

NEUE ERKENNTNISSE ÜBER DIE BIOPHYSIKALISCHEN WIRKUNGEN NIEDRIGER STRAHLENDOSEN (SYWS)

Prof. Dr. Martin Keilhacker
Kapellengartenstr. 11
D-81247 München
E-Mail: Martin.Keilhacker@SoftDesign.de

Prof. Dr. Herwig G. Paretzke
GSF-Institut für Strahlenschutz
D-85764 Neuherberge
E-Mail: paretzke@gsf.de

EINFÜHRUNG: Das Symposium behandelt in sieben Vorträgen grundlegende und angewandte Aspekte der Strahlenwirkungen niedriger Dosen ionisierender Strahlung auf Menschen, Tiere und Pflanzen. Der erste Vortrag beschäftigt sich mit der optisch beobachteten DNS-Doppelstrangbruchreparatur in einzelnen Zellen als Funktion der Zahl der primär induzierten Brüche. Die nächsten drei Vorträge befassen sich mit Strahlenrisikoanalysen von epidemiologischen Datensätzen, nämlich denen der Atombombenüberlebenden von Hiroshima und Nagasaki, von Schilddrüsenkrebsopfern des Reaktorunfalls von Tschernobyl und von Menschen, die beruflich in Flugzeugen starker Höhenstrahlung ausgesetzt sind. In den nächsten beiden Vorträgen werden biophysikalische Analysen vorgestellt, die Abschätzungen der Strahlenwirkung auf die allgemeine Bevölkerung durch das ubiquitäre natürlich radioaktive Edelgas Radon und durch diagnostische Röntgenstrahlen betreffen. Der letzte Vortrag gibt einen Überblick über unsere Kenntnisse von den Wirkungen ionisierender Strahlung auf Pflanzen und Tiere, einem Thema, das in den letzten Jahren große forschungspolitische Bedeutung gewonnen hat. Abschließend wird dann in einer allgemeinen Diskussion Gelegenheit gegeben, die Vortragenden Experten auch zu über diese Themen hinausgehenden Problemen der Wirkungen ionisierender Strahlen zu befragen.

ÜBERSICHT DER HAUPTVORTRÄGE (Hörsal HS 129)

Hauptvorträge

SYWS 1.1	Di	14:00	(HS 129)	Induktion und Reparatur von DNA-Doppelstrangbrüchen nach niedrigen Strahlendosen , <u>Markus Löbrich</u> , Nicole Rief, Martin Kühne, Michael Uder, Kai Rothkamm
SYWS 1.2	Di	14:30	(HS 129)	Berücksichtigung der Strahlenqualität bei der Strahlenrisikoanalyse der Atombombenüberlebenden von Hiroshima und Nagasaki , <u>W. Rühm</u> , A. M. Kellerer, N. Walsh
SYWS 1.3	Di	15:00	(HS 129)	Schilddrüsenkrebs nach dem Tschernobyl-Unfall , <u>Peter Jacob</u>
SYWS 1.4	Di	15:30	(HS 129)	Epidemiologische Studien über Strahlenwirkungen kosmischer Strahlung , <u>Maria Blettner</u>
SYWS 2.1	Di	16:30	(HS 129)	Biophysikalische Modelle für das Lungenkrebsrisiko durch Radon , <u>W.F. Heidenreich</u> , H.G. Paretzke
SYWS 2.2	Di	17:00	(HS 129)	Strahlenexposition und Strahlenrisiko in der medizinischen Diagnostik , <u>Dieter Regulla</u> , Gunnar Brix
SYWS 2.3	Di	17:30	(HS 129)	Wirkungen niedriger Strahlendosen auf Pflanzen und Tiere , <u>Herwig G. Paretzke</u> , Gerhard Pröhl

Fachsitzungen

– Hauptvorträge –

SYWS 1 Neue Erkenntnisse über die biophysikalischen Wirkungen niedriger Strahlendosen (SYWS)

Zeit: Dienstag 14:00–16:00

Raum: HS 129

Hauptvortrag SYWS 1.1 Di 14:00 HS 129

Induktion und Reparatur von DNA-Doppelstrangbrüchen nach niedrigen Strahlendosen — ●MARKUS LÖBRICH, NICOLE RIEF, MARTIN KÜHNE, MICHAEL UDER und KAI ROTHKAMM — Universität des Saarlandes, D-66421 Homburg/Saar

Ionisierende Strahlung erzeugt ein breites Spektrum an Erbgutschäden, wobei dem DNA-Doppelstrangbruch (DSB) eine besondere Bedeutung für die strahleninduzierte Krebsentstehung zukommt. Seit kurzem ist es mit Hilfe eines immunfluoreszenzmikroskopischen Verfahrens möglich, einzelne DSBs nach Einwirkung niedriger Strahlendosen nachzuweisen. Dazu findet ein Antikörper Verwendung, der spezifisch an geschädigtes Chromatin bindet und nach Bestrahlung punktförmige Fluoreszenzsignale erkennen lässt. Wir konnten zeigen, dass das Auftreten und Verschwinden dieser Signale mit der Induktion und Reparatur von DSBs übereinstimmt. Es zeigte sich, dass die Zahl der induzierten Brüche für einen Bereich zwischen 1 mGy und 100 Gy linear mit der Dosis ansteigt und selbst bei niedrigsten Strahlendosen sehr präzise bestimmt werden kann, so dass mit diesem Verfahren erstmalig ein zuverlässiges Werkzeug zur biologischen Strahlendosimetrie für Dosen, wie sie in der radiologischen Diagnostik und bei beruflich Strahlenexponierten auftreten, zur Verfügung steht.

Hauptvortrag SYWS 1.2 Di 14:30 HS 129

Berücksichtigung der Strahlenqualität bei der Strahlenrisikoanalyse der Atombombenüberlebenden von Hiroshima und Nagasaki — ●W. RÜHM, A. M. KELLERER und N. WALSH — Strahlenbiologisches Institut der Ludwigs-Maximilians-Universität, München

Die Atombombenüberlebenden von Hiroshima und Nagasaki waren sowohl locker ionisierender Gammastrahlung als auch dicht ionisierender Neutronenstrahlung ausgesetzt. Kürzlich konnten die im Dosimetriesystem DS86 angenommenen Neutronendosen durch die Messung von neutroneninduzierten Radioisotopen in Proben aus Hiroshima (^{63}Ni in Kupfer und ^{36}Cl in Granit) bestätigt und Vermutungen, die Neutronendosen seien beträchtlich unterschätzt worden, widerlegt werden. Daraus zu schließen, der Beitrag der Neutronen zu den strahleninduzierten gesundheitlichen Spätfolgen sei gering - eine Annahme, die auch den aktuellsten Risikoschätzungen zu Grunde liegt - ist jedoch verfrüht. Es wird hier gezeigt, dass im Einklang mit der Bewertung der relativen biologischen Wirksamkeit von Neutronen durch die ICRP die Neutronenstrahlung insbesondere für oberflächennahe Organe einen beträchtlichen, bisher nicht ausreichend berücksichtigten Beitrag zu den beobachteten strahleninduzierten Spätfolgen liefert.

Hauptvortrag SYWS 1.3 Di 15:00 HS 129

Schilddrüsenkrebs nach dem Tschernobyl-Unfall — ●PETER JACOB — GSF-Institut für Strahlenschutz, D-85764 Neuherberg

In den im Jahre 1986 durch den Tschernobylunfall höher kontaminierten Gebieten Weißrusslands, Russlands und der Ukraine hat sich die Schilddrüsenkrebsinzidenz seit 1990 stark erhöht. Basierend auf ca. 200 000 im Zeitraum Mai/Juni 1986 durchgeführten Messungen der ^{131}I -Aktivität in der menschlichen Schilddrüse wurden die durch den Unfall bedingten Schilddrüsendosen rekonstruiert. Für die Geburtsjahrgänge 1968 bis 1985 ist die Erhöhung der Schilddrüsenkrebsinzidenz eindeutig mit der Schilddrüsendosis korreliert. Im Zeitraum 1986 bis 2001 wurden unter diesen Geburtsjahrgängen 1063 Schilddrüsenkrebsfälle in Weißrussland und 1769 Fälle in der Ukraine gemeldet.

Eine Analyse der Fall- und Dosisdaten für die 35 einzelnen Oblasts (Regierungsbezirke) und größeren Städten ergab, dass sich die spontane Schilddrüsenkrebsinzidenz aufgrund des verbesserten Meldeverhaltens durch die Einführung spezieller Tschernobylregister und aufgrund der höheren Nachweisrate durch die Einführung von Ultraschalluntersuchungen und durch das allgemeine Bewusstsein eines höheren Schilddrüsenkrebsrisikos um einen Faktor 1,5-3,0 erhöht hat. Basierend auf dieser Analyse wurde abgeschätzt, dass ca. zwei Drittel aller Fälle in Weißrussland und ein Drittel aller Fälle in der Ukraine direkt der Strahlenwirkung zuzuschreiben sind.

Eine Analyse des Schilddrüsenkrebsrisikos in den 1120 Orten Weißrusslands und der Ukraine, in denen mehr als 10 Messungen der ^{131}I -Aktivität in der menschlichen Schilddrüse durchgeführt wurden, ergab, dass das zusätzliche absolute Risiko unter Männern (Frauen) 2 (3) Fälle je 10 000 Personenjahre und Gy beträgt. Das Risiko steigt mit der Zeit nach der Exposition. Die Ergebnisse stimmen innerhalb der Unsicherheitsgrenzen mit Ergebnissen überein, die in früheren Studien des Schilddrüsenkrebsrisikos nach externen Expositionen von Kindern beobachtet wurden.

Hauptvortrag SYWS 1.4 Di 15:30 HS 129

Epidemiologische Studien über Strahlenwirkungen kosmischer Strahlung — ●MARIA BLETTNER — Institut für Medizinische Biometrie, Epidemiologie und Informatik, Johannes-Gutenberg-Universität, Mainz

Airline pilots and flight engineers are exposed to ionizing radiation of cosmic origin and other occupational and lifestyle factors which may influence their health status and mortality. In a cohort study in nine European countries we studied the mortality of this occupational group. Cockpit crew cohorts were identified and followed-up in Denmark, Finland,

Germany, Great Britain, Greece, Iceland, Italy, Norway and Sweden, including a total of 28 000 persons. Observed and expected deaths for the period 1960-1997 were compared based on national mortality rates. Exposure to ionizing radiation was assessed in most but not all countries using a Job-Exposure Matrix, taking into account flight hours and flight schedules of the pilots. The influence of period and duration of employment was analyzed in stratified and Poisson regression analyses.

Mean annual doses were in the range of 2mSv to 5mSv and cumulative lifetime doses for individuals did not exceed 80mSv. During the past decades a continuous increase of the 10-year moving averages of dose per block hour was found: 0.15 μ Sv (1950), 1.91 μ Sv (1970), 2.19 μ Sv (1990). The annual mean for 1997 was 2.96 μ Sv per block hour. The study comprised 547 564 person-years at risk, and 2244 deaths were recorded in male cockpit crew (Standardized mortality ratio [SMR]=0.64, 95% confidence interval (95%CI) 0.61-0.67).

Overall cancer mortality was decreased (SMR = 0.68; 95%CI 0.63-0.74). We found an increased mortality from malignant melanoma (SMR=1.78, 95%CI 1.15-2.67) and a reduced mortality from lung cancer (SMR=0.53, 95%CI 0.44-0.62). No consistent association between employment period or duration and cancer mortality was observed. Neither external and internal comparisons showed any substantially increased risks for cancer mortality due to ionizing radiation. However, the number of deaths for specific types of cancer was low and the confidence intervals of the risk estimates were rather wide.

Our study shows that cockpit crew have a low overall mortality. The results are consistent with previous reports of an increased risk of malignant melanoma in airline pilots. Occupational risk factors apart from aircraft accidents appear to be of limited influence with regard to the mortality of cockpit crew in Europe.

SYWS 2 Neue Erkenntnisse über die biophysikalischen Wirkungen niedriger Strahlendosen (SYWS)

Zeit: Dienstag 16:30–18:00

Raum: HS 129

Hauptvortrag SYWS 2.1 Di 16:30 HS 129
Biophysikalische Modelle für das Lungenkrebsrisiko durch Radon — ●W.F. HEIDENREICH und H.G. PARETZKE — GSF-Forschungszentrum für Umwelt und Gesundheit, Institut für Strahlenschutz, D-85764 Neuherberg

Das natürlich in der Umwelt vorkommende Edelgas Radon und seine Folgeprodukte treten in Deutschland in Innenräumen mit einer Konzentration von im Mittel 50 Bq/m³ auf. Nach epidemiologischen Schätzungen (linear, ohne Schwellwert) werden dadurch einige tausend Lungenkrebsfälle pro Jahr verursacht. Damit ist Radon das größte Strahlenschutzproblem nicht nur in Deutschland. Die Schätzungen basieren zum einen auf Fall-Kontroll Studien an der epidemiologischen Nachweisgrenze, zum anderen auf Extrapolation von Beobachtungen bei vergleichsweise hoch und kurz exponierten Bergarbeitern. Wir entwickeln biophysikalische Modelle für strahlenbezogene Krebsentstehung mit dem Ziel, die Unsicherheiten solcher Schätzungen zu verringern. Dabei wird angenommen, daß Strahlung durch Induktion von Mutationen auf die Initiation, und durch Zelltötung auf die Promotion des Lungenkrebses wirkt. Modellparameter werden durch Vergleich mit epidemiologischen Daten gewonnen.

Hauptvortrag SYWS 2.2 Di 17:00 HS 129
Strahlenexposition und Strahlenrisiko in der medizinischen Diagnostik — ●DIETER REGULA¹ und GUNNAR BRIX² — ¹GSF-Forschungszentrum für Umwelt und Gesundheit, Institut für Strahlenschutz, Neuherberg — ²Bundesamt für Strahlenschutz, Institut für Strahlenhygiene, Neuherberg

Die regelmässigen Ermittlungen der Patientenexposition in der Strahlendiagnostik durch das Bundesamt für Strahlenschutz (BfS) besitzen einen hohen Stellenwert bei der Standortbestimmung der radiologischen Qualitäts- und Sicherheitskultur sowie der Nutzen-Risiko-Optimierung in

Deutschland. Für das Berichtsjahr 1997 wurde eine mittlere effektive Dosis von 2±0.5 mSv pro Kopf der Bevölkerung durch Röntgenuntersuchungen ermittelt; diesem Dosiswert liegen ca. 136 Millionen Röntgenuntersuchungen zugrunde, entsprechend einer Frequenz von 1,7 Untersuchungen jährlich pro Kopf der Bevölkerung. Korrespondierend dazu liegt die Exposition durch die Nuklearmedizin bei etwa 0,15 mSv effektiver Dosis pro Kopf der Bevölkerung; die Zahl der nuklearmedizinischen Untersuchungen liegt bei ca. 4 Millionen, entsprechend einer Frequenz von ca. 0,05 Untersuchungen jährlich pro Kopf der Bevölkerung. Einflussparameter bei der Expositionsermittlung, die Verwendung der risikorelevanten Effektivdosis und das Fehlen eines internationalen Konzepts zur Bestimmung der Patientenexposition werden kritisch diskutiert.

Hauptvortrag SYWS 2.3 Di 17:30 HS 129
Wirkungen niedriger Strahlendosen auf Pflanzen und Tiere — ●HERWIG G. PARETZKE und GERHARD PRÖHL — GSF-Institut für Strahlenschutz, D-85758 Neuherberg

Seit einiger Zeit wird von der Wissenschaft, der Öffentlichkeit, der Politik und den Medien genauer hinterfragt, ob die Umwelt (Pflanzen und Tiere) gegen die Einwirkung ionisierender Strahlung wirklich - wie von den ICRP-Empfehlungen 26 und 60 behauptet - hinreichend geschützt wird, wenn der Mensch in ihr hinreichend geschützt wird. Während beim Menschen der Schutz hauptsächlich das einzelne Individuum und der hier wichtigste biologische Endpunkt die Induktion von somatischen Spätschäden und genetischen Defekten betrifft, werden für den Strahlenschutz von Fauna und Flora hauptsächlich ganze Populationen/Ökosysteme und dort die Reproduktion als kritische Endpunkte betrachtet. Im Vortrag werden der gegenwärtige Kenntnisstand der Forschung über Strahlenwirkungen auf Pflanzen und Tiere sowie die wichtigsten internationalen Forschungsprojekte und Regelaktivitäten vorgestellt.