

diesem Fall anfallende Röntgenstrahlung ist „lockerionisierend“. Sie kann den Körper durchdringen. „Die Röntgenstrahlung an Radargeräten ist seit dem 1.10.1977 in der Röntgenverordnung über den Schutz vor Röntgenstrahlen einbezogen.“

## 2. Merkmale der Wirkungsmanifestation ionisierender Strahlen im Niedrigdosisbereich

Die Dosis der Strahlung im Niedrigdosisbereich bestimmt nicht die Schwere des Schadens sondern die Eintrittswahrscheinlichkeit. Die Wirkung ist schwellenfrei, d.h. es gibt keine sichere Strahlendosis. „Bei sehr niedrigen Dosen ist die individuelle Schadenswahrscheinlichkeit gering. Bei einer großen Zahl Betroffener summieren sich die Einzelbeiträge aber zu einer erheblichen Schadenserwartung. Deshalb müssen sowohl Individualdosis als auch Kollektivdosis Beachtung finden.“ „Im Niedrigdosisbereich sind Strahlenschäden ihrer Natur nach stochastisch. Der Beweis einer kausalen Beziehung zu einer Krebserkrankung ist dadurch schwierig: Zum einen fehlten ursachenspezifische Anzeichen stochastischer Strahlenkrankungen, zum anderen kommt es meist zu einer erheblichen Latenz zwischen Strahlenwirkung und Krebskrankung.“

## 3. Wirkungen „lockerionisierender“ Strahlen – Aspekte zur Epidemiologie

„Für die Wirkung „lockerionisierender“ Strahlen bei der Auslösung solider Tumoren und möglicherweise auch vieler Leukämieformen gilt das „relative-risk Modell“, d.h. die spontane oder durch andere Ursachen ausgelöste Krebserkrankungswahrscheinlichkeit wird durch die Einwirkung eines zusätzlichen Karzinogens disproportional (multiplikativ) gesteigert. Die Wirkung einer Strahlenbelastung im Niedrigdosisbereich ihrerseits unterliegt keinen Schwelleneffekten. Die Hypo-

these einer Wirkungsabschwächung bei niedrigen Dosen durch das seltenere Auftreten schwerer reparierbarer Mehrfachtreffer scheint nur für die Auslösung akuter myeloischer Leukämien zuzutreffen.“

## 4. Hautkrebs durch „lockerionisierende“ Strahlen im Niedrigdosisbereich

„Die Induktion von Hautkrebs durch ionisierende Strahlung ist in breitem Umfang beschrieben. Dabei wird übereinstimmend festgestellt, dass eine Schwellendosis für die Auslösung des Hautkrebses nicht besteht und dass – zumindest für die UV-exponierten Hautareale – eine lineare Dosis-Wirkungs-Beziehung vorliegt.“ Der Autor weist auf vermehrte Basalzellenkarzinome bei den Atombombenüberlebenden hin, die besonders bei jüngeren Leuten auftraten. Es gibt auch Daten zum Auftreten des Basalzellenkarzinoms nach therapeutischer Hautbestrahlung (Akne) (Odds Ratio 3,3). „Charakteristisch für strahleninduzierte Hautkarzinome sind lange Latenzzeiten.“ Aus Untersuchungen an fliegendem Personal (10032 Piloten, 17 Jahre, 2-6 mSv/Jahr, nur 11% > 20 mSv/Jahr) ergab sich als einzig signifikant erhöhte Krebsart der Hautkrebs. Die Häufigkeit des Auftretens stieg mit der Dosis.

## 5. Hodenkrebs durch „lockerionisierende“ Strahlen im Niedrigdosisbereich

Aus den Daten von Hiroshima und Nagasaki weiß man, daß die Verdopplungsdosis für Hodenkrebs in der niedrigsten Dosisklasse um 13 mSv liegt. In diesem Bereich liegen auch Verdopplungsdosen, die man aus epidemiologischen Untersuchungen nach Strahlenexpositionen in der Strahlentherapie und im Beruf ableiten kann. Eine Studie der US-Navy weist bei Piloten nach Berücksichtigung des healthy-worker-Effektes eine signifikante Erhöhung der Mortalität an Hodenkrebs nach. Bei ka-

nadischen Piloten ergab sich ein Standard-Inzidenz-Ratio von 174 %, die gefundene erhöhte Rate an Hodenkrebs war jedoch nicht signifikant. Während des Golfkrieges betrug das relative Risiko von Hodenkrebskrankungen für das Reparaturpersonal an elektronischen Ausrüstungen 1,26. In einer Untersuchung von Pukala ergibt sich für die Inzidenz von Hodentumoren bei Piloten eine nicht signifikante standardisierte Inzidenzrate von 1,11.

## 6. Fazit

„Den Röntgenstrahlern von Radargeräten kommt eine pathologische Bedeutung bei der Auslösung von Tumoren zu. Voraussetzung dafür ist eine Exposition.“

„Für die Realisierung der pathogenetischen Effekte der Röntgenstrahler ist eine Schwellendosis nicht erforderlich. Die Eintrittswahrscheinlichkeit des Schadens nimmt mit steigender Dosis zu.“

„Nach Exposition gegenüber Röntgenstrahlen erhöht sich auch im Niedrigdosisbereich die Eintrittswahrscheinlichkeit sowohl für Hauttumoren als auch für Hodentumoren.“

Zusammenfassend kommt der Autor zu der Einschätzung: „Die Exposition gegenüber Röntgenstrahlern bei „Radardarbeiten“ kann für die Entstehung von Haut- und Hodentumoren (...) als eine „Schädigung dem Grunde nach“ gewertet werden. Stochastische Strahlenwirkungen im Niedrigdosisbereich zeigen, dass eine solche „Schädigung dem Grunde nach“ zu einer Erhöhung der Zahl von „de-facto-Schädigungen“ führt.“

**S. P.**

Klaus Höffken: „Radarbeit“ Exposition gegenüber Röntgenstrahlen von Radarsenderöhren als Risikofaktor für die Entstehung von Hautkrebs und Hodenkrebs, Betrachtungen zur Evidenz, Jena 19.3.2004.

V.A. Krylov, T.V. Yuchenkova: Schutz vor elektromagnetischer Strahlung, Moskau 1972, (russ.)

## Katastrophenplanung

### Jod-Tabletten endlich verteilt

Am 17. Oktober 2005 begann in einem Radius von 10 Kilometern um das Atomkraftwerk Krümmel und um den Forschungsreaktor des Forschungszentrums GKSS bei Geesthacht die kostenlose Verteilung von Kaliumjodid-Tabletten der österreichischen Marke „Lannacher 65 mg“. Zuvor war dies vom Kieler Innenministerium bereits für Juni 2005 angekündigt worden, nachdem die Tabletten ursprünglich bereits Ende 2004 ausgegeben werden sollten. (vergl. Strahlentelex vom 5. Mai 2005). Sie dienen der sogenannten Jodblockade der Schilddrüse und sollen bei rechtzeitiger Einnahme verhindern, daß das Organ bei einem Störfall in den Atomanlagen radioaktives Jod aufnimmt. Die Länder Schleswig-Holstein, Hamburg und Niedersachsen folgen damit einer Empfehlung der Weltgesundheitsorganisation (WHO) und der deutschen Strahlenschutzkommission. Einer Richtlinie der WHO von 1989 zufolge erhalten deshalb Menschen ab 45 Jahren jetzt keine Jodtabletten. Bei ihnen sei das Risiko von Nebenwirkungen der massiven Jodzufuhr im Verhältnis zum möglichen Nutzen zu groß, heißt es. Die Vereinigung „Internationale Ärzte zur Verhütung des Atomkrieges“ (IPPNW) hat dies kritisiert und empfiehlt auch älteren Menschen die Einnahme der Tabletten, jedoch erst nach Rücksprache mit dem Hausarzt.

Der Energieversorger E.ON Kraftwerke GmbH, der die Aktion auch bezahlt, informiert die betroffenen Haushalte und versendet zusammen mit der Stromrechnung Abholscheine, mit denen sich die Bürger bis zum Jahresende eine Packung mit 20 Tabletten in einer Apotheke abholen können.