



-1880003-V75-

Bundesministerium der Verteidigung, 11055 Berlin

Vorsitzenden
des Verteidigungsausschusses
des Deutschen Bundestages
Herrn Wolfgang Hellmich, MdB
Platz der Republik 1
11011 Berlin

Markus Grübel

Parlamentarischer Staatssekretär
Mitglied des Deutschen Bundestages

HAUSANSCHRIFT Stauffenbergstraße 18, 10785 Berlin
POSTANSCHRIFT 11055 Berlin

TEL +49 (0)30 2004-22400
FAX +49 (0)30 2004-22441
E-MAIL BMVgBueroParlStsGruebel@BMVg.Bund.de

Berlin, 2. März 2016

Sehr geehrter Herr Vorsitzender,

beigefügt übersende ich den Abschlussbericht zum Fachgespräch Radar vom 9. bis zum 11. Februar 2015. In diesem Bericht werden neue wissenschaftliche Erkenntnisse seit dem Bericht der Radarkommission aus dem Jahr 2003 und Empfehlungen für die Entschädigungspraxis aufgezeigt.

Der Bericht wird nun im Bundesministerium der Verteidigung ausgewertet. Über das Ergebnis der Auswertung wird das Bundesministerium der Verteidigung umgehend unterrichten.

Mit freundlichen Grüßen

Markus Grübel



Abschlussbericht

Zum Fachgespräch Radar vom 9. bis 11. Februar 2015

***Stand der Wissenschaft und Empfehlungen einer unabhängigen Expertenkommission
im Auftrag des Bundesministeriums für Verteidigung***

Berichtersteller: Prof. Dr. Viktor Meineke, MBA
Adresse: Kohlstattstr.12a,
83607 Holzkirchen

INHALTSVERZEICHNIS

Abkürzungsverzeichnis	i
Liste der am Fachgespräch teilnehmenden Experten und Sonstigen Teilnehmern	ii
Vorbemerkung	iii
1. Die Problematik Radar	1
1.1 Mögliche Expositionen ehemaliger Radartechniker der Bundeswehr und der Nationalen Volksarmee	3
1.2 Die Expertenkommission Radar und der Radarbericht von 2003.....	4
1.3 Das Symposium auf Schloss Reisenburg in 2015: Zu klärende Fragen und Zielsetzungen.....	6
2. Perspektiven der zivilen und militärischen Entschädigungspraxis.....	8
2.1 Sicht der BG ETEM auf die Entschädigungspraxis von zivilen Radartechniken.....	8
2.2 Perspektiven des Versorgungsrechtes im Vergleich zum Vorgehen der Bundeswehr/Kann-Versorgung /BK Verfahren.....	12

3. Neue Aspekte aus der Strahlenbiologie seit 2003.....	20
3.1 Neuere wissenschaftliche Erkenntnisse (nach 2003) zur Wirkung ionisierender Strahlen insbesondere zum Krebsrisiko.....	22
3.2 Molekularbiologischer Erkenntniszuwachs seit 2003 bzgl. potenziell krebsinduzierender Effekte ionisierender Strahlung im <i>Low-dose</i> -Bereich.....	35
4. Diskussion verschiedener Krankheitsbilder und möglicher Schädigungsmuster.....	45
4.1 Gutartige Tumoren	46
4.2 Herz-Kreislaufkrankungen.....	49
4.3 Genschädigungen (Erbrisiko)	51
4.4 Radiumleuchtfarbe.....	55
4.5 Gesundheitliche Risiken hochfrequenter elektromagnetischer Felder.....	58
5. Empfehlungen	65
5.1 Von der Expertenkommission nicht als ursächlich mit einer Strahlenexposition mit ionisierender Strahlung in Verbindung zu bringende Erkrankungen	66
5.2 Neue wissenschaftliche Erkenntnisse seit 2003 auf dem Gebiet der molekularen Strahlenbiologie	68
5.3 Hochfrequente Elektromagnetische Strahlung	68
5.4 Kardiovaskuläre Erkrankungen	69
5.5 Gutartige Tumoren.....	69
5.6 Genschäden bei Nachkommen ehemaliger Radartechniker	70
5.7 Radiumleuchtfarbe (Ra-226).....	71
5.8 Verwaltungsverfahren.....	71
5.9 Weitere Empfehlungen	72
5.9.1 Bundeswehreigene Regularien versus BK-Verfahren	72
5.9.2 Neues „Zwei Phasen Konzept“ (Strahlenschutzmaßnahme umgesetzt) ja/nein	72
5.9.3 Die Deutsche Härtefallstiftung	73

5.9.4	Entschädigungsfond als weiteres Instrumentarium.....	73
5.9.5	Zentrale unabhängige Koordination und Ansprechstelle für Betroffene.....	74

Anhang

Anhang 1:	Die unterschiedlichen Stakeholder und ihre Sichtweisen	75
Anhang 2:	Die Sicht des Bundes zur Unterstützung der Radargeschädigten	76
Anhang 3:	Arbeitsplatzverhältnisse und Expositionsszenarien durch Ra-226-haltige Leuchtfarben an militärischem Gerät	85
Anhang 4:	Die Sicht der Versorgungsverwaltung des Bundesverteidigungsministeriums	100
Anhang 5:	Die Deutsche Härtefallstiftung	107

Abkürzungsverzeichnis

AML	Akut Myeloische Leukämie
BAPersBw	Bundesamt für das Personalmanagement der Bundeswehr
BfS	Bundesamt für Strahlenschutz
BG ETEM	Berufsgenossenschaft Energie Textil Elektro Medienerzeugnisse
BK	Berufskrankheit
BMAS	Bundesministerium für Arbeit und Soziales
BMUB	Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit
BMVg	Bundesministerium der Verteidigung
Bq	Bequerel
BzUR	Bund zur Unterstützung Radargeschädigter
BSG	Bundessozialgericht
BWB	Bundesamt für Wehrtechnik und Beschaffung
CLL	Chronisch Lymphatische Leukämie
CML	Chronisch Myeloische Leukämie
ERR	Excess Relative Risk
EStG	Einkommenssteuergesetz
FZB	Fernmeldetechnisches Zentralamt der Bundespost
Gy	Gray
HF	Hochfrequenz
ICRP	Internationale Strahlenschutzkommission
LNT	Linear Non-Theshold
LSG	Landessozialgericht

MBq	Megabequerel
mr	Milliröntgen
mSv	Millisievert
NVA	Nationale Volksarmee
PTBS	Posttraumatisches Belastungssyndrom
SGB	Sozialgesetzbuch
SSK	Strahlenschutzkommission
SHWBw	Soldatenhilfswerk der Bundeswehr
SVG	Soldatenversorgungsgesetz
WDB	Wehrdienstbeschädigung

Liste der am Fachgespräch teilnehmenden Experten und sonstigen Teilnehmern**Chairman:**

Prof. Dr. med. Viktor Meineke, MBA
Kohlstattstr. 12 a, 83607 Holzkirchen

Experten:

Dipl.-Phys. Franz Fehringer
Institut für Strahlenschutz, BGETM, Köln

Dipl.-Phys. Thomas Ludwig
Institut für Strahlenschutz, BGETM, Köln

Dr. Peter Jacob
*Leiter Institut für Strahlenschutz, Helmholtz Zentrum
München*

Prof. Dr. Gerald Kirchner
*Zentrum für Naturwissenschaft und Friedensforschung
(ZNF), Hamburg*

Dr. med. Volker List
*Leiter Medizinische Dienste, Karlsruher Institut für
Technologie (KIT), Karlsruhe*

Dipl.-Ing. Rüdiger Matthes
Bundesamt für Strahlenschutz (BfS), Neuherberg

Prof. Dr. Wolfgang-Ulrich Müller
Vorsitzender der Strahlenschutzkommission des BMUB, Bonn

Prof. Dr. med. Claus Piekarski
*ehem. Leiter Institut und Poliklinik für Arbeitsmedizin,
Umweltmedizin und Präventionsforschung Universität zu
Köln*

Prof. Dr. rer. nat. H. Peter Rodemann
Leiter Sektion Strahlenbiologie, Universität Tübingen

Prof. Dr. rer.nat. Dr. h.c. Christian Streffer
*ehem. Leiter des Instituts für Med. Strahlenbiologie,
Universität Essen; Emeritus Member der ICRP, Main
Commission. Professor (em) für Med. Strahlenbiologie.*

Weitere Teilnehmer:

Regierungsdirektor Sven Beuster
Deutsche Härtefallstiftung, Bonn

Dr. Karl-Heinz Brunner
Mitglied des Deutschen Bundestages

Hauptmann a.D. Heinz Dankenbring
BzUR (Ansprechpartner Gengeschädigte)

Oberfeldarzt Dr. med. Harald Dörr
*Institut für Radiobiologie der Bundeswehr in Verbindung mit
der Universität Ulm*

Oberstabsfeldwebel a.D. Dietmar Glaner
Vorsitzender BzUR, Dohren

Oberst a.D. Bernhard Gertz
Vorsitzender Deutsche Härtefallstiftung, Bonn

Hauptfeldwebel Armin Harges
Deutsche Härtefallstiftung, Bonn

Regierungsdirektorin Dr. iur. Stephanie Hohnschild
BMVg P III 3, Bonn

Direktor und Professor Dr. rer.nat. Thomas Junk
Bundesamt für Strahlenschutz (BfS), Neuherberg

Ministerialrat Hans-Dieter Nißler
Büro des Wehrbeauftragten des Deutschen Bundestages

Ministerialrat Dr. ing. Daniel Nitsch
BMVg, IUD II 5

Stabshauptmann Hagen Roeder
Deutsche Härtefallstiftung, Bonn

Ministerialrat Dr. iur. Michael Saalfeld
BMVg P III 3, Bonn

Regierungsdirektor Dr. Andreas Schirmer
BAIUDBw, Münster

Oberstarzt Dr. Harald Siemon
Leiter Sanitätsunterstützungszentrum Munster

Prof. Dr. med. Karl Sperling
*Institut für Humangenetik, Universitätsmedizin Charité,
Berlin*

Organisationsteam:

Oberstabsfeldwebel Andreas Kerlin
Sanitätsakademie der Bundeswehr, München

Oberstabsapotheker Dr. rer. nat. Florian Plöbl
Sanitätsakademie der Bundeswehr, München

Oberfeldapotheker Dr. rer. nat. Thomas Schimming
Sanitätsakademie der Bundeswehr, München

Vorbemerkung:

Alle in dem folgenden Dokument „Fachgespräch Radar“ getätigten Aussagen, Feststellungen und Empfehlungen basieren auf dem im Auftrag des Bundesministeriums der Verteidigung (BMVg) vom 9.- 12- Februar 2015 auf Schloss Reisenburg in Günzburg durchgeführten Fachsymposium. Prof. Dr. Meineke hatte hierbei die Aufgabe eines wissenschaftlichen Organisators der Veranstaltung sowie Charirmans. Er übernimmt in diesem Sinne bei der Zusammenstellung der einzelnen Beiträge und aller anderen namentlich nicht weiter gekennzeichneten Kapitel und Überleitungen die Rolle eines Herausgebers. Die Rechte der unter den namentlich gekennzeichneten Beiträgen liegen bei den jeweiligen Autoren, welche wiederum die Verantwortung für die benutzten Quellen tragen.

Alle Aussagen stellen die persönlichen Meinungen und Erkenntnisse der Autoren auf der Basis eigener Erfahrungen, Anschauungen und der Auswertung und Kenntnis der jeweiligen wissenschaftlichen Lehrmeinungen dar. Die einzelnen Autoren sind bei den jeweiligen Kapiteln namentlich gekennzeichnet. Sämtliche nicht namentlich gekennzeichneten Beiträgen wurden vom Herausgeber erstellt. Der gesamte Berichtstext wurde mit allen Experten abgestimmt.

Die Radarthematik ist insbesondere in den letzten Jahren nicht immer frei von emotionalen Meinungsbekundungen und –austauschen auf vielerlei Ebenen, insbesondere auch im politischen Raum und unter Beteiligung der überregionalen Presse gewesen. Die beteiligten Akteure sind darüber hinaus in vielen Bereichen die gleichen handelnden Personen geblieben.

Kapitel 1 dient der Darstellung der Ausgangslage der Radarthematik und deren Bezug zur Aufgabenstellung des Symposiums. In Kapitel 2 folgen Betrachtungen aus der Sicht der mit dieser Thematik im zivilen Bereich befassten Berufsgenossenschaft sowie ein Vergleich der Entschädigungspraxis im zivilen und militärischen Bereich auf Basis der entsprechenden jeweiligen Regularien.

Zielsetzung des Symposiums war es zu prüfen, inwieweit neue wissenschaftliche Erkenntnisse auf den Gebieten der Strahlenbiologie und Strahlenmedizin Eingang in die gängige Praxis der Bearbeitung von Anträgen ehemaliger Radartechniker der Bundeswehr und der ehemaligen Nationalen Volksarmee finden sollten. Die Zusammensetzung der Expertengruppe war im Vorfeld mit allen beteiligten Interessengruppen abgestimmt worden.

Es ist jedoch nicht die Aufgabe der an diesem Expertenbericht mitwirkenden Experten, wissenschaftliche Fragestellungen im Sinne nationaler oder internationaler Fachgremien zu bewerten. Dieser Anspruch soll hier überhaupt nicht erhoben werden. Es war vielmehr die Herausforderung, durch Experten, die neben ihrer eigenen wissenschaftlichen Expertise auch noch zum Teil entweder persönliche Erfahrungen aus der damaligen Mitarbeit am Radarbericht von 2003 haben oder aber aus unterschiedlichen Perspektiven (u.a. eigene Gutachtertätigkeit in Radarfällen) die Problematik Radar in der Folgezeit persönlich verfolgt haben, für die Praxis relevante und umsetzbare Empfehlungen zu erarbeiten. In Kapitel 3 finden sich Darstellungen zu neuesten wissenschaftlichen Erkenntnissen und in Kapitel 4 die einzelne Betrachtung von im Rahmen dieses Symposiums relevanten Zielorganen und Schädigungsmustern.

In Kapitel 5 werden die aus diesem Fachsymposium resultierenden Empfehlungen dargestellt.

Im Rahmen einer Einführung in die Thematik wurden am ersten Symposiumstag die Sichtweisen unterschiedlicher Stakeholder betrachtet. Es handelte sich hierbei um die Interessenvertretung der Radargeschädigten auf der einen sowie der Strahlenmessstelle der Bundeswehr und der Versorgungsverwaltung auf der anderen Seite.

Die Zielsetzung des Fachsymposiums war es, verschiedene Auffassungen und Meinungen unterschiedlicher Interessenvertreter ungefiltert zu Wort kommen zu lassen und somit von vorne herein die Pluralität verschiedener Standpunkte explizit zuzulassen. Diese Beiträge stellen nicht die eigentliche wissenschaftliche Stellungnahme dar und werden in diesem Bericht daher auch nicht bewertet. Sie finden sich als zusätzliche Informationsquellen im Anhang. Dort ist auch eine Beschreibung der Deutschen Härtefallstiftung zu finden.

Aus Sicht des Herausgebers kann festgestellt werden, dass alle am Expertengespräch auf Schloss Reisenburg beteiligten Personen der Wunsch geeinigt hat, trotz in Teilen

unterschiedlicher Standpunkte, eine allgemein gültige Lösung für noch offene Fragen aus der Radarthematik zu finden.

Neben der Erarbeitung von Empfehlungen diene das Expertentreffen vor allem auch einer Bestandsaufnahme. Wo befinden wir uns bei der Klärung der Radarthematik? Gibt es neben einzelnen sachlichen Fragen grundlegende Problemfelder? Welche Ausgangsvoraussetzungen haben dazu geführt, dass die Radarthematik in Teilen noch heute nicht beendet ist? Welche Erkenntnisse können hieraus gewonnen werden und was kann getan werden, um vergleichbare Problem in der Zukunft schneller und zielgerichteter zu lösen?

Vorgehensweisen im militärischen und zivilen Versorgungs- bzw. Entschädigungsrecht unterscheiden sich, haben jedoch zuweilen Schnittstellen. Es ist den Autoren bewusst, dass Empfehlungen aus diesem Expertenbericht in gleicher Weise wie der Radarbericht von 2003, Rückwirkungen auf vielleicht ähnlich gelagerte Fälle im zivilen Bereich haben kann. Dies ist jedoch explizit nicht die Absicht dieses Dokuments.

Alle im Abschlussbericht getätigten Aussagen haben einen Empfehlungscharakter. Sie sind aus der jeweiligen wissenschaftlichen Perspektive der Experten entstanden. Die Umsetzung der allein von den Experten erarbeiteten Empfehlungen obliegt alleine der politischen Entscheidung.

Der Herausgeber bedankt sich ganz besonders bei allen teilnehmenden Experten und Interessenvertretern und organisatorisch mitwirkenden und helfenden Personen.

1. Die Problematik Radar

Mit einem gemeinsamen Antrag der CDU/CSU, SPD und FDP-Fraktion an die Bundesregierung (BT-DRs 17/7354 vom 19.10.2014) begrüßte der Deutsche Bundestag den Fortschritt in der Entschädigungspraxis bezüglich der Radarfälle und bekräftigte gleichzeitig den politischen, fraktionsübergreifenden Willen, den auf Grund ihrer Strahlenexposition Erkrankten möglichst zügig und unbürokratisch zu helfen. Der Deutsche Bundestag stellte weiterhin fest, dass trotz großzügiger Entschädigungspraxis unter Fürsorgeaspekten ein sorgfältiger Umgang mit den noch nicht abgeschlossenen Einzelfällen angezeigt sei. Er forderte die Bundesregierung unter anderem dazu auf, die aktuellen wissenschaftlichen Erkenntnisse zu berücksichtigen und zu prüfen, ob bei einzelnen Krankheitsbildern (z.B. gutartige Tumore) sowie bei Strahlenexposition aufgrund radioaktiver Leuchtfarbe nochmals ein unabhängiges Expertengremium zur Abgabe einer Entscheidungsempfehlung eingerichtet werden sollte.

Vor diesem Hintergrund beauftragte das Bundesministerium für Verteidigung (BMVg) die Durchführung des Fachgesprächs Radar.

Es galt also eine Thematik zu behandeln, welche die Bundeswehr nun seit deutlich mehr als 10 Jahren nicht mehr loslässt. Dabei geht es um die potentielle akzidentelle Strahlenexposition bei ehemaligen Radartechnikern der Bundeswehr und der Nationalen Volksarmee (NVA).

Bezüglich der exakten Historie und der einzelnen Aspekte hierzu wird im Detail auf den Bericht der damaligen Radarkommission unter Vorsitz des Präsidenten des Bundesamtes für Strahlenschutz, Herrn Wolfram König verwiesen. Diese hat in 2003 ihren Bericht abgegeben. Seit dieser Zeit sind nun 13 Jahre vergangen.

Es ist sehr zu begrüßen, dass sich die Leitung des BMVg nun weiterhin aktiv mit diesem Thema beschäftigen möchte und nach zielgerichteten Lösungsansätzen sucht. Es handelt sich nicht nur um ein isoliertes Problem für die betroffenen aktiven und ehemaligen Soldaten aus dem Radardienst. Der Umgang damit steht exemplarisch

dafür, wie die Bundeswehr mit solchen und ähnlich gelagerten Problemen in der Zukunft umgehen wird.

Die Bundeswehr ist eine moderne Einsatzarmee, es kann daher grundsätzlich im Rahmen gegenwärtiger oder künftiger Einsätze immer wieder zu vergleichbaren Problemen kommen. Der Wehrdienst unterscheidet sich, trotz weitestgehender Übernahme aller zivilen Standards des modernen Arbeitsschutzes, in manchen Bereichen entscheidend von „normalen“ zivilen Arbeitsplätzen. An dieser Situation wird sich trotz aller vorausschauenden Planungen, modernsten Arbeitsschutzrichtlinien und Risikoabschätzung bei einer Einsatzarmee nichts ändern. Das heißt, es sind auch in der Zukunft Szenarien denkbar, bei denen Soldaten trotz aller Vorkehrungen schädlichen Agenzien gegenüber ausgesetzt werden sein können und dadurch gesundheitliche Schäden erleiden.

Gerade das Berufsbild des Radartechnikers und der unmittelbar damit verbundenen weiteren Tätigkeiten als Soldat in Zeiten des Kalten Krieges ist hierfür auch heute noch ein sehr gutes Beispiel. Stellt diese Berufsgruppe doch sowohl in der damaligen Bundeswehr als auch auf Seiten der ehemaligen Nationalen Volksarmee eine besondere Gruppe an Veteranen, mit einer selbst für damalige Verhältnisse extrem hohen Schicht- und Einsatzbelastung dar. Auch waren die Arbeitsbedingungen zu dieser Zeit sicher besonders belastend. Umso erstaunlicher ist es immer wieder, mit welcher hoher Motivation Vertreter der Berufsgruppe der ehemaligen Radartechniker aus dieser Zeit noch heute über ihre damalige Tätigkeit berichten.

Im Folgenden soll kurz auf mögliche Strahlenexpositionsszenarien aus dieser Zeit eingegangen werden.

1.1 Mögliche Expositionen ehemaliger Radartechniker der Bundeswehr und der Nationalen Volksarmee

Es soll an dieser Stelle eine Zusammenfassung der Problematik Radar bei ehemaligen Radartechnikern der Bundeswehr und Nationalen Volksarmee gegeben werden. Für weitergehende Fragen und Details wird explizit auf die Originalquelle (Radarbericht 2003) verwiesen.

Der Kern der Radarproblematik darin, dass für bestimmte zeitliche Phasen, beginnend in etwa 1958, der Vollzug der bereits auch für die Streitkräfte gültigen Strahlenschutzgesetzgebung heute nicht mehr durchgehend nachgewiesen werden kann. Dieser Sachverhalt wiederum bildet die Grundlage der Entschädigungspraxis unter Beweiserleichterungsbedingungen gemäß Radarbericht von 2003.

Zum besseren Verständnis muss bemerkt werden, dass es sich bei dieser Strahlung nur um die von den Verstärkerröhren der Radargeräte ausgesendeten Röntgenstörstrahlen handelte. Dieser Strahlung waren nur die unmittelbar an den Radargeräten arbeitenden Personen ausgesetzt. Es handelte sich somit nicht um die durch die bekannten großen Radarantennen ausgesendete eigentliche Radarstrahlung. Zu letzterer wird aber in diesem Bericht unter 4.5 gesondert Stellung genommen.

Bedingt durch den technischen Fortschritt wurde im Laufe der Zeit die ursprüngliche Röhrentechnik in digitale Technik umgeändert. Hieraus folgt, dass der potentiell strahlenexponierte Personenkreis nur während bestimmter Zeiträumen, abhängig von der verwendeten Radartechnik und gleichzeitig dem Fortschritt im Umsetzen der vorgeschriebenen Strahlenschutzrichtlinien am jeweiligen Arbeitsplatz, tatsächlich exponiert werden konnte. Hinzu kommt die Frage der retrospektiv nur schwer im Detail einzuschätzenden Strahlenexposition. Es existieren hierzu eine Vielzahl an Messungen aus dem Bereich der Bundeswehr selber. Ferner hat der Bund zur Unterstützung der Radargeschädigten (BzuR) hierzu eigene Nachmessungen veranlasst. Dennoch bleibt festzuhalten, dass eine exakte Quantifizierung der tatsächlich möglichen Strahlenexpositionen bereits vor mehr als 10 Jahren und erst recht heute kaum noch möglich, bzw. sinnvoll ist. Auch ist es heutzutage nur noch schwer zu realisieren, den

jeweiligen Ausrüstungszustand damaliger Radargeräte, bezogen auf den individuellen Arbeitsplatz genau nachzuvollziehen. In besonderer Weise gilt dies für die bei der ehemaligen Nationalen Volksarmee verwendeten Geräte sowjetischer Bauart sowie eine Bestimmung der exakten Tätigkeitsmuster damaliger NVA Radartechniker und der ihnen unmittelbar zugeordneten Soldaten.

Wir unterscheiden bei der Radarstrahlenproblematik insgesamt drei Strahlenszenarien. Szenario 1 ist die Exposition gegenüber Röntgenstörstrahlung, Szenario 2 eine Exposition gegenüber elektromagnetischer Strahlung allgemein und Szenario 3 betrifft die Exposition gegenüber radioaktiven Leuchtfarben (in erster Linie Ra-226). Hierbei sind die Wirkungen des Alpha-Strahlers Radium zu berücksichtigen, ferner die, wenn auch nur geringe Fernbestrahlungskomponente der Gamma-Strahlung des Radionuklids.

Diese Problematik hat bereits zu Beginn des letzten Jahrzehntes dazu geführt, eine Expertenkommission zu beauftragen, eine umfassende Klärung der Radarproblematik durchzuführen.

1.2 Die Expertenkommission Radar und der Radarbericht von 2003

Am 26. September 2002 wurde die damalige Radarkommission bestehend aus 17 Mitgliedern, unter der Leitung des Präsidenten des Bundesamtes für Strahlenschutz auf Ersuchen des Verteidigungsausschusses durch das BMVg eingesetzt. Sie setzte die Arbeit des Arbeitsstabes von Dr. Theo Sommer fort und untersuchte systematisch Arbeitsplatzbedingungen und Expositionszenarien des ehemaligen Radarpersonals in der Bundeswehr und der ehemaligen Nationalen Volksarmee. Für Details wird auf den downloadfähigen Beitrag aus dem Internet verwiesen .

(https://www.bfs.de/SharedDocs/Downloads/BfS/DE/fachinfo/ion/radar-abschlussbericht.pdf?__blob=publicationFile&v=1).

Der Bericht wurde am 02. Juli 2003 vorgelegt. Die Expertenkommission stand damals vor mehreren Herausforderungen. Einerseits war es, wie bereits dargelegt schwierig bis nahezu unmöglich, nach so vielen Jahren einen retrospektiven Nachweises einer Strahlenexposition beim betroffenen Personal im Einzelfall zu führen. Andererseits

bestand durchaus die Möglichkeit, dass diese Strahlenexposition tatsächlich stattgefunden hat. Normalerweise wird im Rahmen gutachterlicher Stellungnahmen bei Entschädigungsverfahren ein kausaler Nachweis in Form der Quantifizierung eines Schadens im Sinne sog. Dosis-Wirkungsbeziehungen gefordert.

Dazu prüft man zunächst, ob höhere Dosen einer schädigenden Noxe auch einen größeren Schaden verursachen. In einem zweiten Schritt führt man anschließend Wahrscheinlichkeitsbetrachtungen durch. Hierbei wird vereinfacht gesagt gefragt, wie wahrscheinlich ist es, dass diese oder jene Noxe den beobachteten Gesundheitsschaden überhaupt verursacht haben kann. Ferner ob dieser Schaden nicht gleich oder viel wahrscheinlicher aus einem anderen Grund entstanden ist.

Um dieses Problem zu lösen, wurden verschiedene sogenannte „Beweiserleichterungen“ durch die Identifikation von „qualifizierender Tätigkeiten“ des Bedienerpersonals, eine Liste sogenannter „qualifizierender Erkrankungen“ und die Unterscheidung von insgesamt drei zeitlich von einander getrennten Phasen getroffen wurde, in denen Daten zu möglichen Strahlenexpositionsszenarien entweder überhaupt nicht, bzw. nur unvollständig vorhanden sind, bei gleichzeitig zunehmender Umsetzung der Prinzipien des Strahlenschutzes.

Die neue Vorgehensweise gemäß Radarbericht hat diese alte Praxis verändert. Interessanterweise wurde diese Handhabung auch von anderen zivilen Stellen in Teilen übernommen, um bei dem gleichen Personenkreis (Radartechniker) Ungleichbehandlungen zu vermeiden. Bei Gerichtsverfahren im zivilen Bereich wiederum wird in der Regel weiterhin der strenge Maßstab der zwingenden Erforderlichkeit einer unmittelbaren Kausalitätsbetrachtung im Einzelfall gefordert.

Diese Umstände haben zu nicht wenig Verwirrung auf Seiten aller Beteiligten, insbesondere des betroffenen Personenkreises ehemaliger Radartechniker bzw. deren Angehörigen geführt. Inzwischen ist ein nicht kleiner Teil aus diesem Kreis bereits verstorben.

Die Intention der damaligen Expertenkommission war es, den Betroffenen zu helfen. Gleichzeitig sollte einer politischen Lösung der Weg bereitet werden. Wie auch an

mehreren Stellen im Radarbericht erwähnt und hervorgehoben, wurde explizit die Verantwortung und Entscheidung der politischen Seite gefordert.

Trotz des gewaltigen Umfangs des Radarberichtes von insgesamt 171 Seiten und der Fülle der darin behandelten Themen, wurden dennoch einzelne Aspekte nicht in der Detailtiefe behandelt, wie der übrige Teil.

Der hier vorlegte Bericht ist insofern als Ergänzung des ursprünglichen Radarberichtes zu sehen, ohne dort getroffene Feststellungen zu revidieren.

1.3 Das Symposium auf Schloss Reisenburg in 2015: Zu klärende Fragen und Zielsetzungen

Systematisch betrachtet, besteht die Radarthematik aus mehreren Problemfeldern.

Zum einen stellt sich die bereits beantwortete Frage, inwieweit die bereits damals gültige Strahlenschutzgesetzgebung umgesetzt wurde.

Der zweite Fragenkomplex betrifft medizinische und strahlenbiologische Themen. Etwa, welche Krankheitsbilder könne durch eine Strahlenexposition mit ionisierender Strahlung verursacht werden und wie ist diesbezüglich der Beweis zu führen.

Das dritte Problemfeld betrifft die Frage, wie die politische Dimension zu bewerten ist, die aus einer nun mehr als zehn Jahren andauernden Diskussion um die noch ungelösten oder wieder aufgeworfenen Fragen rund um die Radarthematik erwächst.

Die Beantwortung dieser letzten Frage war nicht Aufgabe des Expertentreffens auf Schloss Reisenburg gewesen. Andererseits sind jedoch die ersten beiden Fragenkomplexe sehr eng mit der politischen Fragestellung verknüpft, bzw. können nicht isoliert beantwortet werden. Die politische Dimension der Gesamthematik ist

offenkundig. Andererseits wird zu Recht von der politischen Seite eine Hilfestellung aus wissenschaftlicher Sicht erwartet.

Das wissenschaftliche Symposium diene im Detail der Beantwortung folgender Fragenkomplexe:

1. Inwieweit gibt es seit dem Radarbericht in 2003 neue wissenschaftliche Erkenntnisse, die eventuell eine Erweiterung der Ansprüche von potentiell durch ihre Tätigkeit an Radargeräten geschädigte Soldaten geboten erscheinen lassen?

Da die Wissenschaft sich ständig im Wandel befindet und neue Erkenntnisse unter Umständen auch alte gängige Lehrmeinungen in einem neuen Licht erscheinen lassen können, ist es zwingend erforderlich hierzu periodisch Neubewertungen durchzuführen.

2. Kann die neu eingerichtete Deutsche Härtefallstiftung hier gegebenenfalls außerhalb des Versorgungsrechtes und nach den geltenden Vergabekriterien unterstützen?

Wie bereits dargelegt, betont der Radarbericht von 2003 an mehreren Stellen die entscheidenden politischen Implikationen der Radarproblematik. Die nicht mehr vollständig nachvollziehbare Umsetzung der damaligen Strahlenschutzgesetzgebung führt in der Konsequenz zur Anerkennung der Notwendigkeit besonderer Lösungen für die hieraus eventuell resultierenden gesundheitlichen Folgen.

Der erkennbare fraktionsübergreifende politische Wille hat zur Etablierung der Deutschen Härtefallstiftung geführt. Dennoch sind mit diesem Schritt nicht alle Probleme gelöst. Hierauf wird weiter unten noch im Detail eingegangen werden.

Zunächst sollen jedoch Gemeinsamkeiten und Unterschiede ziviler und militärischer Entschädigungsverfahren betrachtet werden.

2. Perspektiven der zivilen und militärischen Entschädigungspraxis

Zivile Entschädigungspraxis im Rahmen von Berufskrankheitsverfahren sowie militärisches Versorgungsrecht haben zwar Gemeinsamkeiten, unterscheiden sich aber dennoch in einigen wichtigen Punkten. Letztere sind in erster Linie in den grundsätzlichen Unterschieden der Arbeits -/ Dienstverhältnisse und dem damit geltenden Berufskrankheitsrecht von zivilen Arbeitnehmern und Soldaten begründet. Eine unmittelbare Vergleichbarkeit ist daher nur in Teilen gegeben. Wechselt jedoch ein Soldat in ein ziviles Arbeitsverhältnis oder umgekehrt, so können sich andere Zuständigkeiten ergeben.

2.1 Sicht der BG ETEM auf die Entschädigungspraxis von zivilen Radartechnikern

Thomas Ludwig und Franz Fehringer

Das Sozialgesetzbuch definiert in § 9 diejenigen Voraussetzungen, die gegeben sein müssen, damit eine Erkrankung als Berufskrankheit anerkannt werden kann. Der Zusammenhang zwischen beruflich bedingter Einwirkung und der Erkrankung muss wahrscheinlich sein, so das Bundessozialgericht (BSG SozR 2200 § 551 Nr. 1).

Im Kommentar zu § 9 SGB VII¹ (siehe Fußnote 4, dort unter Randnummer 26) bedeutet Wahrscheinlichkeit, dass beim vernünftigen Abwägen aller Umstände die auf die berufliche Verursachung deutenden Faktoren so stark überwiegen, dass darauf die Entscheidung zum Kausalzusammenhang zwischen beruflicher Tätigkeit und Gesundheitsschädigung gestützt werden kann. Eine Möglichkeit verdichtet sich dann zur Wahrscheinlichkeit, wenn nach der geltenden ärztlich-wissenschaftlichen Lehrmeinung mehr für als gegen einen Zusammenhang spricht und ernste Zweifel hinsichtlich einer anderen Verursachung ausscheiden. Die für den Kausalzusammenhang sprechenden Gründe müssen die gegenteiligen deutlich

¹ Mehrtens, Brandenburg; Die Berufskrankheitenverordnung (BeKV); Handkommentar aus rechtlicher und medizinischer Sicht; Erich Schmidt Verlag; Berlin 2013

überwiegen. Nicht ausreichend ist daher, wenn eine Schlussfolgerung lediglich möglich ist.

Epidemiologische Untersuchungen haben gezeigt, dass bestimmte Krebserkrankungen durch bestimmte Einwirkungen verursacht werden können. Diese Erkenntnisse beziehen sich dann aber auf viele Personen, über deren Erkrankungshäufigkeit man in Abhängigkeit von der Einwirkungshöhe statistisch etwas aussagen kann.

Man kann aber mit diagnostischen Methoden derzeit nicht im individuellen Fall feststellen, welche Ursache eine konkrete Krebserkrankung hat. Da auch in der nicht beruflich strahlenexponierten Bevölkerung alle Krebsarten auftreten, können neben einer möglichen beruflich strahlenbedingten Verursachung auch konkurrierende Faktoren im privaten Bereich wie z. B. Rauchen, Ernährungsgewohnheiten, bestimmte chronische Infektionen und die natürliche Strahlenexposition ursächlich sein.

Zur Feststellung der haftungsausfüllenden Kausalität, d. h. des Ursachenzusammenhangs zwischen Erkrankung und beruflicher Strahlenexposition, hat man daher hinsichtlich der BK Nr. 2402 die Konvention getroffen, die sogenannte "Zusammenhangswahrscheinlichkeit" als Entscheidungskriterium heranzuziehen². Liegt diese oberhalb von 50 %, so ist die Wahrscheinlichkeit, dass die Erkrankung beruflich bedingt ist, größer als diejenige, dass die Erkrankung im nicht beruflichen Bereich verursacht wurde. Die Zusammenhangswahrscheinlichkeit kann für bestimmte Erkrankungen z. B. aus dem Berechnungsprogramm IREP von NIOSH-IREP³ abgeschätzt werden. Sie hängt ab vom Alter bei Exposition, vom Alter bei Diagnose, vom Geschlecht, von der Erkrankung und natürlich von der Höhe der eingewirkten Dosis im erkrankten Organ.

Im SGB VII wird für den Nachweis der Exposition der Vollbeweis im Sinne der Gewissheit verlangt. Dies ist aber oft bei den Fällen der Radartechniker insbesondere

² Wissenschaftliche Stellungnahme zu der Berufskrankheit Nr. 2402 der Anlage 1 zur Berufskrankheiten-Verordnung „Erkrankungen durch ionisierende Strahlen“; GMBI 2011; Nr. 49-51; Seite 983 ff, Bek. d. BMAS v. 24.10.2011 – IVa 4-45222-2402

³ Programm „Interactive RadioEpidemiological Program NIOSH-IREP“ v.5.7 zur Berechnung der Zusammenhangswahrscheinlichkeit vom National Institute for Occupational Safety and Health

bei lange zurückliegenden Expositionen nicht möglich, da entsprechend belegbare Messwerte gar nicht oder in ungenügender Quantität oder Qualität vorliegen.

Kann diese geforderte Expositionsabschätzung trotz Ausschöpfung aller Mittel durch die Berufsgenossenschaft nicht durchgeführt werden, so geht nach geltendem Recht die Nichtfeststellbarkeit der anspruchsbegründenden Tatsachen zu Lasten des Antragstellers (siehe Fußnote 4 unter Randnummer 26.3). Es muss mit an Sicherheit grenzender Wahrscheinlichkeit eine Exposition des Betroffenen gegeben sein. Der Unfallversicherungsträger muss zur Ermittlung der Exposition alle notwendigen und erforderlichen Maßnahmen einleiten und durchführen (formelle Beweislast). Aber wenn keine Exposition festgestellt wurde, geht das zu Lasten des Antragstellers (materielle Beweislast). Die Anerkennung einer BK Nr. 2402 wäre damit nach dem geltenden Unfallversicherungsrecht nicht möglich. Es gibt jedoch für Einzelfälle die Möglichkeit der Beweiserleichterung bei der Beweiswürdigung (siehe Fußnote 4, dort unter Randnummer 26.4).

Für den Bereich der Wehrversorgungsverwaltung hatte eine Expertenkommission im Juli 2003 Empfehlungen hinsichtlich der Entschädigungspraxis ausgesprochen⁴. Die Kommission war vom Bundesministerium der Verteidigung eingesetzt worden, nachdem das Thema in der Öffentlichkeit stark diskutiert worden war. Die Empfehlungen der hochrangig besetzten Expertenkommission sehen Beweiserleichterungen und in bestimmten Fällen das Unterstellen der Kausalzusammenhänge vor. Aufgrund der fehlenden Messergebnisse aus der damaligen Zeit und der Annahme, dass vor der Anwendung geeigneter Schutzmaßnahmen die Strahlenexposition der bei der Bundeswehr beschäftigten Radartechniker sehr hoch war, wird insbesondere für Zeiträume vor 1975 und für bestimmte Radargerätetypen eine für den Kausalzusammenhang ausreichend hohe Dosis von der Expertenkommission unterstellt. Im Bereich des Wehrversorgungsrechtes wurde daraufhin seinerzeit für bestimmte Fallgruppen durch Erlass des Bundesministeriums der Verteidigung und des Bundesministeriums für Gesundheit und soziale Sicherung das Vorliegen einer relevanten Exposition und auch der haftungsausfüllenden Kausalität schlichtweg unterstellt, um in diesen Fällen eine Entschädigung zu ermöglichen. Dieser Bericht hat

⁴ Bericht der Expertenkommission zur Frage der Gefährdung durch Strahlung in früheren Radareinrichtungen der Bundeswehr und der NVA vom 2. Juli 2003

zwar keine rechtlichen Auswirkungen auf die Entschädigungspraxis der Berufsgenossenschaften, er stellt aber eine fundierte wissenschaftliche Empfehlung dar und sichert die Gerechtigkeit des Verfahrens.

Um keine Diskrepanzen zwischen den Fällen ziviler Radartechniker und der Entschädigungspraxis der Wehrbereichsverwaltungen entstehen zu lassen und um der Weisung aus dem Bundesministerium Rechnung zu tragen wurden die Empfehlungen der Radarexpertenkommission und damit die Grundsätze, wie sie von der Kommission formuliert wurden, auch bei entsprechenden BK Nr. 2402-Verfahren von Versicherten der BG ETEM angewendet. Damit wird die Möglichkeit zur Beweiserleichterung in Spezialfällen genutzt (siehe Fußnote 4, dort unter Randnummer 26.5 Abs.4).

2.2 Perspektiven des Versorgungsrechtes im Vergleich zum Vorgehen der Bundeswehr/Kann-Versorgung/BK-Verfahren

Prof. em. Dr. Claus Piekarski, OTA d. Res.

Die bislang zur Radarthematik geführten Diskussionen haben die Aufgabe, aus arbeitsmedizinischer Sicht zur Gutachterproblematik Stellung zu nehmen, nicht gerade leichter werden lassen. Hinzu kommt die ursprüngliche Aussage des damaligen Bundesministers der Verteidigung, RUDOLF SCHARPING, man wolle „großzügig in der Entschädigungsfrage verfahren“, die zwangsläufig zu der Konfliktsituation führte: Politik stößt auf Naturwissenschaft.

Im Folgenden sollen direkt einige wesentliche Punkte aus der Sicht des arbeitsmedizinischen Gutachters angesprochen werden. Ein nicht ganz unbedeutendes Problem in der Frage der Zusammenhangsbegutachtung findet sich in den zwei, recht unterschiedlichen Vorgehensweisen im System des Industriellen Arbeits- und Gesundheitsschutzes und der Bundeswehr und Ihrer Einrichtungen.

Erinnern wir uns, dass die im Jahre 1881 zur Eröffnung des 5. Deutschen Reichstages am 17. November von Reichskanzler OTTO von BISMARCK im Königlichen Schloss zu Berlin vorgetragene „Kaiserliche Botschaft“ WILHELM'S I, das in der Hochphase der Gründerzeit nahezu revolutionäre Signal verbreitete, dass Arbeitgeber und Arbeitnehmer eine Solidargemeinschaft seien und des weiteren versicherte, dass eine Neufassung des Gesetzes über die Versicherung der Arbeiter gegen Betriebsunfälle für den Reichstag zur Beschlussfassung vorbereitet werde, das letztlich das Unternehmen in die Generalverantwortung bei Arbeitsunfällen und damit in die Generalhaftung nehmen sollte.

Dass dies in Folge zur Entwicklung eines Branchen- und Risiko-basierten Versicherungssystems der Unternehmen und damit zur Einrichtung der Berufsgenossenschaften, der Reform der Gewerbeaufsicht mit Staatlichem Gewerbearzt, differenzierten Unfallverhütungsvorschriften in der Gestalt von autonomen Rechtsnormen bis hin zur Auflistung von Berufskrankheiten in Ihrer

rechtlichen Gleichsetzung mit Arbeitsunfällen in den frühen Zwanziger Jahren des vergangenen Jahrhunderts führte, braucht hier nicht weiter vertieft zu werden.

Heute ist das Zusammenwirken von Strukturen der Betrieblichen Gesundheitsschutzmaßnahmen, staatlichen und berufsgenossenschaftlichen Strukturen zur Durchführung und auch Durchsetzung und Kontrolle der erforderlichen Schritte eine Selbstverständlichkeit.

So unterliegt auch das Berufskrankheiten-Verfahren in klar geregelten Prozeduren mehreren, von einander unabhängigen Institutionen, die eine gegenseitige Abhängigkeit ausschließen und so den Wahrheitsfindungsprozess unbelastet von Partikularinteressen ablaufen lassen.

Am Anfang steht immer die Anzeige des Begründeten Verdachts auf das Vorliegen einer Berufskrankheit, zu der jeder approbierte Arzt oder Zahnarzt nach § 202 des SGB VII, im Extremfall auch gegen den Willen des Patienten (Ausnahme gegenüber der Ärztlichen Schweigepflicht!), verpflichtet ist. Der betroffene Betrieb kann seinerseits ebenfalls eine Meldung abgeben, kann aber keinesfalls die Meldung des Arztes oder des Betroffenen, der ebenfalls melden kann, verhindern. Des Weiteren können auch das Arbeitsamt, die Krankenkasse oder auch andere Sozialversicherungsträger den begründeten Verdacht auf eine Berufskrankheit zur Anzeige bringen.

Die Meldung erfolgt bei der zuständigen Berufsgenossenschaft oder beim Staatlichen Gewerbearzt bzw. der Gewerbeaufsicht.

Der Staatliche Gewerbearzt prüft die Verdachtsanzeige, bewertet sie und gibt seine Stellungnahme an die zuständige Berufsgenossenschaft weiter. Im Zuge dieses Verfahrens kann er sich nach eigenem Ermessen der Unterstützung durch einen externen Gutachter bedienen, dessen Bewertung in die abschließende Stellungnahme des Staatlichen Gewerbearztes gegenüber der Berufsgenossenschaft ergänzend einfließen kann.

Die Berufsgenossenschaft, als Leiterin des Gesamtverfahrens, führt ihrerseits Ermittlungen Kraft ihrer Zuständigkeit zum Vorliegen der angezeigten Berufskrankheit,

der beruflichen Exposition und Risiken im Beschäftigungsbetrieb, der Arbeits- und Berufsanamnese des Antragsstellers und tauscht gegebenenfalls ihre Bewertung mit dem Staatlichen Gewerbearzt aus, falls ihre Vorstellungen von denen des Gewerbearztes abweichen. Zur zusätzlichen Absicherung Ihrer Bewertung kann die Berufsgenossenschaft ihrerseits ebenfalls ein fachärztliches Gutachten heranziehen.

Die so fundierte, vorläufige Bewertung des BK – Falles wird dem paritätisch besetzten BG – Rentenausschuss abschließend vorgelegt, nach dessen Bewertung entweder die Anerkennung der Berufskrankheit mit den entsprechenden, fallabhängigen Leistungen erfolgt oder die Ablehnung.

In diesem letzteren Falle hat der Antragssteller die Möglichkeit des Widerspruchs, der eine erneute Überprüfung durch die Berufsgenossenschaft zur Folge hat. Hier kann in Abhängigkeit von der Fallkonstellation zusätzlich eine weitere fachärztliche Begutachtung durch einen externen Gutachter gefordert werden, wobei die BG gehalten ist, im Sinne der Verwirklichung des Rechtes auf freie Arztwahl, mindestens zwei unterschiedliche Gutachter zur Auswahl zu stellen. Im Streitfall kann der Antragsteller statt der vorgeschlagenen Gutachter seinerseits einen Gutachter seines persönlichen Vertrauens einführen, wobei er allerdings dann selbst für die Kosten der Begutachtung einstehen muss.

Bei einer erneuten Ablehnung durch die BG steht dann dem Antragsteller der Klageweg über die Sozialgerichtsbarkeit in allen Instanzen offen, wobei Ihm, und das ist weltweit einmalig in Deutschland, keine finanziellen Lasten durch den Rechtsstreit entstehen.

Im Anerkennungsfall ist noch zwischen dem Versicherungsfall und dem Leistungsfall zu unterscheiden. Im Versicherungsfall wird die Berufskrankheit “dem Grunde nach“ anerkannt und unterliegt der weiteren Beobachtung bezüglich eines eventuell stattfindenden Fortschreitens im Sinne einer Verschlimmerung, die dann in einem erneuten Überprüfungsverfahren festzustellen ist.

Ab einer Minderung der Erwerbsfähigkeit (MdE) von mindestens 20% tritt der Leistungsfall ein, in dem Berufsgenossenschaftliche Leistungen bzw. Renten in

Abhängigkeit von der jeweiligen MdE gewährt werden. Auch hier unterliegt eine evtl. eintretende Steigerung der MdE einem BG – Prüfungsverfahren.

Grundsätzliche Kriterien für die Anerkennung einer Berufskrankheit sind:

1. Die angezeigte und diagnostizierte Krankheit ist in der Liste der Berufskrankheiten verzeichnet und somit grundsätzlich anerkennungsfähig. (Vollbeweis!)
2. Die angezeigte Krankheit steht im Zusammenhang mit der versicherten Tätigkeit. (Vollbeweis!)
3. Die spezifischen Einwirkungen und Ursachen sind gegeben (Vollbeweis!)

Zu berücksichtigen sind hier eventuell nicht versicherte, konkurrierende Krankheiten, Tätigkeiten und Ursachen.

Während die Punkte 1 – 3 im Sinne der Haftungsbegründenden Kausalität im Vollbeweis, also zu 100 % gesichert vorliegen müssen, gilt in diesem Zusammenhang, dass der Eintritt der dazu gehörigen Berufskrankheit im Sinne der Haftungsausfüllenden Kausalität mit Wahrscheinlichkeit, das heißt, mit mehr als 50 % Wahrscheinlichkeit anzunehmen ist: es spricht also mehr dafür als dagegen!

Einen Sonderfall stellen die sog. Quasi – Berufskrankheiten dar, die nach der „Öffnungsklausel“ im SGB VII § 9, Abs. 2 zulässig sind. Für sie gelten im Prinzip die gleichen Bedingungen, wie für eine Listen – Berufskrankheit. Den Unterschied bildet lediglich die Tatsache, dass die Voraussetzungen für die Aufnahme in die offizielle Liste der Berufskrankheiten nach gesicherter wissenschaftlicher Meinung (Votum des Sachverständigen-Ausschusses für die Berufskrankheiten beim Bundesminister für Arbeit und Soziales), gegeben sind, die Veröffentlichung im Bundesgesetzblatt jedoch noch nicht erfolgt ist. Hier können allerdings die zuständigen Berufsgenossenschaften bereits im Vorgriff entsprechende Berufskrankheitsverfahren eröffnen und evtl. entschädigen.

Leitendes Element des Berufskrankheiten-Verfahrens der Berufsgenossenschaften ist also der Weg der Beweisführung in einer möglichen Kausalkette:

- Liegt eine Listenkrankheit gesichert vor ? (Vollbeweis!)
- Wurde die gefahreneigete Tätigkeit als versicherte Tätigkeit ausgeführt? (Vollbeweis!)
- Möglicher Kausalzusammenhang zwischen Erkrankung und Tätigkeit (Wahrscheinlichkeit mehr als 50 %, es spricht mehr dafür, als dagegen)

Diese Kausalitätsbetrachtung im Berufskrankheitenrecht darf keinesfalls mit der Regelung aus dem Strafrecht verwechselt werden, die „in dubio pro reo“ lautet. Im Sozial- und Berufskrankheiten-Verfahren gilt alleinig die dort gebräuchliche Vorgehensweise.

Gänzlich anders verhält es sich in der Abwicklung des Verfahrens zur Anerkennung einer Wehrdienstbeschädigung (WDB).

Die Handhabung von Fällen der WDB orientiert sich prinzipiell an § 81, Abs. 1 SVG. Über die Jahre hat sich jedoch das Verfahren mehrfach, nach Aussagen der Verwaltung, fortentwickelt, d.h. teilweise erheblich verändert.

Bei aktiven Soldaten wurde das Verfahren in der Regel über den Truppen- oder Truppen-Vertragsarzt eingeleitet und in fachärztlichen Untersuchungsstellen fortgeführt. Die abschließende Begutachtung und Fortführung des medizinischen Verfahrens erfolgte in der Regel in den zuständigen Fachabteilungen der Bundeswehr - Krankenhäuser.

Ausgeschiedene Soldaten und Wehrpflichtige leiteten ihr Anerkennungsverfahren in der Regel über die Hausärzte oder zivile Fachärzte ein, wobei die Meldung zunächst bei der zuständigen Wehrbereichs-Verwaltung erfolgte. Diese leitete die Meldung an die Versorgungsämter der jeweiligen Bundesländer im Auftrage des Bundes weiter. Hier wurden vielfach Nachbegutachtungen in Bundeswehr- bzw. BUNDESWEHR-Vertragseinrichtungen mit teilweise zusätzlicher Nachkontrolle im damaligen Sanitätsamt der Bundeswehr veranlasst. An Unterlagen aus dem Dienstverhältnis

wurde evtl. beim früheren Truppenarzt oder auch im Archiv des WehrmedStatInst in Andernach nachgeforscht.

Bei zivilen Angestellten der Bundeswehr galt zunächst ein ähnliches Vorgehen, jedoch gab es regional erhebliche Unterschiede in Verfahrensablauf und Bewertung.

Mit Befehl vom 04.03.2004 wurde eine Verfahrensanweisung des Bundesministeriums der Verteidigung erlassen, in der das BMVg festlegt, dass:

1. Den Vorschlägen der Radarkommission zu folgen sei und diese vollständig umzusetzen seien.
2. Die Unfallkasse des Bundes (UKB) sich im Verfahren ebenfalls für zivile Angestellte der Bundeswehr und für Wehrpflichtige der NVA anzuschließen habe.

Dies bedeutete bei den Radarfällen endlich eine Gleichstellung aller Betroffenen mit den Soldaten der Bundeswehr.

Die Voraussetzungen für die Anerkennung einer Wehrdienstbeschädigung im Sinne dieser Verfahrensanweisung sind nunmehr einheitlich:

1. Die Erkrankung eines Antragstellers an einem malignen Tumor ist gemäß der Vorschlagsliste der Radarkommission anzuerkennen.
2. Zwischen der gefahrgeneigten Tätigkeit und dem Auftreten der Erkrankung liegt eine ausgewiesene Latenzzeit von 2 bzw. 5 Jahren.
3. Der Ursachenzusammenhang zwischen Tätigkeit und Erkrankung wird durch ein Versorgungsmedizinisches Gutachten bestätigt.
4. Die Exposition erfolgte an Geräten der Phase I und / oder der Phase II .

Geräte aus der Phase III kommen als Auslöser nicht mehr in Betracht, da keine Strahlenexposition mehr zu erwarten sei und der Strahlenschutz eine akzidentelle Strahlenexposition mit an Sicherheit grenzender Wahrscheinlichkeit verhindert habe.

Ab dem 01.01.2015 erfolgt nun die zentrale Bearbeitung aller Fälle durch das Bundesamt für das Personalmanagement der Bundeswehr in Düsseldorf im Referat I , 2.3.4.

Probleme aus Sicht des arbeitsmedizinischen Gutachters :

1. Die erste externe Begutachtung erfolgt in der Regel erst sehr spät, meist erst im Rahmen eines Verfahrens vor der Sozialgerichtsbarkeit.
2. Es findet sich nicht selten bei Erhebung der Arbeitsanamnese eine deutliche Diskrepanz zwischen den Berichten des Klägers über seinen Einsatz und seine Einsatzbedingungen gegenüber der Aktenlage der Bundeswehrverwaltung.
3. Bei Gerichtsverfahren resultieren bisweilen widersprüchliche Gerichts- oder Verwaltungsentscheidungen bei möglicherweise vergleichbar gelagerten Fällen.
4. Bei der Bearbeitung der Verdachtsanzeige einer WDB im Gegensatz zum BK – Verfahren gibt es:
 - a. Keine zuständige Berufsgenossenschaft
 - b. Keinen Staatlichen Gewerbearzt als Teil der staatlichen Gewerbeaufsicht
 - c. Keine vergleichbare Gefährdungsanalyse, wie in der gewerblichen Wirtschaft
 - d. Keine ausreichende Unterweisung im persönlichen Arbeits-/ Strahlenschutz bis in die 70 er Jahre.

Das verursachende „Unternehmen“ Bundeswehr hingegen

- a. Kontrolliert sich selbst als eigene Kontroll- und Aufsichtsbehörde
- b. Erlässt eigene Verfahren zur Begutachtung
- c. Ist eigene Begutachtungsstelle
- d. Ermittelt gegen sich selbst

Generell handelt es sich hier praktisch um ein „In house-Verfahren“, das im zivilen, gewerblichen Umfeld des klassischen Berufskrankheiten-Verfahrens allein vor dem Hintergrund der Befangenheit aus möglichen Interessenkonflikten nicht zulässig wäre.

So stellt erst ein Widerspruchsverfahren vor dem Sozialgericht die erste Öffentlichkeit des bis dahin internen Verwaltungsverfahrens her. Die hier seitens der Bundeswehrverwaltung vorgebrachte Rechtfertigung ihres Verfahrensganges durch die so genannte „Eigenvollzugskompetenz der Bundeswehr“ kann kaum überzeugen, zumal diese lediglich der Geheimhaltung unterliegende Dienstvorgänge im Dienste der Landesverteidigung schützen soll, kaum aber die Abwicklung medizinischer Begutachtungsvorgänge in Entschädigungsfragen bei vermuteten Wehrdienstbeschädigungen.

Die Erklärung von Verteidigungsminister SCHARPING seinerzeit, er wolle Radar – Geschädigte „großzügig“ entschädigt wissen, hat nicht zur Erleichterung des Entscheidungsganges beigetragen, lediglich einen weiteren unbestimmten Rechtsbegriff in die Diskussion eingebracht.

Weiterhin bleiben wichtige Fragen unbeantwortet:

Soll die Entschädigung der WDB durch den Betrieb von bestimmten Radaranlagen „in Anlehnung“ an die BK 2402 oder auch an die BK 51 bzw. 92 nach DDR – Recht erfolgen?

Die Einführung eines paritätisch besetzten Ausschusses im WDB - Anerkennungsverfahren in Analogie zum BG – Renten Ausschuß im Berufskrankheiten - Verfahren könnte hier zu einer besseren Transparenz und einem Zugewinn an Vertrauen bei den Antragstellern führen.

Die jetzige wissenschaftliche Tagung zur Diskussion und Überprüfung der Überlegungen der Radarkommission vor dem Zugewinn der wissenschaftlichen Forschung der letzten 12 Jahre hat ohne Zweifel dazu beigetragen, die Kriterien zur Entschädigung potentieller Radar – Geschädigter weiter zu präzisieren und auch Wege aufzuzeigen, über die die Härtefallstiftung sinnvoll zum Einsatz kommen kann.

3. Neue Aspekte aus der Strahlenbiologie seit 2003

Die Strahlenbiologie, die Wissenschaft von der biologischen Wirkung der Strahlung auf Organismen ist auch heute noch eine äußerst aktuelle wissenschaftliche Thematik. Dabei beschäftigt sich die Strahlenbiologie nicht nur mit ionisierender Strahlung sondern vielmehr mit dem gesamten Spektrum der Strahlung, beginnend bei der reinen Radar- und Mikrowellenstrahlung, über die Infrarot- (Wärmestrahlung), das sichtbare Licht, UV-Strahlung (Sonne) bis hin zu ionisierender Strahlung (z.B. Röntgenstrahlung oder Strahlung durch Radionuklide in der Umwelt und Medizin).

Welche Strahlenexpositionen sind nun schädlich? Gibt es vielleicht sogar Expositionen, die nützlich sind? Hierüber diskutieren die Experten. Einerseits ist es unstrittig, dass ionisierende Strahlung ein entscheidender Mechanismus in der Evolution aller Lebewesen gewesen ist und auch immer noch darstellt. Andererseits verursacht ionisierende Strahlung auch Krebserkrankungen und bei entsprechend hohen Strahlendosen auch andere Gesundheitsschäden.

Die Zellen haben Reparaturmechanismen entwickelt um das „Bombardement“ ihres Erbguts durch Strahlung reparieren zu können. Nur wann kommen diese Mechanismen an ihre Grenzen und was passiert dann? Wie kann man diese Effekte nachweisen, vor allem die Schäden im Organismus? Und vor allem, wie kann man überhaupt beweisen, dass gesundheitliche Folgen als Konsequenz einer Strahlenexposition entstanden sind?

Das ist eine Fülle von Fragen, auf die man aber zumindest zum großen Teil bereits Antworten und entsprechende Lösungen gefunden hat. Beginnen wir mit der Lösungsstrategie. Die Gesetzgeber weltweit, haben unterstützt durch entsprechende wissenschaftliche Expertengremien, Strahlenschutzgesetze und Richtlinien erlassen.

Hierbei sind die jeweiligen abhängig vom Verbindlichkeitscharakter festgelegten Richt- oder Grenzwerte so niedrig gewählt worden, dass eine nachweisbare gesundheitliche Schädigung nach dem jeweiligen aktuellen Kenntnisstand der Wissenschaft weitgehend ausgeschlossen werden kann, bzw. das Risiko in einem tolerablen Bereich liegt. Was tolerabel ist, wird letztlich vom Gesetzgeber festgelegt. Gerade im Strahlenschutz gilt es

aber zunächst festzustellen, dass der mit einer Strahlenexposition erzielte Nutzen höher sein muss als das mit der Exposition verbundene Risiko (Prinzip der Rechtfertigung) und dass auch unterhalb der Grenzwerte die Strahlendosen so weit gesenkt werden müssen, wie dies vernünftigerweise erreichbar ist (ALARA as low as reasonably achievable, Prinzip der Optimierung).

Wie die weiteren Ausführungen in diesem Kapitel zeigen werden, muss dieser Zusammenhang jedoch nicht zwangsläufig für die Biologie gelten. Diese lässt sich nicht in Grenzwerte zwingen, auch sind biologische Effekte nicht immer linear, d.h. man kann nicht immer schließen, dass eine höhere Dosis eines schädlichen Agens auch immer einen größeren Schaden bewirkt und umgekehrt.

Die Strahlenbiologie befindet sich naturgemäß immer in der Situation, auf der einen Seite wissenschaftliche Beiträge zur Findung sinnvoller Werte in der Strahlenschutzgesetzgebung zu liefern, auf der anderen Seite aber durch den ständig zunehmenden Erkenntnisgewinn z.B. in der Proteom- und Genomforschung aktuell gängige Modelle kontinuierlich selber immer wieder hinterfragen zu müssen.

3.1 Neuere wissenschaftliche Erkenntnisse (nach 2003) zur Wirkung ionisierender Strahlen insbesondere zum Krebsrisiko

Prof. Dr. Dr. h.c. Christian Streffer,

Einleitung

Für die Risikobeurteilung toxischer Agentien einschließlich ionisierender Strahlen sind die Dosiswirkungsbeziehungen von entscheidender Bedeutung. Bereits 1977 hat die ICRP zwei Typen von Dosiseffektkurven für den praktischen Strahlenschutz eingeführt:

- Für stochastische Effekte eine lineare Dosiswirkungsbeziehung ohne Schwellendosis (LNT Modell), auch im niedrigen Dosisbereich sind Strahlenwirkungen, wenn auch in geringer Zahl, zu erwarten.
- Für nicht-stochastische (deterministische) Effekte eine Dosiseffektkurve mit einer Schwellendosis. Erst nach Überschreiten der Schwellendosis nimmt die Zahl der Effekte und der Schweregrad einer Erkrankung mit steigender Dosis zu.

In die erste Gruppe fallen die Verursachung von Krebs und genetisch vererbare Defekte. Zu den deterministischen Effekten zählen alle akuten Strahlenwirkungen und Späteffekte, die nicht von einer mutierten, transformierten Zelle ausgehen. Neuere epidemiologische Untersuchungen haben ergeben, dass kardiovaskuläre, cerebrovaskuläre Erkrankungen (UNSCEAR 2006) sowie Katarakte der Augenlinse nach Strahlenexpositionen in der Strahlentherapie, bei den Überlebenden der Atombombenkatastrophen in Hiroshima und Nagasaki sowie bei den „Liquidatoren“ nach der Reaktorkatastrophe in Tschernobyl erhöht sind (UNSCEAR 2007). Diese Daten haben zu der Diskussion geführt, ob auch für diese Strahleneffekte keine Schwellendosen bestehen. Die biologischen Mechanismen für derartige Annahmen sind völlig unklar. Für Katarakte der Augenlinse hat die ICRP auf der Basis solcher Daten eine Empfehlung abgegeben, den Dosisgrenzwert für die Augenlinse zu senken (ICRP 2011). Eine weitere Erörterung der Verursachung von Katarakten der Augenlinse durch ionisierende Strahlen soll im Folgenden nicht vorgenommen werden. Die Herz-Kreislaufkrankungen werden in einem weiteren Beitrag der Tagung behandelt

Epidemiologische Untersuchungen zum Krebsrisiko

Seit der Erstellung des Berichtes der „Radarkommission“ (2003) sind mehrere epidemiologische Studien zu Krebserkrankungen, durch Strahlen verursacht, publiziert worden. Die untersuchten Populationen nach Strahlenexpositionen sind folgende:

1. Überlebende der Atombombenkatastrophen über Hiroshima und Nagasaki
2. Populationen mit Expositionen in kontaminierten Gebieten (z.B. „Techa River“ im Südost-Ural, Russland)
3. Populationen nach Expositionen an Arbeitsplätzen
4. Populationen nach Expositionen aufgrund medizinischer Indikationen

Die neueren Untersuchungen an den Überlebenden in Hiroshima und Nagasaki haben zu leichten Erniedrigungen der Risikofaktoren sowohl für die Erkrankungen (Tab. 1) als auch für die Todesfälle durch Krebs geführt. Bei den Erkrankungen einzelner Krebsentitäten sind die Risikofaktoren für die Schilddrüse und die Haut erheblich gesunken, während es für andere Entitäten nur geringe Veränderungen ergeben hat.

Vor allem hat aber die absolute Zahl der Fälle sowohl für die Erkrankungen als auch für die Todesfälle durch Krebs wegen der längeren Beobachtungszeiten erheblich zugenommen und damit ist die Sicherheit dieser Daten verbessert worden (Ozasa et al. 2012; Pierce et al. 1996; Preston et al. 2007; Thompson et al. 1994). Frauen sind weiterhin strahlenempfindlicher als Männer hinsichtlich des Krebsrisikos, aber die Unterschiede zwischen beiden Geschlechtern sind kleiner geworden.

Die Strahlenexpositionen in Hiroshima und Nagasaki sind in weniger als einer Minute (also akut) erfolgt. Dagegen haben chronische Strahlenexpositionen der allgemeinen Bevölkerung am „Techa River“ im Südostural durch die Ablagerung radioaktiver Stoffe aus den dortigen Atomwaffenfabriken im Fluss und an den Flussufern stattgefunden. Im letzten Jahrzehnt sind Ergebnisse zur Krebsmortalität bei diesen Personen publiziert worden. Die mittlere Strahlenexposition (externe und interne Exposition) entspricht in

etwa dem Mittelwert der Dosis, die für die Überlebenden in Hiroshima und Nagasaki abgeschätzt worden sind. Die Risikofaktoren für die Krebsmortalität haben zunächst höher als in Hiroshima und Nagasaki gelegen und kommen in der letzten Publikation (Schonfeld et al. 2013) in die Nähe der japanischen Daten (Tabelle 2). Da die Strahlenexpositionen am Tschernobyl River bei niedriger Dosisleistung erfolgt sind, würde man geringere Risikofaktoren für die Verursachung von Krebs erwarten. Dieses ist offensichtlich nicht der Fall.

Tab 1 Relatives Strahlenrisiko (Erkrankungen aller soliden Krebse) (ERR/Sv oder Gy) bei den Überlebenden in Hiroshima u. Nagasaki [Männer (m), beide Geschlechter (m+w)] (Thompson et al. 1994; Preston et al. 2007)

Studie	Zahl der soliden Krebs-Erkrankungen		ERR pro Gy/Sv (alle solid. Krebse)	
Thompson et al. (1994)	8.613 m+w (1958-1987)	3.790 m	0,63 m+w	0,38 m
Preston et al. (2007)	17.448 m+w (1958-1998)	7.969 m	0,47 m+w	0,35 m

Tab. 2 Untersuchungen zur Krebsmortalität bei der Population am Tschernobyl River

- 1950-1999: 865.812 PY; 1.842 Todesfälle solider Krebse ERR/Gy 0,92
M: ERR/Gy 0,62; F: ERR/Gy 1,2; F:M: 1,9 (Krestinina et al. 2005)
- 1956-2002: 446.588 PY; 1836 Erkrankungen solider Krebse ERR/Gy 1,0;
kein signifikanter Unterschied M/F (Krestinina et al. 2007)
- 1950-2007: 927.743 PY; 2.303 Todesfälle solider Krebse ERR/Gy 0,61;
kein signifikanter Unterschied M/F (Schonfeld et al. 2013)

Eine ähnliche Situation ergibt sich bei den neuesten Untersuchungen zur Krebsmortalität bei den Beschäftigten in kerntechnischen Anlagen. In der Studie, die an Beschäftigten in kerntechnischen Anlagen von 15 Ländern Europas und Nordamerika

(407.391 Beschäftigte, chronische Expositionen) durchgeführt wurde, lag der Risikofaktor für solide Krebstodesfälle höher als bei den Atombombenüberlebenden (akute Exposition). Dieser Befund war vor allem darauf zurückzuführen, dass bei den 38.746 Beschäftigten aus Kanada ein sehr hoher Risikofaktor (ERR/Sv ~7) ermittelt wurde. Es ergab sich damit im Vergleich zu den Daten in Japan eine statistisch signifikante Erhöhung des Risikos für solide Krebse. Wurde die Analyse ohne die kanadischen Daten vorgenommen, so wurde keine Signifikanz zu den Daten in Japan gefunden (Tabelle 3) (Cardis et al. 2005).

In einer späteren Studie an 174.141 Beschäftigten in Großbritannien wurde ebenfalls eine signifikante Erhöhung für solide Krebse bei den exponierten Beschäftigten beobachtet (Tabelle 3) (Muirhead et al. 2009), der Risikofaktor lag jedoch leicht unter dem Risikofaktor der Atombomben-Überlebenden.

Im Gegensatz zu der Mortalität durch solide Krebse traten für die Mortalität durch Leukämie in allen Fällen nach chronischer Exposition bei den Beschäftigten geringere Risikofaktoren auf als bei den Atombombenüberlebenden mit akuter Exposition (Tabelle 3). Dieses Verhalten entspricht in etwa dem erwarteten „Dose - Dose rate - Efficiency – Factor“ (DDREF) von 2 (ICRP 2007). Bei den Beschäftigten mit Strahlenexpositionen am Arbeitsplatz wurden Daten für die verschiedenen Leukämietypen (AML und CML, für ALL liegen keine Daten vor, da dieser Typ von Leukämien vorwiegend bei Kindern auftritt) angegeben. Nach den überwiegend externen Expositionen lagen die Risikofaktoren für die CML erheblich höher als für die AML (Cardis et al. 2007; Muirhead et al. 2009), dagegen ist das Verhältnis CML/AML bei den Mayak-Arbeitern mit hohen internen Expositionen auch Plutonium umgekehrt (Sokolnikov et al. (2015).

Hier sei ferner angemerkt, dass eine ganze Reihe von Publikationen mit Daten zur Verursachung von Krebs nach internen Strahlenexpositionen publiziert worden sind (Gilbert et al. 2013; Sokolnikov et al. 2015). Sehr umfangreich ist auch die Strahlenwirkung in Hinsicht auf die Exposition durch inhaliertes Radon mit seinen radioaktiven Folgeprodukten untersucht worden (Darby et al. 2005). Dabei hat sich ergeben, dass bei einer Konzentration von 100 Bq/m³ Rn in der Raumluft das Lungenkrebsrisiko etwa um 10 Prozent ansteigt. Die Zunahme an Lungenkrebs wird besonders ausgeprägt bei Rauchern beobachtet. Es ergibt sich ein deutlicher

multiplikativer Effekt durch die Kombination von höheren Rn-Konzentrationen mit Rauchen. Damit wird allgemein bestätigt, dass bei der kombinierten Exposition durch zwei gentoxische Noxen nur bei hohen Expositionen multiplikative Effekte auftreten.

Tab. 3 Krebsmortalität (zusätzliches Risiko, ERR per Sv) (95% C.I.) für solide Krebsfälle und Leukaemien ohne CLL für Beschäftigte in kerntechnischen Anlagen in 15 Ländern, Überlebende der A-Bomben in Japan (Cardis et al. 2005) sowie für Beschäftigte in kerntechnischen Anlagen Großbritanniens (UK) (Muirhead et al. 2009)

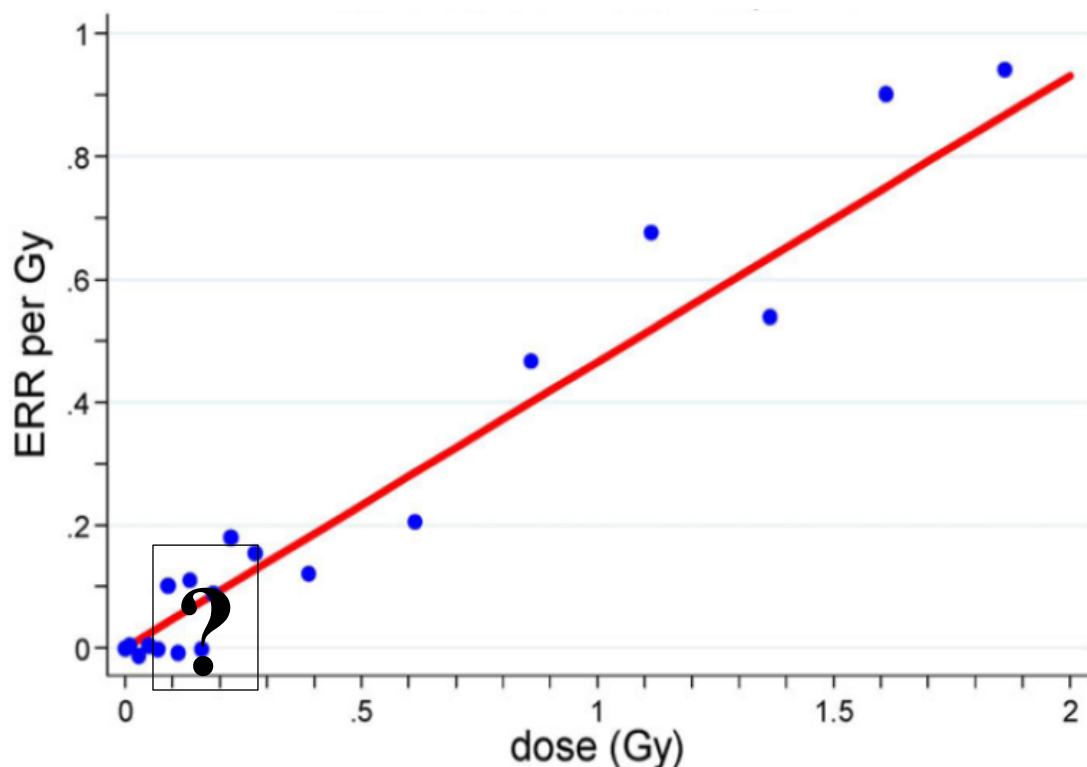
	15 Länder Studie (Cardis et al. 2005)		A-Überlebende (Männer Expon.im Alter von 20-60 Jahre)		Beschäftigte im UK (Nat.Reg.Rad.Worker) (Muirhead et al. 2009)	
	Zahl der Krebsfälle	ERR/Sv	Zahl der Krebsfälle	ERR/Sv	Zahl der Krebsfälle	ERR/Sv
Solide Krebse	4.770	0,87 (0,03 - 1,88)	3.246	0,32 (0,01 - 0,50)	7.752	0.28 (0.02 - 0.56)
Leukämien außer CLL	196	1,93 (<0 - 8,47)	83	3,15 (1,58-5,33)		1.71 (0.06 - 4.29)

Mechanismus der Krebsentstehung und individuelle Strahlenempfindlichkeit

Für den praktischen Strahlenschutz wird von dem LNT-Modell für die Verursachung stochastischer Strahleneffekte, also auch Verursachung von Krebs ausgegangen. Die epidemiologischen Studien kommen in vielen Fällen zu diesem Ergebnis. Allerdings wird nach Strahlenexpositionen <100 mSv bei einer Personengruppe mit allen Altersgruppen vor allem mit den erwachsenen Personen allgemein kein statisch signifikant erhöhtes Krebsrisiko beobachtet. Es ist also notwendig, zur Risikobeurteilung im niedrigen Dosisbereich eine Extrapolation vorzunehmen. Da bisher keine spezifische Signatur für durch ionisierende Strahlen verursachten Krebs erkannt worden ist und ein möglicher Strahleneffekt durch die Streuung der

„spontanen“ Krebsraten überdeckt wird (Abb. 1), sind epidemiologische Untersuchungen wahrscheinlich auch nicht in der Lage, die Dosiswirkungsbeziehung im Dosisbereich <100 mSv zu beschreiben. Wegen dieser Unsicherheiten wird das LNT-Modell immer wieder sehr kritisch diskutiert bzw. angezweifelt. Eine Lösung dieses Problems scheint nur durch ein besseres Verständnis des Mechanismus der Krebs-Entwicklung möglich.

Abb. 1 Alle soliden Krebs bei den Überlebenden in Hiroshima und Nagasaki (RERF 2008)

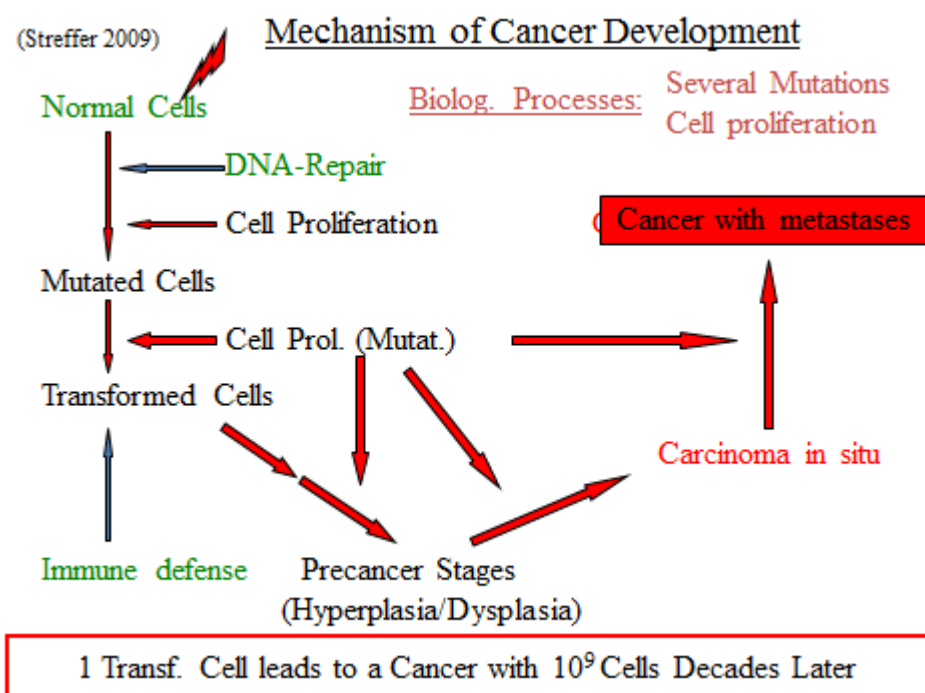


Nach dem heutigen Kenntnisstand sind die entscheidenden Prozesse der Krebs-Entstehung die Folge von mehreren Mutationen und Prozessen der Zellproliferation (Abb.2). Vogelstein et al. (2013) haben in einer Übersicht Schritte dieser Art, deren Zahl an Mutationen für verschiedene Krebsentitäten unterschiedlich ist, beschrieben. Schematisch sind die Abläufe bzw. Vorstellungen in der Abb. 2 angegeben (Streffer 2009). Durch die Strahlenexposition werden DNA-Schäden verursacht, die zu

mutierten bzw. maligne transformierten Zellen unter Beteiligung von Zellproliferation führen können. DNA-Reparatur und die Immunabwehr können zu einer Reduktion dieser Ereignisse beitragen. Anschließend Mutationen von maligne transformierten Zellen bzw. in präkanzerösen Geweben und eine erhebliche Zellproliferation führen dann über mehrere Stufen schließlich zu einem klinisch manifesten Krebs.

Der Ablauf dieser Prozesse über Jahrzehnte bedingt die langen Latenzzeiten, bis die Krebserkrankungen nach einer Strahlenexposition diagnostiziert werden. Die damit verbundenen molekularen und zellbiologischen Mechanismen sind in den letzten Jahren in erheblichem Maße untersucht und bessere Kenntnisse sind gewonnen worden (ICRP (2015)).

Abb. 2 Schematische Darstellung der Krebsentwicklung nach Strahlenexposition



Die individuelle Strahlenempfindlichkeit kann sehr unterschiedlich sein. Dieses ist vor allem durch das Auftreten von klinischen Nebenwirkungen bei der Krebs-Therapie mit

ionisierenden Strahlen erkannt worden. Zell- und molekular-biologische Untersuchungen an Gewebe-Biopsien und Zellen dieser Patienten haben dazu geführt, dass eine ganze Reihe von Syndromen mit ihren genetischen Prädispositionen definiert werden konnten (Abb. 3) (UNSCEAR 2006; Streffer 2015). Bei diesen Personen wird eine erhöhte Rate an Krebs-Erkrankungen beobachtet, die durch Strahlenexpositionen erheblich verstärkt werden kann. Es wird geschätzt, dass bis zu 5 Prozent unserer Bevölkerung eine genetische Prädisposition für eine stark erhöhte Strahlenempfindlichkeit mit erhöhtem Krebsrisiko haben. Die zell- und molekular-biologischen Untersuchungen haben in vielen Fällen ergeben, dass diese Syndrome ebenfalls mit einer erhöhten genomischen Instabilität und einem reduzierten DNA-Repair verbunden sind (Streffer 2009; Streffer 2015). Es wird daher in Grenzfällen zu überlegen sein, ob Hinweise auf eine individuelle Hypersensitivität gegenüber Strahlen bestehen oder durch einfache Tests beobachtet werden können (Streffer 2015). Mögliche Testsysteme werden im Folgenden angesprochen.

Abb. 3

**Syndrome mit genetischer Praedisposition
und hoher Radiosensitivität**

- Ataxia telangiectasia
- Bloom's Syndrom
- Fanconi Anaemie
- Li Fraumeni Syndrom
- Neurofibromatose
- Retinoblastom

Alle Syndrome
haben vermehrt
Krebs, reduzierten
DNA-Repair und
erhöhte geno-
mische Instabilität.

**Starke Evidenz für
kausale Assoziation
zwischen genomischer
Instabilität und Krebs**

Molekulare und zellbiologische Prozesse

Die neueren Erkenntnisse über molekulare und zellbiologische Prozesse sind so vielfältig, dass hier nur einige Aspekte angesprochen werden können. Die verschiedenen Prozesse der DNA-Reparatur, der „non-targeted“ Effekte, die Signaltransduktion, die Regulierung des Zell-Zyklus etc. werden besser verstanden, wenn auch viele Fragen vor allem hinsichtlich der Mechanismen noch offen sind (UNSCEAR 2006). Dennoch gibt es für manche Frage vielversprechende Ansätze. So sind für die Höhe der genomischen Instabilität ganz offensichtlich die Struktur und Größe der Telomere von entscheidender Bedeutung (Moreno-Palomo et al. 2014; Streffer 2015). Es sind vor allem neue methodische Ansätze erarbeitet worden, die es erlauben, mit besseren Ansätzen und Instrumenten, die offenen Fragen anzugehen.

Die neueren Untersuchungsmethoden erlauben es durchaus, durch relativ einfache Tests Aussagen über die individuelle Strahlenempfindlichkeit betroffener Personen, die sehr unterschiedlich sein kann, zu machen. Untersuchungen mit Hilfe des „Comet-Essay's“ zur Reparatur von Doppelstrangbrüchen (DSB), Tests zur genomischen Instabilität, z.B. Chromosomen-Aberrationen, Mikronuklei (UNSCEAR 2006; Streffer 2015; ICRP 2015) können hier hilfreich sein.

Zytokinen kommt eine erhebliche Bedeutung bei regulierenden Prozessen nach Strahlenexpositionen zu. So hat der „Transforming Growth Factor“ (TGF- β) einen Einfluss auf die genomische Instabilität und auf die Differenzierung (Entwicklung der „Senescence“) von Zellen (Maxwell et al. 2008). TGF- β wird aktiviert nach niedrigen Strahlenexpositionen. „Heat Shock“-Proteine (z.B. HSP 70) werden vermehrt exprimiert und beeinflussen das Immunsystem in seiner Aktivität (Multhoff et al. 2012). Das Immunsystem reagiert unterschiedlich in verschiedenen Dosisbereichen (Rödel et al. 2015). Diese Strahleneffekte beeinflussen die Apoptose-Aktivität und damit ebenfalls die Karzinogenese. Während hohe Strahlendosen inflammatorische Prozesse auslösen, kommt es im niedrigen Dosisbereich zu anti-inflammatorischen Vorgängen (Arenas et al. 2012). Derartige Effekte sind für die Risikobeurteilung in Zukunft von stärkerer Bedeutung und werden Beachtung finden müssen.

Hinsichtlich der Dosiswirkungsbeziehung im niedrigen Dosisbereich (ab etwa 10 mSv) ist anzumerken, dass Chromosomen-Aberrationen einschließlich Translokationen

(FISH-Methodik) und DNA-Doppelstrangbrüche in diesen Dosisbereichen mit sorgfältigen Techniken messbar sind. Diese Effekte weisen darauf hin, dass für diese biologischen Strahlenwirkungen offensichtlich keine Schwellendosen existieren. Wie weit derartige biologische Veränderungen gesundheitliche Schäden verursachen, ist bisher allerdings offen.

Zusammenfassung und Schlussfolgerungen

- Seit dem Bericht der „Radarkommission“ (2003) sind neue Daten über die Mortalität und vor allem zu den Erkrankungen durch Krebs bei den Überlebenden in Hiroshima und Nagasaki sowie eine Reihe weiterer epidemiologischer Studien über die Verursachung von Krebs durch ionisierende Strahlen publiziert worden. Es sind in großem Maße experimentelle Daten veröffentlicht worden u.a. zum Mechanismus der Krebsentstehung, der individuellen Strahlenempfindlichkeit, zur Zunahme der genomischen Instabilität, zu Veränderungen des Immunsystems nach Strahlenexpositionen. Damit hat es einen erheblichen Zugewinn zu den Kenntnissen über die Wirkung ionisierender Strahlen auch im niedrigen Dosisbereich (<100 mGy/mSv) gegeben.
- Die Risikofaktoren in Japan sind durch die verlängerten Studienzeiten statistisch sicherer geworden, sie sind im Vergleich zu den früheren Daten nicht weiter gestiegen, sondern haben leicht abgenommen.
- Studien mit chronischer Exposition ergeben Risikofaktoren für solide Krebse, die in dem gleichen Bereich liegen wie nach akuter Exposition in Japan, während sie für Leukämien niedriger liegen als in Japan (entsprechend einem DDREF von ~ 2).
- In keiner dieser großen Studien ist eine strahlenbedingte Zunahme an Hodentumoren beobachtet worden.
- Das LNT Modell kann durch epidemiologische Studien für den niedrigen Dosisbereich (<100 mSv) offenbar nicht abgesichert werden. Experimentelle

Untersuchungen zum Mechanismus der Entwicklung von Krebs können hier hilfreich sein. Hierzu sind in den letzten Jahren erhebliche Fortschritte gemacht worden.

- Die individuelle Strahlenempfindlichkeit von Menschen kann sehr unterschiedlich sein. Bei einer erhöhten Empfindlichkeit sind häufig verminderte DNA-Reparaturprozesse, Veränderungen bei der Regulierung des Zell-Zyklus und eine erhöhte genomische Instabilität beobachtet worden.
- Es gibt experimentelle Testsysteme, die Hinweise auf eine mögliche, erhöhte Strahlenempfindlichkeit geben. Derartige Untersuchungen können für die individuelle Beurteilung eines Strahlenrisikos Bedeutung haben.

Literaturverzeichnis

Arenas, M. et al. (2012). Anti-inflammatory effects of low-dose radiotherapy - Indications, dose, and radiobiological mechanisms involved. *Strahlenther. u. Onkologie*, 2012, 1-7

Cardis et al. (2005). Risk of cancer after low doses of ionising radiation: retrospective cohort study in 15 countries. *BMJ*, doi:10.1136/bmj.38499.599861.E0 (published 29 June 2005)

Cardis et al. (2007). The 15-Country Collaborative Study of Cancer Risk among Radiation Workers in the Nuclear Industry: Estimates of Radiation-Related Cancer Risks. *Radiat. Res.* 167, 396–416

Darby et al. (2005). Radon in homes and risk of lung cancer: collaborative analysis of individual data from 13 - European case-control studies. *BMJ* 330;223

Gilbert et al. (2013). Lung Cancer Risks from Plutonium: An Updated Analysis of Data from the Mayak Worker Cohort. *Radiat. Res.* 179, 332–342

ICRP (2007). Recommendations of the International Commission on Radiological

Protection. ICRP Publications 103. Pergamon Press, Oxford, New York, Frankfurt, Seoul, Sydney, Tokyo

ICRP (2011). Statement on Tissue Reactions. Approved by the Commission on April 21, 2011

(ICRP (2015). „Stem Cell Biology with Respect to Carcinogenesis - Aspects of Radiological Protection“, ICRP Publication 131. ICRP Ann.44 (3/4).

Krestinina et al. (2005). Protracted Radiation Exposure and Cancer Mortality in the Techa River Cohort. Radiat. Res. 164, 602–611

Krestinina et al. (2007). Solid cancer incidence and low-dose-rate radiation exposures in the Techa River cohort: 1956–2002. International Journal of Epidemiology 36:1038–1046

Maxwell et al. (2008). Targeted and Nontargeted Effects of Ionizing Radiation. That Impact Genomic Instability. Cancer Res 2008;68: (20) 8304-8311.

Moreno-Palomo et al. (2014). Genomic Instability in Newborn with Short Telomeres. PLOS One March 2014 | Volume 9 | Issue 3 | e91753

Muirhead et al. (2009). Mortality and cancer incidence following occupational radiation exposure: third analysis of the National Registry for Radiation Workers. British Journal of Cancer 100, 206 –2012.

Multhoff et al. (2012). Dual Role of Heat Shock Proteins (HSPs) in Anti-Tumor Immunity. Current Molecular Medicine 12, 9

Pampfer und Streffer (1989). Increased chromosome aberration levels in cells from mouse fetuses after zygote X-irradiation. Int. J. Radiat. Biol. 55, 85-92

Pierce, D.A., Shimizu, Y., Preston, D.L. et al. (1996). Studies of the Mortality of Atomic Bomb Survivors. Report 12, Part I. Cancer: 1950-1990. Radiat. Res. 146, 1-27.

Preston et al. (2007). Solid Cancer Incidence in Atomic Bomb Survivors: 1958–1998. Radiat. Res. 168, 1–64

Rödel et al. (2015). Contribution of the immune system to bystander and non-targeted

effects of ionizing radiation. *Cancer Letters* 356, 105–113

Schonfeld et al. (2013). Solid Cancer Mortality in the Techa River Cohort (1950–2007). *Radiat. Res.* 179, 183–189

Sokolnikov (2015). Radiation Effects on Mortality from Solid Cancers Other than Lung, Liver, and Bone Cancer in the Mayak Worker Cohort: 1948–2008. *PLOS ONE* | DOI:10.1371/ February 26,

Streffer (2009). Radiological Protection: Challenges and Fascination of Biological Research. *Strahlenschutzpraxis*, 2009(2) 35-45

Streffer (2010). Strong association between cancer and genomic instability. *Radiat Environ Biophys.* 49(2):125-31.

Streffer (2015). An update on the mechanisms and pathophysiological consequences of genomic instability with a focus on ionizing radiation. *Research and Reports in Biology* 2015:6, 225–233

Thompson et al. (1994). Cancer Incidence in Atomic Bomb Survivors. Part II: Solid Tumors, 1958-1987. *Radiation Research* 137, S17-S67

UNSCEAR (2006). Sources and Effects of Ionizing Radiation. United Nations, New York

UNSCEAR (2007). Health Effects due to Radiation from the Chernobyl Accident. Sources and Effects of Ionizing Radiation. United Nations, New York

UNSCEAR (2012). BIOLOGICAL MECHANISMS OF RADIATION ACTIONS AT LOW DOSES - A white paper to guide the Scientific Committee's future programme of work. Sources and Effects of Ionizing Radiation. United Nations, New York

Vogelstein (2013). Cancer Genome Landscapes. *Science* 339, 1546-1558

3.2 Molekularbiologischer Erkenntniszuwachs seit 2003 bzgl. potenziell krebsinduzierender Effekte ionisierender Strahlung im *Low-dose*-Bereich.

Prof. Dr. H. Peter Rodemann

Ionisierende Strahlung hat prinzipiell ein tumorigenes Potenzial und kann über die im Kontext einer Strahlenexposition erfolgenden Deposition von Ionisationsenergie an Biomolekülen, z.B. an Chromosomen bzw. der Desoxyribonukleinsäure (DNA) selbst zu Schädigungen auf der Ebene des menschlichen Genoms führen. Ionisierende Strahlung kann somit auf der Ebene der DNA verschiedene Schadensqualitäten induzieren, die im Falle einer nicht gegebenen oder fehlerhaften DNA-Schadensreparatur zu einer genetischen Instabilität der betroffenen Zelle führen können. Das Auftreten einer genetischen Instabilität ist nach heutigem Kenntnisstand das auslösende Prinzip für die Entwicklung normaler Zellen zu Krebszellen (*Weinberg 2007, Halahan and Weinberg 2011*).

Es ist heute allgemeiner Kenntnisstand, dass die Tumorentstehung ein mehrstufiger Prozess ist, welcher im Wesentlichen durch drei Phasen (*Initiation* oder Induktion – *Promotion* – *Progression*) gekennzeichnet ist. Zunächst führt ein initiales oder induzierendes Ereignis durch eine erste Mutation zu einer Veränderung der genetischen Information in einer Zelle und damit zum Auftreten einer genetischen Instabilität (*Halahan and Weinberg 2000*). Dies kann durch die Einwirkung von genotoxischen Agenzien (z.B. Chemikalien oder ionisierende Strahlung), durch einen Fehler in der Replikation der DNA oder auch durch einen Fehler in der Chromosomen-Segregation während der Mitose geschehen.

Durch dieses *Initiationseignis* entsteht eine sogenannte transformierte Zelle, die befähigt ist, sich der Geweberegulation zu entziehen und sich autonom zu teilen. Dadurch kommt es zum Auswachsen einer zunächst kleinen Kolonie von identischen Zellen mit ungehemmter Teilungsaktivität.

Im Zuge des häufigen Teilungsgeschehens dieser autonomen Zellen kann es dann durch eine weitere Mutation und zunehmende genetische Instabilität zur *Promotion* dieser

weiter veränderten Zellen kommen, die die Fähigkeit erlangt haben, sich im Sinne der Promotion lokal stark auszubreiten.

Der letzte Schritt der Tumorentstehung beinhaltet die Phase der Progression. Hierbei erlangen die sich aberrant vermehrenden Zellen die Fähigkeit zur malignen Veränderung. In dieser Phase, die als *Progression* bezeichnet wird, gewinnen die Zellen durch weitere Mutationsschritte die Fähigkeit zu invasivem Wachstum und zur Metastasierung. Dadurch können die Zellen aus dem Ursprungsgewebe auswandern und z. B. über den Blutstrom in weit entfernt gelegene Gewebe- oder Organsysteme gelangen und sich dort ansiedeln (*Halahan and Weinberg* 2000, 2011, *Weinberg* 2007).

Wie alle Zellen eines menschlichen Organismus sind auch Krebszellen infolge zahlreicher mitotischer Zellteilungen direkte Abkommen der ursprünglich befruchteten Eizelle. Allerdings weist die Krebszell-DNA – wie auch die meisten normalen Körperzellen - deutliche Veränderungen gegenüber der ursprünglich befruchteten Eizelle auf. Diese Veränderungen in Körperzellen werden im Unterschied zu Veränderungen in Keimzellen (d.h. Keimlinien-Mutationen) als somatische Mutationen bezeichnet.

Nach heutigem Kenntnisstand weisen heute viele Körperzellen gegenüber dem ursprünglichen Genom der befruchteten Eizelle sogenannte *Passenger*-Mutationen auf, die sehr wahrscheinlich für die Krebsentstehung keine Bedeutung haben (*Stratton et al.* 2009).

Demgegenüber vermitteln sogenannte *Driver*-Mutationen den betroffenen Zellen einen selektiven Wachstumsvorteil. Somit ist eine *Driver*-Mutation ein notwendiger erster Schritt der Onkogenese im Kontext der Mehrstufen-Entstehung von Tumoren.

Pro Tag entstehen in menschlichen Zellen mehr als 100.000 Läsionen in der DNA. Diese sind verursacht durch unterschiedliche exo- und endogene Einwirkungen, wie z.B. Fehler bei der Replikation der DNA, Exposition gegenüber ionisierender bzw. UV-Strahlung, Exposition gegenüber alkylierenden Agenzien, Entstehung reaktiver Sauerstoffspezies. Sowohl pro- und eukaryontische Zellsysteme, d.h. auch menschliche Zellen, besitzen aber sehr spezifizierte Mechanismen, sogenannte Reparatursysteme, die

darauf ausgerichtet sind, die genetische Stabilität durch effektive Entfernung dieser DNA-Läsionen zu erhalten (*Weinberg 2007*).

Diese Reparatursysteme sind darauf ausgerichtet, die spezifisch durch die exo- oder endogenen Einflüsse entstandenen Läsionen in der DNA, z.B. Basenfehlpaarungen, Basenschädigungen, Photodimere benachbarter Pyrimidinbasen, DNA-Einzelstrangbrüche und DNA-Doppelstrangbrüche effektiv zu reparieren (*Weinberg 2007*).

Durch Exposition von Zellen gegenüber ionisierender Strahlung entstehen pro 1 Gy Strahlendosis pro Zelle 2 000-3 000 DNA-Basenschädigungen, ca. 1 000 DNA-Einzelstrangbrüche, ca. 40 DNA-Doppelstrangbrüche sowie ca. 150 DNA-Proteinquervernetzungen. Für das Auftreten einer genetischen Instabilität infolge derartiger DNA-Schädigungen ist es entscheidend, wie effektiv und schnell die unterschiedlichen DNA-Schadensqualitäten entfernt und repariert werden können. Für die unterschiedlichen Schadensqualitäten stehen differenzierte Reparaturmechanismen zur Verfügung, die je nach Zellzyklusphase, in der sich die geschädigte Zelle befindet, fungieren. Basenschäden und DNA-Einzelstrangbrüche werden unabhängig von der Zellzyklusphase durch den Mechanismus der Basen-Exzisions-Reparatur (BER, *base excision repair*) entfernt. Hierbei ist allerdings die Reparaturkinetik deutlich unterschiedlich. Während die Reparatur von DNA-Einzelstrangbrüchen sehr schnell abläuft, erfolgt die Reparatur von Basenschäden deutlich langsamer. Innerhalb von ca. 15 min sind nahezu sämtliche durch ionisierende Strahlung induzierten DNA-Einzelstrangbrüche repariert. Im Vergleich dazu sind ca. 6 Stunden nach Strahlenexposition 80-90 % der Basenschäden repariert und erst nach 12 Stunden sind nahezu alle Basenschäden beseitigt.

Im Unterschied zu Basenschäden und DNA-Einzelstrangbrüchen unterliegt die Reparatur von DNA-Doppelstrangbrüchen einem biphasischen Kinetikverlauf. Ca. 70 % der nach Strahlenexposition induzierten Doppelstrangbrüche werden durch die sogenannte schnelle Komponente der Doppelstrangbruch-Reparatur innerhalb von 5 min nach Schadensinduktion repariert; die übrigen ca. 30 % vermutlich komplexeren DNA-Doppelstrangbrüche werden durch die langsame Reparaturkomponente in der Zeitspanne bis ca. 3-4 Stunden nach Schadensinduktion beseitigt. Nach ca. 12 Stunden

ist die Reparatur beendet; Schäden, die bis zu diesem Zeitpunkt nicht repariert werden konnten, verbleiben als residuelle DNA-Doppelstrangbrüche in der Zelle. Das Ausmaß dieser verbleibenden residuellen DNA-Doppelstrangbrüche beträgt in der Regel zwischen 2 % und 5 % und ist letztlich auch ein *Determinator* der spezifischen Strahlensensitivität einer Zelle.

Nicht reparierte DNA-Doppelstrangbrüche stellen die kritischste Form von DNA-Schäden dar und sind ein erhebliches Risiko für die genetische Integrität der Zelle. Eine schnelle und effiziente Reparatur derartiger DNA-Läsionen ist von größter Bedeutung, da DNA-Doppelstrangbrüche einerseits zu genetischer Instabilität und andererseits zum Zelltod führen können.

Ein wichtiges molekularbiologisches Ergebnis der DNA-Doppelstrangbruch-Reparaturforschung ist die Erkenntnis, dass zwei unterschiedliche Mechanismen existieren, die für die Schadensreparatur in Abhängigkeit von der Zellzyklusphase verantwortlich sind.

Dies sind zum einen der *Non-Homologous-End-Joining-Mechanismus* (NHEJ) und zum anderen die *Homologe Rekombination* (HR). Der NHEJ-Mechanismus wird primär in der G1-Phase des Zellzyklus, also in Zellen mit einem 2N-DNA-Gehalt, zur Entfernung von DNA-Doppelstrangbrüchen genutzt. Dieser Mechanismus kann aber auch je nach Lokalisierung des DNA-Doppelstrangbruchs auch in der S- und in der G2-Phase des Zellzyklus, d.h. in Zellen mit erfolgter Replikation zu einem 4N-DNA-Gehalt, ablaufen. Primär werden aber DNA-Doppelstrangbrüche in der G2-Phase des Zellzyklus über die *Homologe Rekombination*, durch Nutzung des zweiten, nicht geschädigten DNA-Doppelstranges entfernt.

Dementsprechend führt die Reparatur von DNA-Doppelstrangbrüchen über den *NHEJ*-Mechanismus zwar zu einer strukturell intakten DNA durch direkte Ligation der Bruchenden bei gleichzeitigem Verlust von Nukleotidsequenzen der Bruchstelle oder durch Auffüllen der Bruchstelle mit zufällig ausgewählten Nukleotiden, die nicht der ursprünglichen Nukleotidsequenz entsprechen, jedoch zu einer fehlerhaften Nukleotidsequenz im Bereich der vormaligen Bruchstelle.

Das Resultat der NHEJ-Reparatur ist damit per se fehlerhaft und damit oftmals mutagen. Durch nachfolgende DNA-Replikationsprozesse, die im Zuge weiterer Zellteilungsereignisse der ursprünglich betroffenen Zelle ablaufen, wird die fehlerhafte bzw. mutierte Nukleotidsequenz vermehrt und an die Tochterzellen weitergegeben. Dies kann - je nachdem welche Genombereiche davon betroffen sind – auch im Kontext einer Strahlenexposition im niederen Dosis-Bereich zu signifikanten Veränderungen auf der Genexpressionsebene und damit auch hinsichtlich der Regulation des Zellverhaltens führen (*Ullrich and Ponnaiya* 1998).

Die komplexen molekularbiologischen Prozesse, die für die Reparatur von DNA-Doppelstrangbrüchen über die Mechanismen der NHEJ- und der HR-Reparatur benötigt werden, können und müssen hier nicht detailliert beschrieben werden. Es sei allerdings darauf verwiesen, dass auch die Organisations- und Reorganisationsprozesse des Chromatins, d.h. des DNA-Protein-Komplexes aus dem die Chromosomen bestehen, entscheidend die Effektivität der DNA-Doppelstrangbruch-Reparatur beeinflussen (*Rothkamm et al.* 2003, *Huang and D'Andrea* 2006, *Shrivastav et al.* 2008, *Goodarzi et al.* 2010, *Shibata et al.* 2011, *Scully and Xie* 2013)

Die wesentlichen Arbeiten zur Identifizierung von DNA-Schadensreparaturprozessen wurden bislang aus Gründen der methodisch gegebenen Auflösungsgrenzen, z.B. auch für DNA-Doppelstrangbrüche i. d. R. im Dosisbereich zwischen 1 bis ca. 20 Gy, durchgeführt. Auf Basis des LNT-Modells (*Linear-Non-Threshold-Modells*) wurde postuliert, dass sowohl die Induktion von DNA-Doppelstrangbrüchen als auch deren Reparatur Dosis-unabhängig ist.

Daraus ist zu folgern, dass DNA-Schadensreparaturprozesse nach Schadensinduktion sowohl im hohen als auch im niederen Dosisbereich gleich effizient zur Schadensentfernung beitragen (*UNSCEAR* 2000). Untersuchungen von *Rothkamm und Löbrich* (2003) konnten mittels der sehr sensitiven γ H2AX-Focus-Analyse zum ersten Mal belegen, dass die Anzahl induzierter DNA-Doppelstrangbrüche vom niederen bis zum hohen Dosisbereich ionisierender Strahlung (d.h. zwischen 1 mGy und 100 Gy) zwar - wie erwartet - linear ansteigt, die Kinetik der Doppelstrangbruchreparatur und deren Effizienz allerdings unterhalb einer Dosis von 5 mGy signifikant abnimmt (*Rothkamm and Löbrich* 2003).

Die entscheidende Erkenntnis, die im Rahmen dieser in vitro-Untersuchungen erbracht wurde, ist die Feststellung, dass DNA-Doppelstrangbrüche, die durch ionisierende Strahlung unterhalb von 5 mGy schlecht bzw. gar nicht mehr repariert werden und über einen Beobachtungszeitraum von bis zu 14 Tagen nach Schadensinduktion in nicht proliferierenden Zellen persistieren. Dementsprechend kann gefolgert werden, dass Strahlenexposition im *Low-dose*-Bereich eher zu einer höheren Akkumulation von DNA-Doppelstrangbrüchen führt, als es das LNT-Modell erwarten lässt (*Rothkamm and Löbrich* 2003, *Grudzenski et al.* 2010). Dieses Ergebnis indiziert die Existenz eines Schwellenwertes für DNA-Doppelstrangbrüche, unter dem keine effiziente Reparatur erfolgt. Durch Induktion der Proliferation dieser DNA-Doppelstrangbrüche tragenden Zellen konnten die Autoren die Elimination eines Großteils der zuvor γ H2AX-Foci-positiven Zellen beobachten.

Neben der Schlussfolgerung, dass DNA-Doppelstrangbrüche, die durch Dosisbereiche unterhalb von 1,2 mGy induziert wurden, offensichtlich nicht durch die Doppelstrangbruch-Reparatur-Mechanismen erkannt und ausgemerzt werden, kann basierend auf den Ergebnissen von *Rothkamm und Löbrich (2003)* auch angenommen werden, dass aufgrund der Elimination von γ H2AX-Foci-positiven und damit eine genetische Instabilität tragenden Zellen, z.B. über spezifische Zelltodmechanismen, durch Nichtreparatur von DNA-Doppelstrangbrüchen das karzinogene Potenzial von niederen Strahlendosen eher vermindert als erhöht wird. Andererseits kann auf Basis dieser Untersuchungen nicht ausgeschlossen werden, dass es durch Proliferationsinduktion zu einer vollständigen Elimination sämtlicher DNA-Doppelstrangbrüche tragenden Zellen kommt.

Ionisierende Strahlung ist im Sinne des Mehrstufen-Prinzips der Krebsentstehung eher als *Initiationseignis* als als *Promotionseignis* einzustufen (*Harbron* 2012, *Monson et al.* 2006), in dem die Induktion von DNA-Läsionen, die potenziell den Schritt von einer normalen Zelle zu einer präneoplastischen transformierten Zelle einleiten. Vor diesem Hintergrund bedarf es noch weiterer Untersuchungen der zellbiologischen Folgeeffekte einer Nichtreparatur von DNA-Doppelstrangbrüchen, die durch ionisierende Strahlung im Dosisbereich unterhalb von 5 mGy induziert werden. Dementsprechend ist zum jetzigen Zeitpunkt nicht klar zu differenzieren, ob der beschriebene Vorgang einer nicht vorhandenen Reparatur von DNA-

Doppelstrangbrüchen letztlich zu einer Reduktion oder zu einer Erhöhung des Krebsrisikos durch niederdosierte ionisierende Strahlung führt.

In diesem Zusammenhang sind auch Ergebnisse hinsichtlich der Akkumulation von DNA-Schäden in komplexen Normalgeweben nach protrahierter Bestrahlung im *Low-dose*-Bereich von Bedeutung (*Schanz et al.* 2012). In dieser Studie wurden strahleninduzierte 53BP1 Foci als Marker für akkumulierte DNA-Doppelstrangbrüche in differenzierten Zellen und gewebespezifischen Stammzellen verschiedener Organe von C57BL/6 Mäusen nach protrahierter Bestrahlung (über 2, 4, 6, 8 und 10 Wochen) mit täglichen Dosen ionisierender Strahlung von 100 mGy oder 10 mGy zu den Zeitpunkten von 0.5, 24 bzw. 72 Stunden nach Strahlenexposition quantifiziert. Wie der γ H2AX-Komplex ist auch das Protein 53BP1 ausschließlich an Heterochromatin-assoziierten DNA-Doppelstrangbrüchen nachzuweisen (*Rübe et al.* 2011). In Geweben wie Darm und Haut, die eine konstante Erneuerung der differenzierten Enterozyten und Keratinozyten zeigen, konnte keine bzw. nur eine geringfügig erhöhte Akkumulation von 53BP1-Foci nach protrahierter Bestrahlung festgestellt werden. Demgegenüber zeigte die Analyse der epidermalen Stammzellen in der Haut bereits nach 1 Woche protrahierter Bestrahlung mit 10 mGy eine signifikante Akkumulation von 53BP1-Foci. Für diese konnte aber keine Ko-Lokalisation mit Reparaturproteinen (z.B. pKu70) gezeigt werden.

Diese Daten legen den Schluss nahe, dass die Akkumulation von 53BP1-Foci sehr wahrscheinlich durch permanente Chromatin-Rearrangements, die im Zuge vorher abgelaufener Reparatur oder auch Fehlreparaturprozesse strahleninduzierter DNA-Doppelstrangbrüche entstehen, verursacht sind. Aus diesen Untersuchungen kann geschlossen werden, dass protrahierte *Low-dose*-Bestrahlung im Dosisbereich von 10 mGy zu kumulativen Schäden bzgl. struktureller Sequenz-Integrität des Genoms führt, aber eher nicht zu einer Akkumulation persistierender unreparierter DNA-Doppelstrangbrüche führt.

Dementsprechend kann gefolgert werden, dass protrahierte Bestrahlung im *Low-dose*-Bereich zu kumulativen Veränderungen in der Chromatinstruktur der DNA führen können, die eine nicht zu unterschätzende Beeinträchtigung der genetischen und epigenetischen Informationen insbesondere in Stammzellen bedingen können. Die

aufgrund neuerer Untersuchungen postulierte und nachgewiesene Bedeutung des Chromatins bzgl. Regulation der normalen Genexpression einerseits und der durch Mutation veränderten Genexpression andererseits lässt erkennen, dass die Aufrechterhaltung einer regulären Chromatinstruktur für die normale Funktion von Zellen essenziell wichtig ist und Veränderungen der Chromatinstruktur die Mutationsrate des Genoms auch hinsichtlich Krebsinduktionsrisiko deutlich beeinflussen (*Makova and Hardison 2015*).

Bezüglich einer strahleninduzierten Karzinogenese sind diese Erkenntnisse insofern als sehr relevant zu betrachten, da die tumorbiologische Forschung des letzten Jahrzehnts die Bedeutung induzierter genetischer Instabilität und damit einhergehender Veränderungen von zellulären Regulationsprozessen für die Tumorentstehung als herausragend erkannt hat.

Auch neueste Ergebnisse zur Bedeutung von microRNAs im Kontext von Zellregulationsprozessen nach Expositionen im niederen Dosisbereich ionisierender Strahlung lassen eine weitere Ebene einer zelltypspezifischen Komplexität hinsichtlich der zellulären Strahlenreaktion erkennen (*Stankevics et al. 2013*). Micro-RNAs sind nicht-codierende RNA-Moleküle, die auf posttranskriptioneller Ebene die Regulation der Genexpression beeinflussen und modulieren. Vergleichende Analysen der Expression der spezifischen microRNA MiR-34a in verschiedenen Zelltypen nach Exposition gegenüber ionisierender Strahlung im Niederdosisbereich (48 mGy, 12 mGy, 3 mGy) lassen 4 bzw. 24 h nach Exposition signifikante Expressionssteigerungen erkennen (*Stankevics et al. 2013*).

Diese Untersuchungen legen den Schluss nahe, dass die microRNA MiR-34a in die zelluläre Strahlenreaktion von spezifischen Zelltypen eingebunden ist und hierbei eine Modulation der DNA-Schadensreparatur bedingt. Da die generelle Funktion von microRNAs auf die posttranskriptionale Repression der Expression spezifischer Gene ausgelegt ist, die auch maßgeblich in die DNA-Schadensreparatur eingebunden sind, deuten Ergebnisse hinsichtlich der spezifischen Expressionssteigerung von regulatorischen microRNAs, speziell im niederen Dosisbereich unterhalb von 50 mGy, auf eine inhibitorische Modulation der DNA-Schadensreparatur hin (*Hu and Gatti 2010, Wan et al. 2011*).

Vor diesem biologischen Gesamthintergrund ist die Entwicklung von Tumoren durch Exposition im *Low-dose*-Bereich als deutlich komplexer zu betrachten. Eine Verknüpfung epidemiologischer Analysen mit molekularbiologischen Methoden und Ergebnissen erscheint erforderlich, um die bislang eingeschränkte Korrelation von epidemiologischen Daten mit molekularbiologischen Ergebnissen zu optimieren und damit die Aussagekraft epidemiologisch basierter Berechnungen der Verursachungswahrscheinlichkeit zu verbessern.

Literatur

Hanahan D, Weinberg RA (2000) *The hallmarks of cancer*. Cell 100: 57-70

Hanahan D, Weinberg RA (2011) *Hallmarks of cancer: the next generation*. Cell 144:646-674

Stratton MR, Campbell PJ, Futreal PA (2009) *The cancer genome*. Nature 458:719-724

Rothkamm K, Löbrich M (2003) *Evidence for a lack of DNA-double strand break repair in human cells exposed to very low x-ray doses*. Proc. Natl. Acad. Sci. USA 100:5057-5062

Schanz S., Schuler N, Lorat Y, Fan I, Kaestner L, Wennemuth G, Rübe C, Rübe CE (2012) *Accumulation of DNA damage in complex normal tissues after protracted low-dose radiation*. DNA Repair 11:823-832

Goodarzi AA, Jeggo P, Löbrich M (2010) *The influence of heterochromatin on DNA double strand break repair: Getting the strong, silent type to relax*. DNA Repair 9:1273-1282

Ullrich RL, Ponnaiya B (1998) *Radiation-induced instability and its relation to radiation carcinogenesis*. Int J Radiat Biol 74:747-754

Shrivastav M, De Haro LP, Nickoloff JA (2008) *Regulation of DNA-double strand break repair pathway choice*. Cell Research 18:134-147

Scully R and Xie A (2013) *Double strand break repair functions of histone H2AX*. Mutat Res 750: .doi:10.1016/j.mrfmmm.2013.07.007

Rothkamm K, Krüger I, Thompson LH, Löbrich M (2003) *Pathways of DNA double-strand break repair during the mammalian cell cycle*. Molec Cell Biol Aug 2003, p. 5706-5715

Shibata A, Conrad S, Birraux J, Geuting V, Barton O et al. (2011) *Factors determining DNA double-strand break repair pathway choice in G2 phase*. EMBO J 30:1079-1092

Weinberg RA (2007) *The biology of cancer*. GS Garland Science, Taylor & Francis Group LLC, New York (ISBN 0-8153-4078-8)

Hardron RW (2012) *Cancer risks from low dose exposure to ionising radiation – Is the linear-threshold model still relevant?* Radiography 18:28-33

Monson R, Cleaver J, Abrams H, Bingham E, Buffler P Cardis E et al. (2006) *Board on radiation effect research*. National Research Council Committee to assess health risks from exposure to low levels of ionizing radiation (BEIR VII phase 2

Hunag TT, D'Andrea AD (2006) *Regulation of DNA-repair by ubiquitinylation*. Nature Rev Mol Cell Biol 7:323-334

UNSCEAR 2000: Report of the United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation to the General Assembly

Wan G, Mathur R, Hu X, Zhang X, Lu X (2011) *MicroRNA response to DNA damage*. Trends Biochem Sci 36:478-484)

Hu H, Gatti RA (2010) *MicroRNAs: new players in the DNA damage response*. J Mol Cell Biol 3:151-158

Stankevicius L, da Silva APA, Passos FV, Santos-Ferreira E, Ribeiro MCM et al. (2013) *MiR-34a is up-regulated in response to low dose, low energy X-ray induced DNA-damage in breast cells*. Radiat Oncol 8:231-239

4. Diskussion verschiedener Krankheitsbilder und möglicher Schädigungsmuster

Ionisierende Strahlung vermag abhängig von Strahlenqualität und Strahlendosis die verschiedensten Zell- und Organsysteme zu schädigen. Die dabei beteiligten molekularen Mechanismen wurden bereits in Kapitel 3 dargestellt. Insbesondere der Erkenntnisgewinn seit 2003. Für den strahlenbiologischen Laien ist es immer sehr schwer vorstellbar, wie derartige Schädigungsprozesse ablaufen und zu welchen Krankheitsbildern dies schließlich führen kann.

Im Radarbericht von 2003 finden sich bereits umfassende Abhandlungen zu möglichen Schädigungsmustern unterschiedlichster Organsysteme. Dennoch hat sich in der Diskussion der Radarthematik in den letzten Jahren gezeigt, dass entweder einzelne Krankheitsbilder teilweise nicht so erschöpfend behandelt worden sind oder aber der wissenschaftliche Erkenntnisgewinn damals ein anderer gewesen ist.

Aus diesem Grund sollen in diesem Kapitel lediglich diese Aspekte näher beleuchtet werden. Es soll jedoch hier bereits vorweg bemerkt werden, dass der wissenschaftliche Erkenntnisgewinn auch hier „nicht in Stein gemeißelt“ ist und daher in den nächsten Jahren auch weiterhin mit einem kontinuierlichen Wissenszuwachs im Verständnis einzelner pathophysiologischer Zusammenhänge zu rechnen ist.

Wie bereits an anderer Stelle in diesem Bericht wiederholt festgestellt wurde, lässt sich nicht jeder denkbare kausale Zusammenhang zwischen einer vorstellbaren Schädigung auf molekularer, zellulärer und schließlich Organebene unmittelbar in geltende Rechtsverfahren umsetzen.

Inwieweit dieser Wissenszuwachs daher unmittelbaren Eingang in die Entschädigungspraxis von Berufskrankheitsverfahren und vergleichbarer Verfahren finden kann, muss an dieser Stelle noch offen bleiben. Auf alle Fälle werden die folgenden dargestellten Thematiken im gesamten medizinischen Strahlenschutz weltweit äußerst relevante, noch im Detail zu verstehende und dann zu lösende Problemfelder sein.

4.1 Gutartige Tumoren

Prof. Dr. Wolfgang-Ulrich Müller

Die grundsätzliche Induzierbarkeit maligner Tumoren (Krebs) durch ionisierende Strahlung ist vielfach nachgewiesen worden. Es stellt sich unmittelbar die Frage, warum benigne Tumoren nicht auch durch ionisierende Strahlung auslösbar sein sollen, zumal von einer Reihe von benignen Tumoren bekannt ist, dass sie Vorstufen zu malignen Tumoren darstellen können (wie z.B. Adenome (Polypen) im Darm, die zum Teil zu Adenokarzinomen werden). Es ist allerdings so, dass benigne Tumoren sehr viel seltener zum Tod führen als maligne. Das erschwert zum einen epidemiologische Studien (es ist einfacher Totenscheine auszuwerten, als Erkrankungshäufigkeiten zu erfassen) und lässt zum anderen Studien, die sich mit schwerwiegenderen Konsequenzen beschäftigen, als vordringlicher zu erledigen erscheinen.

Eine gewisse Schwierigkeit ergibt sich daraus, wie "benigne" zu definieren ist. Die Unterscheidung zwischen benignen und malignen Tumoren orientiert sich im Wesentlichen an den Kriterien Differenzierungsgrad, Wachstumsrate, lokale Invasion und Metastasierung.

Benigne Tumoren sind demnach gekennzeichnet durch:

- eine gut differenzierte, homogene und gewebetypische Struktur;
- ein langsam verdrängendes Wachstum;
- durch eine guten Abgrenzbarkeit zu dem umliegenden Gewebe;
- sie zeigen keine Invasion in das umgebende Gewebe;
- sie entwickeln keine Tochtergeschwülste (Metastasen);
- benigne Tumoren besitzen keine oder geringe Zellmorphologie-Veränderungen sowie eine geringe mitotische Aktivität.

Von einigen benignen Tumoren ist der Entstehungsmechanismus weitgehend bekannt. Es handelt sich um die Veränderung mehrerer Gene, wobei zunächst Formen entstehen, die den oben aufgeführten Kriterien für benigne Tumoren entsprechen. Erst wenn weitere Mutationsschritte erfolgen, wird aus dem benignen Tumor ein maligner.

In den Berichten von UNSCEAR (United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation) werden seit 1958 immer wieder einmal (wenn auch nicht in Form eines zusammenfassenden Überblicks) benigne Tumoren nach Strahlenexposition beschrieben. In Tierstudien wurden in folgenden Organen nach Strahlenexposition benigne Tumoren gefunden:

- Schilddrüse
- Niere
- Ovar
- Knochen/Knorpel
- Lunge
- Brust

Beim Menschen waren folgende Organe betroffen:

- Schilddrüse
- Hirn/ZNS
- Speicheldrüse
- Darm
- Ovar
- Uterus
- Knochen/Knorpel

Das bedeutet selbstverständlich nicht, dass in den übrigen Organen keine benignen Tumoren auslösbar sind. Aber eventuell vorliegende Studien wurden von UNSCEAR bisher nicht erwähnt.

Es bleibt festzuhalten:

- Es gibt keinen Grund davon auszugehen, dass benigne Tumoren nicht durch ionisierende Strahlung ausgelöst werden können.
- Die Datenlage ist für viele benigne Tumoren unzureichend, um Risikoschätzungen durchführen zu können.

Es ist dringend notwendig, die Daten, die (sehr verstreut) vorhanden sind, zu sammeln und zu bewerten. Dadurch wird es auch möglich, Wissensdefizite zu identifizieren und möglichst in der Zukunft auszuräumen.

4.2 Herz-Kreislaufferkrankungen

Dr. Peter Jacob

Es gibt es eine große Anzahl epidemiologischer Studien von Herz-Kreislaufferkrankungen in strahlenexponierten Populationen. Allerdings erschwert die Multikausalität der Erkrankungen die Bestimmung des Strahlenrisikos. Zu den Risikofaktoren zählen Rauchen, Hyperlipidämie, Hypertonie, Diabetes mellitus, Übergewicht und körperliche Inaktivität. Diese Faktoren werden in den meisten epidemiologischen Studien gar nicht oder nur teilweise erfasst. Zusätzlich hat die Angabe von Subtypen von Herz-Kreislaufferkrankungen auf Totenscheinen oft eine unzureichende Zuverlässigkeit, und die Definition der Subtypen hat sich im Laufe der Zeit immer wieder geändert. Es ist zwar davon auszugehen, dass die Subtypen unterschiedliche Dosiswirkungsbeziehungen aufweisen, wegen der genannten Beschränkungen, liegen jedoch im Wesentlichen stabile Studienergebnisse nur für größere Gruppen von Herz-Kreislaufferkrankungen vor. Dies sind insbesondere zerebrovaskuläre Erkrankungen und ischämische Herzerkrankungen.

Neuere strahlenbiologische Untersuchungen erweisen, dass sich Strahlenwirkungen nach Expositionen mit niedrigen und mittleren Dosen nicht nur in der Höhe sondern insbesondere auch in der Art von Strahlenwirkungen nach hohen Expositionen unterscheiden. Es gibt deshalb keine strahlenbiologische Begründung für eine Analyse epidemiologischer Daten mit einer linearen Dosiswirkungsbeziehung. Die Analyse der Daten mit anderen Dosiswirkungsbeziehungen gewinnt zunehmend an Bedeutung.

Die Internationale Strahlenschutzkommission (ICRP) hat im Jahre 2012 abgeschätzt, dass eine Dosis von 500 mGy durch eine Ganzkörperexposition mit niedrig-LET Strahlung zu einem absoluten Lebenszeitrisiko für zerebrovaskuläre Erkrankungen und für ischämische Herzerkrankungen von jeweils ca. 1% führt. Dementsprechend würde die Verursachungswahrscheinlichkeit für eine solche Erkrankung nach einer Exposition mit einer Dosis von 500 mGy ebenfalls ca. 1% betragen. Diese Abschätzung beruht auf

- dem Ergebnis eines zusätzlichen relativen Risikos von ca. 0,1/Gy in einer Meta-Analyse von Studien, in denen die Daten mit einer linearen Dosiswirkungsbeziehung analysiert wurden, und
- einer nicht explizit genannten Annahme, dass das Risiko bei einigen hundert Milligray niedriger ist als das Ergebnis der Meta-Analyse.

Dementsprechend würde die Verursachungswahrscheinlichkeit für eine solche Erkrankung nach einer Exposition mit einer Dosis von 500 mGy eher weniger als 5% betragen.

Neuere epidemiologische Untersuchungen insbesondere der Atombombenüberlebenden von Hiroshima und Nagasaki und der Arbeiter in den Majak-Produktionsanlagen bestätigen die Abschätzung der ICRP: In einigen Studien wurden die Ergebnisse am besten durch eine lineare Dosiswirkungsbeziehung beschrieben, in anderen zu mindestens genauso gut durch Funktionen mit deutlich kleineren Risikowerten bei niedrigen Dosen (insbesondere rein quadratische Funktionen und lineare Funktionen mit einem Schwellenwert höher als einige hundert Milligray). Analysen der Studien mit der linearen Dosiswirkungsbeziehung ergaben ein relatives zusätzliches Risikos von ca. 0,1/Gy.

Insgesamt kann bei Dosen von unter 500 mGy sowohl für jeweils für zerebrovaskuläre Erkrankungen als auch für ischämische Herzerkrankungen von einer eher kleineren Verursachungswahrscheinlichkeit als 5% ausgegangen werden.

4.3 Genschäden (Erbrisiko)

Prof. Dr. Wolfgang-Ulrich Müller

Im Folgenden geht es um die mögliche Auslösbarkeit von "congenitalen Fehlbildungen" nach Strahlenexposition während der Spermatogenese oder der Oogenese. Unter congenitalen Fehlbildungen versteht man alle schwerwiegenden Abweichungen von der Norm, die zum Zeitpunkt der Geburt beobachtbar sind. Die Spontanhäufigkeit dieser schwerwiegenden Abweichungen liegt zwischen 1 und 4% (die der weniger schwerwiegenden zwischen 8 und 10%). Der Begriff „congenitale Fehlbildung“ sagt nichts darüber aus, zu welchem Zeitpunkt die Fehlbildung ausgelöst wurde (vor oder während der Schwangerschaft).

Mehrere Schutzmechanismen sorgen dafür, dass nach einer Genschädigung während der Oogenese (Eizell-Bildung) oder der Spermatogenese (Samenzell-Bildung) dieser Schaden nicht auf die nächste Generation übertragen werden kann:

- **DNA-Reparatur**

Die Entwicklung der Eizellen wird in der zweiten Reifeteilung (Meiose) angehalten; in diesem Zustand können die Eizellen mehrere Jahrzehnte vorliegen; es findet bei Bedarf DNA-Reparatur statt. Die Samenzellen brauchen etwa 80 Tage, bis sie befruchtungsfähig sind. Bis zum Beginn der Reifeteilungen (ca. 5 Wochen vor der Befruchtungsfähigkeit) findet DNA-Reparatur statt, dann nicht mehr.

- **Die Meiose als Filter von schwerwiegenden DNA-Schäden**

Während der Spermatogenese werden Zellen mit schwerwiegenden Schäden am Erbmateriale an der weiteren Entwicklung gehindert und sterben.

- **DNA-Reparatur während des Zygoten-Stadiums**

Im einzelligen Embryo (Zygote) können Schäden, die während der reparaturfreien Zeit der Spermatogenese aufgetreten sind, durch die Reparatursysteme der ehemaligen Eizelle behoben werden.

- **Früher Embryontod**

Zwischen 50 und 70% aller begonnenen Schwangerschaften enden beim Menschen während der frühen Embryonalentwicklung natürlicherweise. Von diesen Todesfällen sind in erster Linie Embryonen mit Schäden betroffen.

- **Sterilität**

Nach hohen Strahlendosen können keine Erbschäden auftreten, da die Betroffenen steril werden. Beim Mann: ab 0,1 Gy Störungen; ab 1,5 Gy ist ein permanentes Ausbleiben der Spermienproduktion bereits möglich; ab 4 Gy definitiv. Bei der Frau: ab 0,5 Gy Störungen; ab 1-2 Gy komplettes Ausbleiben des Eisprungs möglich; ab 5 Gy Sterilität. Jüngere Frauen (<40 Jahre) sind weniger empfindlich.

Im Tierversuch kann immer wieder gezeigt werden, dass Erbschäden durch ionisierende Strahlung ausgelöst werden können. Beim Menschen gibt es bis heute trotz umfangreicher Studien hierfür keinen Nachweis. Folgende Personengruppen wurden untersucht:

- **Hiroshima/Nagasaki**

Probleme:

- Kurzzeitige hohe Strahlenexposition;
- keine Differenzierung zwischen väterlicher und mütterlicher Exposition;
- Erfassung begann erst im Frühjahr 1947.

- **Strahlentherapie im Kindesalter**

Probleme:

- Langer Zeitraum zwischen Exposition und der Zeugung von Nachkommen; damit Rückschlüsse der Wirkung von Strahlenexpositionen kurz vor der Zeugung von Nachkommen nicht möglich;

- häufig Kombinationen von Strahlen- und Chemotherapie (falls die Analysen allerdings zeigen, dass keine Erbrisiken auftreten, dann ist es unwahrscheinlich, dass Strahlung alleine Effekte auslösen würde).

- **Strahlentherapie im Erwachsenenalter**

Probleme:

- Häufig Kombinationen von Strahlen- und Chemotherapie (falls die Analysen allerdings zeigen, dass keine Erbrisiken auftreten, dann ist es unwahrscheinlich, dass Strahlung alleine Effekte auslösen würde);
- Rückschlüsse der Wirkung von Strahlenexpositionen kurz vor der Zeugung von Nachkommen zumindest schwierig, da Karenzzeiten empfohlen werden.

- **Beruflich Strahlenexponierte, durch Röntgendiagnostik Exponierte, Personen in Gebieten mit erhöhter Hintergrundstrahlenexposition**

Probleme:

- die Anzahl untersuchter Personen ist meist klein;
- die Strahlendosen sind meist gering;
- die Strahlendosen sind häufig nur unzureichend bekannt;
- oft ist es schwierig bis unmöglich, geeignete Vergleichsgruppen zu finden.

Die Expertengruppe der Vereinten Nationen (UNSCEAR, United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation) fasste die Datenlage 2012 in ihrem Bericht an die Vollversammlung der UN in folgendem Satz zusammen:

„Although demonstrated in animal studies, an increase in the incidence of hereditary effects in human populations cannot at present be attributed to radiation exposure.“

Eine kleine Unsicherheit bleibt: Allen Studien gemeinsam ist, dass in aller Regel zwischen der Strahlenexposition und der Befruchtung der Eizelle durch die Samenzelle ein längerer Zeitraum liegt. Es gibt keine (und wird es wahrscheinlich auch nie geben)

umfangreichen Studien zur Auswirkung einer Strahlenexposition der Samenzellen in einem Zeitraum 0 bis ca. 4-5 Wochen vor der Zeugung von Nachkommen. In diesem Zeitraum würde ein Teil der oben aufgeführten Schutzmechanismen entfallen. Allerdings bleiben zumindest die Reparatur während des Zygotenstadiums und der frühe Embryonaltod als Schutz vor congenitalen Fehlbildungen erhalten.

Zusammenfassend lässt sich feststellen:

- Es gibt bis heute keinen statistisch signifikanten Nachweis, dass ionisierende Strahlung beim Menschen Erbschäden auslöst.
- Dies gilt auf jeden Fall für die erste Generation nach der Strahlenexposition.
- Selbst wenn man die Daten aus den Tierversuchen mit berücksichtigt, ergibt sich allenfalls ein geringes Risiko.
- Dieses Risiko ist so klein, dass, egal wie hoch die Strahlendosis ist, eine Verdopplung des spontanen Risikos nicht erreicht werden kann, da wegen einsetzender Sterilität im höheren Dosisbereich die rechnerisch abschätzbaren Dosen zur Verdopplung des Spontanrisikos eine Zeugung von Nachkommen unmöglich machen.

4.4. Radiumleuchtfarbe

Prof. Dr. Gerald Kirchner

Die Aussagen, die im 2003 vorgelegten Bericht der Radarkommission zu radioaktiven Leuchtfarben getroffen worden sind, haben grundsätzlich weiterhin Gültigkeit. Insbesondere wird bekräftigt, dass von den verwendeten Radionukliden ausschließlich Radium-226 zu relevanten Expositionen geführt haben kann; als potentielle Expositionspfade sind – wie von der Radarkommission ausgeführt – Inkorporationen und externe Exposition zu berücksichtigen.

Aufgrund der seit 2003 zusätzlich vorhandenen Informationen und Erkenntnisse halten die auf dem Symposium vertretenen Experten die im Folgenden gegebenen Hinweise für erforderlich.

1. Die Radarkommission hatte in den ihr zugänglichen Informationen keine Hinweise auf Verwendung von radioaktiver Leuchtfarbe in der NVA gefunden (Radarkommission, S. 35). Mittlerweile liegen Erkenntnisse vor, dass auch in der NVA radiumhaltige Leuchtfarbe eingesetzt worden ist, wenn auch in geringerem Umfang als in der Bundeswehr.

Für Arbeiten an NVA-Geräten sollten daher die Expositionsermittlungen analog zum Verfahren, das für Geräte, die in der Bundeswehr eingesetzt waren, von der Radarkommission empfohlen worden ist, unter Berücksichtigung der hier gegebenen Hinweise durchgeführt werden.

2. Die Radarkommission hat ihre Sachverhaltsermittlung und Empfehlungen – hier insbesondere ihre Empfehlung, zur Abschätzung einer Ersatzdosis bei Fehlen gerätespezifischer Messdaten eine für das AN/CPN-4 dokumentierte Ortsdosisleistung zugrunde zu legen (Radarkommission, S. 138) – auf die wenigen ihr zugänglichen Daten gestützt. Mittlerweile sind zusätzliche Daten verfügbar, auf deren Basis überprüft werden sollte, ob die damalige Empfehlung weiterhin als abdeckend betrachtet werden kann.

In diese Überprüfung sind alle zugänglichen Quellen inklusive der Datenbank AU-76 einzubeziehen.

3. Bis heute fehlen weitgehend Daten zur spezifischen Aktivität der verwendeten Radium-Leuchtfarben. Falls diese Größe für die Abschätzung einer Ersatzdosis erforderlich ist, ist die vom Leiter der Strahlenmessstelle der Bundeswehr angegebene obere in Leuchtfarben genutzte spezifische Aktivität des Radium-226 von 5,9 MBq/g (Schirmer, 2010) anzusetzen.
4. Die Bewertungen der Radarkommission zu möglichen externen Expositionen durch Radium-Leuchtfarben in Flugzeugen haben sich wesentlich auf die ihr zur Verfügung gestellten Unterlagen zum Starfighter gestützt. Das Symposium hat ernst zu nehmende Hinweise darauf erbracht, dass in älteren Flugzeugtypen – genannt wurden beispielhaft Noratlas und Fiat G91 – ein vergleichsweise höherer Einsatz von Anzeigegeräten, Schaltern etc, die mit Radium-226 belegt waren, erfolgt ist.

Diesen Hinweisen sollte intensiv nachgegangen werden. Falls eine Bestätigung nicht möglich sein sollte, sollte dies zugunsten der Betroffenen berücksichtigt werden, da es sich um eine Situation analog zur Phase 1 des von der Radarkommission entwickelten Konzepts handelt.

5. Nicht ausgeschlossen werden konnte von der Radarkommission, dass beim Betätigen nicht berührungssicher abgedeckter Schalter mit radiumhaltiger Leuchtfarbe, die bei der Bundeswehr in verschiedenen Radargeräten und Flugzeugtypen vorhanden waren, durch Abrieb Radium-226 an die Finger und von dort aus auch in den Körper der betreffenden Personen gelangt ist. Es gibt allerdings keine belastbaren Hinweise darauf, dass dies zu Körperdepots in einer Höhe geführt haben könnte, die nach dem aktuellen Stand der wissenschaftlichen Kenntnis zu einer relevanten Wahrscheinlichkeit für eine dadurch verursachte kanzerogene Schädigung geführt haben könnte⁵.

⁵ Dies ist zu unterscheiden von möglichen Inkorporationen durch Abkratzen, Wiederauftragen der Radium-Leuchtfarbe; für diese Arbeiten können deutlich höhere

6. Die Radarkommission hat empfohlen, im Falle einer für Auskratzen und/oder Wiederaufbringen radiumhaltiger Leuchtfarbe qualifizierenden Erkrankung bei Vorliegen einer entsprechenden Arbeitsplatzanamnese eine Messung der Radiumaktivität im Körper der betroffenen Person mit einem geeigneten Ganzkörperzähler durchzuführen. Es muss darauf hingewiesen werden, dass 12 Jahre nach Vorlage des Kommissionsberichts und der in dieser Zeit durch Ausscheidungsprozesse weiter verringerten Körpergehalte potentiell inkorporierten Radium-226 solche Messungen nicht mehr als erfolgversprechend eingestuft werden können.

Literatur:

Radarkommission: Bericht der Expertenkommission zur Frage der Gefährdung durch Strahlung in früheren Radareinrichtungen der Bundeswehr und der NVA (Radarkommission). Berlin, 2. 7. 2003

Schirmer, A.: Ingestion of ^{226}Ra from activated paints on military equipment: transfer factors and doses. Health Physics, 99, 568-571, 2010

4.5. Gesundheitliche Risiken hochfrequenter elektromagnetischer Felder

Rüdiger Matthes

Die Forschung zur weiteren Aufklärung möglicher gesundheitlich relevanter Wirkungen hochfrequenter elektromagnetischer Strahlen auf den Menschen hat sich seit 2003 überwiegend auf die durch die rasche Ausbreitung des digitalen Mobilfunks hervorgerufenen Expositionsszenarien fokussiert. Aus diesem Grund sind so gut wie alle großen Forschungsprogramme in diesem Zeitraum auf die Suche nach sogenannten „athermischen“ Wirkungen bei Expositionen unterhalb der etablierten Grenzwerte ausgerichtet. Es sind keine neueren Studien bekannt, die sich gezielt mit der Frage möglicher Spätfolgen wiederholter Expositionen mit Intensitäten oberhalb der Grenzwerte befassen.

Es sind nur wenige Zwischenfälle mit beruflicher Exposition oberhalb der Grenzwerte dokumentiert (Westhoff et al. 2013; Moen et al. 2013). Dies betrifft immer kleine Fallzahlen. Zudem ist die Dosimetrie in diesen anekdotischen Berichten durchgängig wenig belastbar und es werden ausschließlich akute Wirkungen untersucht. Berichte über ein längerfristiges „follow-up“ sind nicht bekannt.

Seit 2003 sind zu den grundsätzlichen Wirkungen hochfrequenter elektromagnetischer Strahlen eine Reihe nationaler und internationaler Reviews erschienen (SSK 2012; IARC 2013; ICNIRP 2009; SCENIHR 2009) auf die im Folgenden Bezug genommen wird. Dabei wird der Schwerpunkt vor allem auf einen möglichen Einfluss der Exposition auf die Tumorentstehung, die männliche Fruchtbarkeit, die Funktion des Auges und auf eine Reihe unspezifischer Symptome gelegt.

Einfluss hochfrequenter elektromagnetischer Felder auf die Tumorentstehung

Die International Agency for Research on Cancer (IARC), die auf Krebs spezialisierte Institution der Weltgesundheitsorganisation, stuft hochfrequente elektromagnetische

Felder als möglicherweise kanzerogen ein (IARC 2013). Diese Bewertung beruht auf einer

Auswertung aller verfügbaren epidemiologischen Studien, den Laborstudien und den mechanistischen Erkenntnissen. Die Untersuchung umfasste sowohl Studien an beruflich Exponierten als auch an exponierten Personen der allgemeinen Bevölkerung. Darunter waren auch Studien die sich explizit mit der militärischen Exposition durch Radaranlagen befasst haben (Degraeve et al. 2009; Groves et al. 2002; Richter et al. 2000; Szmigielski et al. 2001). Die Gefährdungsklassifizierung erfolgte letztlich aufgrund einer begrenzten Evidenz für eine Zunahme an Gliomen bei starken Handynutzern. Eine Risikobewertung erfolgte durch die IARC nicht.

Die Strahlenschutzkommission (SSK) hat 2012 eine vergleichende Bewertung der Evidenz von Krebsrisiken durch elektromagnetische Felder und Strahlung vorgenommen (SSK 2012). Die Datenlage für eine mögliche Karzinogenität von Mikrowellen wird vor allem durch Studien im Mobilfunkbereich bestimmt. Die SSK stellt fest, dass kein gesichertes biologisches Wirkmodell für eine Entstehung und/oder die Promotion von Krebserkrankungen vorliegt. Die Mehrzahl der vorliegenden in vitro Untersuchungen kommt zu einem negativen Ergebnis. Aus Tierexperimenten ergibt sich insgesamt keine ausreichende Evidenz für einen Zusammenhang mit Krebserkrankungen. Aus der Vielzahl der epidemiologischen Untersuchungen, die sich mit einem möglichen Zusammenhang von Mobilfunkstrahlung mit malignen Tumorarten, aber auch mit gutartigen Neubildungen befassen, ergibt sich ebenfalls keine ausreichende Evidenz für einen derartigen Zusammenhang. So dass insgesamt keine Evidenz für einen Zusammenhang zwischen Mobilfunknutzung und Krebserkrankungen gesehen wird.

Die Internationale Kommission zum Schutz vor nicht ionisierender Strahlung (ICNIRP) kommt zu einem sehr ähnlichen Ergebnis (ICNIRP 2009). Bei zunehmender Qualität der Studien mit einer Vielfalt an Tiermodellen wird konsistent von der Anwesenheit einer kanzerogenen Wirkung hochfrequenter Strahlung berichtet. Die epidemiologischen Studien haben ebenfalls keine überzeugende oder konsistente Evidenz für einen Zusammenhang hochfrequenter Strahlung und irgendeinem gesundheitlichen Effekt erbracht. Allerdings haben diese Studien zu viele Schwächen um mögliche gesundheitliche Gefahren auszuschließen. Trotzdem spricht der Trend der

sich ansammelnden Evidenz und die stabilen Tumorinzidenzraten zunehmend gegen die Hypothese, dass mobil telefonieren zu Hirntumoren führt.

Zusammenfassend ist derzeit ein Zusammenhang zwischen der Exposition durch hochfrequente elektromagnetische Strahlung und einer Zunahme von Krebserkrankungen wissenschaftlich nicht belegt.

Einfluss hochfrequenter elektromagnetischer Felder auf die männliche Fertilität

Einige zum größten Teil ältere Studien belegen negative Einflüsse einer Exposition durch hochfrequente elektromagnetische Strahlung auf die Reproduktion von Säugetieren und Vögel (ICNIRP 2009). Allerdings treten die Effekte, wie z.B. die Störung der männlichen Fertilität, nur auf, wenn die Exposition so hoch ist, dass sie auch zu einer signifikanten Erhöhung der Körpertemperatur führt. Neuere Studien mit beruflich exponierten Männern, die von ICNIRP bewertet wurden, (Mjoen et al. 2006; Mollerlokken and Moen 2008; Baste et al. 2008) zeigten, trotz berichteter Empfängnisprobleme, keine Unterschiede in der Zahl der biologischen Kinder zwischen den Exponierten und den nicht Exponierten. Es konnte auch kein Zusammenhang zwischen der väterlichen Exposition und Missbildungen der Nachkommen nachgewiesen werden.

Das Bundesamt für Strahlenschutz (BfS) hat 2014 eine bewertende Literaturstudie zum Thema „Einfluss elektromagnetischer Felder des Mobilfunks auf die männliche Fruchtbarkeit“ durchgeführt (<http://nbn-resolving.de/urn:nbn:de:0221-2014031911368>). Danach zeigen die qualitativ hochwertigen Tierstudien keinen negativen Einfluss einer Exposition bis zu 4 W/kg auf unterschiedliche Parameter der Fruchtbarkeit. Studien an Menschen berichten zwar, dass häufige Handynutzung mit verminderter Fruchtbarkeit einhergeht. Allerdings wurden in diesen Studien andere plausible Einflussfaktoren auf die Spermienproduktion nicht ausreichend berücksichtigt.

Zusammenfassend ist derzeit ein Zusammenhang zwischen der Exposition durch elektromagnetische Strahlung die nicht zu einer signifikanten Gewebeerwärmung führt und einer Verringerung der männlichen Fertilität oder einer Zunahme an Missbildungen der Nachkommen nicht belegt.

Einfluss hochfrequenter elektromagnetischer Felder auf die Funktion des Auges

Eine starke Erwärmung der Augenlinse kann zu einer Kataraktbildung führen. Eine durch hochfrequente elektromagnetische Strahlung in anästhesierten Kaninchen hervorgerufene Linsentrübung ist wissenschaftlich belegt (ICNIRP 2009). Die erforderliche Exposition liegt bei einer Expositionsdauer von 100-200 Minuten bei 100-140 W/kg. Primaten scheinen weniger empfindlich. Linsentrübungen konnten bei ihnen bisher weder bei akuter noch bei längerfristiger Exposition gezeigt werden. Epidemiologische Untersuchungen zu diesem Thema sind wenig aussagekräftig, da sie zu viele Defizite vor allem hinsichtlich der Expositionsbestimmung und der Berücksichtigung anderer Risikofaktoren aufweisen. Da ein kausaler Zusammenhang einer Exposition mit der Kataraktbildung aber plausibel erscheint, vor allem da die Wärme wegen fehlender Durchblutung nicht abgeführt werden kann, empfiehlt ICNIRP umfassendere Untersuchungen. Neuere Untersuchungen befassen sich hauptsächlich mit der Ermittlung des Temperaturanstiegs im Auge infolge einer Exposition durch hochfrequente elektromagnetische Strahlung (Kojima et al. 2014; Oizumi et al. 2013). Diese Untersuchungen zeigen, dass der Temperaturanstieg im menschlichen Auge deutlich geringer ist als im Kaninchenauge. Die für eine Kataraktbildung erforderliche Temperatur von 41°C an der Linse wird nach diesen Abschätzungen beim Menschen erst bei einer Exposition mit einer Frequenz von 2,45 GHz und einer Leistungsflussdichte von mehr als 1600 W/m² über einen Zeitraum von annähernd 1 Stunde erreicht. Bei höheren Frequenzen ist aufgrund der dann geringeren Eindringtiefe eine höhere Leistungsflussdichte erforderlich. Bei derart hohen Leistungsflussdichten tritt bereits eine signifikante Erhöhung der Körpertemperatur auf.

Zusammenfassend ist eine Kataraktbildung infolge einer Erwärmung der Augenlinse plausibel. Hierfür ist bei Primaten allerdings eine sehr hohe Exposition erforderlich. Aufgrund der unsicheren Datenlage werden umfassendere Untersuchungen empfohlen.

Einfluss hochfrequenter elektromagnetischer Felder auf unspezifische Symptome

Eine Reihe subjektiver Symptome wie z.B. Kopfschmerzen, Müdigkeit, Hautirritationen oder Konzentrationsschwäche wird oftmals mit der Exposition durch hochfrequente elektromagnetische Felder in Zusammenhang gebracht. Zu diesen auch als

"Elektromagnetische Hypersensibilität" (EHS) bezeichneten Symptomenkomplex wurden zahlreiche verblindete Provokationsstudien durchgeführt. Die Evidenz aus derartigen Studien legt nahe, dass kein kausaler Zusammenhang zwischen einer Exposition durch hochfrequente elektromagnetische Strahlung und diesen Symptomen besteht (ICNIRP 2009). Zu einem ähnlichen Ergebnis kommt eine Studie der Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin (Kaul 2009), deren Befunde für ein innerpsychisches Geschehen sprechen.

Zusammenfassend besteht eine überzeugende Evidenz, dass kein kausaler Zusammenhang zwischen der Exposition durch hochfrequente elektromagnetische Felder und dem als EHS bezeichneten Symptomenkomplex besteht.

Literatur

Baste V, Riise T, Moen BE. Radiofrequency electromagnetic fields; male fertility and sex ratio of offspring. *Eur J Epidemiol* 23:369-377; 2008

Degrave E, Meeusen B, Grivegnée AR et al. Causes of death among Belgian professional military radar operators: a 37-year retrospective cohort study. *Int J Cancer*, 124: 945–951; 2009

Groves FD, Page WF, Gridley G et al. Cancer in Korean war navy technicians: mortality survey after 40 years. *Am J Epidemiol*, 155: 810–818. 2002

IARC Monographs. Non-ionizing radiation, part 2: radiofrequency electromagnetic fields. Volume 102, Lyon, France, 2013

ICNIRP (International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection). Exposure to electromagnetic fields, biological effects and health consequences (100 kHz – 300 GHz). Oberschleißheim, Germany, 2009

Kaul G. Was verursacht „elektromagnetische Hypersensibilität“? Abschlussbericht zum Forschungsprojekt F 5212, Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin, Dortmund/Berlin/Dresden 2009

Kojima, M.; Tsai, C.Y.; Suzuki, Y.; Okuno, T.; Sasaki, K.; Sasaki, H., "Ocular temperature measurements during infrared or millimeter wave exposure," Infrared, Millimeter, and Terahertz waves (IRMMW-THz), 2014 39th International Conference on , vol., no., pp.1,2, 14-19 Sept. 2014

Mjoen G, Saetre DO, Lie RT, Tynes T, Blaasaas KG, Hannevik M, Irgens LM. Paternal occupational exposure to radiofrequency electromagnetic fields and risk of adverse pregnancy outcome. *Eur J Epidemiol* 21:529-535; 2006.

Moen Bente E., Ole Jacob Møllerlækken, Nils Bull, Gunnhild Oftedal, Kjell Hansson Mild. Accidental exposure to electromagnetic fields from the radar of a naval ship: a descriptive study. *Int Marit Health*; 64, 4: 177–182; 2013

Mollerlokken OJ, Moen BE. Is fertility reduced among men exposed to radiofrequency fields in the Norwegian Navy? *Bioelectromagnetics* 29:345-352; 2008

Oizumi T, Laakso I, Hirata A, Fujiwara O, Watanabe S, Taki M, Kojima M, Sasaki H and Sasaki K. FDTD analysis of temperature elevation in the lens of human and rabbit models due to near-field and far-field exposures at 2.45 GHz. *Radiation Protection Dosimetry*, Vol. 155, No. 3, pp. 284–291; 2013

Richter E, Berman T, Ben-Michael E et al. Cancer in radar technicians exposed to radiofrequency/microwave radiation: sentinel episodes. *Int J Occup Environ Health*, 6: 187–193. 2000

SCENIHR (Scientific Committee on Emerging and Newly Identified Health Risks). Health Effects of Exposure to EMF. European Commission, Brussels, 19 January 2009

Szmigielski S, Sobiczewska E, Kubacki R. Carcinogenic potency of microwave radiation: overview of the problem and results of epidemiological studies on Polish military personnel. *European Journal of Oncology*, 6: 193–199. 2001

SSK (Strahlenschutzkommission). Vergleichende Bewertung der Evidenz von Krebsrisiken durch elektromagnetische Felder und Strahlungen. Stellungnahme der Strahlenschutzkommission, verabschiedet in der 248. Sitzung der SSK am 14./15.04.2011, veröffentlicht im BAnz Nr. 26 vom 15. Februar 2012

Westhoff LTC John L., MC USA; Brad J. Roberts; Kristin Erickson, MD, MPH. Vehicle-Mounted High-Power Microwave Systems and Health Risk Communication in a Deployed Environment. MILITARY MEDICINE, 178, 1:34, 2013

5. Empfehlungen

Bereits in den einzelnen Kapiteln dieses Berichtes finden sich eine Fülle an Empfehlungen zum Umgang mit der Radarproblematik und hieraus erwachsende grundsätzliche Anregungen. In diesem Kapitel sollen noch einmal die Kernaussagen sowie weitere aus der Diskussion während des Fachsymposiums unmittelbar entstandene und daher nicht in separaten Kapiteln behandelte Empfehlungen zusammengefasst werden. Zum Verständnis der Gesamtproblematik wird daher dringend die Lektüre des gesamten Berichtes empfohlen.

Es ist den teilnehmenden Experten und dem Herausgeber bewusst, dass wissenschaftliche Empfehlungen zwangsläufig eine begrenzte Halbwertszeit haben. Es wurde daher einhellig festgestellt, dass Mechanismen gefunden werden sollten, welche eine regelmäßige Aktualisierung des für die Lösung der Radarproblematik, aber auch vergleichbarer Fälle notwendigen, erforderlichen Fachwissen sicherstellen. Hierdurch wird die Transparenz von Entscheidungsprozessen und die regelmäßige Überprüfung gewählter Vorgehensweisen im Sinne eines „Best Practice Vorgehens“ sichergestellt. Gleichzeitig kann ein derartiges Vorgehen helfen, Prozesse entscheidend zu beschleunigen und gleichzeitig Haushaltsmittel zu sparen.

Alleine die Tatsache, dass das Thema Radar nun mehr als 12 Jahre nach damals beabsichtigter Lösung (s. Radarbericht 2003) immer noch brisant ist, bzw. immer wieder pressowirksam aufgegriffen und auch kontinuierlich im Bericht des Wehrbeauftragten erwähnt wird, zeigt dass dringend weitere Mechanismen zur Lösung derartiger Probleme gefunden werden müssen. S. hierzu 5.9 ff., insbesondere Vorschläge zur möglichen organisatorischen Abbildung von Einrichtungen / Gremien.

Alle am bisherigen Prozess rund um die Lösung der Radarproblematik beteiligten Akteure sind an einer Klärung der Thematik nachhaltig interessiert. Als besonders nachteilig hat sich hier jedoch der Zeitfaktor dargestellt. Ein Problem, welches seit mehr als zwölf Jahren besteht und teilweise vor Gerichten ausgetragen wird, hat zwangsläufig zu einer Frontenbildung geführt. Neue Akteure können die Komplexität derartiger Prozesse oftmals überhaupt nicht mehr auf Anhieb begreifen. Offensichtlich liegen teilweise Automatismen in Bezug auf Aktion und Reaktion vor.

Bevor auf konkrete Handlungsempfehlungen für ein grundsätzliches Vorgehen eingegangen werden wird, sollen summarisch eine Reihe von Krankheitsbildern und Gesundheitsstörungen aufgelistet werden, welche nach Ansicht der Expertenkommission auch heute **nicht** mit einer Strahlenexposition mit ionisierender Strahlung in Verbindung gebracht werden können.

5.1 Von der Expertenkommission nicht als ursächlich mit einer Strahlenexposition mit ionisierender Strahlung in Verbindung zu bringende Erkrankungen

In Kapitel 1.2 wurde dargelegt, dass die im Radarbericht von 2003 vorgeschlagenen Beweiserleichterungen dazu geführt haben, für eine Liste sogenannter „qualifizierende Erkrankungen“ unter bestimmten Voraussetzungen die Unterstellung einer ausreichenden Strahlenexposition vorzunehmen, ohne dass diese nachgewiesen sein muss.

Von der Verwaltung wurde diese Liste im Laufe der Jahre erweitert. Es besteht jedoch auf Seiten der Betroffenen und deren Angehörigen der Wunsch, diese Liste noch weiter auszudehnen und dort eine Vielzahl unterschiedlichster Krankheitsbildern und Gesundheitsstörungen anzunehmen. Dies ist nur eine der sich aus dem langen Verfahren ergebenden Entwicklungen. Die Expertenkommission hat diese Thematik in einer separaten Diskussion behandelt und folgende „Negativliste“ der alten Radarkommission aus heutiger Sicht der beteiligten Experten bestätigt:

- **Befindlichkeitsstörungen** wie Kopfschmerz, Schwindel, Tinnitus, Magen-Darm-Störungen, Rückenschmerzen, Muskel- und Gelenkschmerzen, Schlafstörungen, Müdigkeit, Konzentrationsstörungen, Gleichgewichtsstörungen, Erschöpfungssyndrom, Infektanfälligkeit;
- **Funktionsstörungen endokriner Organe** wie z.B. Überfunktion oder Vergrößerung der Schilddrüse, Primärer Hypothyreodismus, Diabetes mellitus, M. Addison;
- **Systemdiagnosen** wie „Schwächung des Immun- und Nervensystems“;

- **Degenerative oder entzündliche/rheumatische Erkrankungen** des Bewegungsapparates wie Arthrosen, Arthritis und Wirbelsäuleschäden, Gicht, Osteoporose, Muskeldystrophie, Autoimmunerkrankung, Fibromyalgie;
- **Lungen- und Atemwegserkrankungen** wie Asthma bronchiale, Folgen von infektiösen Lungenentzündungen, Sarkoidose, chron. Bronchitis, Emphysem;
- **Neurologische Auffälligkeiten** wie Paraspastik, Parkinson-Syndrom, beidseitige Empfindungsstörung im Fußbereich, Nervenschädigung, Polyneuropathie, Anfallsleiden, Migräne, M. Alzheimer;
- **Psychiatrische oder psychosomatische Diagnosen** wie Depression, Neurovegetative Dystonie, Neurasthenie, Medikamentensucht, Angstneurose;
- **Hauterkrankungen** wie Ekzeme, Ausschläge, Allergie, Psoriasis, Dupuytren Kontraktur;
- **Infektionskrankheiten und deren Folgen** wie Hydatidenzysten, AIDS, Herpesvirusinfektion, Zeckenbiss, Aphthen, Meningitis, Multiple Sklerose, Hepatitis;
- **Nierenerkrankungen** wie Niereninsuffizienz, Nierenzysten, Glomerulonephritis;
- **Magen-Darmerkrankungen** wie Colitis ulcerosa, M. Crohn, perityphlitischer Abszess, Ulcera ventriculi und duodeni, Divertikulitis, Pankreatitis und Folgen, Leberzirrhose;
- **Nicht näher bezeichnete Störungen der Sinnesorgane** Augen, Ohren, Geruch und Geschmack;
- **Traumafolgen** z.B. nach Knochenbrüchen.

Diese Liste hat aus Sicht der beteiligten Experten auch weiterhin Bestand. Gemeint sind hiermit eine oder mehrere Erkrankungen aus o.g. Liste ohne dass z.B. gleichzeitig eine im Rahmen eines BK Nr. 2402 Verfahrens als ursächlich mit einer Strahlenexposition in Verbindung stehende Erkrankung besteht. Im Radarbericht von 2003 sind diese Erkrankungen als sog. „qualifizierende Erkrankungen bezeichnet.“ Sollte dieser Sachverhalt jedoch gegeben sein, so wäre der mögliche Zusammenhang mit, bzw. die Auswirkung der „qualifizierenden Erkrankung“ auf eine oder mehrere Erkrankungen aus o.g. Liste durch Einzelfallbegutachtung durch einen strahlenbiologisch erfahrenen Experten zu prüfen.

5.2 Neue wissenschaftliche Erkenntnisse seit 2003 auf dem Gebiet der molekularen Strahlenbiologie

Wie in Kapitel 3. ff dargelegt, haben sich wie nicht anders zu erwarten, eine Vielzahl der damals bereits vorliegenden Ergebnisse weiter konsolidiert. Dies gilt auch für die damaligen Ausgangsdaten einer Reihe von Studien.

Neue Erkenntnisse auf dem Gebiet der molekularen Strahlenbiologie haben jedoch in der Zwischenzeit gezeigt, dass die Entwicklung von Tumoren deutlich komplexer ist.

Interessanterweise konnte dieser Sachverhalt bisher jedoch durch epidemiologische Daten nur eingeschränkt erklärt werden. Erst eine Verknüpfung der Epidemiologie und molekularbiologischer Methoden wird unter Umständen in der Zukunft neue Erkenntnisse bringen. Die epidemiologische Datenlage im Bereich von Niedrigdosisszenarien ist auch weiterhin sehr dünn. Hieran wird sich aber auch in der Zukunft aufgrund fehlender Modelle vermutlich nichts wesentlich ändern. Epidemiologische im klassischen Sinne erfordern sehr große Stichprobenzahlen. Das Kollektiv der ehemaligen Radartechniker ist für derartige Untersuchungen eindeutig zu klein.

Neuere molekularbiologische Arbeiten haben gezeigt, dass Strahlung nicht nur als monokausales Agens wirken kann. Vielmehr müssen additive / multiplikative Effekte von Strahlung in Verbindung mit anderen Noxen in Zukunft mehr Berücksichtigung finden. Bezogen auf eine ärztliche Begutachtung von durch Strahlung verursachten Erkrankungen bedeutet dies, dass man eventuell vorhandene Begleitnoxen, z.B. toxische Substanzen am Arbeitsplatz, stärker berücksichtigen sollte. Dies gilt nur, falls nicht ohnehin bereits eine Beweiserleichterung zum Tragen kommt.

5.3 Hochfrequente Elektromagnetische Strahlung

Zusammengefasst ergibt sich keine Veränderung der Datenlage seit 2003.

Weiterhin relevant sind Trübungen der Augenlinse (Katarakte).

5.4 Kardiovaskuläre Erkrankungen

Neuere Studien bestätigen, dass eine Exposition mit 0,5 Gy zu einem Zuwachs des absoluten Risikos sowohl für zerebrovaskuläre als auch für ischämische Herzerkrankungen in der Größenordnung von 1 % führt. Das zusätzliche relative Risiko für kardiovaskulären Erkrankungen ist nach einer Exposition mit 0,1 Gy eher kleiner als 1 %.

Dementsprechend ist es nach derzeitigem Kenntnisstand unwahrscheinlich, dass Strahlenexpositionen der Radargeschädigten wesentlich zur Häufung von Herz-Kreislaufkrankungen beitragen haben, bzw. zum Risiko für solche Erkrankungen beitragen werden.

Es wird aber empfohlen beim Radargerät SGR103 kardiovaskuläre Erkrankungen als Schädigungsfolge anzuerkennen. Das SGR 103 ist gem. Radarbericht von 2003 das Gerät mit der stärksten Störstrahlung gewesen. U.a. wurde es aus diesem Grund auch als „Dreckschleuder“ bezeichnet.

Ferner empfiehlt die Expertenkommission der Deutschen Härtefallstiftung kardiovaskuläre Erkrankungen in ihren Katalog möglicher Erkrankungen im Zusammenhang mit einer Strahlenexposition aufzunehmen.

5.5 Gutartige Tumoren

Die Arbeitsergebnisse laufender Evaluierungen durch nationale und internationale Fachgremien auf dem Gebiet des medizinischen Strahlenschutzes sind mittelfristig zu erwarten.

Konsens der Expertengruppe besteht darin, dass grundsätzlich benigne Tumoren durch Strahlung induziert und hierdurch relevant werden können. Genaue Umstände und Voraussetzungen hierfür sind bisher noch nicht eindeutig.

Die Expertengruppe gibt aber bereits jetzt die Empfehlung, gutartige intrakranielle und sonstige Tumore, die die Lebensqualität und/oder Lebenszeit deutlich vermindern, anzuerkennen. In diesen Fällen wird die Einzelfallbegutachtung durch einen

strahlenbiologisch ausgewiesenen Experten als Voraussetzung für eine Anerkennung gesehen.

5.6 Genschäden bei Nachkommen ehemaliger Radartechniker

Nach umfassender Auswertung aller vorliegenden Studien wird bisher kein Anhalt dafür gesehen, dass paternale (väterliche) Genschädigungen bei den Nachkommen in nachweisbarem Maße manifest werden.

Aufgrund der Restunsicherheiten (besondere Expositionsbedingungen bei den Radartechnikern) empfiehlt die Expertenkommission aber derartige Anträge, wie bereits geschehen bei der Deutschen Härtefallstiftung vorzulegen.

Seitens des Bundes zur Unterstützung der Radargeschädigten wurde der dringende Wunsch nach einer wissenschaftlichen Studie zum Thema mögliche Genschädigungen bei Nachkommen von Radartechnikern geäußert. Voruntersuchungen einer Arbeitsgruppe an der Charité existieren hierzu bereits.

Die Expertenkommission gibt hierzu eine zurückhaltende Empfehlung. Entscheidend wäre nach Ansicht der Kommission der politische Wunsch, diese Studie durchzuführen im Sinne einer positiven Verstärkung des Dialogs mit den Betroffenen. Dies auch und insbesondere vor dem Hintergrund der langen Laufzeit der Radarproblematik und den vielfältigen Diskussionen zur Thematik Genschäden bei Kindern ehemaliger Radartechniker im politischen Raum und in überregionalen Presseorganen. In diesem Fall ist aber unbedingt die Begleitung der Studie mit einem entsprechend fachlich ausgewiesenen externen Beirat sowie eine entsprechende gleichfalls externe Abschlussbewertung vorzusehen. Eine finanzielle Unterstützung einer derartigen Studie ist durch die Deutsche Härtefallstiftung vorstellbar.

5.7 Radiumleuchtfarbe (Ra-226)

Die Aussagen im Radarbericht haben grundsätzlich weiterhin Gültigkeit. Messungen haben sich bisher auf einzelne Arbeitsplätze beschränkt. Es wird daher empfohlen seit 2003 vorhandene neue Messungen zu berücksichtigen und ggf. weitere Messungen vornehmen.

Die Expertenkommission empfiehlt, soweit nicht bisher geschehen, NVA Gerät zu berücksichtigen. Ferner ist zu prüfen, ob nicht ältere Flugmuster innerhalb der Bundeswehr verstärkt betroffen waren.

5.8 Verwaltungsverfahren

Die Expertenkommission empfiehlt dringend eine Vereinfachung/Beschleunigung von Verwaltungsverfahren inklusive von Sozialgerichtsverfahren.

Eine Harmonisierung ist auf folgenden Bereichen anzustreben:

Die Anwendung von Beweiserleichterungen in der Phase 1 wird durchgängig empfohlen (s. hierzu auch 5.9.2). Dosisrekonstruktionen sind wissenschaftlich ohne Kenntnis der Arbeitsbedingungen und Dosismessungen nicht mehr möglich.

Es besteht eine gesetzlich verankerte Eigenvollzugskompetenz und damit eine Selbstkontrolle ohne externe Qualitätssicherung.

Die Expertenkommission schlägt daher vor, eine systemunabhängige Kontrollinstanz zu institutionalisieren (Vorschlag BzUR nach unabhängigem Audit kann darin aufgehen).

Als Modell für eine derartige systemunabhängige Kontrollinstanz können Beratungsgremien anderer Ministerien dienen, z.B. die Strahlenschutzkommission des BMUB mit ihren Arbeitsgruppen.

5.9 Weitere Empfehlungen

Im Folgenden werden eine Reihe von Empfehlungen ausgesprochen, welche sich in erster Linie auf empfohlene ablauforganisatorische / institutionelle Maßnahmen beziehen.

5.9.1 Bundeswehreigene Regularien versus BK-Verfahren

Eine strikte Trennung der Betrachtung der Radarthematik nach bundeswehreigenen Regularien (u.a. Beweiserleichterungen, Härtefallstiftung) und BK-Verfahren sollte eindeutig auf allen Ebenen vorgenommen werden. Beide Verfahren müssen unabhängig voneinander bleiben.

5.9.2 Neues „Zwei Phasen Konzept“ (Strahlenschutzmaßnahmen umgesetzt ja/nein)

Der Radarbericht von 2003 unterscheidet drei Phasen in der Umsetzung von Strahlenschutzmaßnahmen an Radargeräten.

In der Theorie ist dieses Konzept sehr plausibel. Im Laufe der Zeit bis zu einem Endpunkt von etwa 1985 haben kontinuierliche Verbesserungen in der Umsetzung der Strahlenschutzgesetzgebung stattgefunden. Demzufolge sind Expositionen im Laufe der Jahre im Trend eindeutig niedriger gewesen sind als zu Beginn. In der Praxis ist dieses Konzept aufgrund der Heterogenität der Gerätetypen und jeweiliger Verwendungsdauer in der Bundeswehr und der NVA jedoch nur schwer umsetzbar.

Es wird daher empfohlen, die alte Phase 2 zu streichen und Beweiserleichterungen in Phase 1 kontinuierlich anzuwenden. Als Endpunkt von Phase 1 wird 1985 empfohlen.

5.9.3 Härtefallstiftung

Die Expertenkommission sieht die Deutsche Härtefallstiftung als bedeutendes politisches Instrument, um gerade in offenen Fragen der Radarthematik und bei ungeklärten bzw. nicht mehr zu klärenden Ausgangslagen einen Ausgleich für die Betroffenen und deren Angehörigen zu finden.

5.9.4. Entschädigungsfond als weiteres Instrumentarium

Die Deutsche Härtefallstiftung ist gemäß Satzung der Mildtätigkeit verpflichtet. Hierdurch ergeben sich für die Ausschüttung von Leistungen automatisch eindeutige Einkommens- und Vermögensgrenzen.

Gerade bei einem älteren Personenkreis können sich hier aufgrund der Grenzen des erlaubten Schonvermögens für z.B. eine Altersvorsorge Ungerechtigkeiten ergeben.

Es wird daher empfohlen, auch vor dem Hintergrund möglicher zukünftiger vergleichbarer Situationen jenseits der Radarproblematik die Einrichtung eines schnell verfügbaren und reaktionsfähigen Instruments in Form eines Entschädigungsfonds, ggf. angegliedert an die Deutsche Härtefallstiftung zu erwägen.

Hätte es einen derartigen Fonds zu Beginn der Radarkrise gegeben, so wäre diese Thematik sehr wahrscheinlich viel schneller zu lösen gewesen. Erfahrungen anderer Länder im Zusammenhang mit der Lösung vergleichbarer Situationen (z.B. „sog. Golfkriegs-Syndrom“ in den USA) zeigen, dass nur derartige Entschädigungslösungen schnelle Lösungen für den betroffenen Kreis erreichen können und somit persönliche Härten und langwierige politische Auswirkungen aufgrund Verfahrenslängen, Versterben der Antragsteller, etc. vermeiden helfen können.

5.9.5 Zentrale unabhängige Koordination und Ansprechpunkt für Betroffene

Wie bereits weiter oben dargelegt, ist es das Wesen einer modernen Einsatzarmee, dass sich trotz modernstem Arbeitsschutz, Situationen wie die Radarkrise auch in Zukunft in anderer Form wiederholen können.

Die Radarthematik zeigt ferner eindrucksvoll, wie sich solche Themen ohne weiteres über zehn und mehr Jahre hinziehen können. Derartige Entwicklungen sind für keine Seite wünschenswert. Weder für die Betroffenen, die selber unter Umständen den Ausgang ihres Verfahrens nicht mehr erleben. Noch für die Verwaltungsseite und alle weiteren damit befassten Institutionen und Personen, die z.T. aufgrund des häufigen Personalwechsels sich immer wieder in eine äußerst komplexe und z.T. verfahrenere Materie neu einarbeiten müssen. Ganz unabhängig von den damit verbundenen Kosten und dem Imageschaden für das Ansehen der Bundeswehr.

Die Expertenkommission unterstreicht die Position der damaligen Radarkommission von 2003, die Radarthematik ist in erster Linie ein politisch zu lösendes Problem. Der Sonderbeauftragte Radar spielt in diesem Zusammenhang eine wichtige Rolle. Diese Funktion sollte gestärkt werden. Nur eine unabhängige und möglichst langfristige Wahrnehmung einer derartigen Aufgabe in enger Verschränkung zu anderen Organen wie u.a. Wehrbeauftragter und Deutscher Härtefallstiftung kann eine zentrale Steuerungs- und Koordinationsfunktion sicherstellen.

Anhang

In den nachfolgenden, am ersten Tag des Radarsymposiums behandelten Beiträgen finden sich zusätzliche Informationen zur Radarthematik. Diese sind nicht Teil der wissenschaftlichen Stellungnahme, erleichtern jedoch wesentlich das Verständnis der Radarproblematik.

Anhang 1: Die unterschiedlichen Stakeholder und ihre Sichtweisen

Mit der Radarproblematik sind untrennbar die Interessen verschiedener Gruppen verknüpft. Geeint sind diese Stakeholder unfreiwillig in dem Ziel, einen Interessenausgleich herbeizuführen. Dass es dabei zwangsläufig auch zu unterschiedlichen Positionen kommen muss, ist nicht zuletzt der jeweiligen eigenen Perspektive der Interessengruppe geschuldet. Eine Kommentierung der Beiträge erfolgt nicht.

Anhang 2: Die Sicht des Bundes zur Unterstützung der Radargeschädigten

Heinz Dankenbring

Arbeitsplatz - und Tätigkeitsbeschreibung des Flugmelderadargeräts AN/MPS - 14 und Bewertung der Ablehnungsbescheide im WDB - Verfahren von Nachkommen der GEN - geschädigten Nachkommen von Radarsoldaten.

1. Die Rüstzustände der Radargeräte der 50iger Jahre können nicht mit der heutigen angewandten Technologie verglichen werden.

Damals: Röhrentechnik, keine Transistoren, keine gedruckte Schaltungen, keine Prüfautomaten, hohe Betriebsspannung usw.

Messungen bei der Fehlersuche und Wartung wurden unter Anwendung durch AVO Meter, Spektrumanalyser, Oszillographen und Echo-Box von den Technikern und den Mechanikern selber durchgeführt und behoben,

Heute: z. B. gedruckte Schaltungen, Prüfautomaten, Transistoren, geringere Betriebsspannung usw.

2. Der Bundeswehrverwaltung war die Gefährdung des Radarpersonals durch ionisierende, nicht ionisierende Strahlung und radioaktiver Leuchtfarbe wohl bekannt.

a) Das Fernmelde-Zentralamt der DBP hat **1958** im Auftrag der Bundeswehr Messungen an vier verschiedenen Radargeräten durchgeführt und Überschreitung der gültigen Grenzwerte an allen vier Geräten festgestellt und Strahlen- und Arbeitsschutzmaßnahmen empfohlen.

Diese Maßnahmen wurden dem Radarpersonal nicht bekannt gegeben und erst ab 1976 zögerlich durchgeführt.

b) **1961** wurden in der Augsburger Kinderklinik Josefinum 3 Kinder mit gleichen

Fehlbildungen geboren. Auf Befragen der Väter durch den Chefarzt waren alle 3 Väter bei der Bundeswehr in einer Radarstellung tätig.

Wir (der BzUR) wurden wiederum von den gesundheitlichen Gefährdungen nicht unterrichtet.

c) Die Bundeswehrverwaltung, verantwortlich für die Durchführung des Arbeitsschutzes und Strahlenschutzes ist ihrer Aufgabe nicht nachgekommen.

d) **1964** hat die Bundeswehrverwaltung erklärt, dass keine Gefahren mehr für das Radarpersonal durch Verstrahlung besteht.

e) **1976** wurde auf Grund eines Strahlenunfalls im Marinearsenal in Wilhelmshaven mit zwei Toten eine Kommission von der Bundeswehr beauftragt, diesen Unfall zu untersuchen, Nach Aussage der Kommission konnten die dringend erforderlichen messtechnischen Überprüfungen der betroffenen Radaranlagen nicht in dem notwendigen Umfang durchgeführt werden, da der Bundeswehr sowohl die personellen wie auch die materiellen Voraussetzungen dafür fehlten.

f) **2002** wurde durch den Verteidigungsausschuss des deutschen Bundestags eine Radarkommission beauftragt, die Gesundheitsgefährdungen von Radarsoldaten, vornehmlich der 50iger, 60iger, 70iger und 80iger Jahre an Radaranlagen zu untersuchen.

Zu den von der Bundeswehrverwaltung zur Verfügung gestellten Unterlagen stellte die Kommission u.a. fest:

„Diese ermöglichen weder eine genaue Beschreibung der Häufigkeit einzelnen Krankheiten, noch eine Aussage über statistisch Häufungen einzelner Krankheiten innerhalb der exponierten Gruppe. Die Erfassung der Erkrankten ist unvollständig und der Umfang und die Altersverteilung der zur Grunde liegenden Population sind nicht bekannt.“

Die von der Bundeswehrverwaltung zur Verfügung gestellten Unterlagen sind also nicht brauchbar.

1. Grundlage für die Bewertung von Gesundheitsschädigungen durch Radarstrahlung bilden die Teilberichte zu verschiedenen Waffensystemen, Sie wurden erstellt von der Arbeitsgruppe, Aufklärung der Arbeitsplatzverhältnisse Radar der Bundeswehr (AG-Radar) Diese Teilberichte enthalten u. a. technische Beschreibungen, Arbeitszeiten, Arbeitsabläufe, Messergebnisse, Störstrahler, Expositionen durch ionisierende Strahlungen und durch die radioaktive Leuchtfarbe (innere und äußere Exposition).

Diese vorliegende Dokumentation ist lückenhaft; eine belastbare Expositionsermittlung, rückwirkend auf frühere Jahre angewandt ist nicht korrekt möglich, (wie es die AG - Radar zum Teil durchführt hatte), weil eine Vielzahl von Einflussfaktoren nicht mehr rekonstruierbar sind.

Auch die Zeit - und Einsatz-spezifischen individuellen Arbeitsplatzbedingungen werden in den Teilberichten nicht in der notwendigen Weise abgedeckt.

a) Beispielhaft für diesen Sachverhalt ist der Teilbericht AN/MPS 14 zu nennen, der für die Bewertung einer WDB für einen gengeschädigten Nachkommen eines Radarsoldaten herangezogen wurde. Das Radargerät AN-MPS 14 war ein mobiles Radargerät. Mit einer vertikalen Nickbewegung mit einem hydraulischen Antennenantrieb. Der Betriebsraum war in einem zerlegbaren zeltähnlichen Shelter, in so genannten Nissen - Hütten untergebracht. Die Shelter waren gleichzeitig auch Aufenthaltsraum des technischen Personals. Das Gerät wurde von einem abseits liegenden Gefechtsstand ohne Sichtkontakt zur Radarstellung betrieben. 1970 wurden die MPS -14 in der Stellung Lagerlechfeld abgebaut.

b) Das Fernmeldetechnische Zentralamt der Deutschen Bundes Post (FZB) hat am 21.08.1958 im Auftrag der Bundeswehr an vier verschiedenen Typen von Radargeräten in Lagerlechfeld und in Kaufbeuren gemessen und an allen Geräten sehr hohe Grenzüberschreitungen festgestellt.

Am MPS -14 in Lechfeld wurde ein Wert am Magnetron von 600 mr/h gemessen. Am geschlossenen Gehäuse wurde oberhalb des Magnetrons 220 mr/h festgestellt. Das Magnetron diente uns gleichzeitig bei geschlossenem Gehäuse als Arbeitstisch und Ganzkörperbestrahlung von 1 mr/h gemessen (der Abstand zur Strahlenquelle wurde nicht angegeben).

Als Arbeitsschutzmaßnahmen wurden bei Aufenthalt am Magnetron eine wöchentliche Verweilzeit von nicht mehr als 15 Min. und am Thyatron eine wöchentliche Verweilzeit von nicht mehr als 10 Std. pro Woche vorgeschlagen.

Diese Messergebnisse und die vorgeschlagenen Arbeitsschutzmaßnahmen wurden uns nicht bekannt gegeben und auch nicht durchgeführt.

Weitere Messungen an anderen Störstrahlern wurden aus Zeitgründen nicht durchgeführt, weil der Messtrupp noch Messungen bei der Technischen Schule 1 in Kaufbeuren durchgeführt werden musste.

In einem Prüfbericht vom 24.12.1958 an die Bundeswehr führte das FTZ auf:

Bei älteren Thyatron Röhren wurden:

10 000 mr/Std. im Abstand von 30,5 cm
gemessen

wir selbst (der BzUR) haben bei diesen Röhren:

1000 mr/Std. im Abstand von 8 cm gemessen
100 mr/Std im Abstand von 18 cm.

Auch die Radarkommission führte in ihrem Bericht von 2002 auf, dass bei älteren Exemplaren erhöhte Expositionen auftreten

c) Der Teilbericht des Radargeräts AN/MPS - 14 ist nicht korrekt und es fehlen einige Messwerte, so z. B.

- Zeitangaben von Instandsetzungstätigkeiten fehlen, im Teilbericht ist dazu aufgeführt:

- Die aus den Anfangsjahren vorliegende Dokumentation ist sehr lückenhaft und ungenau. Auch die Angaben zu Wartungseinheiten und Zeiträumen können zum Teil nur Anhaltspunkte sein.

- Fehlende Angaben über die Ganzkörperbestrahlung

- Ab Mitte 1970 wurden alle MPS - 14 zum FPN-89 umgerüstet. Die von der AG Radar angegeben und dokumentierten Dosiswerte stammen zum größten Teil vom Teilbericht des FPN-89.

Für das Wartungs- bzw. Instandsetzungspersonal war der Betriebsraum auch gleichzeitig der Aufenthaltsraum. Eine Dokumentation über die Dauer der kritischen Geräteschranke zu Wartungs- und Instandsetzungszwecken liegen nicht vor.

- Die Kombinationswirkung von den verschiedenen Noxen (hier ionisierende und HF - Strahlen und RA226) wurde nicht beachtet.

- Die Untersuchung der HF - Strahlung wurde nicht aufgeführt

Leistungsdaten (Antenne) des Höhenmessradar AN/MPS 14

Die Gerätedaten:

* Frequenz 2.7 bis 2.9 GHz

* Spitzenleistung; 5 MW

* PRF: 300 bis 400 Hz

* Pulsdauer: 2 bis 3 ms

* horizontale Umsicht: 360°

* vertikale Sicht: -2° bis 32°

* Antenne: 2,3 m x 9,15 m

Gewinn: 38,5 dB (Faktor: 7071)

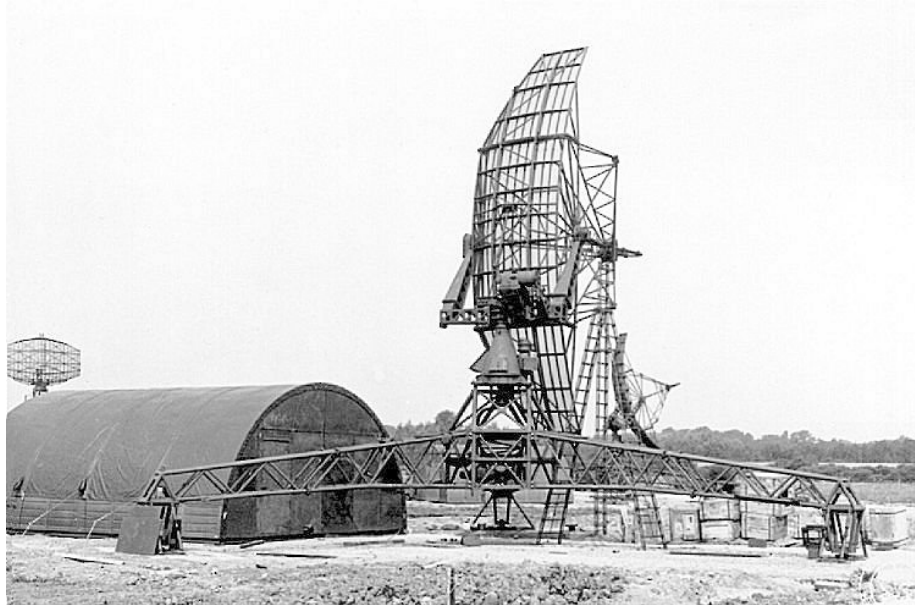


Abbildung 1: Antenne auf Dreibein und Shelter (Quelle Dankenbring)

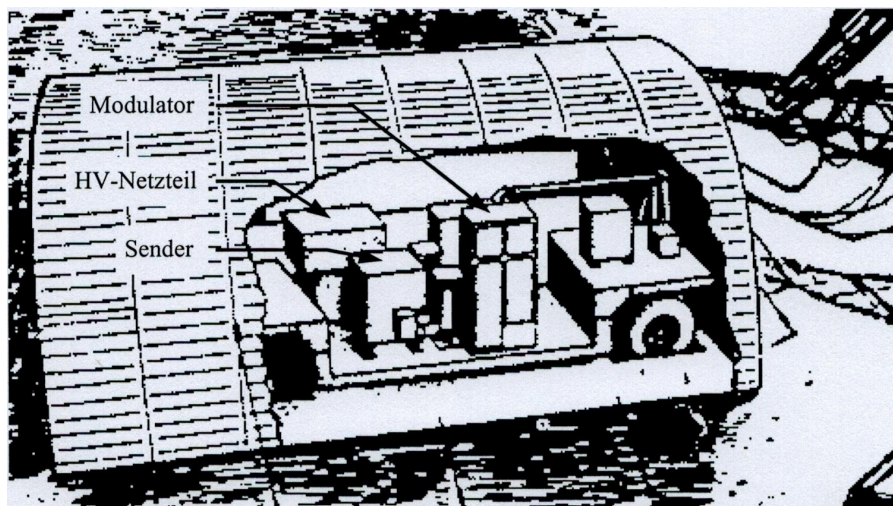


Abbildung 2: Shelter mit Geräteschränken auf Tieflader (Quelle Dankenbring)

Die mittlere Sendeleistung errechnet sich aus:

Spitzenleistung x PRF x Pulsdauer. Das ergibt **4000 W** bis **4500 W**: mittlere Sendeleistung

Die maximale Leistungsdichte ist somit **857 W/m²** und errechnet aus 4 x mittlere Sendeleistung geteilt durch die Antennenfläche.

Weitere relevante Werte:

Abstand	Durchmesser der Antennenhauptkeule	Leistungsdichte	-2°
0 m		857 W/m ²	
10 m	3,3 m	517 W/m ²	2,2 m
80 m	3,8 m	395 W/m ²	2,5 m
100 m	4,8 m	253 W/m ²	3,2 m

Bei 80 m Abstand ist die Antennenhauptkeule noch nicht tiefer als die Antenne selbst.
Bei 100 m Abstand ist sie 1 m tiefer.

2. WDB - Ablehnungsbegründungen von Gen-Schäden für den D. N. durch die Bundeswehr.

Die Bundeswehr behauptet, eine Voraussetzung für die Anerkennung der Genschädigung des Nachkommen ist eine anerkannte WDB des Vaters. Durch Gutachten wird diese Behauptung der Bundeswehrverwaltung widersprochen.

a) Durch Mitarbeiter des Klinikums Augsburg, Medizinphysiker, aus strahlenbiologischer Hinsicht, ist eine konkret wahrnehmbare Schädigung des Vaters selbst, keine Voraussetzung einer genetischen Schädigung seiner Nachkommen.

b) Durch das Bundesamt für Strahlenschutz: Eine strahlenexponierte Person muss nicht selbst an einem Strahlen verursachten Krebs erkranken, um einen genetischen Schaden an seine Nachkommen zu geben.

c) Die bisher von der Bundeswehr benannte Hodendosis von 83 mSv des Herrn O. N. ist zu gering um einen Gen-Schaden zu verursachen.

Diese Abschätzung erfolgte auf den fehlerhaften Angaben im Teilbericht. Rückwirkende Dosiswertberechnung von 2002 auf 1958 (siehe Teilbericht von 2002).

Im Expertenbericht ist u. a. aufgeführt, dass auch niedrige Dosen Gen-Schädigungen verursachen können.

d) Die Bundeswehr behauptet:

wenn der Geschädigte kein Soldat war, kann das Soldatenversorgungsgesetz nicht angewendet werden.

e) Der gemeldete Gen-Schaden erfolgte mehrere Jahre nach ihrer Entlassung aus der Bundeswehr.

Auch die Begründung ist nicht nachvollziehbar, da die beantragten Schäden auch noch mehrere Jahre nach der Exposition auftreten können.

3. Zusätzlich zu den o. a. schlechten Arbeitsbedingungen wurden die bestehenden Arbeitsschutz- und Strahlenschutzmaßnahmen zumindest bis 1976 nicht durchgeführt.

Das heißt z. B.

- keine personenbezogene Dosis-Überwachung
- keine ärztliche Kontrolle/Überwachung während der Dienstzeit und auch nicht nach Dienstende
- kein zusätzliches Anlegen einer Gesundheitsakte im Sinne einer „Nachgehenden Untersuchung“

4. Die Charité hat von mehreren geschädigten Soldaten und ihren Familien eine Speichelprobe durchgeführt, um festzustellen, ob eine gesundheitliche Gefährdung des Vaters auf die Tätigkeiten an strahlendem Gerät möglich wäre.

Das Ergebnis dieser Speichelprobe ergab: bei über 50% der Speichelproben konnten keine Tests durchgeführt werden, weil die Väter vorzeitig z. B. an einer Strahlenerkrankung verstorben waren.

5. Vorschläge für Bewertungen von Gen-Schäden

a) In Anlehnung an die Empfehlungen der Radarkommission, bei fehlenden, unzureichenden Messwerten der Dosis, wenn die Väter bis 1976 am strahlenden

Radargerät gearbeitet haben und die Gen-Krankheitsbilder bekannt sind, ist anzuerkennen (Aufnahme der Gen-Schäden in die Liste qualifizierender Erkrankungen).

b) Anwendung des § 15 Kriegsopfer / Verwaltungsverordnung, Empfehlung gem. Urteile BSG Fall de Ahna und LSG Bayern Fall Aigner.

c) Einrichtung eines Audit mit unabhängigen und qualifizierten Fachleuten, um in Streitfällen zu vermitteln.

Anhang 3: Arbeitsplatzverhältnisse und Expositionsszenarien durch Ra-226-haltige Leuchtfarben an militärischem Gerät

Dr. Andreas Schirmer

Kurzfassung

Die technisch-physikalischen Aspekte radioaktiver Leuchtfarben mit ihrem besonderen Anwendungspotenzial für militärisches Gerät werden kurz dargestellt. Für Ra-226-haltige Leuchtfarbe ergibt sich aus der mit der Radioaktivität der Zerfallstöchter einhergehenden Gammaemission die Notwendigkeit, die externe Strahlenexposition an Arbeitsplätzen retrospektiv zu quantifizieren. Aufgrund der mit der Alpha-Aktivität verbundenen Radiotoxizität des Ra-226 ist die bei Bedienvorgängen mögliche Inkorporation abgeriebener Farbpartikel ebenfalls zu betrachten. Die von der Radarkommission zu beiden Expositionspfaden ausgesprochenen Empfehlungen zur Dosisbewertung werden dargestellt und die Umsetzung in den Versorgungsverfahren wird dargelegt. Typische Werte der Dosisleistung werden angegeben. Es zeigt sich, dass weder durch externe Exposition noch durch den Normalfall der Bedienung mit der damit einhergehenden internen Exposition Dosiswerte erreicht werden, die eine Ursächlichkeit bösartiger Erkrankungen ehemaliger Beschäftigter implizieren.

Physikalisch-technische Aspekte

Leuchtstoffe, also Substanzen, die nach Energieabsorption im sichtbaren Spektralbereich Licht emittieren, sind aus unserem Alltag nicht wegzudenken: Ohne Leuchtstoffe bleiben die Displays der meisten Mobiltelefone dunkel. Die Anregung des Leuchtens kann in verschiedenen Formen erfolgen, bei modernen Displays erfolgt das durch (schaltbare) elektrische Felder. Die Anregungsenergie für die Lichtemission kann auch durch Partikelstrahlen in den Leuchtstoff eingebracht werden: Mit elektromagnetisch sehr gut fokussierbaren und ablenkbaren Elektronenstrahlen angeregte Leuchtstoffschirme (Kathodenstrahlröhren) waren über Jahrzehnte das von der Menschheit am intensivsten betrachtete elektronische Bauteil.

Als Quelle der Partikelstrahlung kann auch ein mit dem Leuchtstoff vermischter radioaktiver Stoff verwendet werden. Die im Prinzip nur aus radioaktivem Stoff und Leuchtstoff bestehende Farbe leuchtet ohne eine externe Energieversorgung. Wegen dieser Eigenschaft hat radioaktive Leuchtfarbe eine besondere Bedeutung bei allen Geräten erlangt, bei denen Markierungen und Anzeigen bei Dunkelheit erkannt oder abgelesen werden müssen auch wenn die elektrische Beleuchtung ausfällt oder wegen technischer Gründe auf eine elektrische Energieversorgung verzichtet wird. Bei militärischem Gerät werden diese Anforderungen häufig angetroffen: Beispielsweise sind in Flugzeugen wichtige Anzeigen etwa zu Lage und Flugrichtung sowie zur Sauerstoffversorgung auch bei Ausfall der Spannungsversorgung ablesbar zu gestalten. Bei kleinen Geräten wie Armbanduhren oder Kompanen wird auf eine Spannungsversorgung von vornherein verzichtet.

Aus dem für Leuchtfarben benutzten Anregungsmechanismus ergibt sich, dass als radioaktive Stoffe nur Alpha- oder Beta-Strahler in Frage kommen, die einerseits ausreichend verfügbar sein müssen und eine genügend lange Halbwertszeit haben. Dementsprechend hat das in der Zerfallsreihe des natürlich vorkommenden U-238 vorkommende Zerfallsprodukt Ra-226 für die Verwendung in radioaktiven Leuchtfarben verglichen mit anderen Alpha-Strahlern die weiteste Verbreitung gefunden. Ra-226 wird chemisch von den üblicherweise im Gleichgewicht vorhandenen übrigen Nukliden der Zerfallsreihe, also hauptsächlich U-238 getrennt. Das Nuklid Ra-226 zerfällt mit einer Halbwertszeit von 1600 Jahren über zehn weitere radioaktive Nuklide schließlich zu Pb-206. Die Zerfallsreihe enthält neben vier Alpha-Zerfällen auch Beta-Zerfälle, die von harter Gammastrahlung begleitet sind. Diese Gamma-Emissionen bewirken eine Ortsdosisleistung unmittelbar an der Ra-226-haltigen Leuchtfarbe. Dies stellt neben der Radiotoxizität von Ra-226, die bei Inkorporation wirken kann, einen wesentlichen Strahlenschutzaspekt bei der Bewertung entsprechender Arbeitsplätze dar.

Selbst für den höchsten Wert der spezifischen Aktivität, d.h. für Leuchtfarbe mit dem höchsten Ra-226-Gehalt von 5,7 MBq/g [1] ergibt sich aus der Summe aller radioaktiven Zerfälle ein Leistungseintrag von etwa 90 μ W/g. Die maximal erreichbare Leuchtdichte beträgt etwa 0,2 cd/m²; zum Vergleich: die Leuchtdichtewerte von Smart-Phone Displays liegen zwischen 400 und 600 cd/m². Radioaktive Leuchtfarben sind

mithin nur bei weitgehender Dunkelheit nutzbar. Beim Design von Anzeigen muss auf eine Detaillierung von Symbolen und eine Feinunterteilung von Skalen weitgehend verzichtet werden. Die geringe Leuchtdichte führt schließlich dazu, dass radioaktive Leuchtfarben in der Farbe dem im Grünen liegenden spektralen Empfindlichkeitsmaximum des menschlichen Auges angepasst sind.

Auf Markierungen und Bedienelementen wird ebenfalls der schwachen Leuchtdichte radioaktiver Leuchtfarben Rechnung getragen. Zur Vermeidung von Verschmutzungen und Abnutzung sind die Farbmarkierungen meistens auf Stellen angebracht, die bestimmungsgemäß beim Bedienvorgang nicht berührt werden. Abb. 1 zeigt Beispiele solcher Bedien-elemente mit Ra-226-haltigen Markierungen; in Abb. 2 ist als Beispiel komplexerer Markierungen der an der Bildröhre einer Radarkonsole eines Landeanflugradargerätes befindliche Kompassring dargestellt. Der Kompassring besteht aus Plexiglas mit von hinten aufgetragener Winkelskala, die mit Ra-226-haltiger Leuchtfarbe ausgeführt ist.



Abb. 1: Drehknöpfe und Sicherungsschalter mit Ra-226-haltigen

Leuchtfarbmarkierungen ausführt in einer ausgemalten Nut (links) oder als Leuchtpunkt auf der Schaltwalze unter der Stellungsanzeige („OFF“) eines Hauptschalters (rechts). (Quelle Schirmer)

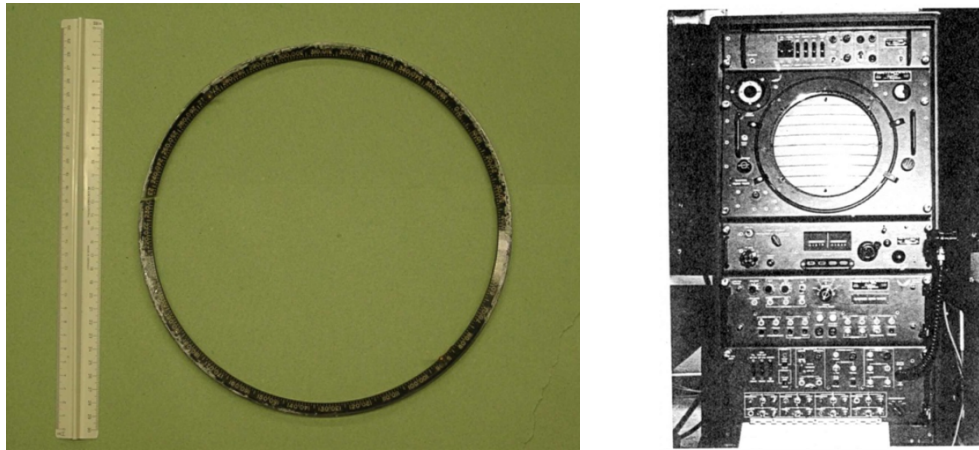


Abb. 2: Mit Ra-226-haltiger Leuchtfarbe hinterlegte Winkelskala (Kompassring) (links) der Konsole des Flugsicherungsradars AN/FPN-33/36 (rechts). (Quelle Schirmer)

Vorkommen Ra-226-haltiger Markierungen und Aktivitätswerte

Den oben dargestellten Merkmalen radioaktiver Leuchtfarben entsprechend kamen Ra-226-haltige Leuchtfarbmarkierungen auf querschnittlich verwendeten Bauteilen (Anzeigegeräten, Schaltern, Drehknöpfen etc.) vor, die in verschiedenen Baugruppen, Anlagenteilen oder Großgeräten verbaut waren. Das Vorkommen Ra-226-haltiger Leuchtfarbe betraf die Bundeswehr, die mit NATO-weit standardisierten Waffensysteme ausgestattet wurde, in gleichem Maß wie die ehemalige NVA, die mit Waffensystemen ausgestattet war, die den Standard des Warschauer Paktes entsprachen. Gerade Luftfahrzeuge mit ihrer vergleichsweise reichen Ausstattung mit Ra-226-haltiger Leuchtfarbe unterlagen bündnisweiter Normierung.

Bei der Bundeswehr wurden Gegenstände mit Ra-226-haltiger Leuchtfarbe in einer Bestandsliste geführt. Dieses Verzeichnis wurde als sogenannter Allgemeiner Umdruck als offizielles, von einem Amt der Bundeswehr herausgegebenes Dokument geführt [2]. Dort wurden alle radioaktiven Gegenstände nach ihrer Versorgungsnummer erfasst mit Angaben zum Nuklid, zur Aktivität und zur Form. Ferner gab es Hinweise zum Transport dieser Gegenstände. Das Verzeichnis wurde amtsseitig laufend aktualisiert, wobei die Bearbeitung der Einträge dem Bundesamt für Wehrtechnik und Beschaffung (BWB) oblag. Vom BWB wurden dazu Angaben aus verschiedenen Quellen

übernommen, eine durchgehende Qualitätssicherung in dem Sinne, dass Hersteller- oder Lieferantenangaben messtechnisch überprüft wurden, hat nicht systematisch stattgefunden. Im Übrigen wäre sie bei einem großen Teil der Artikel wie Tritium-haltigen Elektronenröhren oder Leuchtquellen kaum zerstörungsfrei durchführbar gewesen. Die Aufnahme eines Artikels in das Verzeichnis „Radioaktive Gegenstände“ stellte – wenn der Artikel in den Geltungsbereich der Strahlenschutzverordnung fiel – die Umgangsgenehmigung für den Bereich der Bundeswehr dar, ohne dass damit der urkundliche Nachweis der Aktivität des betreffenden Artikels als erbracht galt. Das Verzeichnis „Radioaktive Gegenstände“ diente bis 2012 als eine Arbeitsgrundlage und bis heute als Arbeitsmittel der Strahlenschutzbeauftragten in den Einheiten und Dienststellen der Bundeswehr.

Die Auswertung der Einträge einer Archivversion des Verzeichnisses „Radioaktive Gegenstände“ nach der Häufigkeit der für Gegenstände mit Ra-226-Leuchtfarbe aufgeführten Einträge ist in Abb. 3 dargestellt. Dort ist die Anzahl der Katalogeinträge eines Ra-226-Aktivitätswertes als Funktion des Aktivitätswertes dargestellt. Abb. 3 enthält zum Vergleich auch die Aktivitätswerte, die für Uhren in der Literatur genannt werden [3].

Die Aktivitäten sowohl militärisch genutzter Ra-226-haltiger Leuchtfarbmarkierungen als auch der für Uhren deckten einen weiten Bereich ab, die Aktivitätsangaben aus dem Verzeichnis „Radioaktive Gegenstände“ erstreckten sich über fünf Größenordnungen.

Angesichts der fehlenden durchgängigen Verifizierung von Aktivitätsangaben – d.h. gerade auch der Maximalwerte – kann die Zugrundelegung der Extremwerte bei einer retrospektiven Arbeitsplatzbetrachtung in der Dosisbetrachtung zu Bundeswehr eigenen Szenarien führen. Der Rückgriff auf verfügbare arbeitsplatzbezogene Messungen der Dosisleistung ist für Rekonstruktionen der Expositionsverhältnisse mithin unabdingbar.

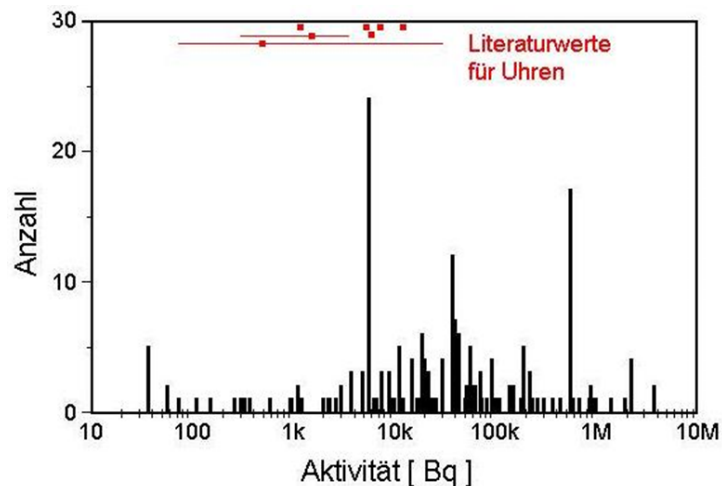


Abb. 3: Anzahl der Nennungen von Ra-226-Aktivitätswerten im Verzeichnis ‚Radioaktive Gegenstände‘ (Archivversion) als Funktion der Aktivität. Im oberen Teil Bereich sind Literaturwerte für Uhren angegeben.

Systematik der Dosisermittlung bei externer Exposition

Systematische Arbeitsplatzuntersuchungen hinsichtlich Ra-226-haltiger Leuchtfarbe mit retrospektiver Dosisermittlung im Rahmen von Versorgungsverfahren wurden erst im Zuge der Aufklärung der Arbeitsplatzverhältnisse Radar zahlreicher. Die Forderung der Aufklärung der Arbeitsplatzverhältnisse an Radargeräten ging wiederum zurück auf eine Forderung im Bericht des Arbeitsstabes Dr. Theo Sommer, der den Umgang der Bundeswehr mit Gefährdungen –explizit: Uranmunition, Radar und Gefahrstoffe— untersucht hatte. In dem im Juni 2001 erschienenen Abschlussbericht [4] wurde die Einwirkung ionisierender Röntgenstrahlung an Radargeräten als unzweifelhaft dargestellt und es wurde empfohlen, diese Einwirkungen umgehend aufzuklären. Das Vorkommen radioaktiver Leuchtfarbe an Radargeräten wird im Abschlussbericht des Arbeitsstabes Dr. Theo Sommer nur in einer Fußnote abgehandelt und ein weitgehender Untersuchungsbedarf wird für diese Einwirkung nicht formuliert.

In den gerätespezifischen Untersuchungen hat die Arbeitsgruppe Aufklärung der Arbeitsplatzverhältnisse Radar (AG Radar) das Vorkommen radioaktiver Stoffe in Leuchtfarben an Radargeräten mit erfasst und in den jeweiligen Ergebnisberichten dokumentiert.

Außer in Leuchtfarben konnten radioaktive Stoffe in Radargeräten auch in Elektronenröhren vorkommen. Dies sind hauptsächlich Sende-/Empfangsumschalter (Transmitter-Receiver-Umschalter, TR-Zellen): TR-Zellen sind passive Bauelemente im Hohlleitersystem der Radaranlage, in denen die mit radioaktiven Stoffen erreichte Vorionisation der Luft im Hohlleiter zum Kurzschluss des empfindlichen Empfängereingangs bei Anliegen des leistungsstarken Sendepulses an derselben Antenne erreicht wird.

Die auf Empfehlung des Bundestages 2002 eingerichtete unabhängige Expertenkommission zur Frage der Gefährdung durch Strahlung in früheren Radareinrichtungen der Bundeswehr und der NVA (Radarkommission) hat die Arbeitsplatzuntersuchungen zur möglichen Exposition ehemaliger Beschäftigter durch radioaktive Stoffe ebenfalls untersucht und festgestellt, dass sich die Dosisbetrachtung auf Ra-226-haltige Leuchtfarbe konzentrieren kann (Bericht der Radarkommission, [5] Abschnitt 9.1.2 Seite 131). An gleicher Stelle hat sie angemerkt, dass die AG Radar keine Methodik zur systematischen Erfassung Radium-haltiger Leuchtfarben an Radargeräten entwickelt habe. In den Verfahrensempfehlungen ([5], 9.3.2, Seite 138) empfiehlt die Radarkommission:

- (i) *Für die Bestimmung der externen Exposition sind für die von der AG RADAR erfassten Radargeräte mit radiumhaltigen Leuchtfarben die in den entsprechenden Teilberichten dokumentierten Aktivitäten und Ortsdosisleistungen zu Grunde zu legen. ...*
- (ii) *Für Radargeräte, für die die Verwendung radiumhaltiger Leuchtfarben nicht dokumentiert, aber von der Bundeswehr auch nicht durch einen geeigneten Nachweis ausgeschlossen werden kann, ist für die Ersatzdosisermittlung von der Exposition durch ein leuchtfarbenhaltiges Ziffernblatt auszugehen. Dabei kann die im Teilbericht der AG RADAR zum AN/CPN-4 dokumentierte Ortsdosisleistung angesetzt werden.*

Als ein wichtiges Beispiel für (i) sei hier das Cockpit des Kampfflugzeuges F-104 G (Starfighter) erwähnt. Dort war außer der Gruppe der Piloten auch ein großer Kreis

ehemaliger Beschäftigter aus den Bereichen Avionik und Flugzeugtechnik bei Bodenprüfläufen, Inspektions- und Wartungs- und Reparaturarbeiten tätig.

Zur Ortsdosisleistung im Cockpit liegt das Ergebnis einer mit einer Ionisationskammer im Jahr 1963 am Pilotensitz durchgeführten Messung vor. Sie ergab den Wert von $3 \mu\text{Sv/h}$, der als Grundlage der Dosisfestlegung für Kopf und Körperstamm bei ehemals am Waffensystem F-104 G beschäftigten für Cockpitzeiten gilt. In diese im entsprechenden Teilbericht der AG Radar [6] erarbeitete Dosisermittlung waren Auskunftspersonen aus dem Kreis des Bundes für die Unterstützung Radargeschädigter beteiligt.



Abb. 4: Ansichten des Cockpits des F-104 G (Quelle Schirmer)

Zur Empfehlung (ii) der Radarkommission ist der Teilbericht der AG Radar zum Radargerät AN/CPN-4 maßgeblich [7]. Dort sind für die Ortsdosisleistung an Konsolenarbeitsplätzen nur Vergleichswerte angegeben. Zum AN/CPN-4 waren Messungen der Ortsdosisleistung der Röntgenstörstrahlung zwar verfügbar, in den Protokollen gab es auch Hinweise auf Ra-226-haltige Leuchtfarben an den Konsolen. Es wurde auch vermerkt, dass es Radargerätekonsolen des AN/CPN-4 gab, an denen keine Ra-226-Leuchtfarbe vorkam. Da die Messwerte der Dosisleistung ohne verwertbare Angaben zum Aufpunkt der Messung (Abstand zur Konsole) waren, aus denen Dosisleistungswerte für eine Arbeitsplatzbewertung ableitbar waren, hatte die AG Radar beim AN/CPN-4 auf besser dokumentierte Werte an Konsolen der Radargeräte des Typs AN/FPN-33/36 zurückgegriffen und das mit der Gleichheit des Herstellers begründet.

Die Umsetzung der Empfehlung (ii) des Berichtes der Radarkommission für die Dosisfestlegung in Versorgungsverfahren macht es notwendig, aus den Dosisleistungsangaben für zwei Aufpunkte im Teilbericht zum AN/CPN-4 belastbare Dosisleistungswerte an Punkten vor der Konsole zu bestimmen, an denen sich Organe oder Teilkörperbereiche von Operatoren befunden haben. Dazu wurden ergonomisch nachvollziehbare Körperhaltungen und Abstände zu dem insgesamt sechsfach am Arbeitsplatz AN/CPN-4 vorkommenden Grundelement Kompassring mit Ra-226-haltiger Leuchtfarbe angesetzt. Abb. 5 zeigt die in einem Trailer aufgebauten Konsolenarbeitsplätze des Landeanflug-Radargerätes.

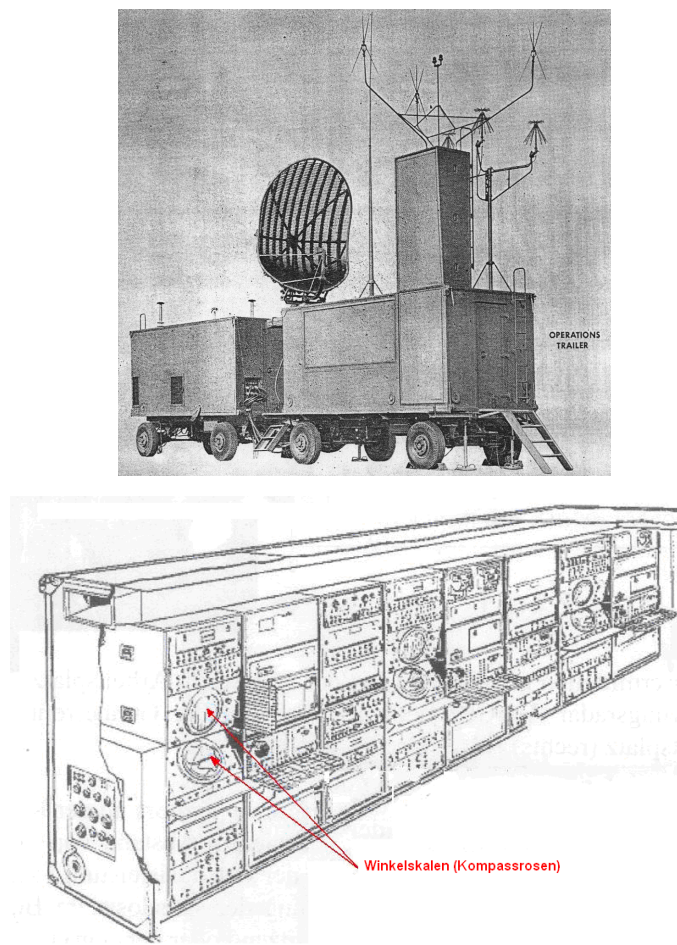


Abb. 5: Ansicht der insgesamt drei Konsolenarbeitsplätze für Radaroperatoren im Trailer des AN/CPN-4. Rechts neben jedem Radarkonsolenarbeitsplatz befinden sich Arbeitsplätze für Funker (Quelle Schirmer)

Abb. 5 zeigt das Ergebnis einer Messung der Ortsdosisleistung als Funktion des Abstandes auf der Zentralachse zusammen mit der für diese Richtung analytisch darstellbaren Funktion für eine einzelne Kompassrose [8]. Für die Überlagerung der Dosisbeiträge von insgesamt sechs Kompassrosen an einem Arbeitsplatz des AN/CPN-4 wurde das im Folgenden skizzierte numerische Verfahren gewählt.

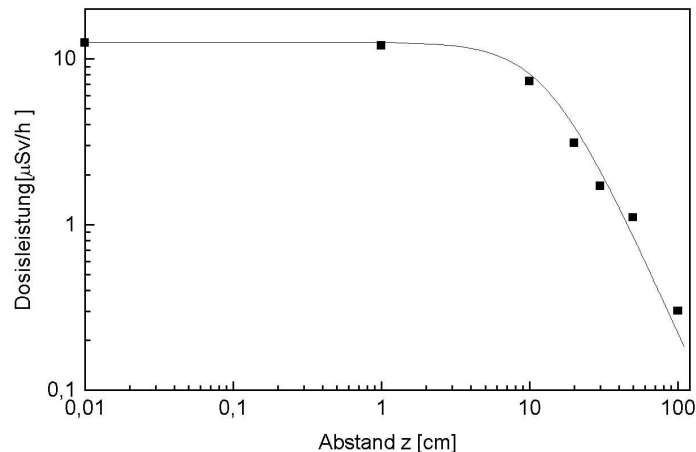


Abb. 6 Messwerte der Ortsdosisleistung auf der Symmetrieachse einer verfügbaren Kompassrose des AN/FPN-33/36 als Funktion des Abstandes zum Mittelpunkt. Die durchgezogene Linie ist die Anpassung der Formel [8].

Im nächsten Schritt wurde das auf einer Kompassrose befindliche Aktivitätsinventar rechnerisch in Segmente zerlegt, deren Einzelbeiträge zur Ortsdosisleistung an einem beliebigen Aufpunkt vor der Konsole wiederum rechnergestützt ermittelt werden können. Abb. 7 zeigt den Vergleich der für die Dosisleistungsberechnung gewählten Diskretisierung mit dem auf der Symmetrieachse der Kompassrose in einer geschlossenen Formel berechenbaren Verlauf [9].

In Tabelle 1 sind beispielhaft Werte der Dosisleistung an Punkten angegeben, an denen sich Teilkörperbereiche oder Organe von Operatoren befanden, die bei normaler Körperhaltung an Konsolen der Radargeräte AN/CPN-4 gearbeitet haben.

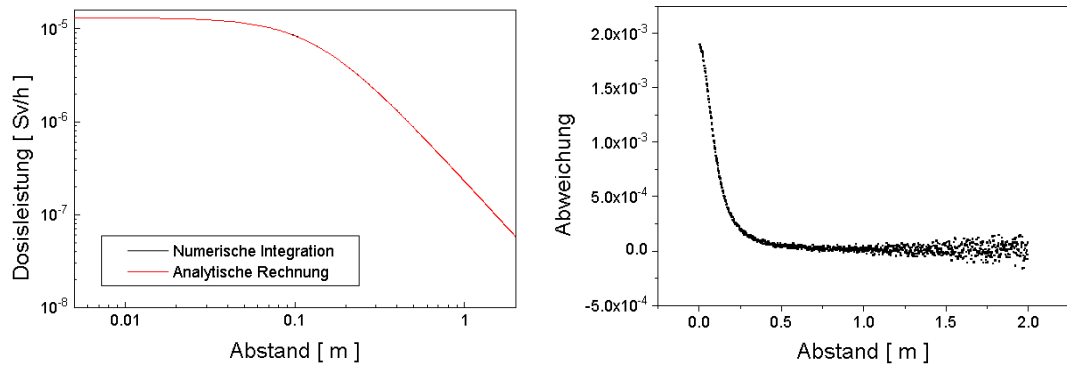


Abb. 7: Vergleich des analytisch berechneten mit dem bei der gewählten Diskretisierung numerisch berechneten Verlaufes der Dosisleistung auf der Symmetrieachse der Kompassrose (links). Numerisch und analytisch berechnete Kurven sind bei der verwendeten Strichdicke nicht unterscheidbar, die Abweichung der beiden Werte liegt durchweg unter 0,2 % (rechts).

Die Angabe der Wertebereiche der Dosisleistungswerte (Dosisgröße Photonen-Äquivalentdosis, Formelzeichen H_x) spiegelt die Unsicherheit in der Höhe der Positionierung der Organe wieder, bei praktischen Dosisberechnungen im Einzelfall wird im Sinne der Konservativität der höhere Wert angesetzt. Die Angabe erfolgt auf drei Stellen und entspricht der Genauigkeit, mit der im Verfahren der Einbindung der Betroffenen die jährlichen Arbeitsstunden festgelegt wurden.

Tabelle 1: Werte der Ortsdosisleistung an Aufpunkten, an denen sich Organe der Operatoren befunden haben.

Nr	Organ	Ortsdosisleistung dH_x/dt [$\mu\text{Sv/h}$]	
1	Kopf	3,05	
2	Magen	2,32 ... 2,56	
3	Dickdarm	2,07 ... 2,32	
4	Testes, Prostata, Blase	1,76 ... 1,78	

Im Ergebnis ergibt sich sowohl für die nach Empfehlung (i) als nach (ii) ermittelten retrospektiven Dosiswerte zur externen Exposition, dass dadurch für übliche Arbeitsplätze und übliche Arbeitszeiten keine Dosiswerte erreicht werden, die für eine Ursächlichkeit einer bösartigen Neubildung ausreichen [10] [11].

Dosis infolge Ingestion Ra-226-haltiger Leuchtfarbpartikel

Im Bericht der Radarkommission wird die externe Strahlenexposition gegenüber Radiumleuchtfarbe als gering eingestuft, es wird im Gegensatz dazu aber darauf verwiesen, dass inkorporierte Radionuklide zu einer erheblichen Dosis führen können. Für den Nutzungszeitraum vor 1980 stellt die Radarkommission fest, dass es im Einzelfall bei Ausbesserungsarbeiten von Leuchtfarbmarkierungen ohne adäquate Strahlenschutzvorkehrungen zu hohen Belastungen gekommen sein kann. Dieses Fazit hat die Radarkommission aus den ‚Hearings‘ gezogen, in denen ehemalige Radartechniker solche Tätigkeiten geschildert hatten.

Zur möglichen Folgedosis bei Bedienvorgängen durch Ingestion abgeriebener Leuchtfarbpartikel hatte die Radarkommission Abschätzungen der AG Radar zur Folgedosis eines Bedienvorganges von 3 μSv als plausibel angesehen⁶. Diese Abschätzung ergab sich aus der Auswertung technischer Wischtests an Hauptschaltern (wie in Abb. 1 dargestellt). Die mögliche Folgedosis aus Inkorporationen nach Bedienvorgängen wurde inzwischen eingehender untersucht mit dem Ergebnis, dass bei Bedienvorgängen weit weniger Aktivität abgewischt wird als bei einem technischen Wischtest und dass der Transferfaktor von Haut (Finger) zu Haut (Mund mit Magen-Darm-Trakt) den Wert von 0,3 nicht überschreitet [12]. Als Ergebnis ergibt sich, dass auch bei sehr häufigen Bedienvorgängen die jährliche effektive Folgedosis durch Bedienvorgänge mit 70 μSv sehr weit unter dem zulässigen Wert (1 mSv) bleibt.

Zur Problematik des Umganges mit offener Ra-226-haltiger Leuchtfarbe führt die Radarkommission aus [4], Seite 36:

⁶ Bei 300 Bedienvorgängen (pro Jahr) wird somit der Dosiswert von 1 mSv nicht überschritten

Bei bekannter Häufigkeit des möglichen Umgangs mit offener Ra-226-Aktivität, der jeweils durchgeführten Tätigkeit und des Bruchteils der dabei inkorporierbaren Aktivität ließe sich im Einzelfall eine Dosisabschätzung vornehmen. Nach der Auffassung der Kommission ist dies aber nicht möglich, da die betreffenden Informationen fehlen.

Mit der Umsetzung der Empfehlungen des Berichtes der Radarkommission wurden in Einzelfällen Ausbesserungsarbeiten mit offener Ra-226-haltiger Leuchtfarbe durch Radartechniker ohne besondere Strahlenschutzmaßnahmen vorgetragen. Im Ergebnis der auch von der Bundeswehr intensiv dazu betriebenen Recherche konnte kein Hinweis gefunden werden, dass offene Ra-226-haltige Leuchtfarbgebände als Versorgungsartikel z.B. in einem Ersatzteilkit verfügbar waren. Im Ergebnis war bisher festzustellen, dass das Fehlen von Information am Einfachsten mit dem Fehlen der gesuchten Ra-226-Leuchtfarb-Gebinde zu erklären ist.

Zusammenfassung

In der retrospektiven Arbeitsplatzbewertung hinsichtlich der möglichen Exposition gegenüber Ra-226-haltigen Leuchtfarbmarkierungen wurden im Bericht der Radarkommission für die betreffenden Arbeitsplätze im Bereich Radar Empfehlungen zur Berechnung von Dosiswerten gegeben. Für die externe Exposition sind entweder verfügbare Dosisleistungswerte anzusetzen oder es sind, wenn diese nicht vorliegen und gleichzeitig das Vorkommen von Ra-226-haltiger Leuchtfarbe nicht auszuschließen ist, Vergleichswerte anzusetzen. Für letzteres wurde inzwischen eine auf einer numerischen Berechnung basierende Dosisfestlegung etabliert. Ein einfacheres Verfahren ist nicht adäquat, weil an dem von der Radarkommission empfohlenen Referenzplatz (Konsole des Flugsicherungs-Radargerätes AN/CPN-4) eine komplexe Anordnung von Leuchtfarbmarkierungen angetroffen wird.

Insgesamt liegen die Dosiswerte auch bei langen Arbeitszeiten in Bereichen, in denen eine Ursächlichkeit bösartiger Erkrankungen ausschließbar ist.

Zur Dosisermittlung infolge Inkorporation von Leuchtfarbpartikeln bei Bedienvorgängen wurde das Szenario aus Abrieb und Transfer von Ra-226-Aktivität

eingehend untersucht. Im Ergebnis ergibt sich, dass die damalige Dosisabschätzung der AG Radar, die die Radarkommission für plausibel gehalten hat, weit (um mehr als den Faktor 10) über dem Dosiswert der realistischen Untersuchung liegt.

Zu Verwendung offener Ra-226-haltiger Leuchtfarbgebinde als Arbeitsmittel von Radartechnikern hat es trotz intensiver Recherchen auch aus dem Kreis der Antragsteller, die entsprechende Belege nicht unterdrückt hätten, keine Nachweise gegeben.

Referenzen und Anmerkungen

- [1] Y. Murayama, Other phosphors, in: S. Shionoya, W.M. Yen (Hrsg.) Phosphor Handbook, Boca Raton, FL: CRC Press, 1999, 651-658
- [2] Allgemeiner Umdruck Nr 76 (AU 76), Verzeichnis Radioaktive Gegenstände, herausgegeben vom Materialamt der Bundeswehr, später: Logistikamt der Bundeswehr
- [3] www.ornl.gov/ptp/collection/radioluminescent/radioluminescentinfo.htm
- [4] Die Bundeswehr und ihr Umgang mit Gefährdungen und Gefahrstoffen, Uranmunition, Radar, Asbest, Bericht des Arbeitsstabes Dr. Sommer, 21. Juni 2001
- [5] Bericht der Expertenkommission zur Frage der Gefährdung durch Strahlung in früheren Radareinrichtungen der Bundeswehr und der NVA (Radarkommission), Berlin, 02. Juli 2003
- [6] Starfighter F-104 G Radaranlage F 15 B-A/D NASARR, Teilbericht, 24.02.2002, Arbeitsgruppe Aufklärung der Arbeitsplatzverhältnisse Radar
- [7] Flugsicherungsradargerät AN/CPN-4, Teilbericht, 13.05.2002, Arbeitsgruppe Aufklärung der Arbeitsplatzverhältnisse Radar

- [8] siehe z.B. H. G. Vogt, H. Schultz, Grundzüge des praktischen Strahlenschutzes, 5. Auflage, Hanser (dort Diagramm 15.18), explizit ist die Formel angegeben in: Strahlen-schutz, Lehrbuch für die Angehörigen der Nationalen Volksarmee, der Grenztruppen der DDR und der Zivilverteidigung, Militärverlag der Deutschen Demokratischen Republik
- [9] Die Ortsdosisleistung in einem beliebigen Punkt r_i ergibt sich als Summation über Dosisbeiträge dH_j genügend klein gewählter Aktivitätsanteile A_j an den Punkten r_j gemäß der dafür geltenden $1/r^2$ -Abstandsabhängigkeit:

$$H_i = \sum_j dH_j = \Gamma \sum_j \frac{dA_j}{|r_i - r_j|^2}.$$

Dabei ist Γ die Dosisleistungskonstante von Ra-226. Wesentlich für die numerisch erzielte Genauigkeit ist ein detaillierter Datensatz für die Aktivitäten $dA_j(r_j)$.

- [10] Für Ra-226 ändern sich Dosiswerte der Photonenäquivalentdosis H_x bei Umrechnung in die Umgebungsäquivalentdosis $H^*(10)$ unwesentlich (Umrechnungsfaktor 1,05) und die Berücksichtigung von Konversionsfaktoren für die Berechnung von Teilkörper- oder Organdosiswerten aus $H^*(10)$ ergibt in fast allen Fällen keine höheren Werte.
- [11] Ausführungen von Prof. Dr. R. Kirchner, Mitglied der Radarkommission, beim Symposium des Deutschen Bundeswehrverbandes in Berlin (22.01.2008)
- [12] A. Schirmer: Ingestion of 226-Ra from activated paints on military equipment: Transfer factors and doses, Health Physics **99** (2010), 568-571.

Anhang 4: Die Sicht der Versorgungsverwaltung des Bundesverteidigungsministeriums

Dr. Michael Saalfeld

I. Einleitung

Im Sommer 2002 hatte das BMVg auf Ersuchen des Verteidigungsausschusses des Deutschen Bundestages eine aus unabhängigen Experten bestehende Radarkommission eingerichtet, deren Aufgabe es war, auf der Grundlage der bestehenden gesetzlichen Vorgaben Lösungswege für eine Entschädigung der Betroffenen aufzuzeigen. Im Ergebnis konnte die Radarkommission trotz eingehender Prüfung der relevanten Radargeräte keinen konkret nachweisbaren Zusammenhang zwischen der Tätigkeit am Radargerät und einer späteren Erkrankung feststellen; sie vertrat jedoch die Auffassung, dass beim Betrieb von Radaranlagen gesundheitliche Gefährdungen für das Personal in unmittelbarer Nähe der Sender, z.B. bei Reparaturarbeiten, unter bestimmten Bedingungen möglich waren. Sie hat in ihrem Bericht eine Wahrscheinlichkeitsprognose bzgl. der Erkrankungen vorgenommen, die in Folge der Arbeit an Radargeräten entstanden sein könnten.

Zur Lösung der Problematik empfahl die Radarkommission folgende vereinfachte Kriterien für die Anerkennung entsprechender Versorgungsanträge:

- Für eine Anerkennung als Wehrdienstbeschädigung qualifizierend sollen alle bösartigen (maligne) Tumorerkrankungen mit Ausnahme der Chronisch Lymphatischen Leukämie (CLL) und eine Trübung der Augenlinse (sog. Katarakt-Grauer Star) sein.
- Eine Anerkennung soll bei Radartechnikern und deren Unterstützungspersonal in Betracht kommen.

Beide Voraussetzungen müssen kumulativ vorliegen.

Der Abschlussbericht der Radarkommission wurde dem Vorsitzenden des Verteidigungsausschusses am 2. Juli 2003 übergeben; die Stellungnahme des BMVg zum Bericht billigte der Verteidigungsausschuss am 24. September 2003. Dieser Bericht bildet seitdem die Grundlage für die entsprechenden Versorgungsentscheidungen der Bundeswehrverwaltung.

Die Anerkennungskriterien im Bericht der Radarkommission sind auf Betreiben des Bundes zur Unterstützung Radargeschädigter e.V. durch die Bundeswehrverwaltung zugunsten der Betroffenen weit ausgelegt worden. So sind zum Teil auch Krankheitsbilder als für die Gewährung von Versorgungsleistungen „qualifizierend“ eingestuft, deren Verursachung durch ionisierende Strahlung eher unwahrscheinlich ist, z.B. Hodentumore oder Prostatakarzinome ab einer gewissen Altersstufe.

Darüber hinaus werden auch Anträge von Erkrankten anerkannt, bei denen ein sog. Konkurrenzrisikotatbestand vorliegt. Dies sind vor allem Fälle von Rauchern, die an Lungen- oder Bronchialkarzinomen erkrankt sind.

II. Entwicklung der Bearbeitung der Wehrdienstbeschädigungsverfahren

1. Neue Erkenntnisse zur Chronisch-Lymphatischen-Leukämie (CLL)

Die Bundeswehrverwaltung berücksichtigt bei ihren Entscheidungen stets den aktuellen wissenschaftlichen Stand. So wird in der am 19. Dezember 2011 veröffentlichten wissenschaftlichen Stellungnahme des Ärztlichen Sachverständigenbeirats beim Bundesministerium für Arbeit und Soziales (BMAS) zu der Berufskrankheit Nr. 2402 „*Erkrankung durch ionisierende Strahlen*“ die Strahleninduzierbarkeit der CLL nunmehr als „niedrig“ eingestuft und nicht mehr – wie in der Vergangenheit – generell verneint. Vor diesem Hintergrund hat die Bundeswehrverwaltung 29 bereits abgeschlossene CLL-Fälle erneut geprüft.

In 15 dieser Fälle konnte die Schwerpunktgruppe Radar beim Bundesamt für das Personalmanagement der Bundeswehr der jeweils zuständigen Landesversorgungsverwaltung die Anerkennung einer CLL als WDB-Folge vorschlagen. Davon wurden in 13 Fällen Bescheide unter Rücknahme der bestandskräftigen Verwaltungsakte nach § 44 Sozialgesetzbuch Zehntes Buch (SGB X) erteilt; in zwei Verfahren ist keine weitere Prüfung erfolgt, da etwaig zu erbringende Leistungen der Ausschlussfrist nach § 44 Absatz 4 SGB X unterliegen, denn im Fall der Rücknahme können Sozialleistungen längstens vier Jahre rückwirkend gewährt werden.

Bei den Anträgen von ehemaligen Angehörigen der NVA hat die Überprüfung in einem Verfahren zu einer Anerkennung der CLL geführt. In zwei Fällen konnte eine Anerkennung mangels qualifizierender Tätigkeit nicht erfolgen, in drei Fällen fand keine weitere Prüfung statt, weil die Betroffenen verstorben waren.

2. Benigne (gutartige) Tumoren

Welche gutartigen Gewebeneubildungen als „benigne Tumoren“ i.S.d. wissenschaftlichen Stellungnahme des Ärztlichen Sachverständigenbeirats „Berufskrankheiten“ beim BMAS zu der Berufskrankheit Nr. 2402 anzusehen sind, ist bisher nicht geregelt. Im Hinblick auf die Strahleninduzierbarkeit von benignen Tumoren enthält die wissenschaftliche Stellungnahme des Sachverständigenbeirats lediglich die Aussage: *„Neben o.g. Spätschäden der Haut und der Atemwege sind vor allem Leukämien und andere maligne Tumoren, ggf. auch benigne Tumoren, als strahlenbedingte Spätschäden bedeutsam (s. Anhang 2)“*.

Der Anhang 2 enthält jedoch nur eine Tabelle mit dem Titel *„Strahlenempfindlichkeit der Organe im Hinblick auf das Risiko für bösartige Tumoren“*; benigne Tumoren sind nicht aufgeführt.

Zur Präzisierung der Thematik „Entstehung gutartiger Tumoren nach Strahlenexposition“ hat die Strahlenschutzkommission des Bundesministeriums für Umwelt,

Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit eine entsprechende Arbeitsgruppe einberufen, die ihre Arbeit vor kurzem aufgenommen hat. Die Erarbeitung der Stellungnahme wird voraussichtlich mindestens zwei Jahre in Anspruch nehmen.

3. Erbschäden bei Kindern von sog. „Radarsoldaten“

Hinsichtlich der Erbschäden bei Kindern von sog. „Radarsoldaten“ wurde seit dem Bericht der Radarkommission von dem Bestehen der grundsätzlichen Möglichkeit einer strahleninduzierten Mutation in den Keimzellen, welche zu Erbschädigungen bei den Nachkommen führen könne, ausgegangen. In den wenigen bisher anhängigen Verfahren ehemaliger Radartechniker und ihrer Angehörigen konnten jedoch nur vergleichsweise niedrige, retrospektiv ermittelte Strahlenexpositionen für die Abschätzung des genetischen Risikos der Nachkommen bestätigt werden, die weit unter den Grenzen der Wahrscheinlichkeit eines entsprechenden Kausalzusammenhangs liegen.

In Wehrdienstbeschädigungsverfahren muss die Wahrscheinlichkeit der Krankheitsverursachung mindestens 50 % betragen. Generell beträgt die Wahrscheinlichkeit, dass in einem weitergegebenen Genom ein mutiertes Gen vorhanden ist, bei einer sehr hohen Dosis von 1 Sievert (Sv) ($1 \text{ Sv} = 1000 \text{ mSv}$) 1:12000. Bei derart hohen Strahlendosen von mehr als 1 Sv treten bei Betroffenen aber deterministische Strahlenschäden (etwa Erbrechen, Haarausfall oder Geschwüre) im Rahmen der akuten Strahlenbelastung sowie Sterilität auf. Hieraus folgt, dass bei den ehemaligen Radartechnikern der Bundeswehr genetische Schädigungen der Nachkommen auf Grund des vorstellbar maximalen Dosisbereichs einer möglichen Strahlenexposition sehr unwahrscheinlich sind.

4. Übernahme der Beschädigtenversorgung von den Ländern

Aufgrund des Gesetzes zur „Übertragung der Zuständigkeiten der Länder im Bereich der Beschädigten- und Hinterbliebenenversorgung nach dem Dritten Teil des Soldatenversorgungsgesetzes auf den Bund“ vom 15. Juli 2013 ist die Bundeswehrverwaltung seit dem 1. Januar 2015 auch für die Gewährung von Renten- und Heilbehandlungsleistungen an ehemalige Bundeswehrsoldaten und ihre Hinterbliebenen zuständig; ab dem 1. Januar 2016 wird die Übernahme der Zuständigkeit für die Leistungen der Kriegsopferfürsorge folgen. Mit dieser Übernahme

der Zuständigkeiten kann eine einheitliche Rechtsanwendung des SVG – auch unter Berücksichtigung der Besonderheiten der Auslandseinsätze der Bundeswehr – sichergestellt und eine Beschleunigung der Bearbeitungszeiten sowie eine Entbürokratisierung erreicht werden („Versorgung aus einer Hand“). Den Versorgungsberechtigten wird die Orientierung erleichtert, da sie künftig nur noch die Bundeswehrverwaltung als Ansprechpartner haben, unabhängig davon, ob sie sich noch im Wehrdienstverhältnis befinden oder bereits ausgeschieden sind.

Eine materiell-rechtliche Änderung der Versorgungsleistungen ist mit der Übertragung der Zuständigkeiten nicht verbunden. Die Aufgaben werden im Bundesamt für das Personalmanagement der Bundeswehr (BAPersBundeswehr) wahrgenommen.

Damit ist das BAPersBundeswehr nunmehr auch in allen Radarfällen originär zuständig, unabhängig davon, ob sich die Erkrankung des Antragstellers noch während des Wehrdienstverhältnisses manifestiert hat oder erst danach. Bei den laufenden Gerichtsverfahren in Radarsachen tritt der Bund nunmehr in die Beklagtenstellung ein, sofern diese bisher bei den Ländern lag.

III. Aktueller Stand der Versorgungs- und Schadensersatzverfahren (Stand Februar 2015)

1. Versorgungsverfahren

Bei den zuständigen Stellen gingen bis heute 2.949 Versorgungsanträge aller Statusgruppen und Hinterbliebenen einschließlich des Bereichs der ehemaligen NVA ein (zzgl. rd. 1.100 Anträge bei der Unfallversicherung Bund und Bahn, ehemals Unfallkasse des Bundes⁷). Es handelt sich um Berufs- und Zeitsoldaten, Wehrpflichtige, Beamte und Arbeitnehmer.

Auf der Grundlage des Berichts der Radarkommission konnten bis heute insgesamt 778 Anerkennungen in Versorgungsverfahren ausgesprochen werden. Dies sind gut 26 %

⁷ Eine Auswertung der Antragszahlen (Anzahl der Anerkennungen, Ablehnungen etc.) ist aus der von der Unfallversicherung Bund und Bahn genutzten Bearbeitungssoftware nicht möglich; eine bis Ende 2013 manuell geführte Liste wurde aus datenschutzrechtlichen Gründen eingestellt.

der gestellten Anträge. Unmittelbar nach Veröffentlichung des Berichts der Radarkommission im Jahre 2003 konnten auf der Grundlage der Kriterien des Radarberichts von damals 1.800 Anträgen insgesamt 180 (10 %) anerkannt werden, so dass sich die Anerkennungsquote mehr als verdoppelt hat. In 1.945 Versorgungsverfahren mussten die Anträge trotz der Beweiserleichterungen im Bericht der Radarkommission als unbegründet abgelehnt werden. In 185 Fällen haben sich die Verfahren erledigt, z.B. weil die Antragsteller ihre Anträge zurückgezogen haben oder die Verfahren wegen fehlender Mitwirkung der Antragsteller abgeschlossen wurden. In 41 Verfahren dauert die Erstbearbeitung des Antrages noch an. Hierbei handelt es sich um Anträge, bei denen die Erkrankungen der Antragsteller erst jetzt aufgetreten sind oder um nachträglich gestellte Anträge. Offene Altfälle, in denen nicht zumindest eine Erstentscheidung getroffen wurde, gibt es nicht.

a) Ergebnisse in den gerichtlichen Verfahren bei den Soldaten, Beamten und Arbeitnehmern der Bundeswehr sowie den ehemaligen Zeit- und Berufssoldaten der NVA

Von nunmehr insgesamt 416 gerichtlichen Radarverfahren haben die Antragsteller bisher in acht Verfahren rechtskräftig obsiegt. Die Bundeswehr-verwaltung bzw. die Länderbehörden haben in 126 Fällen rechtskräftig obsiegt.

In 154 Fällen wurde die Klage zurückgenommen. 15 Klageverfahren endeten durch Vergleich und 30 durch Klaglosstellung bzw. Anerkenntnisse. In zwei Fällen kam es zu einem Beklagtenwechsel aufgrund des BSG-Urteils vom 29. April 2010⁸ und acht Fälle haben sich auf sonstige Weise erledigt; vier sind durch Teilanerkennnis bzw. teilweises Unterliegen beendet worden.

In erster Instanz sind derzeit noch 29 Verfahren anhängig, in denen der Bund Beklagter ist und 16 Verfahren, in denen die jeweils zuständige Landesbehörde Beklagte und der Bund beigeladen war (hier ist der Bund aufgrund der Zuständigkeitsübertragung zum 1. Januar 2015 in die Stellung des Beklagten eingetreten, vgl. oben II 4).

⁸ Mit Urteil vom 29. April 2010 (Az B 9 VS 2/09) hatte das Bundessozialgericht entschieden, dass für die Entscheidung über eine Gesundheitsstörung, die sich erst nach Beendigung des Wehrdienstes manifestiert hat, nicht die Bundeswehrverwaltung, sondern die jeweilige zivile Landesversorgungsverwaltung zuständig ist.

Von den 24 noch offenen Verfahren in zweiter Instanz wurde in 20 Fällen Berufung durch die Klägerseite eingelegt und in vier Fällen durch die Bundeswehrverwaltung bzw. die Länderbehörden. Soweit die Bundeswehrverwaltung bzw. die Länderbehörden in Radarverfahren Rechtsmittel eingelegt haben, stützt sich die Begründung im Wesentlichen auf grundsätzliche Aspekte im Zusammenhang mit den Kriterien des Berichts der Radarkommission vom 2. Juli 2003 und deren Auslegung, wie bei der Frage des Vorliegens einer qualifizierenden Tätigkeit oder einer qualifizierenden Erkrankung oder in Fällen der unzutreffenden Annahme einer Beweislastumkehr durch die erstinstanzlichen Gerichte.

b) Ergebnisse in den sozialgerichtlichen Verfahren bei den Verfahren der Unfallkasse des Bundes (ehemalige Grundwehrdienstleistende der NVA)

Für diese Verfahren kann ebenfalls keine Aussage getroffen werden, weil von dort verlässliche statistische Angaben nicht bereitgestellt werden können.

2. Zivilrechtliche Schadenersatzverfahren

In den zivilrechtlichen Verfahren begehren die Antragsteller die Gewährung von Schadensersatz und Schmerzensgeld. Bislang sind bei der Bundeswehrverwaltung insgesamt 1.447 Anträge auf Schadensersatz gestellt worden. Davon wurde keinem Antrag stattgegeben. In 41 Fällen haben die Antragsteller gegen die Ablehnungsbescheide Klage erhoben; alle Klagen wurden rechtskräftig zurückgewiesen.

Anhang 5: Die Deutsche Härtefallstiftung

Sven Beuster

1.1 Errichtung und Rechtsformwechsel

Mit der Unterzeichnung des Treuhandvertrages zwischen dem Bundesministerium der Verteidigung und dem Soldatenhilfswerk der Bundeswehr e.V. (SHWBundeswehr e.V.) am 22. Mai 2012 wurde unter der Trägerschaft des SHWBundeswehr e.V. die nicht rechtsfähige "Treuänderische Stiftung zur Unterstützung besonderer Härtefälle in der Bundeswehr und der ehemaligen NVA" (Kurzfassung: "Härtefall-Stiftung") zu dem Zweck errichtet, insbesondere krankheitsbedingt entstandene persönliche und/oder wirtschaftliche Härten abzumildern.

Auf der Grundlage des Stiftungsvertrages und der Satzung für die „Härtefall-Stiftung“ kann in besonderen Härtefällen durch eine finanzielle Unterstützung Hilfe geleistet werden.

Der mildtätige Zweck wurde gemäß § 2 Abs. 2 der Stiftungssatzung erfüllt durch die finanzielle Unterstützung von aktiven und ehemaligen Angehörigen der Bundeswehr sowie von ehemaligen Angehörigen der Nationalen Volksarmee der DDR (NVA) außerhalb des geltenden Versorgungsrechts, um in besonderen Härtefällen, die aufgrund der Ausübung der dienstlichen Pflichten entstanden sein könnten, Hilfe zu leisten. Die Unterstützungsleistung kann insbesondere Angehörigen der Bundeswehr und der ehemaligen NVA, die bis in die 80er Jahre ionisierender Strahlung durch Radargeräte und sonstiges Wehrmaterial ausgesetzt sein konnten und schwer erkrankt sind, sowie in Fällen sonstiger, insbesondere einsatzbezogener Gesundheitsschädigungen auf Antrag gewährt werden. Auch Hinterbliebene oder Angehörige des genannten Personenkreises können Empfänger von Unterstützungsleistungen sein.

Mittlerweile wurde nach drei Jahren der Stiftungstätigkeit die treuhänderische Stiftung aus Gründen der nicht anders zu gewährleistenden Binnenpublizität innerhalb der Bundeswehr in eine rechtsfähige Stiftung umgewandelt. Deswegen hatte der

Stiftungsrat der treuhänderischen Stiftung mit Beschluss vom 16. März 2015 die Umwandlung beschlossen. Am 19. Mai 2015 wurde die Satzung der rechtsfähigen Stiftung und der Treuhandaufhebungsvertrag gemeinsam unterzeichnet. Am 31. Juli 2015 hat die als Nachfolgerin umbenannte Deutsche Härtefallstiftung durch Anerkennungsurkunde der Bezirksregierung Köln schließlich ihre Anerkennung als selbstständige Stiftung des bürgerlichen Rechts erlangt. Als Zweckbestimmung der rechtsfähigen Stiftung sieht auch die neue Satzung die Unterstützung von persönlich und /oder wirtschaftlich Hilfsbedürftigen, insbesondere die Unterstützung von aktiven und ehemaligen Soldaten sowie Reservisten und zivilen Angehörigen der Bundeswehr und der Nationalen Volksarmee der DDR außerhalb des geltenden Versorgungsrechts vor, um in besonderen Härtefällen, die aufgrund der Ausübung der dienstlichen Pflichten entstanden sein könnten, Hilfe zu leisten.

Die Unterstützung kann in allen Fällen im Dienst erlittener, insbesondere einsatzbezogener Gesundheitsschädigungen, auf Antrag gewährt werden. Auch Hinterbliebene oder Angehörige des betroffenen Personenkreises können Empfänger von Unterstützungsleistungen sein. Im besonderen Einzelfall kann eine Unterstützung auch in Härtefällen erfolgen, wenn sie dringend geboten erscheint.

Nur wirtschaftlich bedürftige Personen im Sinne des § 53 Absatz 1 Nummer 2 Abgabenordnung dürfen finanzielle Unterstützung erhalten.

1.2 *Finanzielle Ausstattung der „Härtefall-Stiftung“*

Das Stiftungsvermögen, welches vom Stifter (Bundesrepublik Deutschland, vertreten durch das Bundesministerium der Verteidigung) zugewendet worden ist, besteht aus dem in seinem Bestand dauernd und ungeschmälert zu erhaltenden Grundstockvermögen sowie dem Verbrauchsvermögen, welches zur Verwirklichung der Stiftungszwecke ganz oder teilweise verbraucht werden darf. Das Grundstockvermögen bestand anlässlich der Gründung der Stiftung aus einem Barvermögen in Höhe von Euro 5.000.000 (fünf Millionen), das Verbrauchsvermögen aus einem Barvermögen in Höhe von Euro 2.000.000 (zwei Millionen).

Am 14. Januar 2013 wurde das Stiftungsvermögen um weitere Euro 3.000.000 (drei Millionen) erhöht. Der Stiftungsrat hat am 28. Januar 2013 hierzu beschlossen, das Grundstockvermögen um zwei Millionen Euro und das Verbrauchsvermögen um eine Million Euro zu erhöhen.

2 *Zur aktuellen Antragssituation und den bislang erfolgten finanziellen Unterstützungsleistungen:*

Mit Durchführung der 20. Sitzung des Vergabeausschusses am 12. November 2015 konnten **261** Anträge abgeschlossen werden. Dabei wurden bisher dem Vergabeausschuss 237 Anträge vorgestellt und durch diesen entschieden, über 24 zwischenzeitlich erfolgte Antragsrücknahmen wurde dieser informiert, was sich im Detail u.a. aus den folgenden Schaubildern ergibt:

Von den bereits dem Vergabeausschuss mitgeteilten Anträgen entstammt insgesamt etwa 80 % der Fallgruppe der Radarstrahlengeschädigten, die somit den wesentlichen Anteil in der Gesamtstatistik ausmacht. Innerhalb dieser Fallgruppe stellen ehemalige Angehörige der Bundeswehr mit 113 Antragstellern, gefolgt von ehemaligen Angehörigen der NVA mit immerhin 86 Antragstellern, den größten Anteil dar. Die Anzahl der als Antragsteller hier registrierten PTBS-Geschädigten ist in jüngster Zeit sprunghaft auf 34 Antragsteller gestiegen (2 NVA, 18 ehemals Bundeswehr und 14 Aktive Bundeswehr), während die Fallgruppe der „sonstigen Gesundheitsbeschädigten“ eine kontinuierliche Entwicklung auf eine Antragstellerzahl von 24 genommen hat (2 NVA, 17 ehemals Bundeswehr, 3 Aktive Bundeswehr und 2 ehemalige Zivile Bundeswehr).

Von den 167 positiv abgeschlossenen Anträgen sind 121 Anträge dem Bereich der Radarstrahlengeschädigten, 32 Anträge dem Bereich der der PTBS-Geschädigten und 14 Anträge dem Bereich der sonstigen Gesundheitsbeschädigten zuzuordnen.

Innerhalb der 119 positiv abgeschlossenen Anträge aus der Fallgruppe der Radargeschädigten stammen 46 Anträge aus dem Bereich ehemaliger Angehöriger der NVA, 2 Anträge aus dem Bereich Bundeswehr und 73 Anträge

aus dem Bereich ehemaliger Angehöriger der Bundeswehr (davon 2 zivile Angehörige der Bundeswehr).

Insgesamt sind 33 der abgeschlossenen Anträge der Fallgruppe Angehörigen bzw. Hinterbliebenen dieser Radarstrahlengeschädigten zuzurechnen, die zum Zeitpunkt der Antragstellung bereits verstorben waren.

Die Fallgruppe der sonstigen Gesundheitsbeschädigten umfasst 1 ehemaligen Soldaten der NVA, 10 ehemalige Soldaten der Bundeswehr, 1 aktiven Soldaten der Bundeswehr sowie 2 ehemalige zivile Angehörige der Bundeswehr.

Die Fallgruppe der PTBS-Geschädigten umfasst 13 aktive und 19 ehemalige Soldaten, wovon zwei aus der ehemaligen NVA stammen.

Innerhalb der bisher im Vergabeausschuss vorgestellten und entschiedenen 237 Anträge **bewilligte** der Ausschuss für **167** Antragstellerinnen und Antragsteller Unterstützungsleistungen zwischen 1.000.- € und 109.000.- € in einer Gesamthöhe von **3.208.453,13 €**.

In insgesamt 70 Fällen wurde eine Unterstützungsleistung durch den Vergabeausschuss abgelehnt.

Dies betraf 59 Anträge aus der Fallgruppe der Radarstrahlengeschädigten (davon 32 ehemalige Angehörige der NVA und 27 ehemalige Angehörige der Bundeswehr).

Aus der Fallgruppe der sonstigen Gesundheitsbeschädigten sind 9 Anträge abgelehnt worden (1 ehemaliger Angehöriger der NVA, 7 ehemalige Soldaten der Bundeswehr, 1 aktiver Soldat der Bundeswehr).

Bei der Fallgruppe der PTBS-Geschädigten wurde je ein Antrag eines noch aktiven Soldaten und eines ehemaligen Soldaten abgelehnt.

In **24** Fällen sind die jeweiligen Anträge inzwischen von den Antragstellerinnen und Antragstellern **zurückgezogen** worden.

Davon sind 23 dem Bereich der Radarstrahlengeschädigten (8 ehemalige Angehörige der NVA, 13 ehemalige Angehörige der Bundeswehr, 1 ehemals

zivilen Angehöriger der Bundeswehr, 1 aktiver Soldat) zuzuordnen und 1 Antragsteller dem Bereich der sonstigen Gesundheitsbeschädigungen (aktiver Soldat der Bundeswehr).

Bei den 23 zurückgezogenen Anträgen der Fallgruppe der Radarstrahlengeschädigten sind insgesamt 8 der Anträge der Fallgruppe der Angehörigen bzw. Hinterbliebenen der Radarstrahlengeschädigten zuzuordnen, die zum Zeitpunkt der Antragstellung bereits verstorben waren.

Ein Großteil der Rücknahmen wurde damit begründet, dass eine Zahlung von Schmerzensgeld oder Entschädigung für dauerhaft erlittene Gesundheitsbeschädigung erwartet werde und nicht nur eine finanzielle Unterstützung - wie von den Stiftungsstatuten vorgesehen - in Härtefällen.

Die sonstigen Rücknahmen erfolgten nach Studium der Antragsunterlagen in Erkenntnis der Tatsache, dass die Satzung den persönlich vorgetragenen Fall nicht berücksichtige bzw. der Tatsache, dass man selbst nicht bedürftig im Sinne der Stiftungsgrundlagen sei.

Auffällig war, dass bei insgesamt 79 Antragstellerinnen und Antragstellern innerhalb der bisher eingegangenen Anträge die Erwartungshaltung darauf ausgerichtet war, eine Entschädigungs- oder Schmerzensgeldzahlung oder sonstige Wiedergutmachung erhalten zu können. Dies hängt mit der spezifischen historischen Gründungssituation der Stiftung und speziell den politischen Forderungen der Radarstrahlengeschädigten zusammen. Insofern wurde und wird die Stiftung auch immer als Instrument gesehen, auch in diesen Fällen Rechtsfrieden zu schaffen. Nach den Stiftungsstatuten selbst können jedoch nur Unterstützungsleistungen – und keine Entschädigung oder Schadensersatz – gewährt werden.

Der Mehrzahl dieser Antragstellerinnen und Antragsteller konnte durch weitere Erläuterungen der Stiftungsgrundlagen, insbesondere der Mildtätigkeitskriterien im Sinne von § 53 der Abgabenordnung (AO) zur erforderlichen Konkretisierung ihres jeweiligen „Härtefalls“ und somit zu einer weiteren Bearbeitung des Antrages verholfen werden.

Teilweise zeigte sich aber auf Seiten der Antragstellerinnen und Antragsteller eine fehlende Bereitschaft, der Geschäftsstelle die zur Bearbeitung der Anträge zwingend erforderlichen Daten, insbesondere diejenigen zur Konkretisierung des Härtefalls, der „Härtefall-Stiftung“ zu überlassen. Im Einzelfall hat dies zu erheblichen Verzögerungen der weiteren Bearbeitung der Anträge bis hin zu Antragsrücknahmen durch die Antragsteller geführt.

Es war und ist auch weiterhin immer wieder erforderlich, dass in teilweise sehr zeitintensiven, wiederholten telefonischen und schriftlichen Kontakten mit den Antragstellerinnen und Antragstellern diesen die Hintergründe und Möglichkeiten der Stiftung gem. Satzung und den hieraus erwachsenden Auflagen im Rahmen der Mittelvergabe dargelegt werden. Diese Tatsache ergibt sich alleine schon vor dem Hintergrund des teilweise deutlich fortgeschrittenen Lebensalters der Antragstellerinnen und Antragsteller aus der Gruppe „Radargeschädigte“.

Weitere, für die Arbeit der Stiftung entscheidende Rahmenbedingungen, konnten inzwischen geklärt werden. So hat das Finanzamt Bonn bestätigt, dass die Unterstützungsleistungen an die Antragsteller kein zu versteuerndes Einkommen im Sinne des EStG sind.

Auf Antrag des damaligen Treuhänders hat das Bundesministerium für Arbeit und Soziales (BMAS) für Leistungen der Sozialhilfe für Arbeitsuchende nach SGB II (=Hartz IV- Leistungen) festgestellt, dass die Unterstützungsleistungen der „Härtefall-Stiftung“ **nicht** als Einkommen in der Sozialhilfe für Arbeitsuchende zu berücksichtigen sind. Im Bund-Länder-Arbeitskreis Bundesauftragsverwaltung wurde durch BMAS darüber hinaus am 26. Juni 2013 den Vertretern der Länder und Kommunalen Spitzenverbände vermittelt, dass es sich bei den Geldleistungen aus der „Härtefall-Stiftung“ um eine zweckbestimmte Leistung nach § 83 Abs. 1 SGB XII handelt, die deshalb in der Sozialhilfe ebenfalls nicht anzurechnen ist.

Durch diese Regelungen kann nun auch Antragstellern mit einer finanziellen Unterstützungsleistung geholfen werden, die bislang nur Sachleistungen erhalten konnten.

3 Zusammenfassende Bewertung:

Die Deutsche Härtefall-Stiftung hat sich inzwischen als ein etabliertes, akzeptiertes und sehr wirkungsvolles Instrument erwiesen. Die Zahl von **237** bisher im Vergabeausschuss behandelten Anträgen, hiervon konnten bisher **167** Anträge positiv entschieden werden, unterstreicht diesen Sachverhalt nachdrücklich.

Es wurden finanzielle Unterstützungen von aktiven und ehemaligen Angehörigen der Bundeswehr und NVA sowie deren Angehörigen in einer Gesamthöhe von **3.208.453,13** gewährt (Stand 12.11.2015).

Diese Leistungen werden außerhalb des Versorgungsrechtes bereitgestellt.

Anfängliche Befürchtungen, die durch Regelungen von § 53 AO zwingend vorgegebenen Konkretisierungen der individuellen Härten der Antragstellerinnen und Antragsteller sowie die vorgegebenen Einkommensgrenzen, würden sich als unüberwindbare Hürden bei der Antragstellung erweisen, haben sich nicht bestätigt. Dennoch muss die Zahl der durch die Einschränkungen des § 53 AO nicht erfassten Personenkreises im Dunkeln bleiben.

Bei einem deutlichen Teil der Antragstellerinnen und Antragsteller aus der Gruppe der „Radaropfer“ besteht nach wie vor der eindeutige Wunsch nach einer pauschalen Entschädigungslösung anstelle der Härtefallregelung. Hier haben bereits intensive Einzelunterrichtungen der Betroffenen durch die Geschäftsstelle und weiteren Organe der Stiftung stattgefunden, mit teilweise Erfolg. Dieser Dialog wird fortgesetzt werden müssen.

Insgesamt ist von potentiell mehreren Tausend Anträgen aus dem Bereich „Radar“ zu rechnen. Im Bereich der PTBS-Geschädigten ist von einer hohen „Dunkelziffer“ und damit einer stetig steigenden Anzahl von Antragstellerinnen und Antragstellern zu rechnen. Satzung und Vergabekriterien werden weiter kontinuierlich den sich stellenden neuen Erfordernissen angepasst.

Ziel der Härtefallstiftung ist auch weiterhin eine zukunftsgerichtete, schnelle und unbürokratische Hilfe für Soldaten und deren Angehörigen in Notlagen und besonderen Härtefallsituationen, die im Zusammenhang mit dem Wehrdienst entstanden sein könnten.

Diese Stiftung, entstanden ursprünglich aus der politischen Notwendigkeit, bei der komplexen Fragestellung „mögliche Schäden durch Radarstrahlung“ bei ehemaligen Radartechnikern der Bundeswehr und NVA weitere Hilfeleistungen bereitstellen zu können, hat sich zunehmend auch als äußerst relevant für weitere Bereiche und Fragestellungen wehrdiensteigentümlicher, gesundheitlicher, wirtschaftlicher Folgen bei Soldaten und deren Angehörigen (u.a. auch PTBS) erwiesen.

Die weitere Entwicklung der Deutschen Härtefallstiftung wird diesen Sachverhalt unterstreichen.