Strahlenschutzkommission

Geschäftsstelle der
Strahlenschutzkommission
Postfach 12 06 29
D-53048 Bonn

http://www.ssk.de

Langfristige Sicherung des Kompetenzerhaltes auf dem Gebiet der Strahlenforschung in Deutschland

Empfehlung der Strahlenschutzkommission

Verabschiedet in der 211. Sitzung der Strahlenschutzkommission am 14. November 2006

Inhaltsverzeichnis

1 Vorbemerkung 3

2 Struktur 3

3 Themenfelder 4

3.1 Strahlenbiologie und Strahlenepidemiologie 5

3.1.1 Strahlenbiologie, insbesondere molekulare Strahlenbiologie 5

3.1.2 Strahlenepidemiologie/Strahlenrisiko 5

3.2 Strahlung und Medizin 6

3.2.1 Anwendung in der Medizin 6

3.2.2 Medizinische Strahlenphysik 7

3.2.3 Radiologischer Notfallschutz 7

3.3 Strahlung und Umwelt 8

3.3.1 Radioökologie 8

Risikokommunikation und Prävention 8

1 Vorbemerkung

Für den wissenschaftlichen Nachwuchs in der Strahlenforschung, der für den Kompetenzerhalt dringend benötigt wird und dessen Ausbildung daher intensiv gefördert werden muss, stellen Strahlenphysik, Strahlenbiologie und Strahlenepidemiologie wegen der Nutzung moderner Methoden aus Physik, Biologie und Epidemiologie attraktive Fächer dar. Erinnert sei nur an die revolutionären Techniken der Molekularbiologie, die heute einen integralen Bestandteil der biologischen Strahlenforschung darstellen. Die biologische Strahlenforschung ist somit ein wichtiger Bestandteil der Lebenswissenschaften, denen sie nachhaltige Impulse zu geben vermag.

Forschungsvorhaben aus Strahlenphysik, Strahlenbiologie und Strahlenepidemiologie stehen in einem engen Zusammenhang mit der Krebsforschung, deren Ergebnisse für Strahlenschutz und Strahlentherapie gleichermaßen wichtig sind. Der wissenschaftliche Nachwuchs mit strahlenmedizinischem Schwerpunkt muss durch eine gezielte Ausbildung in die Lage versetzt werden, optimale Strahlentherapiekonzepte für Tumoren zu entwickeln und deren Risiken abzuschätzen. Der wissenschaftliche Nachwuchs muss darüber hinaus durch seine Ausbildung befähigt werden, unterschiedliche Strahlungen (wie z.B. Ultraviolett (UV) -Strahlung, ionisierende Strahlung und elektromagnetische Felder) bezüglich ihres Nutzens und ihrer Risiken zu vergleichen und im Sinne des Strahlenschutzes zu bewerten.

Die nachfolgenden Empfehlungen sind Ergebnis eines längeren Diskussionsprozesses in der Strahlenschutzkommission (SSK). Ziel dieser Überlegungen soll es sein, die Kompetenz auf allen Gebieten der Strahlenforschung mit besonderer Betonung des Strahlenschutzes in Deutschland zu erhalten und langfristig zu verbessern. Es muss sichergestellt werden, dass geeignete Fachkräfte ausgebildet werden, die in Zukunft die Strahlenforschung in Deutschland und international kompetent vertreten können. Dies setzt voraus, dass die Zahl der in Deutschland mit Strahlenforschungsaufgaben betrauten Zentren vergrößert wird, um flächendeckend auf diesem Gebiet sowohl exzellente Forschung als auch eine kompetente Lehre und Weiterbildung zu gewährleisten. Dies macht die universitäre bzw. klinische Anbindung der Zentren unabdingbar.

Nur wenn äußerst zügig Maßnahmen zum Erhalt der Strahlenforschungs- bzw. Strahlenschutzkompetenz ergriffen werden, wird es in Zukunft möglich sein, auf nationaler Ebene die notwendige Kompetenz für den Industrie- und Wissenschaftsstandort Deutschland zu erhalten, international an der Strahlenforschung teilzunehmen und nationale Interessen in internationalen Strahlenschutzgremien zu vertreten.

2 Struktur

In Deutschland gibt es nur noch an wenigen Orten Institutionen, an denen in größerem Umfang Strahlenforschung betrieben wird. Die SSK sieht es als einen sinnvollen Weg an, ausgehend von zwei oder drei Kompetenzzentren, Netzwerke zu etablieren, in die sich kleinere Einheiten integrieren können. Aus kooperierenden Einheiten gebildete Netzwerke versprechen eine strukturelle Verbesserung im Hinblick auf die Breite des Methodenspektrums in der Forschung und auf die Vertiefung der Lehre.

Zentrale Aufgaben der Kompetenzzentren liegen in der Koordination der verschiedenen Forschungsaktivitäten und der Erstellung und Durchführung von Aus- und Weiterbildungspro-

grammen, die die Vermittlung von Fachwissen, sowie die Erfordernisse der Risikokommunikation abdecken müssen. So ausgebildete Fachleute können im Sinne der Prävention tätig werden, so dass durch eine kompetente Umsetzung wissenschaftlicher Erkenntnisse in die Praxis optimaler Strahlenschutz gewährleistet wird. Die Kompetenzzentren sollten auch vor dem Hintergrund der Etablierung bzw. des Ausbaus der Spitzenforschung ausgewählt werden.

Um diese Einheiten zu etablieren, ist ein zweistufiges Konzept vorstellbar. Zunächst müssen die Kompetenzzentren identifiziert und festgelegt werden. Im zweiten Schritt werden dann unterstützende Projekte ausgeschrieben. Hierbei sind die Antragsteller darauf hinzuweisen, dass interdisziplinäre Netzwerkstrukturen eher Aussicht auf eine Bewilligung von Fördermitteln haben als Einzelanträge.

3 Themenfelder

Strahlenforschung ist von jeher ein interdisziplinäres Fachgebiet. Die dazu notwendige Kommunikation und Integration muss erhalten und ausgebaut werden. Die im Folgenden benannten Projektvorschläge setzen daher überwiegend eine enge Kooperation zwischen mehreren Fachrichtungen voraus. Die notwendige Zusammenarbeit kann durch die Einrichtung von Netzwerken, die Kompetenzzentren als „Kristallisationspunkte“ aufweisen, effektiv verwirklicht werden. Es wird ausdrücklich betont, dass sowohl nicht-ionisierende als auch ionisierende Strahlungen untersucht werden müssen. Projekte zu elektromagnetischen Feldern sollten sich auf den Bereich der Anwendungen in der Medizin konzentrieren.

Es ist essentiell, dass die Strahlenforschung in Deutschland auf jenen Gebieten den Anschluss an die internationale Spitzenforschung wiederfindet, auf denen sie wegen der Schließung vieler Universitäts-Institute den Anschluss zum Teil oder gänzlich verloren hat. Dies betrifft beispielsweise die Untersuchung von Strahleneffekten aller Art mit dem gesamten methodischen Spektrum vom molekularbiologischen Bereich über Zellkultursysteme bis hin zum Tierversuch und zu epidemiologischen Untersuchungen an menschlichen Populationen.

Schwerpunkte sollten auf drei Themenfelder gelegt werden:

- **Strahlenbiologie und Strahlenepidemiologie**
- **Strahlung und Medizin**
- **Strahlung und Umwelt.**

Die im Folgenden aufgeführten Projektvorschläge zu den drei Themenfeldern sind so gewählt, dass insbesondere solche Themen angesprochen werden, für die die SSK die dringende Notwendigkeit des Kompetenzerhaltes sieht. Abschließend wird auf ein übergreifendes Thema („Risikokommunikation und Prävention“), das alle oben aufgeführten Themenfelder betrifft, eingegangen.

3.1 Strahlenbiologie und Strahlenepidemiologie

3.1.1 Strahlenbiologie, insbesondere molekulare Strahlenbiologie

Perspektiven für die Zukunft: Gerade von der Strahlenbiologie sind schon immer wichtige Impulse auf verschiedene biologische Fachrichtungen ausgegangen. Diesen Einfluss muss die Strahlenbiologie wieder vermehrt ausüben. Modellcharakter für andere Bereiche der Biologie können hierbei die Untersuchungen von molekularen Mechanismen im niedrigen Dosisbereich, die Individualisierung des Strahlenrisikos sowie der Vergleich unterschiedlicher Strahlenqualitäten (z.B. UV vs. ionisierende Strahlung) haben. Die Strahlenbiologie muss deutlich machen, dass sie mit ihren Methoden und Forschungsvorhaben einen nicht zu unterschätzenden Beitrag zum Verständnis der Entstehungsmechanismen von Krebs beim Menschen leisten kann.

Projektvorschläge:

- Mechanismen der Strahlenwirkung im niedrigen Dosisbereich (u.a. Adaptive Response, Bystander-Effekt, DNA-Reparatur, Genetische Prädisposition, Genomische Instabilität);
- Identifizierung strahleninduzierter Tumoren;
- Strahlenempfindlichkeit von Zellen, Geweben und Individuen;
- Zell-Gewebe-Interaktionen;
- Mechanismen der UV-induzierten Tumorentstehung;
- Vergleich der biologischen Wirksamkeit natürlicher und künstlicher UV-Strahlung (insbesondere unter Berücksichtigung von Solarien);
- UV-Strahlung und Vitamin D (Klärung der Behauptung, es gäbe weniger Krebsfälle bei erhöhter UV-Exposition über einen protektiven Effekt von Vitamin D).

3.1.2 Strahlenepidemiologie/Strahlenrisiko

Perspektiven für die Zukunft: In der Strahlenepidemiologie sind Schwerpunkte die Erforschung der gesundheitlichen Auswirkung von Strahlung in exponierten Populationen sowie die Interaktionen der Strahlenexposition mit genetischen, demographischen oder anderen umweltbedingten Faktoren. Forschungsergebnisse lieferten und liefern wichtige Daten für die wissenschaftlich fundierte Quantifizierung des Strahlenrisikos; sie dienen aber gleichzeitig auch zur Überprüfung der Validität von Modellsystemen zur Effektabschätzung aus anderen Wissenschaftsbereichen. Epidemiologische Daten sind bedeutsam als Grundlage für die Schätzung von Risikokoeffizienten und zur Schätzung von individuellen Risiken nach Strahlenexposition. Für den Strahlenschutz und für die Risikokommunikation sind daher Ergebnisse von hochwertigen epidemiologischen Studien von großer Wichtigkeit. Die Zusammenführung von Erkenntnissen aus Strahlenepidemiologie und Strahlenbiologie soll eine Individualisierung des Risikos ermöglichen sowie Abschätzungen des Strahlenrisikos in Bereichen niedriger Dosen und Dosisleistungen erlauben, für die die „klassische“ Epidemiologie alleine keine Aussagen machen kann.

Projektvorschläge:

- Zusammenführung strahlenbiologischer und strahlenepidemiologischer Erkenntnisse (insbesondere unter Einbeziehung molekularbiologischer Endpunkte und Verfahren);
- Bestimmung von Risikopersonen und –populationen
- Ermittlung von Risikokoeffizienten;
- Risikovergleiche;
- Verbindung von populationsbezogenen Ansätzen mit denen der klinischen Epidemiologie;
- Erfassung und Minimierung von Risiken durch Solarien.

3.2 Strahlung und Medizin

3.2.1 Anwendung in der Medizin

Perspektiven für die Zukunft: Die medizinische Anwendung ionisierender Strahlung liefert den größten Beitrag zur Strahlendosis des Menschen, erbringt jedoch gleichzeitig ein hohes Maß an gesundheitlichem Nutzen. Im Hinblick auf UV-Strahlung ist die Belastung der Bevölkerung durch natürliches UV und durch die Nutzung von Solarien am größten. UV-Strahlung trägt, wenn sie in der Therapie eingesetzt wird, zur medizinischen Strahlenbelastung bei und kann dann individuell zu sehr hohen Expositionen führen. Ein wesentlicher Schwerpunkt der Grundlagenforschung liegt daher auf der Weiterentwicklung der Grundsatzforderungen im Strahlenschutz zur Optimierung der Anwendungen bei Vermeidung unnötiger Expositionen. Hierdurch kann ein wesentlicher Beitrag zu einer optimalen Gesundheitsversorgung geleistet werden. Es sind insbesondere solche Projekte erforderlich, die mit Hilfe moderner Verfahren den Kenntnisstand zur Strahlenwirkung von der Zelle bis zum Individuum signifikant erweitern und die diese Erkenntnisse für diagnostische und therapeutische Zwecke nutzen.

Projektvorschläge:

- Dosissparende Diagnostik (bei Erhaltung oder sogar gleichzeitiger Verbesserung der Aussagekraft);
- Identifizierung und Vermeidung deterministischer und stochastischer Strahlenfolgen (wichtige Impulse zur Identifizierung und Vermeidung von Strahlenfolgen könnten aus der Strahlengenetik (Stichwörter : Genomics und Proteomics) kommen);
- Optimierung der Strahlenanwendung zu therapeutischen und diagnostischen Zwecken (z.B. durch Einbeziehung individueller biologischer Daten zur Vermeidung von Nebenwirkungen und Einbeziehung der Tumorbiologie in die Behandlungsplanung);
- Prophylaxe und Therapie deterministischer Strahleneffekte;
- Weiterentwicklung von Methoden zur individuellen Nutzen/Risiko-Analyse.

3.2.2 Medizinische Strahlenphysik

Perspektiven für die Zukunft: Die Messung von Strahlendosen und ihrer Verteilung ist eine zentrale Aufgabe der Strahlenphysik. Auf vielen Gebieten gibt es bereits hervorragende Lösungen zur makroskopischen Erfassung von Dosiswerten, dennoch machen neue Therapieformen und neue biologische Erkenntnisse die Entwicklung neuer Dosimetriesysteme erforderlich. Trotz vielversprechender Ansätze fehlen in manchen, für die Bevölkerung wichtigen Bereichen (z.B. im Hinblick auf den UV-Anteil der Sonne) geeignete Messverfahren.

Projektvorschläge:

- Dosimetrie (aus bildgebenden Verfahren individuelle Dosisverteilungen und Wirkungsvorhersagen generieren);
- Entwicklung von innovativen Messsystemen und Messmethoden (z.B. nanodosimetrische Verfahren);
- Dosimetrie gemischter hochenergetischer Strahlungsfelder (Probleme tauchen hier vor allem bei den an vielen Stellen in Deutschland in Entwicklung befindlichen Therapieeinrichtungen mit Protonen und schweren Ionen auf);
- Dosimetrie nicht-ionisierender Strahlung (vor allem für UV-Strahlung fehlt nach wie vor ein geeignetes, im Alltag einsetzbares Dosimetriesystem).

3.2.3 Radiologischer Notfallschutz

Perspektiven für die Zukunft: Die Problematik der Schwellenländer mit Terrorismus und Menschenrechtseinschränkungen sowie deren Zugangsmöglichkeiten zu Substanzen und Geräten, mit denen ionisierende Strahlen in schädigender Absicht eingesetzt werden können, aber auch die friedliche Nutzung ionisierender Strahlung in vielen Bereichen mit der Möglichkeit von Unfällen stellen ein erhebliches Risikopotential dar. Dies macht es erforderlich, dass entsprechende Fachkompetenz in Deutschland vorhanden ist, um biologische Folgen einer Strahlenexposition richtig einschätzen und um deren Folgen vorbeugen bzw. behandeln zu können.

Projektvorschläge:

- Biologische Indikatoren;
- Schwellendosen (insbesondere Verfahren zur Ermittlung des Einflusses der individuellen Empfindlichkeit auf die Höhe der Schwellendosis);
- Aufklärung der Pathogenese von Strahlenschäden;
- Behandlung von Strahlenfolgen nach akuter Exposition;
- Medizinische Prophylaxe von Strahlenunfällen und terroristischen Anschlägen;
- Retrospektive Dosimetrie (unter besonderer Berücksichtigung nicht-invasiver Methoden, mit denen schnell die externe Exposition einer großer Anzahl von Personen gemessen werden kann).

3.3 Strahlung und Umwelt

3.3.1 Radioökologie

Perspektiven für die Zukunft: In der Vergangenheit sind für die Planung von Kernkraftwerken und Endlagern sehr konservative Modelle zur Abschätzung von Strahlenexpositionen des Menschen durch Radionuklide herangezogen worden. Die Anwendung solcher Modelle auf natürliche Radionuklide führt teilweise zu drastischen Überschätzungen der damit verbundenen Strahlendosen unter anderem wegen des Fehlens wichtiger Basisdaten für diese Radionuklide. Daher müssen zukünftig realistische Modelle entwickelt werden. Dies ist nur möglich, wenn genügend Informationen zu den in den Modellen zu verwendenden Daten vorliegen. Außerdem bestehen Defizite in der Radioökologie langlebiger Radionuklide, die für die Langzeitsicherheit von Endlagern radioaktiver Abfälle relevant sind. Darüber hinaus bietet die Radioökologie mit der Nutzung von Radionukliden als natürliche und künstliche Tracer in der Umwelt wissenschaftliche Möglichkeiten, die weit über den eigentlichen Bereich der Strahlenforschung hinausreichen.

Langfristig ist für die Radioökologie eine umfassende Einbeziehung der gesamten Ökosphäre in Bezug auf Radionuklide und stabile Schadstoffe anzustreben. In diesem Zusammenhang wird es wichtig sein, die Einflüsse der Ozonausdünnung und damit verbundener erhöhter UV-Exposition für das gesamte Ökosystem zu beobachten und weiter zu erforschen.

Projektvorschläge:

- Natürliche und anthropogene Strahlenexposition;
- Realistische Transportmodelle für die Umweltradioaktivität;
- Realistische Modelle zum Langzeitverhalten von endlagerrelevanten Radionukliden (^{36}Cl, ^{79}Se, ^{99}Tc, ^{129}I, Actiniden);
- Analytik von Radionukliden inklusive Speziation (Verteilung eines chemischen Elementes auf alle seine Verbindungen (Spezies) in einem bestimmten System);
- Gemeinsame Bewertung von Radionukliden und chemischen Noxen;
- Bioverfügbarkeit;
- Einfluss von UV-Strahlung auf das Ökosystem.

In allen oben aufgeführten Themenbereichen spielen Risikokommunikation und Prävention eine maßgebliche Rolle. Daher sieht die SSK die Notwendigkeit, dieses Thema ebenfalls in die Förderüberlegungen einzubeziehen.

Risikokommunikation und Prävention

Perspektiven für die Zukunft: Ziel der Kompetenzerhaltung auf dem Gebiet der Strahlenforschung ist der Schutz der Bevölkerung vor übermäßiger Strahlenbelastung. Dieses Ziel kann nur erreicht werden, wenn die unter den Punkten 0 bis 3.3 gewonnenen wissenschaftlichen Erkenntnisse im Sinne der Prävention in Empfehlungen zum Umgang mit Strahlung umge-

setzt werden. Dazu müssen auf der Grundlage wissenschaftlicher Erkenntnisse neue Modelle zur Risikokommunikation entwickelt werden. Auf der Basis solcher evaluierbarer Modelle können Informationen und Empfehlungen an Entscheidungsträger in der Politik, an Anwender (z.B. Ärzte), an „Wissensvermittler“ (z.B. Ärzte, Lehrer...) und nicht zuletzt direkt an die Bevölkerung weitergegeben werden, um die Möglichkeiten der Prävention und der gesundheitlichen Eigenverantwortung zu nutzen. Hierbei spielt die vergleichende Risikokommunikation eine große Rolle. Die Umsetzung dieser Maßnahmen wird dabei von den in den Kompetenzzentren ausgebildeten Fachleuten übernommen. Dies setzt voraus, dass deren Ausbildung die Risikokommunikation berücksichtigt.

Projektvorschläge:

- Entwicklung von evaluierbaren Modellen zur Risikokommunikation;
- Medizinpsychologische Grundlagenforschung zur Wahrnehmung und Kommunikation des Strahlenrisikos;
- Entwicklung von Curriculae zur Aus- und Weiterbildung von Anwendern und „Wissensvermittlern“;
- Verlässlichkeit von kommunizierten Messergebnissen.