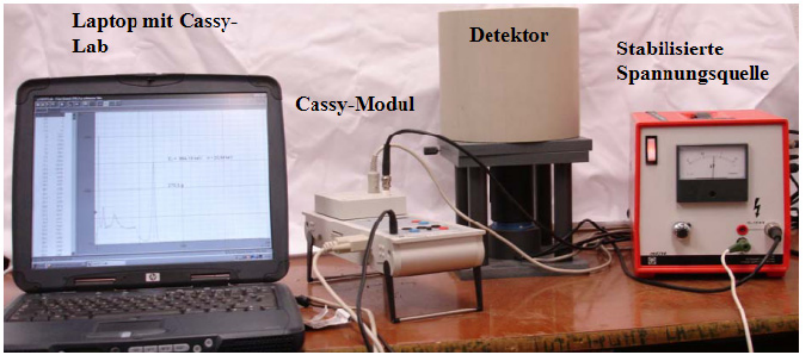
Der Reaktorunfall im ukrainischen Atomkraftwerk Tschernobyl am 26. April 1986 war bisher der folgenschwerste Unfall in der Geschichte der friedlichen Nutzung der Kernenergie. Die freigesetzte radioaktive Wolke breitete sich nicht nur in den angrenzenden Ländern aus, sondern kontaminierte auch weite Bereiche Europas. Die Spätfolgen in Deutschland werden auch noch nach über 20 Jahren kontrovers diskutiert. Da Farne und Moose in der Nahrungskette von Wildtieren eine wichtige Rolle spielen, ist es erforderlich sie genauer zu untersuchen.

Ich habe daher in verschiedenen Regionen von Deutschland Bodenproben aus unterschiedlichen Tiefen, sowie Farne und Moose gesammelt und die Belastung verglichen. Ein von mir ausgestaltetes Versickerungsmodell soll die Ausbreitung der Cäsium-Belastung im Boden beschreiben. Im Vergleich zu Pflanzen in Agrarökosystemen, die sich innerhalb einer Vegetationsperiode entwickeln und abgeerntet werden, erreichen die dominierenden Arten des Waldes, also Bäume, ein hohes Alter. Das bedingt, dass in den Nährstoff-Kreislauf eintretende Schadstoffe sehr lange in der Biomasse gespeichert werden können. Von den freigesetzten Radionukliden, welche hauptsächlich durch Wolken in Form von Regen ungleichmäßig auf Böden in ganz Europa verteilt wurden, ist heute vor allem noch das Cs-137 zu finden, da es eine Halbwertszeit von ca. 30 Jahren besitzt.

Abb. 7*a, b*: *Fundorte im Bayerischen Wald und im Illerraum*

Es wurden über 100 Boden- und Pflanzenproben (Farne und Moose) aus verschiedenen Orten in Baden Württemberg und Bayern, (siehe Abb. 7a, b) untersucht, um festzustellen, welche Belastung auch heute noch vorhanden ist und mit Schulmitteln nachgewiesen werden kann.

Für die Probenentnahme habe ich eine besondere Methode entwickelt, die die Bodenschichten in 3 cm Abstände unterteilt und ein heruntersickern von anderen Bodenproben verhindert. Die einzelnen Bodenproben wurden in Tüten verpackt, beschriftet und später im Labor gewogen. Für die Messungen wurde ein Szintillationszähler mit Bleiburg über ein Cassy-Modul an einen Laptop angeschlossen. Mit der Bleiburg wird der Einfluss der Umgebungsradioaktivität auf die Messung minimiert, was man mit dem Vergleich der Messung mit und ohne Bleiburg gut erkennen kann. Aus diesem kann man bei einer mit Cs-137 belasteten Probe einen charakteristischen Peak bei ca. 662 keV erkennen..



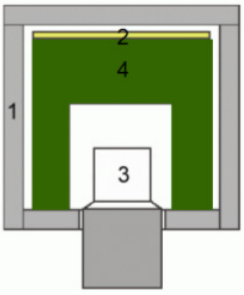


Abb. 8: Versuchsanordnung

Im vorliegenden Projekt wurden Bodenschichten und Pflanzen aus drei unterschiedlichen süddeutschen Gebieten auf Cs-137 untersucht. Generell unterliegen die Messresultate für einzelne Proben innerhalb des Untersuchungsgebietes großen Schwankungen.

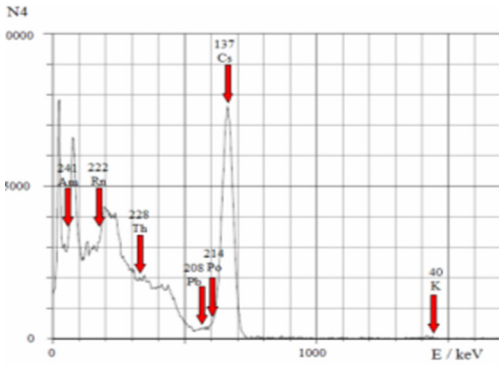


Abb. 9: Energiespektrum

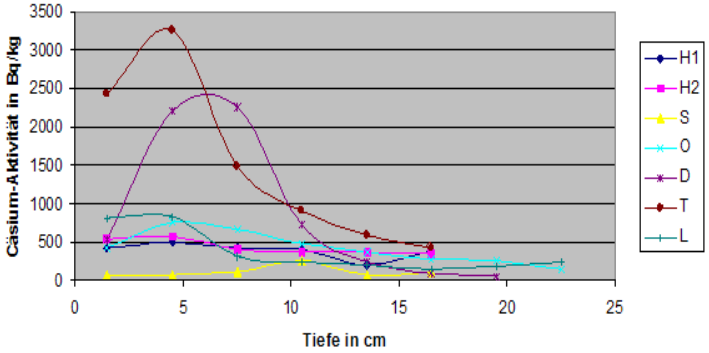


Abb. 10: Verteilung von Cs in Abhängigkeit von der Tiefe

Im Raum Schwarzwald sind nur noch wenige Spuren von Cäsium zu finden. In Bayern gibt es Gebiete, bei denen deutlich Belastung vorhanden ist. Im Iller-Raum ist die Belastung von allen süddeutschen Proben am höchsten. Das Maximum der radioaktiven Belastung ist auch lange Zeit nach dem Reaktorunfall immer noch in den oberen Bodenschichten zu finden.

Der auf der Oberfläche des Bodens abgelagerte Fallout wandert mit der Zeit in die Tiefe. Ursache dafür sind der Transport mit dem nach unten sickernden Regenwasser und die Diffusion der Cäsium-Ionen in der Bodenlösung. Die Messpunkte, die in Abb. 10 eingezeichnet sind, stammen von 7 verschiedenen Standorten. Auf der senkrechten Achse ist die maximale Intensität der Cäsium-Linie aufgetragen. Die Messungen haben außerdem gezeigt, dass Farne und Moose Indikatoren für belastete Böden sind, da ihre Aktivität vergleichbar mit der Aktivität des Bodens ist. Da Farne und Moose als Nahrung für die Wildtiere dienen, gelangen sie auf diesem Weg in die Nahrungskette. Die Konstanten in meinem Iterationsmodell (Abb. 11) wurden so bestimmt, dass sie jetzt den Tiefenverlauf „richtig“ wiedergeben.

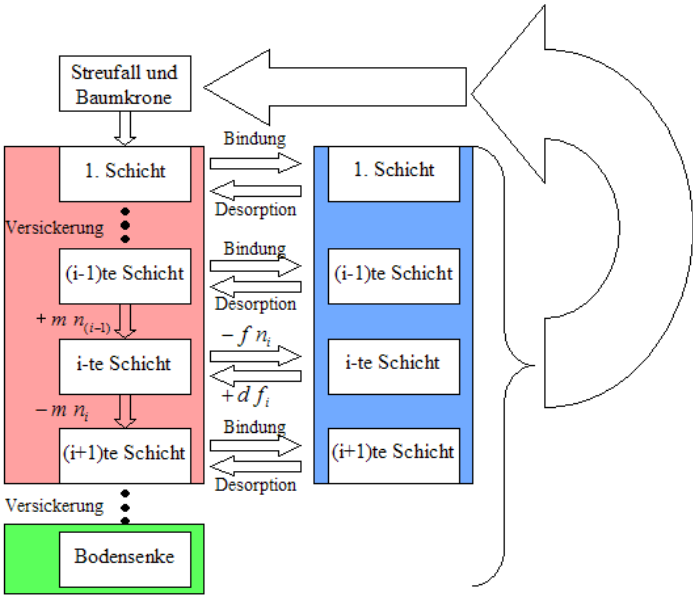


Abb. 11: Iterationsschema

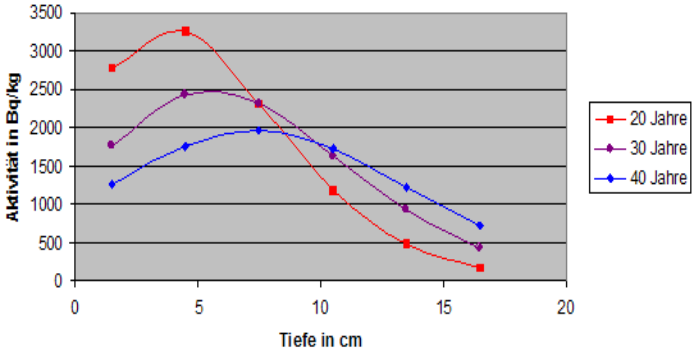


Abb. 12: Die zeitliche Entwicklung

Aus der Simulation ergibt sich dann, dass auch 30 Jahre nach dem Unfall in Tschernobyl das Maximum der Intensität erst in die Bodenschicht 3-6 cm angelangt sein wird (Abb. 12). Nach 40 Jahren ist der höchste Anteil der Belastung in der Schicht 6-9 cm zu finden.

4. Messung von Umweltradioaktivität mit einem Kernstrahlungsdetektor (N. Mutz, H. Weller)

Unser erster Versuch bezieht sich auf die Untersuchung der „Radonbelastung von unserem Schulgebäude“ von Marco Zimmermann. Anders als bei seiner Arbeit verwendeten wir jedoch keinen Szintillationszähler, sondern einen Kernstrahlungs-Detektor. Die Versuchsdurchführung blieb jedoch gleich: Ein auf negative Hochspannung gelegter Draht wurde über mehrere Stunden in einem Kellerraum aufgehängt. Anschließend wurde der Draht mit einem Aceton feuchten Taschentuch abgewischt und das so gesammelte radioaktive Material in eine evakuierte Rutherford-Kammer vor einen Halbleiter-Detektor angebracht. Der Detektor wurde über einen Impulshöhenanalysator und ein Cassy-Interface der Firma LD-Didactic an einen Laptop angeschlossen (Abb. 13). Zusätzlich wurde die Rutherford-Kammer abgedunkelt, da der Halbleiterzähler empfindlich auf Licht reagieren kann. Unsere erste Messung machten wir über einen Zeitraum von 10 Stunden, wobei der Draht vorher 12 Stunden „sammeln“ konnte.

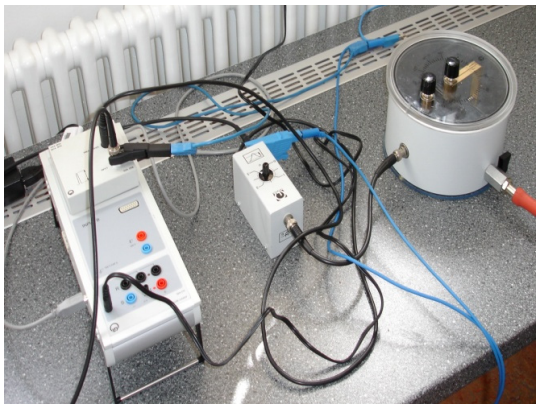


Abb.13 Versuchsaufbau

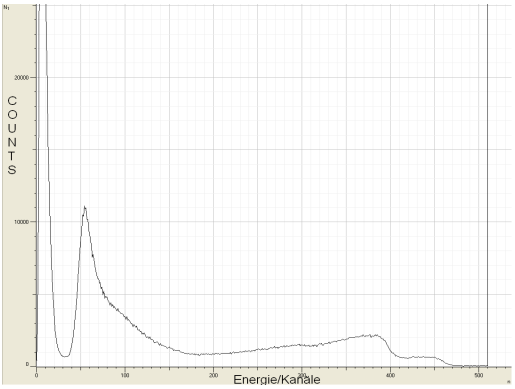


Abb. 14: Zählrate in Abhängigkeit vom Kanal

Mit Hilfe des Impulshöhenanalysators Cassy kann man ein Schaubild aufnehmen, welches die Zählrate in Abhängigkeit von der Energie/Kanälen aufträgt (Abb. 14). Die einzelnen Peaks verraten die radioaktiven Zerfallsprodukte, konnten aber nicht eindeutig zugeordnet werden.

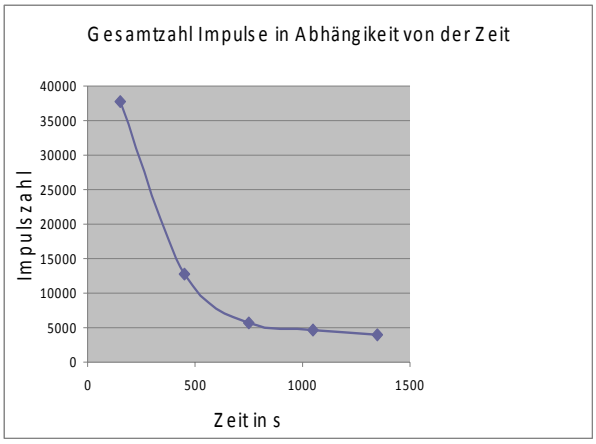


Abb. 15: Aktivität in Abhängigkeit von der Zeit

Wir führten dann wiederholende Messungen von fünf Minuten durch, um so die „Halbwertszeit“ des Gemisches herauszufinden. Die Abb. 15 zeigt die Gesamtzahl der Impulse in Abhängigkeit von der Zeit. Die Halbwertszeit der Gesamtimpulszahl lag zu Beginn der Messung bei 200 s, in Übereinstimmung mit der Halbwertszeit von Polonium-218 aus der Radonzerfallsreihe. Für größere Zeiten misst man einen Mittelwert aus den Halbwertszeiten von Pb-214 = 26,8 min, aus Rn-222 Bi-214 = 19,7 min und Rn-222, 25min.

Als nächstes versuchten wir mit dem α-Detektor die Radioaktivität von Tabak zu untersuchen. In Tabak soll hauptsächlich der α-Strahler Po-210 enthalten sein. Nachdem eine direkte Messung des Tabaks nichts erbrachte, gingen wir dazu über, die Zigaretten vor der Messung zu verrauchen und den entstehenden Rauch durch einen Filter zu leiten. Hier ergaben sich erstmals einzelne Impulse auch in höheren Kanälen. Um mehr radioaktives Material zu sammeln, griffen wir wieder auf die *Drahtmethode* zurück. Dieser wurde auf negative Hochspannung gelegt und durch eine Plastikröhre gezogen, durch den wir den Rauch der Zigaretten saugten (s. Abb.16).

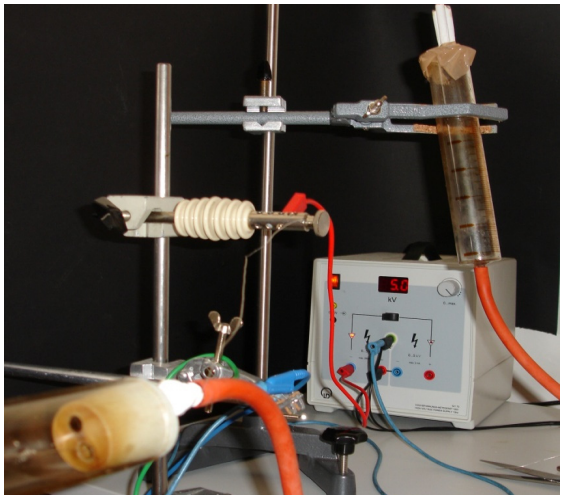


Abb. 16: Der Rauch wird in eine Röhre mit einem Draht auf Hochspannung gesaugt

Später gingen wir dazu über zwei Drähte durch den Plastikzylinder zu ziehen, um eindeutige Potentialverhältnisse zu schaffen, einen Draht auf –5 kV, der andere Draht geerdet. In den anschließenden Messungen ergab sich, dass vor allem in der Gesamtzahl der Impulse ein deutlicher Unterschied (ca. 50 %) zwischen einer Messung mit und einer ohne Rauch zu erkennen war. Welche Zerfallsprodukte entstehen, konnten wir noch nicht eindeutig feststellen, da vor allem in den höheren Kanälen (also Energien) wenige Impulse zu registrieren waren. In den niederen Kanälen treten sehr große Impulszahlen auf, die aber nichts mit radioaktiven Zerfällen zu tun haben, sondern für eine Eigenheit unseres Kernstrahlungsdetektors bzw. Impulshöhenanalysators sind.

Die Messungen werden fortgesetzt.

5 Zusammenfassung

Die Artikel sollten einen Einblick in Arbeiten geben, die von Schülern/innen innerhalb einer Projektarbeit angefertigt wurden.

6 Danksagung

Herrn Dr. Wietzke (LD-Didactic) und Herrn Sven Nagels (FZ Karlsruhe) danken wir für viele hilfreiche Hinweise und Anregungen. Die Projektarbeiten wurden durch den Fachverband für Strahlenschutz gefördert. Die Ausstattung für die Messungen zur Radioaktivität wurde von der Sparkassenstiftung der Sparkasse Lörrach-Rheinfelden gespendet.

Weitere Informationen zur Arbeit im phaenovum
www.physikag.de
www.phaenovum.de

NUC TEC – ERFOLG DURCH GEZIELTE NACHWUCHSFÖRDERUNG

NUC TEC – SUCCESS BY SELECTIVE JUNIOR STAFF DEVELOPMENT

M. Rathgeber,
Nuc Tec Solutions GmbH

Zusammenfassung

In dem Vortrag werden Wege der gezielten Nachwuchsförderung gezeigt, die selbst für kleine Firmen effektiv und finanziell erschwinglich sind.

In this publication ways will be shown for selective junior staff development which even are very effective, considering educational skills, and show a low budget solution for small companies.

1 Das Nuc Tec Team

1995 wurde das Nuc Tec Team – Forschungsgruppe für Strahlenschutz und Kerntechnik – gegründet.
Ziel dieser Schülergruppe war es, an Erfinderwettbewerben, wie „Jugend forscht“, teilzunehmen.
Arbeitsbereiche waren Automatisierung von Messtechnik, sowie die Entwicklung neuer Detektorsysteme.
Mit zahlreichen Exkursionen in verschiedenen kerntechnischen Anlagen, sowie gemeinsamer Freizeitgestaltung wurde unser Team immer größer.
Während der Studienzeit – 1997 – blieb die Mitgliederzahl konstant bei 10.
Nach dem Vorstudium stiegen die Anforderungen, die Zeit wurde knapper und die Mitgliederzahl geringer.
Um die erreichten Ziele nicht aufgeben zu müssen – und um neue Mitglieder zu werben – haben wir folgende Projekte ins Leben gerufen:

- Schulversuche für den Physik und Chemie – Unterricht der Oberstufe,
- Schüler – Praktika für die Jahrgangsklassen 10,
- Energie – Tour (angelehnt an die KTG),
- Energy – Camp (Ferienlager für Jugendliche zum Thema Energiegewinnung),
- Vermittlung von Schülerpraktika in kerntechnischen Anlagen.

1.1 Die Schulversuche und Praktika

Viele Schulen haben in den letzten fünf bis zehn Jahren ihre Strahlenquellen entsorgt, da die Versuche über Radioaktivität in Chemie und Physik angeblich wegen Zeitmangel gestrichen wurden.

Weitere Gründe für die Abschaffung der Quellen waren:

- fehlendes Interesse der Lehrkräfte an einem Fachkundekurs teilzunehmen,
- Angst vor kontroverser Diskussion im Kollegium und mit den Schülern, sowie der Öffentlichkeit,
- Angst vor radioaktiven Stoffen.

In den letzten Jahren wurde offensichtlich umgedacht. Das Bedürfnis, alle Naturphänomene zu betrachten hat nach 2001 wieder zugenommen.
Ab 2000 wurden bis heute 26 Schulversuche an verschiedenen Realschulen und Gymnasien durchgeführt.
Die Schüler-Praktika wurden überwiegend an Realschulen durchgeführt.

1.2 Die Energie Tour

Die Energie-Tour war eine Freizeitveranstaltung in Form einer Fahrradtour von Oberhausen nach Lingen (2002) und von München nach Stuttgart (2004).
Auf der Tour wurden verschiedene Firmen und Energieversorgungsunternehmen besucht.

1.3 Das Energy-Camp

Im Energy-Camp hatten Schülergruppen die Möglichkeit die Energieerzeugungsmöglichkeiten im Versuch selbst auszuprobieren.
Viele Projekte wurde darüber hinaus geplant, konnten aber wegen fehlender Finanzierungsmöglichkeiten nicht mehr durchgeführt und umgesetzt werden.
2001 hatte das Nuc Tec Team 16 Mitglieder aus den verschiedensten Bereichen der Technik.
Zwischen 2001 und 2006 wurden zahlreiche Entwicklungen vorangetrieben und umgesetzt.

2 Die Nuc Tec Solutions GmbH

Im September 2006 wurde die Nuc Tec Solutions GmbH (NTS) gegründet, die jetzt Vorhaben und Projekte für den kommerziellen Markt anbietet.
Die Erfahrungen und Eigenentwicklungen aus der Forschungsgruppenzeit nutzen wir nun und bieten die breite Palette an Dienstleitungen im Strahlenschutz an.
Um unseren Nachwuchsbedarf zu decken, haben wir uns entschlossen, die Führung des erfolgreichen Nuc Tec Teams an eine junge Leitung zu übergeben, um alte öffentlichkeitswirksame Projekte weiterzuführen.
Zurzeit arbeiten zwei Studenten bei aktuellen Projekten der Nuc Tec Solutions GmbH im Bereich der Sanierung von Laboratorien mit. Hierbei konnten bereits verschiedene Messtechnikentwicklungen gemacht werden.
Unser Nachwuchs wurde durch die Schulversuche auf uns aufmerksam. Durch die kontinuierliche Förderung – zu der, unserer Erfahrung nach, nicht nur die Vermittlung von Inhalten gehört – konnte das dauerhafte Interesse für das Thema Strahlenschutz und Kerntechnik geweckt werden.
Für uns sind langfristige Förderungsmöglichkeiten, wie z.B. ein Fachkunde–Kurs für Studenten interessanter. Mit dieser Möglichkeit binden wir einzelne Personen an das Aufgabenfeld und ermöglichen ihnen so bessere Chancen auf dem Arbeitsmarkt.

Unser Nachwuchsprogramm lässt sich vereinfacht in Form einer Pyramide darstellen:

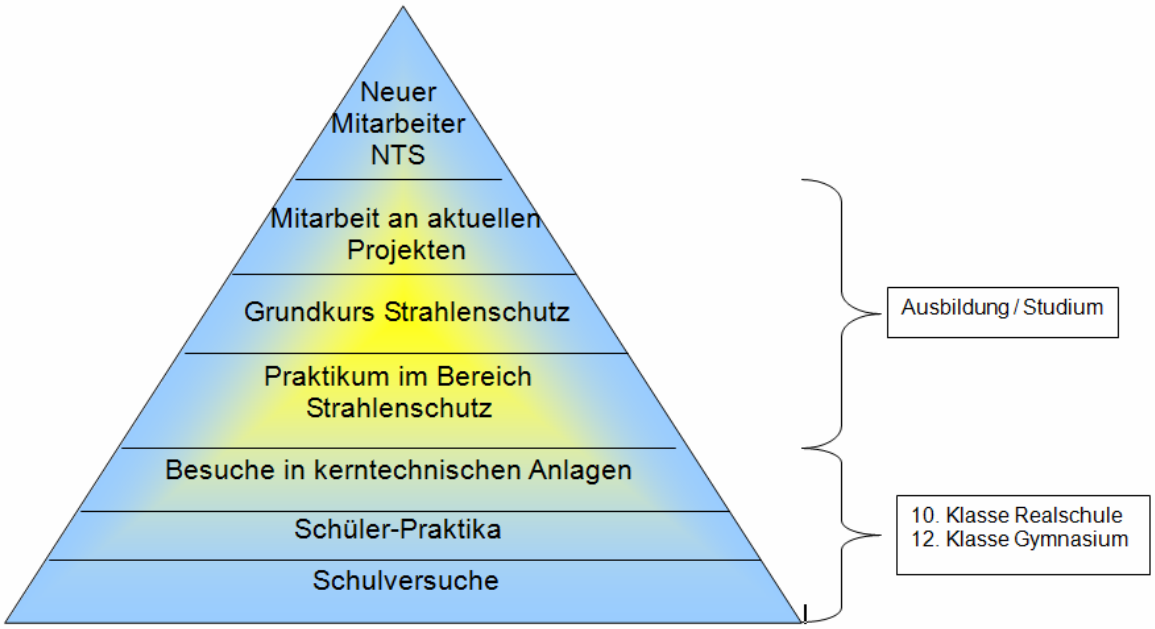


Abb. 1: Die Nachwuchspyramide

3 Die Zielgruppe

Unsere Zielpersonen sind technisch interessierte Jugendliche, die Begeisterung an der Vielfältigkeit des Strahlenschutzes zeigen.
Durch die Schulversuche und die Schülerpraktika wird ein breites Publikum im Alter von 16 bis 18 Jahren angesprochen.
Interessenten werden am Ende der Schulversuche auf eine Exkursionsmöglichkeit in eine kerntechnische Anlage oder in ein Forschungszentrum hingewiesen.
Zu einem späteren Zeitpunkt werden Praktika und Strahlenschutzkurse angeboten. Nach den Kursen werden unsere Interessenten, unter fachkundiger Anleitung, an aktuelle Projekte und Fragestellungen herangeführt.
Durch diese gezielte Nachwuchsförderung ist es uns möglich gut ausgebildete Mitarbeiter zu gewinnen um mit unserer Firma zukunftssicher im Markt bestehen zu können.

4 Schlussfolgerungen

Zum Abschluss möchte ich betonen, dass die Basisarbeit zeitaufwendig ist und nicht sofort Früchte trägt. Dennoch ist sie – aus unserer Sicht – unerlässlich, um auch in Zukunft das Interesse für das Thema Strahlenschutz beim Nachwuchs zu wecken und damit qualifiziertes Personal zu sichern.

AUSBILDUNG UND KOMPETENZERHALT IN KERNCHEMIE, KERNPHYSIK UND STRAHLENSCHUTZ AM FORSCHUNGSREAKTOR TRIGA MAINZ

G. Hampel, K. Eberhardt, St. Zauner
Johannes Gutenberg-Universität Mainz

Zusammenfassung

Eine wichtige Aufgabe des von der Universität Mainz betriebenen Forschungsreaktors vom Typ TRIGA II liegt neben der Forschung in Chemie, Physik und Radiopharmazie im Kompetenzerhalt und der Ausbildung des wissenschaftlichen Nachwuchses. Das Institut für Kernchemie bietet ein vielfältiges und deutschlandweit einmaliges Programm für Studierende, Diplomanden und Doktoranden, für wissenschaftliches und technisches Personal sowie für Schüler und Lehrkräfte in Form von Kursen, Praktika und Führungen an. Die Veranstaltungen sind Teil der Studiengänge Diplomchemie und Biomedizinische Chemie, können aber auch von Studierenden der Nachbardisziplinen oder Teilnehmern aus externen nationalen und internationalen Einrichtungen besucht werden. Verschiedene Veranstaltungen im Strahlenschutz werden am Mainzer TRIGA mehrfach jährlich durchgeführt [1].

The research reactor TRIGA Mark II is operated by the University of Mainz. A main task of the reactor is the research in chemistry, physics and radiochemistry and in particular the education of the young generation in natural sciences. The Institute for Nuclear Chemistry offers a various and in Germany unique program for advanced students, scientists, engineers and technicians, teachers and school boys and girls in the form of courses, practical training and guided tours. These activities are part of the program for the study of chemistry and biomedical chemistry at the University Mainz, but also students of the neighbouring study fields or participants of external national and international facilities can take part. In addition different courses in radiation protection are offered at the TRIGA Mainz several times a year [1].

1 Einleitung

Das Ausbildungsprogramm am TRIGA Mainz [2] umfasst ein einwöchiges Rektorpraktikum, in dem Grundlagen der Reaktorphysik und Reaktortechnik mit besonderer Berücksichtigung der Forschungsreaktoren vermittelt werden, das kernchemische Grundpraktikum I für Studierende der Fachrichtungen Chemie und Physik ab dem 7. Semester, das Grundlagen aus Kernchemie und Kernphysik vermittelt, sowie das forschungsorientierte Kernchemische Praktikum II, bei dem die Teilnehmer an aktuellen Themen in einer Arbeitsgruppe des Instituts für Kernchemie unter Anleitung durch einen Doktoranden mitarbeiten. Aufgrund der langjährigen guten Erfahrungen wird das Reaktorpraktikum nunmehr auch international angeboten. Darüber hinaus werden Strahlenschutzkurse für technisches Personal, Lehrer, Studierende anderer Hochschulen sowie ein spezieller Kurs für die Feuerwehr werden am Mainzer TRIGA mehrfach jährlich durchgeführt.

2 Reaktorpraktikum

Das fünftägige Rektorpraktikum umfasst Vorlesungen über Reaktortechnik, Reaktorphysik und Strahlenschutz am Reaktor sowie folgende praktische Übungen:

- Anfahr- und Abschaltprüfliste
- Dauer- und Pulsbetrieb und Leistungsregelung des TRIGA Reaktors
- Steuerstabkalibrierung
- Brennelementmessungen
- Messungen der Überschussreaktivität
- Rohrpostbetrieb am TRIGA Mainz: Untersuchung des Einflusses von Cd auf den Leistungsbetrieb
- Neutronenaktivierungsanalyse (NAA): Qualitative Analyse einer 1 € - Münze, quantitative Analyse von Mineralwässern und Weinen
- Strahlenschutzmessungen am TRIGA Mainz: Abluftüberwachung, Aerosolmessungen, Messungen der Gamma- und Neutronendosis beim Pulsbetrieb
- Messungen des Neutronenflusses an ausgewählten Bestrahlungspositionen wie beispielsweise in der Thermischen Säule des TRIGA Mainz.

Am Reaktorpraktikum können jeweils 8 Studenten teilnehmen; es wird ein- bis zweimal pro Semester angeboten. Da hier die Teilnehmer den TRIGA Mainz selbst fahren können, ist eine entsprechende Betreuung von Seiten der Betriebsleitung unabdingbar. Ebenso steht der Reaktor in dieser Zeit nicht für andere Bestrahlungen zur Verfügung.

Aufgrund der langjährigen guten Erfahrungen wird das Reaktorpraktikum auch international angeboten. In 2008 fandet ein 10-tägiger Grundkurs in Kernchemie und Reaktorphysik in englischer Sprache für die Universität von South Carolina statt.

Derzeit ist ein weiterer Praktikumsversuch an einem der Strahlrohre des TRIGA Reaktors in Planung, der sich aus zwei Teilen zusammensetzt: Zum einen soll das magnetischen Moments des Neutrons gemessen werden. Der Aufbau hierzu ist in Abbildung 1 gezeigt. Neutronen passieren zunächst einen Polarisator, dann ein homogenes Magnetfeld mit einer Hochfrequenzspule und schließlich den Analysator. Die Transmission in Abhängigkeit von der eingestrahlten Frequenz und der Magnetfeldstärke erlaubt die Messung des magnetischen Moments des Neutrons. Die Studenten erlangen damit Kenntnisse über ein Neutronenstrahlexperiment, die Technik zur Polarisation und Analyse des Neutronenspins und über die fundamentalen Eigenschaften des Neutrons.

Parallel dazu sind Messungen der Neutronen- und Gammadosis sowie des Neutronenflusses für Studenten am Strahlrohr vorgesehen.

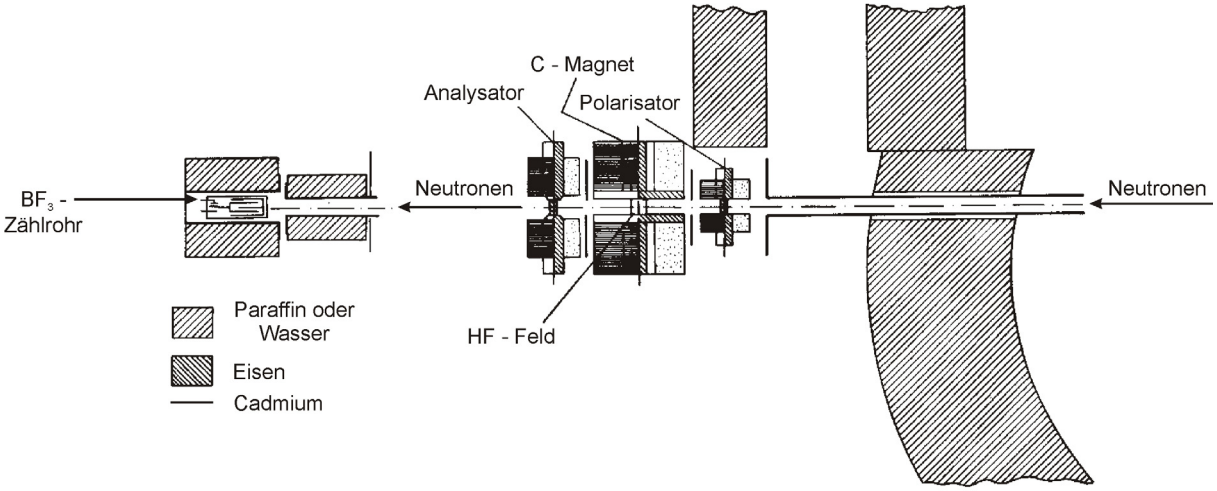


Abb. 1: Aufbau zur Messung des Magnetischen Moments des Neutrons

3 Kernchemisches Grundpraktikum I

Das Praktikum basiert auf einem Kurs "Praktische Radiochemie", den Otto Hahn seinerzeit am Kaiser Wilhelm Institut in Berlin-Dahlem abhielt, um seine Mitarbeiter mit dem Umgang mit radioaktiven Substanzen vertraut zu machen. Dieser Kurs wurde nach der Gründung der Mainzer Universität am damaligen Institut für Anorganische Chemie und Kernchemie von seinem Direktor Fritz Strassmann eingerichtet. Das Praktikum wendet sich vorzugsweise an Studenten der Chemie und Physik ab dem 7. Semester. Das Kernchemische Grundpraktikum I findet ganztägig an zehn aufeinander folgenden Arbeitstagen statt. Mit einer Kapazität von 18 Teilnehmern wird es 2-3mal pro Semester durchgeführt. Es vermittelt Grundlagen aus Kernchemie, Kernphysik und Strahlenschutz. Neben dem radiochemischen Arbeiten wird die Messtechnik für radioaktive Strahlung intensiv behandelt. Während der gesamten Dauer sind mindestens zwei, häufig drei Betreuer anwesend. Voraussetzung für die Teilnahme am Praktikum ist der erfolgreiche Besuch der Vorlesung „Einführung in die Kernchemie" mit Übungen [3].

Jeder Praktikumstag steht unter einem eigenen Thema:

- Herstellung und Messung radioaktiver Präparate
- Zerfall und Nachbildung, Mutter-Tochter Gleichgewichte
- Alpha-Zerfall
- Biologische Strahlenwirkung und Strahlenschutz
- Experimente zur Gammastrahlung
- Beta-Zerfall, Anwendung von Halbleiterdetektoren
- Kernreaktionen mit Neutronen
- Kernspaltung
- Anwendung von Radioisotopen
- Transurane - Die Chemie des Neptuniums (Element 93)

4 Kernchemisches Praktikum II

Das Kernchemische Praktikum II dauert vier Wochen und ist forschungsorientiert. Die Teilnehmer arbeiten an aktuellen Themen in einer Arbeitsgruppe des Instituts unter Anleitung durch einen Doktoranden mit. Die angebotenen Themen richten sich nach der aktuellen Situation im Institut. Themen in der letzten Zeit lagen auf den folgenden Gebieten:

- Spurenelementanalyse mittels NAA (Untersuchungen von mineralogischen Proben, von Gläsern sowie von Weinen),
- Projekt zur Bor-Neutronen-Einfangtherapie (BNCT) am TRIGA Mainz (Messungen der Photonen- und Neutronendosis in der thermischen Säule, Bestimmung der Bor-Konzentration im Gewebe mittels Neutronen-Autoradiographie)
- Neutronenphysikalische Messungen an der Quelle für ultrakalte Neutronen am TRIGA Mainz.

Voraussetzung für die Teilnahme an dem Praktikum ist die bestandene Abschlussprüfung zum Praktikum Kernchemie I. Die Ergebnisse des Praktikums sollen in einem Protokoll zusammengefasst und in einem 15-minütigen Vortrag mit anschließender Diskussion im Institutsseminar vorgestellt werden.

5 Forschungsprojekte am TRIGA Mainz, Diplom- und Doktorarbeiten

Die Forschungsprojekte am TRIGA Mainz liegen in der kernphysikalischen und kernchemischen Grundlagenforschung in den Bereichen

- Experimente mit ultrakalten Neutronen,
- hochpräzise Massenmessungen von Radionukliden,
- Chemie der schwersten Elemente und schnelle radiochemische Trennverfahren,

in der medizinischen und radiopharmazeutischen Forschung für

- die Herstellung von Radiopharmaka für Diagnostik und Therapie,
- die Vorbereitung der Bor-Neutronen-Einfang-Therapie am TRIGA Mainz,

in der angewandten Forschung beispielsweise in der

- Spurenelementanalyse mittels Neutronenaktivierungsanalyse.

In diesen Projekten werden entsprechende Diplom- und Doktorarbeiten am TRIGA Mainz angeboten. Spezielle Themen behandeln hier die Bestimmung des Neutronen- und Gammafeldes in der Thermischen Säule, Test und Entwicklung von Neutronen- und Gammadetektoren für die Anwendung in den verschiedenen Forschungsgebieten. Zusätzlich finden zahlreiche Kooperationen mit anderen Instituten der Universität Mainz, insbesondere mit dem Institut für Physik, sowie anderen Universitäten wie z. B. der TU Dresden und Fach- bzw. Fachhochschulen z. B. in Mainz, Wiesbaden und Karlsruhe statt.

6 Internationales Ausbildungsprogramm für Studenten

Zusätzlich zu den hier aufgeführten Praktika wurde in 2008 zum ersten Mal ein zweiwöchiger Grundkurs in Kernchemie und Reaktorphysik in englischer Sprache für Studierende der Chemie und Physik der Universität von South Carolina durchgeführt. Ebenso besteht die Möglichkeit, das Kernchemische Praktikum II im Ausland durchzuführen. Mit Förderung des

Fachverbandes für Strahlenschutz (FS) fanden in 2006 sowie in 2007 Praktika an der Universität Pavia sowie an der Universität Mailand statt [4]. Für Studenten im 7. oder 8. Semester mit Interesse an Radiopharmazie, Kernchemie, Organischer Chemie, pharmazeutischer und Biochemie sind Auslandssemester an der State University of New York at Stony Brook in Zusammenarbeit mit dem Brookhaven National Laboratory möglich, die vom Deutschen Akademischen Auslandsdienst gefördert werden. Über das Erasmus-Sokrates-Förderprogramm werden regelmäßig Diplomarbeiten in Physik und Chemie am TRIGA Mainz gefördert.

7 Strahlenschutzkurse

Fachkundekurse im Strahlenschutz für technisches Personal, Lehrkräfte und Studierende sowie ein spezieller Kurs für Feuerwehrleute werden am Mainzer TRIGA Reaktor regelmäßig durchgeführt. I. A. werden jährlich Kurse zum Erhalt und zur Aktualisierung der Fachkunde im Strahlenschutz für technisches Personal und Lehrkräfte mit Praktikumsversuchen angeboten. Insbesondere die Kurse für Lehrkräfte werden in den letzten Jahren gut besucht. Sie umfassen die Fachkunde nach der „Richtlinie über die im Strahlenschutz erforderliche Fachkunde“ der Fachkundegruppe S 7.1 Modul GL sowie die für den Betrieb von Schulröntgeneinrichtungen oder Störstrahler relevanten Inhalte der Fachkundegruppe R4 „Betrieb von Schulröntgeneinrichtungen“ nach der „Fachkunde-Richtlinie Technik nach der Röntgenverordnung“. Darüber hinausgehend beinhaltet der Kurs Führungen und praktische Strahlenschutzübungen am TRIGA Mainz und am Elektronenbeschleuniger MAMI (Mainzer Mikrotron) des Instituts für Kernphysik der Universität Mainz.

8 Förderung von Schülern und Schülerinnen

Zusätzlich zu dem aufgeführten Programm findet eine Vielzahl von Führungen insbesondere auch für Schulklassen am TRIGA Mainz statt. Jährlich besuchen zwischen 40 und 60 Gruppen mit insgesamt etwa 600 bis 800 Personen den Forschungsreaktor. Die Ausbildung von Schülern wird darüber hinaus in einer engen Zusammenarbeit mit dem Schülerlabor „NatLab Mainz“ der Universität Mainz unterstützt. Darüber hinaus werden in Kooperation mit dem Forschungszentrum Karlsruhe, dem Schülerlabor und dem Fachverband für Strahlenschutz einwöchige Praktika für Schüler angeboten, die in den Herbstferien stattfinden.

9 Literatur

[1] G. Hampel, K. Eberhardt, Ausbildung und Kompetenzerhalt in Kernchemie, Kernphysik und Strahlenschutz am Forschungsreaktor TRIGA Mainz, Jahrestagung Kerntechnik 2007 - Tagungsband auf CD-Rom Hrsg.: Deutsches Atomforum e.V. und Kerntechnische Gesellschaft e.V. Verlag: INFORUM Verlags- und Verwaltungsgesellschaft mbH, Berlin, Karlsruhe 22.05. - 24.05.2007

[2] G. Hampel, K. Eberhardt, N. Trautmann, “The Research Reactor TRIGA Mainz”, International Journal for Nuclear Power, atw 5 (2006), ISSN 1431-5254

[3] Skript zum Kernchemischen Praktikum I, Institut für Kernchemie, Universität Mainz, 11. Auflage (2005)

6

Praktische Ausbildung im Strahlenschutz II

Vorsitz:

K.-L. Stange, H. Kapteinat

DIE KURSSTÄTTE FÜR STRAHLENSCHUTZ AN DER FH AACHEN

THE "KURSSTAETTE" AT AACHEN UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

F. Hoyler, M. Marten-Tölle und U. W. Scherer für das CHERNE Netzwerk
Fachhochschule Aachen, Standort Jülich

Zusammenfassung

Die Kursstätte für Strahlenschutz führt seit über 40 Jahren Kurse im Strahlenschutz und im Bereich der Kerntechnik durch. Aufgrund der engen Zusammenarbeit mit dem Forschungszentrum Jülich, den medizinischen Einrichtungen der Region und Behörden leisten die angebotenen Kurse einen wichtigen Beitrag zum Kompetenzerhalt im Strahlenschutz.

The „Kursstätte" offers since more than 40 years courses in radiation protection and in the field of nuclear techniques. Due to the close cooperation with the research center Jülich, with medical institutions of the region, and with representatives from the authorities these courses contribute significantly to the preservation of competence in radiation protection.

1 Von der Ingenieurschule zur Fachhochschule

Die Kursstätte für Strahlenschutz an der FH Aachen mit Standort in Jülich bietet seit mehr als 40 Jahren Kurse und Fortbildungen im Strahlenschutz an. Schon bei Gründung des Forschungszentrums in den frühen 60er-Jahren des letzten Jahrhunderts im Hambacher Forst bei Jülich wurde die Bedeutung der Ausbildung für den Betrieb der technologisch anspruchsvollen Einrichtungen durch die Gründung einer Ingenieurschule am Standort berücksichtigt. Neben der Ausbildung von Fachingenieuren war eine Aufgabe von Beginn an auch die Ausbildung im Strahlenschutz. Zunächst provisorisch untergebracht, wurde für diese Einrichtung Ende der 60er-Jahre ein Gebäudekomplex in Jülich erstellt. Dabei wurde für die Kurse ein spezielles Kursstättengebäude mit großzügigen Laborkapazitäten errichtet. Nach Gründung der Fachhochschulen im Jahr 1971 wurde die Jülicher Ingenieurschule Teil der FH Aachen.

2 Der Ausbau der Kernenergie in Deutschland

Der Ausbau der Kernenergie in Deutschland brachte einen hohen Bedarf an Fachingenieuren und fachkundigem Personal mit sich. Die FH Aachen war in nicht unerheblichem Ausmaß an der Ausbildung dieses Personenkreises beteiligt. Zum einen durch grundständige Studiengänge mit Abschluss Dipl.-Ing.(FH) wie Maschinenbau mit Schwerpunkt Kerntechnik und Chemieingenieurwesen mit dem Schwerpunkt Nuklearchemie. Zum anderen jedoch durch ein umfangreiches Angebot für Beschäftigte in der kerntechnischen Industrie. Dieses Angebot erstreckte sich von der Vermittlung von Kenntnissen im Kernkraftwerk für sonst tätige Personen über die Kurse zur Fachkunde im Strahlenschutz bis hin zu Lehrgängen für verantwortli-

ches Schichtpersonal in Kernkraftwerken. Es wurden Lehrgänge von bis zu vier Monaten Dauer in dem oben erwähnten Kursstättengebäude durchgeführt.

3 Die Kursstätte für Strahlenschutz an der FH Aachen

Mit dem Rückgang des Ausbaus der Kernenergie nahm auch die Fortbildungstätigkeit an der FH Aachen an Umfang ab, jedoch wurde der Bereich der Strahlenschutzkurse weitergeführt und im medizinischen Bereich ausgebaut. Hierzu wurden die Verbindungen mit den Universitätskliniken in Aachen und Düsseldorf intensiviert. Derzeit bietet die Kursstätte im technischen Bereich für nahezu alle Fachkundegruppen nach RöV und StrlSchV Kurse an. Im medizinischen Bereich sind die gängigen Grundkurse für Mediziner und Zahnmediziner, aber auch ein Kurs für Nuklearmediziner im Angebot. Derzeit besuchen jährlich mehr als 600 Teilnehmer nahezu 50 Kursangebote der Kursstätte.

Insbesondere die Fortbildung im Umgang mit offenen Stoffen setzt ein für Unterrichtszwecke geeignetes Isotopenlabor voraus. Hier spielt die Verzahnung zwischen Kursstätte und dem Lehrangebot der Fachbereiche eine große Rolle, denn es besteht eine gegenseitige Abhängigkeit. Zum einen wird ein nicht unerheblicher Teil der Einnahmen in die Laborausstattung investiert, die auch im regulären Lehrbetrieb eingesetzt wird. Zum anderen hält die FH dieses Lehrangebot aufrecht, indem sie fachkundiges Lehrpersonal und Mitarbeiter bereitstellt.

4 Ausblick

Nicht zuletzt durch die Forderung, die Fachkunde im Strahlenschutz in fünfjährigen Rhythmus zu aktualisieren, hat zu einer vermehrten Nachfrage an diesen Kursen geführt. Dabei hat sich herausgestellt, dass die meisten Betroffenen, diese Veranstaltungen nicht als lästige Pflicht ansehen, sondern tatsächlich ein Bedürfnis besteht, aktuelle Entwicklungen im praktischen Strahlenschutz und im Strahlenschutzrecht vermittelt zu bekommen. Insbesondere bei Beauftragten in Bereichen mit größerem Gefährdungspotential tragen die Aktualisierungskurse dazu bei, den Teilnehmern, Sicherheit bei der Ausübung ihrer Tätigkeit zu geben.

In jüngster Zeit zeigt sich auch wieder ein verstärktes Interesse der Studierenden an einer Grundausbildung im Strahlenschutz. Diesem trägt die Kursstätte dadurch Rechnung, dass ein spezielles Angebot in Form einer Vorlesungsreihe den Umgang mit umschlossenen und offenen Stoffen (die Module GH und OG) nach der Fachkunderichtlinie Strahlenschutz vermittelt. Diese Veranstaltung wird einerseits als Studienleistung anerkannt, zum anderen erhalten die Teilnehmer eine behördlich anerkannte Kursbescheinigung und damit eine zusätzliche berufliche Qualifikation.

Der Fachkräftemangel in den kerntechnischen Bereichen hat dazu geführt, dass die kerntechnische Industrie vermehrt beginnt, sich direkt in der Ausbildung zu engagieren. So wird in Zusammenarbeit mit verschiedenen Partnern geplant, Lehrangebote auch in berufsbegleitender Form zu erstellen.

Die enge Kooperation zwischen Lehrenden in Studiengängen mit strahlenschutzrelevanten Inhalten und Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern aus dem Forschungszentrum und den umliegenden medizinischen Einrichtungen ist eine optimale Voraussetzung, durch praxisnahe Wis-

sensvermittlung einen wertvollen Beitrag zum Kompetenzerhalt im Strahlenschutz zu leisten. Es daher davon auszugehen, dass auch in Zukunft die Kursstätte für Strahlenschutz einen wichtigen Beitrag zum Kompetenzerhalt im Strahlenschutz leisten kann

5 Danksagung

Ohne das fortwährende Engagement der externen Dozenten, die mit ihrem Fachwissen und ihrer praktischen Erfahrungen, den Teilnehmern das notwendige Wissen für die Tätigkeit als Strahlenschutzbeauftragte vermitteln, wäre die Kursstätte nicht zu betreiben. Ihnen gilt unser herzlicher Dank. Dank gebührt auch der Hochschulleitung FH Aachen und dem Förderverein AcIAS e.V., die sowohl durch Personal als auch durch Bereitstellung von Infrastruktur die Aktivitäten der Kursstätte unterstützen.

VERLAGERUNG DER THEMENSCHWERPUNKTE IN DER STRAHLENSCHUTZ-AUSBILDUNG ZUR SICHERSTELLUNG DES KOMPETENZERHALTS IN VERSCHIEDENEN EBENEN

RELOCATION OF SUBJECTS TO MAINTAIN COMPETENCE IN RADIATION PROTECTION IN DIFFERENT LEVELS OF EDUCATION AND TRAINING

M. Tschurlovits
Atominstitut der Österreichischen Universitäten, Technische Universität Wien

Zusammenfassung

Dieser Beitrag diskutiert die Frage, welche Ziele unter dem Titel „Kompetenzerhalt“ angestrebt werden sollen und wie sie erreicht werden könnten. Es wird gezeigt, dass sowohl thematisch als auch in Bezug auf die Tiefe unterschiedliche Kategorien unterschieden werden müssen. Dies ist deswegen erforderlich, weil sowohl die Ansprüche als auch die Mittel einen großen Bereich in mehreren Dimensionen zu umfassen haben. Einerseits ist der Bereich des zu übermittelnden Wissens gross, da die Anforderungen an ein Strahlenschutzwissen vom Nutzer einer Vollschutzeinrichtung oder eines Zahnröntgens bis zum Sachverständigen für eine Kernanlage, einem Betreiber einer mobilen Gammaradiographieeinrichtung oder den Autoren von Strahlenschutzstandards reichen. Mit der Einbeziehung von früher nicht beachteten Möglichkeiten wie Exposition durch medizinische, terrestrische und kosmische Quellen wird der Umfang noch grösser. Andererseits erfordert die Funktion innerhalb der Strahlenschutzhierarchie vom Erfüller zum Gestalter und Lehrenden einen unterschiedlichen Wissensstand. Neben der Ausdehnung des Gebietes müssen die zeitlichen Entwicklungen berücksichtigt werden. Ein Konsens zwischen den ohne Zweifel vorhandenen Richtungsdifferenzen im Strahlenschutz wird in den verschiedenen Ebenen auf unterschiedliche Weise umzusetzen sein. Bestehende Ausbildungen setzen im Allgemeinen die Schwerpunkte auf Basiswissen in Physik und Biologie, aber auch auf plakative und pragmatische gesetzliche Regelungen wie Dosislimits, ohne deren Entwicklung, Bedeutung und Relevanz zu hinterfragen. Dies reicht wohl zur leichten Exekutierbarkeit aus, wird aber in höheren Ebenen oder Zweifelsfällen keinen Hintergrund für eine sachkundige Beurteilung und Vermittlung liefern. Das Vorgeschlagene wird möglicherweise nicht immer einfach umsetzbar sein, soll aber eine Diskussionsgrundlage darstellen. Beispiele für die verschiedenen Ebenen werden gezeigt

This paper reflects issues what objective should be addressed to maintain competence in radiation protection, where different levels of education and training are considered. Different levels are required not only on technical issues, but also in the hierarchy as for users, administrators, and designers of standards, decision makers and teachers. This implies different ranges of leeway. This matter of discretion is required in setting requirement of licencing, but also in risk communication. The structure of the curriculum must adapted to the level not only be extension of duration, but also by changing subjects from basic knowledge to considerations of future developments.

1 Einleitung

Dieser Beitrag setzt sich mit der Frage auseinander, welche Ziele unter dem Titel „Kompetenzerhalt“ angestrebt werden sollen und wie sie erreicht werden könnten. Überlegungen dazu gibt es viele, und jede Fachrichtung der Anwender, sei es Medizin oder Technik, setzt ihre eigenen Schwerpunkte im Rahmen des Strahlenschutzes. Es gibt wohl viele Vorschläge und Konzepte, die aber zu keinem einheitlichen Ergebnis führen und in dieser Form auch nicht führen können. Auf jeden Fall müssen sinnvollerweise unterschiedliche Kategorien unterschieden werden, weil sowohl die Ansprüche als auch die Mittel einen großen Bereich umfassen, da die Anforderungen an ein Strahlenschutzwissen vom Nutzer einer Vollschutzeinrichtung oder eines Zahnröntgens bis zum Sachverständigen für eine Kernanlage eines Beschleunigers oder den Autoren von Strahlenschutzstandards reichen. Bestehende Ausbildung setzen im Allgemeinen die Schwerpunkte auf plakative und pragmatische gesetzliche Regelungen wie Dosislimits und Bewilligungsverfahren. Das reicht ohne Zweifel bei rein exekutierenden und erfüllenden Aufgabenbereichen aus, wird aber in Zweifelsfällen keinen Hintergrund für eine sachkundige Beurteilung und Vermittlung liefern. Bei anspruchsvolleren Aufgabenbereichen mit Gestaltungsmöglichkeiten wird es daher erforderlich sein, die Entwicklung, Bedeutung und Relevanz zu hinterfragen.

Es wird hier gezeigt, dass die Ausbildung auf mindesten drei Ebenen stattfinden muss:

- Die erste Gruppe der reinen Nutzer, die nur Regeln zu befolgen haben, wird wohl mit einem reinen Basiswissen mit Schwerpunkt auf formalen Punkten auskommen, da hier meist nur die korrekte Erfüllung der behördlichen Vorgaben als Zielvorstellung anzusehen ist. Eine Ausbildung auf dieser Ebene erfordert Rekapitulation und Vertiefung schon bestehenden und etablierten Basiswissens, das wohl schon in der Ausbildung erworben wurde und Strahlenschutzgrundsätze.
- In der nächsten Gruppe, hier werden Maßnahmen gesetzt und Entscheidungen getroffen, muss schon ausreichend Wissen über einen möglichen Entscheidungsspielraum vorhanden sein, obwohl oft, bei Anwendungen von Gesetzeswerken und Normen, meist nur ja/nein Entscheidungen getroffen werden. Wesentlich ist, dass durch überkonservative Annahmen das Konzept der Optimierung nicht eliminiert wird.
- Die dritte Ebene der Wissensvermittlung muss wohl moderne Entwicklungen wie die des Wissens über die Wirkungen, die Strahlenschutzphilosophie und andere Konzept berücksichtigen und wegen kontinuierlichen Entwicklung diese nicht erst nach gesetzlicher Ratifizierung akzeptieren, sondern ständig mitverfolgen. Die Didaktik muss sicherlich der Problematik angepasst werden. Fragen wie Variabilität, Unsicherheit und Risikokommunikation oder Hierarchie der Limits müssen hier im Kontext mit Strahlung diskutiert werden. Die Ausbildung in diesen drei Ebenen wird daher wohl in Hinblick auf Inhalt und Struktur höchst unterschiedlich ausfallen müssen und wird von Kathederausbildung bis zu interaktiver Wissensvermittlung reichen müssen.

Es wird anhand von Beispielen gezeigt, wie die Schwerpunkte und der Ablauf in den verschiedenen Ebenen ausschauen könnten. Mögliche Probleme werden angesprochen.

2 Struktur und Inhalte des zu übermittelnden Wissens

Der Strahlenschutz erfordert aufgrund seiner multidisziplinären Konstellation eine eigene Form der Wissensübermittlung. Im Gegensatz zu Fachgebieten mit homogener Wissensstruktur ist im Strahlenschutz Wissen zu übermitteln, das unterschiedlichen Ursprung hat und damit unterschiedliche Art des Umganges erfordert.
Diese Sonderstellung ergibt sich aus verschiedenen Aspekten wie:

- Vielfalt der Sachgebiet (Medizin, Physik, ….)
- Eigenschaften der Fachwissens
- Übermittlung von Erkenntnissen unterschiedlicher Relevanz[1]
- Umsetzung von Hypothesen (wie LNT)
- Relation zu anderen Umwelteinflüssen
- Richtungen im Strahlenschutz

Der letzte Punkt ist demonstriert durch [1], der drei Gruppen „Die Ordner – die Reinen – die Pioniere“ ortet. Diese Klassifizierung verleitet [2] zur Aussage „Dreifrontenkrieg“ im Strahlenschutz? – Drei „militante“ Pole haben sich herausgebildet mit der Befürchtung, dass die normalen Strahlenschützer zwischen die Fronten kommen. Das Thema ist weiterentwickelt in [3].

Das System wird also multidimensional und vielparametrig auszulegen sein, ein einheitlicher Ausbildungsplan (curriculum) für die drei Gruppen wird wohl thematisch als auch im Ausmaß nicht möglich werden. Ebenso wird eine Vertiefung durch Verlängerung, wie gerne praktiziert, auch keine Lösung sein.
Eine Möglichkeit wäre daher eine Optimierung der Ausbildungsziele für

- ANWENDER (Nutzer)
- UMSETZER (exekutierende Sachverständige)
- GESTALTER (gestaltende Experten)

Eine strenge Abgrenzung ist naturgemäß nicht machbar.
Es sollen hier nicht die Themenschwerpunkte im Einzelnen diskutiert werden. In den Anhängen soll aber anhand von Beispielen demonstriert werden, welche Art von Themen angeschnitten werden sollen.

3 Ebene 1: ANWENDER

Allgemeines	
Aufgabe:	Regelungen für den Betrieb einer Strahlenquelle Vorort sinnvoll erfüllen und anwenden
Basis:	Grundlagen des Strahlenschutzes, rechtliche Grundlagen
Funktion:	Strahlenschutzbeauftragter- Strahlenschutzverantwortlicher

Die reinen Nutzer betreiben eine Anlage oder eine Strahlenquelle und müssen imstande sein, die von der Behörde vorgegebenen Auflagen sachkundig zu erfüllen. Diese Nutzer haben ty-

1 Gesetz (gesicherte Fakten) - Theorie (gesicherte Vermutung) - Hypothese (begründete Vermutung). Die Risikofaktoren, auf denen praktisch alle Strahlenschutzregelungen basieren, haben den Status einer Hypothese. Abgeleitete Limits daraus werden dann administrativ als Gesetze interpretiert.

pischerweise höchst unterschiedliche Basisausbildung in Physik und Biologie (geht von einem Facharbeiter, in dessen Bereich ein Füllstandsmessgerät betrieben wird, bis zu einem hochqualifizierten Graduierten in einem Labor). Beide Gruppen kommen meist aus einem anderen Fachgebiet, und von Strahlung und Strahlenschutz haben sie vorher noch oft gar nichts oder wenig gehört. Der Strahlenschutz ist meist nicht ihr eigentlicher Tätigkeitsschwerpunkt. Die Bedeutung, die dem Strahlenschutz beigemessen wird, kann proportional, aber auch verkehrt proportional der Ausbildung sein. Es sind Grundlagen zu übermitteln. Der Strahlenschutz wird in vielen Fällen wenig wirkliche Probleme bringen (wie bei Vollschutzeinrichtung) und nahezu auf formale Aspekte beschränkt sein. In anderen Fällen (wie bei der industriellen Radiographie mit umschlossenen Strahlenquellen) kann der Strahlenschutz wegen dem hohen Unfallpotential höchste Priorität haben

Der Schwerpunkt der Kompetenz liegt hier sicherlich bei der praktischen Ausbildung, Erfüllung der gesetzlichen Auflagen und dem richtigen Setzen von Erstmaßnahmen bei unvorhergesehenen Situationen. Es ist in diesem Tätigkeitsbereich nicht die Aufgabe, Fakten in Frage zu stellen.

Profil
- Grundausbildung unterschiedlich
- Übermittelbarkeit der Grundlagen: gering bis mittel, unterschiedlich
- Beschäftigung mit Strahlenschutz: geringfügig bis Teilzeit
- Entscheidungskompetenz: keine
- Bedeutung von praktischen Aspekten: sehr hoch
- Potential für Gefährdung: minimal bis äusserst hoch
- Kompetenzlevel 1: Beurteilung von Normalsituation

Beispiel für die Themen: jede Strahlenschutzausbildung, z.B. in Österreich [4]:

4 Ebene 2: UMSETZER

Allgemeines

Aufgabe:	Vorgaben erstellen, dass der Anwender Regeln Vorort sinnvoll erfüllen und anwenden kann
Basis:	wo, Wissen und Verständnis der aktuellen Philosophie (warum gilt was)
Funktion:	exekutierende Sachverständig

Die Regeln sollen so erstellt werden, dass die gesetzlichen Vorgaben vollständig erfüllt werden, aber dem Nutzer keine schikanösen Auflagen gesetzt werden. Der Sachverständige muss demonstrieren können, dass seine Fachkompetenz grösser ist als die des Nutzers, und dies durch sinnvolle Auflagen und nicht durch Überauslegung von Regeln, die oft unter nicht sehr weiter Einsicht gemacht wurden. Die Einhaltung der primären Limits muss über der Einhaltung von abgeleiteten Werten stehen

Profil
➢ Grundausbildung : Graduiert
➢ Wissen über Hierarchie der Limits
➢ Beschäftigung mit Strahlenschutz: Teilzeit bis Vollzeit
➢ Übermittelbarkeit der Grundlagen mittel bis hoch unterschiedlich
➢ Entscheidungskompetenz: gross
➢ Potential für Gefährdung: direkt minimal indirekt bis äusserst hoch
➢ Kompetenzlevel 2 Beurteilung von Normalsituation und Abweichungen davon
➢ Teilnahme an Weiterentwicklung auf dem Gebiet

Einige Beispiele für Entscheidungskompetenzen: welches Gerät ist für die Messung eines engen Strahlenbündels anzuwenden / Welches Limit gilt bei einem engen Strahlenbündel, das nicht den ganzen Körperquerschnitt umfasst / Gefühl, welche zusätzliche Abschirmung bei einer Röntgenanlage durch Reduzierung des Limits für die Bevölkerung um den Faktor 1,67 erforderlich ist / besteht reelle Gefährdung, wenn die aus der Dosisleistung hochgerechnete Jahresdosis an einem Ort nahe dem Grenzwert ist, oder ist das Ziel nur, einen abgeleiteten Grenzwert zu erfüllen etc.

5 Ebene 3: GESTALTER, VERMITTLER

Allgemeines	
Aufgabe:	Regeln erarbeiten, die dem Sachverständigen Vorort gestatten, dem Anwender Vorschreibungen zu geben, die durch sinnvolle Durchführung den primären Zweck der Massnahmen sicherstellen
Basis:	Wissen und Verständnis der aktuellen Philosophie (warum gilt was)
Funktion:	Entscheidungsträger, Meinungsbildner, Lehrende, Bestimmende im Strahlenschutz, Öffentlichkeitsarbeit

Profil
➢ Grundausbildung : Graduiert
➢ Beschäftigung mit Strahlenschutz: professionell
➢ Entscheidungskompetenz: überzeugend und gross
➢ Vermittler zwischen den Richtungen im Strahlenschutz
➢ Potential für Gefährdung: für die betroffenen Personen minimal bis äusserst hoch
➢ Kompetenzlevel 3: Beurteilung von Normalsituation, Abweichungen davon und Prognosen und Interpretation von Zwischenbereichen
➢ Prägung und sinnvolle Interpretation von internationalen Vorgaben
➢ Gestaltung der Weiterentwicklung und Weiterbildung

In dieser Ebene der Wissensvermittlung (für Entscheidungsträger, Meinungsbildner, Lehrende) muss wohl moderne Entwicklungen wie die des Wissens über die Wirkungen, die Strahlenschutzphilosophie und andere Konzept berücksichtigen und wegen kontinuierlichen Entwicklung diese nicht erst nach gesetzlicher Ratifizierung akzeptieren, sondern ständig mitverfolgen. Die Didaktik muss sicherlich der Problematik angepasst werden. Fragen wie Variabilität, Unsicherheit und Risikokommunikation oder Hierarchie der Limits und andere müssen hier im Kontext mit Strahlung diskutiert werden.

Diese Ebene darf nicht mehr in einer simplen Nachvollziehung der schon ratifizierten Entwicklung bestehen, sondern muss so gestaltet sein, dass eine kompatible Schnittstelle zu den zu erwartenden Weiterentwicklungen besteht, an die Weiterentwicklungen angeschlossen werden können.

6 Praktische Umsetzung

Manche Stufen werden wohl durch Kurse abzuwickeln sein, wobei die Schere zwischen Selektivität der Ausbildung und Durchführbarkeit (Kosten für Zahl der Teilnehmer pro Kurs, Stand der Basisausbildung, Übungen in Kleingruppen) von der vorliegenden Situation abhängig ist. Der Nachweis wird auf geeignete Art abzuwickeln sein. Die oberen Stufen werden wohl nur interaktiv zwischen den verschiedenen Richtungen mit inhärentem Prüfungscharakter sinnvoll sein.

7 Schlussfolgerungen

Der vorliegende Beitrag soll demonstrieren, dass eine Verbesserung des Ausbildung nicht auschliesslich durch lineare Massnahmen wie Verlängerung und Wiederholungen der Ausbildung erreicht werden kann, sondern dass die Ziele in Übereinstimmung mit der Aufgabe koordiniert werden müssen.

Das Ziel der Ausbildung muss auf die Einhaltung der primären Schutzziele (Begrenzung der jährlichen Effektivdosis einer Person) ausgerichtet werden und nicht das pragmatische Einhalten von niedrigrangigen Grenzwerten (gemessene Dosisleistung an einem Ort), auch wenn das viel einfacher durchzuführen und plakativ übermittelbar ist. Man wird wohl auch neue Themen wie „Risikokommunikation“ einführen müssen, sonst wird die oft geforderte Aufklärung der betroffenen nicht effizient verlaufen können

Literatur

[1] S. Pretre: Atome Symbolik und Gesellschaft Forum Medizin und Energie, ISBN 3-9520289-2-4

[2] H.H. Brunner: StrahlenschutzPRAXIS 5 Heft 1(1999) p.49

[3] M. Tschurlovits: Prägende Einflüsse auf nationale Strahlenschutzregelungen, Frühjahrstagung des Österreichischen Verbandes für Strahlenschutz Juni 2008, http://www.strahlenschutzverband.at/

[4] Österreich: Allgemeine Strahlenschutzverordnung Anlage 8

[5] Supporting guidance 5, Annals of the ICRP 36(2006)4 2007

[6] M. Tschurlovits: Die Effektivdosis, das unbekannte Wesen, Frühjahrstagung des Österreichischen Verbandes für Strahlenschutz Juni 2008, siehe [3]

[7] SSK Anwendung der effektiven Dosis bei medizinischen Untersuchungen (1997)

[8] ICRP Publication 103: The 2007 Recommendation der ICRP, Annals of the ICRP 37(2007) Nr 2-4

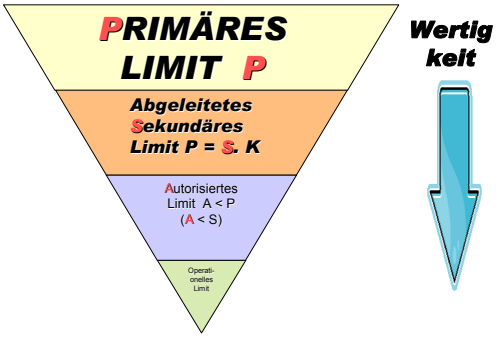
ANHANG 1 LIMITS

1a) Eigenschaften von Limits [3]

- Es gibt numerische Werte unterschiedlicher Relevanz Limits-Constaints[5]
- Limits haben unterschiedliche Wertigkeit (Hierarchie der Limits) mit unterschiedlichen Eigenschaften. Die Eignung als für die Dosisbegrenzung ist nicht mit der Messbarkeit verknüpft. Obwohl gerne angewendet: Die These „Nur was man leicht messen kann, ist als Grenzwert geeignet“ ist nicht tragfähig.

Das primäre Limit hat folgende Eigenschaften:

- Effektivdosis einer Person
- Wert besitzt keine Unsicherheit
- Einheit: mSv/a continous practice, und mSv für ein Ereignis
- Das Limit darf nicht überschritten werden
- Der Wert ist meist keiner Messung zugänglich



Ein sekundäres Limit hat folgende Eigenschaften

A limit on a measurable quantity set, on the basis of a model, such that compliance with the derived limit may be assumed to ensure compliance with a primary limit.

Messgrösse:

- Dosisleistung , Kontamination , Aktivitätskonzentration
- Definitionsgemäss keine limitierende Grösse
- Bestimmung nicht Selbstzweck
- Besitzt Unsicherheit, die durch Modell vorgegeben, Fehlerfortpflanzung anzuwenden
  z.B. E [µSv] ≤ [µSv/h] · t [h]

1b) Anwendung, oder wie aus einer primären Limitgröße eine abgeleitete Messgrösse wird

Zur Konfusion trägt bei, dass Limitgrößen E und Messgrössen H*(10) gleichen Name der Einheit [Sievert] haben

- ICRP 60 setzt fest: effective dose of 1 mSv in a year (S40)
- IBSS: The estimated average doses to the relevant critical group of members of the public shall not exceed the following limits: an effective dose of 1 mSv/a……
- EU, StrSchVO: Für Einzelpersonen der Bevölkerung: 1 mSv/a
- **bisher Limitgrösse, unauffälliger Übergang zur Limitierung durch eine Messgrösse**
- ÖN S5212 höchstzulässige Ortsdosis H*(10): 20 µSv/Woche AllgSSVO Anlage 4: höchstzulässige Ortsdosis: 20 µSv/Woche Effektivdosis bezieht sich auf eine Person
- Ortsdosis (definiert als Äquivalentdosis), **gemessen** an einem bestimmten Ort, wird als Umgebungs-Äquivalentdosis angegeben) bezieht sich auf einen Ort.
- Ein Ort ist kein zu schützendes Objekt im Sinn der Strahlenschutzgesetzgebung
- Das Limit wird als Effektivdosis begrenzt und ist eine Vorgabe
- Normen und SSVO begrenzen einen (abgeleiteten) Messwert und nicht die Vorgabe.
- H*(10) ist eine Messgrösse
- Das Limit ist als Jahresdosis angegeben. Begrenzt wird oft, vor allem traditionellerweise in der Radiologie, die Wochendosis, die nicht einmal direkt gemessen wird, sondern sich aus einer konservativen Hochrechung ergibt
- Diese Vorgangsweise ist wohl ein Widerspruch zum nur scheinbar anerkannten Konzept der Optimierung

ANHANG 2 ZUR NOTWENDIGKEIT DER ERLÄUTERUNGEN DER ENTWICKLUNG EINES BEGRIFFES AM BEISPIEL DER EFFEKTIVDOSIS [6]

2a) Entwicklung

ICRP 26(1977) legt vor:

(104) For stochastic effects the Commission's recommended dose limitation is based on the principle that the risk should be equal whether the whole body is irradiated uniformly or whether there is non-uniform irradiation. This condition will be met if

$$\sum_T w_T H_T \leq H_{\mathrm{wb},L},$$

where, w_T is a weighting factor representing the proportion of the stochastic risk resulting from tissue (T) to the total risk, when the whole body is irradiated uniformly, H_T is the annual dose equivalent in tissue (T), $H_{\mathrm{wb},L}$ is the recommended annual dose-equivalent limit for uniform irradiation of the whole body, namely 50 mSv (5 rem).

(105) The values of w_T recommended by the Commission are shown below:

Tissue	w_T
Gonads	0.25
Breast	0.15
Red bone marrow	0.12
Lung	0.12
Thyroid	0.03
Bone surfaces	0.03
Remainder	0.30

Auf Vorschlag von Jacobi wurde die Summe:

$$\sum_T w_T H_T$$

dann **„Effektivdosis"** genannt . Die ICRP hat diesen Vorschlag übernommen (IC 60,S2).

Es ist also aus der ursprünglich namenlosen Ungleichung mit der Summe von gewichteten Organdosen eine richtige, wenn auch virtuelle Dosisgröße geworden.

2b) Eigenschaften und Probleme

Das Konzept ist schlüssig und konsistent, die Umsetzung von den normalen, geschweige denn von den drei Gruppen von Strahlenschützern schwierig.

- Diese Größe war daher von Anfang an von den Pionieren oder Pragmatikern ungeliebt, weil etwas was man nicht einmal messen kann, kann ja nicht wichtig sein[3]
- aber schön langsam erkannten wenige die Eigenschaften dieser Größe, viele legten sich quer
- Obwohl eine Reihe von Arbeiten [7] zu Recht auf die Mängel dieser Größe hinwiesen, und die ICRP nahezu eine Demontage macht [8] bleibt sie nach wie vor als Größe bestehen, die in der Risikokommunikation am besten zu übermitteln ist.

Grund für Diskrepanzen

- Keine klare Trennung bei der Anwendung von Limitgrößen und Messgrößen
- Unklare Definition der Dosis schon von ICRP („Dosis nach ICRP 60 (S 4):

„dose: generic term that can apply to any of the relevant dose quantitites".
Schlechte Unterscheidbarkeit Limitgrößen E und Messgrössen H*(10) sind unterschiedlicher Natur aber gleichem Namen und Einheit

2c) Neuinterpretation durch ICRP 103 [8]

The main and the primary uses of effective dose for both occupational workers and the general public are: (4.4.6)

- Prospective dose assessment for planning and optimization of protection
- Retrospective dose assessment for demonstration compliance with dose limits (dose constraints, reference levels).

Effective dose is intended for use as a protection quantity on the basis of reference values and not recommended for epidemiological evaluations nor it should be used for detailed retrospective investigations of individual exposure.

Diese Erläuterungen werden zur Klärung nicht wesentlich beitragen. Die Effektivdosis bleibt aber als Größe bestehen, die in der Risikokommunikation am besten zu übermitteln ist.

RADIOMETRIE IN UND FÜR MADAGASKAR – GLEICHZEITIGE BESTIMMUNG VON URAN UND THORIUM IM GELÄNDE

RADIOMETRY IN AND FOR MADAGASCAR – SIMULTANEOUS DETERMINATION OF URANIUM AND THORIUM IN THE FIELD

H. von Philipsborn[1], Ch. Hoffmann[2]
1 Radiometrisches Seminar, Universität Regensburg
2 Freiberger Sensortechnik, Freiberg

Zusammenfassung

Ein 10-tägiger Strahlenschutzkurs in Madagaskar für Uran prospektierende Geologen gab einen Einblick in die radiometrische Praxis. Bedarf besteht für eine gleichzeitige quantitative Bestimmung der U- und Th-Gehalte von Bohrklein im Gelände. Für die NaI-Gammaspektrometrie wird der notwendige systemspezifische Abzug der Comptonstreuung der 2,61 MeV Linie von Tl-208 von den 2,20 und 1,76 MeV Photopeaks von Bi-214 experimentell mittels getrennter Ra-226 und Th-232 Referenzstrahler und angepasster Software erreicht.

Giving a course in radiation protection for geologists prospecting for uranium in Madagascar showed their radiometric practice. There is a need for simultaneous quantitative determination of uranium and thorium in the field. For NaI gamma spectrometry the necessary systemspecific subtraction of the Compton scattering of the 2.61 MeV line of Tl-208 from the 2.20 und 1.76 MeV photopeaks of Bi-214 is realized experimentally using separate Ra-226 and Th-232 calibration sources and a custom made software.

1 Einleitung

Aus geochemischen Gründen ist ein Mangel an abbauwürdigem Uran nicht zu erwarten. Die gestiegene Nachfrage hat nach langer Pause erneut zu einer regen Prospektions- und Explorationstätigkeit geführt. Auch wenn diese nicht in Europa stattfindet, ergeben sich interessante Aufgaben für Radiometrie und Strahlenschutz, die zu Forschung, Lehre und Praxis auch in Deutschland beitragen können.

Der ältere Autor gab im Dezember 2007 in Antananarivo einen 10-tägigen Kurs mit 20 Doppelstunden zu den Themen "Radioactivité, Radiométrie et Radioprotection" für Geologen der kanadischen Prospektionsfirma PAM (Pan African Mining) und Studenten des Madagascar-INSTN (Institut National des Sciences et Techniques Nucléaires). Dies war für den Geowissenschaftler ein willkommener Anlass, eine der natürlichen Radioaktivität potentiell hoch ausgesetzte Berufsgruppe in Grundlagen von Radiometrie und Strahlenschutz einzuführen und dabei Literatur und Erfahrungen in Frankreich aufzunehmen, neue Messgeräte zu erproben sowie ältere Labormethoden modernen Geländeanforderungen anzupassen.

2 Flugdosiswerte

Bei der Gepäckdurchleuchtung und den beiden 10-stündigen Flügen Paris – Tana und zurück wurden verschiedene neue Messgeräte miteinander verglichen. Das Personal im Flughafen und im Flugzeug zeigte sich sehr interessiert an den Messungen. Eingesetzt wurden die Geräte I (Automess 6150 AD 6E), II (Graetz ED150, III (Thermo Scientific EPD Mk2 zwei Geräte) und IV (Thermo Scientific RadeyePRD). Wie man sieht (Tabelle 1), stimmen die Messgeräte bei Röntgenstrahlung befriedigend überein, doch bei Höhenstrahlung gibt Gerät IV (NaI Szintillator) einen um einen Faktor 10 kleineren Wert als die Geräte I und II, deren Geiger-Müller Auslöse-Detektoren die Höhenstrahlung besser erfassen. Die Werte der Geräte III mit Silizium-Dioden liegen dazwischen.

Tabelle 1: Vergleich von Messgeräten bei Gepäckdurchleuchtung und Flügen Paris – Tana

Ort	Gerät I	Gerät II	Gerät III	Gerät IV
Durchleuchtung Flughafen Frankfurt	0,69 µSv max. 2,03 mSv/h	1,2 µSv	2 µSv	
Durchleuchtung Flughafen Paris		3,2 µSv		1,28 µSv
Flug Paris – Tana	20 µSv max. 4,1 µSv/h	19,4 µSv	10 µSv 13 µSv	1,89 µSv
Flug Tana – Paris	20,6 µSv		12 µSv	2,62 µSv

3 Geländetaugliche gleichzeitige quantitative Bestimmung von Uran und Thorium

Zur Prospektion auf Uran werden schon seit langem Szintillometer, meist mit NaI-, seltener mit Plastik-Detektoren, eingesetzt. Liegt nur Uran vor, ohne Thorium, erhält man mit einiger Erfahrung sogar mehr oder weniger quantitative Ergebnisse für die U-Gehalte. Bei dem zurzeit von Pan African Mining im Süden von Madagaskar untersuchten Vorkommen handelt es sich aber um Uranothorianite $(U,Th)O_2$ mit zudem variablen Verhältnis von U zu Th. Für den Fortgang einer jahreszeitlich begrenzten Kampagne in fernab gelegenem Gelände ist es zudem bei kostspieligen Bohrungen von größter Bedeutung, vor Ort Analysenergebnisse von Bohrkernen und Bohrklein zu erhalten. Bisher wurden durch mehrfache Probenteilung erhaltene fein gemahlene Proben von 30 g mit Luftpost nach Kanada geschickt und dort chemisch analysiert. Mit erklärbaren Ausnahmen war die Übereinstimmung mit HPGe gammaspektrometrischen Ergebnissen gut, d.h. innerhalb von völlig ausreichenden 10 %. Doch für HPGe Gammaspektrometrie fehlt im Gelände die Infrastruktur.

Deshalb wurde ein potentiell geländetaugliches System mit einem 3" x 3" NaI-Detektor auf seine Fähigkeit untersucht, U und Th gleichzeitig und quantitativ zu bestimmen. Eine experimentelle Überprüfung von Bohrkleinproben mit Aktivkohle ergab keine Emanation von Radon-222 oder Radon-220. HPGe-Gammaspektrometrie bestätigte radioaktives Gleichgewicht für beide Zerfallsreihen. Das zu lösende Problem bei der gestellten Aufgabe ist nicht nur die geringe Energieauflösung von NaI, sondern zudem die starke system- und probenspezifische Comptonstreuung, die sich von den Photopeaks der energetisch höheren Linien der einen Zerfallsreihe kommend den Photopeaks energetisch niedrigerer Linien der anderen Zerfallsreihe überlagert.

Die Aufgabe wurde experimentell gelöst. Zusätzlich zu einem QSA-Ra-226-Referenzstrahler von 3,08 kBq in 1 L Marinellibecher wurde deshalb ein QSA-Th-232-Referenzstrahler von 3,20 kBq in gleicher Geometrie angeschafft, in der auch die Proben untersucht werden. Wegen der Gehalte von einigen hundert ppm und der Auswertung hochenergetischer Linien kann auf eine Bleiabschirmung verzichtet werden.

Die messtechnische Ausführung der U-Th-Analyse mit NaI-Detektor ist wie folgt: Aus der Th-232-Reihe wird Tl-208 als Bezugsnuklid mit der höchsten Gammalinie von 2,61 MeV gewählt und aus der U-238-Reihe Bi-214 als Bezugsnuklid mit den beiden Gamma-Linien von 1,76 und 2,20 MeV. Die Analyse der Bohrklein-Proben erfolgt durch Bestimmung der Netto-Zählraten in passenden Energiebereichen der beiden Bezugsnuklide. Die Photonen von Tl-208 mit Photopeak bei 2,61 MeV erzeugen durch Comptonstreuung zudem einen beträchtlichen Beitrag zu den Photopeaks von Bi-214 bei 2,20 und 1,76 MeV. Dieser Beitrag wird rein experimentell bestimmt durch einen Th-232-Referenzstrahler mit Tl-208 im radioaktiven Gleichgewicht und in gleicher Geometrie wie die Bohrklein-Proben. Mit diesem Referenzstrahler wird auch die Effizienz des Detektors für den Tl-208-Photopeak bestimmt.

Der Beitrag einer unbekannten Probe im Tl-208-Fenster dient zum einen zur unmittelbaren Bestimmung des Thorium-Gehalts der Probe durch Vergleich mit der bekannten Th-232-Aktivität des Referenzstrahlers und zum anderen zur rechnerischen Angleichung, also einer Anhebung oder Absenkung des Beitrags der Comptonstreuung im hinterlegten, gespeicherten Spektrum des Th-232-Referenzstrahlers, bezogen auf den Thorium-Gehalt der Probe.

Zur Bestimmung des Urangehaltes aus der Zählrate im Energiefenster der Bi-214-Photopeaks wird vorher das hinterlegte, auf die Thoriumaktivität der Probe angeglichene Spektrum des Th-232-Referenzstrahlers, abgezogen und damit der Anteil der Comptonstreuung von Tl-208 der Probe zu den genannten Photopeaks (Abb. 1). Die Effizienz des Detektors im Energiefenster der Bi-214 Linien wird mit einem Ra-226-Referenzstrahler gleicher Geometrie bestimmt und mit derart bestimmter Effizienz die Aktivität von Bi-214 und damit der Urangehalt.

In unseren Uran-Thorium-Mischerzproben ist der zur Bestimmung des Urangehaltes abzuziehende Beitrag C der Comptonstreuung der Tl-208-Linie bei 2,61 MeV zum Beitrag P der Photopeaks der Bi-214-Linien bei 2,20 und 1,76 MeV abhängig vom Thorium-Uran-Verhältnis, vom verwendeten Energiefenster und vom verwendeten NaI-Detektor. Bei unserer Messanordnung und unseren Proben mit einem Aktivitätsverhältnis Thorium zu Uran von ungefähr 2:1 verhielten sich die Beiträge C:P ungefähr wie 0,8:1. Das Th- zu U-Aktivitätsverhältnis ist aber in der Lagerstätte variabel und möglicherweise genetisch bedingt und damit sogar ein Leitparameter bei der Prospektion.

Der in genannter Weise variable und zur korrekten Bestimmung des Urangehaltes abzuziehende Beitrag der Comptonstreuung kann nicht rechnerisch sondern nur experimentell bestimmt werden und dies auch nicht mit einem zur energieabhängigen Effizienzkalibrierung des Detektors üblichen Mischnuklid-Referenzstrahler, sondern korrekt nur mit zwei getrennten Referenzstrahlern, einen für Ra-226 und einen für Th-232, jeweils im radioaktiven Gleichgewicht. Wir haben ersteren schon seit Jahren im Gebrauch und mussten nur letzteren für das Projekt anschaffen.

Zur Prüfung des Verfahrens standen drei Bohrklein-Proben A, B und C von je 1 L (2 kg) zur Verfügung (Tabelle 2), die einmal mit HPGe (600 s Messzeit) in einer Bleiburg und je dreimal mit NaI (1800 s Messzeit) ohne Bleiburg gemessen wurden (Abbildung 1). Für die in der Geologie üblichen Angaben von Metallgehalten in ppm des Elementes im natürlichen Isotopenverhältnis gelten die Umrechungen: 1,2 Bq/g Bi-214 (> U-238) entsprechen 100 ppm Uran; 0,4 Bq/g Tl-208 (> Th-232) entsprechen 100 ppm Thorium.

Tabelle 2: Thorium- und Uran-Gehalt in drei Bohrklein-Proben

Probe	Elemente [ppm]	HPGe	NaI (1)	NaI (2)	NaI (3)
A	Thorium/Uran	1660/780	1910/800	1780/800	1900/800
B	Thorium/Uran	2430/1290	2600/1250	2430/1250	2600/1280
C	Thorium/Uran	620/310	720/280	700/300	700/300

Die beiden gammaspektrometrischen Bestimmungen und vorliegende chemische Analysen stimmen in für die Geländepraxis ausreichender Weise überein. Ein durch Unterschiede der Dichte 1 der Referenzstrahler und der Dichte 2 der Messproben verursachter Fehler liegt innerhalb des Gesamtfehlers von 10%. Wegen der großen Probenmenge von 2 kg ist Gammaspektrometrie zudem zuverlässiger als chemische Analysen von nur 30 g. Vorteile einer Vor-Ort-Bestimmung (Zeitgewinn, Kostenersparnis) wurden schon eingangs genannt.

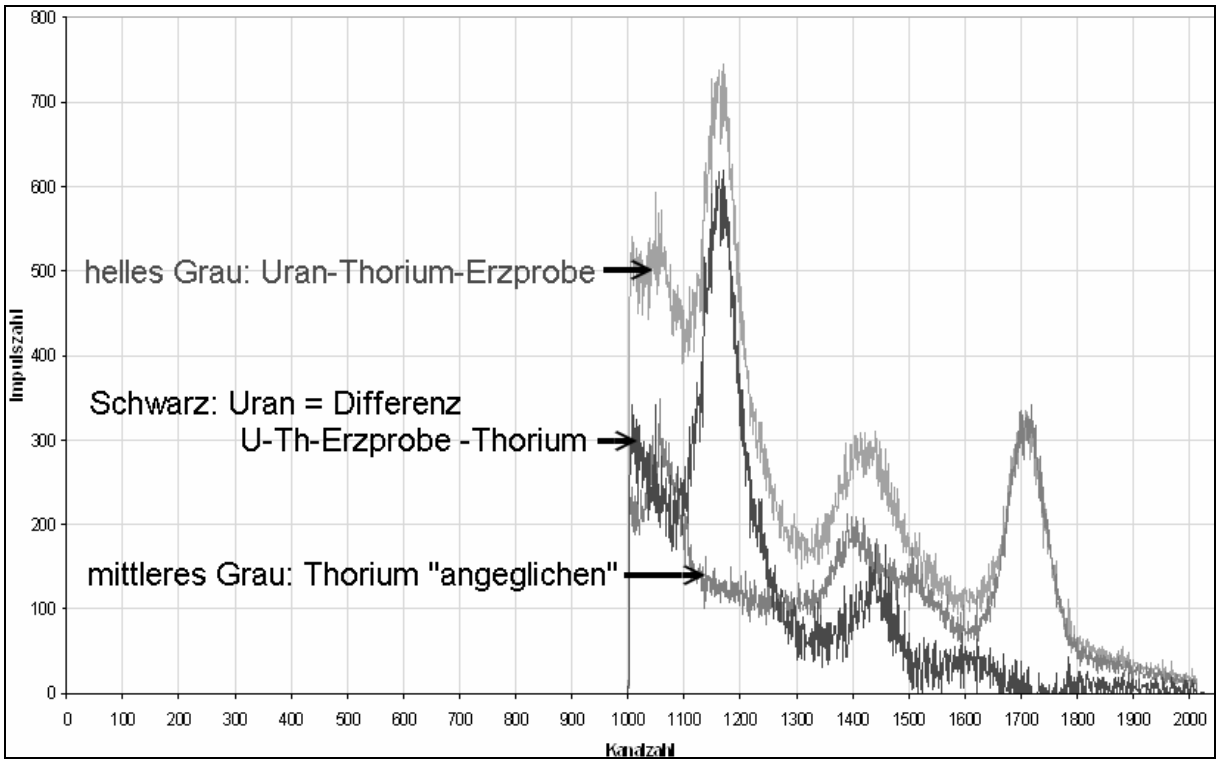


Abb. 1: Typisches NaI-Gammaspektrum zur gleichzeitigen Bestimmung von Uran und Thorium

PRAXISAUSBILDUNG VON BA-STUDENTEN IM VKTA

PRACTICE IN EDUCATION TO A GRADUATED ENGINEER DEGREE IN VKTA

P. Sahre, T. Schönmuth, S. Jansen, K. Jansen, M. Kaden, A. Beutmann, D. Röllig,
I. Schneider
Verein für Kernverfahrenstechnik und Analytik Rossendorf e.V.

Zusammenfassung

Studenten, die an der Staatlichen Studienakademie Riesa (Sachsen), Fachrichtung Umwelt und Strahlenschutz, studieren, erhalten im VKTA Rossendorf ihre Praxisausbildung. Das Poster erläutert die organisatorische Betreuung der Studenten in Rossendorf und die Inhalte der Praxisausbildung.

Students of the University of Cooperative Education in Riesa (Saxony) studying environmental and radiation protection complete their work experience at VKTA Rossendorf Inc. The poster describes the organisational mentoring and support of students and aspects of the course.

1 Einleitung

An der Staatlichen Studienakademie Riesa des Freistaates Sachsen werden u. a. Studenten in der Fachrichtung Umwelt und Strahlenschutz mit dem Abschluss eines Dipl.-Ing. (BA) bzw. beginnend ab 2008 als Bachelor ausgebildet. Die Abschlüsse sind EU-weit anerkannt.

Die Absolventen der Studienakademie werden in einem dreijährigen praxisintegrierenden Studium auf ihre berufliche Tätigkeit vorbereitet. Die Ausbildung erfolgt in einem dualen Modell mit dem Ziel, neben der Berufsfähigkeit auch die Berufsfertigkeit in der gewählten Fachrichtung zu vermitteln. Das Studium ist in einzelne theoretische und praktische Studienabschnitte aufgeteilt. Die theoretischen Studienabschnitte werden an den Studienakademien in Riesa und Karlsruhe absolviert. Für die praktischen Abschnitte ist seit 1993 der Verein für Kernverfahrenstechnik und Analytik Rossendorf e. V. (VKTA) ein vertraglich gebundener Praxispartner der staatlichen Studienakademie Riesa. Zudem erhalten die Studenten während der Ausbildung vom Praxispartner VKTA eine Ausbildungsvergütung.

Die praktische Ausbildung erfolgt überwiegend in den verschiedenen Fachbereichen des VKTA, in Instituten des Forschungszentrums Dresden-Rossendorf sowie bei externen Institutionen und umfasst sehr unterschiedliche Schwerpunkte.

2 Organisation der Ausbildung im VKTA

Während des dreijährigen Studiums sind insgesamt 6 Praktika jeweils mit einer Dauer von drei Monaten zu absolvieren. Das bedingt eine langfristige, aber auch flexible, Planung sowohl für die Vorbereitung durch die Betreuer als auch bei der Auswahl der Themen. Der überwiegende Teil der Praxisarbeiten wird in den Fachabteilungen des VKTA betreut. Für wenige ausgewählte Schwerpunktthemen (vgl. Tabelle 1) werden externe Einrichtungen gebunden, so z. B. Institute des Forschungszentrums Dresden-Rossendorf, die Universitätsklinik Dresden, das Sächsische Staatsministerium für Umwelt und Landwirtschaft (SMUL) und das Sächsisches Landesamt für Umwelt und Geologie Sachsen (LfUG).

Die Studentenpraktika organisiert im VKTA eine Mitarbeiterin des Fachbereiches Sicherheit. Sie ist Ansprechpartnerin sowohl für die Studenten als auch für die Betreuer und hält den Kontakt zur Berufsakademie in Riesa. Von ihr werden für jeden Studenten sogenannte Blockungspläne erstellt, aus denen die genaue terminliche Koordinierung der einzelnen Praktika hervorgeht. Abbildung 1 zeigt beispielhaft einen aktuellen Blockungsplan für eine Studentin aus dem 2. Studienjahr.

Dieser Blockungsplan wird durch einen Rahmenplan ergänzt, der die insgesamt zu behandelnden Themenbereiche, die empfohlene Dauer des Praktikums und den Iststand der abgearbeiteten Themen der betreffenden Studenten enthält. Tabelle 1 zeigt beispielhaft den zum Blockungsplan in Abbildung 1 passenden Rahmenplan. Blockungs- und Rahmenpläne der Studenten stehen im INTRANET des Forschungsstandortes Rossendorf.

In diesen Blockungsplänen können auch aktuelle Fragestellungen der Betreuer bzw. deren Fachabteilungen kurzfristig berücksichtigt werden. Die in der Ausbildung geforderten drei Praxisberichte bilden oftmals wertvolle Beiträge für die verschiedenen Bereiche der Strahlenschutzüberwachung am Forschungsstandort Rossendorf. Die Themen der Diplomarbeiten in der letzten Praktikumsphase orientieren sich ebenfalls weitgehend an praktischen Erfordernissen und werden bereits in den Praktika des 2. Studienjahres vorbereitet. Am Beispiel von je einer ausgewählten Praxis- und Diplomarbeit und deren Ergebnissen wird in Kap. 4 dieser Zusammenhang verdeutlicht.

3 Schwerpunkte der Praxisausbildung

Der in Kap. 2 erwähnte Rahmenplan (vgl. Beispiel in Tabelle 1) enthält die Schwerpunktthemen für die studentische Praxisausbildung. Diese Aufzählung verdeutlicht die Breite der praktischen Themen, bei denen Genehmigungsfragen genauso enthalten sind wie Aspekte des praktischen Strahlenschutzes in technischen und nuklearmedizinischen Bereichen, die Radioanalytik und die Qualitätssicherung.

Dieser Rahmenplan wurde von der Berufsakademie Riesa erarbeitet und mit dem VKTA abgestimmt. Er wird im VKTA für jeden Studenten hinsichtlich der Abarbeitung der Themen aktuell geführt. Im Beispiel ist ebenfalls zu erkennen, auf welchem Gebiet die Praxisarbeiten angefertigt wurden und welche Themen noch ausstehen (letzte Spalte).

Blockungsplan für die Studentenausbildung (Praxis) – Studienrichtung Umwelt-, Strahlen- und Biotechnik

Studentin: **Jana Scheibke** Studienbeginn: **01.10.2006** Stand: **03.06.2008**

2006		**2007**				**2008**				**2009**	
1. Studienhalbjahr		**2. Studienhalbjahr**		**3. Studienhalbjahr**		**4. Studienhalbjahr**		**5. Studienhalbjahr**		**6. Studienhalbjahr**	
P1 **01.10. – 24.12.06**	**T1**	**P2** **19.03. – 17.06.07**	**T2**	**P3** **17.09. – 23.12.07**	**T3**	**T4**	**P4** **16.06. – 28.09.08**	**T5**	**P5** **28.12. – 22.03.09**	**T6**	**P6** **15.06. – 30.09.09**
02.10.06 Einweisung BA Riesa 04.10. – 10.11.06 KRA, Jansen 13.11. – 24.11.06 KSS/U 27.11. – 08.12.06 KS, Prof. Sahre 11.12. – 22.12.06 KSI	**25.12. – 18.03.07**	19.03. – 22.03.07 KRR, Hr. Kowe 23.03. – 30.03.07 Urlaub 02.04. – 13.04.07 KSS/M, Röllig 16.04. – 18.05.07 KR, Beger/ Loose 21.05. – 25.05.07 KSI, Dr. Schönmuth 29.05. – 01.06.07 KSS/U, Kaden 11.06. – 15.06.07 KSI, Dr. Schönmuth	**18.06.-16.09.07**	17.09. – 28.09.07 KAB, Dr. Kahn 01.10. – 05.10.07 Urlaub 08.10. – 12.10.07 KAB, Dr. Kahn 15.10. – 09.11.07 KSS, Kaden 12.11. – 30.11.07 KSB, Jansen 03.12. – 14.12.07 Urlaub 17.12. – 21.12.07 KSB, Jansen	**24.12.–23.03.08**	**24.03.–15.06.08**	16.06. – 20.06.08 Urlaub 23.06. – 09.07.08 KAB, Dr. Kahn 10.07. – 28.07.08 Urlaub 29.07. – 29.08.08 KAB, Dr. Kahn 01.09. – 26.09.08 Uniklinik Dresden	**29.09.–27.12.08**		**23.03.–14.06.09**	**Diplomarbeit** Thema: „Eignung der in situ-Gammaspektrometrie für Freigabemessungen an Fässern und Boxen“ Betreuer: Dr. Kahn

Legende: BA…Berufsakademie; KAB…Abteilung Monitoring und Bewertung; KR…Fachbereich Rückbau und Entsorgung; KRA…Abteilung Produktionsanlagen und Qualitätswesen; KRR…Abteilung Reaktor; KS…Fachbereich Sicherheit; KSB…Sachgebiet Betriebliche Strahlenschutzüberwachung; KSI…Abteilung Strahlenschutz Personen/Inkorporationsmessstelle; KSS…Abteilung Strahlenschutz Anlagen; KSS/M…Arbeitsgruppe Strahlenschutz-Messtechnik; KSS/U…Arbeitsgruppe Strahlenschutz-Umgebungsüberwachung; T…Theorie; P…Praxis

Abb. 1: Beispiel für Blockungsplan

Tabelle 1: Beispiel für Rahmenplan

Rahmenplan für die Studentenausbildung (Praxis) – Studienrichtung Umwelt-, Strahlen- und Biotechnik
Studentin: **Jana Scheibke** Studienbeginn: **01.10.2006** Stand: **03.06.2008**

	Schwerpunktthemen	**Abt. (Betreuer)**	**Soll [Wo]**	**Ist [Wo]**
1.	Überblick über Zusammenhänge beim Einsatz technischer Einrichtungen oder Anlagen im Anwendungsbereich bzw. der Abteilung	KR, Kowe	3-4	1
2.	Freisetzung, Ausbreitung und Verhalten von Aktivität; Klima: Temperatur, Windrichtung, Windstärke, Inversion, Smog	KSS/U, Kaden	4	5
3.	Inkorporations-/Ausscheidungsmessungen	KSI, Dr. Schönmuth	4	2
4.	Freigabeprozedur	KSB, S. Jansen	3	4
5.	Aktivität u. Dosisleistung: Lokalisierung, Messung u. Charakterisierung von Kontamination, Umgebungs- u. Raumüberwachung	KSS/M, Röllig	2	1,5
6.	Erarbeitung gesetzeskonformer technischer Lösungen (ggf. Analog- o. Präzedenzfälle); Genehmigungsverfahren	LfUG	4-5	
7.	Funktions- u. Qualitätskontrolle; Röntgen (Aufnahme, Durchleuchtung, CT); Strahlentherapie (Quellen, Beschleuniger); Bildgewinnungsverfahren	Uniklinik Dresden	4-5	4
8.	Wasser-Abwasser: Aufbereitung; Routinemessungen zum Inventar, zu Volumen- und Masseströmen, zur Betriebszustands-, Anlagen- und Komponentenüberwachung, zur Leckage und Freisetzung von Aktivität an risikobehafteten Bauteilen **(2. Praxisarbeit)**	KR, Beger/Loose	3	4,5
9.	Personendosimetrie	KSI, Dr. Schönmuth	3	
10.	Luft-Abluft-Gasanalytik: Edelgase, Halogene, Aerosole, Filtration, Gaswäsche	KSS/U	2	
11.	Großgeräte-, Anlagen-, Kreislauf- und Komponentenüberwachung **(1. Praxisarbeit)**	KRA, S. Jansen	4	5,5
12.	Abschirmberechnungen	KS, Prof. Sahre	2	2
13.	Einsatzplanung im Hochdosisleistungsbereich, Einsatzplanung u. Übung unter Atemschutz/Vollschutz, Mitarbeit bei der Störfallvorsorge, Umgang mit Telegamma-Einrichtungen/umschlossene Strahlenquellen, Mithilfe bei Wartungs- und Einstellarbeiten im Betrieb, Grundlagen der Bestrahlungsplanung, Probennahme und -vorbereitung	KS	3	
14.	Qualitätsüberwachung, Aktivitätsmessung, Dekontamination/Klärung radiochem. u. nuklearmed. Abwässer, Abklinganlagen	KA	3	
15.	Freimessaufgaben **(3. Praxisarbeit)**	KAB, Dr. Kahn	3-5	9,5

Legende: siehe Abbildung 1

Seit 1992 erhalten Studenten der Fachrichtung Umwelt und Strahlenschutz ihre praktische Ausbildung im VKTA. Mit dem Abschluss als Dipl.-Ing. (BA) waren sie auf dem Arbeitsmarkt sehr gefragt. Einige von Ihnen sind heute auch im VKTA tätig. Andere begannen nach dieser Ausbildung ein Hochschulstudium. Dieses in Sachsen erfolgreiche Konzept der Partnerschaft zwischen Berufsakademie und VKTA wird in den kommenden Jahren als Ausbildungsweg zum Bachelor fortgesetzt. In [6] wird dieses Konzept näher vorgestellt.

4 Ausgewählte Praxisarbeiten und Ergebnisse

4.1 Praxisbericht 2003: Konfiguration eines Handprobenschiebermessplatzes

Der Aerosolfiltermessplatz FHT8000/FHT 407P wurde vom VKTA mit dem Ziel neu angeschafft, ihn im praktischen Strahlenschutz vorrangig zur Messung von Raumluft-Aerosolfiltern einzusetzen. Im Rahmen dieser Praxisarbeit [1] sollte für den Messplatz eine Bedienungsanleitung erstellt werden. Die Hersteller derartiger Geräte liefern nur eine allgemeine Beschreibung zum Gerät mit. Für die speziellen Messaufgaben war es deshalb notwendig, eine angepasste Bedienungsanleitung zu erstellen. Gleichzeitig sollten die Angaben des Herstellers zur Nachweisgrenze, und zur Funktion der implementierten Alpha/Beta-Pseudokoinzidenzdifferenz (ABPD)-Methode überprüft werden. Diese ermöglicht eine Trennung von natürlicher und künstlicher Aktivität auf dem Aerosolfilter und unterdrückt damit die Radon-Folgeprodukte bei der Messung. Eine wesentlich empfindlichere Messung von künstlichen radioaktiven Aerosolen ist somit möglich.

Der Student musste sich zunächst mit dem Gerät vertraut machen und sich in die theoretischen Zusammenhänge der ABPD-Methode einarbeiten. Weiterhin untersuchte er den Berechnungsalgorithmus sowie den Einfluss der vom Benutzer einzustellenden Parameter. Auf dieser Grundlage wurde der Messplatz kalibriert und konfiguriert. Mit verschiedenen Prüfquellen wurden natürliche und künstliche Radionuklide simuliert und in mehreren Messreihen die Funktion der ABPD-Methode geprüft.

Aus den Ergebnissen wurden Empfehlungen für den praktischen Einsatz des Messplatzes erstellt. Außerdem wurde für den Messplatz eine Prüfanweisung zur Wiederkehrenden Prüfung im Rahmen des Qualitätssicherungsprogramms für Strahlenschutzmesstechnik im VKTA [2] erstellt.

4.2 Diplomarbeit 2007: Methode zur interaktiven Analyse von LSC-Beta-Spektren

Dieses Diplomthema [3] ist ein Beispiel für die Kombination einer messtechnischen Aufgabenstellung und deren Lösung durch die Umsetzung eines Verfahrens zur Entfaltung von Betaspektren in einem entsprechenden Computerprogramm. Die Aufgabe bestand darin, eine Methode zur interaktiven Analyse von LSC-Betaspektren unbekannter Proben zu finden und diese programmiertechnisch so umzusetzen, dass ein anwendbares Werkzeug vorliegt. Die Realisierung sollte unter Anwendung einer Standardspektrenbibliothek erfolgen, die gleichzeitig zur Kalibrierung dient. Die Interaktivität soll dem in der Regel erfahrenen Nutzer die Möglichkeit geben, den Entfaltungsprozess zu jeder Zeit beeinflussen zu können.

Zur Durchführung der Aufgabe waren in einem praktischen Teil zunächst Quenchreihen von am Forschungsstandort Rossendorf typischen Beta-Radionukliden herzustellen und mit dem Flüssigszintillationsspektrometer TriCarb® 3100 zu messen. Aus diesen Spektren wurde die Standardspektrenbiliothek als Matrix für sieben Radionuklide (H-3, Ni-63, C-14, Co-60, Cs-137+, Cl-36 und Sr-90+) mit jeweils sechzehn verschiedenen Quenchgeraden zusammengestellt, wobei die Spektren auf die Aktivität normiert wurden.

Im theoretischen Teil war zunächst eine umfangreiche Literaturrecherche vorzunehmen. Diese Recherche ergab, dass in der Literatur bereits verschiedene anwendbare Algorithmen beschrieben sind. Algorithmen aus verschieden Quellen wurden angepasst und für die Programmierung in geeigneter Weise kombiniert. So wurde die DigitalOverlayTechnique [4] mit einem Algorithmus aus [5] zur Komprimierung von LSC-Spektren aus Geräten mit linearem Verstärker wie dem TriCarb® im Programm kombiniert.

Die Umsetzung im programmiertechnischen Teil schließlich erfolgte unter Windows XP mittels Visual Basic 6. Abbildung 2 zeigt das Hauptfenster des entwickelten Programmes P.A.U.L.

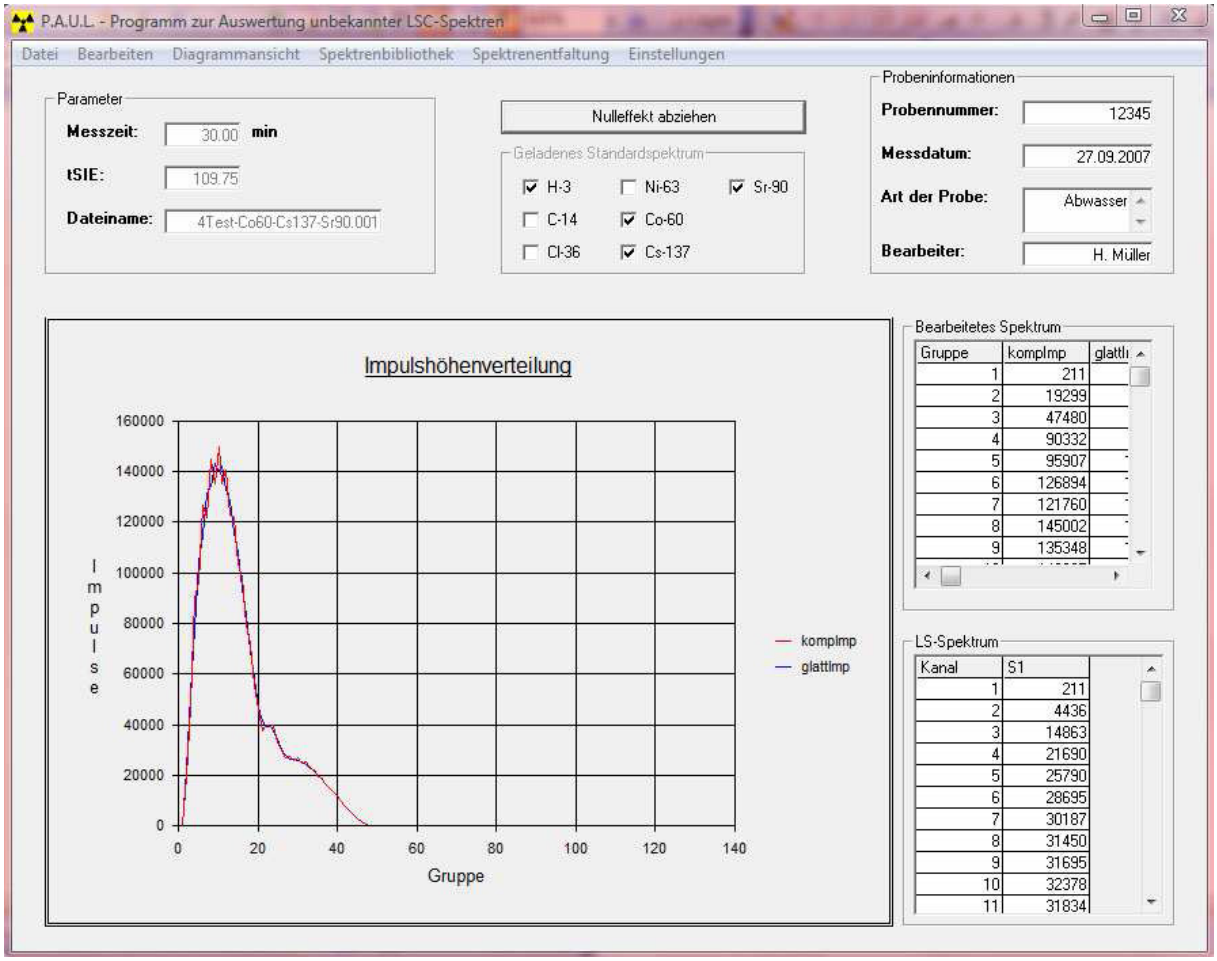


Abb. 2: VisualBasic-Programm P.A.U.L. zur Analyse von LSC-Spektren

Die Software wurde mit einigen separat hergestellten Multinuklidlösungen getestet. Im weiteren Fortgang soll diese Software schrittweise vervollkommnet und erweitert werden und schließlich in die Routine der LSC-Analytik übergehen.

5 Literatur

[1] F. Tillner, Konfiguration des Handprobenschiebermessplatzes FHT8000 / FHT 407 P des Herstellers ESM Eberline Instruments mittels des Messprogramms FHT8000M.exe, VKTA-Praxisbericht, Dresden (2003)

[2] D. Röllig, Qualitätssicherungsprogramm Strahlenschutzmesstechnik am Forschungsstandort Rossendorf, VKTA-Arbeitsbericht KS-33/2006, Dresden (2006)

[3] H. Müller, Methode zur interaktiven Analyse von LSC-Beta-Spektren an LSC-Proben unter Verwendung einer Standardspektrenbibliothek, Diplomarbeit, Dresden (2007)

[4] H. Kouru, K. Rundt, Multilabel Counting using Digital Overlay Technique, in: Proceedings of the Int. Conf. On New Trends in Liquid Scintillation Counting and Organic Scintillators, Athens (1989) p. 239

[5] S. V. Malinovsky, I. A. Kashirin, A. I. Ermakov, V. A. Tikhomirov, S. V. Belanov, A. I. Sobolev, Mathematical aspects of decoding complex spectra applied to liquid scintillation counting, Proceedings of the Int. Conf. LSC 2001 Advances in Liqiud Scintillation Spectrometry, Karlsruhe (2001) p. 127

[6] P. Sahre, L. Gläser, A. Beutmann, Ch. Sussek, Th. Schönmuth, S. Jansen, Ausbildung zum Bachelor im Strahlenschutz in Sachsen, 40. Jahrestagung des Fachverbandes für Strahlenschutz, Mainz (2008)

AUSBILDUNG ZUM BACHELOR IM STRAHLENSCHUTZ IN SACHSEN

EDUCATION TO A BACHELOR DEGREE IN THE FIELD OF RADIATION PROTECTION IN SAXONY

P. Sahre[1], L. Gläser[2], A. Beutmann[1], Ch. Sussek[2], Th. Schönmuth[1], S. Jansen[1], K. Konschak[3]
1 Verein für Kernverfahrenstechnik und Analytik Rossendorf e.V.
2 Staatliche Studienakademie Riesa
3 Gamma-Service Produktbestrahlung GmbH Radeberg

Zusammenfassung

In Sachsen gibt es, wie in einigen anderen Bundesländern Deutschlands, einen besonderen Bildungsweg zum Bachelor auf dem Gebiet des Strahlenschutzes. Diese sogenannte „duale Ausbildung“ besteht aus einem theoretischen Teil an der Studienakademie Riesa (BA Riesa) und aus einem praktischen Teil, der in verschiedenen Firmen absolviert werden kann.

Der Artikel beschreibt den Inhalt der Ausbildung in Riesa/Karlsruhe (Theorie) und in den Ausbildungsbetrieben Rossendorf und Radeberg (Praxis). Bis 2007 schlossen die Studenten das Studium als Diplomingenieur (BA) ab. Ab 2008 wird der Bachelor-Abschluss eingeführt.

In Saxony, a state of Germany, a special mode of education to a graduated engineer in the field of radiation protection exists. This so called “dual” degree consists of a theoretical part at the University of Cooperative Education Riesa and a practical part at the Nuclear Engineering and Analytics Rossendorf Inc.

The paper describes the content of the education at Riesa/Karlsruhe (theoretical part) and Rossendorf and Radeberg (practical part). Up to the year 2007 the final qualification was the graduated engineer degree in the field of radiation protection. Beginning in 2008 the students will achieve the degree Bachelor of Sciences (B.Sc.).

1 Einleitung

1991 wurde in Sachsen das Ausbildungssystem Berufsakademie/Studienakademie gestartet. Bereits nach wenigen Jahren studierten auf der Basis dieses Systems in Sachsen 4500 Studenten. 500 davon studieren gegenwärtig in Riesa in den Ausbildungsrichtungen Wirtschaftswissenschaften und Ingenieurwesen. Eine der Ausbildungsrichtungen ist der Dipl.-Ing. (BA) Strahlenschutz bzw. seit 2008 der Bachelor (B.Sc) im Strahlenschutz. Die Ausbildung besteht aus zwei Bestandteilen und dauert drei Jahre. Zum einen ist dies die theoretische Ausbildung in den Studienakademien Riesa (die ersten beiden Jahre) und Karlsruhe (das letzte Jahr). Zum anderen ist das die praxisorientierte Ausbildung in den Ausbildungsbetrieben, z. B. im Verein für Kernverfahrenstechnik und Analytik Rossendorf e.V. oder bei der Gamma-Service Produktbestrahlung GmbH in Radeberg. In der Regel wechselt der Student alle drei Monate zwischen Studium an der Berufsakademie und einer berufspraktischen Studienzeit im Ausbildungsbetrieb.

Das Studium endete bis einschließlich 2007 mit dem Diplom. Seit 2008 ist der Abschlussgrad Bachelor of Sciences (B.Sc.) möglich.

Die Voraussetzung für das Studium an der Berufsakademie ist das Abitur. Der Student wird vom Ausbildungsbetrieb ausgewählt, schließt mit diesem einen Ausbildungsvertrag ab und erhält in der Regel eine Ausbildungsvergütung. Der Ausbildungsbetrieb muss gegenüber der Studienakademie jährlich im Voraus die zu reservierenden Plätze in der Studienakademie anmelden.

2 Bisherige Geschichte der dualen Strahlenschutzausbildung in Sachsen

Im Jahr 1992 begann im VKTA Rossendorf e.V. der erste Student seine Ausbildung zum Dipl.-Ing. (BA) Strahlenschutz. Damals erwarben der VKTA und das Forschungszentrum Rossendorf e.V. gemeinsam den Status eines Ausbildungsbetriebes für die Studienakademie Karlsruhe. Anfangs war die Studienakademie Karlsruhe ausschließlicher Ausrichter des theoretischen Teils des Studiums. Seit 1996 hat die Studienakademie Riesa die ersten beiden theoretischen Ausbildungsjahre übernommen. Das letzte theoretische Ausbildungsjahr wird weiterhin in der Studienakademie Karlsruhe absolviert.

Der VKTA hat als Ausbildungsbetrieb seit 1992 13 Studenten ausgebildet. Die Gamma-Service Produktbestrahlung GmbH (GSP) begann ihre Tätigkeit als Ausbildungsbetrieb 1996 und bildete seither 10 Studenten aus.

3 Studieninhalte

Strahlenschutz ist ein interdisziplinäres, anwendungsorientiertes Wissenschaftsgebiet. Die Theoriephase beinhaltet deshalb Naturwissenschaften, Information- und Kommunikationstechniken, Ingenieurwissenschaften, Wirtschaftswissenschaften und Rechtswissenschaften. Die Tabelle 1 gibt einen Überblick über die Studieninhalte der sechs Semester. Die meisten der angegebenen Ausbildungsinhalte beinhalten Praktika in der Studienakademie.

Die Inhalte der praktischen Ausbildung in den Ausbildungsbetrieben VKTA und GSP sind in den Tabellen 2 und 3 enthalten.

Während der letzten drei Monate erstellen die Studenten ihre Diplomarbeit oder ihre Bachelor-Arbeit. In den Tabellen 4 und 5 sind die bisher verteidigten Diplomarbeiten in den beiden Praxiseinrichtungen aufgezählt.

Tabelle 1: Überblick über die Inhalte der theoretischen Ausbildung

Ausbildungsinhalte	Anzahl der Stunden pro Semester					
	1	2	3	4	5	6
Allgemeine Rechtsgrundlagen	36					
Mathematik	60	48	48			
Physik	60	60				
Elektrotechnik/Elektronik	60					
Chemie	60	60	72			
Informatik	36	36				
Fachenglisch	36	36				
Grundlagen Apparate und Werkstoffe		48	24			
Mess- und Sensortechnik		36	36			
Steuer- und Regelungstechnik			36	48		
Grundlagen Projekt- und Betriebswirtschaft			24	48		
Mechanische Verfahrenstechnik			72			
Thermische Verfahrenstechnik				72		
Instumentelle Analytik				60	60	
Qualitäts- und Sicherheitsmanagement						96
Grundlagen Strahlenmedizin und Strahlen-schutz (Strahlenmesstechnik, medizinisches Grundwissen)	36	60				
Radiologie (strahlenmedizinische Physik, medizinische Radiologie)			48	48	72	48
Strahlenschutz				60		
Radiochemie und Radioökologie					48	
Strahlenschutzrecht					48	
Wahlpflichtmodule					72	72

Tabelle 2: Überblick über die praktische Ausbildung im VKTA

Ausbildungsinhalt	ausbildende Struktureinheit	Ausbildungszeit in Wochen
Kennenlernen kerntechnischer Einrichtungen	Rückbau Reaktoren, VKTA	3 - 4
Umgebungsüberwachung (Meteorologie, Ausbreitungsrechnungen, Probenahme)	Zentraler Strahlenschutz, VKTA	4
Inkorporationsüberwachung (Ganzkörperzähler, Ausscheidungsanalyse, Dosisabschätzung)	Zentraler Strahlenschutz, VKTA	4
Freigabeprozedur	Zentraler Strahlenschutz, VKTA	3
Aktivität- und Dosisleistungsmessungen, Raumluftüberwachung	Zentraler Strahlenschutz, VKTA	2
Genehmigungsverfahren	Landesbehörden in Sachsen	4 - 5
Ausbildung in medizinischen Einrichtungen	Uniklinik Dresden	4 - 5
Behandlung flüssiger radioaktiver Abfälle	Abfallbehandlung, VKTA	3
Dosimetrie externer Strahlung	Zentraler Strahlenschutz, VKTA	3
Aktivitätsmessungen an Filtern und Umgebungsproben	Zentraler Strahlenschutz, VKTA	2
Strahlenschutz an Großgeräten	Rückbauabteilungen, VKTA	4
Abschirmungsberechnungen	Zentraler Strahlenschutz, VKTA	2
Notfallschutz	Zentraler Strahlenschutz, VKTA	3
Abwasserbehandlung (radiologisch, konventionell)	Fachbereich Analytik, VKTA	3
Freimessaufgaben	Fachbereich Analytik, VKTA	3 - 5

Tabelle 3: Überblick über die praktische Ausbildung bei Gamma-Service Produktbestrahlung

Ausbildungsinhalt	ausbildende Struktureinheit	Ausbildungs-zeit in Wochen
Strahlenschutzmesstechnik und –prozeduren	Strahlenschutzbeauftragter	2
Bestrahlungstechnologien: Gammabestrahlungsanlagen GS 3000, GS 60 (60 – 110 PBq)	Bestrahlungsanlage GS 60	12
Bestrahlungstechnologien: Elektronenbe-schleuniger GSE 80 (10 MeV, 100 kW)	Elektronenbeschleuniger GSE 80	12
Wasserbehandlungsanlagen für Bestrah-lungseinrichtungen	Strahlenschutzbeauftragter	2
Freigaben	Strahlenschutzbeauftragter	2 – 3
Aktivitäts- und Dosisleistungsmessungen, Raumüberwachungen	Strahlenschutzbeauftragter	2
Dosimetrie externer Strahlung	Strahlenschutzbeauftragter	3
Abschirmungsberechnungen	Forschungs- und Entwicklungsab-teilung	4
Notfallschutz, Sicherheit hochradioaktiver Strahlenquellen	Forschungs- und Entwicklungsab-teilung, Universität Münster	3
Strahlenschutz in der Medizin	Universitätsklinikum Dresden	4
Abfallbehandlung	Brennelementewerk Hanau, GS Leipzig, KKW Würgassen	12

Tabelle 4: Überblick über die Diplomarbeiten (GSP)

Jahr	Diplomarbeitsthema	Autor
1999	Untersuchung zur Korrosion von Bestandteilen von Strahlenquellen unter Einbeziehung von Modellstrahlenquellen	Beate Hoffmann
2001	Qualifizierung eines Gammaspektrometrie-Messplatzes für In-situ-Messungen	Sabine Fleck
2001	Experimentelle Untersuchungen zur Nutzung des Strahlungsfeldes an einem 10 MeV-Beschleuniger	Sandy Voigt
2002	Untersuchungen zur Strahlenvernetzung von dünnen Kunststoffrohren	Sindy Bening
2003	Optimierung der Bestrahlungstechnologie an der Elektronen-Bestrahlungsanlage GSE 80	Hendrik Neuhäuser
2004	Reproduzierbarkeit der Bestrahlung von Kartonware einer Gamma-Bestrahlungsanlage	Madlen Berger
2004	Erhöhung der räumlichen Auflösung der Produktdosimetrie durch Einsatz von Foliendosimetern	Yvette Sitek
2005	Entwicklung einer Technologie zur Erzeugung von PTFE Feinpulver über den Strahlenabbau von PTFE-Abfällen	Uwe Emmrich
2006	Analyse der gasförmigen und festen Produkte beim Abbau von PTFE mit-tels ionisierender Strahlung	Michael Prollius
2007	Optimierung des baulichen Strahlenschutzes am Elektronen-Beschleuniger ELV-2 (IPF Dresden)	Evelyn Werner

Tabelle 5: Überblick über die Diplomarbeiten (VKTA)

Jahr	Diplomarbeitsthema	Autor	VKTA-Bericht
1995	Erstellung eines Expertensystems zur Interpretation von Messwerten eines Ganzkörperzählers	Cordelia Hoinkis	Nr. 29 Sept. 1995
1996	Vorbereitung des Monte-Carlo-Strahlungstransport-Programmsystems AMOS für den Einsatz bei einfachen Abschirmungsproblemen	Sven Kowe	Nr. 42 April 1997
1997	Prüfung der Eignung eines In-situ-Gammaspektrometers zur Bestimmung der Gamma-Ortsdosisleistung	Uwe Oehmichen	
1998	Qualitätsgesicherte Ermittlung der Größe von Oberflächenkontaminationen bei Personenmessungen und Bestimmung des Einflusses dieser auf das Ergebnis der Ganzkörpermessung	Gregor Beger	
1999	Berechnung der Strahlenexposition infolge luftgetragener Emissionen im Zeitraum 1980 bis 1991 für die Bewohner der Rossendorfer Wohnsiedlung unter Verwendung gemessener Immissionsdaten	Sandra Reimann	
2000	Untersuchungen zur massen- und körpergrößenabhängigen Kalibrierung des Rossendorfer Ganzkörperzählers	Sven Jansen	Nr. 67 März 2001
2001	Eignungsuntersuchungen eines Koinzidenzmonitors zur Raumluftaktivitätskonzentrationsüberwachung in einem PET-Zentrum	Carina Reichelt	
2002	Untersuchung der Eintragungspfade zur Wasser- und Sedimentkontamination im Vorfluter des Forschungsstandortes Rossendorf	Isabel Grahl	
2003	Experimentelle Untersuchungen zur nuklidspezifischen Bestimmung der Gamma-Ortsdosisleistung mittels In-situ-Gammaspektrometrie ohne Kenntnis der Aktivitätsverteilung	Anke Rietzschel	
2004	Einführung der Qualitätssicherung für die Fassmessanlagen im Fachbereich Rückbau und Entsorgung	Falk Tillner	Nr. 78 Sept. 2004
2005	Einsatz eines Ge-Gammaspektrometers zur kontinuierlichen Überwachung der Rn-222- und Rn-220-Folgeproduktkonzentrationen im Niederniveaumesslabor Felsenkeller	Kathrin Behge	
2006	Untersuchungen zur Optimierung der Nachweiswahrscheinlichkeit des Ganzkörperzählers am Forschungsstandort Rossendorf	Stefan Waurig	
2007	Methode zur interaktiven Analyse von LSC-Beta-Spektren an LSC-Proben unter Verwendung einer Standardspektrenbibliothek	Heike Müller	

4 Weiterbeschäftigung der Absolventen in den Ausbildungsbetrieben

Bei erfolgreicher Beendigung des Studiums an der BA Riesa bietet GSP seinen Praktikanten eine Tätigkeit im Unternehmen an. Bis zu 10 % des Personals der Firma sind Absolventen der BA Riesa, wobei ihnen gute Entwicklungsmöglichkeiten in der Qualitätssicherung, beim Betrieb der Strahlenanlagen und im Strahlenschutz offen stehen. In den meisten Fällen ist allerdings festzustellen, dass die Absolventen dringend als Fachpersonal in den alten Bundesländern benötigt werden und sich wegen der besseren Vergütung auch dorthin wenden. Das bedeutet, dass die Stellenangebote an die in der Firma ausgebildeten Strahlentechnikingenieure nur rund zur Hälfte angenommen werden.

In den VKTA Rossendorf wurden bisher sieben Studienabsolventen als Strahlenschutzingenieure übernommen. Da die Absolventen bereits in den Praxisphasen den Ausbildungs-betrieb sehr gut kennengelernt haben, ist in der Regel keinerlei Einarbeitungszeit notwendig. Die gute Ausbildung der Studenten hat auch dazu geführt, dass sie bereits nach wenigen Jahren Tätigkeit als Strahlenschutzingenieur Leitungsaufgaben übernommen haben, z. B. als Leiter der Abteilung Logistik, Leiter der Abteilung Rückbau Reaktoren und Leiter des Sachgebietes Betriebliche Strahlenschutzüberwachung.

AUSBILDUNG ZUM STRAHLENSCHUTZINGENIEUR (DIPL. ING. BA) AM DEUTSCHEN KREBSFORSCHUNGS-ZENTRUM HEIDELBERG (DKFZ)

B. Rhein [1], M. Kämmer [2], W. Kübler [2]
[1] Medizinische Physik in der Strahlentherapie, Deutsches Krebsforschungszentrum
[2] Stabsstelle Strahlenschutz und Dosimetrie, Deutsches Krebsforschungszentrum

Zusammenfassung

Im DKFZ werden seit der Etablierung des Dualen Studienganges Strahlenschutz an der Berufsakademie Karlsruhe im Jahr 1980 Studenten zu Strahlenschutzingenieuren ausgebildet. Im Verlauf der Jahre wurde dieser duale Studiengang zum heutigen Studiengang Sicherheitswesen umstrukturiert, der die Bereiche Strahlenschutz, Arbeitssicherheit und Umwelttechnik beinhaltet.

Im DKFZ erfolgt die praktische Ausbildung innerhalb der 6 Praxissemester in der „Stabsstelle Strahlenschutz und Dosimetrie“ und in der Abteilung „Medizinische Physik in der Strahlentherapie“. Hierdurch wird ein breiter Themenbereich aus dem Gebiet des allgemeinen Strahlenschutzes und aus dem Bereich des medizinischen Strahlenschutzes vermittelt.

Die ersten 4 Praxissemester durchlaufen die Studenten in der der Stabsstelle Strahlenschutz und Dosimetrie. Hierbei werden den Studenten praktische und theoretische Kenntnisse auf den folgenden Arbeitsgebieten vermittelt.

- Personendosimetrie: Führung der Personendatenbank, Umgang mit Film-, Flachglas- und Stabdosimetern, digitalen Dosimetern und Fingerring TLD
- Thermolumineszenzdosimetrie: Ortsdosimetrie und Dosimetrie an experimentellen Bestrahlungsanlagen
- Gammaspektroskopie: Quantitative Messungen von Wasser, Abwasser und Abluftfiltern. Qualitative Messungen von aktivierten Materialien aus dem Zyklotronbereich
- Kontaminationsmessungen: Direktmessungen mit Kontaminationsmessgeräten, Flüssigszintillationsmessungen zur Auswertung von Wischtestproben und zur Bestimmung von Betastrahlern.
- Funktionskontrolle, Wartung und Kalibrierung der Strahlenschutzmessgeräte
- Bilanzierung von radioaktiven Stoffen und Prüfstrahlern zur Meldung an die Aufsichtsbehörde
- Rechtliche Aspekte

Aus diesem Themenbereich werden 1 Praxis- und 1 Projektarbeit angefertigt.

Die praktische Ausbildung im 5. Semester und die Ausarbeitung der Diplom-/Bachelor Arbeit im 6. Praxissemester erfolgt in der Abteilung Medizinische Physik in der Strahlentherapie. Zusätzlich werden während der Theoriesemester 5 und 6 zwei Studienarbeiten in der Abteilung angefertigt. Hierzu sind die Studenten einen Tag pro Woche von der Berufsakademie freigestellt. Die vermittelten Themengebiete während der letzten beiden Praxissemester und

die Themenstellung der Diplom- bzw. Bachelorarbeit erfolgt aus den folgenden Themenbereichen. :

- Dosimetrie von Photonen und Elektronen mit Ionisationskammern nach der DIN 6800-T2 und der IAEA Dosimetrienorm TRS 398
- Klinische Dosimetrie mit TLD, Dioden, Diamantdetektoren , radiographischen- und radiochromen Filmen
- Ermittlung dosimetrischer Baisdaten am Elektronenlinearbeschleuniger zur Generierung von Dosisberechnungsalgorithmen für die Bestrahlungsplanung
- Bestrahlungsplanung / Dosisberechnungsalgorithmen
- Überprüfen von Bestrahlungsplänen
- Qualitätssicherung an Elektronenlinearbeschleunigern
- Qualitätssicherung an Röntgen – Computertomographen
- Rechtliche Aspekte aus dem Bereich der Strahlenschutz-, Röntgenverordnung und der Richtlinie Strahlenschutz in der Medizin

Die am DKFZ ausgebildeten Strahlenschutzingenieure haben durch die Breite der praktischen Ausbildung auf dem Arbeitsmarkt sehr gute Perspektiven in allen Bereichen des Strahlenschutzes.

Literatur

http://www.ba-karlsruhe.de/de_tech_sicherheitswesen/She_Start.php
http://www.dkfz.de/de/medphys/index.html

7

Qualitätssicherung im Strahlenschutz

Vorsitz:

J.-W. Vahlbruch, M. Purschke

DER QUALITÄTSVERBUND IN DER STRAHLENSCHUTZAUSBILDUNG

THE CORPORATION OF QUALITY IN RADIATION PROTECTION EDUCATION

H.-J. Reinecke
Herrenberg

Zusammenfassung

Der Qualitätsverbund Strahlenschutzkursstätten (QSK) wurde am 9.1.2006 gegründet und ist ein Verein von Einrichtungen in Deutschland, welche amtlich anerkannte Kurse im Strahlenschutz anbieten. Auf freiwilliger Basis unterwerfen sich ihre Mitglieder über die rechtsverbindlichen Vorschriften hinausgehenden Qualitätssicherungsmaßnahmen in Bezug auf Lehrinhalte, Organisation, Didaktik, räumliche Voraussetzungen und Medieneinsatz, welche die Güte der Lehre sichern sollen.

Ziel des QSK ist es, alle entsprechenden Kurstätten als Mitglieder und Vertreter der Behörden als Beobachter zu gewinnen, um bei der Strahlenschutzaus- und -weiterbildung die theoretischen Vorgaben durch den Gesetzgeber motivierend in die Praxis umzusetzen, die in ihren Anforderungen sehr divergierenden Fachkunderichtlinien zu vereinheitlichen, die Partikularauffassungen der einzelnen Bundesländer und Behörden in Bezug auf die Durchführung und Anerkennung von Strahlenschutzfachkundekursen zu harmonisieren und die Strahlenschutzbeauftragten stärker für die Weiterbildung zu motivieren. Vom QSK werden neue Lernformen, wie z.B. das E-Learning, und eine Ausbildung für Ausbilder entwickelt und die in Zukunft mögliche einheitliche Strahlenschutzausbildung im europäischem Rahmen mit entwickelt und gestaltet.

Association of radiation protection education (QSK) was founded on 09-01-2006. It is an organization of German facilities offering officially acknowledged courses in radiation protection. Members submit voluntarily to quality assurance measures regarding teaching contents, organization, didactics, physical conditions and media use, beyond legal regulations in order to guarantee the quality of teaching.

The aim of QSK is to win all appropriate education centers as members as well as authority representatives as observers in order to motivate translation of legislatory theoretical specifications into practical use. Another aim is to standardize very diverging requirements ("Fachkunderichtlinien"), to harmonize particular opinions of different federal states and authorities regarding execution and recognition of guidelines and to motivate radiation protection services to improve education. New learning techniques, such as e-learning, and special education for instructors are developed. This is to enable participation in developing education models and unifying radiation protection education in Europe.

1 Qualität von Fachkundekursen

Zur Sicherstellung einer hohen Qualität der Strahlenschutzfachkunde hat der QSK zusätzlich zu den Vorgaben in den Fachkunderichtlinien Regelungen für die Durchführung seiner Kurse und die Überprüfung und Bewertung ihrer Qualität entwickelt. Dazu zählen:

- Kursfinder
- Gemeinsamer Prüfungsfragenkatalog
- Prüfungsordnung
- Bewertungsbogen der Teilnehmer
- Kursbericht
- Audits der Kursstätte

Im Kursfinder auf der Webseite des QSK (http://www.strahlenschutzkurse-qsk.de/) findet der an einem Fachkundekurs Interessierte den Weg zu dem für seine Fachkundegruppe passenden Kurs/Modul und über die damit vernetzten Kursstätten des QSK, die angebotenen Termine und einzelnen Modalitäten. Ein gemeinsamer Prüfungsfragenkatalog, eine einheitliche Prüfungsordnung der Kursstätten, ein Bewertungsbogen und ein kurzer Bericht zu jedem Kurs schafft Vergleichbarkeit, Kontinuität und Sicherheit für die Durchführung der Kurse und Module. Die ausgewerteten Bewertungsbögen und die Kursberichte bilden beim gemeinsamen Erfahrungsaustausch in den QSK-Sitzungen (2x jährlich: Januar und Juli/August) die Grundlage für Veränderungen und Verbesserungen und neue Entwicklungen in der Strahlenschutzausbildung.

Gegenseitige Audits mit Hilfe eines einheitlichen Frage- und Bewertungsbogen durch ein Mitglied des QSK im Abstand von zwei Jahren und die zusätzliche Anwesenheit bei einzelnen Kursteilen ergeben für die jeweilige Kurstätte einen guten aktuellen Status, der in den folgenden Sitzungen in Bezug auf Verbesserungen diskutiert wird. Dieses zunächst unangenehme Audit hat sich inzwischen zu einer wertvollen Bereicherung an Ideen und Verbesserungen für die Kursstätten und den Auditor entwickelt und spielt eine wichtige Rolle bei Qualitätsverbesserungen und einer Angleichung der Kursinhalte und Module, was in letzterem Fall sehr wichtig ist, wenn einzelne Module an unterschiedlichen Kursstätten absolviert werden sollen. Eine ins Auge gefasste Zertifizierung wird die Kursdurchführung vereinheitlichen und ihre Qualität verbessern.

2 Kursangebote

Es hat sich beim gemeinsamen Erfahrungsaustausch im QSK herausgestellt, dass die in den Richtlinien vorgegebenen Module und Kurse die einzelnen Fachkundegruppen nicht ausreichend berücksichtigen oder sie mit für ihre Fachkundegruppe unnötigen Inhalten belasten. Dann sinkt naturgemäß die Motivation bei den Kursteilnehmern, so dass die Kurse ausschließlich zum Erhalt des Zertifikates absolviert wurden. Durch die Entwicklung neuer angepasste Kurse soll dies verbessert werden.

2.1 Sonderkurse

Es ist deshalb sinnvoll, für bestimmte Anwendungsgebiete zusätzliche Kurse (Sonderkurse) zu entwickeln. Das gilt z.B. für einen Spezialkurs für Strahlenschutzbeauftragte an einem PET-Zentrum, deren Tätigkeitsbereiche nicht ausreichend berücksichtigt sind oder für Strahlenschutzbeauftragte zur geschäftsmäßigen Prüfung, Erprobung, Wartung und Instandhaltung, die mit unzutreffenden Inhalten unnötig belastet werden.

Es hat sich auch herausgestellt, dass einzelne der bei mehreren Kursstätten angebotenen Kurse für einzelne Fachkundegruppen aus Mangel an einer genügenden Anzahl von Kursteilnehmern nicht durchgeführt werden können. Durch Absprache innerhalb des QSK kann die Anzahl der angebotenen Kurse soweit verringert bzw. anders aufgeteilt werden, dass dann ausreichende Teilnehmerzahlen erreicht werden. Der Kursteilnehmer ist dann nicht gezwungen, für das benötigte Zertifikat alternativ höherwertige Module oder Kurse zu besuchen.

2.2 E-Learning Kurse

Außerdem werden zur Ergänzung der bisherigen Präsenzkurse in Zukunft „E-Learning“ Kurse vom QSK angeboten.

Diese Kurse werden als Alternative für Strahlenschutzbeauftragte entwickelt, die:

- den Kursfortgang auf ihre individuellen Vorkenntnisse und Fähigkeiten abstimmen wollen,
- in ihrem Betrieb oder familiär über mehrere Tage schwer abkömmlich sind,
- spezielle Anwendungsarten in ihrer Fachkundegruppe haben,
- besondere Verständnisprobleme haben,
- besser und lieber mit einem PC lernen.

Hauptanwendungsgebiete dieser Lerneinheiten sind:

- Fachkundeaktualisierungskurse,
- Vorkurse zu Fachkundekursen,
- Theoretische Teile von Fachkundekursen,
- „Praktische Erfahrungen“.

Dazu sind die entsprechenden gesetzlichen Vorgaben für Fachkundekurse zu erfüllen:

- Erfüllung der Ziele der Fachkunderichtlinie,
- Fachkundekursanerkennung durch die zuständige Stelle,
- Zulassung als Fernstudiengang (Fernkurse müssenden den gesetzlichen Bestimmungen des Gesetzes zum Schutz der Teilnehmer für Fernunterricht (FernUSG*) entsprechen).

Für die E-Learning-Kurse ist in der Regel ein dreiteiliger Ablauf vorgesehen:

- Teil 1, Vorbereitung zum Kurs bzw. den Unterrichtseinheiten:
  Der Kursteilnehmer meldet sich mit seinem Kursziel auf der betreffenden WEB-Seite an, z.B. Vorkurs, Erwerb/Aktualisierung Fachkundegruppe X, erhält dann einen persönlichen Fragebogen, unter anderem mit Fragen zu Vorkenntnissen, Tätigkeitsfeld, bestehender

Strahlenschutzstruktur am Arbeitsplatz und gewünschter Kurszeitdauer. Der Kurs wird dann entsprechend den Bedürfnissen des Teilnehmers zusammengestellt. Nach seinem Einverständnis zum Ablauf und den Bedingungen werden die entsprechenden Lerneinheiten freigegeben.

- Teil 2, Kursablauf:
  Der Kursteilnehmer arbeitet ein Thema (Kapitel) durch, beantwortet Testfragen dazu (bzw. füllt Tabellen aus). Sind die Fragen richtig beantwortet, wird der nächste Abschnitt freigegeben. Sind die Testfragen nicht richtig beantwortet, wählt er eine Hilfe und kann mit dieser die Antwort verändern. Zur weiteren Problemlösung wählt er sich im Chat ein oder mailt den Kursleiter an, der dann entscheidet, ob mit dem nächst Abschnitt begonnen werden kann.

  Nach Abschluss aller erforderlichen Kapitel werden die noch offenen Testfragen und zusätzliche Fragen und Probleme zu den Themen an den Kursleiter gesendet, im Chat diskutiert oder telefonisch geklärt. Der Kursleiter sendet dem Teilnehmer bei positivem Abschluss ein Zertifikat über die allgemeinen und besonderen Lerneinheiten und eröffnet ihm die Möglichkeit zur Erfolgskontrolle an einer anerkannten Kursstätte.

- Teil 3, Erfolgskontrolle:
  Der Kursteilnehmer wendet sich an eine von ihm gewünschte Kursstätte im QSK (sollte örtlich schnell und gut erreichbar sein) und vereinbart mit ihr einen Prüfungstermin, wenn alle notwendigen Unterrichtseinheiten zur Teilnahme an der beabsichtigten Erfolgskontrolle bezüglich Erwerb oder Aktualisierung absolviert sind. Die Kursstätte führt die Erfolgskontrolle durch und stellt die Bescheinigung aus.

Im QSK wird zurzeit schon ein E-Learning Kurs angeboten. Im neuen Jahr wird zusätzlich ein Aktualisierungskurs für die Fachkundegruppen S 1, S 2, S 4.1, S 4.2 und ein Vorkurs für Kurse zum Erwerb der Fachkunde vom QSK ins Netz gestellt. Beim Aktualisierungskurs und beim Vorkurs melden sich die Interessenten bei der Kurstätte des QSK in ihrer Nähe an, bei der sie die Erfolgskontrolle für ihre Kursfachkundegruppe absolvieren wollen.

Der Vorkurs hilft den Kursteilnehmern mit geringeren Vorkenntnissen, sich Grundlagen des Strahlenschutzes bezüglich Physik, Chemie, Biologie und den Umgang mit Vorschriften anzueignen bzw. sie aufzufrischen. Das hilft diesen Kursteilnehmern, vom Kurs mehr zu profitieren und ebenfalls den Kursstätten, ihre Kurse auf einem vereinheitlichten Kenntnisstand durchzuführen. Dieser Kurs wird in unterschiedlicher Konfiguration bisher schon von einigen Kursstätten des QSK als Präsenzkurs unmittelbar vor dem eigentlichen Kurs mit gutem Erfolg durchgeführt.

2.3 Kurs für Ausbilder

Der QSK hat eine Initiative zur Ausbildung der Ausbilder gestartet. So gab es in diesem Jahr erstmals wieder einen Kurs für Ausbilder im Sinne der Qualitätsverbesserung, um den häufig in Strahlenschutzfragen fundierten Ausbildern Möglichkeiten zu zeigen, wie sie in Zukunft ihr Fachwissen den Kursteilnehmern effektiver und besser vermitteln können, und um sie in

moderner Moderationstechnik zu schulen. Diese Kurse sollen in den nächsten Jahren ausgeweitet werden, da hier noch ungenutzte Potentiale vorhanden sind.

3 Zusammenwirken mit Behörden

Ein großes Betätigungsfeld sieht der QSK in dem Zusammenwirken mit den Behörden, um eine vergleichbare Strahlenschutzfachkunde für die verschiedenen Anwendungsgebiete zu erreichen und die verschiedenen Fachkunderichtlinien zu harmonisieren. Sie sind unabhängig von ihrer formalen Darstellung unübersichtlich und reform- und verbesserungsbedürftig.

3.1 Reform Fachkunderichtlinien

Als wünschenswerte Reform ist es zu verstehen, wenn in den zukünftigen Fachkunderichtlinien nur noch die Anforderungen an die Fachkunde behandelt werden, die dann als Adressaten den Anwender und die zuständige Aufsichtsbehörde haben. Darin wird behandelt:

- wer Fachkunde benötigt,
- Fachkundegruppen,
- Erwerb und Aktualisierung,
- Sonderfälle für Erwerb und Aktualisierung,
- Ausbildung, Kurse (inklusiv Kursdauer) und praktische Erfahrung,
- Musterbescheinigung für Kurse und praktische Erfahrung,
- Musterbescheinigung für Fachkundebescheinigung,
- Information über anerkannte Kurse (Liste BFS-Internet).

Die übrigen Punkte: die Durchführung der Kurse und die Vermittlung der praktischen Erfahrung/Sachkunde werden in einem „Leitfaden zur Durchführung und Anerkennung von Fachkundekursen“ geregelt. Die Adressaten des Leitfadens sind die Kursveranstalter und die für die Anerkennung zuständige Stelle.

Dieses Konzept bietet gegenüber den bisherigen Regelungen mehrere entscheidende Vorteile und ist in der Abwicklung mit Zeitersparnis und Kostenreduzierung verbunden.

Die eigentlichen Fachkunderichtlinien sind als „statischer“ Teil der Fachkunde für die Adressaten: „Anwender und Aufsichtsämter“ übersichtlich und verständlich. Die Durchführung und Anerkennung von Fachkundekursen und der praktischen Erfahrung/Sachkunde in Form eines Leitfadens ist prinzipiell ein „dynamischer“ Teil, der, wie es einer effektiven und aktuellen Ausbildung entspricht, leicht an die existierenden Verhältnisse angepasst werden kann, ohne die einzelnen Fachkundegruppen neu zu diskutieren. Dieser Leitfaden kann von den für die Anerkennung zuständigen Stellen und von Kursveranstaltern (auch in Form eines Qualitätsverbundes) entwickelt, überwacht und angepasst werden. Es würde so regelmäßig Sachverstand und praktische Erfahrung an der richtigen Stelle einfließen und eine stetige Verbesserung der Strahlenschutzausbildung gewährleistet.

Mit dieser Regelung können z.B. Kursbedingungen, wie z.B. maximale Teilnehmer- oder Stundenzahl pro Tag, für die verschiedenen Anwendungsgebiete vergleichbar geregelt und damit die Qualität der Wissensvermittlung verbessert werden.

Es wäre dann auch eine einheitliche Kursanerkennung für die einzelnen Länderbehörden der Bundesrepublik möglich. Denn es muss ein Weg gefunden werden, dass eine Kurs/Modulanerkennung in einem Bundesland für die gesamte Bundesrepublik gilt, wie es inzwischen bei der Anerkennung der Kursbescheinigungen erreicht wurde.

3.2 Verbesserung von Fachkunderichtlinien

Zur Verbesserung der Fachkunderichtlinien kann der QSK durch sein großes Kursangebot, die regelmäßigen parallelen Anwendungen aller Fachkunderichtlinien, der Kursbewertungen und der praktischen Erfahrungen der Kursteilnehmer ausgewogene Urteile und wertvolle Anregungen für die notwendigen Veränderungen von Fachkunderichtlinien anbieten. So haben der Arbeitskreis für Ausbildung des Fachverbandes, in dem auch die Mitglieder des QSK vertreten sind, einen Lernzielkatalog für die Fachkunderichtlinie Technik nach Strahlenschutzverordnung erstellt, der eine wesentlich bessere Hilfe zur Entwicklung von Kursplänen darstellt als die Lehrinhalte in dieser Richtlinie.

An dieser Richtlinie sind noch weitere wesentliche Änderungen notwendig, weil sie nicht ausgewogen ist. Der Kursteil ist mit Einzelheiten überfrachtet, die Module sind nicht praxisgerecht aufgeteilt und zum Teil handwerklich schlecht aufgestellt. Im Gegensatz dazu findet man bei den Anforderungen an die praktische Erfahrung nur eine Zeitdimension aber keine substantiellen Anforderungen für Tätigkeiten, sodass sie praktisch bedeutungslos ist. Formal werden durch die zum Teil sehr langen Mindestzeiten für die praktische Erfahrung völlig unnötige Probleme geschaffen. Vom QSK wird dazu eine Initiative zur Verbesserung gestartet. Es wird ein Konzept erarbeitet, wie die praktische Erfahrung von der Zeitschiene abzukoppeln ist und durch spezifische und substanzielle Anforderungen ersetzt wird, wie es zum Teil schon in der Medizin vorgenommen wird. Die zukünftige praktische Erfahrung kann dann zusätzlich sowohl an ausgewiesenen Einrichtungen oder an Kursstätten erworben werden

Der QSK hat auch Vorschläge zur Änderung der Fachkunderichtlinie Technik nach der Röntgenverordnung gemacht und in entsprechende Gremien eingebracht, weil in dieser Richtlinie klare Vorgeben fehlen.

4 Harmonisierung der Strahlenschutzausbildung in Europa

Der Wunsch nach einer Harmonisierung der Strahlenschutzausbildung im europäischen Rahmen wird immer stärker. Es besteht die Möglichkeit, dass es durch die Einführung von Radiation Protection Officers (RPO) und von Radiation Protection Experts (RPE) mittelfristig zu grundlegenden Änderungen in der Ausbildung kommen kann, die wahrscheinlich mit unserer bisherigen Strahlenschutzausbildung nur wenige Gemeinsamkeiten aufweist. Wir wollen uns deshalb schon jetzt mit in diese Diskussionen einbringen und die Zukunft mitbestimmen. Es ist deshalb schon in der Diskussion, ob die Einrichtung eines Weiterbildungs-Masterstudienganges unter dem Dach des QSK sinnvoll und möglich ist.

5 Schlussfolgerungen

Die Mitglieder des QSK sind hoch motiviert, eine qualitativ hochwertige Strahlenschutzausbildung zu bieten. Wir freuen uns, wenn sich uns weitere motivierte Strahlenfachkundekursstätten anschließen können und wollen. Die nötigen Aktivitäten zur Qualitätsverbesserung sollten auf weitere Schultern verteilt werden, um auch langfristig den gewünschten Erfolg zu haben.

Anhang 1: Mitglieder *„Qualitätsverbund Strahlenschutzkursstätten“ (QSK)*
http://www.strahlenschutzkurse-qsk.de/

1. “Berghof“ Haus für Arbeitssicherheit, Bad Münstereifel
2. Fachhochschule Lübeck, Fachbereich für Angewandte Naturwissenschaften Kernphysik / Strahlenschutz
3. Forschungszentrum Karlsruhe in der Helmholtz-Gemeinschaft, Fortbildungszentrum für Technik und Umwelt, Karlsruhe
4. Helmholtz Zentrum München, Deutsches Forschungszentrum für Gesundheit und Umwelt, Institut für Strahlenschutz, Arbeitsgruppe Fortbildung, Neuherberg
5. Haus der Technik e.V., Essen
6. Eberhard-Karls-Universität Tübingen, Isotopenlabor der Universität
7. Klinikum Nürnberg, Institut für Medizinische Physik
8. Kursstätte für Strahlenschutz an der Fachhochschule Aachen, Jülich
9. Norddeutsches Seminar für Strahlenschutz in der Christian-Albrechts-Universität zu Kiel
10. Ruhr-Universität Bochum, Dezernat 5 - Zentraler Strahlenschutz
11. TransMIT-Zentrum für angewandte radiologische Forschung (ZARF), Universitätsklinikum Gießen und Marburg, Standort Marburg, Klinik für Strahlendiagnostik,
12. Zentrum für Strahlenschutz und Radioökologie der Gottfried Wilhelm Leibniz Universität Hannover

Anhang 2: Tätigkeitsbereiche QSK am 09.01.2008

- Audits
- Beschaffungswesen Kursmaterial
- Dozentenausbildung
- E-learning
- Fachkunderichtlinien, Medizinerkurse, Kursanerkennungen, Behördenkontakte
  - Technik
  - Medizin
- Homepage
- PR
- Prüfungen
  - Hochschule
  - Standardkursstätten
  - E-Learning
- Strahlenschutzausbildung in Europa
- Zertifizierung /Akkreditierung

ANERKENNUNGSVERFAHREN VON STRAHLENSCHUTZ-LEHRGÄNGEN AUS DER SICHT EINER KURSSTÄTTE AM BEISPIEL DES LEHRGANGS „FACHKUNDE VON STRAHLENSCHUTZBEAUFTRAGTEN IN KERNKRAFTWERKEN“

THE VALIDATION PROCESS OF RADIATION PROTECTION COURSES

H. vom Endt[1], C. Terbeek[1]
1 KRAFTWERKSSCHULE E.V., Essen

Zusammenfassung

Seit einigen Jahren fordern Richtlinien des für den Strahlenschutz zuständigen Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit, Bonn (BMU) für den Erwerb der Fachkunde im Strahlenschutz die Teilnahme an anerkannten Kursstätten. Die KRAFTWERKSSCHULE E.V., Essen, führt seit den 1970er Jahren u. a. Strahlenschutzkurse, überwiegend für Mitarbeiter kerntechnischer Anlagen (Kernkraftwerke, Forschungsreaktoren) durch. Hinsichtlich der Durchführung anerkannter Kurse war sie zunächst anerkannte Kursstätte für die Vermittlung der kerntechnischen Grundlagenkenntnisse für verantwortliches Schichtpersonal in Kernkraftwerken; inzwischen liegen weitere Anerkennungen für diverse Strahlenschutzkurse vor.

Dieser Aufsatz geht auf das zuletzt durchgeführte Anerkennungsverfahren für den Lehrgang „Fachkunde von Strahlenschutzbeauftragten in Kernkraftwerken und sonstigen Anlagen zur Spaltung von Kernbrennstoffen“ ein.

Guidelines of the German federal department for environment, conservation and reactor safety, responsible for the radiation protection, have demanded for the participation in recognized training centers for the acquisition of the subject news in the radiation protection for some years. The PowerTech Training Center in Essen (Germany) has run radiation protection courses for the 1970s years and others, predominant through for employees of nuclear plants (nuclear power stations, research reactors). With regard to the execution of officially recognized courses the PowerTech Training Center was at first recognized training centers for the arrangement of the nuclear basic knowledge for responsible layer staff in nuclear power stations. There are further recognitions for various radiation protection courses in the meantime. This essay goes into the validation process carried out last.

1 Strahlenschutzkurse und Richtlinien

§ 30 StrlSchV sieht im Zusammenhang mit bestimmten Tätigkeiten eine „erforderliche Fachkunde im Strahlenschutz“ vor. Tabelle 1 enthält eine Zusammenstellung dieser Vorschriften. Wie die Fachkunde im Einzelnen definiert ist und zu erwerben (und zu erhalten) ist, regeln Richtlinien des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (BMU) (Tabelle 2).

Tabelle 1: Vorschriften der Strahlenschutzverordnung, in denen eine Fachkunde im Strahlenschutz gefordert wird.

Paragraph der StrlSchV	Bezeichnung / Inhalt	Personengruppe, die die erforderliche Fachkunde im Strahlenschutz besitzen muss
§ 9	Umgang mit radioaktiven Stoffen (in Verbindung mit § 7 StrlSchV)	Strahlenschutzverantwortlicher bzw. -beauftragter
§ 12	Genehmigungsfreier Betrieb von Anlagen zur Erzeugung ionisierender Strahlen	Zur Anzeige Verpflichteter bzw. Strahlenschutzbeauftragter
§ 13 bzw. § 14	Errichtung bzw. Betrieb von genehmigungspflichtigen Anlagen zur Erzeugung ionisierender Strahlen	Antragsteller bzw. Strahlenschutzbeauftragter
§ 15	Genehmigungsbedürftige Beschäftigung in fremden Anlagen oder Einrichtungen	Strahlenschutzverantwortlicher bzw. -beauftragter
§ 24	Anwendung radioaktiver Stoffe oder ionisierender Strahlung am Menschen in der medizinischen Forschung	Arzt, der die Anwendung leitet
§ 31	Strahlenschutzverantwortliche und -beauftragte	Personen, die zu Strahlenschutzbeauftragten bestellt werden sollen
§ 64	Ermächtigte Ärzte	Ärzte für die arbeitsmedizinische Vorsorge beruflich strahlenexponierter Personen
§ 82	Anwendung radioaktiver Stoffe oder ionisierender Strahlung am Menschen	Approbierte Ärzte oder Zahnärzte und Personen, denen die Ausübung des ärztlichen Berufs erlaubt ist

2 Die KRAFTWERKSSCHULE E.V. und ihre Strahlenschutzkurse

2.1 Die KRAFTWERKSSCHULE E.V. (KWS)

Die KWS ist eine Aus- und Weiterbildungsstätte der Energiewirtschaft und wurde bereits 1957 durch die Kraftwerksbetreiber gegründet. Die heute über 200 Mitglieder des eingetragenen, gemeinnützigen Vereins nutzen die KWS zur Aus- und Weiterbildung ihres Betriebspersonal. Am Hauptstandort in Essen-Kupferdreh bezog sie 1996 einen modernen Neubau mit Klassen- und Seminarräumen für die fachtheoretische Ausbildung von Kraftwerksbetriebspersonal, mit Simulatorwarten für fossil befeuerte Kraftwerke und Laborräumen, u. a. einem Strahlenschutz-Übungslabor für die Mitarbeiter aus kerntechnischen Anlagen (Abb. 1). Im Jahre 2006 erfolgte eine Zertifizierung gemäß DIN EN ISO 9001.

Tabelle 2: Für die Fachkunde im Strahlenschutz relevante Richtlinien des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (BMU).

Richtlinien gemäß Röntgenverordnung	„Richtlinie über die im Strahlenschutz erforderliche Fachkunde und Kenntnisse beim Betrieb von Röntgeneinrichtungen zur technischen Anwendung und von genehmigungsbedürftigen Störstrahlern" (Fachkunde-Richtlinie Technik nach der Röntgenverordnung) vom 27.05.2003
	Richtlinie „Fachkunde und Kenntnisse im Strahlenschutz bei dem Betrieb von Röntgeneinrichtungen in der Medizin oder Zahnmedizin“ vom 22.12.2005
Richtlinien gemäß Strahlenschutzverordnung	Richtlinie „Strahlenschutz in der Medizin“ vom 24.06.2002
	„Richtlinie über die im Strahlenschutz erforderliche Fachkunde" (Fachkunde-Richtlinie Technik nach Strahlenschutzverordnung) vom 21.06.2004
Richtlinien für Kernkraftwerks- und Forschungsreaktorpersonal	„Richtlinie für den Fachkundenachweis von Kernkraftwerkspersonal“ vom 14.04.1993
	„Richtlinie für den Inhalt der Fachkundeprüfung des verantwortlichen Schichtpersonals in Kernkraftwerken“ vom 23.04.1996
	„Richtlinie für Programme zur Erhaltung der Fachkunde des verantwortlichen Schichtpersonals in Kernkraftwerken“ vom 01.09.1993
	„Richtlinie für den Fachkundenachweis von Forschungsreaktorpersonal“ vom 16.02.1994
	„Richtlinie für den Inhalt der Fachkundeprüfung des verantwortlichen Schichtpersonals in Forschungsreaktoren“ vom 14.11.1997
	„Richtlinie für die Fachkunde von verantwortlichen Personen in Anlagen zur Herstellung von Brennelementen für Kernkraftwerke“ vom 30. 11.1995
	Richtlinie für die "Fachkunde von Strahlenschutzbeauftragten in Kernkraftwerken und sonstigen Anlagen zur Spaltung von Kernbrennstoffen“ vom 10.12.1990

Abb. 1: Die KRAFTWERKSSCHULE E.V. in Essen-Kupferdreh.

Das Kursprogramm der KWS umfasst

- Kurzzeitlehrgänge und Seminare von mehrtägiger und mehrwöchiger Dauer

  bis hin zu

- fachtheoretischen Kraftwerker-Lehrgängen (Dauer: ca. 4 Monate) und Kernkraftwerksmeister-Lehrgängen (Dauer: ca. 15 Monate mit Abschluss vor der IHK zu Essen).

2.2 Die Strahlenschutzkurse der KWS

Bereits seit den 1970er Jahren führt die KWS am Standort wie auch vor Ort in den Kernkraftwerken Strahlenschutz- und Strahlenmesstechnikkurse durch, deren Inhalte sich zunächst allein an den Wünschen der Kernkraftwerksbetreiber orientierten und auch in der heutigen Zeit noch nachgefragt werden (Tab.3). Ab dem Jahre 2001 kamen dann nach und nach weitere Kurse und Inhalte hinzu, wie sie nun in den einschlägigen Richtlinien des BMU gefordert sind.

In den Strahlenschutzkursen wird der theoretische Unterricht im Schulungsraum durch praktische Vorführungen und Übungen im Strahlenschutz-Übungslabor ergänzt, um das Wesen der verschiedenen Strahlenarten und die unterschiedlichen Strahlungsmesstechniken erfolgreich und adressatenbezogen zu vermitteln (Abb. 2 und 3).

Abb. 2: Unterrichtsthema im Seminarraum: Mobile Kontaminationsmessgeräte.

Tabelle 3: Strahlenschutzkurse der KWS und ihre rechtliche Basis.

Strahlenschutzkurs	Rechtliche Basis	Kursdauer gem. Richtlinie
Fachkunde von Strahlenschutzbeauftragten in Kernkraftwerken (anerkannt)	BMU-Richtlinie für die "Fachkunde von Strahlenschutzbeauftragten in Kernkraftwerken und sonstigen Anlagen zur Spaltung von Kernbrennstoffen“ vom 10.12.1990	160 Stunden (23 Tage)
Strahlenschutzkurs nach Fachkundegruppe S4.1 und S4.2 (anerkannt)	BMU-„Richtlinie über die im Strahlenschutz erforderliche Fachkunde" (Fachkunde-Richtlinie Technik nach Strahlenschutzverordnung) vom 21.06.2004	7 Tage
Strahlenschutzkurs „Modul K“ (anerkannt)		1 Tag
Strahlenschutzkurs nach Fachkundegruppe S5 (anerkannt)		2 Tage
Aktualisierung der Fachkunde im Strahlenschutz nach Fachkundegruppe S4.1 und S4.2 (anerkannt)		1 Tag
Aktualisierung der Fachkunde im Strahlenschutz nach Fachkundegruppe S5 (anerkannt)		1 Tag
Aktualisierung der Fachkunde im Strahlenschutz gemäß § 30 StrlSchV Zielgruppe: „Verantwortliche Personen in Kernkraftwerken“ und „Strahlenschutzbeauftragte im Kernkraftwerk“	Von der zuständigen atomrechtlichen Aufsichtsbörde anerkannte Einzelmaßnahmen nach § 30 StrlSchV	1 – 2 Tage
Kenntnisvermittlung „Strahlenschutz“, Stufe 3 (S 3)	BMU-„Richtlinie über die notwendigen Kenntnisse der beim Betrieb von Kernkraftwerken sonst tätigen Personen“ vom	2 Wochen
Einführung in die Strahlenmesstechnik	Eigene Kursentwicklungen	(1 Woche)
Strahlenmesstechnik im Kernkraftwerk		(1 Woche)
Gammaspektroskopische Nuklid-Identifizierung		(1 Woche)
Strahlenschutz im Kernkraftwerk		(1 Woche)

Abb. 3: Unterrichtsthema im Strahlenschutzlabor: Gammaspektrometrie.

3 Der Lehrgang „Fachkunde von Strahlenschutzbeauftragten in Kernkraftwerken“ und sein Anerkennungsverfahren

3.1 Kursentwicklung

2004 begann die KWS das Anerkennungsverfahren für den Lehrgang „Fachkunde von Strahlenschutzbeauftragten in Kernkraftwerken und sonstigen Anlagen zur Spaltung von Kernbrennstoffen“. Die für die Anerkennung des Lehrgangs zuständige Behörde war seinerzeit das Ministerium für Verkehr, Energie und Landesplanung NRW (MVEL), Düsseldorf. Die Kursdauer sowie die Kursinhalte ergaben sich aus der betreffenden Richtlinie des BMU [1]. Bei einer hier geforderten Dauer von 160 Unterrichtsstunden ergab sich bei der für die KWS typischen täglichen Unterrichtsdauer von 8 (freitags 6) Unterrichtsstunden eine Kursdauer von 23 Tagen einschließlich der schriftlichen Prüfungen und der eintägigen Exkursion zu einem Kernkraftwerk. Beim Betreiber sollten die üblicherweise in Strahlenschutzlabors vorhandenen Einrichtungen zur Strahlenmesstechnik vorgeführt werden. Umfang und Tiefe der zu vermittelnden Themen mussten aus den in der Richtlinie genannten 18 Hauptthemen und untergeordneten „Lehrinhalten“ und ihnen zugeordneten Wichtungsfaktoren (1 bis 3) abgeleitet werden, wobei es hilfreich war, bereits langjährige Erfahrungen aus den kerntechnischen Grundlagenkursen zu haben, um einige der Lehrinhalte „mit Leben zu füllen“.

Tabelle 4 zeigt die 18 Hauptthemen mit den aus der Wichtung ermittelten Unterrichtsstundenzahlen, wobei sich in der letzten Kursdurchführung 2007 mit Übungsstunden und 3 schriftlichen Teilprüfungen ein 23-tägiger Kurs mit 173 Unterrichtsstunden ergab.

Tabelle 4: Liste der Hauptthemen aus der BMU-Richtlinie [1]

Liste der Hauptthemen mit abgeleiteten Unterrichtsstundenzahlen (..)			
1	Gesetzliche Grundlagen (8)	10	Reaktortechnik (14)
2	Empfehlungen und Richtlinien (10)	11	Reaktorsicherheit (4)
3	Aufgaben und Pflichten des SSB (14)	12	Strahlenexposition in der Umgebung (8)
4	Naturwissenschaftliche Grundlagen (12)	13	Brandschutz (2)
5	Strahlenschutz-Messtechnik (32)	14	Arbeitsschutz (2)
6	Strahlenschutz-Technik (20)	15	Allgemeines zum Aufbau eines KKW (2)
7	Strahlenschutz-Sicherheit (6)	16	Allgemeines zum Betriebs- und Störverhalten eines KKW (2)
8	Reaktorphysik (4)	17	Allgemeines zum Kerntechnischen Notfallschutz (6)
9	Reaktorchemie (10)	18	Allgemeines zu Vorschriften und administrativen Maßnahmen in KKW (2)

3.2 Anerkennungsverfahren

Als Grundlage für die Abwicklung des Anerkennungsverfahrens diente eine Liste des MVEL über bei ihm einzureichende Unterlagen (Tabelle 5). Mit der Überprüfung dieser Unterlagen, insbesondere der Skripte und des Stundenplanes, beauftragte das MVEL die Gesellschaft für Anlagen- und Reaktorsicherheit (GRS) mbH, Köln. Bewertet wurden die Beschreibung der Lehrinhalte, die Lehrgangsskripte, der zeitliche Umfang und Ablauf des Lehrgangs, die Qualifikation der Dozenten, die Ausbildungsstätte und die Prüfung der Teilnehmer. An einem Tag erfolgte durch die GRS eine besuchsweise Teilnahme am Unterricht. Das Überprüfungsergebnis teilte die GRS in einem Gutachten mit, das zu einigen der 18 Hauptthemen Anmerkungen zur Verbesserung des Lehrgangs enthielt.

Tabelle 5: Einzureichende Unterlagen für das Anerkennungsverfahren.

Zur Prüfung einzureichende Unterlagen	erledigt durch …
Lehrplan (Beschreibung der Lehrinhalte)	Liste „Lehrinhalte“ der BMU-Richtlinie [1]
Unterlagen (Skripte, CD, etc.)	4 Skript-Ordner
Ablaufplan / Stundentafel (zeitlicher Ablauf der Kurse)	KWS-Stundenplan
Qualifikation aller Dozenten (Zeugnisse, Fachkundenachweise, Referenzen)	Persönliche Nachweise der Dozenten
Ausbildungsort (Ausbildungsstätte, Teilnehmerzahl)	Beschreibung der KWS-Seminarräume und der Strahlenschutzlabors
Gerätetechnik	Nachweis der Geräteausstattung im Seminarraum und Strahlenschutzlabor
Prüfungsablauf (Prüfungsablauf, Prüfungsfragen)	Prüfungsordnung; Prüfungsfragen auf Basis der Fragenkataloge [2], [3] und [4]
Teilnahmebestätigung (Musterbescheinigung)	Entwurf der KWS-Teilnahmebestätigung

Für das Anerkennungsverfahren ergab sich folgender zeitlicher Ablauf:

- 08/2004: Antrag auf Anerkennung des Lehrgangs beim MVEL NRW; Einreichung der Unterlagen
- Herbst 2004: Durchführung eines ersten Lehrgangs
- 02/2005: Erstes positives Gutachten der GRS
- 03/2005: Anerkennungsbescheid des MVEL NRW; Auflagen
- Herbst 2005: Durchführung eines zweiten Lehrgangs; Besuchsweise Teilnahme eines GRS-Gutachters im Kurs
- 01/2006 Zweites Gutachten der GRS über punktuell verbesserte Skripte

4 Schlussfolgerungen

Der Zeitaufwand für die Bereitstellung von Unterrichtsskripten für einen über 5-wöchigen Kurs ist nicht zu unterschätzen. Dies trifft auch für die Suche nach fachkundigen und motivierten externen Dozenten (überwiegend aus den Mitgliedsunternehmen) zu, ohne die eine Kursstätte wie die KWS nicht verzichten kann und will. Ein erster Lehrgang mit nur 3 Teilnehmern, begleitet vom Anerkennungsverfahren, lieferte wichtige Hinweise für Verbesserungen, die oftmals zeitnah noch im lfd. Kurs eingebracht werden konnten.

5 Literatur

[1] Richtlinie für die Fachkunde von Strahlenschutzbeauftragten in Kernkraftwerken und sonstigen Anlagen zur Spaltung von Kernbrennstoffen, BMU (1990).

[2] Sammlung von aktuellen Übungsaufgaben zu den Lehr- und Fachheften der KWS

[3] Einheitlicher Fragenkatalog der GRS für Kerntechnische Grundlagenkurse, GRS (2005)

[4] Fachverband für Strahlenschutz e.V., Prüfungsaufgaben zur Fachkunde nach StrlSchV, Arbeitskreis Ausbildung (1998)

SYSTEM ZUR QUALITÄTSSICHERUNG DER STRAHLENSCHUTZAUSBILDUNG

B. Stolze
Landesanstalt für Personendosimetrie und Strahlenschutzausbildung (LPS) Berlin

Zusammenfassung

In der Landesanstalt für Personendosimetrie und Strahlenschutzausbildung wurde als Teil des Qualitätsmanagements zur Zertifizierung der Kursstätte nach ISO 9001 ein Datenverarbeitungsprojekt auf der Basis von MS Excel 2003 installiert. Es besteht aus 26 Ordnern mit über 300 Tabellen und hat die Aufgabe, die gesamte Ausbildungstätigkeit der LPS auf dem Rechnernetzwerk abzubilden.

Das Projekt AUSBILDUNG ist durch die regelmäßige Auswertung der Kursbewertungsdaten ein effektives Instrument zur Qualitätssicherung der Kursdurchführung, sowohl für die Leitung der Strahlenschutzausbildung, als auch für die Mitarbeiter zur persönlichen kritischen Beurteilung ihrer eigenen Arbeitsleistung.

1 Einführung

Die Landesanstalt für Personendosimetrie und Strahlenschutzausbildung (LPS) Berlin ist eine der wenigen nach ISO 9001 zertifizierten Kursstätten in Deutschland. Die LPS verfügt über sechs fest angestellte Kursleiter, die auf speziellen Fachgebieten langjährig tätig sind. Als Kursleiter sind sie für die fachlich und organisatorisch korrekte Umsetzung der Inhalte der Fachkunderichtlinien gemäß Kursanerkennung verantwortlich. Außerdem sind sie als Referenten in den Kursen zu speziellen Fachthemen tätig.

Im Jahr 2007 hat die LPS in über 230 Kursen mehr als 5.000 Kursteilnehmer zum Erwerb der Fachkunde bzw. von Kenntnissen im Strahlenschutz ausgebildet bzw. deren Fachkunde oder Kenntnisse aktualisiert. Dabei ist zu berücksichtigen, dass die 5-Jahresfrist zur regelmäßigen Aktualisierung der Kenntnisse bzw. der Fachkunde gemäß StrlSchV und RöV 2006/2007 erstmalig abgelaufen ist. So ist vorläufig wieder mit deutlich niedrigeren Kurs- und Teilnehmerzahlen zu rechnen. Im ersten Halbjahr 2008 wurden in 125 Kursen 1740 Teilnehmer aus- bzw. fortgebildet.

Angesichts des Ausbildungsumfanges und des Wunsches nach einem nachvollziehbaren Qualitätsnachweis der einzelnen Ausbildungsleistung sowie der ständigen Qualitätsüberprüfung der einzelnen Kurse schien es zwingend notwendig, ein bisher manuell durchgeführtes Kursbewertungssystem mit Hilfe der Datenverarbeitung auf eine höhere Stufe zu heben. Außerdem sollten weitere wichtige Informationen über die berufliche Tätigkeit der einzelnen Anwendergruppen mit dem Ziel gewonnen werden, inhaltliche und strategische Veränderungen der Strahlenschutzausbildung praxisnah zu ermöglichen.

Seit Jahren werden in der LPS die Kursteilnehmer nach jedem Kurs gebeten, ihre Kursbewertung in organisatorischer und fachlicher Hinsicht auf Bewertungsbögen festzuhalten. Die

Kursleiter nahmen die Bewertungen zur Kenntnis und berücksichtigten im Rahmen ihrer Kursverantwortung Anregungen, Wünsche und Kritiken der Kursteilnehmer. Eine statistische Auswertung und Datenerfassung erfolgte nicht. Mit dem Anliegen, die Zertifizierung der Kursstätte nach ISO 9001 zu erreichen, sollte ein Qualitätsmanagement geschaffen werden, das jederzeit mit dokumentierten Ergebnissen der Auswertungen der Kursbewertungsdaten einsehbar ist. Die klare Struktur- und Leistungsüberprüfbarkeit jeder einzelnen Ausbildungsleistung, rekapitulierbar dokumentiert, macht die Qualität der Wissensvermittlung transparent. Sich abzeichnende Trends in Zu- oder Abnahme der praktischen Bedeutung der Anwendungsgebiete ionisierender Strahlung sollen die Strahlenschutzausbildung in der LPS noch effizienter machen. Als Teil des QM-Systems sollte das Projekt AUSBILDUNG die genannten Anforderungen erfüllen.

Das vorliegende Projekt AUSBILDUNG befasst sich mit der rechentechnischen Abbildung der organisatorischen und inhaltlichen Aspekte der Ausbildungsarbeit der LPS Berlin. Es arbeitet auf der Basis von MS Excel 2003 und besteht aus 26 Ordnern mit 309 Tabellen.

2 Aufbau des Projektes AUSBILDUNG auf der Basis von MS Excel 2003

Ausgangspunkt des Projektes ist der Ordner *Kursverzeichnis.xls*, der sämtliche von der LPS angebotenen Kurstypen mit ihren Stammdaten enthält. Die Datei umfasst über 60 Kurstypen, die die Datenquelle für die Kopfdaten aller Kursprogramme bildet. Sie liegt in verschiedenen Sortierungen vor (z.B. nach RöV oder StrlSchV, Anwendungsgebiet, Kursleiter, Vertreter, Anerkennungsdatum mit Gültigkeitszeitraum). Aus diesem Ordner lassen sich u. a. folgende Aussagen entnehmen:

- Anzahl der Kurse nach Anwendungsgebiet
- Anzahl der Kurse je Kursleiter und Vertreter (z.B. wer leitet die meisten Kurse)
- Dauer der Kurse gemäß Fachkunderichtlinien (Vergleich mit der nach Anerkennung geforderten Kurszeit)
- Preis pro Kurs und Unterrichtseinheit (z. B. welcher Kurs ist am teuersten)
- Nummer der behördlichen Anerkennung
- Datum der erforderlichen Neubeantragung der behördlichen Anerkennung

Da dieser Ordner das gesamte Kursprogramm der LPS repräsentiert, kann er nur vom Leiter der Ausbildung geändert werden. Außerdem dient er als Grundlage für das Jahresprogramm aller Kurse der LPS.

Eine weitere wichtige Datenbasis ist der Ordner *Kursprogramme.xls*. Er enthält für jeden Kurs neben den schon erwähnten Kopfdaten aus dem Ordner *Kursverzeichnis.xls* alle Themen eines Kurses in der vorgesehenen Reihenfolge mit Dozent und Vertreter, Thema und Dauer.

Aus der Zusammenfassung der Einzelzeiten der Lehrveranstaltungen ergibt sich die Gesamtdauer des Kurses, die in der Kopfzeile des Kurses der nach Fachkunderichtlinie geforderten Zeit gegenübergestellt wird (Aussage über Einhaltung der Zeitvorgaben). Diese Datei bildet in ihrer Zusammenfassung aller Kursthemen aus allen Kursprogrammen die Datenquelle für die Datei *Kursthemen LPS.xls*. Sie ist die Widerspiegelung des gesamten fachlichen Spektrums der durch die LPS durchgeführten Kurse. Aus ihr können auch jederzeit Kurse mit spe-

ziellen, vom Teilnehmer gewünschten Themen zusammengestellt werden (z.B. Kurse für Feuerwehr, Polizei, Strahlenschutzverantwortliche).

In einem weiteren Ordner *Kurstermine.xls*, der für jeden Kurs ein Arbeitsblatt enthält, sind die Kurstermine eingetragen. Zu Beginn des Jahres werden die Plantermine je Kurs und während des laufenden Jahres die Zusatzkurstermine eingetragen. Aus der automatischen Zusammenfassung der Kurstermine aller Kurse ergibt sich der wichtige Ordner *Kursjahr.xls*. Dieser Ordner ist die Datenbasis für alle statistischen Auswertungen des Kursjahres. Aus diesem Ordner ergeben sich durch dateiinterne Berechnungen folgende Aussagen:

- Anzahl der eingetragenen Kurse (alle Plankurse und bis dahin eingetragene Zusatzkurse)
- Anzahl der Kurstage
- Anzahl der bisher realisierten, noch offenen und ausgefallenen Kurse
- Anzahl der Kursteilnehmer
- Kursgebühren

Auch dieser Ordner liegt in mehreren Sortierungen vor, die Aussagen erlauben zu:

- Anzahl der Kurse nach Kursleiter,
- Anwendungsbereichen
- Kurstypen
- geplante oder zusätzliche Kursen
- Teilnehmern.

Die Erarbeitung der bisher aufgezeigten Ordner ist eine notwendige Vorstufe für das Bewertungssystem der LPS.

3 Das Bewertungssystem

Grundlage des Bewertungssystems sind die von den Kursteilnehmern freiwillig ausgefüllten Bewertungsbögen, die sich in eine organisatorische und fachliche Bewertung unterteilen. Die Erläuterung der Bewertungsbögen erfolgt durch den Kursleiter in der Kurseinführung.

Im organisatorischen Bewertungsteil werden von den Kursteilnehmern Kursleitung, Kursassistenz, räumliche Bedingungen, gerätetechnische Ausstattung, Einhaltung des Zeitplans, Diskussionsmöglichkeit mit dem Referenten u. a. eingeschätzt. Außerdem werden die Art der Arbeitsstätte (z. B. Betrieb, Krankenhaus, Universität) und der Grund für die Auswahl der LPS als Kursveranstalter erfragt. Der fachliche Teil der Bewertungsbögen enthält wie im organisatorischen Bewertungsteil für jede theoretische und praktische Lehrveranstaltung des Kurses eine Bewertungsmöglichkeit, die die vier Stufen „sehr gut“, „gut“, „ausreichend“ und „schlecht“ vorsieht. Mit der Auswertung dieser Bewertungsbögen beginnt die elektronische Datenerfassung. Für jeden Kursleiter gibt es eine Tabelle zur Erfassung seiner organisatorischen und fachlichen Leistungen. Da die Bewertungsdaten über das gesamte Kursjahr akkumuliert werden, erhält der Kursleiter bei z. B. ca. 3000 Kursteilnehmern pro Jahr allmählich eine repräsentative Aussage über seine organisatorische und fachliche Kompetenz.

Die genannten Daten fließen automatisch in den Ordner *Bewertung LPS.xls* ein. Diese Datenzusammenfassung ist ein wichtiges Leitungsinstrument zur Beurteilung der Ausbildungstätigkeit der LPS insgesamt. Aus der Tabelle Kundenanalyse ergibt sich das Herkunftsprofil der Kursteilnehmer im Hinblick auf ihre Arbeitsstätte sowie eine Aussage über den Grund der Auswahl der LPS als Kursstätte. Die Anzahl der zurück gegebenen Bewertungsbögen dokumentiert die Aussagefähigkeit der erfassten Daten.

4 Organigramm des Projektes AUSBILDUNG

Im vorliegenden Organigramm ist die Struktur des Projektes AUSBILDUNG dargestellt. Über die Pfade Leitung, Kursdaten, Kursleiter und Organisation können die genannten Ordner geöffnet werden und von den Mitarbeitern die aktuellen Daten für das Kursjahr eingesehen werden.

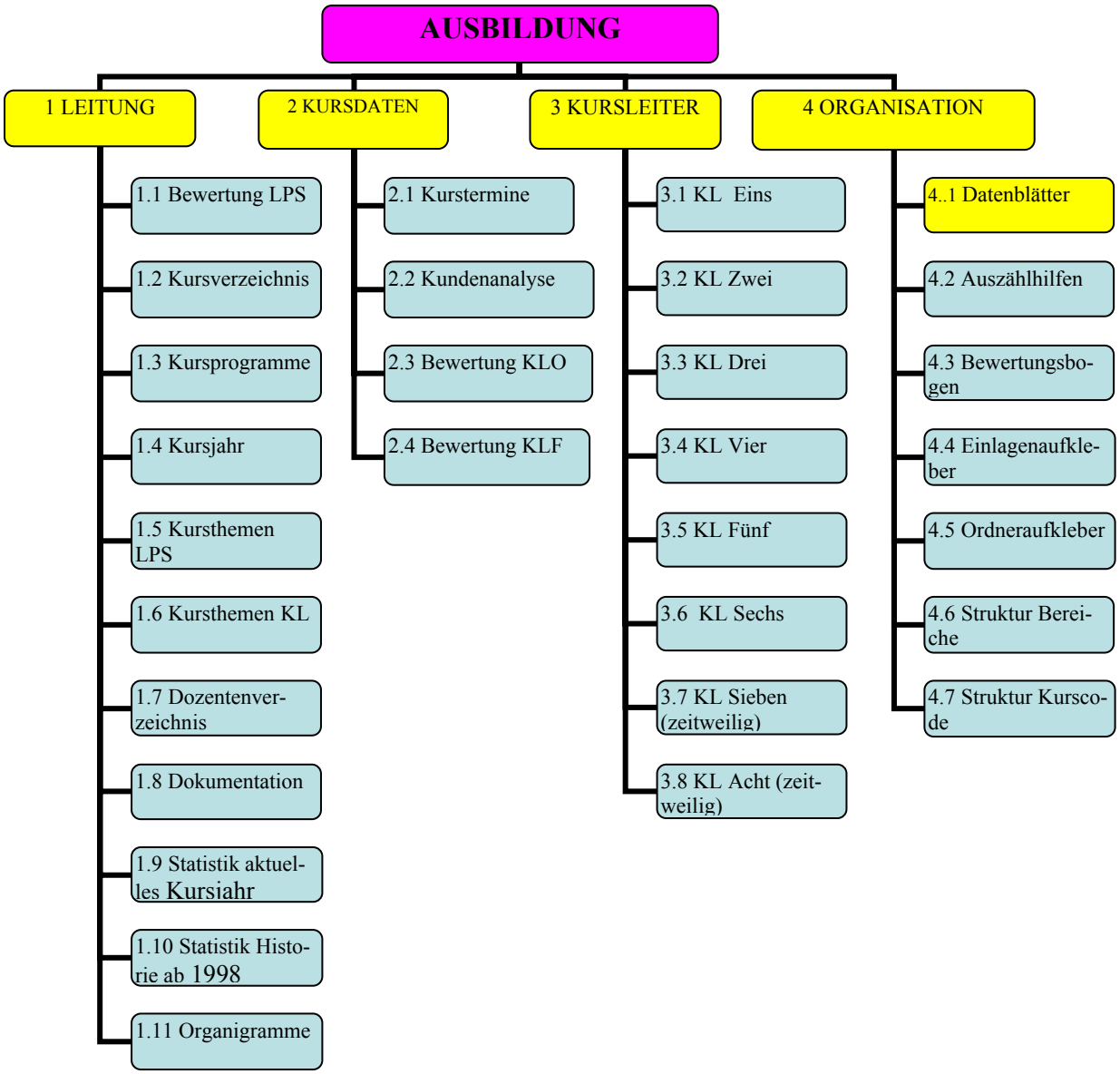


Abb. 1: Organigramm Projekt AUSBILDUNG

5. Erfahrungen mit dem Projekt zur Qualitätssicherung der Strahlenschutzausbildung in der LPS

Das Projekt AUSBILDUNG enthält inzwischen Daten aus den Bewertungsbögen der Kurse des 2. Halbjahres 2007 und 1. Halbjahres 2008. Etwa 80 % der Kursteilnehmer gaben die ausgefüllten Bewertungsbögen an die LPS zurück. Die Datensammlung stellt ein sinnvolles „Managementwerkzeug“ dar, das sowohl Überwachungsaufgaben erfüllt, als auch als Kennzahlenradar verwendet wird.

5.1 Das Projekt AUSBILDUNG als Leitungsinstrument

Der Ordner *Kursverzeichnis.xls* enthält alle behördlich anerkannten, von der LPS angebotenen Kurse mit Datum des Ablaufs der Gültigkeit der Anerkennung.

Die Verlängerung der Anerkennung oder Neubeantragung wird damit rechtzeitig veranlasst, die Kurse werden dementsprechend überarbeitet und die Unterlagen rechtzeitig neu zur Anerkennung bei der Behörde eingereicht. Innerhalb des Ordners *Kursjahr.xls* generiert sich der Kurscode, der ein wichtiges Ordnungskriterium darstellt, nach Eingabe des Datums automatisch gemäß Anwendungsgebiet, z.B. Fachkundegruppe, Kursnummer und Kursort (außer Haus oder in der LPS). Im Gegensatz zur früher praktizierten manuellen und damit fehleranfälligen Erzeugung des Kurscodes wurde hier eine zuverlässige Verfahrensweise erreicht. Alle Kursprogramme werden im Ordner *Kursprogramme.xls* einzeln erfasst und die resultierenden Unterrichtseinheiten des gesamten Kurses jeweils automatisch aufsummiert. Jeder Kursleiter verfügt über eine Kennfarbe, die die Zuordnung der Lehrleistung in der Auswertung übersichtlich gestaltet. Eine Tabelle *Dozentenverzeichnis.xls* ermöglicht bei Ausfall eines Dozenten schnellen Ersatz.

Die organisatorische und inhaltliche Einzelbewertung kann in den Bewertungsdateien von jedem Kursleiter und Referenten der LPS eingesehen werden. Es erfolgt die automatische Hochrechnung über alle Leistungen, die die Qualität der Strahlenschutzausbildung insgesamt wiedergibt. Über die Kundenanalyse kann durch die Leitung der Strahlenschutzausbildung gezielte Werbung bei speziellen Anwendergruppen erfolgen. Die Frage nach der Kursstättenwahl (Internet, Empfehlung, Behörde, Sonstige) gibt Auskunft über die Effizienz der Website der LPS und über den Ruf der LPS-Kurse. Der mündlichen Empfehlung wird in der Strahlenschutzausbildung der LPS besonders viel Bedeutung zuerkannt. Die Einzelbewertung der Mitarbeiter ist durch das Erfassungssystem grundsätzlich möglich, auch wenn es dadurch gelegentlich zu ungerechten Einzelbewertungen durch frustrierte Kursteilnehmer kommt, die sich dem Strahlenschutz gern verweigern würden (leider häufig aus dem Bereich Medizin). Die Auswertung der Bewertung der Mitarbeiter erfolgt durch die Leitung im Gespräch mit dem Betroffenen. Die Bewertung der Lehrräume und gerätetechnischen Ausstattung durch die Kursteilnehmer führt ggf. zu weiterer Verbesserung der Bedingungen bei der Kursdurchführung.

Während des gesamten Kursjahres erfolgt durch automatische Verknüpfung der tabellarischen Daten die Auswertung durch grafische Darstellung in Block- und Tortendiagrammen, wie im folgenden Diagramm z. B. veranschaulicht.

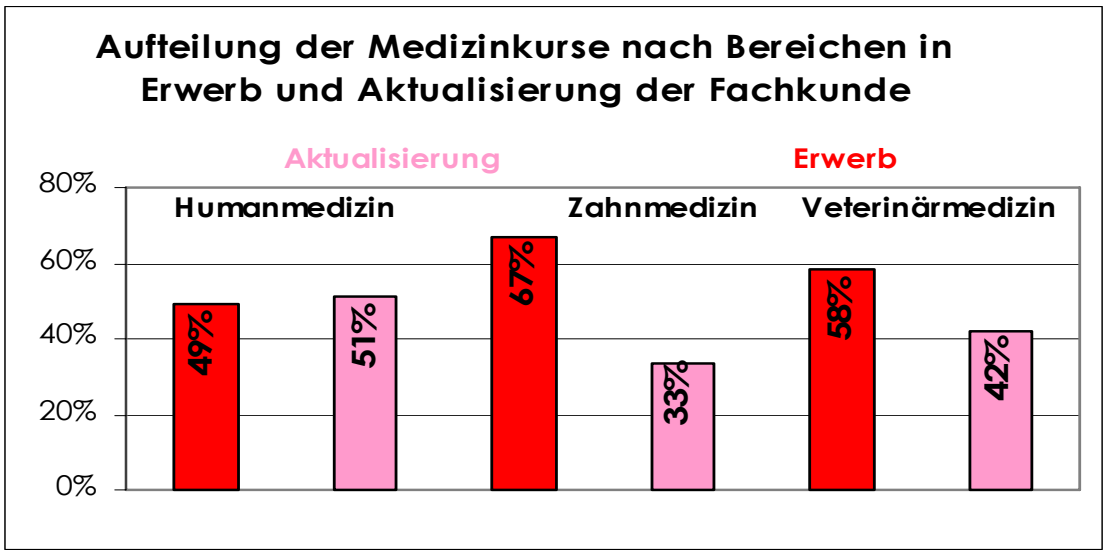


Abb. : Beispiel eines aus den Tabellendaten automatisch erstellten Blockdiagramms zu einer ausgewählten Fragestellung

5.2 Nutzen für den einzelnen Mitarbeiter der Strahlenschutzausbildung

Alle Ordner mit den gespeicherten und über Formeln verknüpften Daten gemäß Organigramm mit Unterdateien können von den Mitarbeitern der Strahlenschutzausbildung und von der Geschäftsleitung eingesehen werden. Änderungen können nur von den sich gegenseitig vertretenden Bearbeitern und der Leitung der Strahlenschutzausbildung vorgenommen werden. Zur Erfassung und Auswertung der Bewertungsbögen wurden vereinfachend Datenerfassungsblätter entworfen, die rechentechnisch erfasst werden. Die Bewertungen erfolgen in vier Bewertungsstufen von *sehr gut* bis *schlecht*. Neben der Bewertung der Information und Beratung bei Anmeldung zum Kurs, die durch die Mitarbeiter des Kursbüros erfolgt, wird die Qualität des in der LPS gedruckten Kursmaterials ermittelt. Erkenntnisgewinn und Möglichkeiten zum Erfahrungsaustausch werden ebenfalls erfragt. Die Qualität der Kursassistenz wird bewertet und es werden Änderungswünsche, wenn sinnvoll, berücksichtigt. Die fachliche und organisatorische Bewertung der Durchführung der Praktika hat Verbesserungen der Anschaulichkeit von Versuchsaufbauten und dem Verlauf der praktischen Durchführung durch die Kursteilnehmer ergeben.

Das Projekt AUSBILDUNG hat sich bereits jetzt als wichtiger Teil des Qualitätsmanagements im Rahmen der nach ISO 9001 zu führenden Qualitätsnachweise und -beeinflussung der Strahlenschutzkurse erwiesen.

„AUS FEHLERN LERNEN“
ASPEKTE UND BEISPIELE FÜR DIE STRAHLENSCHUTZAUSBILDUNG

LESSONS LEARNED FROM MISTAKES AND EVENTS
ASPECTS AND EXAMPLES FOR THE EDUCATION IN RADIOPROTECTION

S. G. Jahn
Hauptabteilung für die Sicherheit der Kernanlagen, CH-5232 Villigen / HSK, Schweiz

Zusammenfassung

„Aus Fehlern lernen“ - dieser Satz ist immer öfter zu hören, nicht nur in der Kerntechnik und im Flugverkehr sondern in allen Bereichen in denen es um die menschliche Gesundheit geht. In der Strahlenschutzausbildung bleibt die Erläuterung von Störfallen und ihre Folgen an tatsächlichen Beispielen für viele Kursteilnehmer besser im Gedächtnis haften, als generelle oder theoretische Lerninhalte zur Störfallvorsorge. In diesem Beitrag werden die wichtigsten Aspekte der Störfallanalyse, einige interessante Beispiele und die Resultate von systematischen Analysen dargelegt. Zudem werden einige Quellen für Informationen über radiologische Störfälle aufgelistet. Zum Schluss dieses Beitrags wird diskutiert, wie der Erfahrungsrückfluss aus Störfällen in die Strahlenschutzausbildung verbessert werden kann. Für einen reichhaltigen Erfahrungsrückfluss von Störfällen ist jedoch eine straffreie Meldung unabdingbar. Wie dies trotz juristischer Vorgaben und einer oftmals verdrehten Resonanz in den Medien ermöglicht werden kann, wird ebenfalls diskutiert.

"Lessons learned" – This sentence can be noticed in all fields regarding the health of human beings. In the education and training on radioprotection the discussion of incidents and accidents and their implications keeps in mind of the training participants better than the learning of general advices on events. In this paper the issues to be considered when analysing events as well as examples will be shown. To get the information on lessons learned needs an easy and blame free reporting. How this may be guaranteed will be discussed too.

1 Begriffsbestimmungen

Für die Strahlenschutzausbildung sind alle Störfälle interessant, die eine radiologische Auswirkung gehabt haben oder die dazu hätten führen können. Als radiologische Auswirkungen sind hierbei nicht nur ungeplante Strahlenexpositionen von Personen zu verstehen, sondern auch unvorhergesehene Freisetzungen von radioaktiven Stoffen, auch wenn niemand direkt diesen ausgesetzt war. Radiologische Störfälle sind Abweichungen vom normalen, vorgesehenen Betriebszustand bzw. Betriebsablauf im Umfeld von Quellen ionisierender Strahlung oder an Schutz- und Überwachungs-Massnahmen auf dem Expositionspfad.

Gemäss den Begriffsbestimmungen in der schweizerischen Strahlenschutzverordnung sind Störfälle Ereignisse, bei welchen eine Anlage vom Normalbetrieb abweicht und:

a. die Sicherheit einer Anlage oder eines Gegenstandes beeinträchtigt wird (technischer Störfall);
b. die zu einer Überschreitung eines Immissionsgrenzwerts oder des Dosisgrenzwerts für nichtberuflich strahlenexponierte Personen führen kann (radiologischer Störfall); oder
c. bei dem jemand einer Dosis von mehr als 50 mSv ausgesetzt wird (Strahlenunfall).

Der Begriff „Ereignis“ wird oft nur als ein spontaner, mehr oder weniger rascher Prozess, wie ein Blitzschlag oder eine Überflutung, verstanden. Die Richtlinie HSK-R-25 erläutert die Begriffsbestimmung der StSV, denn das Wort „Ereignis“ umfasst auch Befunde bzw. Feststellungen von schleichenden, teilweise Jahrzehnte andauernden Prozessen, die die Sicherheit gefährden, wie z.B. der Befund einer starken Korrosion eines Fasses mit radioaktiven Abfällen.

Da neben den oben beschriebenen Störfällen (inkl. Befunden) auch aus Beinahe- oder Bagatellunfällen wichtige Lehren gezogen werden können, wurde im weiteren Verlauf dieses Berichts die Verwendung des summarischen Begriffs „Vorkommnis“ bewusst gewählt. Mit diesem Begriff soll die Spannweite zwischen Beinahe-Unfällen und INES-Kategorie-7-Störfällen (im medialen Sprachgebrauch: Katastrophe, Desaster oder Super-GAU) einbezogen werden.

Bei der Ausbildung interessieren die Lehren aus Vorkommnissen, weshalb hier nicht die jeweiligen sehr präzisen Definitionen als Abgrenzungen zwischen den Vorkommniskategorien und Begriffen weiter aufgelistet werden, sondern die Aspekte von Vorkommnissen aus denen Erfahrung und Folgemassnahmen zur Verhinderung von Wiederholungen gezogen werden können.

2 Aspekte der Vorkommnisbearbeitung

Um aus Vorkommnissen möglichst viele Lehren zu ziehen ist eine systematische Vorkommnisbearbeitung sinnvoll. Diese Vorkommnisbearbeitung sollte all die folgenden Einzelaspekte berücksichtigen.

1. Feststellung:

Nicht jedes Vorkommnis wird sofort als solches erkannt. Bei einer Explosion in einem Labor mit der Zerstörung von Anlagenteilen und dem Ansprechen der Brandmeldeanlage ist die Entdeckung trivial. Schwieriger ist dies bei schleichenden Prozessen. Hierfür braucht es ein waches Auge und ein hohes Sicherheitsbewusstsein. Z.B. wird ein erfahrener Strahlenschützer schon stutzig und ergreift erste Massnahmen, wenn in einer kontrollierten Zone eine Wasserlache zu sehen ist oder wenn bei einer Verpackung Andeutungen von Rissen zu sehen sind. Die Entdeckung von Vorkommnissen beruht daher einerseits auf der Kenntnis, was ist eigentlich eine Abweichung vom Normalbetrieb, und andererseits auf die Sensibilität diese zu erkennen, beispielsweise im richtigen Zeitpunkt Kontrollmessungen durchzuführen. Um Abweichungen einfach feststellen und schlimmeres verhindern zu können, braucht es Warn- oder Interventionsschwellen. Nach jedem Vorkommnis ist zu hinterfragen, ob die Feststellung zeitlich richtig war oder ob es früher hätte geschehen müssen.

2. Alarmierung:

Wurde ein Vorkommnis festgestellt, sind je nach Schwere des Schadens zunächst Rettungskräfte bzw. die Notfallorganisation (Feuerwehr, Sanität, Strahlenschutz, …) zu alarmieren. In jedem grösseren Betrieb sind die internen Meldewege im Notfall an Warntafeln oder Notfallvorschriften festgelegt. Zudem sind immer die Vorgesetzten und die für den sicheren Betrieb des Anlagenteils verantwortlichen Fachleute zu benachrichtigen. Nach jedem Vorkommnis ist zu hinterfragen, ob die Alarmierung geklappt hat oder ob es etwas zu verbessern gibt.

3. Sofortmassnahmen:

Neben der Rettung von Menschenleben, Erste-Hilfe-Behandlung von Verletzten, Bekämpfung von Feuer und ähnliche aus dem Ruder laufenden Zuständen, z.B. der Eindämmung von Radioaktivitäts-Freisetzungen, sind die Erfassung des radiologischen Zustands von Personen und der Anlage die wichtigsten Sofortmassnahmen (Art 97 StSV).

4. Bestimmung der radiologischen Bedeutung:

Aufgrund des radiologischen Zustands und der Informationen über den Ablauf des Vorkommnisses sind insbesondere die tatsächliche oder mögliche effektive Dosis (inkl. Folgedosis) der Personen rasch zu bestimmen. Ebenso sind Abschätzungen der Aktivitätsabgaben an die Umwelt durchzuführen. Die Bestimmung der Bedeutung ist für die weitere Bearbeitung des Vorkommnisses wichtig.

5. Meldung:

Die Meldewege sind meist in betriebsinternen Weisungen und Richtlinien festgelegt. Die Vorgesetzten oder die für die Sicherheit verantwortlichen Personen entscheiden je nach Vorgaben, ob weitere Stellen im Betrieb (z.B. Sicherheitskomitee, Betriebsleitung) und ausserhalb des Betriebs (z.B. Aufsichtsbehörden, Versicherungen, Fachorganisationen) eine Meldung kurzfristig erhalten müssen. Art. 98 der schweizerischen Strahlenschutzverordnung behandelt die Meldepflicht von Störfällen. Demnach muss der Bewilligungsinhaber jeden Störfall der Aufsichtsbehörde melden, bei Strahlenunfällen unverzüglich. Er muss radiologische Störfälle unverzüglich auch der Nationalen Alarmzentrale (NAZ) melden. Er muss den Strahlenunfall zusätzlich unverzüglich der Schweizerischen Unfallversicherungsanstalt (Suva) melden, wenn es sich beim Verunfallten um einen Arbeitnehmer handelt.

6. Ursachenanalyse und Schwachstellensuche:

Weniger zeitkritisch als die vorhergehenden Elemente ist die Aufarbeitung der direkten Ursachen des Vorkommnisses. Meist können diese Ursachen auf weitere ursprüngliche Ursachen zurückgeführt werden. Zudem gibt es Faktoren die einen positiven oder negativen Einfluss auf den Ablauf und die Auswirkung gehabt haben. Aus der Analyse der direkten und ursprünglichen Ursachen sowie den beeinflussenden Faktoren sind die Schwachstellen - ohne Schuldzuweisungen – festzustellen. Aufgrund der gefundenen Schwachstellen lassen sich Verbesserungen und Lerneffekte ableiten. (Art. 99 StSV)

7. Folgemassnahmen:

Neben den Massnahmen zur Verbesserung der Anlage, der Abläufe, der Organisation, der Vorschriften etc. können zu den Folgemassnahmen auch detaillierte Analysen der Ursachen z.B. durch externe Fachexperten gehören. Die Folgemassnahmen werden vom Betreiber festgelegt und durchgeführt. Die Aufsichtsbehörde kann ebenfalls Folgemassnahmen fordern.

8. Erfahrungsrückfluss:
Für die Einbindung der Lerneffekte aus dem Vorkommnis in die Strahlenschutzausbildung ist eine nachvollziehbare Dokumentation, Archivierung sowie die Verbreitung anonymisierter Informationen wichtig. Die Ausbildungsverantwortlichen müssen Zugang zu diesen Informationen erhalten, um die Erfahrung in den jährlichen Strahlenschutzunterweisungen oder in Ausbildungskursen für Strahlenschutzpersonal weiterzugeben. (Art. 100 StSV)

3 Meldeschwellen, Meldewege, Beurteilungsprozess und Archivierung von Vorkommnissen in der Schweiz

Die Meldung an die Aufsichtsbehörden ist aus drei Gründen wichtig: 1. Die Aufsichtsbehörde muss stets über den Zustand der Anlagen unterrichtet sein. 2. Die Öffentlichkeit muss unterrichtet werden, sobald die Umwelt oder die Bevölkerung von einem Störfall betroffen sein kann oder jemand ausserhalb der Anlage ein mögliches Vorkommnis erkennt (z.B. Rauchwolke), und 3. der Lerneffekt aus Vorkommnissen sollte ausser den direkt Betroffenen allen Strahlenschutz-Verantwortlichen zur Verfügung gestellt werden.

In der Schweiz werden Störfälle gemäss der Strahlenschutzverordnung an die jeweilige Aufsichtsbehörde gemeldet. Dabei hat sich die Praxis eingespielt, dass nur die Störfälle gemeldet werden, die tatsächlich zu unzulässigen Personenexpositionen oder Aktivitätsfreisetzung in die Umwelt geführt haben. Beinahe- bzw. Bagatell-Vorkommnisse werden ausser bei Kernanlagen in der Regel nicht gemeldet.

Bei Vorkommnissen in den Kernanlagen der Schweiz gilt zusätzlich die Kernenergieverordnung, welche deutlich niedrigere Meldeschwellen ansetzt, um der Aufsichtbehörde einen besseren Überblick über den sicherheitstechnischen Zustand der Anlage zu gewähren. Meldepflichtige Vorkommnisse werden je nach möglicher radiologischer Auswirkung unverzüglich oder maximal 24 h nach der Entdeckung über den Pikettingenieur der HSK telefonisch mitgeteilt und innerhalb weniger Stunden schriftlich bestätigt. Zusätzlich sind ein Ereignisbericht und ein Folgemassnahmenbericht einzureichen, wobei die Fristen ebenfalls sich nach der Bedeutung der Auswirkungen richtet. Innerhalb der HSK wird jedes meldepflichtige Vorkommnis gemäss einem Prozess im Managementhandbuch bearbeitet, wobei am Ende eine Beurteilung seitens der HSK zusammengefasst wird und gegebenenfalls mit einer Forderung nach Verbesserungsmassnahmen dem Betreiber mitgeteilt wird. Zusätzlich haben die Kernanlagen Betriebsstörungen (d.h. Störungen die unterhalb von Meldeschwellen liegen) in ihrer periodischen Berichterstattung mitzuteilen. Dabei muss der Betreiber die jeweiligen Aspekte der Vorkommnisbearbeitung nennen. Dadurch erhält die HSK Einblick in den Vorkommnisbearbeitungsprozess der Kernanlagen.

Seit dem Bestehen der HSK (1982) werden alle Unterlagen über meldepflichtige Vorkommnisse archiviert. Seit zwei Jahren werden die sicherheitstechnisch relevanten (klassierten) Vorkommnisse im Internet veröffentlicht (www.hsk.ch). Ebenso wird über klassierte Vorkommnisse im Jahresbericht der HSK ausführlich berichtet. Die Beurteilung der Vorkommnisse fliesst in die integrierte Sicherheitsbewertung der Kernanlagen ein.

Aus diesen Informationen werden einzelne anonymisierte Beispiele aber auch systematische Schwachstellen von HSK-Mitarbeitern in den Strahlenschutzkursen kommuniziert.

4 Beispiele von Vorkommnissen in radiochemischen Laboratorien

Als Beispiele für Vorkommnisse mit oder im Umfeld von radioaktiven Quellen wurden im Folgenden alle gemeldeten Vorkommnisse in radiochemischen Laboratorien über einen bestimmten Zeitbereich unsortiert und ohne Rücksicht auf die radiologische Bedeutung der tatsächlichen Auswirkung aufgelistet. Durch die Nennung aller gemeldeten Vorkommnisse und nicht nur der Fokussierung auf die wenigen spektakulären wird ersichtlich, dass die meisten Vorkommnisse keine radiologischen Auswirkungen hatten und dennoch für den Erfahrungsrückfluss und Verbesserungsprozess genutzt wurden. Nicht aufgelistet sind Vorkommnisse beim Transport sowie Schwächungen der Kritikalitätssicherheit.

Tabelle 1: Kurzbeschreibung der Ursachen und Auswirkungen von Vorkommnis-Beispielen in radiochemischen Laboratorien

Nr.	Ereignis (Direkte Ursache)	Ursprüngliche Ursache und Faktoren die für die Auswirkung massgeblich sind	Auswirkung bzw. sicherheitstechnische Bedeutung
1	Brand eines Fotoentwicklungsgeräts in der Dunkelkammer	Überhitzung einer Elektronik, Eindämmung durch Brandschutzanlage	Sachschäden, keine radiologischen Auswirkungen
2	Ungeplante Umschaltung der Lüftungsanlage	Blitzschlag, durch Redundanz der Anlage blieb Unterdruck beibehalten	Keine Auswirkungen
3	Kühlwassereinbruch in Hochtemperatursinterofen mit radioaktivem Inhalt innerhalb einer Unterdruckzelle	Auslegungsfehler, Alterungseffekt	Kontamination und Schaden an der Anlage. Keine Personengefährdung.
4	Verwechslung einer Probe und dadurch Freisetzung offener Radioaktivität	ungenügende Kontrollmessung Fehlhandlung, Missachtung von Vorschriften	Inkorporation (1,6 mSv) und Personenkontamination (1 CS*)
5	Verpuffung einer eingedampften Lösung mit Eröffnung einer Handschuhbox und Freisetzung von Aktiniden	Mängel bei der Auslegung der Anlage sowie bei der Erstellung von Betriebsvorschriften, fehlende Instruktion der Mitarbeiter	Inkorporation bei drei Personen (einmal ca. 1 Sv, zweimal ca. 100 mSv), Kontamination mehrerer Labors, Sachschaden
6	Leckage beim hantieren einer versprödeten Plastikflasche	Alterungseffekt, fehlende Kontrolle	Personenkontamination (> 1000 CS*, 13 mSv Folgedosis)
7	Ausfall der Lüftung, Hilfsabluft war in Betrieb	Alterungseffekt an Wasserleitung führt zu Leckage, dies zu Kurzschluss an Kompressoren und letztendlich zum Ausfall der Steuerdruckluft	keine Freisetzung, keine unzulässige Abgabe radioaktiver Substanzen, geringer Sachschaden

Nr.	Ereignis (Direkte Ursache)	Ursprüngliche Ursache und Faktoren die für die Auswirkung massgeblich sind	Auswirkung bzw. sicherheitstechnische Bedeutung
8	Kontamination einer Pers. mit Verletzung durch Schnitt mit Glasscherbe durch Schutzkleidung	Fehlhandlung bei Reinigungsarbeiten,	Kontamination einer Person mit Wunde (2 CS* Pu oder Am)
9	Kontaminationsverschleppung beim Auspacken von Komponenten	Fehlende Kontrollmessungen, unvollständige Schutzkleidung, Missachtung von Betriebsvorschriften, lückenhafte Betriebsvorschriften	Kontamination zweier Personen (ca. 10 CS* Co-60, Zr-95 ,Mn-54), Inkorporation (Folgedosis 0,05 mSv), 0,015 mSv/h an Overalls, 3-4 CS an Privatkleid., Raumkontamination s
10	Ausfall Fortluftüberwachung	Technischer Defekt einer Pumpe	Keine unzulässige oder unkontrollierte Abgabe radioaktiver Stoffe
11	Kompletter Ausfall der Lüftung und damit der gestaffelten Unterdruckhaltung	Totaler Netzausfall durch Unterbrechung des Notdiesel, Auslegungsfehler	Sachschaden durch Ausfall der Vakuumpumpen, keine radiologischen Auswirkungen
12	Überdruck in Unterdruckzellen mit Freisetzung von radioaktiven Stoffen in das Labor	Betriebsstörung der Gasreinigungsanlage, Auslegungsfehler und Fehlmanipulation	Kontamination des Labors (4 CS* Alpha), keine Inkorporation
13	Unkontrollierte Abgabe von Radioaktivität an die Umwelt bei Bauarbeiten	Überflutung durch Niederschlag, ungenügende Abdichtung der Zonengrenze, Lücke in Strahlenschutzplanung bzw. Vorbereitung	Kontamination ausserhalb vom Gebäude innerhalb des überwachten Bereichs des Betriebs, keine Personen expon.
14	Kontaminationszwischenfall beim Öffnen einer Büchse bei Aufräumarbeiten	Ungenügend bezeichneten Büchse, Missachtung von Betriebsvorschriften, fehlende Kontrollmessungen, Alterungseffekte	Kontamination von 4 Personen, Inkorporation einer Person (Folgedosis 2,8 mSv), grossfl. Kontamination in der Anlage
15	Brandalarm wegen Lagerschaden an Abluftventilator	Technischer Defekt,	Keine radiologische Auswirkungen
16	Alkoholbrand in einer Unterdruckzelle	Kombination von Lösungsmittel mit Heizgeräten, Alterungseffekte an Kabelisolation	Sachschaden in der Zelle, keine Freisetzung von Radioaktivität, keine Personenexposition
17	Kontaminationsverschleppung beim Entfernen einer Transportflasche von einer Unterdruckzelle	Auslegungsfehler bei Doppeldeckelschleusen, unterlassene Kontrollmessungen	Inkorporation bei vier Personen (max. 1,4 mSv), Kontamination des Labors

Nr.	Ereignis (Direkte Ursache)	Ursprüngliche Ursache und Faktoren die für die Auswirkung massgeblich sind	Auswirkung bzw. sicherheitstechnische Bedeutung
18	Befund einer unzulässigen Dosis auf einem persönlichen Dosimeter	Aufbewahrung des Dosimeters in einer U-Keramikschale, Missachtung Betriebsvorschriften	Die tatsächliche Personendosis kann nicht grösser 1 mSv betragen haben.
19	Eingeschränkte Verfügbarkeit des Notstromdiesels	Überflutung durch Flusshochwasser, Verstopfung der Kühlung	Keine Auswirkungen
20	Kontaminationszwischenfall bei Umbauarbeiten	Unpassender Inkorporationsschutz, ungenügende Strahlenschutzplanung	Inkorporation bei 3 Personen (max. Folgedosis 0,4 mSv)
21	Bruch des Flügelrades eines Abluftventilators mit Schadensauswirkung auf andere Komponenten	Alterungseffekte	Sachschaden, Kontamination eines Raums, keine Personenexposition, keine unzulässigen oder unkontrollierten Abgaben
22	Freisetzung von Alpha-Strahlern und Kontaminationsverschleppung durch schadhafte Boxenhandschuhe	Alterungseffekte, unterlassene Kontrollen	Geringe Inkorporationsdosen weit unterhalb der Dosisgrenzwerte
23	Überflutung innerhalb kontrollierter Zonen wegen undicht gewordenen Dichtungen aus Plastik	Alterungseffekte, fehlerhafte Montage	Geringer Sachschaden, keine Freisetzung bzw. Kontaminationsverschleppung, kein Personenscha.
24	Bersten einer Glasflasche mit einer Mischung aus organischen und halogenhaltigen Ätzlösung innerhalb eines Arbeitsbereichs Typ B (Umgang mit offner Radioaktivität bis zu 10000-fache der Bewilligungsgrenze zulässig)	Fehlende Sicherheitsbetrachtung bei der Herstellung und Lagerung der Chemikalien, mangelhafte Kennzeichnung	Sachschaden: Schranktüren demoliert, Ätzspuren), Keine Personenschäden, da Ereignis ausserhalb der Arbeitszeit erfolgte. keine Freisetzung radioaktiver Stoffe, da nur inaktive Stoffe gelagert wurden.

* Die Angabe einer Kontamination bezieht sich auf den nuklidspezifischen Richtwert (Einheit CS) gemittelt über 100 cm^2, welcher bei einer Bestrahlung der Haut in einem Jahr einer effektiven Dosis von 0,5 mSv entspricht. Z.B. für Co-60: 1 CS = 3 Bq /cm^2

Zusammenfassend gilt für diese Auflistung, dass die Ursachen sich meist auf Alterungseffekte, sowie Mängel bei der Auslegung, Planung, Vorbereitung (inkl. Verfassen von Vorschriften und Bedienungsanleitungen), Beachtung von Vorschriften, Kontrollmessungen und Kennzeichnung lagen. Weit weniger Ursachen waren im Bereich Instruktion und Ausbildung zu finden. Ebenso sind Fehlhandlungen, ungenügende Verantwortungsdelegation, Übersehen von Alarmen und technische Defekte weit weniger als Ursachen genannt. Dies ist jedoch nicht bei jedem Betrieb gleich.

Bei den Vorkommnissen, die den Einschluss radioaktiver Stoffe sowie die Begrenzung der Strahlenexposition betrafen, ist im betrachteten Zeitraum nur ein einziges Vorkommnis zu verzeichnen gewesen, welches eine direkte Gefährdung der Gesundheit von Personen durch Strahlenexposition bewirkte. Ein weiteres Vorkommnis führte zu einer unkontrollierten Abgabe radioaktiver Stoffe an die Umgebung, welches jedoch wegen der geringen Aktivität und lokalen Begrenzung auf dem Betriebsareal keine Gefährdung von Personen ergab. Alle weiteren Störungen und Störfälle, sind zwar wegen den lehrreichen Aspekten interessant für die Aufsicht, aber es wurde niemand einer unzulässigen Strahlenbelastung ausgesetzt. Es zeigt sich, dass die Anzahl an meldepflichtigen Vorkommnissen im Laufe der Zeit zwar nicht abgenommen hat, jedoch sind die radiologischen Auswirkungen tendenziell geringer geworden. Dies zeigt eine erhöhte Wachsamkeit des Personals bei radiologisch gefährlichen Situationen in den letzten Jahrzehnten, was sicherlich auch aufgrund verbesserter Aus- und Fortbildungen sich entwickelt hat.

5 Weitere Informationsquellen für Vorkommnisbeispiele

Aus der Sicht der Kursleiter in der Strahlenschutz-Ausbildung könnten die wichtigsten offiziellen Quellen die Jahresberichte und Archive der Betriebe (Genehmigungsinhaber) und der Aufsichtsbehörden darstellen. In die Daten der Betriebe haben jedoch betriebsfremde Dozenten in der Regel keine Einsicht, wodurch nur die offiziellen Publikationen von Aufsichtsbehörden als Quellen verbleiben.

Eine Recherche auf den Internetseiten der schweizerischen Behörden ergab jedoch ein ernüchterndes Bild. Im Jahresbericht des Bundesamtes für Gesundheit BAG [1] sind nur diejenigen Vorkommnisse im Bereich Strahlenschutz in den Jahresberichten beschrieben, deren Verursacher unbekannt sind und gemeldet wurden, weil niemand juristisch belangt werden kann, oder deren radiologische Auswirkungen so bedeutend waren, dass sie nicht über längere Zeit verborgen bleiben. Von letzteren gab es glücklicherweise in den letzten Jahren sehr wenige. Beinahe- oder Bagatellunfälle im Strahlenschutz sind im medizinischen, im industriellen und im forschungsbezogenen Bereich nicht meldepflichtig und fehlen deshalb in den BAG-Jahresberichten komplett. Auf den Internetseiten der Schweizerischen Unfallversicherungsanstalt SUVA sowie beim Bundesamt für Unfallvorsorge BFU sind keine Informationen zu erhalten. Im Bereich der Kerntechnik ist die überwiegende Anzahl von Vorkommnissen, die in den Jahresberichten der Hauptabteilung für die Sicherheit der Kernanlagen HSK [2] dargelegt sind, der Kritikalitätsicherheit sowie der sicheren Kühlung zuzuordnen. Meldungen über Vorkommnisse im Bereich Strahlenschutz sind dagegen selten. Zudem ist der Informationsgehalt oftmals zu knapp, um daraus im Unterricht einen interessanten Beitrag zu gestalten.

In den Jahresberichten des deutschen Bundesamtes für Strahlenschutz (BFS) über Umweltradioaktivität und Strahlenbelastung [3] sind die gemeldeten Vorkommnisse im nicht-nuklearen Bereich chronologisch mit sehr kurzen Erläuterungen zu Ursachen, radiologischen Folgen sowie Massnahmen tabellarisch aufgelistet. Trotz des knappen Textes können die lehrreichen Aspekte dieser Vorkommnisse für den Unterricht verwendet werden. Jedoch sind differenzierte Aussagen bezüglich der ursprünglichen Ursache aus der Tabelle nicht möglich. Zudem fehlen in dieser offiziellen Dokumentation logischerweise all diejenigen Vorkommnisse, die nicht gemeldet wurden. Darunter fallen beispielsweise die Beinahe- und Bagatellunfälle, welche von den meisten Genehmigungsinhabern als unbedeutend nicht gemeldet werden. Die

Suche nach einer Veröffentlichung der Strahlenschutzkommission bezüglich tatsächlich ereigneter Vorkommnisse war ergebnislos. Ebenso wurde auf keiner der Internetseiten der Gewerbeaufsichtsämter eine mit der BFS-Tabelle vergleichbare Auflistung von Vorkommnissen gefunden.

Über einzelne Vorkommnisse im Bereich Kerntechnik sind knappe Informationen in den generellen Jahresberichten des BFS [4] zu finden, obgleich hier auch nur diejenigen mit deutlichen Auswirkungen veröffentlicht sind. In den über das Internet zugänglichen Veröffentlichungen der Gesellschaft für Anlagen- und Reaktorsicherheit mbH (GRS) sind keine Daten über Vorkommnisse abrufbar, obwohl es ausführliches Material in älteren Berichten geben soll. Für den Autor dieses Beitrags waren diese jedoch ebenfalls nicht zugänglich. Die öffentlich zugänglichen Informationen der Technischen Überwachungsvereine (TÜV) im Internet beinhalten ebenfalls keine Vorkommnisberichte oder Statistiken.

Brauchbare Informationen zu tatsächlichen Vorkommnissen sind dagegen im Report des National Radiation Protection Boards von 1999 nachzulesen [5]. Pro Vorkommnis werden in diesem Bericht die relevanten Informationen auf einer Seite anonymisiert dargelegt. Der Detaillierungsgrad der Informationen ist durchaus ausreichend um daraus im Unterricht zu berichten. Es sind zahlreiche Beispiele darunter zu finden, die gar keine oder nur geringe radiologische Auswirkungen nach sich zogen, jedoch wegen der lehrreichen Ursachen für die Ausbildung interessant sind. Nur 2 % der 100 Vorkommnisse hatten effektive Dosen > 250 mSv zur Folge, 11 % zwischen 15 und 250 mSv. Aus der Auswertung der Ursachen dieser 100 Vorkommnisse wird ersichtlich, dass die sogenannten Mensch-Organisations-Aspekte, wie mangelnde Ausbildung (22), unpassende oder missverständliche Vorschriften (29), falsche Interpretation von Überwachungsmesswerten (24), fehlende Klarheit bei der Verantwortungsdelegation (29), fehlerhaftes Verhalten (36) weit häufiger die Ursachen darstellen als alle externen Störungen (9) und alle technischen Auslegungs- bzw. Instandhaltungsmängel (34). Mehrfache Ursachenangabe waren pro Vorkommnis möglich, weshalb hier keine Prozentzahlen angegeben sind. Aus Platzgründen sei hier nur auf die interessanten Statistiken im Anhang von [5] verwiesen.

Über spektakuläre Vorkommnisse aus den Bereichen Strahlenunfälle in der Sowjetunion, herrenlose Strahlenquellen und Kritikalitätsstörfälle wurde in früheren Ausgaben dieser Zeitschrift berichtet [6] - [8].

Letztendlich gibt es die auf der IAEA-Internetseite [9] einsehbaren Informationen über Vorkommnisse, die nach dem International Nuclear Event Scale (INES) gemeldet werden. Leider sind hierbei die Informationen recht knapp, nicht immer nachvollziehbar und oftmals sogar missverständlich. Ebenso werden wiederum nur Vorkommnisse mit bedeutenden Auswirkungen (ab INES 2 und aufwärts) aufgelistet.

Informativer wären dagegen die einzelnen Berichte der Genehmigungsinhaber zu den Vorkommnissen und die jeweiligen Beurteilungen der Behörden. Leider sind diese Dokumente nicht öffentlich, da sie in der Regel persönliche oder betriebsinterne Informationen beinhalten.

6 Einbezug der Erfahrungen aus Vorkommnissen in die Strahlenschutzausbildung

Auch wenn die Unterrichtung von Störfallbeispielen weder in der deutschen Fachkunderichtlinie noch in der schweizerischen Ausbildungsverordnung vorgegeben ist, bauen viele Kursleiter und Dozenten mehr oder weniger Beispiele in ihre Strahlenschutzkurse ein.

Aus den oben genannten Gründen dienen in den meisten Fällen die persönlichen Dokumentationen aber auch die persönlichen Erfahrungen über Vorkommnisse im beruflichen Umfeld der Strahlenschutz-Dozenten als Quellen für Vorkommnisbeispiele. Hierbei sind die Informationen über die Umstände und die Folgen der Vorkommnisse detailliert vorhanden. Die Kursteilnehmer hören die Erfahrungen sozusagen aus „erster Hand“. Neben einigen spektakulären Fällen sollten aber auch öfter vorkommende, typische, unspektakuläre Beispiele im Unterricht erläutert werden, damit die Kursteilnehmer ersehen, dass auch aus Beinahe-Ereignissen Lehren abgeleitet werden können.

Im Hinblick auf das Lernziel „Störfallvorsorge“ sollten die häufigsten Störfallursachen im Bereich der für die Kursteilnehmer repräsentativen Berufsgruppe im Strahlenschutzunterricht aufgezeigt werden. Als Informationsquelle hierfür sind die Ergebnisse statistischer Auswertungen von systematischen Vorkommnisanalysen nötig.

Zudem sollten alle Strahlenschutz-Personen von der Wichtigkeit der Vorkommnismeldung und –bearbeitung Kenntnisse erhalten. Aus diesem Grund sind, zusätzlich zur Erörterung von Vorkommnisbeispielen, auch die Einzelaspekte der Vorkommnisbearbeitung (siehe Kapitel 2) in die in die Ausbildung einzubeziehen.

7 Diskussion

Die betriebsinterne Meldung von Vorkommnissen ist der wichtigste Schritt um einen Erfahrungsrückfluss zu garantieren. Dies erfordert jedoch eine transparente, von Schuldzuweisungen freie Kommunikation innerhalb der Betriebe. Um eine offene Informationkultur zu etablieren und aufrechtzuerhalten bedarf es die Vorbildfunktion der obersten Betriebsleitung. Die Vorkommnisbearbeitung darf nicht zur Suche nach der schuldigen Person verwendet werden, sondern soll durch die Analyse von ursprünglichen Fehlern zur Entdeckung betrieblicher und organisatorischer Schwachstellen führen. Menschliche Fehler können durch eine Vielzahl anderer Faktoren (Unter- oder Überforderung, Monotonie, hoher Komplexität, Zeitdruck, …) bedingt sein, die es aufzudecken und zu unterbinden lohnt. Insbesondere für grössere Betriebe erweist sich solch ein System des Erfahrungsrückflusses aus Vorkommnissen als langfristig betriebswirtschaftlich ratsam und sollte ohnehin durch das Qualitätsmanagement-Handbuch abgedeckt sein.

Die Weitergabe von Erfahrungen aus Vorkommnissen an andere Betreiber oder verantwortliche Personen ist nur möglich, wenn ein gegenseitiges Vertrauen existiert. Daher ist ein persönlicher Kontakt zwischen diesen Leuten innerhalb von Interessensverbänden unabdingbar, um heikle Informationen anonym zu verbreiten und nutzen zu können.

Die Vorkommnismeldungen an die Behörden sind zwar gesetzlich vorgeschrieben, stellen jedoch trotzdem Probleme für den Betreiber dar, da Sie unterschiedlichste Reaktionen auslösen können und auf den Betrieb zurück wirken. Als Reaktionen der Aufsichtbehörden sind aus der Sicht der Betreiber

1. eine vermehrte Aufsichttätigkeiten, wie z.B. Inspektionen, Befragungen, Forderungen nach weiteren Abklärung, Berichte, Forderungen nach Folgemassnahmen,
2. die Veröffentlichung per Internet und in anderen Behördendokumenten,
3. die Weiterleitung an weitere Behörden sowie
4. Strafanzeigen

zu befürchten.

Zu 1: Es ist die Aufgabe der Aufsichtbehörde Vorkommnisse unabhängig vom Betreiber zu beurteilen, abzuklären, ob es Sicherheitsdefizite gibt, und falls ja deren Behebung zu fordern. Zudem hat die Aufsichtbehörde sich zu vergewissern, ob der Betreiber auf ein Vorkommnis sicherheitsgerichtet reagiert. Je nachvollziehbarer die Vorkommnisberichte an die Aufsichtbehörden sind, desto weniger Nachfragen durch die Aufsichtbehörden gibt es. Bei den Kernkraftwerken ist die Meldung von Vorkommnissen zur Routinen geworden, weshalb dieser Punkt weniger ein Problem darstellt. Insgesamt ist den Beteiligten (Betreibern und Aufsichtbehörden) klar, dass hier am gleichen Strick gezogen wird auch wenn es Differenzen bei der Bewertung geben kann.

Zu 2: Problematischer ist die Veröffentlichung von Vorkommnissen durch die Aufsichtsbehörde. In der Vergangenheit wurden die Meldungen an die schweizerischen Aufsichtsbehörden ohne sicherheitstechnische Bedeutung, d.h. alle Beinahe-Ereignisse oder unbedeutenden radiologischen Auswirkungen, nur innerhalb der Behörde verwendet und flossen, wenn überhaupt, nur anonymisiert z.B. in die Strahlenschutzkurs ein. Daher konnten die Betreiber ohne Furcht vor einer öffentlichen Auslegung die lehrreichen Vorkommnisse den Behörden melden. Nur Vorkommnisse mit einer sicherheitstechnischen Signifikanz bzw. möglichen radiologischen Auswirkungen auf die Bevölkerung wurden in den Jahresberichten erwähnt und diese waren im Bereich Strahlenschutz sehr selten.

Im Bereich der Kernanlagen ist infolge der Inkraftsetzung der neuen Kernenergieverordnung (Februar 2005) auch eine neue Melderichtlinie in Bearbeitung, die auf die Verhältnismässigkeit zwischen Öffentlichkeitsrecht einerseits und Schutz des Informanten gegenüber einer unsachgemässen Verbreitung von Informationen andererseits wert legen muss. Das Aufrechterhalten von Vertrauen zwischen Betreibern und Behörden sowie den Behörden und der Öffentlichkeit ist zwar bezüglich Vorkommnismeldungen eine Gradwanderung, kann jedoch durch eine sachliche Kommunikation und verhältnismässige Bewertung der Situation und der damit zusammenhängende Veröffentlichung gemeistert werden. Eine transparente Informationskultur ist jedoch im Endeffekt die beste Basis für Vertrauen, weshalb die Bewilligungsinhaber besser beraten sind, Mut zur Information zu zeigen.

Zu 3: Die Weiterleitung der Vorkommnisinformationen an Behörden muss ebenfalls verhältnismässig sein. Der Zweck und die Regelungen der Weiterleitung sind daher immer wieder zu hinterfragen. Eine Pauschalisierung, d.h. jede denkbare Behörde über jedes Vorkommnis zu informieren ist sinnlos und nicht hilfreich. Es ist hierbei auch zu hinterfragen, in welchen Fällen eine Anonymisierung der Daten, die Befürchtungen der meldenden Betreiber mildern können.

Zu 4: Die Strafbestimmungen in der Strahlenschutzgesetzgebung wie auch in der Kernenergieverordnung sind zwar für den juristisch unerfahrenen Leser ungenau, doch sind die Schwellen für eine Anklage durch die Aufsichtsbehörde sehr hoch, da hier die Verhältnismässigkeit angewendet werden muss. Die Betreiber haben daher nichts zu befürchten. Fälle grober Fahrlässigkeit sind im Bereich der HSK noch nie aufgetreten.

Fazit:

Wenn bei der Vorkommnismeldung und -bearbeitung folgende Grundsätze von allen Seiten eingehalten werden, gewährleistet der Erfahrungsrückfluss aufgrund von Vorkommnissen in der Strahlenschutzausbildung auch in Zukunft eine spürbare Verbesserung der Störfallvorsorge und des Strahlenschutzes.

Diese Grundsätze sind:

- Offene Kommunikationskultur
- Schuldzuweisungsfreie Vorkommnisbearbeitung in den Betrieben
- Nachvollziehbare Berichterstattung der Betreiber
- Sachliche Bewertung durch die Behörden
- Verhältnismässige Kategorisierung bezüglich Veröffentlichung der Informationen
- Sinnvolle und Zweckmässige Weiterleitung
- Verhältnismässige Anwendung der Strafbestimmungen

8 Literatur

[1] http://www.bag.admin.ch/themen/strahlung/00043/00065/02236/
[2] http://www.hsk.ch/deutsch/infos/start2.htm
[3] http://www.bfs.de/bfs/druck/uus/
[4] http://www.bfs.de/bfs/druck/jahresberichte/
[5] http://hpa.org.uk/radiation/publications/misc_publications/irid.htm
IRID: Ionising Radiations Incident Database "First Review of cases Reported and Operation", J.R.Croft, G.O. Thomas, C.R.Williams, S. Walker, NRPB-Report von 1999
[6] Strahlenunfälle in der ehemaligen Sowjetunion, L.A. Iljin, SSP 3/2002, Seite 43
[7] Tokaimurai II: Vergleich mit früheren Kritikalitätsunfällen, B. Fischer und G. Kirchner, SSP 1/2000, Seite 65
[8] Internationale Unfälle mit Strahlenquellen in den letzten 15 Jahren: Ein kurzer Überblick, R. Czarwinski, SSP 3/2001 Seite 4
[9] http://www-news.iaea.org/news/

WAS SAGEN MEDIZINER ZU AUFFRISCHUNGSKURSEN IM STRAHLENSCHUTZ ? – ERGEBNISSE EINER SYSTEMATISCHEN BEFRAGUNG VON KURSTEILNEHMERN

RADIATION PROTECTION REFRESHER COURSES FOR HEALTH CARE PROFESSIONALS – A SYSTEMATIC PARTICIPANTS' OPINION POLL

R. Leppek[1], B. Madsack[2], K. J. Klose[3]
1 TransMIT-Zentrum für angewandte radiologische Forschung ZARF, Universitätsklinikum Gießen und Marburg GmbH, Standort Marburg, Klinik für Strahlendiagnostik, Marburg
2 Ärztliche Stelle für Qualitätssicherung in der Radiologie Hessen, Eschborn
3 Universitätsklinikum Gießen und Marburg GmbH, Standort Marburg, Klinik für Strahlendiagnostik, Marburg

Zusammenfassung

In einer anonymen Teilnehmerbefragung (297 Kursteilnehmer) wurde die Struktur-, Prozess und Ergebnisqualität von Kursen zur Aktualisierung der Fachkunde (ärztlicher Dienst 156 Teilnehmer, 53 %, und 37 MTA-R, 12 %) und der Kenntnisse im Strahlenschutz (104 Teilnehmer aus med. Fachberufen, 35 %) untersucht. Insbesondere interessierte die Selbsteinschätzung der Kursteilnehmer zur Umsetzung des Gelernten (Commitment) zur Verbesserung des Strahlenschutzes.

91 % der Teilnehmer gaben an, dass die Dozenten sehr gut bis gut zum Nachdenken anregten. 96 % bestätigten den Dozenten eine interaktive und partizipative Kursgestaltung. Fast ein Drittel der Kursteilnehmer (32 %) bewertete den Wissens- und Kompetenzzuwachs mit sehr gut bis gut. Zwei Drittel bewerten die Praxisrelevanz der Lerninhalte mit sehr gut bis gut. Knapp die Hälfte (48 %) attestieren dem Aktualisierungskurs ein sehr gutes bis gutes Verhältnis zwischen Zeitaufwand und Erlerntem.

Ein Drittel der Kursteilnehmer ist sich sicher, das Gelernte in den Kernpunkten umzusetzen. 47 % der Kursteilnehmer sind entschlossen, das Gelernte vollständig oder mindestens in den Kernpunkten umzusetzen.

297 participants enrolled for an anonymous opinion poll about the quality of radiation protection courses. Health care professionals, i.e. 156 physicians (53 %) and 37 radiological technologists (12 %) with full expertise in radiation protection (e.g. 'Fachkunde') and medical staff (104 participants) with limited expertise in radiation protection (e.g. 'Kenntnisse') were interviewed. Especially participants' self-assessment and commitment for putting the acquired knowledge and skills into action was tested.

91 % of the participants said that the lecturers initiated further thinking very good or good. 96 % confirmed an interactive and partizipative course design. Almost a third of the participants (32%) rated the acquired knowledge and competence very good or good. Two thirds judged the practical relevance of the course content very good or good. 48 % claimed a very good almost the half a good relationship between course duration and acquired knowledge. A third of the participants is convinced to convert the acquired knowledge and skills into daily routine work. 47 % of the participants are determined to convert the acquired knowledge and skills into daily routine work completely or at least in part.

1 Aktualisierungskurse im Strahlenschutz

Mit der Novellierung bzw. Neufassung der Röntgen- und Strahlenschutzverordnung [1,2] hat sich der Verordnungsgeber das Ziel gesetzt, die Anwendung von ionisierender Strahlung bzw. radioaktiver Stoffe in der Medizin noch sicherer zu machen. Sowohl der Patient, der sich einer Untersuchung oder Behandlung mit ionisierender Strahlung unterzieht, als auch das Fachpersonal, welches ionisierende Strahlung eigenverantwortlich oder unter Aufsicht anwendet, profitieren von einem sachgerechten, zweckmäßigen und sicheren Umgang mit ionisierender Strahlung. Das dazu notwendige Basiswissen wird in behördlich anerkannten Kursen vermittelt und am Arbeitsplatz durch Einweisung und turnusmäßige Unterweisung handlungsorientiert gefestigt. Dennoch sind im Kontrast zu eindeutigen gesetzlichen Regelungen mit ihren berufspraktischen Konsequenzen Defizite im Strahlenschutz bekannt. Die seit 2001 bzw. 2002 geltenden 5-jährigen Aktualisierungsfristen sollen nun mit Ablauf der Übergangsfristen 2006 bzw. 2007 durch eine regelmäßige Rezertifizierung der Strahlenanwender eine zyklische Auffrischung des Wissens und praxisbezogene Verbesserungen im Strahlenschutz sicherstellen. Letztlich soll die Verbesserung des Patientenschutzes durch höhere Anforderungen an die Ausführenden und begleitende weitere Forderungen erreicht werden.

Strahlenschutzkurse werden in der Regel als überflüssige „Zwangsfortbildung“ ohne Praxisrelevanz empfunden [3]. Angesichts der Tatsache, dass in Deutschland mehr als Dreiviertel aller durchgeführten Röntgenuntersuchungen von nicht-radiologisch tätigen Ärzten angeordnet werden, sind breit angelegte Fortbildungsmaßnahmen für Radiologen, Ärzte anderer Fachdisziplinen (Teilgebietsradiologie, Fachgebundenes Röntgen) und med. Fachpersonal notwendig. Eine an der Ruhr-Universität Bochum durchgeführte Studie von Heyer et al. [4] dokumentierte öffentlichkeitswirksam ein erhebliches Wissensdefizit der befragten nichtradiologischen Ärztinnen und Ärzte zur Effektivdosis unterschiedlicher thoraxdiagnostischer radiologischer Verfahren. Insbesondere das richtige Verhältnis der Effektivdosis einer konventionellen Röntgen-Thoraxaufnahme zum Thorax-CT (Faktor 100–1000) wurde nur von 28/119 (23,5 %) befragten Ärzten korrekt angegeben. Bemerkenswert ist die Tatsache, dass weder die Berufserfahrung noch die Fachrichtung oder die Position der Befragten einen wesentlichen Einfluss auf die Richtigkeit der Einschätzungen zur Strahlenexposition hatten.

Daher interessiert die Frage, wie die Teilnehmer selbst die Kurse zur Aktualisierung der Fachkunde bzw. Kenntnisse im Strahlenschutz hinsichtlich Partizipation und Interaktion, Praxisrelevanz und Zeitaufwand im Verhältnis zum Gelernten bewerten (Tabelle 1). Insbesondere ist von Interesse, ob die Teilnehmer den Kursen überhaupt einen Lernerfolg und Praxisrelevanz zusprechen und – wenn ja – in welchem Ausmaß die Teilnehmer selbst das Gelernte im Sinne einer Selbstverpflichtung (Commitment) anwenden wollen.

2 Teilnehmerbefragung und Datenauswertung

Die Teilnehmerbefragung erfolgte im Jahr 2007 in Kursen zur Aktualisierung der Fachkunde bzw. Kenntnisse im Strahlenschutz gem. der Fachkunde-Richtlinie Medizin [5] für verschiedene medizinische Berufsgruppen. Insgesamt wurden 297 Kursteilnehmer befragt, davon mit Fachkunde im Strahlenschutz im ärztlichen Dienst 156 Teilnehmer (53 %) und MTA-R 37 Teilnehmer (12 %). 104 Teilnehmer (35 %) waren in med. Fachberufen beschäftigt (Arzthelfer/innen, OP-Personal usw.), die Kenntnisse im Strahlenschutz erfordern.

Die maximale Anzahl von Antworten (n=273) wurde in der Dimension "Partizipation und Interaktion" registriert (Vollständigkeitsrate 92 %). In der Dimension "Umsetzung des Gelernten" wurde der geringste Rücklauf von Antworten (n=216, Vollständigkeitsrate 73 %) notiert. Die elektronische Datenerhebung erfolgte anonym mit dem Teledialogsystem mobiTED PLUS (mobiTED GmbH, Nürnberg) nach dem behördlich vorgeschriebenen Kenntnisnachweis unmittelbar am Kursende. Das System stellt die Befragungsergebnisse im MS Excel-Tabellenformat (Microsoft Deutschland GmbH, Unterschleißheim) zur Verfügung, die mit dem Statistikprogramm SPPS für Windows 15 (SPSS GmbH, München) aufbereitet wurden.

Die systematische Erhebung erfolgte in Dimensionen, die nicht nur allgemein die Strukturqualitäten von Fortbildungsveranstaltungen berücksichtigen, sondern auch die Prozess- und Ergebnisqualität abbilden. Die Fragenauswahl und -formulierung erfolgte in Anlehnung an den Leitfaden für ärztliche Fortbildung von Norbert Donner-Banzhoff [6]. Es wurden geschlossene Fragen mit einer 6-Stufen Schulnoten-Skala „1 = sehr gut“, „2 = gut“, „3 = befriedigend“, „4 = ausreichend“ und „5 = mangelhaft“ sowie der Option „6 = Dazu möchte ich mich nicht äußern“ formuliert und verknüpft. Zur Erfassung der Selbsteinschätzung der Kursteilnehmer zur Umsetzung des Gelernten nach dem Kurs wurden die in Tabelle 1 aufgeführten Fragen im Teledialogsystem hinterlegt. Allen Kursteilnehmern wurden die Fragen in identischer Reihenfolge zur Beantwortung mit dem Teledialogsystem jeweils zum Kursende vorgelegt. Das Teledialogsystem stellt die anonymen Befragungsergebnisse sofort allen Kursteilnehmern zur Verfügung.

Tabelle 1: Fragentexte zur Bewertung von Interaktion und Partizipation im Kursverlauf. Geschlossene Fragen zur Selbsteinschätzung der Kursteilnehmer zum Wissens- und Kompetenzzuwachs, zur Praxisrelevanz und zum Verhältnis von Zeitaufwand und Ertrag.

Dimension	**Fragen- und Antwortexte**
Partizipation und Interaktion	Bewertung mit einer Schulnoten-Skala von „1“ bis „5“ - „Haben die Dozenten das Nachdenken gefördert?“ - „Haben die Dozenten zugehört und sind die Dozenten auf die Fragen der Kursteilnehmer eingegangen?“
Wissens- und Kompetenzzuwachs	Bewertung mit einer Schulnoten-Skala von „1“ bis „5“
Praxisrelevanz der Kursinhalte	Bewertung mit einer Schulnoten-Skala von „1“ bis „5“
Zeitaufwand im Verhältnis zum Gelernten	Bewertung mit einer Schulnoten-Skala von „1“ bis „5“
Selbsteinschätzung zur Umsetzung des Gelernten nach dem Kurs	Geschlossene Fragen mit Antwortauswahl-Texten - Ich bin entschlossen, das Gelernte vollständig umzusetzen - Ich werde das Gelernte sicher in den Kernpunkten umsetzen - Ich bin zuversichtlich, das Gelernte in den Kernpunkten umsetzen - Ich bin zuversichtlich, dass ich das Gelernte in einigen Punkten umsetzen zu können - Ich habe nichts Neues gelernt und setze bereits alles um

3 Ergebnisse

Die Befragungsergebnisse sind in den Abbildungen 1-6 jeweils in Prozentwerten der Antworthäufigkeiten (gerundet auf ganze Zahlen) dargestellt. Hinsichtlich der Partizipation und Interaktion der Kursteilnehmer gaben 91 % (246 Teilnehmer, TN) an, dass die Dozenten sehr gut bis gut zum Nachdenken anregten (Abb. 1). 96 % (256 TN) bestätigten den Dozenten eine interaktive und partizipative Kursgestaltung mit sehr guter bis guter Resonanz auf die Fragen der Kursteilnehmer (Abb. 2). Fast ein Drittel der Kursteilnehmer (87 TN, 32 %) bewertet den Wissens- und Kompetenzzuwachs mit sehr gut bis gut (Abb. 3). Knapp die Hälfte der Teilnehmer (48 %, 133 TN) bewertet den Wissens- oder Kompetenzzuwachs mit „befriedigend".

66 % (144 TN) bewerten die Praxisrelevanz der Lerninhalte mit sehr gut bis gut (Abb. 4).

48 % (107 TN) attestieren dem Aktualisierungskurs ein sehr gutes bis gutes Verhältnis zwischen Zeitaufwand und Erlerntem (Abb. 5).

Nicht ganz die Hälfte der Kursteilnehmer 47% (101 TN) ist entschlossen, das Gelernte vollständig oder mindestens in den Kernpunkten umzusetzen (Abb. 6). Ein Drittel der Kursteilnehmer ist sich sicher, das Gelernte in den Kernpunkten umzusetzen.

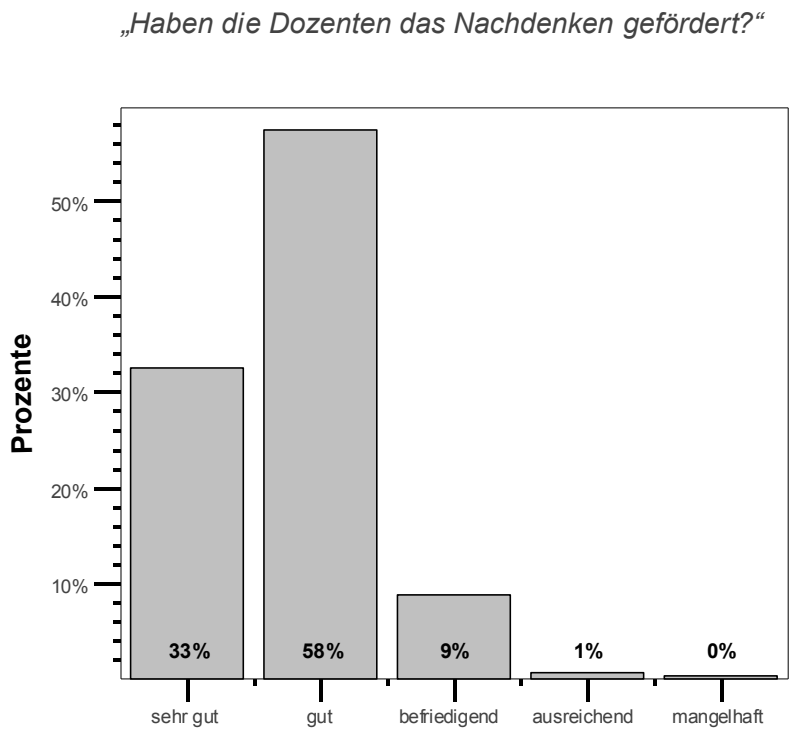


Abb. 1: Den Dozenten ist es "sehr gut" bis "gut" (~90 %) gelungen, die Kursteilnehmer mit strahlenschutzrelevanten Fragen zum Nachdenken anzuregen.

„Haben die Dozenten den Kursteilnehmern zugehört und gehen sie auf die Fragen der Kursteilnehmer ein?“

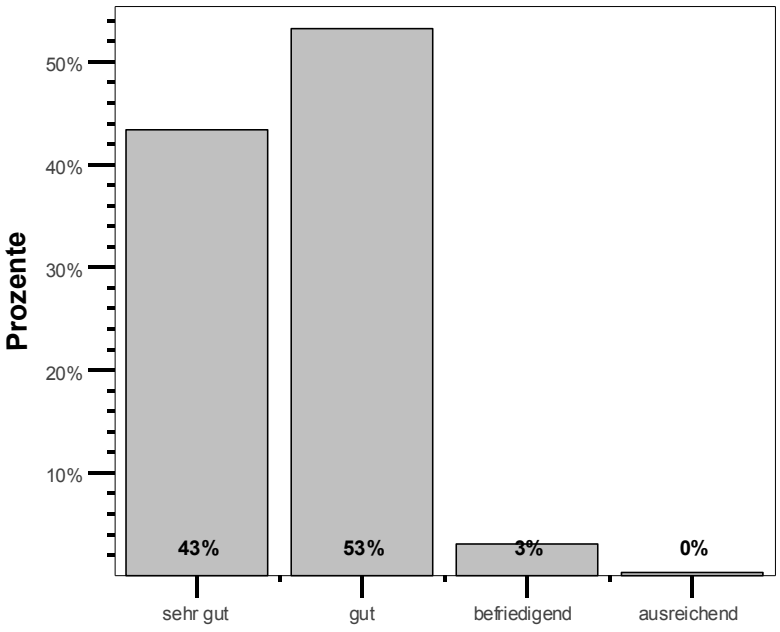
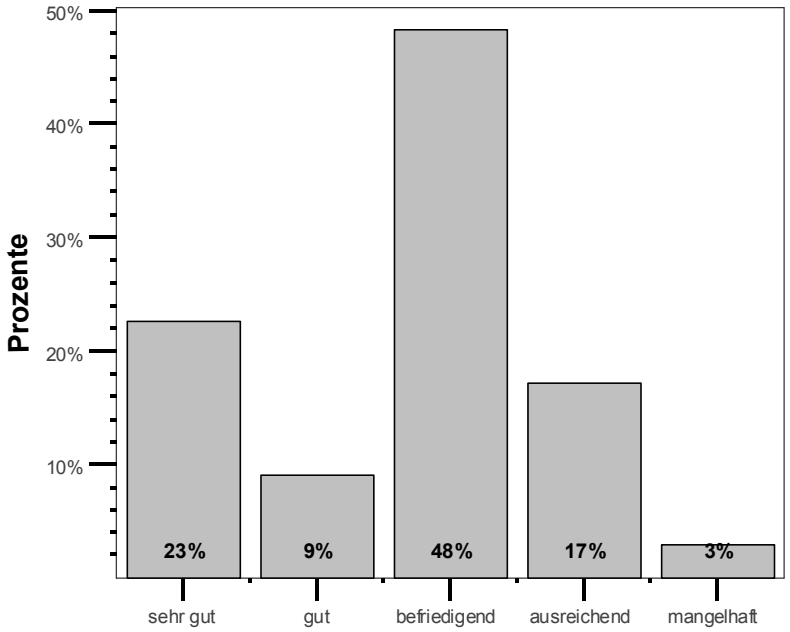


Abb. 2: Über 90 % der Kursteilnehmer attestieren den Dozenten eine partizipative und interaktive Kursgestaltung.

„Bitte schätzen Sie Ihren Wissens- oder Kompetenzzuwachs durch die Veranstaltung ein. Der Wissenszuwachs durch den Kurs ...“

Abb. 3: Fast ein Drittel der Teilnehmer (87 TN, 32 %) bewertet den Wissenszuwachs als "sehr gut" bis "gut", knapp die Hälfte der Teilnehmer noch als "befriedigend".



„Bitte schätzen Sie die Relevanz der Kursinhalte für Ihre praktische Arbeit ein. Die Relevanz bewerte ich mit …“

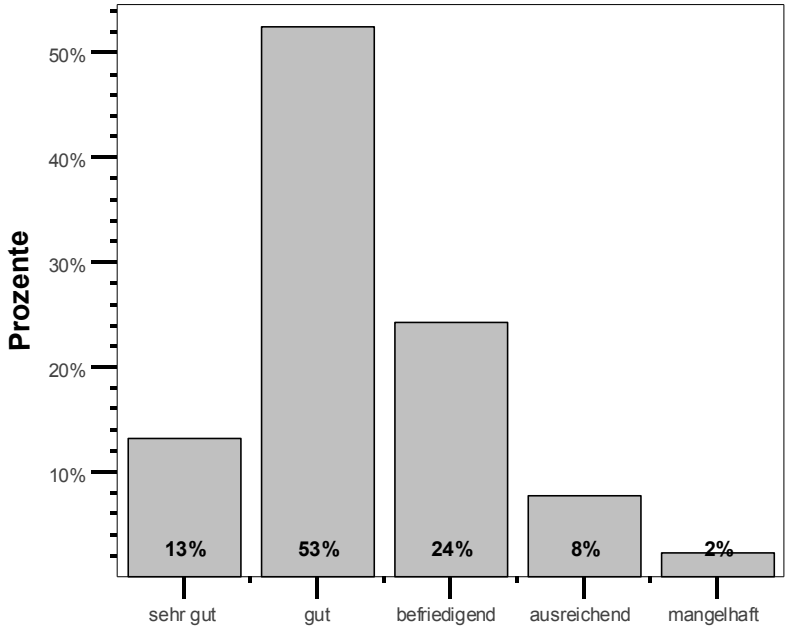
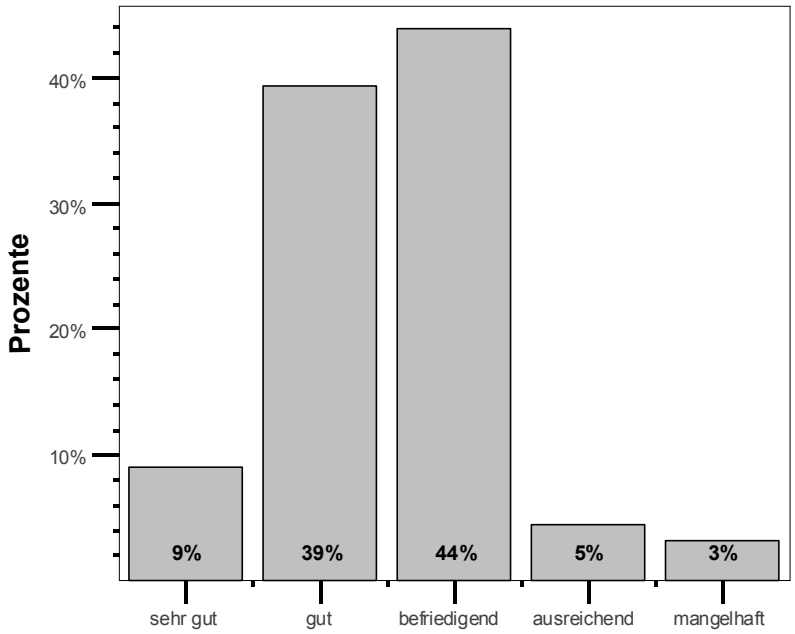


Abb. 4: Zwei Drittel der Teilnehmer (144 TN, 66 %) bewerten die Praxisrelevanz der Kursinhalte als „sehr gut“ bis „gut“.

„Im Vergleich zum Zeitaufwand sich die Veranstaltung gelohnt …“

Abb. 5: Fast die Hälfte der Teilnehmer bewertet den Ertrag der Veranstaltung im Verhältnis zum Zeitaufwand des 8- bzw. 12-h Aktualisierungskurses als "sehr gut" bis "gut", 44 % als "befriedigend". Nur 8 % der Teilnehmer attestieren dem Kurs ein unangemessenes Verhältnis zwischen Zeitaufwand und Ertrag.



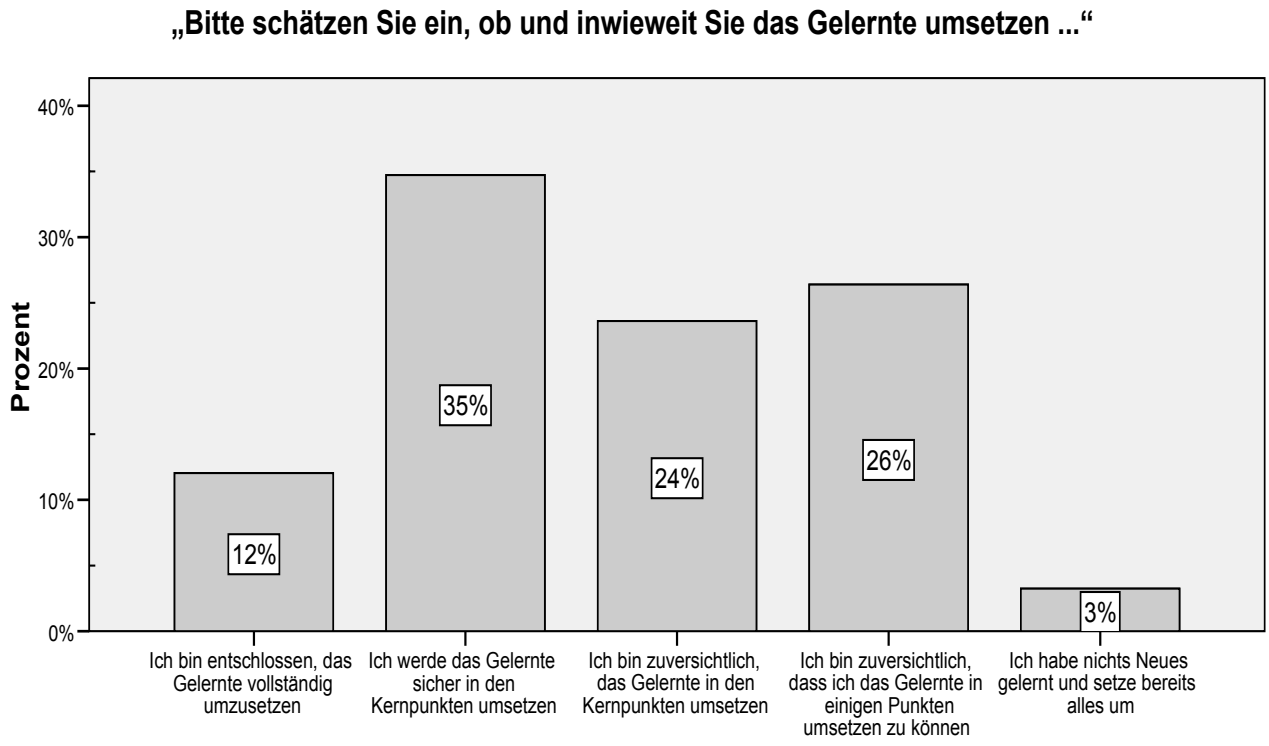


Abb. 6: Ein Drittel der Kursteilnehmer ist sich sicher, das Gelernte in den Kernpunkten umzusetzen. Die Hälfte der Kursteilnehmer ist zuversichtlich, das Gelernte mindestens in den Kernpunkten umsetzen zu können.

4 Schlussfolgerungen

Trotz der bekannten negativen Bewertung von Strahlenschutzkursen in der Medizin [7] wurden Aktualisierungskurse im befragten Personenkreis als effektive und akzeptierte Maßnahme zum Kompetenzerhalt im Strahlenschutz bewertet. Auf motivationaler Ebene bestehen noch Defizite in der Umsetzung des Gelernten, obwohl mehr als die Hälfte der Teilnehmer den Kursen eine gute Praxisrelevanz attestierte. Der in Kursen gesetzte Impuls kann von den Strahlenschutzbeauftragten vor Ort aufgegriffen und für den praktischen Kompetenzerhalt genutzt werden.

5 Danksagung

Allen Kursteilnehmern gebührt Dank nicht nur für die Bereitschaft zur systematischen Kursbewertung, sondern auch für die anregenden gemeinsamen Diskussionen der Befragungsergebnisse und die konstruktive Kritik der Kursteilnehmer zur kontinuierlichen Verbesserung des Fortbildungsangebots im Strahlenschutz.

6 Literatur

[1] Verordnung über den Schutz vor Schäden durch ionisierende Strahlen (Strahlenschutzverordnung - StrlSchV). 2001; Bundesgesetzblatt I, Nr. 38: 1714.

[2] Verordnung über den Schutz vor Schäden durch Röntgenstrahlen (Röntgenverordnung - RöV) vom 7.1.1987 in der Fassung der Bekanntmachung der Neufassung der Röntgenverordnung vom 30.4.2003. 2003; Bundesgesetzblatt (BGBl) I: 604.

[3] Leppek R, Klose KJ, Habermehl A, Ziegler A. Zur Situation der Strahlenschutzkurse fur Ärzte - Plädoyer für einen Paradigmenwechsel. Z.Arztl.Fortbild.(Jena) 1996; 90: 414-422.

[4] Heyer CM, Peters S, Lemburg S, Nicolas V. Einschätzung der Strahlenbelastung radiologischer Thorax-Verfahren: Was ist Nichtradiologen bekannt? Rofo 2007; 179: 261-267.

[5] Bundesministerium für Umwelt NuR. Richtlinie Fachkunde und Kenntnisse im Strahlenschutz bei dem Betrieb von Röntgeneinrichtungen in der Medizin oder Zahnmedizin vom 22. Dezember 2005. 2006; GMBl: 414.

[6] Donner-Banzhoff N. Zu neuen Ufern - Leitfaden der ärztlichen Fortbildung. Eds. 1.ed. Huber, Bern, 2005, 1-144.

[7] Stolze B. "Erfolgreiche" Aktualisierungskurse - Entwicklungsfähig! Strahlenschutz Praxis 2005; 11: 79-80.

MODULARE STRAHLENSCHUTZ-SACHVERSTÄNDIGEN-AUSBILDUNG FÜR ÄRZTINNEN UND ÄRZTE IN DER SCHWEIZ SEIT 2007

H. Güdel, S. Kobler, R. Müller, E. Walder
Schule für Strahlenschutz, Paul Scherrer Institut

Seit Anfang 2007 besteht in der Schweiz auf Anregung des Bundesamtes für Gesundheit (BAG) und der Verbindung Schweizer Ärztinnen und Ärzte (FMH) eine modulare Ausbildung für den Strahlenschutz im Bereich medizinischer Anwendung. Zwei Tage Theorieunterricht können wahlweise an einer Ausbildungsstätte besucht oder per E-Learning erarbeitet werden, während zwei Tage Praktika sowie die abschliessende Onlineprüfung an einer der drei vom BAG anerkannten Ausbildungsstätte absolviert werden müssen.

Die Schule für Strahlenschutz des Paul Scherrer Institutes hat seit Einführung der neuen Ausbildung insgesamt 210 von den bisher 385 gesamtschweizerisch ausgebildeten Ärztinnen und Ärzte unterrichtet. Vorgestellt werden sowohl die administrativen Vorteile durch eine zentrale Anmeldeplattform und die modulare Ausbildung als auch Erfahrungen und einige kritische Bemerkungen der Kursabsolventen zu dem vereinheitlichten Lernzielkatalog, dem E-Learning und der Onlineprüfung.

8

Strahlenschutz und Arbeitssicherheit

Vorsitz:

M. Fischer, P. Fischer

STRAHLENSCHUTZ UND ARBEITSSICHERHEIT

RADIATION PROTECTION AND OCCUPATIONAL SAFETY

S. Severitt
B·A·D Gesundheitsvorsorge und Sicherheitstechnik GmbH, Abteilung für Arbeits-, Gesundheits-, Umwelt- und Strahlenschutz, München

Zusammenfassung

Der Gesetzgeber verpflichtet die Unternehmen in einer Vielzahl von gesetzlichen Regelwerken, wie z.B. dem Strahlenschutzrecht, Chemikalienrecht, allgemeinen Arbeitsschutzrecht, die betriebliche Sicherheit zu gewährleisten. Dabei werden dem Unternehmer zur Erfüllung seiner Pflichten fachkundige Sicherheitsexperten zur Seite gestellt.

Eine abgestimmte Empfehlung ist besser als zwei Einzelmeinungen. Unter diesem Gesichtspunkt werden die Sicherheitsexperten aus dem Strahlenschutzrecht mit ihrem Pendant aus dem Arbeitssicherheitsgesetz [1] in Bezug auf ihre Stellung im Betrieb, ihre Pflichten und ihre Vorgehensweise bei der Aufgabenerfüllung verglichen. Der kontinuierliche Verbesserungsprozess in der Prävention wird aus den gesetzlichen Vorgaben abgeleitet.

The legislation requires the employers in a variety of legal regulations, such as chemical legislation, legislation of radiation protection and maintenance of industrial health and safety standards to guarantee the occupational safety. Skilled security experts have to be on their side.

An agreed opinion is better than two individual opinions. From this point of view the security experts for radiation protection are compared with the experts for operational security in regard to their position and their duties. The legal requirements demand a continuous improvement process of prevention.

1 Der Dschungel der Gesetzgebung im Arbeitsschutz und doch “nur” ein Ziel – Gewährleistung der Gesundheit und der Sicherheit am Arbeitsplatz

Von der Planung bis zum laufenden Betrieb, z.B. eines Radionuklidlaboratoriums für die mikrobiologische und gentechnische Anwendung, sind außer dem Strahlenschutz (ionisierende Strahlung) weitere Themen der betrieblichen Sicherheit – des Arbeitsschutzes – zu berücksichtigen. Dazu gehören z.B. die Arbeitssicherheit, das Gefahrstoffrecht, der Brandschutz, die Gentechnik. Die Räumlichkeiten und die dort ausgeführten Tätigkeiten werden unter verschiedenen Gesichtspunkten betrachtet. So werden z.B. die Wände und Zugänge zum Radionuklidbereich in Bezug auf den Brandschutz nach Feuerwiderstandswerten ausgewählt, während der Strahlenschutz dieselben Bauteile unter dem Aspekt der Abschirmwirkung betrachtet. Der Strahlenschutz richtet die Arbeitsplätze innerhalb des Raumes so ein, dass mit möglichst wenig Aufwand die maximale Abschirmwirkung erzielt wird, die Arbeitssicherheit betrachtet hier z.B. die Arbeitsplatzergonomie. Der Anwender möchte vielleicht noch Löse- und

Reinigungsmittel in greifbarer Nähe haben, wozu in der Gefahrstoffverordnung sicherlich auch noch etwas geschrieben steht. Die Frage ist dann, wo und in welchen Mengen darf er seine Stoffe hinstellen, ohne dass z.B. durch ein Netzgerät eine Zündquelle entsteht.

Für die Sicherheit am Arbeitsplatz, also den Arbeitsschutz, ist der Unternehmer zuständig. Die Schwierigkeit für ihn besteht darin, dass die Verpflichtung zur Umsetzung und die damit verbundenen Aufgaben nicht nur in einem Gesetz sondern in vielen Rechtsregelungskreisen, wie z.B. dem Strahlenschutzrecht, Chemikalienrecht und anderen mehr, formuliert sind. Gibt es zu einer betrieblichen Fragestellung keinen speziellen Rechtsregelungskreis, wird der Unternehmer durch das Arbeitsschutzgesetz [2] von 1996 allgemein verpflichtet, die „Sicherheit und den Gesundheitsschutz der Beschäftigten bei der Arbeit durch Maßnahmen des Arbeitsschutzes zu sichern und zu verbessern“ (aus § 1 Abs. 1 ArbSchG [2]).

Jeder der Rechtsregelungskreise beschreibt eine personelle Organisation. Dem Unternehmer werden dabei fachkundige Sicherheitsexperten, wie die Fachkraft für Arbeitssicherheit, der Betriebsarzt, der Strahlenschutzbeauftragte, der Beauftragte für die biologische Sicherheit und andere mehr, zu seiner Unterstützung zur Seite gestellt. Das Gefährdungspotenzial des Unternehmens bestimmt, welche Sicherheitsexperten notwendig werden. Nicht jeder Betrieb führt z.B. Tätigkeiten nach dem Strahlenschutzrecht aus.

Für den Unternehmer ist es wichtig, dass seine Sicherheitsexperten zu einer gemeinsamen Problematik auch einen gemeinsamen Lösungsvorschlag liefern und nicht einzeln ihre Vorschläge unterbreiten. Schlimmsten Falls sind diese nicht übereinstimmend. Muss sich der Unternehmer erst selbst seine Gesamtlösung aus Einzelvorschlägen zusammenstellen, so fühlt er sich unter Umständen nicht gut beraten; das Thema „betriebliche Sicherheit“ wird ihm lästig. Die Erfahrung zeigt, dass dieser Zustand in vielen Betrieben vorherrscht.

Der Gesetzgeber hat dies erkannt und fordert daher in allen Rechtsregelungskreisen die entsprechenden Sicherheitsexperten zur Zusammenarbeit auf. Er hat ein Konzept für einen kontinuierlichen Verbesserungsprozess in der Prävention entwickelt, in das jeder Sicherheitsexperte integrierbar ist. Dieses Konzept wird in Folgendem an Hand des Vergleiches der Fachkraft für Arbeitssicherheit nach Arbeitssicherheitsgesetz mit dem Strahlenschutzbeauftragten nach Röntgenverordnung und Strahlenschutzverordnung hergeleitet. Zu Grunde gelegt werden hierbei das Arbeitsschutzgesetz (ArbSchG) [2], das Arbeitssicherheitsgesetz (ASiG) [1], die Röntgenverordnung (RöV) [3] und die Strahlenschutzverordnung (StrlSchV) [4].

2. Fachkraft für Arbeitssicherheit (SiFa) und Strahlenschutzbeauftragter (SSB)

Es ist allgemein bekannt, dass eine gute Zusammenarbeit nur dann entstehen kann, wenn sich die Akteure gegenseitig kennen und einzuordnen wissen.

2.1 Aufgabendefinition für die SiFa und den SSB

Die Entwicklung des Strahlenschutzrechts und des Arbeitsschutzrechts in Deutschland ist in den ersten Jahrzehnten seit Gründung der Bundesrepublik Deutschland getrennte, ja fast voneinander isolierte Wege gegangen. Während das nationale Strahlenschutzrecht bereits seit 1959 (erste Fassung des Atomgesetzes) durch Umsetzung von EURATOM-Richtlinien auf

europäischem Recht basiert, wird im nationalen Arbeitsschutzrecht erst seit den 1990er Jahren EU-Recht umgesetzt. Bis dahin gab es nur die historisch bedingte Parallelität von autonomem Arbeitsschutzrecht, geprägt durch die Berufsgenossenschaften und staatlichem Arbeitsschutzrecht ohne EU-Basis (z.B. ASiG [1] von 1974).

Staatliches und autonomes Arbeitsschutzrecht sind inhaltlich miteinander verknüpft. So konkretisiert das autonome Recht auch branchenbezogen das staatliche Recht. Beides ist verbindlich für den Unternehmer.

Im Strahlenschutzrecht erfolgt eine rechtsverbindliche Konkretisierung – risikobezogen – durch die Nebenbestimmungen einer Genehmigung oder durch Anordnungen, formuliert von den staatlichen Behörden.

Für den Unternehmer definieren die genannten rechtlichen Vorgaben seine Pflichten im Arbeitsschutz allgemein und speziell im Strahlenschutz (vgl. Abbildungen 1 und 2). Als fachliche Unterstützung bei der Umsetzung werden ihm vom Gesetzgeber in der Arbeitssicherheit u. a. die SiFa und der Betriebsarzt und im Strahlenschutz der SSB zur Seite gestellt. Die Aufgaben dieser, vom Unternehmer bestellten Sicherheitsexperten definieren sich aus den Pflichten des Unternehmers im Arbeitsschutz. An dieser Stelle sei noch einmal darauf hingewiesen, dass der Arbeitsschutz alle Themen der betrieblichen Sicherheit umfasst.

2.2 Einbindung der SiFa und des SSB in die betriebliche Organisation

Der betrieblichen Organisation des Arbeitsschutzes liegt u. a. das Modell aus dem ASiG [1] von 1974 zu Grunde. Im Strahlenschutz wird die Organisation von der RöV [3] und der StrlSchV [4] vorgegeben.

Wie bereits erläutert ist der Unternehmer selbst für die Umsetzung des Arbeitsschutzes verantwortlich. Hierbei wird er bei Fragen zur Arbeitssicherheit durch die SiFa beraten und unterstützt. Im Strahlenschutz überträgt der Unternehmer Pflichten auf einen oder mehrere SSB, die diese eigenverantwortlich umsetzen. Damit verbunden ist für den SSB eine betriebliche Weisungsbefugnis, die eine SiFa nicht hat. Anders ausgedrückt, ist die SiFa Mitglied eines Beraterstabes im Unternehmen, während der SSB in die betriebliche Verantwortungs- und Haftungskette integriert ist.

Das ASiG [1] beschreibt zusätzlich ein Beratungsgremium, das mindestens einmal im Vierteljahr zusammenzurufen ist, den Arbeitsschutzausschuss (ASA). Die SiFa, der Betriebsarzt, die Sicherheitsbeauftragten und die Personalvertretung sind hier Pflichtmitglieder. Andere Beauftragte in der betrieblichen Sicherheit, wie z.B. der SSB, sollen bei Bedarf vom Unternehmer hinzugezogen werden (§ 11 ASiG [1]). Im ASA berät sich der Unternehmer mit seinen Sicherheitsexperten und dem Betriebs-(Personal-)rat über die Belange des Arbeitschutzes.

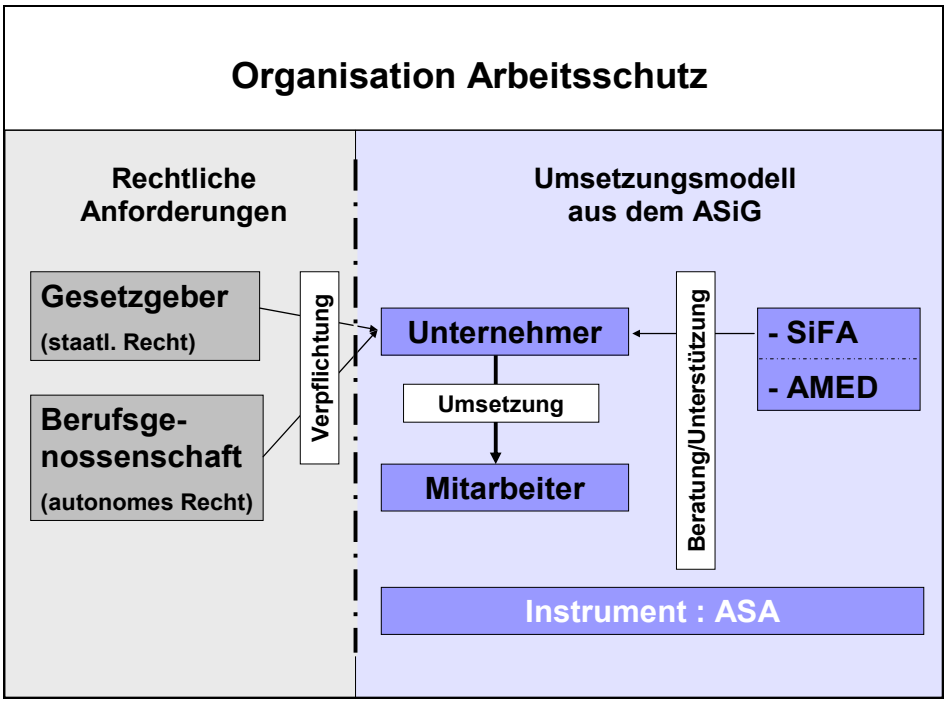


Abb. 1: Verpflichtung des Unternehmers durch den Gesetzgeber und die Unfallversicherungsträger und Einbindung der Fachkraft für Arbeitssicherheit (SiFa) in die betriebliche Organisation

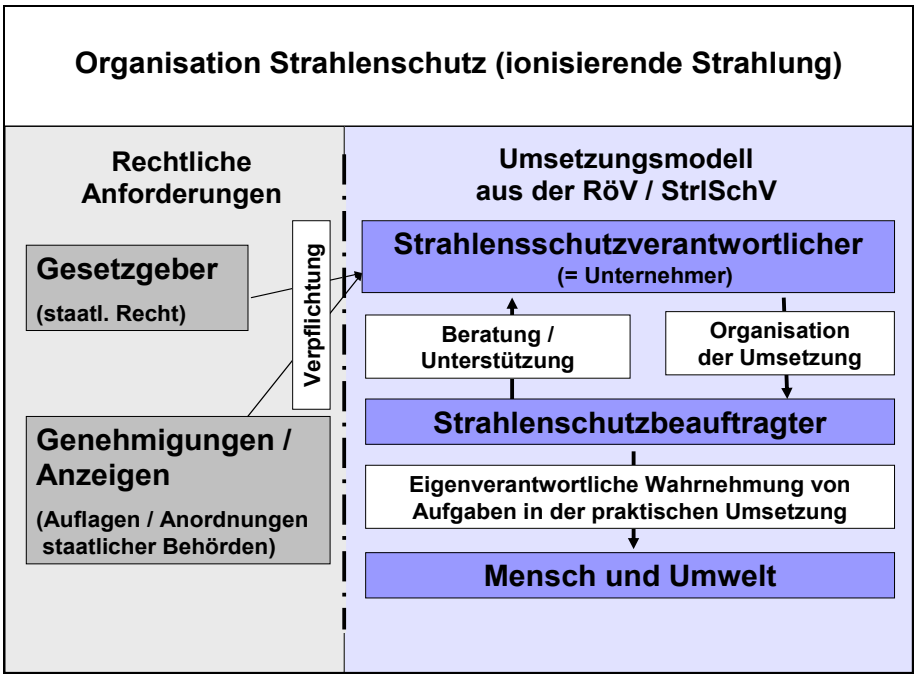


Abb. 2: Verpflichtung des Unternehmers durch den Gesetzgeber und Einbindung des Strahlenschutzbeauftragten (SSB) in die betriebliche Organisation

2.3 Zusammenarbeit von SiFa und SSB

Für die SiFa und den SSB gibt es eine Fülle von fachlichen Berührungspunkten. Beispielhaft sind hier zu nennen:
- Gestaltung und Optimierung von Arbeitsplätzen und Arbeitsverfahren,
- Auswahl und Einsatz von Arbeitsmitteln und Schutzausrüstungen,
- Gestaltung und Durchführung von Mitarbeiterunterweisungen,
- Überwachung von Strahlenschutz-/Arbeitssicherheits-Maßnahmen.

Der Unternehmer und damit auch die von ihm bestellten SiFa und SSB haben bei der Umsetzung Handlungsgrundsätze zu beachten, die allgemein im ArbSchG [2] aber auch in den meisten speziellen Rechtsregelungskreisen beschrieben sind. Der direkte Vergleich (Tabelle 1) zeigt, dass die Handlungsgrundsätze im ArbSchG [2] im Grunde einer allgemeinen Formulierung der fachlich konkreter gefassten Grundsätze aus dem Strahlenschutzrecht entsprechen.

Tabelle 1: Allgemeine Handlungsgrundsätze bei der Umsetzung

Aus Strahlenschutz-/Röntgenverordnung [4,3]		Aus Arbeitsschutzgesetz (ArbSchG [2])	
Grundsatz	Rechtsgrundlage	Grundsatz	Rechtsgrundlage
Handlungsgebot: Vermeiden von unnötiger (Kontamination und) Strahlenexposition und Minimierung auch unterhalb der Grenzwerte	§ 6 StrlSchV / § 2c RöV	**Handlungsgebot:** Vermeiden von Ursachen und Minimierung verbleibender Gefahren	§ 4 Abs. 1
Rangfolge der Schutzmaßnahmen: "Der Schutz beruflich strahlenexponierter Personen ist vorrangig durch bauliche und technische Vorrichtungen oder durch geeignete Arbeitsverfahren sicherzustellen"	§ 43 StrlSchV / § 21 RöV	**Rangfolge der Schutzmaßnahmen:** Technische Schutzmaßnahmen vor organisatorischen und beides vor personenbezogenen Schutzmaßnahmen.	§ 4 Abs. 5
Berücksichtigung von Stand der (Wissenschaft und) Technik	§ 6 StrlSchV / § 2c RöV	Berücksichtigung von Stand der Technik und sonstigen gesicherten arbeitswissenschaftlichen Erkenntnissen	§ 4 Abs. 3

Weiterhin fordert der Gesetzgeber den Unternehmer, die SiFa und den SSB konkret zur Zusammenarbeit auf (§ 32 Abs. 4 StrlSchV [4], § 14 Abs. 4 RöV [3], § 10 ASiG [1]), d.h. Synergien sollen genutzt werden.

Einige Anhaltspunkte für die praktische Umsetzung von Synergien liefert der Gesetzgeber in der StrlSchV [4]/RöV [3] in den Paragrafen zur Strahlenschutzanweisung und zur Unterweisung. Demnach können die Strahlenschutzanweisung und die Unterweisung Bestandteil z.B. anderer arbeitsschutzrechtlicher Betriebsanweisungen und Unterweisungen sein (§§ 34 und 38 StrlSchV [4] / §§ 15a und 36 RöV [3]).

3 Gefährdungsbeurteilung und Strahlenschutz

Einen weiteren Ansatzpunkt für die Zusammenarbeit liefert das stark auf Prävention hin ausgerichtete ArbSchG [2]. Mit der Aufgabe, eine Gefährdungsbeurteilung durchzuführen, wird der Unternehmer verpflichtet, die für die Beschäftigten mit ihrer Arbeit verbundenen Gefährdungen zu ermitteln und festzustellen, welche Maßnahmen des Arbeitsschutzes erforderlich sind (§ 5 Abs. 1 ArbSchG [2]). Das ASiG [1] sagt nun aus, dass die vom Unternehmer zu seiner Unterstützung und Beratung bestellten SiFa, ihn auch in diesem Punkt zu unterstützen haben (§ 6 ASiG [1]).

Auch wenn der Begriff "Gefährdungsbeurteilung" im Strahlenschutzrecht nirgends explizit genannt wird, so wird dort doch schon seit langem dieses Instrument - in stark formalisierter Form - angewandt. Der Gesetzgeber selbst definiert z.B. in der StrlSchV [4]/RöV [3], was unter Strahlenschutzgesichtspunkten ein niedriges Gefährdungspotenzial (keine besonderen Anforderungen an den Strahlenschutz), ein mittleres (Anzeigebedürftigkeit), ein hohes (Genehmigungsbedürftigkeit) und was ein sehr hohes Gefährdungspotenzial (Genehmigungsbedürftigkeit und Versicherungspflicht – nur StrlSchV [4]) ist. Die Punkte, die eine Gefährdungsbeurteilung nach Strahlenschutzrecht beinhalten soll, sind in den Genehmigungs-/Anzeige-Voraussetzungen in den Verordnungen beschrieben. Diese Fragestellungen decken sich nicht ganz mit denen aus der Gefährdungsbeurteilung nach ArbSchG [2]. So werden z.B. im Strahlenschutz keine psychischen Belastungen beurteilt. Nach dem ArbSchG [2] wiederum werden die Aspekte des Bevölkerungs- und Umweltschutzes primär nicht mit berücksichtigt. Aber die Punkte, die den technischen, betrieblichen Teil beschreiben, weisen zahlreiche Überschneidungspunkte auf.

Die Gefährdungsbeurteilung, als Präventionsinstrument, steht somit am Anfang der Überlegungen des Unternehmers (und damit der der SiFa und des SSB) zu Arbeitsschutz- und in Speziellem zu Strahlenschutzmaßnahmen.

4 Schlussfolgerung → Der kontinuierliche Verbesserungsprozess in der Prävention

Die identifizierten Gemeinsamkeiten in der Aufgabenstellung und Vorgehensweise der SiFa und des SSB zeigen, dass die Zusammenarbeit der Sicherheitsexperten auf Basis der bestehenden Rechtsgrundlagen problemlos optimiert werden kann.

In Abbildung 3 sind die Gemeinsamkeiten noch einmal strukturiert dargestellt. Das gleiche Bild entsteht, wenn der Vergleich auf andere Sicherheitsexperten der betrieblichen Sicherheit bzw. des Arbeitsschutzes ausgeweitet wird.

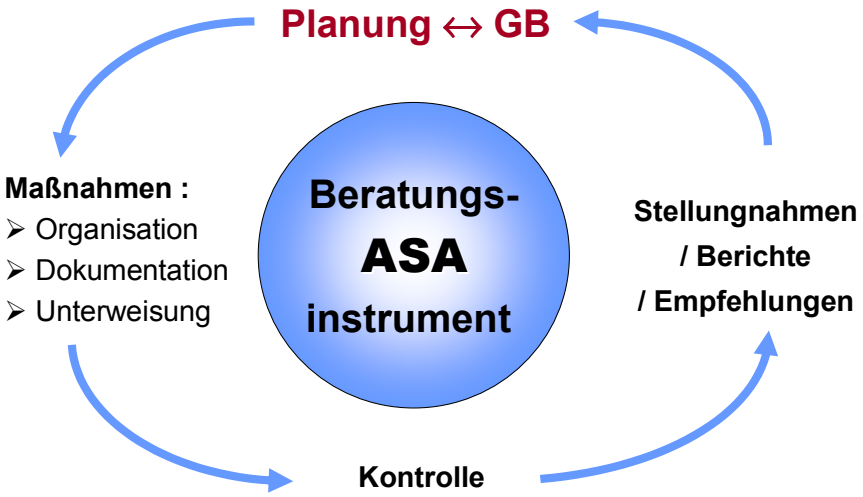


Abb. 3: Kontinuierlicher Verbesserungsprozess in der Prävention.
GB = Gefährdungsbeurteilung; ASA = Arbeitsschutzausschuss

Bei Fortschreibung der Gefährdungsbeurteilung, so wie es das Arbeitsschutzgesetz verlangt, beschreiben die Pfeile nicht nur einen Kreis, sondern eine Spirale. Somit entsteht ein kontinuierlicher Verbesserungsprozess in der Prävention.

5 Danksagung

Dieser Vortrag ist ein Ergebnis der zahlreichen Diskussionen mit meinen Kollegen aus dem Kooperationskreis Synergien in der betrieblichen Sicherheit [5]. Vielen Dank.

6 Literatur

[1] ASiG - Gesetz über Betriebsärzte, Sicherheitsingenieure und andere Fachkräfte für Arbeitssicherheit vom 12. Dezember 1973, zuletzt geändert am 31.10.2006 (BGBl. I, S. 2407)

[2] ArbSchG - Arbeitsschutzgesetz (Gesetz über die Durchführung von Maßnahmen des Arbeitsschutzes zur Verbesserung der Sicherheit und des Gesundheitsschutzes der Beschäftigten bei der Arbeit) vom 7. August 1996, zuletzt geändert am 31.10.2006 (BGBl. I, S. 2407)

[3] RöV - Röntgenverordnung (Verordnung über den Schutz vor Schäden durch Röntgenstrahlen); Fassung vom 30. April 2003 (BGBl. I, S. 604)

[4] StrlSchV - Strahlenschutzverordnung (Verordnung über den Schutz vor Schäden durch ionisierende Strahlen) vom 20. Juli 2001, zuletzt geändert am 01.09.2005 (BGBL. I, S. 2618)

[5] „Kooperationskreis Synergien in der betrieblichen Sicherheit (KKSyS)“ des Deutsch-Schweizerischen Fachverbands für Strahlenschutz e.V. (FS) und des Verbands deutscher Sicherheitsingenieure (VDSI)

NEBENAUFGABE STRAHLENSCHUTZ. WELCHES WISSEN BRAUCHEN FÜHRUNGSKRÄFTE UND MITARBEITER IN INDUSTRIE UND ENTSORGUNGS-WIRTSCHAFT FÜR DIE BEURTEILUNG VON NORM?

RADIATION PROTECTION AS A SECONDARY DUTY. WHICH KNOWLEDGE NEEDS MANAGERS AND STAFF OF INDUSTRY AND WASTE MANAGEMENT COMPANIES FOR THE ASSESSMENT OF NORM?

R. Gellermann
HGN Hydrogeologie GmbH, Braunschweig, Deutschland

Zusammenfassung

Die Regelungen des Teils 3 Kapitel 3 der StrlSchV zum Strahlenschutz bei Rückständen mit erhöhter natürlicher Radioaktivität („NORM“) unterscheiden sich wesentlich von allen „klassischen“ Vorgaben zum Strahlenschutz. Verantwortliche ohne strahlenschutzfachliche Qualifikation sind gefordert, bestimmte Regelungen der StrlSchV einzuhalten oder umzusetzen. Vertreter von Entsorgungsunternehmen haben ein Mitspracherecht bei der Festlegung von Entsorgungswegen und müssen ggf. Informationen bereitstellen, die für eine sachgerechte Expositionsabschätzung notwendig sind. Diese Aufgaben erweisen sich in der Praxis für die Beteiligten häufig als komplex, teilweise auch kompliziert. Ausgehend von Erfahrungen bei der Beratung von „Verpflichteten“ und Behörden zu diesem Sachgebiet sowie durchgeführten Schulungen zu diesem speziellen Teilgebiet des Strahlenschutzes werden im Beitrag Ansätze für eine bessere Aus- bzw. Weiterbildung in diesem Gebiet diskutiert.

The provisions of Part 3 Chapter 3 of the German Radiation Protection Ordinance (StrlSchV) regarding residues with enhanced natural radioactivity („NORM“) differ significantly from all „classical“ provisions in the radiation protection regulations. Legally responsible persons without any expertise in radiation protection are obliged to fulfil specific demands of the StrlSchV or to organise actions. Persons of waste treatment companies have to participate in the determination of disposal ways and they have to deliver information, which is needed for a qualified estimation of exposures. Frequently, these issues are complex and partly also complicated. Based on experiences from expertises for “responsible persons” and authorities as well as trainings courses in this special field of radiation protection the paper discusses some proposals for a better primary and continuing education in this special field of radiation protection.

1. Einleitung

Seit der Verabschiedung der Europäischen Grundnormen-Richtlinie 29/96/EURATOM vor mehr als 10 Jahren ist die natürliche Radioaktivität als Quelle erhöhter Strahlenexposition von Beschäftigten und Personen der Bevölkerung Teil des Strahlenschutzes in Europa. Seit 2001 sind die Grundnormen auch in Deutschland umgesetzt und damit zu vollziehende Praxis.

Dieser Beitrag konzentriert sich auf den Umgang[1] mit Materialien erhöhter natürlicher Radioaktivität (NORM, TENORM) und die zugehörigen Regelungen von Teil 3 Kapitel 3 StrlSchV. Dieser Regelungsbereich unterscheidet sich vom „klassischen“ Strahlenschutz in vieler Hinsicht. So wird als zuständige Person zur Wahrnehmung des Strahlenschutzes der „Verpflichtete“ eingeführt. Dieser Verpflichtete ist eine natürliche Person des vertretungsberechtigten Organs juristischer Personen, von Personenvereinigungen oder Personengesellschaften.

Der Verpflichtete benötigt zur Wahrnehmung seiner Aufgabe keinen eigenen Strahlenschutz-Sachverstand und muss auch keinen fachkundigen Mitarbeiter (Strahlenschutzbeauftragten) beschäftigen. Es sind weder Strahlenschutzunterweisungen noch personenbezogene Überwachungen erforderlich. Diese Regelungsfreiheit ist konsequent, da die Regelungen des Kapitels 3 vor allem dem Strahlenschutz der Bevölkerung dienen. Für die Beschäftigten in den durch die Anlage XII Teil A definierten Industriebereichen wird von einer nur geringen Strahlenexposition von unter 6 mSv pro Jahr ausgegangen, so dass für diese Personen Strahlenschutzmaßnahmen nur im Ausnahmefall angeordnet werden können (§ 102 StrlSchV).

Trotzdem bleibt der Sachverhalt festzuhalten, dass der Verpflichtete für die sachgerechte Handhabung von radioaktiven Stoffen im Sinne des § 2 AtG verantwortlich ist. In dieser Aufgabe wird er durch die StrlSchV verpflichtet, eine Reihe von Regelungen umzusetzen. Dazu gehören:

- Das Gebot der Dosisreduzierung (Optimierungsgebot) nach § 94 StrlSchV.
- Maßnahmen zum Schutz der Bevölkerung, wenn Richtdosis von 1 mSv pro Jahr überschritten werden **kann.**
- Die Einhaltung der Überwachungsgrenzen bei einer Entsorgung der Materialien ohne Entlassung (§ 97 Abs. 2).
- Das Sichern der Rückstände vor Zugriff Unbefugter und vor Abhandenkommen (§ 97 Abs. 4).
- Die Mitteilungspflicht an die Behörde, wenn mehr als 2 000 t Rückstände im Jahr anfallen oder verwendet werden (§ 100 Abs. 1).
- Die Anfertigung von Rückstandskonzepten und Rückstandsbilanzen bei Rückstandsmengen über 2 000 t pro Jahr (§ 100 Abs. 2 und Abs. 4).

Weitere Pflichten ergeben sich nach Abschluss einer rückstandserzeugenden Nutzung (§ 101) und ggf. aus Anordnungen von Behörden (§ 102).

Die Verletzung dieser Pflichten stellt nach § 116 StrlSchV eine Ordnungswidrigkeit im Sinne des § 46 Abs. 1 Nr. 4 AtG dar. Nach § 46 Abs. 2 AtG können in solchen Fällen Bußgelder bis zu 50 000 Euro verhängt werden.

Im Folgenden wird aus der subjektiven Sicht des Autors berichte, welche Probleme im Vollzug dieser Regelungen noch immer bestehen und wie eine Aus- oder Weiterbildung ausgerichtet sein müsste, um effizient und erfolgreich im Sinne des Strahlenschutzes zu sein.

[1] „Umgang“ hier umgangssprachlich und nicht als Begriff des Teils 2 StrlSchV (§ 3 Abs. 2 Nr. 34) gebraucht.

2. Praxis

Sowohl Veröffentlichungen [1] als auch eigene Erfahrungen zeigen, dass bei sachgerechtem Umgang mit Rückständen, der weitgehend durch Einhalten von Grundregeln des Arbeitsschutzes realisiert werden kann, die Richtdosis von 1 mSv für Personen der Bevölkerung praktisch nicht überschritten wird. Zwar wurden vereinzelt Arbeitsplätze gefunden, an denen Belastungen von 2 bis 3 mSv/a auftreten können [2], gerade diese Arbeitsplätze sind aber in Deutschland als Folge des Rückstandsbegriffs nicht durch die Regelungen der StrlSchV erfasst und nur über den § 102 strahlenschutzseitig zu überwachen.

Die Erfahrungen der vergangenen Jahre zeigen aber auch, dass die Umsetzung des Strahlenschutzes bereits bei der Entsorgung von Rückständen erhebliche Vollzugsdefizite und Reibungsflächen aufweist, deren Ursachen vor allem in Kenntnisdefiziten liegen. Beispiele sind:

- Einige zuständige Mitarbeiter von Betrieben der in Anlage XII Teil A genannten Industrien vermeiden die Kenntnisnahme dieser Zugehörigkeit und warten auf Hinweise der Behörden. Eine Überwachung der Rückstände findet nicht statt.
- Die Annahme von Abfällen, die aus der Überwachung entlassen worden sind, wird durch Entsorger abgelehnt. Es werden zu entsorgende Rückstände als „radioaktive Abfälle“ interpretiert, Freigabewerte, Freigrenzen und Überwachungsgrenzen sowie Entlassungskriterien verwechselt.
- Auch nach 2001 wurden (vereinzelt) überwachungsbedürftige Rückstände besonders hoher spezifischer Aktivität als radioaktiver Abfall an Fachfirmen abgegeben, im guten Glauben, damit einen besonders sicheren Entsorgungsweg zu beschreiten. Formal wurde aber gegen die Festlegungen des § 99 StrlSchV verstoßen.
- Bezüglich der Festlegungen des § 100 (Meldepflichten, Rückstandskonzepte, Rückstandsbilanzen) gibt es bisher vor allem für die in dieser Regelung mit zu erfassenden Rückstände, deren spezifische Aktivität unterhalb der Überwachungsgrenzen liegt, kaum eine wirkliche Vollzugspraxis.
- Bei der Entsorgung von Kleinmengen (unter 100 kg) wurden teilweise unangemessene Nachweise zur Einhaltung der Schutzziele gefordert [3], aber auch „kreative Lösungen“ (Entsorgung über das Abwasser) angewiesen, deren strahlenschutzfachliche Rechtfertigung zu hinterfragen ist – deren praktische Rechtfertigung aber vor dem Hintergrund abfallwirtschaftlicher Probleme einer Entsorgung verständlich ist.

Neben diesen Komplikationen bei der Umsetzung klarer Regelungen gibt es ein größeres Graufeld um die Zulassung von Rückständen zum Bergversatz und die Überwachung sonstiger Materialien (§ 102 StrlSchV). Bei letzterem ist vor allen die Frage, unter welchen Voraussetzungen eine solche Überwachung angeordnet werden kann, ein offensichtlich vielfach unklarer Sachverhalt.

Gerade auf Seiten der zuständigen Behörden ist festzustellen, dass die unterschiedlichen Konzepte des Strahlenschutzes bei künstlichen und natürlichen Strahlenquellen erhebliche Probleme bereiten können und die Vollzugspraxis in den Ländern sich erheblich unterscheidet.

3. Erfahrungen mit Weiterbildungen

Durch den Verfasser wurde bereits relativ früh versucht, die neuen Regelungen der StrlSchV an Mitarbeiter der betroffenen Industrien und andere Interessierte zu vermitteln. Als spezielle Zielgruppe wurde dabei neben der in Anlage XII Teil A benannter Industrie stets die Abfallwirtschaft gesehen, da Rückstände bereits in der StrlSchV aus der Entsorgungsabsicht heraus definiert werden.

Neben Vorträgen auf Weiterbildungsveranstaltungen für Strahlenschützer (z.B. Sommerschule Strahlenschutz 2003 [4]) wurden in Zusammenarbeit mit dem IWU Magdeburg im Zeitraum von 2001 bis 2005 Tagesseminare zum Themenkreis *radioaktive Materialien (NORM) / Abfälle mit natürlicher Radioaktivität* angeboten und durchgeführt. Das IWU stellte insofern einen günstigen Veranstalter dar, als es vor allem Weiterbildungen für Behörden und Industrie in vielen Umweltbereichen darunter auch der Abfallwirtschaft anbietet.

2005 und 2006 wurden gemeinsam mit dem ZSR Hannover zwei Kurse vorbereitet, angeboten und durchgeführt. Ein erster, eintägiger Kurs war als „Meisterkurs“ für Beschäftigte in der Erdöl- Erdgasindustrie geplant, der zweite als Kurs war betitelt als „Praktischer Strahlenschutz für die Erdöl-/Erdgasindustrie im Bereich von NORM–Stoffen gemäß Fachkundegruppe S7.4 der Fachkunde-Richtlinie zur StrlSchV“.

Die Erfahrungen dieser Seminare, Kurse und Weiterbildungsveranstaltungen können wie folgt zusammengefasst werden:

- In den Fachveranstaltungen für die Strahlenschutzbehörden ist das Thema NORM ein Randthema. Es wird zwar mit einer allgemeinen Interessiertheit zu Kenntnis genommen, betrifft aber die Mehrheit der Behördenvertreter kaum.
- Von Seiten der Industrie nehmen nur diejenigen an entsprechenden Weiterbildungsveranstaltungen teil, deren Firmen oder Einrichtungen die Radioaktivität als Problem, Aufgabe oder Chance erkannt haben. Eine systematische Information aller Industriebereiche, die von der Anlage XII Teil A der StrlSchV benannt sind, wird auf dem Wege der Weiterbildung nicht erreicht.
- Von vielen Teilnehmern werden praktische Fragen des Strahlenschutzes, insbesondere der sachgerechte Umgang mit Messgeräten als besonders wichtig eingeschätzt. Darüber hinaus werden aber auch Leitfäden für die Praxis, wie der WEG-Leitfaden [5] oder die von uns entwickelten Formblätter zur Entlassung von Rückständen als wichtige Hilfen erkannt.
- Letztlich tragen Weiterbildungen erheblich dazu bei, die Unsicherheit gegenüber dem Thema Radioaktivität und Strahlung abzubauen und auf eine sachliche Beurteilung hinzuwirken (s. [6]).

Trotz vieler positiver Entwicklungen in einzelnen Bereichen bleibt festzuhalten, dass die Umsetzung der Rückstandsregelungen der StrlSchV an vielen Stellen an mangelnder Kenntnis der Beteiligten krankt und dass die derzeitigen gesetzlichen Regelungen hier keine wirkliche Handhabe für eine bessere Praxis geben.

4. Learning by Doing – das ALARA-NORM Netzwerk

Ein neuer Zugang zur Information und Weiterbildung von Personen, die mit dem Thema „NORM“ konfrontiert sind, stellt das ALARA-NORM Netzwerk dar. Dieses von der EU geförderte Netzwerk dient der Förderung einer sachgemäßen und abgestimmten Optimierung des Strahlenschutzes in der nicht-kerntechnischen Industrie. **EAN_{NORM}** ist dabei konzipiert, als eine Komponente im EAN, einem europäischen Netzwerk, das dem direkten Austausch von Informationen zwischen den zuständigen Behörden von Ländern, der Industrie oder von Industrieverbänden über den administrativen und operationellen Strahlenschutz dient (s. auch [7]).

Folgende Inhalte des Projektes sind auf die Vermittlung von Wissen, die Verbreitung von Erfahrungen und Technologien ausgerichtet:

- Erfassung der gegenwärtigen Praxis des Strahlenschutzes in der NORM Industrie und Identifizierung von Optimierungspotential,
- Entwicklung und Pflege von Leitlinien für eine gute Strahlenschutzpraxis in der NORM Industrie,
- Etablieren von Kooperationen zu anderen internationalen Organisationen und Vereinigungen sowie zu bestehenden Netzwerken,
- Organisation und Durchführung von Workshops.

Damit steht eine Plattform zur Verfügung, die vor allem im europäischen Rahmen einen Informationsaustausch fördert. Diese Plattform kann keine Ausbildungen zu nationalen Regelungen ersetzen. Sie kann aber Erfahrungsträgern Anregungen zur Verbesserung ihres Handelns geben und sie eröffnet vor allem eine europäische Sichtweise auf die Problematik. Gerade diese europäische Sichtweise mit vielen unterschiedlichen Ansätzen und Facetten zum Umgang mit NORM kann den Verantwortlichen helfen, den Strahlenschutz in einer für ihren jeweiligen Industriezweig angemessenen Form umzusetzen.

5. Schussfolgerungen

Der Vollzug von Teil 3 Kapitel 3 StrlSchV krankt auch 7 Jahre nach seiner Einführung noch vielfach an fehlendem Wissen der Verpflichteten und Interpretationsunsicherheiten einiger zuständiger Behörden.

Dieser lückenhafte Vollzug erschwert eine objektive Beurteilung von Expositionssituationen von Personen der Bevölkerung sowohl in Betrieben in denen Rückstände anfallen, mehr jedoch in den Bereichen der Wirtschaft, die Rückstände weiter verarbeiten, behandeln und beseitigen. Vor allem die Umsetzung von § 102 und die Anwendung von Anlage XII Teil C StrlSchV könnten verbessert werden, wenn ein praktikables System von (einfachen!) Leitlinien, Formblättern und Prüfwerten der spezifischen Aktivität zur Kontrolle von Mengenströmen existieren würden.

Unabhängig davon wäre eine an den tatsächlichen Erfordernissen ausgerichtete Fachkunde für Führungskräfte und Mitarbeiter in Industrie hilfreich, um den Vollzug der Regelungen voran zu bringen. Notwendig ist aber auch ein verbessertes Wissen von Mitarbeitern der Abfallwirtschaft, damit sachgerecht an den Annahmeerklärungen mitgewirkt werden kann. Die immer

noch anzutreffende Auskunft, dass „radioaktive Abfälle“ leider nicht angenommen werden, muss zurückgedrängt werden. Radioaktivität darf nicht länger ein Schreckwort für die Abfallwirtschaft sein!

Andere europäische Länder, darunter auch Österreich fordern in ihren Regelwerken (Natürliche Strahlenquellen-Verordnung NatStrV, 2008) von den Verpflichteten zu „Rückständen“ explizit einen Experten zur Beurteilung der jeweiligen Situation einzuschalten, sofern der Verpflichtete selbst nicht über die notwendigen Kenntnisse zur Erfüllung der Aufgaben verfügt (§ 10 NatStrV). Diese Sachkunde ist auch in Deutschland erforderlich, wenn die Aufgaben, die Teil 3 Kapitel 3 der StrlSchV stellen, sachgerecht umgesetzt werden sollen.

In einer Zeit der Informationsfluten und der immer wachsenden Ansprüche an das Wissen von Entscheidungsträgern aller Ebenen muss sich die Ausbildung der – wie auch immer definierten - „Experten“ vor allem auf die sachgerechte Beurteilung von Aufgaben konzentrieren. Dabei geht es im Teil 3 Kapitel 3 StrlSchV in erster Linie um sachgerechtes Abfallmanagement und nicht vorrangig um Strahlenschutz. Obwohl die derzeitige Fachkunde-Richtline Strahlenschutz für diese Aufgabe keine speziellen Vorgaben macht, zeigt die Ausbildungspraxis im Strahlenschutz, dass die Befassung mit Strahlung, dem Phänomen Radioaktivität und Strahlenwirkungen einen beträchtlichen Teil der Ausbildung einnimmt. Im Unterschied dazu kommen in der Ausbildung von Abfallbeauftragten die naturwissenschaftlichen Grundlagen zur Toxikologie der Abfälle praktisch nicht vor. Hier neue Inhalte zu definieren und neue Wege der Ausbildung zu beschreiten ist notwendig, wenn die Ziele der StrlSchV erreicht werden sollen. Beispielsweise könnte wäre darüber zu diskutieren, ob nicht eine Ausbildung zu den Schnittstellen von Abfallrecht und Strahlenschutz (dazu gehören auch Teile des § 29 StrlSchV) in die Ausbildung von Abfallbeauftragten nach Abfallrecht integriert werden kann. Eine Fachkunde zur Fachkundegruppe S7.4 oder ein analoger Qualifikationsnachweis könnten ggf. auch als Zusatzqualifikation zu abfallrechtlichen Qualifikationen („Abfallbeauftragter“) vergeben werden.

Vor allem Optimierung erfordert neben besserem Wissen eine möglichst einfache und verständliche Kommunikation. Wenn derzeit teurere Entsorgungswege für NORM-Abfälle gewählt werden müssen als es abfallrechtlich notwendig ist, entspricht das nicht dem Optimierungsgebot. Eine Möglichkeit der besseren Kommunikation bestände nach Meinung des Verfassers im Etablieren eines Begriffes wie z.B. „Abfälle mit Radioaktivität“ als Alternative zu „radioaktiven Abfällen“, um die Kommunikation über die zu entsorgenden Materialien klarer zu gestalten. (Die damit einhergehenden Bedenken sind dem Verfasser bekannt.)

Letztlich werden wir nur dann einen weitgehend funktionierenden Strahlenschutz im Bereich NORM erhalten, wenn wir bereit sind, bekannte Wege der Wissensvermittlung zu verlassen und neue Wege zu suchen. Weiterbildungsangebote über bestehende Weiterbildungen im Abfallrecht und Arbeitsschutz könnten hilfreich sein. Die vom Kooperationskreis SYS des FS betriebene Zusammenarbeit mit Arbeitsschützern ist ein vielversprechender Weg.

6. Literaturverzeichnis

[1] D. Wymer: Managing exposure to NORM – consensus or chaos? Proceedings NORM V Conference. Seville, March 2007 (CD)

[2] J. Döring, T. Beck, M. Beyermann, J. Gerler, G. Henze, J. Mielcarek, U.-K. Schkade: Exposure and radiation protection for working areas with enhanced natural radioactivity. Proceedings NORM V Conference. Seville, March 2007 (CD)

[3] M. Köhler, Diskussionsbeiträge im AKNAT (unveröffentlicht)

[4] R. Gellermann: Strahlenschutz bei natürlich vorkommenden radioaktiven Materialien mit erhöhter Radioaktivität (NORM). In: Strahlenschutz. Wissenschaftliche Grundlagen. Rechtliche Regelungen. Praktische Anwendungen. Komp. der Sommerschule Strahlenschutz 2003. H. Hoffmann Verlag Berlin. S. 181-198

[5] Wirtschaftsverband Erdöl- und Erdgasgewinnung e.V. (WEG). Leitfaden für Arbeiten mit natürlicher Radioaktivität. (Aktuelle Fassung 2005)

[6] R. Gellermann, H. Schulz: Wahrnehmung von Radioaktivität bei Arbeiten durch Beschäftigte in der nicht-kerntechnischen Industrie. In: Strahlenschutz-Aspekte bei natürlicher Radioaktivität. 38. Jahrestagung des Fachverbandes für Strahlenschutz. (Herausg.: E. Ettenhuber, R. Giessing, E. Beier, A. Bayer). TÜV Media GmbH, Köln 2006. S. 141-146

[7] K. Flesch, H. Schulz, E. Ettenhuber und R. Gellermann: Das ALARA-NORM Netzwerk – Eine neue Möglichkeit des Erfahrungsaustausches und der Weiterbildung im Bereich NORM. Beitrag 40. Jahrestagung FS, Mainz 2008 (dieser Band).

SCHUTZZIELORIENTIERUNG: EIN LÖSUNGSANSATZ BEI KOMPLEXEN AUFGABENSTELLUNGEN IM ARBEITS- UND STRAHLENSCHUTZ

SAFETY AIM ORIENTATION: A METHOD TO RESOLVE COMPLEX TASKS IN OCCUPATIONAL SAFETY AND RADIATION PROTECTION

S. Lambotte
B·A·D Gesundheitsvorsorge und Sicherheitstechnik GmbH, Abteilung Fraunhofer, Hansastraße 28, 80686 München

Zusammenfassung

In der betrieblichen Praxis des Arbeits- und Umweltschutzes gibt es immer wieder Situationen, in denen es zu Konflikten zwischen den Sicherheitsexperten verschiedener Fachdisziplinen kommt. Dies ist nicht nur durch Unterschiede bezüglich der Ausbildung, der Verantwortlichkeit und Arbeitsweise begründet. Oftmals enthalten die entsprechenden Rechtsgrundlagen auch widersprüchliche Forderungen. Die systematische Durchführung einer Gefährdungsbeurteilung ist ein wesentliches Hilfsmittel, um derartige Konflikte aufzulösen. Insbesondere das Arbeiten mit Schutzzielen leistet dabei einen wesentlichen Beitrag, da Zielkonflikte gut herausgearbeitet werden können. Dadurch wird es möglich, wirtschaftliche und praxisgerechte Lösungen zu finden, die den Interessen aller Beteiligten gerecht werden.

In the operational practice of occupational safety and environmental protection there are often situations, where conflicts between safety experts of different disciplines arise. They are not only caused by differences in education, responsibilities and working methods. In many cases there are contradictory demands of the different legal provisions. Risk assessment is a powerful tool to resolve this kind of conflicts. Especially working with safety aims is very helpful in elaborating conflicts of interests. Thereby it is possible to find economic and feasible solutions that meet the requirements of all parties concerned.

1 Einleitung

Der Unternehmer, der grundsätzlich die Verantwortung für den Arbeits- und Umweltschutz trägt, bedient sich oftmals einer Anzahl von Beauftragten, die ihn bei dieser Aufgabe unterstützen. Diese Beauftragten (z.B. Strahlenschutzbeauftragter, Sicherheitsbeauftragter, Betriebsarzt, Fachkraft für Arbeitssicherheit, Gefahrstoffbeauftragter, Brandschutzbeauftragter, Projektleiter Biologische Sicherheit) werden im folgenden mit dem Begriff Sicherheitsexperte zusammengefasst.

Da jeder dieser Sicherheitsexperten auf Grund seines Tätigkeitsgebietes einen anderen Fokus hat, kommt es bei der Planung und Umsetzung von Schutzmaßnahmen nicht selten zu Konflikten bezüglich der Priorisierung, teilweise sogar zu entgegengesetzten fachlichen Standpunkten.

Im diesen Beitrag soll erörtert werden, wie diese Differenzen entstehen. Darauf aufbauend wird ein möglicher Weg aufgezeigt, wie die Sicherheitsexperten in der Praxis effizienter zusammenarbeiten können.

2 Unterschiede zwischen den Sicherheitsexperten im Arbeits- und Umweltschutz

Unabhängig von individuellen Unterschieden zwischen den Personen unterscheiden sich die Sicherheitsexperten eines Unternehmens bezüglich verschiedener Parameter, die hier im Folgenden kurz erörtert werden.

2.1 Ausbildung

Das Ausbildungsniveau der Sicherheitsexperten unterscheidet sich ganz erheblich. Während der Sicherheitsingenieur und der Betriebsarzt ein Hochschulstudium benötigen, werden an den Sicherheitsbeauftragten keine derartigen Forderungen gestellt. Bei Brandschutzbeauftragten ist das Ausbildungsniveau sehr unterschiedlich, da in weiten Bereichen keine diesbezüglichen Anforderungen gestellt werden. Im Bereich des Strahlenschutzes ergeben sich unterschiedliche Regelungen. Je nach Fachkundegruppe ist eine Hochschulstudium oder auch gar keine Ausbildung erforderlich.

Auch die fachspezifische Ausbildung ist sehr unterschiedlichen Umfangs. Während für die Fachkundegruppe R3 Röntgenverordnung ein eintägiger Kurs ausreicht, erstreckt sich die Ausbildung der Fachkraft für Arbeitssicherheit berufsbegleitend über ca. 2 Jahre mit Präsenzphasen, Selbstlernphasen und Praktika.

2.2 Verantwortlichkeit

Auch im Bereich der Verantwortung unterscheiden sich die Sicherheitsexperten ganz erheblich. Während der Sicherheitsbeauftragte praktisch keine Verantwortung mit möglichen Rechtsfolgen übernimmt, haftet die Fachkraft für Arbeitssicherheit für die fachlich richtige Beratung des Unternehmers. Strahlenschutzbeauftragte hingegen übernehmen Unternehmerverantwortung und erhalten dementsprechend auch die Weisungsbefugnis in ihrem Aufgabenbereich. Bei anderen Sicherheitsexperten wie Brandschutzbeauftragte und Gefahrstoffbeauftragte wird dies unterschiedlich gehandhabt, da sie in der Regel ohne zwingende Rechtsgrundlage bestellt werden.

2.2 Arbeits- und Sichtweisen

Auch wenn an dieser Stelle die Gefahr besteht, in Verallgemeinerungen zu verfallen, soll auf typische Arbeits- und Sichtweisen der verschiedenen Sicherheitsexperten eingegangen werden. Dabei wird nicht der Anspruch erhoben, dass alle Sicherheitsexperten der verschiedenen Disziplinen so arbeiten, und es soll auch keine Wertung im Sinne einer guten oder schlechten Arbeits- und Sichtweise erfolgen.

Strahlenschutzbeauftragte arbeiten sehr eng am Vorschriftenwerk. Die darin vorgegebenen Regeln werden möglichst punktgenau umgesetzt. Eine Betrachtung des Gesamtsystems Mensch - Technik - Organisation erfolgt in der Regel nicht, da der Fokus auf die Umsetzung der engen Vorgaben des Strahlenschutzrechtes gerichtet ist.

Ähnlich verhält es sich mit Brandschutzbeauftragten, die in der Regel die Einhaltung der Vorgaben des Bauordungsrechtes überprüfen. So kommt es nicht von ungefähr, dass allen Brandschutzbeauftragten Rückenschäden nachgesagt werden, weil diese sich ständig nach Plaketten der Feuerlöscherprüfungen bücken müssen. In vielen Fällen sind Brandschutzbeauftragte aber noch in anderen Funktionen, z.B. als technischer Leiter oder als Fachkraft für Arbeitssicherheit tätig, so dass in diesen Fällen das Gesichtsfeld erweitert wird.

Den Gegenpol bilden oftmals die Betriebsärzte vergangener Tage, deren Blick primär auf den Menschen und hierbei insbesondere auf arbeitsmedizinische Vorsorgeuntersuchungen gerichtet ist. Oftmals wird dabei nicht beachtet, dass der Mensch sich in einem technischen und organisatorischen Umfeld bewegt, ohne dessen Betrachtung eine fortschrittliche arbeitsmedizinische Beratung nicht möglich ist.

Eine entgegengesetzte Sichtweise ist oftmals bei Fachkräften für Arbeitssicherheit der alten Schule zu beobachten. Statt einer ganzheitlichen Systembetrachtung werden mit dem Zollstock die Einhaltung von Maßen überprüft und kleinste Abweichungen werden moniert.

Das moderne Verständnis von Arbeitsschutz geht davon aus, dass unter der Berücksichtigung aller Komponenten des Arbeitssystems Mensch - Technik - Organisation eine Gesamtlösung zur Optimierung der Sicherheit, des Gesundheitsschutzes und der menschengerechten Gestaltung der Arbeit gefunden werden soll. Dementsprechend wurde die Ausbildungsordnung der Ausbildung der Fachkräfte für Arbeitssicherheit reformiert. Am Rande sei bemerkt, dass dies auch zu kritischen Stimmen führte, die behaupten, dass sich die neu Ausgebildeten nicht mehr im Vorschriftenwerk auskennen würden.

3 Problematik der Vorschriftenorientierung

Die wortgetreue Umsetzung von Vorschriften bringt unbestreitbar einen großen Vorteil: Die Rechtssicherheit wird dadurch sehr gut verbessert. Es stellt sich jedoch die Frage, ob die Einhaltung von Maßen und Messwerten sowie eine penible Dokumentation in allen Fällen ausreicht, um tatsächlich gesunde und menschengerechte Verhältnisse zu schaffen. Gerade in komplexeren Arbeitssystemen zeigt es sich zudem, dass es durch die Vielzahl von einschlägigen Regeln sogar zu gegensätzlichen Forderungen der Sicherheitsexperten kommen kann. Dies soll an Hand des folgenden Beispiels erläutert werden, welches sich im wesentlichen so tatsächlich begeben hatte:

In einem Radionuklidlabor SK2 stellt der Strahlenschutzbeauftragte fest, dass sich die Fenster öffnen lassen. Er ordnet an, dass die Fenstergriffe entfernt werden. Einige Zeit später findet eine Begehung durch den Brandschutzbeauftragten statt. Dieser ist empört, weil der vorgesehene zweite Flucht- und Rettungsweg, nämlich die Fenster, nicht mehr benutzbar ist. Zusammen mit dem Strahlenschutzbeauftragten einigt er sich darauf, dass neben den Fenstern ein handelsüblicher Schlosserhammer zum Einschlagen der Scheiben angebracht wird. Die nächs-

te Begehung wird von der Fachkraft für Arbeitssicherheit durchgeführt. Diese stellt glasklar fest, dass beim Einschlagen der Scheibe mit dem Hammer die Gefahr von Augen- und Hautverletzungen durch Splitter besteht. Als Schutzmaßnahme wird diskutiert, ein Gesichtsschutzschild und Lederhandschuhe neben dem Hammer aufzuhängen.

Was ist das Ergebnis dieser Aktion? Zuerst ist festzustellen, dass die letztlich geplante Lösung einfach nur unbefriedigend ist. Es wurden zusätzliche Gefahren geschaffen, und anstatt die Gefahr zu bekämpfen, wurde auf persönliche Schutzausrüstung ausgewichen. Dies stellt eine Verletzung der grundsätzlichen Prinzipien des Arbeitsschutzes dar, wonach Gefahren an der Quelle zu bekämpfen sind und persönliche Schutzausrüstung nur als letzte Maßnahme nach technischen und organisatorischen Schutzmaßnahmen eingesetzt werden darf. Davon abgesehen kann sich jeder vorstellen, dass diese Gegebenheit nicht zu einem Ansehensgewinn der Sicherheitsexperten bei den Beschäftigten und der Unternehmensleitung geführt hat.

Das Problem in diesem Fallbeispiel liegt nicht darin, dass die Beteiligten ihre Rechtsvorschriften nicht kennen. Ursache ist vielmehr, dass unsystematisch gearbeitet wurde. Eine gemeinsam durchgeführte systematische Gefährdungsbeurteilung wäre sehr einfach zu einer kostengünstigen, praxisgerechten und regelkonformen Lösung des Problems gekommen.

4 Gefährdungsbeurteilung

Die Gefährdungsbeurteilung stellt DAS methodische Kernelement des modernen Arbeitsschutzes dar. Sie ist ein hilfreiches und leistungsfähiges Instrument zur Lösung von komplexen Problemstellungen.

Die Gefährdungsbeurteilung gliedert sich in die folgenden Schritte:

1. Festlegung des Beurteilungsbereiches
2. Ermittlung der Gefährdungen
3. Festlegung der Schutzziele
4. Festlegung technischer, organisatorischer und personenbezogener Schutzmaßnahmen
5. Umsetzung der Maßnahmen
6. Umsetzungs-, Wirkungs- und Erhaltungskontrolle
7. Dokumentation

Alle Schritte werden im Sinne eines kontinuierlichen Verbesserungsprozesses regelmäßig (in der Regel jährlich) durchlaufen. Der Ablauf ist dem folgenden Schema zu entnehmen:

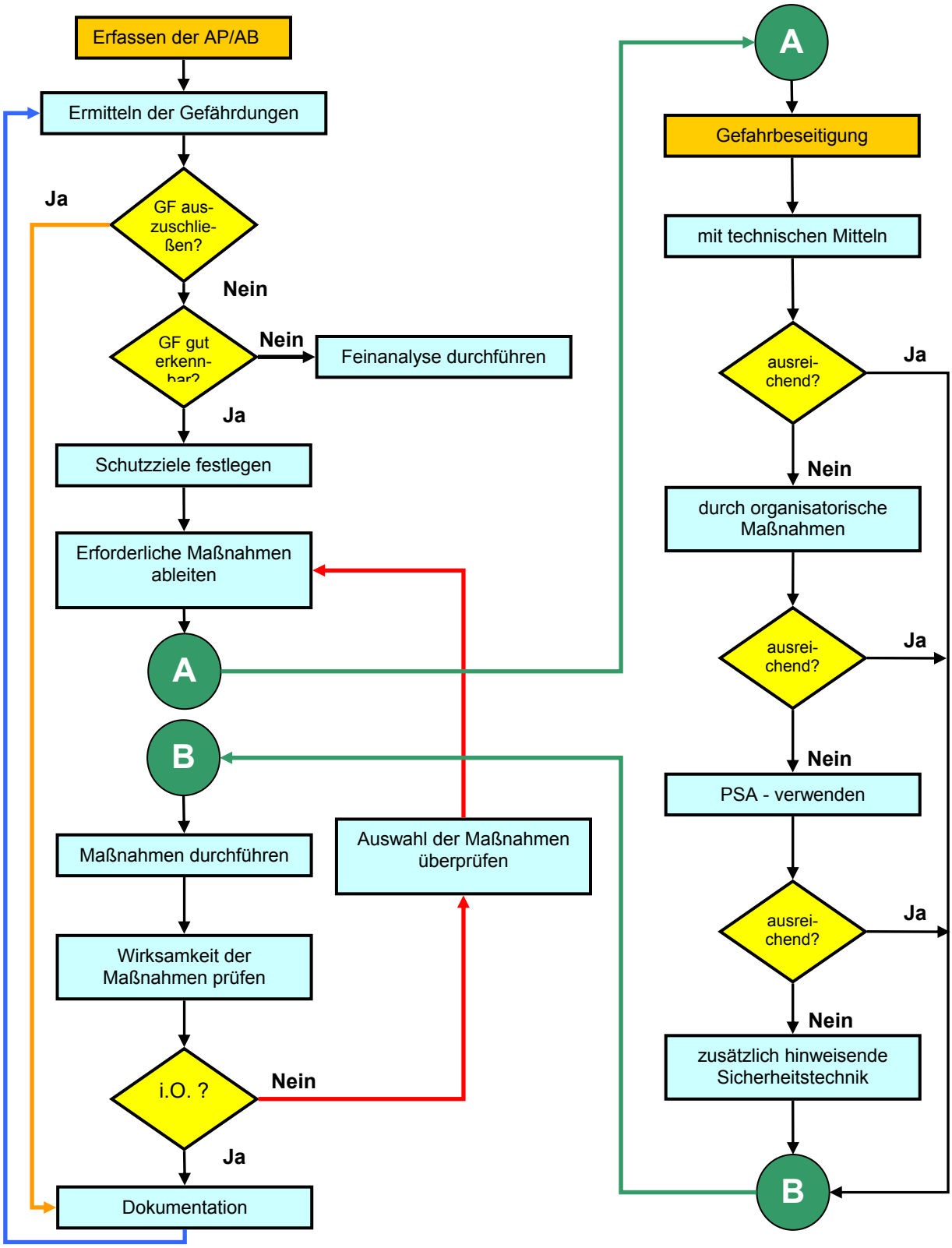


Abb. 1: Ablaufschema für die Gefährdungsbeurteilung. Abkürzungen: A und B: Sprungstellen im Diagramm; AP: Arbeitsplatz; AB: Arbeitsbereich; GF: Gefährdung; i.O.: in Ordnung

Ein Problem der vorschriftenorientierten Arbeitsweise ist, dass der Arbeitsablauf bei der Umsetzung der in den Vorschriften geforderten Maßnahmen beginnt. Eine detaillierte Analyse des Arbeitssystems wird daher nicht durchgeführt. Aus diesem Grunde entfällt auch die Festlegung von Schutzzielen. Dieses Arbeitsweise ist bei einfachen Sachverhalten wie der Beurteilung eines Bildschirmarbeitsplatzes oftmals ausreichend. Spätestens jedoch, wenn Konflikte auftreten, ist eine andere Arbeits- und Sichtweise geboten.

5 Schutzzielorientierung

In der Praxis fällt es Vielen schwer, die Bedeutung der Schutzziele zu erkennen oder gar Schutzziele selbst zu bestimmen. Der Grund mag darin liegen, dass dieser Schritt als unnötig erachtet wird oder eventuell auch nicht die Systematik der Gefährdungsbeurteilung verinnerlicht wurde. Daher wird zur Erläuterung an dieser Stelle das obige Fallbeispiel wieder aufgegriffen.

Im ersten Schritt erkannte der Strahlenschutzbeauftragte einen regelwidrigen Zustand. Diesen löste er, formal richtig in Anwendung der DIN 25425-1:2001-06, durch das Entfernen der Fensterklinken. Alternativ hätte er mit den anderen Sicherheitsexperten eine kurze Gefährdungsbeurteilung machen können. Beim Punkt Schutzziel hätte man sich überlegen müssen, welche Ziele, insbesondere durch die Vorgaben der technischen Regeln, erreicht werden sollten. Also hätte man sich die Frage stellen müssen, WIESO die Fenster nicht geöffnet werden dürfen. Die Antwort ist, dass bei geöffneten Fenstern der Unterdruck nicht gehalten werden kann. Also ist als erstes Schutzziel festzulegen:

Schutzziel 1: Die Aufrechterhaltung des Unterdruckes muss dauerhaft gewährleistet sein.

Der Brandschutzbeauftragte hätte aus seiner Sicht folgendes Schutzziel formuliert:

Schutzziel 2: Ein sicheres Verlassen des Labors über die Fenster muss ohne Hilfsmittel sichergestellt sein.

Erst jetzt und nicht vorher sollte man Lösungsalternativen diskutieren. Die Maßnahme "Hammer aufhängen" genügt nicht der Erfüllung des Schutzzieles des Brandschutzbeauftragten. Dass die Klinken ohne weiteres bedienbar sind, widerspricht dem Schutzziel des Strahlenschutzbeauftragten. Organisatorisch ließe sich über eine Betriebsanweisung regeln, dass die Fenster nur im Notfall geöffnet werden dürfen. Dies ist dem Strahlenschutzbeauftragten aber nicht zuverlässig genug und entspricht nicht den Vorgaben der DIN 25425-1:2001-06.

Die Lösung ist, dass die Fensterklinken gegen unbefugte Benutzung gesichert werden, aber im Notfall jederzeit zu betätigen sind. Dies lässt sich ohne weiteres durch handelsübliche Plastik-Abdeckhauben für Fensterklinken erreichen. Und damit ist eine saubere, zuverlässige und kostengünstige Lösung für das Problem gefunden, welche zudem dem Primat der technischen Schutzmaßnahmen gerecht wird.

6 Weitere mögliche Zielkonflikte

In den Bereichen Arbeits-, Brand- und Strahlenschutz, aber auch zu anderen Fachdiziplinen treten immer wieder Forderungen auf, die sich zunächst widersprechen. Nachfolgend seien einige Beispiele genannt:

Eine Schleuse ist für das Radionuklidlabor erforderlich, aber die Zwangssteuerung der Türen macht es unmöglich, Schläuche zur Brandbekämpfung in das Labor einzubringen.

Ein unbefugtes Betreten des Radionuklidlabors ist zu verhindern, aber eine Rettung von Außen muss ohne Hilfsmittel wie Schlüssel möglich sein.

Der Strahlenschutzbeauftragte fordert breite Abschirmungen an den Arbeitsplätzen. Dies führt aber insbesondere bei kleinen Mitarbeitern zu ergonomischen Problemen, insbesondere zu Zwangshaltungen.

Der Strahlenschutzbeauftragte möchte Einmalschutzhandschuhe verwenden. Für den Gefahrstoffbeauftragten ist dies nicht akzeptabel, weil diese nicht ausreichend vor den verwendeten Chemikalien schützen.

Der Beauftragte für die Biologische Sicherheit möchte gentechnischveränderte Organismen, die mit radioaktiven Stoffen markiert wurden, durch Autoklavieren inaktivieren. Der Strahlenschutzbeauftragte sieht aber darin das Problem der Kontaminationsverschleppung.

In derartigen Fällen ist es sinnvoll, dass sich die Sicherheitsexperten gemeinsam an die Lösung des Problemes begeben, ihre Schutzziele formulieren und gemeinsam ein Bündel aus geeigneten technischen, organisatorischen und personenbezogenen Schutzmaßnahmen schnüren.

7 Fazit

In komplexen Arbeitssystemen ist es erforderlich, dass ein durchgängiges Schutzkonzept erarbeitet wird. Dafür ist es erforderlich, dass alle Sicherheitsexperten eng zusammenarbeiten. Die Systematik der Gefährdungsbeurteilung hilft dabei, widersprüchliche Forderungen aus verschiedenen Regelungskreisen aufzunehmen und über die Definition von Schutzzielen zu übergreifenden Lösungsansätzen zu gelangen. Durch diesen Ansatz kann die Wirtschaftlichkeit, die Wirksamkeit und die Effizienz des betrieblichen Arbeits- und Umweltschutzes erheblich verbessert werden. Weiterhin kann davon ausgegangen werden, dass durch dieses Vorgehen auch die Akzeptanz des Arbeits- und Umweltschutzes im Allgemeinen, aber auch der beteiligten Sicherheitsexperten im Speziellen verbessert wird.

NOTWENDIGKEIT DER AUSBILDUNG ZUM LASERSCHUTZBEAUFTRAGTEN

THE NEED FOR TRAINING AS LASER SAFETY OFFICERS

G. Vees
Austrian Research Centers GmbH - ARC, Laser und optische Breitbandstrahlung

Zusammenfassung

Die stetige Weiterentwicklung der Technologie und der Materialien brachte Lasertypen und -geräte hervor, die zu berechenbaren und skalierbaren Energiequellen wurden und die in unterschiedlichster Form Verbreitung fanden und finden. Der Bogen der Anwendungsfelder reicht vom industriellen und medizinischen Einsatz über den Bereich der Unterhaltung bis hin zur Nachrichtentechnik. Lasertechnik kann daher im besten Sinn des Wortes als Querschnittstechnologie angesehen werden. Laserstrahlung ist heutzutage im gesamten optischen Bereich verfügbar, wobei die bereitgestellte Strahlungsleistung über viele Größenordnungen variieren kann. Die Anwendung bestimmt unter anderem die Zugänglichkeit des Laserstrahls. Dementsprechend ist auch das Gefahrenpotential höchst unterschiedlich.

Da Laserstrahlung ab einer bestimmten Strahlungsleistung oder -energie das Auge und die Haut schädigen kann, sind Laserprodukte weltweit in Laserklassen eingeteilt, um in einfacher Weise über die potentielle Gefährdung durch die Laserstrahlung zu informieren. Für Laser der Klasse 3B und 4 reichen jedoch die Informationen und die integrierten technischen Schutzmaßnahmen nicht automatisch für einen sicheren Normalbetrieb aus. Überdies entziehen sich die mit der Laserstrahlung verbundenen Gefahrenmomente der Alltagserfahrung und sind weitgehend unbekannt. In Ergänzung ist es daher notwendig, in Abhängigkeit von der Anwendung und der Laserleistung geeignete technische als auch organisatorische Schutzmaßnahmen zu ergreifen. Das sichere Anwenden von Lasern setzt somit eine fundierte Ausbildung voraus. International wird empfohlen, beim Einsatz von Lasern mit kollimiertem Strahl der Klasse 1M und 2M einen Laserschutzbeauftragten zu ernennen. Für Laserprodukte der Klasse 3B und 4 wird in jedem Fall ein Laserschutzbeauftragter als notwendig erachtet und gefordert. Die Dauer der Ausbildung zum Laserschutzbeauftragten und auch die Inhaltsschwerpunkte sind von Staat zu Staat jedoch unterschiedlich.

About 50 years ago the physical process, the stimulated emission of radiation, was realized for the first time within the optical wavelength region in form of a ruby laser. Beside the permanent development of new laser types the performance as well as the functionality of lasers was upgraded since that time. This continuous development of laser technology is the reason why lasers are applied in almost all areas of life, e.g. as a measuring instrument, as a tool or simply for entertainment purposes.

Laser radiation is available overall the optical spectrum (UV-VIS-IR) today, whereas the beam power depends on the laser type and can range over many orders of magnitude. Accordingly the associated hazards are extremely different. On this account all laser products worldwide are assigned to laser classes to inform the user in a simple way about the particular hazards of the laser product.

In addition to all relevant safety information (provided by the manufacturer) it is internationally recommended that a Laser Safety Officer is appointed for specific laser classes. The length of Laser Safety Officer Training Courses as well as the content is different for diverse states. But there is an international commitment for the basic need of such trainings since laser radiation can be hazardous over long distances and even low radiation power can already cause permanent damage in the retina.

The associated hazards of laser radiation are not part of our everyday life experience, thus they are unknown. Laser tissue interaction is very complex and the specification of limits is correspondingly difficult. Depending on the laser power or application the appointment of a Laser Safety Officer is considered to be reasonable and necessary from the point of view of the occupational safety.

1 Einleitung

Vor bald 50 Jahren wurde in Form eines Rubinlasers erstmals im optischen Bereich der physikalische Kernprozess, die stimulierte Emission, praktisch nutzbar gemacht. Seitdem wurden nicht nur neue Lasertypen entwickelt, sondern auch deren Leistungsfähigkeit und Funktionalität erweitert. Diese stetige Entwicklung in der Lasertechnik führte dazu, dass heute nahezu in jedem Lebensbereich Laser in der einen oder anderen Form verwendet werden, sei es als Messinstrument, als Werkzeug oder für Unterhaltungszwecke.

Laserstrahlung kann grundsätzlich im gesamten optischen Bereich (UV-Strahlung, sichtbares Licht und IR-Strahlung) erzeugt werden. Die Wellenlänge der Strahlung wird vor allem durch das Lasermedium bestimmt. Daher ist nicht jede gewünschte Wellenlänge verfügbar. Die maximal mögliche Ausgangsleistung hängt vom Lasertyp und -medium ab und überdeckt etwa 12 Größenordnungen. Dementsprechend unterscheiden sich die mit dem Laserprodukt verbundenen Gefahrenmomente erheblich. Das Gefährdungspotential hängt jedoch nicht nur von der Wellenlänge und der abgegebenen Leistung bzw. Energie ab, sondern wird auch von den Strahlparametern und der Zugänglichkeit bestimmt.

Laserstrahlung unterscheidet sich von anderer optischer Strahlung durch ihre geringe Divergenz, hohe Monochromie und Kohärenz. Die geringe Aufweitung und die Einfarbigkeit des Laserstrahls führen dazu, dass Laserstrahlung besser als jede andere optische Strahlung fokussierbar und unter Umständen auch über große Distanzen gefährlich ist. So kann sich der Lasergefahrenbereich von Hochleistungslaser über einige 100 Meter erstrecken. Bei Betrachtung des Rohstrahls von Lasern der Klasse 3B und 4 kann angenommen werden, dass der Lasergefahrenbereich in der Regel größer als jener Raum ist, in dem der Laser angewandt wird. Wird der Laserstrahl mit Hilfe externer Optiken aufgeweitet, dann reduziert sich der Gefahrenbereich drastisch. Dennoch sind in den meisten Fällen Schutzmaßnahmen erforderlich, damit die Zugänglichkeit und dadurch der Gefahrenbereich eingeschränkt werden, um einen sicheren Normalbetrieb zu gewährleisten.

2 Laserunfälle

Da etwa 80% aller Eindrücke aus der Umgebung über das Auge aufgenommen werden, ist Augenschutz entsprechend wichtig. Laserstrahlung, die ins Auge gelangt, kann Netzhautschä-

den, Hornhautschäden oder Linsentrübung verursachen. Schäden an der Netzhaut sind irreparabel und können im schlimmsten Fall zur Erblindung des Auges führen. Bereits kleine Strahlungsleistungen können Netzhautschäden verursachen, da der Laserstrahl aufgrund der sehr guten Fokussierbarkeit in einem sehr kleinen Gewebevolumen absorbiert wird. Um ernsthafte Verletzungen der Haut herbeizuführen, sind hingegen wesentlich höhere Leistungen erforderlich. Entsprechend hohe Bestrahlungsstärken können schwere Verbrennungen dritten Grades verursachen. Im Extremfall können Fehler bei bestimmten Laseranwendungen sogar zum Tod führen (z. B. bei Operationen in den Atemwegen, wenn über den Endotrachealtubus eine Stichflamme gezündet wird). Die möglichen schwerwiegenden Folgen von Laserunfällen verdeutlichen die Notwendigkeit einer angemessenen Ausbildung der Mitarbeiter. Laserunfälle ereignen sich jedoch im Vergleich zu konventionellen Unfälle (z.B. im Bereich der Elektrotechnik) wesentlich seltener, aber doch regelmäßig. Es kann allerdings davon ausgegangen werden, dass die Anzahl der registrierten Laserunfälle nur einen Bruchteil der tatsächlich eingetretenen Unfälle widerspiegelt. Zwecks Veranschaulichung sollen im Folgenden zwei Fälle exemplarisch kurz beschrieben werden:

Fall 1: Das Strahlprofil eines CO_2-Lasers der Laserklasse 4 wurde in einer begehbaren Arbeitskabine vermessen, die über eine einfach gesicherte Schiebetür zugänglich ist. Im Glauben, den Strahlausgang verschlossen zu haben, und im Vertrauen auf die Funktionalität des Sicherheitsschalter, der den Strahlverschluss betätigen sollte, hat der Mitarbeiter das Messgerät weggehoben und dabei seine Hand durch den Laserstrahl mit 2 kW Leistung bewegt. Die Folge waren Verbrennungen dritten Grades an den Fingern. Als Ursache des Unfalls wurde die falsche Sicherheitskategorie des Sicherheitsschalters identifiziert. Sicherheitsschalter sollten redundant aufgebaut oder ausfallsicher sein.

Fall 2: Ein Mitarbeiter hat seine Laserschutzbrille während eines Experiments mit einem Nd:YAG Laser der Laserklasse 4 abgenommen, um sich Schweiß aus den Augen zu wischen. Er blickte auf einen im Strahlengang befindlichen verkippten Filter und dabei zufällig direkt in den von der Filteroberfläche reflektierten Teilstrahl. Die Folge war ein Durchschuss der Netzhaut und der Aderhaut im Bereich der Makula (Zentrum des schärfsten Sehens). In letzter Konsequenz wurde der Mitarbeiter auf diesem Auge blind – s. Abb. 1. Unfallursache war in diesem Fall Unachtsamkeit und nachlässiger Umgang mit dem freien Laserstrahl. Der Mitarbeiter hätte so weit als möglich den Strahlengang abschirmen müssen und die Laserschutzbrille während des Arbeitens mit dem offenen Strahl nicht abnehmen dürfen.

Abb. 1: Irreparabler Netzhautschaden im Bereich der Makula.

Während im ersten Fall technisches Versagen eines Bauteils im Zusammenhang mit einer unzureichenden Auslegung des Sicherungskreises zum Unfall führte, war im zweiten Fall menschliches Fehlverhalten die Unfallursache. Welche anderen Gründe zu Laserunfällen führen können, zeigt eine Statistik aus den USA, in der Daten von über 30 Jahren ausgewertet wurden – s. Abb. 2.

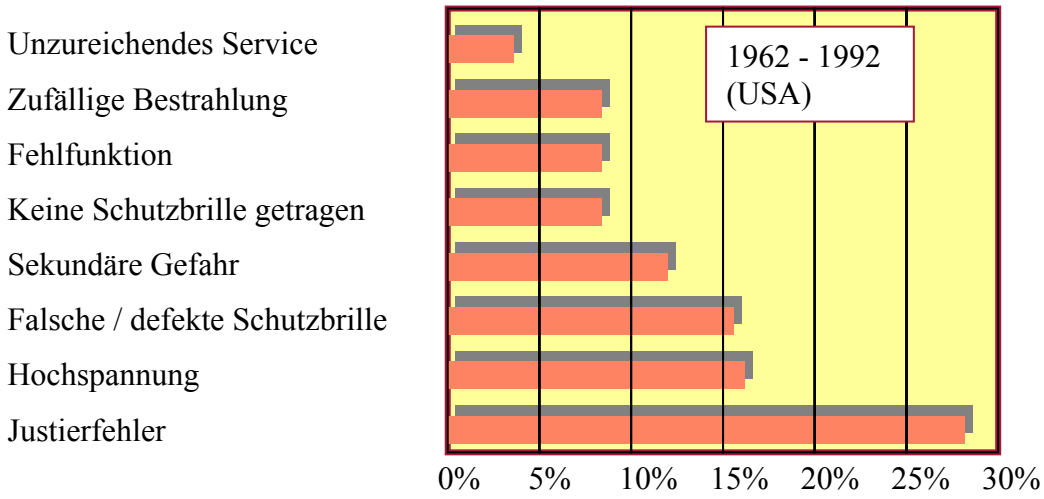


Abb. 2: Unfallursachen (Quelle: Rockwell Laser Industries).

Gemäß der Auflistung in Abb. 2 sind nur etwa 10% der Unfallursachen auf technisches Versagen zurückzuführen. Schon das Tragen einer geeigneten Laserschutzbrille hätte nahezu ein viertel aller Unfälle verhindert. Das ist nur einer von vielen Punkten, denen ein aufmerksamer Laserschutzbeauftragter (LSB) hätte entgegenwirken können. Das Thema Hochspannung zählt zwar zu den sekundären Gefahren, ist aber extra hervorgehoben, weil einerseits die Unfallhäufigkeit gegenüber anderen Gefahrenmomenten erhöht ist, andererseits manche Unfälle bereits letalen Ausgang hatten. Der Umgang mit Hochspannung setzt voraus, dass das Lasergerät geöffnet wurde. Aus diesem Grund sind vor allem Wissenschafter oder Servicetechniker gefährdet. Fehlverhalten beim Justieren ist hingegen ein Gefahrenmoment, das sich durch fast alle Anwendergruppen zieht. Die eigentlichen Ursachen liegen sowohl in der Routine beim Umgang mit dem Laserstrahl, die Mitarbeiter nachlässig werden lässt, als auch beim Zeitdruck, unter dem zum Beispiel manche Serviceleistungen erbracht werden müssen. In beiden Fällen würde eine regelmäßige Unterweisung, eine Erinnerung an die bestehenden Gefahren durch den Laserschutzbeauftragten helfen, Justierfehler zu vermeiden.

In welchen Berufsfeldern sich Laserunfälle am häufigsten ereignen ist aus Tabelle 1 a) ersichtlich. Werden die Zahlen der betroffenen Ärzte und der Patienten zusammengezählt, dann liegt der Bereich Medizin mit über 22% knapp vor dem allgemeinen Berufsfeld Technik. Geringfügig dahinter belegen Mitarbeiter aus Wissenschaft und Forschung den dritten Platz. Mit etwas Abstand folgen Mitarbeiter, die in der Produktion tätig sind, sowie Betreiber und Zuseher von Lasershows. Der Rest setzt sich aus Studenten, Angehörigen des Militärs und nicht zuordenbare Betroffene zusammen.

Tabelle 1: Laserunfälle aufgeschlüsselt nach Lasertype und Berufsfeld. (Quelle: Rockwell Laser Industries)

a)

Berufsfeld	[%]
Medizin	
Patienten	12,9
Arzt/Krankenschwester	9,2
Technik	21,3
Forschung	17,6
Fabrikarbeiter	10,7
Laser Show	
Betreiber	4,8
Zuseher	4,0
Andere (Militär, …)	Rest

b)

Lasertype	[%]
Nd:YAG	29,7
Argon	20,5
CO_2	12,8
Dye	9,9
HeNe	7,0
Ruby	6,2
Andere (Diode, …)	Rest

Wird die Anzahl der Laserunfälle nach Lasertype gereiht (s. Tabelle 1 b), dann sticht der Nd:YAG-Laser mit seinen nahezu 30% heraus. Dies liegt einerseits am relativ niederen Schädigungsgrenzwert, da die Strahlung bis zur Netzhaut gelangt. Andererseits ist die Strahlung eines Nd:YAG Lasers nicht sichtbar, wodurch keinerlei Abwendreaktionen (z.B. Lidschlussreflex) durch den Betroffenen erfolgen und daher die Expositionszeiten zu lange andauern. Für Argonlaser ist der Grenzwert zwar noch niederer, jedoch emittiert er sichtbares grünblaues Licht und er ist weniger verbreitet als der Nd:YAG-Laser. Dies dürften die Gründe für die geringere Unfallanzahl gegenüber Nd:YAG-Laser sein. Da CO_2-Laser und Nd:YAG-Laser in den Anwendungen miteinander konkurrieren, kann im Sinne einer Großschätzung von einer Gleichverteilung in der Anwendung ausgegangen werden. Dennoch ist die Anzahl an CO_2-Laserunfällen gegenüber Nd:YAG-Laserunfällen halb so hoch. Dieser Umstand ist auf den großen Unterschied im Grenzwert zurückzuführen, der für CO_2-Laserstrahlung im Fall von Langzeitbestrahlungen etwa um einen Faktor 20, für Kurzzeitbestrahlung etwa um einen Faktor 1000 höher liegt.

3 Laserklassen und Laserschutzbeauftragte

Laserprodukte werden weltweit in Gefahren- bzw. Laserklassen eingeteilt, um die Anwender in einfacher Weise über die potentielle Gefährdung durch die Laserstrahlung zu informieren. Das Klassifizierungsprinzip wird in der internationalen Norm IEC 60825-1 [1] beschrieben. Hierin ist festgelegt wie und welche Messungen durchzuführen sind, wie die Resultate zu bewerten sind und welche Rahmenbedingungen berücksichtigt werden müssen. Die Klassifizierung ist vom Hersteller vorzunehmen und soll die größtmögliche Gefährdung durch Laserstrahlung unabhängig von der Anwendung des Lasergerätes beschreiben. In Summe spiegeln die Messvorschriften daher ein worst-case Szenario (das in der Praxis für viele Produkte oft als zu restriktiv erscheint).

Das Klassifizierungsschema sieht zur Zeit sieben Laserklassen vor: 1, 2, 1M, 2M, 3R, 3B und 4, wobei sich die potentielle Gefährdung mit aufsteigender Nummer erhöht. Laserprodukte der Klasse 1 sind entweder sicher, weil ihre Ausgangsleistung so gering ist, oder weil sie ein Schutzgehäuse besitzen, das die Laserstrahlung beim zweckbestimmten Normalbetrieb nach

außen hin völlig abschirmt (z.B. CD-Spieler). Das höchste Gefährdungspotential haben Laserprodukte der Klasse 4. Diese Aussage ist nicht gleichbedeutend mit „Laser der Klasse 4 sind gefährlich“. Bei entsprechender Gestaltung der Schutzmaßnahmen können auch Laser der Klasse 3B oder 4 als sicher im Normalbetrieb angesehen werden. Umgekehrt ist ein korrekt klassifizierter Laser der Klasse 4 nicht automatisch sicher.

Um den Anwender bezüglich der vielschichtigen Problematik einen Leitfaden für die Bewertung der Gefahrenmomente und über geeignete Schutzmaßnahmen zur Verfügung zu stellen, wurde im Rahmen der Normenreihe 60825 Teil 14 [2] als Technischer Report veröffentlicht. Unter anderem wird eine Empfehlung abgegeben, ab welcher Laserklasse eine Unterweisung erfolgen oder ein Laserschutzbeauftragter (LSB) benannt werden sollte – siehe Tabelle 2. Für Laser der Klasse 1 und 2 (z.B. Laserentfernungsmesser oder Laserpointer) wird keinerlei Unterweisung empfohlen. Für die nächst höheren Klassen 1M und 2M wird zumindest eine Unterweisung befürwortet. (Wer die Mitarbeiter unterweisen soll bleibt allerdings offen). Falls der Laserstrahl gut kollimiert ist, wird aber bereits für diese Klassen die Ernennung eines Laserschutzbeauftragten empfohlen.

Eine gewisse Grauzone und damit einen Sonderfall stellt Klasse 3R dar. Streng genommen liegt die abgegebene Leistung eines Lasers der Klasse 3R geringfügig über den Schädigungsgrenzwerten. Eine Gefährdung ist jedoch nur bei einem absichtlichen Blick in den Laserstrahl, nicht aber bei zufälliger und „flüchtiger“ Bestrahlung gegeben. Weil Laser dieser Klasse zu Tausenden als Ziel- oder Richtlaser eingesetzt werden, und weil in den Statistiken auch kein ernsthafter Unfall angeführt ist, der auf einen Klasse 3R Laser zurückzuführen wäre, werden international für diese Klasse weniger strenge Schutzmaßnahmen empfohlen als für Laser der Klasse 3B oder 4. In der letzten Version der IEC 60825-1 wurde noch für Klasse 3R Laser, die unsichtbare Strahlung emittieren, ein Laserschutzbeauftragter empfohlen. Aber selbst diese Empfehlung wurde in Teil 14 der 60825 abgeschwächt, in dem für alle Klasse 3R Laser nur mehr eine Unterweisung vorgesehen ist. Gleichgeblieben ist hingegen die Forderung nach einem Laserschutzbeauftragten an Betreiber von Lasern der Klasse 3B oder 4. Der Laserschutzbeauftragte hat in Folge die Aufgabe, alle Mitarbeiter, die mit dem Laser arbeiten, regelmäßig und nachweislich zu unterweisen.

Tabelle 2: Gefährdungsart und Empfehlungen gemäß IEC TR 60825-14 bezüglich Unterweisung/LSB in Abhängigkeit von der Laserklasse.

Laserklasse	Gefährdung	Unterweisung / LSB
Klasse 1	Keine	-----
Klasse 2	Augengefährdung, wenn die Abwendreaktionen absichtlich überbrückt werden	-----
Klasse 1M + 2M divergenter Strahl	Augengefährdung in der Nähe bei Verwendung von Lupen	Unterweisung empfohlen
Klasse 1M + 2M kollimierter Strahl	Augengefährdung über große Entfernungen bei Verwendung von Fernrohren.	LSB empfohlen, Unterweisung erforderlich
Klasse 3R	Geringfügige Gefährdung des Auges	Unterweisung empfohlen
Klasse 3B	Auge Haut, nur bei hohen Leistungen	LSB u. Unterweisung der MA
Klasse 4	Auge und Haut	LSB u. Unterweisung der MA

Die Umsetzung der Empfehlungen seitens der internationalen Norm erfolgt in den einzelnen Staaten unterschiedlich. Während zum Beispiel in Österreich die Ausbildung zum Laserschutzbeauftragten in einer nationalen Norm (ÖNORM S 1100 [3]) genau spezifiziert ist, d.h. Inhalt, Dauer sowie Prüfungsart und Anzahl der Prüfungsfragen sind vorgegeben, legt in Deutschland die Berufsgenossenschaft für Elektro Textil Feinmechanik (BGETF) die Forderungen in der Vorschrift BGV B2 [4] fest. Hierin werden Inhalt, die Mindestdauer von einem einzelnen Tag und der Kenntnisnachweis durch eine nicht näher spezifizierte Prüfung vorgegeben. Nach §6 BGV B2 und Punkt 2.6 der BGI 832 [5] benötigt allerdings auch jedes Unternehmen, das Lasereinrichtungen der Klassen 3R einsetzt, einen Laserschutzbeauftragten. Mit Einführung der Laserklasse 3R wurden in Deutschland alle Forderungen, die für Klasse 3B und 4 gelten, auch auf Klasse 3R übertragen.

Wie unterschiedlich die Ausbildung zum Laserschutzbeauftragten in verschiedenen Staaten gehandhabt wird, zeigt die Gegenüberstellung in Tabelle 3 (die allerdings eine willkürliche Auslese widerspiegelt und daher nur als exemplarisch angesehen werden darf). Die Dauer der Grundkurse variiert von einen bis drei Tage. Zusätzlich werden fast überall Ergänzungskurse angeboten, die entweder auf ein bestimmtes Zielpublikum ausgerichtet sind, oder die den Kenntnisstand nach dem Grundkurs weiter vertiefen. In allen Institutionen wird zwischen technischen und medizinischen Anwendungen unterschieden und die Ausbildung zum LSB in diesen Bereichen getrennt angeboten.

Tabelle 3: Dauer der Ausbildung zum Laserschutzbeauftragten.

	Techniker	Mediziner	Ergänzungskurse
A, ARC (Austrian Research Centers)	2 Tage	2 Tage	1 Tag Show 1 Tag Nachrichtentechnik
D, LZH (Laserzentrum Hannover)	1 od. 2 Tage	1 Tag	---
UK, HPA (Health Protection Agency)	2 Tage	1 Tag	1 Tag Auffrischungskurs 5 Tage Lasersicherheitsmanagement
USA, LIA (Laser Institut of America)	3 Tage	2 Tage	5 Tage LSB mit Gefahrenanalyse

Die Ernennung eines Laserschutzbeauftragten ist eine organisatorische Schutzmaßnahme und findet im Sinne des Arbeitnehmerschutzes statt, der durch mehrere Europäische Arbeitnehmerschutz-Richtlinien (z.B. RL 2001/45/EG über „Sicherheit und Gesundheitsschutz bei Benutzung von Arbeitsmitteln durch Arbeitnehmer bei der Arbeit“ [6]) eingefordert wird. Die Umsetzung dieser Richtlinien erfolgt durch eine entsprechend Gesetzgebung in den einzelnen EU-Staaten. So basiert der Arbeitnehmerschutz in Österreich unter anderem auf dem ArbeitnehmerInnenschutzgesetz (ASchG) und der Arbeitsmittelverordnung (AM-VO) oder in Deutschland auf dem Arbeitsschutzgesetz (ArbSchG) und der Arbeitsmittelbenutzungsverordnung (AMBV). In beiden Staaten und in den jeweiligen Gesetzen bzw. Verordnungen kommt der Unterweisung der Mitarbeiter eine zentrale Rolle zu. Demnach muss die Unterweisung der Beschäftigten ausreichend und in angemessener Form erfolgen sowie erforderlichenfalls regelmäßig wiederholt werden. Zusätzlich wird ganz allgemein eine verantwortbare Person definiert, die zuverlässig und fachkundig sein muss, und die schriftlich beauftragt

wird, um die ihm obliegende Aufgaben wahrzunehmen. Indirekt werden damit z.B. die Aufgaben eines LSB beschrieben.

Die letzte einschlägige Richtlinie (2006/25/EG [7]) über die „Gefährdung durch physikalische Einwirkungen (künstliche optische Strahlung)“ bezieht sich im Anhang II direkt auf Laserstrahlung und beinhaltet Grenzwerte in tabellarischer Form. Diese Richtlinie muss bis 2010 umgesetzt werden. Hierin wird der Arbeitgeber aufgefordert, eine Risikoanalyse durchzuführen, die sich unter anderem an den einschlägigen IEC-Normen orientiert. Die Arbeitnehmer müssen daraufhin alle erforderlichen Informationen (z.B. Messergebnisse zusammen mit einer Erläuterung ihrer Bedeutung und der damit verbundenen potenziellen Gefahren) und Unterweisungen im Zusammenhang mit dem Ergebnis dieser Risikobewertung erhalten. Risikoanalyse und Bewertung sowie die Einleitung der daraus folgenden Schutzmaßnahmen können jedoch nur von einer fachlich geschulten Person – bei Laserstrahlung durch einen Laserschutzbeauftragten - durchgeführt werden. Daher ist es wünschenswert, bei der Umsetzung der Richtlinie die Forderung nach einem LSB mit einzubeziehen, nicht zuletzt um Unsicherheiten und Fehlinterpretationen seitens der Betreiber zu vermeiden.

4 Schlussfolgerungen

Die mit der Laserstrahlung verbundenen Gefahrenmomente entziehen sich der Alltagserfahrung und sind daher unbekannt. Die Wechselwirkungen zwischen optischer Strahlung und Gewebe sind vielschichtig und die daraus ermittelten Grenzwerte entsprechend komplex zu beschreiben. Das Gefährdungspotential reicht hierbei von Blendung bis hin zu Blindheit oder schwersten Verbrennungen. Aufgrund dieser gesundheitlich teilweise weitreichenden Konsequenzen ist bei entsprechender Laserleistung und –anwendung eine Ausbildung zum Laserschutzbeauftragten (LSB) aus dem Blickwinkel der Arbeitssicherheit als sinnvoll und notwendig zu erachtet. In Ergänzung zur Bereitstellung aller sicherheitsrelevanter Informationen wird den Betreibern von Laserprodukten, die kollimierte Strahlen abgeben und der Klasse 1M bzw. 2M entsprechen, auch international empfohlen, einen Laserschutzbeauftragten zu ernennen. Für Laserprodukte der Klasse 3B und 4 wird in jedem Fall ein Laserschutzbeauftragter als notwendig erachtet und gefordert. Die Dauer der Ausbildung zum Laserschutzbeauftragten und auch die Inhaltsschwerpunkte sind jedoch unterschiedlich von Staat zu Staat.

5 Literatur

[1] IEC 60825-1, ed. 2.0 (2007-03): Safety of laser products – part 1: Equipment classification and requirements.

[2] IEC TR 60825-14, ed. 1, (2004-02): Safety of laser products – part 14: A user’s guide.

[3] ÖNORM S 1100 (2001): Anforderungen an die Ausbildung von geprüften Laserschutzbeauftragten für bestimmte Laseranwendungsarten.

[4] BG-Vorschrift BGV B2 : Laserstrahlung (1. April 1988, aktualisiert 2007)

[5] BG-Information BGI 832: Betrieb von Lasereinrichtungen (2003)

[6] Richtlinie 2001/45/EG über „Sicherheit und Gesundheitsschutz bei Benutzung von Arbeitsmitteln durch Arbeitnehmer bei der Arbeit“, 2001.

[7] Richtlinie 2006/25/EG über „Gefährdung durch physikalische Einwirkungen (künstliche optische Strahlung), 2006.

OPTIMIERUNG IM STRAHLENSCHUTZ

OPTIMISATION IN RADIATION PROTECTION

W. Schwarz
E.ON Kernkraft GmbH, Kernkraftwerk Isar

Zusammenfassung

In diesem Beitrag wird gezeigt, wie die Optimierung im Strahlenschutz in zwei Kernkraftwerken unterschiedlicher Bauart erfolgt. Während in der „Altanlage“ Kernkraftwerk Isar 1 (SWR, Baulinie 69) ein großer Teil der Optimierung erst beim Betrieb der Anlage erfolgte, wurde im Kernkraftwerk Isar 2 (DWR Baulinie Konvoi) der wesentliche Anteil der Optimierung bereits bei der Auslegung der Anlage berücksichtigt.

This paper shows how optimisation in radiation protection is done in two nuclear power plants of different design. In the older plant (BWR, KWU Baulinie ´69) a major part of optimisation had been done after commissioning. In the newer plant (PWR, KWU-Konvoi) the dominant part of optimisation was done during the design of the Plant.

1. Einleitung

Die ICRP betont in ihrer neuen Empfehlung (ICRP 103) die Rolle des Prinzips der Optimierung: „Das Prinzip der Optimierung des Schutzes… ist zentral für das Schutzsystem…“

Sie definiert diese als quellenbezogenen Prozess, bei dem die Wahrscheinlichkeit der Exposition, die Anzahl der exponierten Personen und die Höhe der individuellen Dosen so gering wie vernünftigerweise unter Berücksichtigung ökonomischer und sozialer Aspekte erreichbar ist. Dabei betont die ICRP, dass Optimierung nicht gleich Minimierung der Dosis bedeutet: „Die beste Option ist nicht notwendigerweise die mit der niedrigsten Dosis“.

Im deutschen Strahlenschutzrecht ist das Gebot der Optimierung in § 6 der StrlSchV umgesetzt.

Ein Teil der Optimierung ist es selbstverständlich aus Fehlern (eigenen und fremden) zu lernen. Dies darf natürlich nicht das Hauptziel sein. Denn – wie auch die ICRP schreibt – ist Optimierung ein vorausschauender, iterativer Prozess mit dem Ziel Expositionen zu vermeiden oder für die Zukunft zu reduzieren.

Im Folgenden werde ich am Beispiel zweier Kernkraftwerke, einer sogenannten „Altanlage“ (KKI 1) und einer sogenannten „Neuanlage“ (KKI 2) zeigen, wie der Optimierungsprozess in der Praxis durchgeführt wurde und zu welchen Ergebnissen dieser geführt hat. Wegen der Kürze der zur Verfügung stehenden Zeit will ich mich auf wesentliche Gesichtspunkte beschränken.

2. Optimierung im KKI 1

KKI 1 ist ein Siedewasserreaktor der Baulinie 69. Im Unterschied zu den vorher errichteten Anlagen war KKI 1 die erste sogenannte „vorwärts gepumpte“ SWR-Anlage. Vorwärts gepumpt heißt, dass etwa ein Drittel der Nebenkondensate ungereinigt dem Reaktorwasser zugeführt werden. Ziel dieser Maßnahme ist es, den Wirkungsgrad der Anlage zu erhöhen. Negative Folge für den Strahlenschutz war ein erhöhter Eintrag von inaktiven Korrosionsprodukten in den Reaktor mit der Folge von relativ hohen Ablagerungen (CRUD) auf den Brennelementen. Bei Laständerungen, vor allem beim Abfahren der Anlage zum Brennelementwechsel, wurde ein Teil dieser nun aktivierten Ablagerungen ins Reaktorwasser freigesetzt und in der Folge auf die angrenzenden Systeme verteilt, was zu erhöhten Dosisleistungen in den betroffenen Bereichen führte.

2.1 Was waren die Konsequenzen, die wir aus dieser Erfahrung zogen?

- Der Eintrag an inaktiven Korrosionsprodukten in den Reaktor musste reduziert werden
- Es mussten Maßnahmen getroffen werden, um das Ablösen von CRUD beim Abfahren der Anlage zu reduzieren.
- Die Verbreitung des CRUD’s nach dem Abfahren sollte auf möglichst wenig Systeme begrenzt werden.

2.2 Welche Maßnahmen wurden durchgeführt?

- Nach Analyse der Hauptquellen für den Korrosionsprodukteintrag in den Kern wurden die identifizierten Komponenten (Wasserabscheider, HD-Vorwärmer, diverse Anzapfungen gegen Komponenten aus korrosionsbeständigem Material ausgetauscht. In Folge sank der Eiseneintrag von 14 ppb auf 2 ppb.

- Die Erfahrungen mit vergleichbaren Anlagen (KGG, KKK) zeigten, dass die Geschwindigkeit der Temperaturänderung beim Abfahren der Anlage einen Einfluss auf die Höhe der CRUD-Freisetzung hat. Daher wurden geringere Temperaturänderungsgeschwindigkeiten beim Abfahren der Anlage festgelegt, natürlich mit der Folge einer Verlängerung des Brennelementwechsels. Auch verschiedene wiederkehrende Prüfungen, die Einfluss auf die Temperaturänderung beim Abfahren hatten (z.B. Reaktorschnellabschaltung, Prüfung Sicherheits- und Entlastungsventile) wurden auf einen anderen Zeitpunkt verlegt.

- Um die Verbreitung der trotz der beschriebenen Maßnahmen erhöhten Aktivität im Reaktorwasser beim Abfahren der Anlage („Abfahrspike“) auf möglichst wenig System zu begrenzen wurde ein Bündel von Maßnahmen festgelegt. Beispielhaft sei genannt:

    - Aufbau einer Sperrstrebe im Frischdampfsystem
    - Abführen der Nachzerfallswärme nur mit einem System
    - Zeitliches Verschieben der wiederkehrenden Prüfungen im Nachkühlsystem beim Abfahren der Anlage

Diese beschriebenen Maßnahmen trugen wesentlich zur Reduktion des Quellterms bei. Zur Darstellung der erzielten Reduktion der Dosisleistung diese beispielhaft folgenden Graphiken:

- Verlauf Dosisleistung an den Frischdampfleitungen (Abb. 1)
- Verlauf Dosisleistung an den Nachkühlsträngen (Abb. 2)
- Verlauf Dosisleistung im Sicherheitsbehälter (Abb. 3)

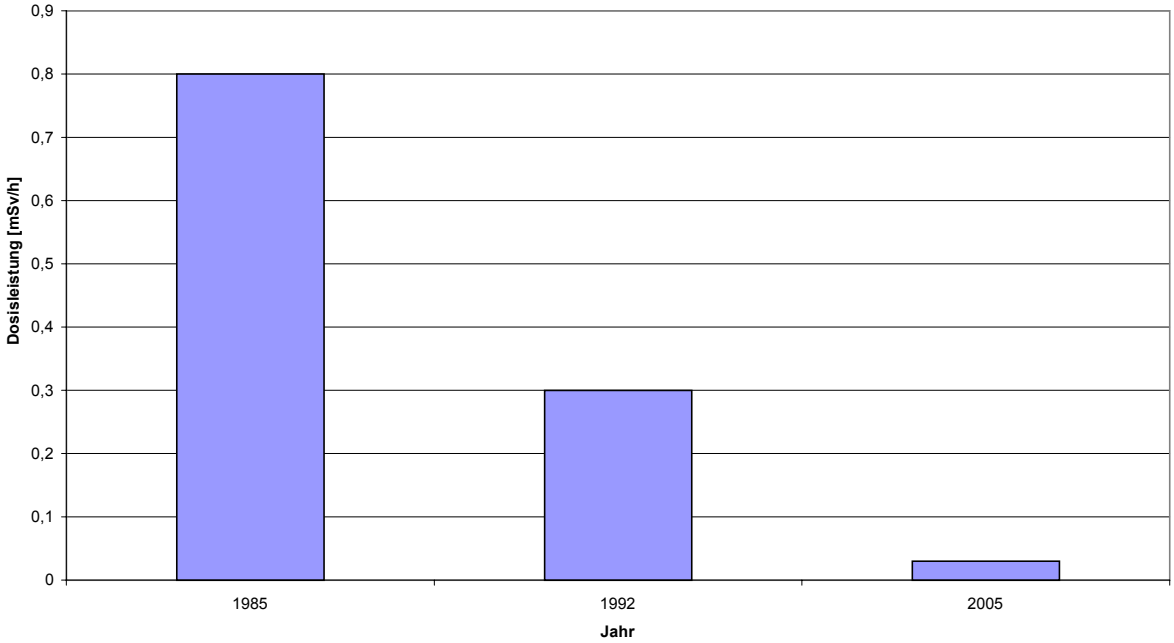


Abb. 1: Dosisleistung Frischdampfleitung

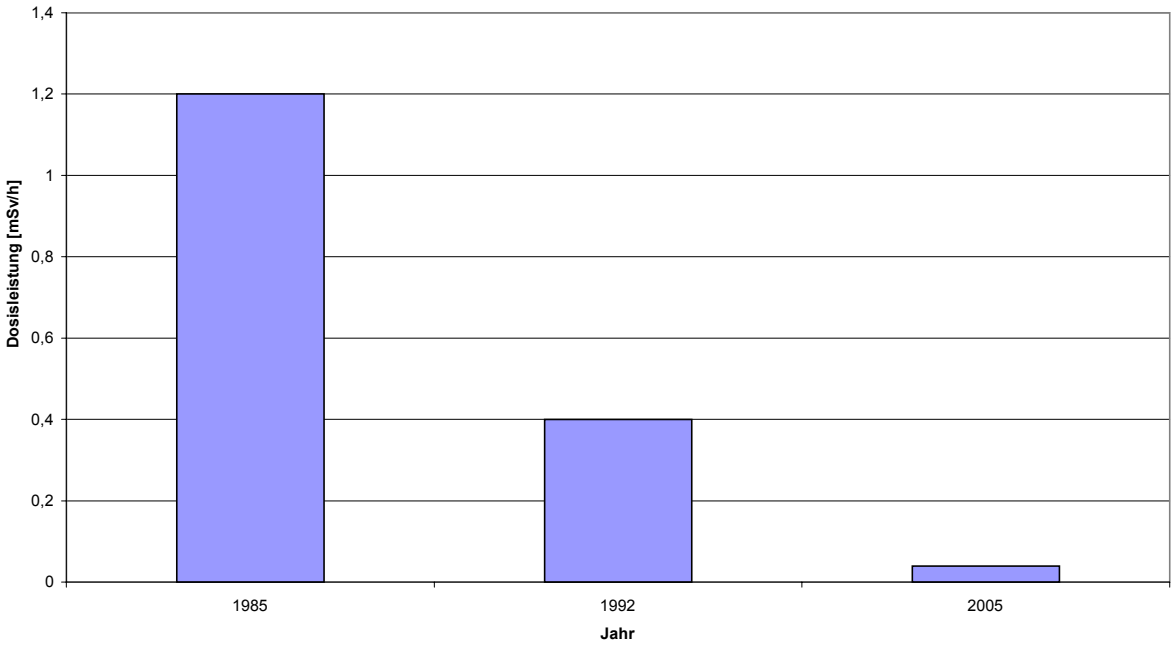


Abb. 2: Dosisleistung Nachkühler TH 1

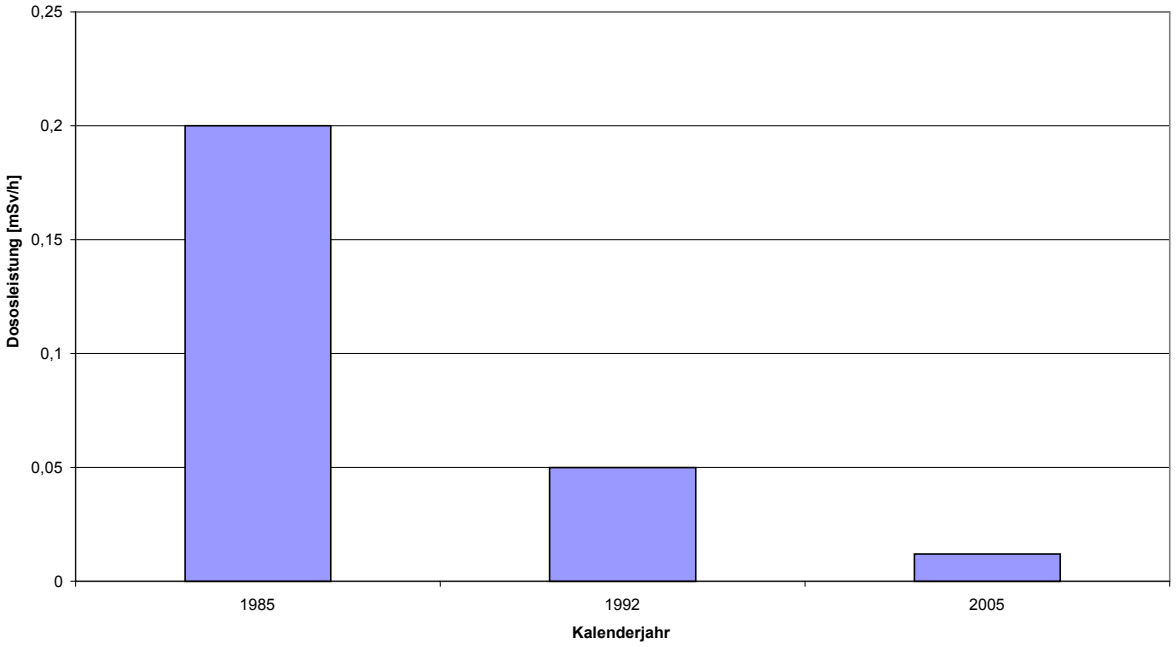


Abb. 3: Dosisleistung SHB 26m

2.3 Aber auch aus eigenen Fehlern wurde gelernt:

So wurde z. B. in den Anfangsjahren nach Ende des Brennelementwechsels das Wasser des Flutraums ungereinigt in die Kondensationskammer abgeleitet. Die Folge war eine hohe Dosisleistung im Außenbereich der Kondensationskammer. Ab Anfang der 80er Jahre wurde die Absenkung nur noch über Filter in die Kondensationskammer durchgeführt. Die Folgen für die daraus resultierende Dosisleistung sind in Abbildung 4 gezeigt. Natürlich bedeutet auch diese Maßnahme eine Verlängerung des Brennelementwechsels.

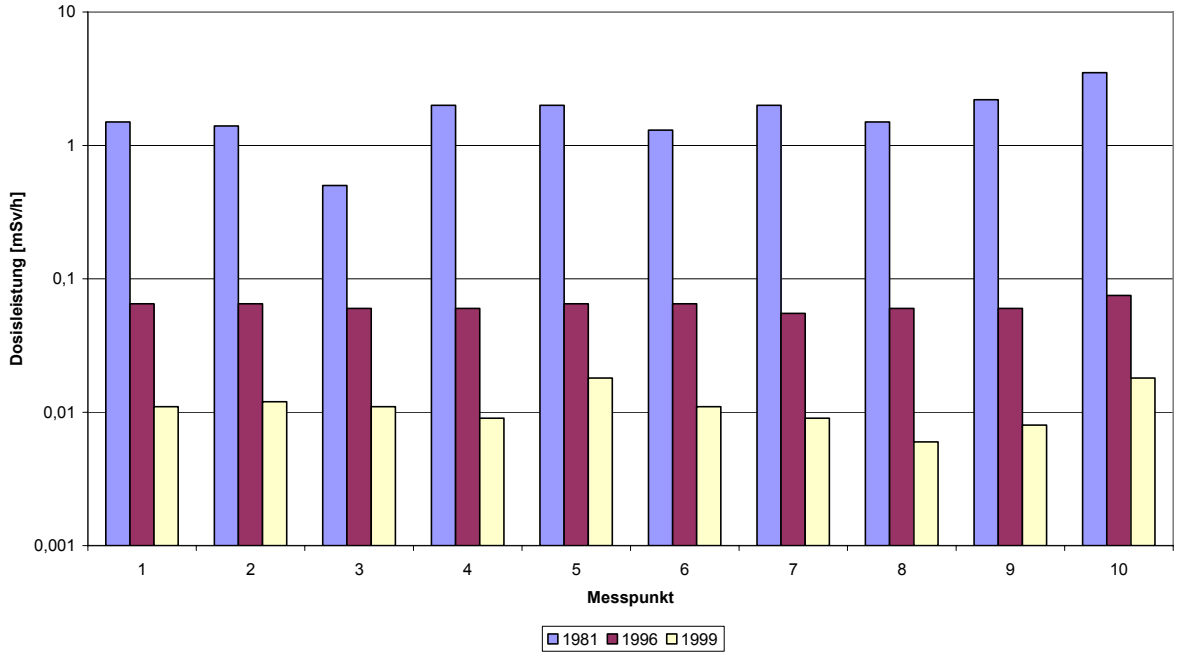


Abb. 4: Dosisleistung Kondensationskammer

Ein wesentlicher Aspekt der Optimierung war auch die Einführung der Strahlenschutzplanung für alle Arbeiten im Kontrollbereich. Seit Anfang der 80er Jahre werden alle Arbeiten im Kontrollbereich durch die Arbeitsvorbereitung Strahlenschutz hinsichtlich der möglichen und erforderlichen Maßnahmen zur Optimierung der Strahlenexposition geprüft und entsprechenden Schutzmaßnahmen in Arbeitserlaubnisverfahren vorgeschrieben.

2.4 Beispielhaft seien hier genannt:

- Anbringen von mobilen Abschirmungen
- Spülen von Systemen vor Arbeitsaufnahme
- Systemdekontamination mittels Hochdruckverfahren oder chemischen Dekontamination

Der Erfolg dieser und vieler anderer nicht beschriebener Maßnahmen wird anhand der Abbildungen 5 und 6 hinsichtlich Kollektivdosis und Individualdosisverteilung gezeigt.

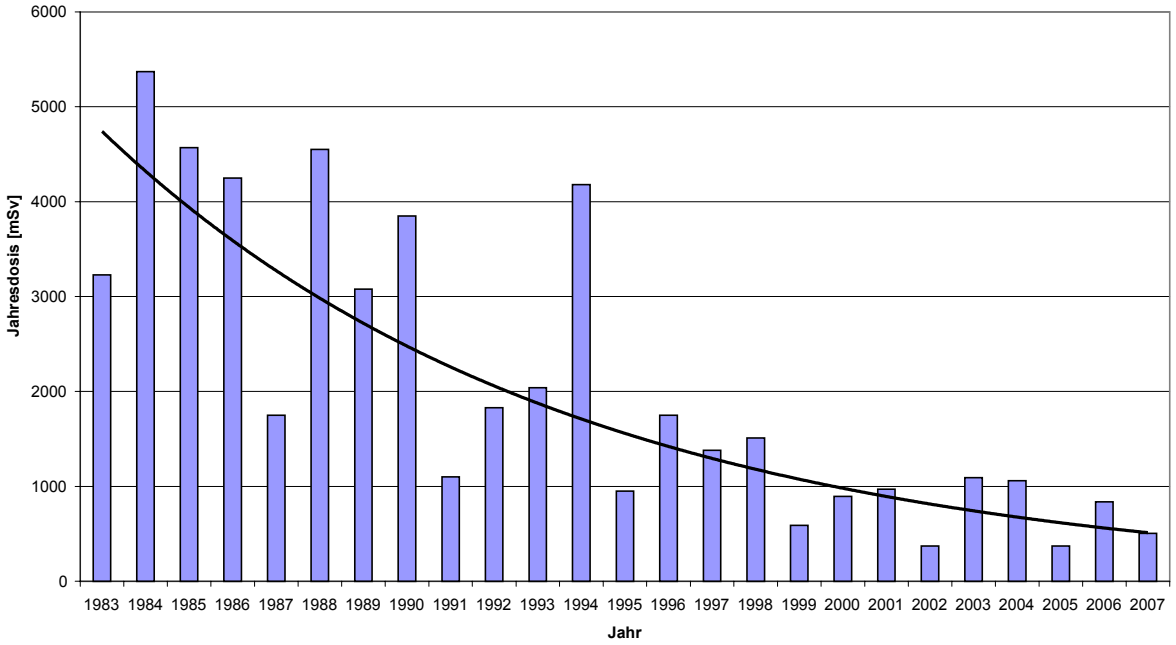


Abb. 5: Strahlenexposition des Personals KKI 1

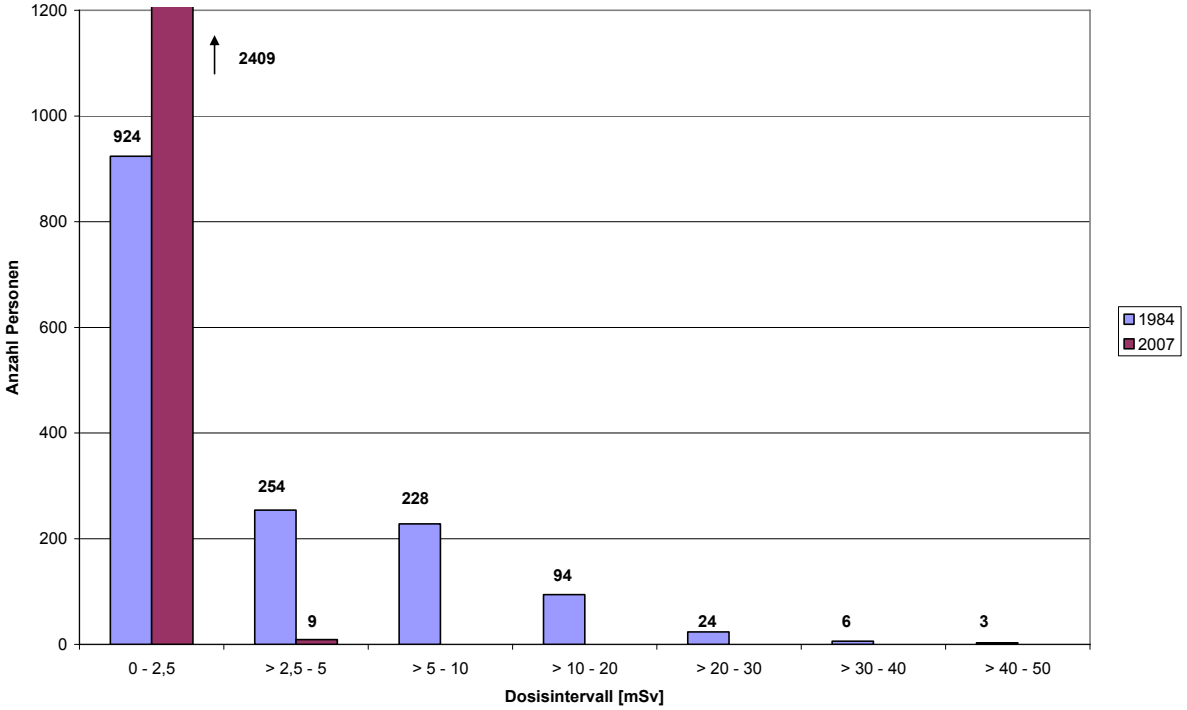


Abb. 6: Dosisverteilung des überwachten Personals im Jahr 1984 und 2007 im Block 1

3. Optimierung im KKI 2

KKI 2 ist ein Druckwasserreaktor der Konvoi-Baulinie. Nach meiner Erfahrung wurden hier bei der Auslegung der Anlage alle bekannten Möglichkeiten zur Minimierung der Strahlenexposition getroffen. Ob alle getroffenen Maßnahmen dem Optimierungsgedanken entsprechen, wage ich hier nicht zu beurteilen.

Wesentliche Auslegungsmerkmale für diesen Reaktortyp im Sinne der Optimierung waren:

- Vermeidung von Kobalt soweit irgend möglich;
- Räumliche Trennung von aktivierten Komponenten;
- Abschirmung zwischen den einzelnen Komponenten;
- Chemische Fahrweise

Die Erfolge dieser Auslegung sind in der niedrigen Strahlenexposition des Personals zu sehen (Abbildung 7 und 8).

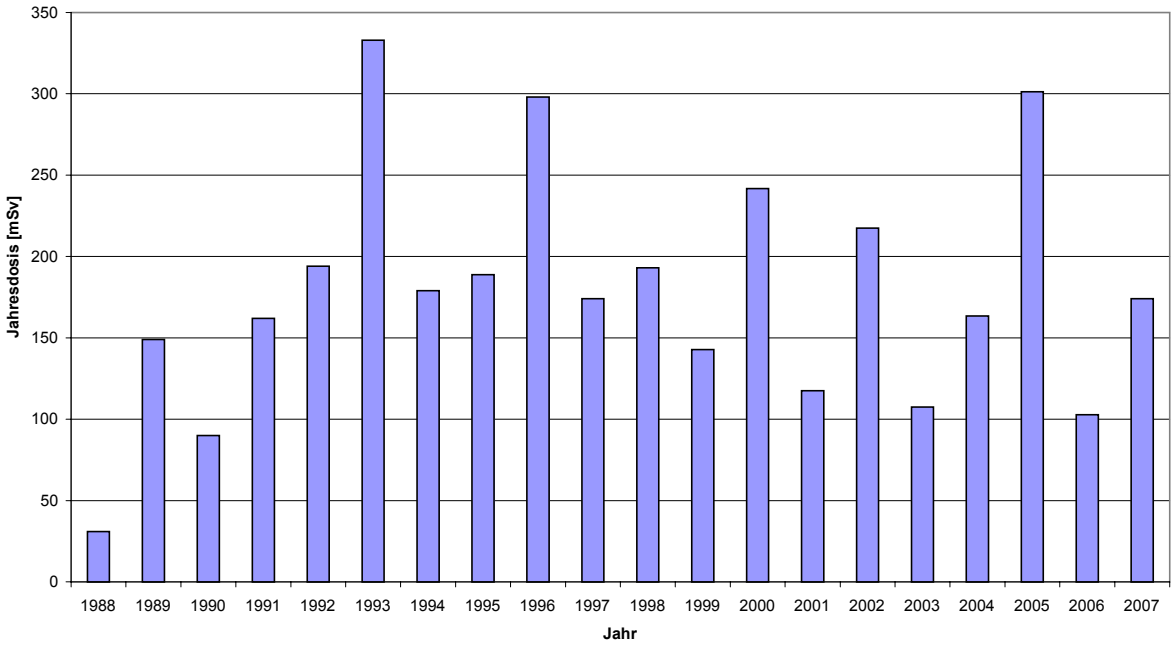


Abb. 7: Strahlenexposition des Personals KKI 2

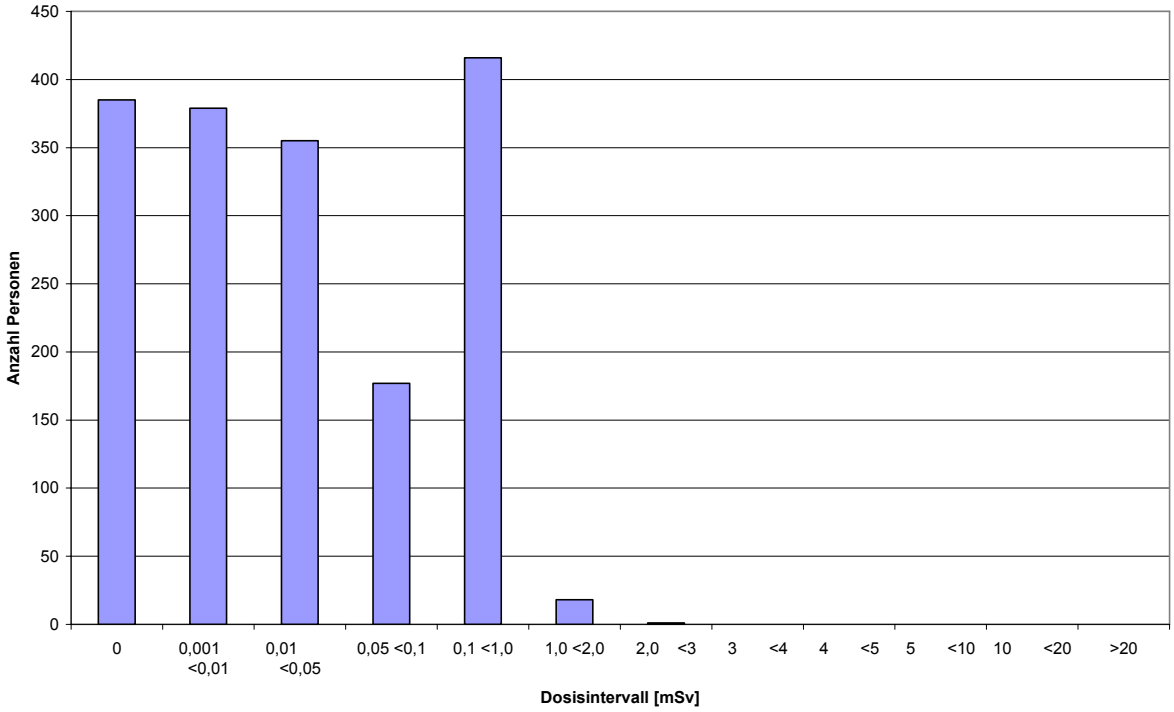


Abb. 8: Dosisverteilung des überwachten Personals im Jahr 2007 im Block 2

Die Maßnahmen zur Optimierung bei Betrieb der Anlage sind daher im Wesentlichen auf die Arbeitsplanung ausgerichtet.

4. Schlussfolgerungen

Die beste Art der Optimierung ist sicherlich deren Berücksichtigung bei der Auslegung der Anlage. Hierdurch können die Strahlenexpositionen des Personals von Anfang an auf einem äußerst niedrigen Niveau gehalten werden. Aber auch wenn man eine hinsichtlich Strahlenexposition nicht optimierte Anlage betreibt, bleiben noch viele Möglichkeiten, die Strahlenexposition des Personals zu optimieren.

MÖGLICHKEITEN ZUR VERMITTLUNG DER ALLGEMEINEN SICHERHEITS-BEZOGENEN KENNTNISSE AUF DEM GEBIET DES STRAHLENSCHUTZES

POSSIBILITIES TO TEACH THE COMMON SECURITY KNOWLEGDE OF RADIATION PROTECTION

C. Terbeek[1], H. vom Endt[1]
1 KRAFTWERKSSCHULE E.V:, Essen

Zusammenfassung

Das Atomgesetz fordert, dass das Personal in Kernkraftwerken entsprechend ihren jeweiligen Aufgaben Fachkunde bzw. Kenntnisse besitzt. Geregelt wird Art und Umfang durch das untergeordnete Richtlinien-Werk. Der Vortrag zeigt an Beispielen auf, auf welche Weise die allgemeinen sicherheitsbezogenen Kenntnisse auf dem Gebiet des Strahlenschutzes gemäß der zugehörigen BMU-Richtlinie vermittelt werden können.

According to the German law (Atomgesetz) it is obligatory for staff members in nuclear power plants to possess the particular knowledge corresponding to their job. This is regulated by the scope of subsidiary guidelines. The examples in this lecture show how to teach the common security knowledge of radiation protection according to the German guideline

1. Einteilung des Personals in deutschen Kernkraftwerken

Im § 7 des Atomgesetzes (AtG) [1] wird in Absatz 2, den Genehmigungsvoraussetzungen, festgelegt, dass das Personal der Kernkraftwerke einen gewissen Ausbildungsstand besitzen muss. Die Art und der Umfang der jeweiligen Ausbildung sind in entsprechenden Richtlinien des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (BMU) geregelt. Hierbei werden zwei Gruppen des Personals unterschieden:

1. verantwortliche Personen und
2. sonst tätige Personen.

Zur Gruppe der verantwortlichen Personen gehören der technische Leiter einer Anlage sowie die ihm untergeordneten Fach- und Teilbereichsleiter, einschließlich deren Stellvertreter sowie das verantwortliche Schichtpersonal (Schichtleiter, Schichtleiter-Stellvertreter und Reaktorfahrer). In Zusammenhang mit den verantwortlichen Personen spricht man von der so genannten Fachkunde.

Das übrige Personal, Eigenpersonal des Betreibers sowie Fremdpersonal, wird der Gruppe der „sonst tätigen Personen“ zugeordnet. Bei dieser Gruppe spricht man von Kenntnissen, die das Personal besitzen muss. Die Art und der Umfang der Kenntnisse werden in der BMU-„Richtlinie über die Gewährleistung der notwendigen Kenntnisse der beim Betrieb von Kernkraftwerken sonst tätigen Personen“ [2] geregelt.

2. Richtlinie über die Gewährleistung der notwendigen Kenntnisse der beim Betrieb von Kernkraftwerken sonst tätigen Personen [2]

In dieser Richtlinie werden u.a. der Personenkreis und die notwendigen Kenntnisse präzisiert die sich aus § 7, Abs. 2 AtG [1] ergeben.

Neben den fachlichen Anforderungen werden zusätzlich sicherheitsbezogene Kenntnisse in den Kenntnisgruppen

- Strahlenschutz (S),
- Brandschutz (B),
- Arbeitsschutz (A) und
- Betriebskunde (K)

in drei Kenntnisstufen definiert.

Im weiteren Verlauf wird jedoch nur auf die Kenntnisgruppe „Strahlenschutz“ eingegangen.

Die durch die Richtlinie festgelegten Inhalte sind in Tabelle 1, die Kenntnisstufen in Tabelle 2 zusammengestellt.

Die Kenntnisstufe S 1 wird für Personen verlangt, die im Kontrollbereich eines Kernkraftwerks tätig werden. Sie erfüllt durch ihre Inhalte die Forderung gemäß § 38 StrlSchV [3]. In den Anlagen wird die Kenntnisstufe S 1 im Allgemeinen durch eine Kurzbelehrung gemeinsam mit A 1, B 1 und K 1(in der Regel ein mindestens zweistündiger Videofilm) mit anschließender Erfolgskontrolle und ggf. erforderlicher Nachschulung vermittelt. Die Kenntniserhaltung muss jährlich erfolgen, im gleichen Umfang wie die Kenntnisvermittlung.

Die Kenntnisstufe S 2 wird gefordert für Personen, die keiner fachlichen Aufsicht am Arbeitsplatz bedürfen, z. B. den „Aufsichtsführenden vor Ort“ (AvO). Die Kenntnisse dieser Stufe werden in den Anlagen im Rahmen einer eintägigen Schulung zusammen mit den Kenntnissen der Stufe 2 der Kenntnisgruppen A, B und K vermittelt. Die Stufe 2 muss zum Erhalt der Kenntnisse alle drei Jahre wiederholt werden. Zusätzlich ist eine jährliche Kurzbelehrung der Stufe 1 erforderlich. Eine Überprüfung der Wirksamkeit der Kenntnisvermittlung bzw. der -erhaltung sind erforderlich.

Die Kenntnisstufe S 3 benötigen Personen in herausgehobener Stellung, z.B. Strahlenschutzplaner. Die Vermittlung dieser Kenntnisse muss durch mehrwöchige Schulungsveranstaltungen erfolgen. Der Kenntniserhalt erfolgt durch mehrtägige Wiederholungsschulungen innerhalb von drei Jahren und einer jährlichen Kurzbelehrung der Stufe 1. Auch hier gilt: eine Überprüfung der Wirksamkeit der Kenntnisvermittlung bzw. -erhaltung ist erforderlich.

Tabelle 1: Inhalte der Kenntnisstufen im Strahlenschutz gemäß BMU-Richtlinie [2]

S 1	S 2	S 3

- Mögliche Gefahren durch Strahlung
- Verständnis der Kennzeichnung von Räumen oder Bereichen hinsichtlich Dosisleistung und Kontamination
- Kennzeichnung von Sperr- und Kontrollbereichen
- Handhabung von Dosimetern, Stabdosimetern und Filmplakaten
- Verhalten beim Betreten und Verlassen des Kontrollbereichs
- Maßnahmen zur Verminderung der Strahlenexposition bei Direktstrahlung
- Maßnahmen zur Vermeidung von Kontamination, Kontaminationsverschleppung und Inkorporation
- Dosisgrenzwerte einschließlich Strahlenexposition aus besonderem Anlass
- Für die Tätigkeit wesentliche Inhalte der Strahlenschutzverordnung, der atomrechtlichen Genehmigungen und der Strahlenschutzordnung
	- Kenntnisse nach Stufe 1 sowie
	- Strahlenquellen in Kernkraftwerken
	- Direktstrahlung, Kontamination, Inkorporation
	- Strahlenschutzbereiche in Kernkraftwerken
	- Verhalten im Sperr- und Kontrollbereich
	- Einheiten der Dosisleistung
		Kenntnisse nach Stufe 2 sowie
		- Grundsätzliches zur Kernstrahlungsphysik (Aktivität, Strahlenarten, Identifikation von Nukliden, biologische Wirkung ionisierender Strahlen und von Neutronen, Qualitäts-Faktoren, Dosen, Dosisleistung, Teil- und Ganzkörperexposition, Inkorporation, natürliche Strahlenexposition, Abschirmung, Abstandsgesetz, Detektoren)
		- Bestimmungen der Strahlenschutzverordnung z.B. über
		  - Organisation und Verantwortlichkeit im Strahlenschutz
		  - Maßnahmen und Pflichten aufgrund der Strahlenschutzverordnung
		- Strahlenüberwachung am Arbeitsplatz
		- Umgang mit den Strahlenmessgeräten
		- Umgang mit besonderer Strahlenschutzbekleidung und Atemschutz
		- Dekontamination von Personen und Material
		- Umgang mit kontaminierten Arbeitsmitteln und deren Lagerung
		- Maßnahmen bei Inkorporation und Inkorporationsverdacht
		- Zusammenwirken von Brandschutz und Strahlenschutz

Tabelle 2: Zusammenstellung der Kenntnisstufen S 1, S 2 und S 3

Kenntnisstufe	**S 1**	**S 2**	**S 3**
betroffene Personen	alle Personen, die im KB tätig werden	Personen, die keiner fachlichen Aufsicht bedürfen, z.B. AvO	Personen in herausgehobener Stellung, z.B. Strahlenschutzplaner
Kenntniserwerb	Kurzbelehrung gemeinsam mit A 1, B 1 und K 1, Dauer: ca. 2 h	Schulung gemeinsam mit A 2, B 2 und K 2, Dauer: 1 d	Schulung nur S 3, mehrwöchig
Kenntniserhaltung	Kurzbelehrung gemeinsam mit A 1, B 1 und K 1, Dauer: ca. 2 h	Schulung gemeinsam mit A 2, B 2 und K 2, Dauer: mind. 0,5 d	Schulung nur S 3, mehrtägig

3. Vermittlung der Stufe 2 mit der gemeinsamen Schulungsunterlage

Da die BMU-Richtlinie [2] eine Anerkennung der nicht anlagenspezifischen Kenntnisse der Stufe 2, als A 2, B 2 und S 2, ermöglicht, haben sich die deutschen Kernkraftwerke, organisiert durch den VGB, entschlossen, einen Lernzielkatalog zu erarbeiten. Anhand dieses Lernzielkatalogs ist die KRAFTWERKSSCHULE E.V. (KWS), beauftragt worden eine Schulungsunterlage zu erstellen, die in allen Anlagen zur Vermittlung der Kenntnisse der Stufe 2 in den Gruppen A, B und S genutzt wird.

Bei der Erstellung dieser Unterlage lag der Schwerpunkt auf einer praxisnahen und adressatengerechten Vermittlung des Wissens. Ebenso sollte dem Personal eine Unterlage an die Hand gegeben werden, die es ihm ermöglicht, auch noch zu einem späteren Zeitpunkt etwas nachzuschlagen. Dies bedeutete, dass es sich hierbei nicht nur um eine Zusammenstellung der in der Schulung verwendeten Folien handeln sollte, sondern die Unterlage sollte erläuternde Texte sowie ein Glossar enthalten.

Bei der Erstellung der Unterlage wurden die Kernkraftwerke stark eingebunden. Von den Kraftwerken wurden Photos aus der Praxis zur Verfügung gestellt. Die Unterlage wurde vor der ersten Auflage ausgewählten Kraftwerken zur Kontrolle durch die jeweilige Fachabteilung vorgelegt.

Ebenso wurden durch die KWS eine zugehörige PowerPoint-Präsentation (Abb. 1) und ein Fragen-Katalog für die Wissensüberprüfung erstellt. Auch diese Maßnahmen wurden durch eine Schulungsveranstaltung auf ihre Eignung überprüft.

Durch die PowerPoint-Präsentation und den Fragen-Katalog war die Vergleichbarkeit der Kenntnisvermittlungs- bzw. Kenntniserhaltungsmaßnahmen gewährleistet.

Abb. 1: Auszug aus der PowerPoint-Präsentation

4. Vermittlung der Kenntnisstufe 2 durch E-Learnig

Die Kenntnisvermittlung der Stufe 2, die im Allgemeinen in den Anlagen durch eine eintägige Schulungsveranstaltung in Form eines Frontalunterrichts durchgeführt wird, ist sehr zeit- und personalintensiv. Dieser Aufwand lohnt sich nur für größere Teilnehmerzahlen. Da es aber immer wieder das Problem gibt, dass kurzfristig einzelne Personen geschult werden müssen, hat die KWS, auf Anregung ihrer Mitgliedsunternehmen, nach neuen Wegen für die Kenntnisvermittlung bzw. die -erhaltung gesucht. Hierbei wurde als möglicher Weg die internetbasierte Wissensvermittlung, das s.g. E-Learning gewählt.

Basierend auf der von der KWS erstellten Schulungsunterlage sowie der zugehörigen PowerPoint-Präsentation wurden Lerneinheiten entwickelt und auf der KWS-eigenen Plattform ins Internet gestellt. Zurzeit befindet sich die KWS mit diesem System in einer Erprobungsphase.

Abb. 2: Zugang zur E-Learning-Plattform der KWS

Der Ablauf einer solchen Wissensvermittlung wird folgendermaßen aussehen:

1. Der Teilnehmer wird bei der KWS gemeldet.
2. Der Zugang des Teilnehmers wird durch die KWS freigeschaltet.
3. Der Teilnehmer betritt über das Login die Lernumgebung.
4. Der Teilnehmer bearbeitet die einzelnen Kapitel.
   Die Bearbeitung der Kapitel ist beliebig. In einem Kapitel ist jedoch der Ablauf durch das System vorgegeben. Ein abgearbeitetes Kapitel wird vom System erfasst.
   Der Teilnehmer kann sich beliebig oft in der vorgegebenen Schulungszeit (mehrere Tage) in das System einloggen.
   Zur eigenen Überprüfung des Wissens kann der Teilnehmer ein Fragenkapitel, basierend auf dem Fragenkatalog zur einheitlichen Schulungsunterlage, bearbeiten *(Abb. 4)*.
5. Hat der Teilnehmer alle Kapitel bearbeitet, kann eine Bescheinigung für ihn, aus dem System heraus, erstellt werden.
6. Der Teilnehmer kann mit der Bescheinigung in einem Kraftwerk an einer Lernzielkontrolle für Kenntnisstufen A 2, B 2 und S 2 teilnehmen. Hierbei erfolgt dann die Identitätskontrolle der Person.

Für die Wissensvermittlung (*Abb. 3*) werden gesprochener Text, animierte Grafiken sowie an einigen Stellen kleine Videoclips, diese jedoch nur auf Anforderung des Users, genutzt.

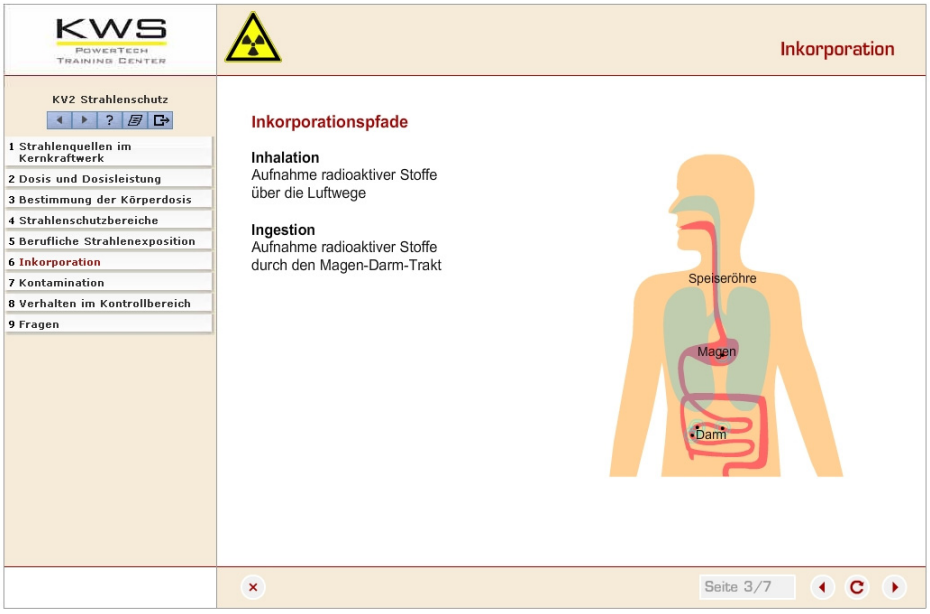


Abb. 3: Auszug aus einer Lerneinheit

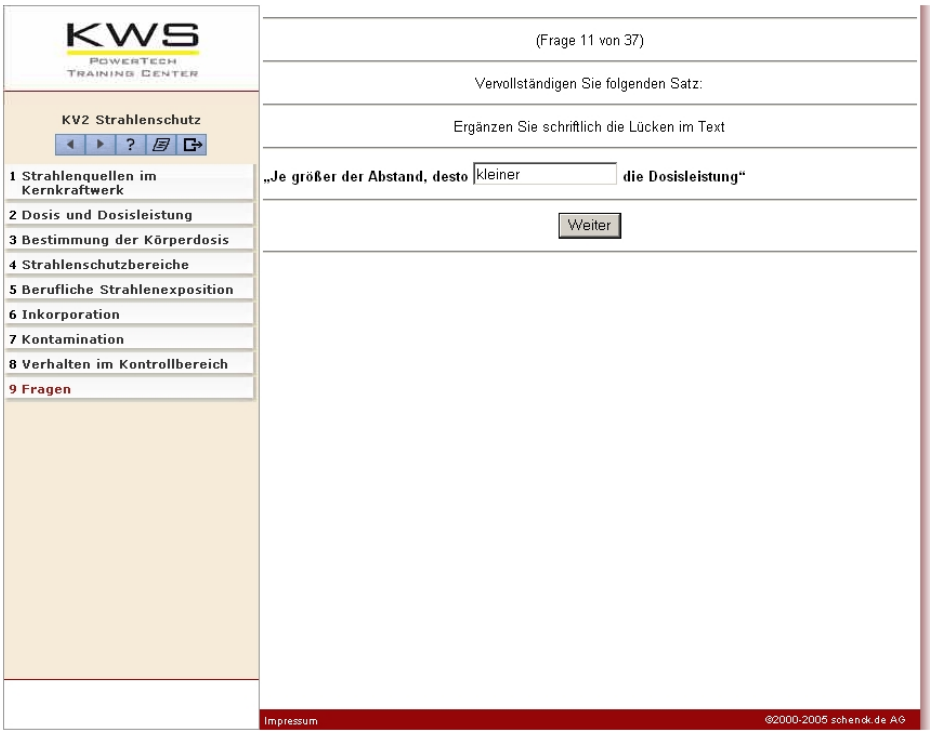


Abb. 4: Frageteil der E-Learning-Einheit zur Selbstkontrolle

5. Kursangebote zum Kenntniserwerb S 3

Die BMU-Richtlinie [2] schreibt für den Kenntniserwerb eine mehrwöchige Schulung vor. Aus diesem Grund wird von Kurs-Anbietern hierfür ein zweiwöchiger Kurs angeboten. Da die Richtlinie jedoch nicht vorschreibt, dass diese Schulung an einem Stück stattfinden muss, hat sich die KWS entschlossen, einen solchen Kenntniserwerb durch die Kombination zweier einwöchiger Kurse anzubieten. Durch die Kursinhalte ist sichergestellt, dass die durch Richtlinie vorgeschriebenen Inhalte vermittelt werden. Die Gewährleistung der Wirksamkeit wird hierbei durch eine mündliche Abschlussprüfung am Ende des zweiten Kursteils erbracht. Die Prüfung wird hierbei durch den jeweiligen Lehrgangsleiter sowie einem am Kurs beteiligten Fachdozenten abgenommen.

Die beiden Kurse für sich alleine genommen können zur Erhaltung der Kenntnisse genutzt werden. Die Gewährleistung der Wirksamkeit erfolgt hierbei durch Fachdiskussionen und praktische Übungen in der Gruppe. Dies ist nur möglich, da die Teilnehmerzahl auf zwölf beschränkt ist.

6. Kenntniserhaltung durch spezielle Maßnahmen

Bereits seit mehren Jahren bieten verschiedene Anbieter In-House-Schulungen zur Kenntniserhaltung an. Hierbei werden in Absprache mit dem Kunden entsprechend der Richtlinie Inhalte festgelegt. Dies hat für den Kunden den Vorteil, dass bei der zeitlichen Planung betriebliche Belange berücksichtigt werden können. Die KWS führt seit 2001 solche einwöchigen Maßnahmen für die E.ON-Kernkraft durch. Bei diesen Veranstaltungen wird durch intensive Fachdiskussionen die Wirksamkeit der Maßnahme durch die Dozenten vor Ort sichergestellt.

7. Literatur

[1] Gesetz über die friedliche Verwendung der Kernenergie und den Schutz gegen ihre Gefahren (Atomgesetz)
In der Fassung der Bekanntmachung vom 15 Juli 1985 (BGBl. I S 1565)
(BGBl. III 751-1)
zuletzt geändert durch neunte ZuständigkeitsanpassungVO vom 31. Okt. 2006 (BGBl. I S. 1237)

[2] Richtlinie über die Gewährleistung der notwendigen Kenntnisse der beim Betrieb von Kernkraftwerken sonst tätigen Personen
Vom 30. November 2000 (GMBI 2001, Nr. 8)

[3] Verordnung über den Schutz vor Schäden durch ionisierende Strahlen (Strahlenschutzverordnung – StrlSchV)
Vom 20. Juli 2001 (BGBl. I S. 1714, ber. 2002 I S. 1459)
(BGBl. III 751-1-8)
zuletzt geändert durch G über den Übergang auf das neue Lebensmittel- und Futtermittelrecht vom 1. Sept. 2005 (BGBl I S. 2653, 2658)

AUSBILDUNG UND FORTBILDUNG FÜR GEFAHRGUTLENKER DER KLASSE 7 – NATIONALE UND INTERNATIONALE VORSCHRIFTEN

INITIAL AND REFRESHER TRAINING CONCERNING THE TRAINING OF DRIVER OF CLASS 7 – NATIONAL AND INTERNATIONAL REGULATIONS

P. Wassertheurer, T. Geringer, A. Stolar
Strahlenschutzakademie Seibersdorf; Austrian Research Centers GmbH; A-2444 Seibersdorf

Zusammenfassung

Beförderungen von gefährlichen Gütern erfordern im Sinne der Sicherheit eine besondere Ausbildung der Beteiligten eines Beförderungsvorganges. Diese Arbeit beleuchtet die gemeinsamen (internationalen) Regulative Österreichs, der Schweiz und Deutschlands, sowie nationale Unterschiede der genannten Staaten.

Es ist zwischen nationalen und internationalen Beförderungen zu unterscheiden. Eine weitere Unterscheidung zwischen den Beteiligten (Lenker, Gefahrgutbeauftragter, Gefahrgutkontrollpersonal) scheint im Hinblick auf die unterschiedlichen nationalen Regelungen sinnvoll.

Alle genannten Staaten sind Mitglieder des ADR Abkommens und setzen die ADR Regeln um, regeln aber in einigen Punkten die Aus- und Fortbildung der oben genannten Beteiligten auf nationaler Ebene unterschiedlich.

1 Ausbildung, Fortbildung und Unterweisung von Beteiligten an einer Beförderung gefährlicher Güter in Österreich

Überblick über nationale und internationale Vorschriften, welche die Aus- und Fortbildung, sowie Unterweisungen für Zwecke der Klasse 7 in Österreich regeln:

Tabelle 1: Ausbildung, Fortbildung und Unterweisung von Beteiligten an einer Beförderung gefährlicher Güter in Österreich.

Beteiligter	Art der Schulung / Unterweisung	geregelt durch
Lenker	1.3.2.2 (Aufgabenbezogene Unterweisung[1])	ADR
	1.3.2.3 (Sicherheitsunterweisung[1])	ADR
	1.3.2.4 (Unterweisung für Klasse 7[1])	ADR
	8.2.1 ff (Besondere Ausbildung Fahrzeugführer)	ADR
	Erstschulung: Basiskurs mit 18 UE Theorie und 1 UE praktische Übungen Aufbaukurs Klasse 7 mit 7 UE Theorie und 1 UE praktische Übungen; Auffrischungsschulung: 2 Tage, davon 8 UE Theorie für den Basiskurs, 2 UE praktische Übungen sowie eine dem Auffrischungsbedarf entsprechende Anzahl von UE Theorie für Aufbaukurs Klasse 7; Verkürzungen für Klasse 7 möglich, wenn gleichwertige Schulungen zu anderen Zwecken Thema abdecken: 3 UE Theorie und 1 UE praktische Übung.	National: GGBV
	§ 14 (Besondere Ausbildung der Lenker)	National: GGBG
	1.3.3 (Dokumentation)	ADR
	8.2.1.8 (Anerkennung der Bescheinigung nach dem in 8.2.2.8.3 festgelegtem Muster durch Vertragsparteien/Mitgliedsstaaten)	ADR
Gefahrgutbeauftragter	Erstschulung und Prüfung: Für den allgemeinen Teil samt einem besonderen Teil…….32UE Erstschulung für jeden weiteren besonderen Teil…….10UE Fortbildungsschulung und Prüfung: Für den allgemeinen Teil samt einem besonderen Teil…….16UE Für jeden weiteren besonderen Teil…….5UE	National: GGBV
Sonstige an Beförderung beteiligte Personen	1.3.2.2 (Aufgabenbezogene Unterweisung[1])	ADR
	1.3.2.3 (Sicherheitsunterweisung[1])	ADR
	1.3.2.4 (Unterweisung für Klasse 7[1])	ADR
	1.3.3 (Dokumentation)	ADR

[1] Unterweisungen dürfen in Österreich durch den Gefahrgutbeauftragten oder qualifiziertes Personal gemäß GGBV durchgeführt werden.

2 Ausbildung, Fortbildung und Unterweisung von Beteiligten an einer Beförderung gefährlicher Güter in der Schweiz

Überblick über nationale und internationale Vorschriften, welche die Aus- und Fortbildung, sowie Unterweisungen für Zwecke der Klasse 7 in der Schweiz regeln:

Tabelle 2: Ausbildung, Fortbildung und Unterweisung von Beteiligten an einer Beförderung gefährlicher Güter in der Schweiz.

Beteiligter	Art der Schulung / Unterweisung	geregelt durch
Lenker	1.3.2.2 (Aufgabenbezogene Unterweisung[1])	ADR
	1.3.2.3 (Sicherheitsunterweisung[1])	ADR
	1.3.2.4 (Unterweisung für Klasse 7[1])	ADR
	1.3.3 (Dokumentation)	ADR
	8.2.1 ff (Besondere Ausbildung Fahrzeugführer)	ADR
	8.2.1.8 (Anerkennung der Bescheinigung nach dem in 8.2.2.8.3 festgelegtem Muster durch Vertragsparteien/Mitgliedsstaaten)	ADR
	Art. 8. Die kantonalen Behörden organisieren in Zusammenarbeit mit den interessierenden Verbänden die vorgeschriebene Ausbildung der Fahrzeugführer, welche Transporte mit gefährlichen Gütern ausführen, sowie die entsprechenden Prüfungen. Der Bund bildet die bei ihm angestellten Fahrzeugführer selber aus.	National: SDR 741.621
	Art. 9 (Instruktion der Fahrzeugführer) Fahrzeughalter und Beförderer müssen dafür sorgen, dass die Führer von Fahrzeugen mit gefährlichen Gütern über die Besonderheiten dieser Transporte unterrichtet werden.	National: SDR 741.621
	Nur Schweiz: 8.2.1.10 (Besondere Ausbildung Fahrzeugführer) 8.2.1.10.1 Auch Basiskurs gefordert, ungeachtet der höchstzulässigen Gesamtmasse des Fahrzeuges, wenn nicht freigestellte Güter der Klasse 7 befördert werden.	National: SDR 741.621, Anhang 1, betrifft nur nationale Transporte
	8.2.1.10.3. Wenn nur Klasse 7 und nationaler Transport, dann ist auch eine Strahlenschutzausbildung im Ausmaß von 8 UE mit bestandener Prüfung zulässig (Vermerk in der Bescheinigung gefordert)	National: SDR 741.621, Anhang 1
Gefahrgutbeauftragter	Ausbildung im Ausmaß von mindestens 24 UE ist nachzuweisen; Ausbildungsnachweis ist ein Jahr seit dem Abschluss der Prüfung gültig; dann Zulassung zur Prüfung. Strahlenschutzausbildung wird unter bestimmten Voraussetzungen als Ausbildungsnachweis anerkannt. Für Zwecke der Klasse 7 ist zusätzlich eine Prüfung abzulegen. Ausbildungsveranstalter dürfen keine Prüfung abnehmen. Prüfungsstelle muss behördlich anerkannt sein.	National: GGBV (Ausbildung der Gefahrgutbeauftragten) 741.622
Sonstige an Beförderung beteiligte Personen	1.3.2.2 (Aufgabenbezogene Unterweisung[1])	ADR
	1.3.2.3 (Sicherheitsunterweisung[1])	ADR
	1.3.2.4 (Unterweisung für Klasse 7[1])	ADR
	1.3.3 (Dokumentation)	ADR

[1] Unterweisungen dürfen z.B. durch den Gefahrgutbeauftragten durchgeführt werden.

3 Ausbildung, Fortbildung und Unterweisung von Beteiligten an einer Beförderung gefährlicher Güter in Deutschland

Überblick über nationale und internationale Vorschriften, welche die Aus- und Fortbildung, sowie Unterweisungen für Zwecke der Klasse 7 in Deutschland regeln:

Tabelle 3: Ausbildung, Fortbildung und Unterweisung von Beteiligten an einer Beförderung gefährlicher Güter in Deutschland.

Beteiligter	Art der Schulung / Unterweisung	geregelt durch
Lenker	1.3.2.2 (Aufgabenbezogene Unterweisung[1])	ADR
	1.3.2.3 (Sicherheitsunterweisung[1])	ADR
	1.3.2.4 (Unterweisung für Klasse 7[1])	ADR
	1.3.3 (Dokumentation)	ADR
	8.2.1 ff (Besondere Ausbildung Fahrzeugführer)	ADR
	8.2.1.8 (Anerkennung der Bescheinigung nach dem in 8.2.2.8.3 festgelegtem Muster durch Vertragsparteien/Mitgliedsstaaten)	ADR
Gefahrgutbeauftragter	Grundlehrgang: Allgemeiner Teil (10UE) und ein oder mehrere besondere Teile (Straße, Schiene, Binnenschiffs-, See- und Luftverkehr) (je 20 UE); Prüfung durch die Industrie- oder Handelskammer ist zu absolvieren	National: Gefahrgutbeauftragtenverordnung (GGBeaV)
Gefahrgutkontrollpersonal für Länder- und Bundesbehörden	Anlage 8: 100h für Grundausbildung empfohlen;	National: RSE (GGVSE Durchführungsrichtlinien)
	Anlage 8/2: 51 h für Klasse 7	National: RSE (GGVSE Durchführungsrichtlinien)
Sonstige an Beförderung Beteiligte Personen	1.3.2.2 (Aufgabenbezogene Unterweisung[1])	ADR
	1.3.2.3 (Sicherheitsunterweisung[1])	ADR
	1.3.2.4 (Unterweisung für Klasse 7[1])	ADR
	1.3.3 (Dokumentation)	ADR

[1] Unterweisungen dürfen z.B. durch den Gefahrgutbeauftragten durchgeführt werden.

8 Literatur

[1] Anlage zur Bekanntmachung der Neufassung der Anlagen A und B des Europäischen Übereinkommens vom 30.September 1957 über die internationale Beförderung gefährlicher Güter auf der Straße (ADR) (in der seit dem 1.Januar 2007 geltenden Fassung).

[2] Verordnung über die Beförderung gefährlicher Güter auf der Straße (SDR) 741.621 vom 29.November 2002 (Stand am 1. Januar 2008), und Anlagen, Schweiz.

[3] Verordnung über Gefahrgutbeauftragte für die Beförderung gefährlicher Güter auf Strasse, Schiene und Gewässern (Gefahrgutbeauftragtenverordnung, GGBV) 741.622 vom 15. Juni 2001 (Stand am 19. Dezember 2006), Schweiz.

[4] RSE, Richtlinien zur Durchführung der Gefahrgutverordnung Straße und Eisenbahn (GGVSE), (GGVSE-Durchführungsrichtlinien), Verkehrsblatt – Dokument – Nr. B 2207, vom 29. Januar 2007, Deutschland.

[5] Verordnung über die Prüfung von Gefahrgutbeauftrag-ten(Gefahrgutbeauftragtenprüfungsverordnung – PO Gb) vom 1. Dezember 1998, Deutschland.

[6] Bundesgesetz über die Beförderung gefährlicher Güter (Gefahrgutbeförderungsgesetz – GGBG), BGBl. I Nr. 145/1998 idF BGBl. I Nr. 63/2007, Österreich.

[7] Gefahrgutbeförderungsverordnung – (GGBV), BGBl. II Nr. 303/1999 idF BGBl. II Nr. 214/2005, Österreich.

FEHLERHAFTE ERMITTLUNG UND ZUORDNUNG VON EXPOSITIONSWERTEN FÜR HAUER IN DEN OBJEKTEN 01, 02 UND 09 DER WISMUT

FAULTY ASCERTAINMENT AND CLASSIFICATION OF EXPOSURE VALUES FOR MINERS IN THE OBJECTS 02, 03 AND 09 OF THE WISMUT COMPANY

G. G. Eigenwillig
Hans-Thoma-Straße 19, D-60596 Frankfurt am Main

Zusammenfassung

Anerkennungsverfahren von Berufskrankheiten und Forschungsvorhaben, die die Beschäftigten der WISMUT betreffen, stellen vielfältige Anforderungen an die verwendete Datenbasis. Die Datenbasis muss allerdings hinterfragt werden, wie folgende Beispiele zeigen:

- Die in Anerkennungsverfahren von Berufskrankheiten und in Forschungsvorhaben verwendeten Daten für die Strahlenexposition (Expositionsdaten) beruhen auf Mittelwerten von Messungen in einigen – d.h. nicht in allen – Bergwerken.
- Fehlende Expositionsdaten wurden retrospektiv durch Modelle ermittelt, die Mittelwerte als Basis haben.
- Die in Forschungsvorhaben verwendeten Expositionsdaten wurden nicht veröffentlicht und sind damit der wissenschaftlichen Überprüfung nicht zugänglich.
- Expositionsdaten wurden unzutreffend von einem Objekt auf andere Objekte übertragen.
- Es liegen Expositionsdaten vor für äußere Gamma-Bestrahlung und Inhalation aber nicht für Ingestion.
- Die Entstehung des Objekts 09 wurde falsch dargestellt. Es entstand durch Teilung des Objekts 02 und ist damit kein Neuaufschluss.

Bei der Anwendung dieser Expositionsdaten wurden und werden mögliche Konsequenzen nicht ermittelt, die die Verwendung dieser Expositionsdaten auf die Ergebnisse in Anerkennungsverfahren von Berufskrankheiten und für Forschungsvorhaben haben kann.

The evaluation of occupational diseases and research purposes concerning the employees of WISMUT have to observe manifold requirements with respect to the applied data basis. But the data basis must be questioned in depth as following examples show:

- Radiation exposure data (exposure data) used in the evaluation of occupational diseases and for research purposes are means of measurements in several – i.e. not in all – mines.
- Missing exposure data were determined with the help of models, which have means as basis.

- Exposure data used for research purposes were not published and are, therefore, not available for scientific review.
- Exposure data were incorrectly transferred from one Object (mining facility) to another.
- Exposure data are available for external gamma exposure and inhalation but not for ingestion.
- The given history of Object 09 is not correct. Object 09 was developed by dividing Object 02. Therefore, Object 09 was not a new mining facility.

While applying these exposure data the consequences were and are not considered, which their use can have for the results of the evaluation of occupational diseases and research purposes.

1 Ausgangslage

Ziel dieser Veröffentlichung ist es, die Ermittlung und Bewertung der Strahlenexpositionen für die Beschäftigten der WISMUT und deren Konsequenzen in Anerkennungsverfahren von Berufskrankheiten und in Forschungsvorhaben einer kritischen Bewertung zu unterziehen.

Der Bergbau im Erzgebirge in Sachsen war für die Bergleute vor allem mit dem Risiko von Krankheiten wie Lungenkrebs und Silikose verbunden, die sehr oft tödlich verliefen. Ursache für Lungenkrebs war die Inhalation des radioaktiven Edelgases Radon (Rn), kurzlebiger Zerfallsprodukten des Radons (RnZP) und langlebiger Radionuklide (LRN) im Staub sowie äußere Gamma-Strahlung.

Für die Beschäftigten der WISMUT werden die Konzentrationen von radioaktiven Stoffen in der Atemluft (Inhalation) und die äußeren Gamma-Dosisleistungen mit tätigkeitsbezogenen, zeitlichen und örtlichen Bedingungen verknüpft. Das Resultat dieser Verknüpfung ist eine JOB-EXPOSURE-MATRIX (JEM). Für die Beschäftigten der WISMUT gibt es zwei Versionen der JEM. Die JEM-1 ist eine Grundlage in Anerkennungsverfahren von Berufskrankheiten [1]. Ferner wird sie bei der Planung der Zeiträume für nachgehende medizinische Untersuchungen und bei der Betreuung der ehemaligen Beschäftigten der WISMUT verwendet. Die JEM-2 wird in der Forschung eingesetzt [2]. Die JEM-2 wurde bisher nicht veröffentlicht.

JEM-1 ist die Basis für JEM-2. Beide Versionen der JEM weisen bei der Ermittlung und Zuordnung von Werten der Strahlenexposition Fehler auf. Das wissen Anwender der JEM-1 und JEM-2 seit Jahren, berücksichtigen es aber in Anerkennungsverfahren von Berufskrankheiten und in der Forschung nicht. Obwohl bekannt ist, dass Unsicherheiten bei Strahlenexpositionen und Einflüsse dieser Unsicherheiten auf Risikoabschätzungen bewertet werden müssen [3]. Damit sind auch die Ergebnisse in Anerkennungsverfahren und der Forschung in Frage gestellt. Für die verwendeten Expositionsdaten und ihre Randbedingungen liegen bisher keine Sensitivitätsanalysen vor.

Weder JEM-1 noch JEM-2 enthalten Angaben über die Aktivitätszufuhr durch Ingestion von Rn, RnZP und LRN, obwohl bekannt ist, dass Bergleute Grubenwässer getrunken haben. Dieser Expositionspfad kann bei der Bewertung von extrapulmonalen Karzinomen und Leukämien wichtig sein.

2 Historie der Objekte 02, 03 und 09

Eine wichtige Informationsquelle ist die Chronik der WISMUT, die entsprechend den Anforderungen des § 53 Abs. 2 Bundesberggesetz erstellt wurde [4]. Sie enthält Angaben über erkundete und ausgebeutete Bodenschätze, die Betriebsstrukturen und Betriebskapazitäten, die angewandten Technologien, betriebswirtschaftliche Verhältnisse sowie die sozialen und ökologischen Auswirkungen des Uranerzbergbaus.

Relativ selbständige Struktureinheiten der WISMUT wurden als Objekte bezeichnet. Zu einem Bergbauobjekt (z.B. Objekte 02, 03 und 09) gehörten meistens mehrere Bergwerke – im Sprachgebrauch der WISMUT als Schächte bezeichnet. Diese Bezeichnung wird auch in dieser Veröffentlichung beibehalten.

Da Wechsel bei der Zuordnung von Schächten und Schachtgruppen zu verschiedenen Objekten vorgenommen wurden, wird auf die Historie der Objekte 02, 03 und 09 eingegangen [4]:

- Das Objekt 02 (Revier Oberschlema) wurde im Oktober 1946 gegründet. Das Objekt 02 wurde im April 1958 aufgelöst. Die Restvorräte an Uranerz wurden organisatorisch dem Objekt 09 zugeordnet und abgebaut.
- Das Objekt 03 (Revier Schneeberg) wurde im April 1947 aus dem Objekt 02 ausgegliedert. Im September 1950 wurde es aufgelöst. Die Restvorräte an Uranerz wurden organisatorisch dem Objekt 09 zugeordnet und bis 1956 abgebaut.
- Das Objekt 09 (Reviere Oberschlema und Niederschlema-Alberoda) entstand Ende 1948 / Anfang 1949 durch Teilung des Objekts 02 an der Störung „Sieg“ im Revier Oberschlema. Zwischen den Objekten 02 und 09 bestanden wegen des gemeinsamen Ursprungs auf fast allen Sohlen Verbindungsbaue. Die Grenzziehung zwischen den beiden Objekten war und blieb willkürlich; d.h. die Grubengebäude waren nicht unabhängig voneinander und gingen ineinander über. Erst nach dem Grubenbrand 1955 wurde mit der Isolierung der Grenze zwischen den Objekten 02 und 09 begonnen. Die Gewinnung von Uranerz im Objekt 09 wurde Ende 1990 eingestellt.

3 Strahlenexpositionen durch Inhalation radioaktiver Stoffe und äußere Gamma-Strahlung

Die Messung von Rn, RnZP und LRN in der Atemluft sowie der äußeren Gamma-Strahlung zur Ermittlung der Strahlenexposition der Beschäftigten war in verschiedenen Zeitperioden unterschiedlich [4]. Bis 1954 wurden keine Messungen durchgeführt. Von 1954 bis 1964 wurden in einigen Objekten die Rn-Konzentrationen und zum Teil Gamma-Dosisleistungen gemessen. Die Messungen von Rn ab 1954 wurden überwiegend im Objekt 09 der WISMUT und selten im Objekt 02 durchgeführt. Vom Objekt 03 sind keine Messungen z. Z. der WISMUT bekannt. Ab 1964 erfolgten die ersten Messungen der RnZP-Konzentrationen und

ab 1966 wurden die RnZP-Konzentrationen regelmäßig gemessen. Ab 1967 gab es Messungen der LRN-Konzentrationen. Fehlende Daten der Strahlenexposition wurden mit Hilfe von Versuchen und Modellen retrospektiv ermittelt [1].

Die Messungen sind mit Unsicherheiten belastet ([1] und [5]). Z. B. gab es bei der Messung der RnZP-Konzentrationen systematische, Kalibrierungs- und statistische Fehler (Fehlerbreite von überwiegend 30 % und ggf. größer), methodische Fehler (überwiegend Messungen während der Frühschicht), keine komplexe Bewertung von Betriebsstörungen (z.B. bei Ausfall der Bewetterung), fehlerhafte Ortsstatistiken, Unsicherheit durch Extrapolation (fünf Minuten Probenahmezeit wurden z.B. auf einen Monat hochgerechnet), keine umfassende Überwachung der Berufsgruppen mit nicht stationären Arbeiten, Fehler bei der Erfassung von Aufenthaltszeiten und Aufenthaltsorten von Bergleuten sowie bei der Zuordnung von Messwerten zu Arbeitsbereichen. Diese Unsicherheiten gelten auch für die Ortsdosimetrie ab 1971.

Die Literatur weist ferner Folgendes aus ([1], [4], [5] und [6]): Bei der Verwendung der Messergebnisse ist zu beachten, dass die Strahlenschutzüberwachung primär darauf ausgerichtet war, sich mittels Erhebungs- und Kontrollmessungen einen Überblick über die Strahlenschutzsituation zu verschaffen. Weitergehende Anwendungen u. a. für epidemiologische Forschungen waren nicht vorgesehen. Daher erfolgte zum damaligen Zeitpunkt auch keine statistischen Auswertungen der Messdaten unter Nennung von definierten Vertrauensbereichen. Da z.B. die Rn-Messwerte in den Strahlenschutzberichten der WISMUT überwiegend als Mittelwerte für jeweils drei Konzentrationsbereiche (< 3,7 kBq/m^3, [3,7-37] kBq/m^3, > 37 kBq/m^3) angegeben wurden und Einzelmessdaten nicht verfügbar sind, ist auch retrospektiv eine statistische Auswertung dieser Messdaten nicht möglich. Die Messergebnisse wurden auch als Grundlage für die Bestimmung der Strahlenexposition der Beschäftigten genutzt. Dazu wurden die Mittelwerte der drei Konzentrationsbereiche für einzelne Objekte ihrerseits für jedes Kalenderjahr wiederum zu einem Mittelwert zusammengefasst. Daher liegen bis 1990 keine verwendbaren Individualdosen für die Beschäftigten vor.

In der JEM-2 werden innerhalb der Objekte in einigen Fällen theoretisch Differenzierungen für Schächte und Schachtgruppen vorgenommen [2]. Diese Differenzierungen werden durchgeführt, indem der Mittelwert des jeweiligen Objekts aus JEM-1 mit schacht- oder schachtgruppenspezifischen Faktoren multipliziert wird. Diese Faktoren berücksichtigen z.B. den Urangehalt des Erzes, die Gangflächen des Schachtes und die Bewetterungsverhältnisse. Die Ergebnisse dieser Differenzierungen behalten damit ihrerseits den Charakter von Mittelwerten, weil sie auf Mittelwerten aufbauen.

4 Allgemeine Anmerkungen zu Strahlenexpositionen durch Inhalation und äußere Gamma-Strahlung

In der JEM-2 fällt für die meisten Schächte auf, dass ab 1957 die Expositionswerte für die Objekte 03 und 09 gleich sind. Zu dieser Übereinstimmung kommt im Jahr 1959 das Objekt 02 hinzu. (siehe fette Zahlen in Spalten 5 bis 7 in Tabelle 1). Dafür werden in der JEM-2 folgende Begründungen gegeben [2]:

- Objekt 03: „Im Ergebnis .... ist davon auszugehen, dass weitere Beschäftigungen ab 1957 im Objekt 009 erfolgten, so dass .... ab 1957 die Werte des Objektes 009, Schacht 000 angeblendet wurden.“

- Objekt 02: „Für Weiterbeschäftigungen ab 1959 werden die Werte des Objektes 009 angeblendet, wie bereits genannt, von einer Weiterbeschäftigung im Objekt 009 in der Lagerstätte Niederschlema-Alberoda auszugehen ist.“

Die entsprechenden Tabellen der JEM-2 weisen damit für die genannten Schächte und Schachtgruppen des Objekts 03 ab 1957 und des Objekts 02 ab 1959 Strahlenexpositionen für das Objekt 09 aus [2]. Die Zuordnung der Objekte 03 und 02 zum Objekt 09 in den 1950er Jahren war ein rein organisatorischer Verwaltungsakt. Die operativen Bedingungen in den betroffenen Schächten und Schachtgruppen änderten sich dadurch nicht. Die Strahlenexpositionen in den Schächten und Schachtgruppen der Objekte 03 und 02 waren daher auch ab 1957 und 1959 bestimmt nicht identisch mit denen des Objekts 09. Die starken Absenkungen der Strahlenexpositionen in der JEM-2 für das Objekt 03 von 1956 auf 1957 und für das Objekt 02 von 1958 auf 1959 sind Artefakte und dürfen nicht akzeptiert werden.

Die Tabellen der JEM-2 sind bezogen auf Schächte und Schachtgruppen und damit ortsfest. Wenn z.B. ein Hauer vom Objekt 03 oder 02 in das Objekt 09 versetzt wurde, änderte sich damit nicht die Strahlenexposition in den Schächten und Schachtgruppen der Objekte 03 oder 02, wie in der JEM-2 unterstellt wird. Vielmehr muss der Hauer aus den Objekten 03 oder 02 ausgebucht und neu in das Objekt 09 eingeschrieben werden. Der Arbeitsplatz im Objekt 03 oder 02 wird verlassen und ein neuer Arbeitsplatz im Objekt 09 besetzt. Durch das Vorgehen in der JEM-2 gibt es keine Daten für die Strahlenexposition von Beschäftigten, die nach Berufsanamnesen ab 1957 im Objekt 03 oder ab 1959 im Objekt 02 gearbeitet haben (z.B. Dammbau, Grubenunterhaltung, Demontage).

Die angesprochenen Fehler sind umso erstaunlicher, weil es für das Objekt 03 ein Beispiel für das richtige Vorgehen gibt. Das Objekt 03 wurde 1950 aufgelöst und die Schächte 3 und 10 organisatorisch an das Objekt 09 angegliedert. In diesem Fall wurden in der JEM-2 die Strahlenexpositionen für das Objekt 03 entsprechend seinen operativen Bedingungen für die Jahre 1950 bis 1956 fortgeschrieben.

Gelegentlich wird erwähnt, dass die JEM-1 gegenüber der JEM-2 konservative Strahlenexpositionen ausweise. Da Objektwechsel immer mit einer Expositionserhöhung verbunden wären, bestünde Akzeptanz, diese höheren Werte der JEM-1 für Berufskrankheiten-Feststellungsverfahren (BK-Verfahren) zu nutzen (konservative Einschätzungen für BK-Verfahren). Bei wissenschaftlichen Untersuchungen zum Strahlenrisiko würde durch eine konservative Bewertung der Exposition jedoch das Strahlenrisiko unterschätzt. Daher würde hier JEM-2 verwendet [2]. Diese Begründung in der JEM-2 ist falsch. Die unterschiedliche organisatorische Zuordnung von Schächten zu verschiedenen Objekten hat keinen Einfluss auf die Strahlenexpositionen in diesen Schächten, weil sich die operativen Bedingungen in den Schächten nicht verändern. Würde man trotzdem den Aussagen in der JEM-2 folgen, so weisen Tabelle 1 und ihre Erläuterungen für JEM-1 und JEM-2 aus, dass für das Objekt 03 bis 1956 und für das Objekt 02 bis 1958 die Strahlenexpositionen mit einer Expositionserniedrigung und nicht mit einer Expositionserhöhung verbunden wären, wenn von den Objekten 03 und 02 Schächte dem Objekt 09 zugeordnet würden.

Das Objekt 09 entstand Ende 1948 / Anfang 1949 durch Teilung des Objekts 02 an der Störung „Sieg“ im Revier Oberschlema und ist damit kein Neuaufschluss ([4] und [5]). Die Strahlenexposition für einen Hauer im Objekt 09 muss daher im Jahr 1949 beginnen und nicht 15 WLM oder 25 WLM sondern 175 WLM betragen (Spalten 5 und 7 in Tabelle 1).

Im Gegensatz zur JEM-1 nimmt die JEM-2 die notwendige Trennung zwischen verschiedenen Objekten nicht vor, sondern überträgt Daten der Objekte 11 (Bau und Montage) oder 21 (Erkundung) auf das Objekt 09 (Jahre 1946 bis 1949 in den Spalten 4 und 7 in Tabelle 1).

Für die Strahlenexposition durch Inhalation von Rn und RnZP gibt es in der deutschen Uranbergarbeiterkohortenstudie eine bisher ungeklärte Besonderheit. 1952 und danach entspricht der Verlauf des 75%-Quartils der Strahlenexpositionen für alle Personen in der deutschen Uranbergarbeiterkohortenstudie, die vielen unterschiedlichen Berufsgruppen sowie mehreren Objekten zuzuordnen sind, exakt dem Verlauf der Mittelwerte der Strahlenexposition allein für Hauer im Objekt 09 ([1], [5] und [7]).

5 Literatur

[1] F. Lehmann et al., Belastung durch ionisierende Strahlung im Uranerzbergbau der ehemaligen DDR, Hauptverband der gewerblichen Berufsgenossenschaften (HVBG) und Bergbau-Berufsgenossenschaft (BBG) (Hrsg.), Sankt Augustin (1998)

[2] F. Lehmann, JOB-EXPOSURE-MATRIX „Ionisierende Strahlung im Uranerzbergbau der ehemaligen DDR“ [Version 06/2003] – Erläuterungen zu einer lagerstätten- bzw. schachtbezogenen Spezifizierung (2004) – (nicht veröffentlicht)

[3] R. Bender, M. Blettner, Diskussion der Messfehlerproblematik durch die Verwendung einer Job-Exposure-Matrix (JEM), in: Geschäftsstelle der Strahlenschutzkommission (Hrsg.) Stand der Forschung zu den „Deutschen Uranbergarbeiterstudien“, Urban und Fischer Verlag, München (2002) p. 97

[4] Autorenkollektiv, Chronik der WISMUT, M. Hagen, R. Scheid (Hrsg.) WISMUT GmbH, Chemnitz (1999)

[5] G. G. Eigenwillig, Fehlerhafte Ermittlung und Zuordnung von Expositionswerten für Hauer in den Objekten 02,03 und 09 der WISMUT in den Jahren 1946 bis 1976, Zentralblatt für Arbeitsmedizin, Arbeitsschutz und Ergonomie 57 (2007) 375

[6] F. Lehmann, Retrospektive Ermittlung der Strahlenexposition für einen Abbauhauer im Erzfeld Schneeberg-Schlema-Alberoda (Objekte 02, 03, 09 der SAG/SDAG Wismut) im Zeitraum von 1947 bis 1968, Dissertation, Fakultät für Geowissenschaften, Geotechnik und Bergbau der Technischen Universität Bergakademie Freiberg, Freiberg (1999)

[7] B. Grosche et al., Die deutsche Bergarbeiterkohortenstudie – Erste Ergebnisse, in: Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (Hrsg.) Forschung zum Problemkreis „Radon“, Vortragsmanuskripte des 16. Statusgespräches in Berlin am 21./22.10.2003, Bonn (2004)

Tabelle 1: Mittelwerte der Strahlenexposition eines Hauers durch Rn und RnZP pro Kalenderjahr auf dem Abbau für die Jahre 1946 bis 1976

Jahr	**WLM**[1)] durch Rn und RnZP aus der JEM-1 für die Objekte			**WLM**[1)] durch Rn und RnZP aus der JEM-2 für die Objekte		
	02	03	09	02	03	09
Spalte 1	*Spalte 2*[2)]	*Spalte 3*[2)]	*Spalte 4*[2)]	*Spalte 5*[3,6)]	*Spalte 6*[4,6)]	*Spalte 7*[5,6)]
1946				117	194	7
1947	125	195		125	195	7
1948	140	200		140	200	7 (20)
1949	175	205	15	175	205	15 (25)
1950	210		50	210	205	50
1951	250		60	250	200	60
1952	280		90	280	205	90
1953	300		110	300	205	110
1954	320		150	320	200	150
1955	335		200	335	200	200
1956	355		115	355	198	115
1957	340		75	340	***75**	**75**
1958			70	340	*80	80
1959			40	**35**	*35	**35**
1960			35	30	*30	30
1961			35	35	*35	35
1962			35	35	*35	35
1963			30	30	*30	30
1964			15	15	*15	15
1965			9	9	*9	9
1966			7	7	*7	7
1967			6	6	*6	6
1968			5	5	*5	5
1969			4	4	*4	4
1970			3	3		3
1971			3	3		3
1972			2	2		2
1973			2	2		2
1974			2	2		2
1975			2	2		2
1976[7)]			2	2		2

[1, 2, 3, 4, 5, 6, 7)] *siehe nachfolgende Erläuterungen*

Erläuterungen zur Tabelle 1:

1) WLM = Working Level Month.
2) Spalten 2 bis 4: Quellen der Angaben sind die Tabellen 2.1.1.2, 2.1.1.3 und 2.1.1.9/1 im Anhang von [1].
3) Spalte 5: Quelle der Angaben ist die Tabelle 002/1 in [2].
4) Spalte 6: Quellen der Angaben für die Jahre
   - 1946 bis 1957 sind die Tabellen 003/1 und 003/2 in [2],
   - 1957 bis 1969 sind die Tabellen 003/2 und 009/4 in [2] und sind mit * gekennzeichnet.
5) Spalte 7: Quelle der Angaben ist die Tabelle 009/1 in [2]. Die davon abweichenden Daten in Klammern für die Jahre 1948 und 1949 stammen aus der Tabelle 009/3 in [2].
6) Folgende Schächte sind in den Spalten 5 bis 7 betroffen [2]:
   - Tabelle 002/1: 000, 004, 005, 006, 007, 008, 014, 015, 016, 999
   - Tabelle 003/1: 000, 003, 009, 010, 011, 026, 083, 130, 173
   - Tabelle 003/2: 999
   - Tabelle 009/1: 000, 072, 170, 186, 207, 208, 250, 296, 366, 371, 999
   - Tabelle 009/3: 013, 038, 066
   - Tabelle 009/4: 003, 010

   Bedeutung der Kodierungen 000 und 999 [2]:
   - 000: Die Tätigkeit fand an verschiedenen Orten innerhalb des Objekts statt und daher ist eine konkrete Schachtangabe nicht möglich.
   - 999: Es handelt sich um Tätigkeitsorte in Stollen und Hilfs- und Nebenschächten.
7) Der Abbruch der Datenfolge im Jahr 1976 geschah aus Gründen der Praktikabilität.

Autorenverzeichnis

Name Seite

B
Baschnagel, M. 121
Beutmann, A. 202, 209
Brunner, R. 11

D
Draaisma, F. S. 55

E
Eberhardt, K. 180
Eigenwillig, G. G. 315
Ettenhuber, E. 82

F
Flesch, K. 82
Funk, H. 164

G
Gasser, M. 37
Gellermann, R. 82, 272
George, C. 156
Geringer, T. 42, 71, 90, 310
Gläser, L. 209
Görz, W. 71
Güdel, H. 262

H
Hammans, M. 37
Hampel, G. 151, 180
Hoffmann, Ch. 198
Hoyler, F. 77, 142, 187

J
Jahn, S. G. 37, 242
Jansen, K. 202
Jansen, S. 202, 209

K
Kaden, M. 202
Kämmer, M. 216
Klose, K. J. 254
Kobler, S. 262
Konschak, K. 209
Kraus, G. 20
Kraut, W. 136
Kretschmer, B. 169

Name Seite

Kübler, W. 216
Kunz, H. 71

L
Lambotte, S. 279
Leppek, R. 254
Lorenz, B. 81

M
Madsack, B. 254
Malitte, H.-J. 71
Marten-Tölle, M. 187
Michel, R. 3
Mrabit, K. 64
Müller, R. 262
Mundigl, St. 49
Mutz, N. 169

N
Nagels, S. 151

P
Purschke, M. 18

R
Rathgeber, M. 177
Reinecke, H.-J. 221
Rhein, B. 216
Röhling, K. 81
Röllig, D. 202

S
Sadagopan, G. 64
Sahre, P. 202, 209
Scherer, U. W. 77, 142, 187
Schmitt-Hannig, A. 93
Schneider, I. 202
Schönmuth, T. 202, 209
Schuh, R. 117
Schulz, H. 82
Schwarz, W. 294
Severitt, S. 28, 265
Sölter, B. 71
Sojc, U. 169
Steinel, D. 129
Stolar, A. 42, 90, 310
Stolze, B. 236

Name Seite

Sussek, Ch. 209

T
Terbeek, C. 228, 302
Tschurlovits, M. 190

V
Vahlbruch, J.-W. 103
van der Stehen, J. 55
Van Goethem, G. 56
Vees, G. 286
vom Endt, H. 228, 302
von Philipsborn, H. 198

W
Walder, E. 111, 262
Wassertheurer, P. 42, 90, 310
Weller, H. 169
Welschhof, C. 164
Wheatley, J. 64

Z
Zauner, St. 151, 180
Zimmermann, M. 169

Publikationen des Fachverbandes für Strahlenschutz e. V.

*FS-05-138-AKE	**Leitfaden für die praktische Umsetzung des § 29 StrlSchV**, (Freigabeleitfaden), Ausgabe 3, Arbeitskreis Entsorgung, Hrsg.: A. Bertram-Berg u. a., Stand: 8. Dezember 2005, TÜV-Verlag GmbH, Köln, oder Download unter www.fs.de
*FS-05-139-T	**Strahlenschutz-Aspekte bei der Entsorgung radioaktiver Stoffe,** 37. Jahrestagung des Fachverbandes für Strahlenschutz e. V., 5. Gemeinsame Jahrestagung mit dem Österreichischen Verband für Strahlenschutz, 20.–23. September 2005 in Basel, Bandhrsg.: A. Zuberbühler, M. Baggenstos, N. Zoubek, A. Janett, TÜV-Verlag GmbH, Köln
FS-06-140/CD	**Chronik 1966–2006 – Daten, Fakten und Notizen zur 40-jährigen Geschichte des FS,** Juni 2006, Redaktion: Dietrich E. Becker, Hans H. Brunner, Klaus Henrichs, Rupprecht Maushart
*FS-06-141-T	**Strahlenschutz-Aspekte bei natürlicher Radioaktivität,** 38. Jahrestagung des Fachverbandes für Strahlenschutz e. V., 19.–22. September 2006 in Dresden, Bandhrsg.: E. Ettenhuber, R. Giessing, E. Beier, A. Bayer, TÜV Media GmbH, Köln
*FS-07-142-AKN	**Vorkehrungen und Maßnahmen bei radiologischen Ereignissen,** 5. Seminar des Arbeitskreises Notfallschutz, 25.–27. April 2007 in Augsburg, Hrsg.: A. Bayer, H. Faleschini, S. Krüger, Chr. Strobl, TÜV Media GmbH, Köln
*FS-07-143-AKNAT	**Optimierung der Auswahl von Messmethoden zur Bestimmung natürlicher Radionuklide,** Arbeitskreis natürliche Radioaktivität, Hrsg.: T. Heinrich, L. Funke, M. Köhler, U.-K. Schkade, F. Ullrich, W. Löbner, J. Höpner, D. Weiß, TÜV Media GmbH, Köln 2007
*FS-07-144-T	**Ion Beams in Biology and Medicine,** 39. Annual Conference of the German-Swiss Association for Radiation Protection and 11th Workshop of Heavy Charged Particles in Biology and Medicine, 26.–29. September 2007 in Heidelberg, Bandhrsg.: J. Debus, K. Henrichs, G. Kraft, TÜV Media GmbH, Köln
FS-07-145	**AKA-Prüfungskatalog** (in Vorbereitung)
*FS-08-146	**Fragen des radiologischen und nuklearen Notfallschutzes aus medizinischer Sicht,** gemeinsames Seminar des Arbeitskreises Notfallschutz und des Deutschen WHO REMPAN-Zentrums, 2.–4. April 2008 in Würzburg (in Vorbereitung)
*FS-08-147-AKU	**Moderne Routine- und Schnellmethoden zur Bestimmung von Sr-89 und Sr-90 bei der Umweltüberwachung**, Arbeitskreis Umweltüberwachung, TÜV Media GmbH, Köln 2008
FS-08-148-AKE	**Stilllegungsvarianten für Anlagen, die nach Atom- oder Strahlenschutzrecht genehmigt wurden** (zum Druck freigegeben)

Mit * oder ** bezeichnete Publikationen sind über den Buchhandel zu beziehen, die übrigen bei den im Sigel angegebenen Arbeitskreisen.

StrahlenschutzPRAXIS, die Vierteljahres-Fachzeitschrift des Fachverbandes für Strahlenschutz e. V. – aktuell, interessant, informativ!
TÜV Media GmbH, Köln, www.tuev-media.de

=► Die vollständige Liste finden Sie unter unter www.fs-ev.de!