

ST 8 Strahlenphysik: Strahlenbiophysik II

Zeit: Mittwoch 14:00–15:30

Raum: TU HL1

Fachvortrag

ST 8.1 Mi 14:00 TU HL1

Dynamik von DNA-Reparaturproteinen nach Ionen-Mikrobestrahlung — ●VOLKER HABLE¹, CHRISTOPH GREUBEL¹, ANDREAS HAUPTNER¹, REINER KRÜCKEN¹, GÜNTHER DOLLINGER², STEFFEN DIETZEL³, THOMAS CREMER³, ROBERT LÖWE^{4,5}, GUIDO DREXLER^{4,5} und ANNA FRIEDL^{4,5} — ¹Physik Dep. E12, TU-München, Garching — ²Fakultät für Luft- und Raumfahrttechnik LTR2, Uni-BW München, Neubiberg — ³Dep. Biologie II, LMU-München — ⁴Strahlenbiologisches Inst., LMU-München — ⁵Inst. für Molekulare Strahlenbiologie, GSF, Neuherberg

Am Münchner 14 MV Tandembeschleuniger werden Experimente zur Untersuchung der Dynamik von Reparaturprozessen in Zellkernen nach Strahlenschädigung durchgeführt. Grundlage dieser Experimente ist das Rasterionenmikroskop SNAKE (Supraleitendes Nanoskop für angewandte kernphysikalische Experimente). Dieses ermöglicht die Bestrahlung lebender Zellen mit einer definierten Zahl von Ionen und somit einer definierten Dosis. Die Bestrahlungsgenauigkeit liegt dabei im Submikrometerbereich.

An durch 100 MeV Sauerstoff-Ionen erzeugte Schäden lagern sich Reparaturproteine an. Deren Dynamik wurde unter dem Fluoreszenzmikroskop untersucht und quantitativ ausgewertet. Neben der Beobachtung kleinskaliger Bewegungen der Reparaturproteine an einer Schadensstelle ist es mit dieser Methode möglich, Bereiche des Zellkerns mit gezielten Schäden zu markieren und deren Bewegung im Chromatin zu studieren. Solche grösserskaligen Bewegungen unterliegen einer Diffusion, während die kleinskaligen Bewegungen ein komplexeres Zeitverhalten zeigen.

Fachvortrag

ST 8.2 Mi 14:15 TU HL1

Konkurrenzeffekte in der Verteilung von DNA-Reparaturproteinen — ●CHRISTOPH GREUBEL¹, VOLKER HABLE¹, ANDREAS HAUPTNER¹, REINER KRÜCKEN¹, GÜNTHER DOLLINGER², STEFFEN DIETZEL³, THOMAS CREMER³, ROBERT LÖWE^{4,5}, GUIDO DREXLER^{4,5} und ANNA FRIEDL^{4,5} — ¹Physik Dep. E12, TU-München, Garching — ²Fakultät für Luft- und Raumfahrttechnik LTR2, Uni-BW München, Neubiberg — ³Dep. Biologie II, LMU-München — ⁴Strahlenbiologisches Inst., LMU-München — ⁵Inst. für Molekulare Strahlenbiologie, GSF, Neuherberg

Die Ionenmikrosonde SNAKE am Münchener 14 MV Tandem Beschleuniger des Maier Leibnitz Labors erlaubt die Fokussierung von hochenergetischen Ionenstrahlen in den Sub-Mikrometerbereich, was die gezielte Bestrahlung von Substrukturen lebender Zellen ermöglicht. Damit wurden in den vergangenen Monaten Untersuchungen zur räumlichen und zeitlichen Dynamik von DNA-Reparaturprozessen durchgeführt.

Hierzu wurden HeLa-Zellen zweimal in unterschiedlichen zeitlichen Abständen mit einzelnen 100 MeV Sauerstoffionen und einer Dosis von 2 Gy bzw. 10 Gy bei der ersten und 10 Gy bei der zweiten Bestrahlung beschossen. Es zeigten sich teilweise sehr deutliche Konkurrenzeffekte in der Verteilung des Reparaturproteins 53BP1 auf die zu unterschiedlichen Zeiten induzierten DNA-Schädigungen. Die Proteinverteilung ist sowohl von der Zeit zwischen den beiden Bestrahlungen als auch der seit der ersten Bestrahlung vergangenen Zeit abhängig. Zur Beobachtung der Konkurrenz ist des weiteren eine Mindestdosis bei der ersten Bestrahlung notwendig, was auf einen begrenzten Vorrat an Reparaturprotein 53BP1 hinweist.

Fachvortrag

ST 8.3 Mi 14:30 TU HL1

Proton RBE at low energies — ●MAREIKE MUELLER — GSI, Darmstadt

In proton therapy, an average RBE of 1 to 1.2 is used for the calculation of treatment plans although the RBE changes along the penetration depth. To verify this, CHO-K1 cells were irradiated in track segment experiments and experiments in which protons with a primary energy of 20 MeV were slowed down by thin degrader foils (polyethylene). The corresponding energy spectra were measured using a silicon detector. These show that in track segment irradiations, the energy spread is negligible. The energy spectra of the passively degraded protons are rather broad due to the energy straggling produced by the degrader foils which needs to be taken into consideration when calculating treatment plans. The RBE values of the track segment irradiations show a fairly sharp maximum at 2.50MeV. In the passive energy degrading experiments, the RBE values of the Bragg peak region do not show a sharp maximum, but are

spread around a value lower than that of the track segment peak. It is expected that at higher energies as they are used in therapy, the RBE values will decrease even further in the Bragg peak region due to the larger energy straggling, but from the up to now conducted experiments, an RBE significantly greater than 1 can be expected.

Fachvortrag

ST 8.4 Mi 14:45 TU HL1

AFM studies of particle induced DNA damage. — ●KATARZYNA PSONKA^{1,2}, EWA GUDOWSKA-NOWAK^{1,2}, GISELA TAUCHER-SCHOLZ², and STEPHAN BRONS² — ¹Marian Smoluchowski Institute of Physics, Jagiellonian University, Cracow, Poland — ²Gesellschaft für Schwerionenforschung (GSI), Darmstadt, Germany

DNA double strand breaks (DSBs) are the critical lesions induced by ionizing radiation. Their production is determined by the spatial distribution of ionization events, which itself depends on the physical properties of energy deposition and the chemical environment of DNA. High linear energy transfer (LET) radiation produces more severe and less repairable lesions as compared to low LET radiation, most likely due to the induction of multiple DSBs in close proximity. DNA fragmentation resulting from such clustered lesions is difficult to be analyzed by conventional methods, even using DNA in solution. We used atomic force microscopy (AFM) to investigate the DSB production in plasmid DNA by analyzing the DNA fragments induced by Ni ions (E=3.5 MeV/u). Based on the selected step length, the uncertainty produced by this procedure was 20 nm (60 bp). Access to the fraction of the smallest fragments was restricted due to the limited resolution with the lower detection limit approx. 100 nm. Fragment distributions induced by high LET radiation were found to be shifted towards smaller fragment sizes compared to those obtained for X-rays. Our first results provide an experimental indication of the correlated production of DSBs after particle radiation (in terms of a compound Poisson process).

Fachvortrag

ST 8.5 Mi 15:00 TU HL1

Spurstrukturechnungen in der Strahlenbiophysik — ●WERNER FRIEDLAND, PETER JACOB und HERWIG G. PARETZKE — GSF-Institut für Strahlenschutz, 85764 Neuherberg

Wirkungen von ionisierender Strahlung auf biologische Systeme haben ihren Ausgangspunkt in der räumlich-zeitlichen Struktur von Ionisationen und Anregungen auf Grund der Wechselwirkungen der primären und sekundären Teilchen. Im biophysikalischen Modell PARTRAC werden diese Spurstrukturen event-by-event im Monte Carlo Verfahren vor dem Hintergrund eines Modells rechnerisch erzeugt, welches wesentliche Eigenschaften des relevanten biologischen Targets abbildet. Nach Weiterentwicklung des PARTRAC-Modells können Spurstrukturen von Protonen und He-Ionen sowie auf der Basis von Skalierungsgesetzen auch von anderen Ionen leichter Elemente simuliert werden. Die für Spurstrukturen bis hin zu Ne-Ionen errechnete Häufigkeiten von Doppelstrangbrüchen und Verteilungen von Fragmenten der DNA nach Bestrahlung eines menschlichen Zellkerns werden präsentiert und mit Literaturdaten verglichen. Der Grad an Übereinstimmung deutet darauf hin, dass diese primären Schäden am Genom adäquat modelliert werden und die Modellergebnisse als Ausgangspunkt für die weitere Simulation biologischer Prozesse (Reparatur, Signale) als Folge der Strahleneinwirkung dienen können.

Fachvortrag

ST 8.6 Mi 15:15 TU HL1

Wirkung von Strahlung mit hohem und niedrigem LET in Krebsentstehungsmodellen — ●WOLFGANG F. HEIDENREICH und HERWIG G. PARETZKE — GSF-Forschungszentrum für Umwelt und Gesundheit, Institut für Strahlenschutz, Neuherberg

Die wichtigste gesundheitliche Folge von Strahlung mittlerer Dosen ist die Entstehung von Tumoren lange Zeit nach der Bestrahlung. Die quantitative Abschätzung der Gesundheitsrisiken auch bei Expositionen die keine epidemiologisch direkt messbaren Effekte zeigen, ist für den Strahlenschutz eine wichtige Aufgabe. Obwohl die Prozesse der Krebsentstehung nicht im Detail bekannt sind, wurden mathematische Modelle entwickelt, welche die wesentlichen Komponenten des stochastischen Prozesses beschreiben und erlauben, Hypothesen über Teil-Prozesse an epidemiologischen und experimentellen Daten zu testen. Ein solches Krebsentstehungsmodell mit zwei Raten-limitierenden Stufen und klonaler Expansion wird als Arbeitshypothese benützt, um die Wirkung von Strah-

lung mit hohem und niedrigem LET auf die Initiation und die Promotion von Krebs zu studieren. Die Annahmen werden an geeigneten Daten überprüft.