

IPPNW 情報

電離放射線の危険について

2013年10月19日ドイツ、ウルム市で開催された専門家会議概要



電離放射線を原因とする健康被害について、医師や科学者たちは警鐘を鳴らしている。1ミリシーベルトという単位でも、放射線による発病リスクが高まることが証明されている。その線量以下では放射線が影響をもたなくなるという「しきい値」は存在しない。

2013年10月19日に、核戦争防止国際医師会議（IPPNW）ドイツおよびスイス支部の呼びかけによって、両国の放射線生物学、疫学、統計学、物理学の医師や専門家が集まった専門家会議が、ウルム市で開催された。ウルム市はアルバート・アインシュタインの出生地でもある。この会議では、電離放射線が低線量の領域で健康におよぼす危険に関する最新の科学見識について討議がなされた。

専門家グループは、放射線防護ガイドラインに最新の科学見識を反映させることを要請する。電離放射線は、健康に明白な被害をもたらすものである。そのような健康被害の中には、新たな疫学研究によって、予測し、定量化できるものもある。これまで電離放射線の健康リスクを評価する際には、広島・長崎の原爆被爆者を対象とした統計学的調査が基礎として用いられてきたが、この方法は今では時代遅れである。最少量の放射線ですえも疾患を引き起こす可能性をもつのである。

ウルム専門家会議の個別結論：

- 1) バックグラウンド放射線だけでも健康被害の引き起こされることは、疫学的に証明されている。
- 2) 医療診断を目的とした放射線の使用が引き起こす健康被害は、疫学的に証明されている。
- 3) 原子力エネルギーの利用や核実験は、疫学的に証明可能な健康被害を引き起こす。
- 4) 疫学研究の基本に集団線量の概念を用いることによって、低線量被ばくの領域における健康リスクを確実に予測し定量化することが可能である。
- 5) ICRP（国際放射線防護委員会）が未だに用いている広島・長崎で行なわれた研究を基本とするリスク係数の算定は、時代遅れである。
- 6) 被害を最少に抑止する原則を厳格に適用しながら、リスクに基づいた放射線防護コンセプトを導入する必要がある。

核戦争防止国際医師団ドイツ支部/ 社会的責任を果たすための医師団 (IPPNW)

Körtestraße 10, D-10967 Berlin, 2014年1月15日

編集者：ラインホルト・ティール (Reinhold Thiel) (ドイツ語出版責任者)、ヴィンフリート・アイゼンベルク (Winfrid Eisenberg)、ヘンリク・パウリッツ (Henrik Paulitz)

問い合わせメール：paulitz@ippnw.de

詳細情報はこちらをご参照ください：www.ippnw.de/atomenergie

1) バックグラウンド放射線だけでも、健康被害の引き起こされることは、疫学的に証明されている

低線量のバックグラウンド放射線（ラドンの吸入、大地および宇宙由来の放射線、食物とともに体内に摂取される自然放射線同位体）でさえ、健康被害を引き起こすことは、疫学的に証明されている。そのため、ある放射線量が「自然な」バックグラウンド放射線の線量域に収まっているから無害だとする論拠は、誤解を招くものである。¹⁻¹⁷

2) 医療診断を目的とした放射線の使用が引き起こす健康被害は、疫学的に証明されている

コンピューター断層撮影（CT）、また従来のエックス線検査のいずれにおいても、発がんリスクの高くなることが証明されている。（最もよく見られるのが乳がん、白血病、甲状腺がんや脳腫瘍である）。小児および思春期の若者は、成人に比較してより強い影響を受ける。とりわけ影響の大きいのは、出生前の胎児である。¹⁸⁻⁴⁰

診断を目的としたエックス線と核医学の使用は必要最小限に留め、低線量のCT機材のみを、厳密な適応状況に限って使用し、可能であれば常に超音波やMRI（核磁気共鳴画像法）を用いることが強く推奨される。

例えば、乳がんの遺伝的素因を持つ女性のように、特定の集団においては、放射線リスクはより高くなる。そのようなリスクを背負った女性には、エックス線を使ったスクリーニング検査を行なわないことが推奨される。⁴¹⁻⁴⁵

3) 原子力エネルギーの利用や核実験は、疫学的に証明可能な健康被害を引き起こす

核兵器の使用（2千回以上の核実験）や重大な原子力事故によって大量の放射性核種が放出され、広域に拡散したために、多くの住民がより高い放射線量にさらされることになった。

米国ネバダ州およびカザフスタンのセミパラチンスク核実験場付近、またチェルノブイリおよび福島原発事故の影響を受けた地域で実施された疫学調査は、こうした地域の住民の間で、罹患率や死亡率が増加していることを明らかにしている。⁴⁶⁻⁵⁴

原子力発電所は、通常稼動中でさえも、周辺地域の住民に健康被害をもたらす。居住地が発電所に近いほど、小児（5歳以下）における白血病やその他のがんの発生率が増加することが認められている。現在、最も有力な裏付けはドイツで確認されている。またスイス、フランス、英国における研究結果も、これと一致する傾向を示している。⁵⁵⁻⁵⁹

職業上放射線に被ばくする労働者のがん罹患率は、公式の被ばく許容基準値が守られている場合でさえも、一般人よりも明らかに高い。この労働者たちの子どもでは、一般の子どもに比べて多くの健康被害が認められる。⁶⁰⁻⁶⁴ ウラン鉱山や核兵器生産工場の労働者においては、慢性リンパ性白血症の罹患率が高いことが示されている。⁶⁵⁻⁶⁸

白血病やその他多くのがんは、核実験や原子力事故、高自然放射線地域、診断を目的とした医療放射線の使用や職業被ばくなどを原因とする放射線だけでも誘発される。⁶⁹⁻⁹²

低線量の放射性ヨウ素による被ばくの結果として、甲状腺がんを含めた様々な甲状腺疾患が、小児、思春期の若者、および成人において見られる。⁹³⁻⁹⁹ さらに、低線量の放射線は、非がん疾患を引き起こす（髄膜種やその他の良性腫瘍、心血管系、脳血管系、呼吸器系、消化器系、内分泌系の疾患、精神疾患、また白内障）。¹⁰⁰⁻¹¹³

胎内、また小児期に脳に放射線の影響を受けることによって、知能の発達に障害が引き起こされることも多くの研究によって明らかにされている。放射線源としては、特に診断用エックス線検査、放射線療法、そして原子力事故後の被ばくが挙げられる。¹¹⁴⁻¹¹⁶

原子力事故が発生した後は、低線量の被ばくであっても、人間、動物の両者において、催奇性の被害の起こることが証明されている。¹¹⁷⁻¹²⁰ 人間における遺伝的影響の中には、二世目から現われる早いものもあれば、何世代かを経て初めて現われるものもある。後者は証明が困難である。チェルノブイリと福島「死の地帯」で実施された、生命サイクルの速い生物を対象とした数多くの調査は、採集地の放射線量に相関して重篤な遺伝的欠陥の現われることを示している。相応の被害が人間においても低線量の放射線によって現われることは、古くから知られている。世代ごとに引き継がれる、すなわち遺伝的に定着した放射線被害は、例えばチェルノブイリの「リクビダートル（事故処理作業員）」の子どもたちにおいて、頻繁に報告されている。¹²¹⁻¹²⁸ その他の多くの研究も、放射線による、遺伝的あるいはエピジェネティックな長期的損傷を報告している。¹²⁹⁻¹⁴⁶

4) 集団線量の概念を用いる疫学研究に基づいて、低線量被ばくの健康リスクを確実に予測し定量化することが可能である

集団線量の概念を用いる科学的立場は、放射線被害の起こる量的な確率を的確に評価できるものである。広範囲にわたる最新の臨床研究は、「しきい値のない直線仮説（LNT説）」、つまりその線量以下では電離放射線が無害になるというしきい値の存在を否定するモデルを肯定している。¹⁴⁷⁻¹⁴⁸

集団線量という概念を用いるに際しては、科学研究の現状を考慮に入れながら、以下のリスク係数を適用する必要がある（過剰絶対リスク、EAR）：

- ・ 発がんリスクを予測するにあたっては、死亡率についてはリスク係数 0.2/Sv、罹患率についてはリスク係数 0.4/Sv を適用する。¹⁴⁹⁻¹⁵¹ UNSCEAR(原子放射線の影響に関する国連科学委員会)および ICRP(国際放射線防護委員会)は、未だに死亡率については 0.05/Sv、罹患率については 0.1/Sv という低めに設定されたリスク係数を護持している。一方、世界保健機関 (WHO) は、2013年に発表した福島に関する報告書のなかで、ICRP が推奨するリスク係数を 2 倍にするべきであると、少なくとも認めている。¹⁵²
- ・ 上記のリスク係数は、通常の年齢分布の被ばく集団に当てはまる。しかし ICRP によると、低年齢の小児（年齢 10 歳以下）と胎児の電離放射線への感受性は、成人よりも 3 倍高い。¹⁵³⁻¹⁵⁵
- ・ 悪性でない身体的障害（非がん性疾患）、とりわけ心血管系疾患のリスクを評価する場合には、発がんリスクと同様の係数を適用する。¹⁵⁶⁻¹⁵⁷
- ・ WHO および各国の放射線防護機関が、核事故後の健康リスク評価のベースとして、上記のリスク係数を採択することが推奨される。

* 編集者注： 集団線量の概念において用いられるリスク係数は、自然に発生する確率と比較して、新たに増加する可能性のある発生率を表わす。通常、この過剰絶対リスク (EAR) は、1/Sv という単位で表される。がん死亡率のリスク係数 (EAR) 0.2/Sv は、1シーベルトの被ばくを受けた場合によるがん死亡率が、被ばくを受けていない場合の基本リスクの 25% に上乗せして 20% 過剰に起こるという意味である。過剰絶対リスク (EAR) が 0.2/Sv の場合、過剰相対リスク (ERR) は 0.2/0.25=0.8/Sv である。

5) ICRP が、未だに広島・長崎の原爆被爆者調査に基づいて低線量被ばくのリスク係数を決めているのは、時代遅れである。

ICRP などの機関は今でも、広島・長崎で行なわれた研究調査を、放射線による健康被害を予測する際の決定的な参照データとしている。原爆被爆者をベースにしたリスク予測は、通常よりも増加した放射線量に長期にわたってさらされている住民に対して適用することはできない。その理由は、下記の通りである：

- ・日本の原爆被爆者が受けたのは、短時間の、貫通力のある高エネルギーのガンマ線である。放射線生物学の研究によると、そのような放射線は、放射性核種の体内摂取によって起こるアルファ線やベータ線による内部被ばく、あるいは、通常的环境放射線範囲におさまる線量の、自然および人工放射性同位体を原因とする慢性的なエックス線やガンマ線による被ばくと比較して、体内組織への損傷が少ないことが実証されている。^{158, 159}
- ・原爆から放出された放射線は、非常に高線量だった。そのような放射線はかつて、低線量の放射線と比較して変異原性が高いと考えられていた。ICRP は現在でもこの仮定が有効であるとし、彼らの発する勧告の中では、発がんリスクの数値を2で割っている。職業上放射線にさらされる労働者のグループを対象とした研究は、この仮定に反する結果を出しており、もはやWHOも、リスク係数を二分することを正当とは見なさなくなっている。^{160, 161}
- ・広島、長崎では、放射性降下物と中性子線による放射化がもたらした影響が顕著であったにもかかわらず、放射線影響研究所 (RERF) はこれらを考慮に入れなかった。そのことによって、実際の放射線の効力は過小評価されることになった。¹⁶²
- ・RERF の調査は1950年に始まったため、原爆投下後の最初の5年間の重要なデータが欠落している。このため、潜伏期間の短い催奇作用や遺伝的影響、がんの評価が不完全であることを念頭におかなければならない。
- ・原爆投下後の広島・長崎を見舞った被災状況を生き延びることができたのは、特に生命力の強い人々であったと想像できる。つまりそれはひとつの選択されたグループ (適者生存) を形成したことになる。そのため、調査の対象となったグループは、一般的な人口集団を代表していたとは言えない。このような選抜の働いた結果、放射線リスクは約30%低く見積もられることになった。¹⁶³
- ・原爆被爆者たちの多くは、社会的に迫害されていた。そういった事情から、例えば子孫の結婚や社会復帰のチャンスを逃さないように、出身地、また子孫に現われた疾患について、彼らが正直な報告を行なわないことが度々あったと考えられる。¹⁶⁴

6) 被害を最少限に抑止する原則を厳格に適用しながら、リスクに基づいた放射線防護コンセプトを導入する必要がある

電離放射線による健康リスクのうち、どの程度のものが許容可能、要求可能であるかを判断するにあたっては、被害者たちの声を含めた社会的、政治的決断が必要である。人々を守るためには、発病リスクをできるだけ正確に評価し、わかりやすく説明しなければならない。医療分野においては、こうした放射線防護の基準がますます取り入れられてきている。

電離放射線の危険を評価するにあたって、リスクに基づくコンセプトを導入することは、低線量の領域においても被害を減らすことに貢献するであろう。リスクを最少限に抑止することは法が求める原則でもあるが、リスクに基づくコンセプトのなかで、この原則を一連の具体的対策と併用することによって、放射

線によるリスクをさらに削減することが可能である。ドイツに既に存在する、発がん性危険物質に関するリスク許容コンセプトは、その基本理念からも、良い範例である。¹⁶⁵⁻¹⁶⁹

まだ誕生していない生命を守り、未来世代の遺伝子が無傷のままに残すことが最大の優先事項とされなければならない。そのためには、成人をモデルとする現在の放射線防護法をさらに補完し、放射線に対してひととき脆弱な胎児と小児に焦点を当てる必要がある。

2013年10月19日ウルム専門家会議、講演者および出席者：

- Prof. Dr. Wolfgang Hoffmann (ヴォルフガング・ホフマン) 医学博士、公衆衛生学修士、ドイツ・グライスヴァルト医科大学付属病院地域医療研究所、集団ベース疫学・公衆衛生学教授
- Dr. rer. nat. Alfred Körblein (アルフレード・ケルブライン) 自然科学博士、物理学者、独立科学者、ドイツ・ニュルンベルグ市在住、IPPNW ドイツ支部科学委員会メンバー
- Prof. Dr. Dr. h. c. Edmund Lengfelder (エドムント・レングフェルダール) 医学名誉博士、ドイツ・ミュンヘン・ルートヴィヒ・マクシミリアン大学医学部放射線生物学研究所名誉教授、オットー・フーク環境衛生のための放射線研究所所長
- Dr. rer. nat. Hagen Scherb (ハーゲン・シェルプ) 自然科学博士、数学者、ドイツ・ミュンヘン環境衛生研究所ヘルムホルツ・センター
- Prof. Dr. rer. nat. Inge Schmitz-Feuerhake (インゲ・シュミッツ=フォイアーハーケ) 自然科学名誉博士、ブレーメン大学実験物理学名誉教授、IPPNW ドイツ支部科学委員会メンバー
- Dr. Hartmut Heinz (ハルトムート・ハインツ) 医学博士、産業医学専門医、ドイツ・ザルツギッター市在住、元民間企業医務長、IPPNW ドイツ支部原子力研究会メンバー
- Dr. Angelika Claussen (アンゲリカ・クラウゼン) 精神科医、ドイツ・ビーレフェルト市在住、IPPNW ドイツ支部原子力研究会メンバー
- Dr. Winfrid Eisenberg (ヴィンフリート・アイゼンベルク) 医学博士、ドイツ・ヘルフォード市小児病院元院長、IPPNW ドイツ支部原子力研究会メンバー
- Dr. Claudio Knüsli (クラウディオ・クニユスリ) 医学博士、スイス・バーゼル市セント・クララ病院腫瘍内科医、IPPNW スイス支部役員
- Dr. Helmut Lohrer (ヘルムート・ローラー) 医学博士、家庭医療医、ドイツ・ヴィッリンゲン市在住、IPPNW 国際理事会役員、IPPNW ドイツ支部国際顧問
- Henrik Paulitz (ヘンリク・パウリッツ) 生物学者、ドイツ・ゼーハイム在住、IPPNW ドイツ支部原子力専門家
- Dr. Alex Rosen (アレックス・ローゼン) 医学博士、小児科医、ドイツ・ベルリン市在住、IPPNW ドイツ支部理事会役員
- Dr. Jörg Schmid (ヨルク・シュミット) 医学博士、精神科医、ドイツ・シュトゥットガルト市在住、IPPNW ドイツ支部原子力研究会メンバー
- Reinhold Thiel (ラインホルト・ティール) 家庭医療医、ドイツ・ウルム市在住、ウルム市医師イニシアティブのリーダー、IPPNW ドイツ支部原子力研究会メンバー

参考文献:

- 1 Kochupillai N, Verma IC, Grewal MS, Remalingaswami Y: Down's syndrome and related abnormalities in an area of high background radiation in coastal Kerala. *Nature* 1976, 262, 60-61
- 2 Lyman GH, Lyman CG, Johnson W: Association of leukemia with radium groundwater contamination. *JAMA* 1985, 254, 621-626
- 3 Flodin U, Fredriksson M, Persson B, Hardell L: Background radiation, electrical work and some other exposures associated with acute myeloid leukemia in a case-referent study. *Arch Environ Health* 1986, 41, 77-84
- 4 Knox EG, Stewart AM, Gilman EA, Kneale GW: Background radiation and childhood cancers. *J Radiol Prot* 1988, 8, 9-18
- 5 Henshaw DL, Eatough JP & Richardson RB: Radon as a causative factor in induction of myeloid leuk-aemia and other cancers. *Lancet* 1990, 28, 1008-1012
- 6 Darby S, Hill D, Auvinen A, Barros-Dios JM et al.: Radon in homes and risk of lung cancer: collaborative analysis of individual data from 13 European case-control studies. *BMJ* 2005, Jan. 29, 330 (7485) 223-228
- 7 WHO: Radon and cancer. Fact sheet N° 291, September 2009
- 8 Körblein A: Zunahme von Krebs und Säuglingssterblichkeit mit der natürlichen Hintergrundstrahlung in Bayern. *Strahlentelex* 2003, 404/405 (17), 1-4
- 9 Kendall G, Murphy M: Natural environmental radiation and childhood cancer. *Environmental Radon Newsletter* 2007 (52), Childhood Cancer Research Group, University of Oxford
- 10 Kendall G, Little MP, Wakeford R: Numbers and proportion of leukemias in young people and adults induced by radiation of natural origin. *Leuk Res* 2011, 35, 1039-1045
- 11 Kendall G, Little MP, Wakeford R, Bunch KJ et al.: A record-based case-control study of natural background radiation and the incidence of childhood leukaemia and other cancers in Great Britain during 1980 - 2006. *Leukemia* 2013, 27, 3-9
- 12 Menzler S, Schaffrath-Rosario A, Wichmann HE, Kreienbrock L: Abschätzung des attributablen Lung-gekrebsrisikos in Deutschland durch Radon in Wohnungen. *Ecomed* 2006
- 13 Gray A, Read S, McGale, P, Darby S.: Lung cancer deaths from indoor radon and the cost effectiveness and potential of policies to reduce them. *BMJ*, 2009, 338, a3110
- 14 Krewski D, Lubin JH, Zielinski JM, Alavanja M et al.: Residential Radon and Risk of Lung Cancer - a Combined Analysis of 7 North American Case-Control Studies. *Epidemiol* 2005, 16, 137-145
- 15 Huch R, Burkhard W: Kosmische Strahlenbelastung beim Fliegen, Risiko für die Schwangerschaft? *Perinat Med* 1992, 4, 67-69
- 16 Huch R: Fliegen während der Schwangerschaft. *Gynäkologe* 2001, 34, 401-407
- 17 Bundesamt für Strahlenschutz: Strahlenthemen - Höhenstrahlung und Fliegen, Salzgitter 2013 ww-w.bfs.de
- 18 Berrington de Gonzalez A, Darby S: Risk of cancer from diagnostic X-rays: estimates for the UK and 14 other countries. *Lancet* 2004; 363(9406):345-351
- 19 Smith-Bindman R, Lipson J, Marcus R, Kim KP et al.: Radiation dose associated with common computed tomography examinations and the associated lifetime attributable risk of cancer. *Arch Intern Med* 2009, 169(22), 2078-2086
IPPNW Information Page 9
- 20 Berrington de Gonzales A, Mahesh M, Kim KP, Bhargavan M et al.: Projected cancer risks from computed tomographic scans performed in the United States in 2007. *Arch Intern Med* 2009, 169(22), 2071-2077
- 21 Doody MM, Lonstein JE, Stovall M, Hacker DG et al.: Breast cancer mortality after diagnostic radio-graphy: findings from the U.S. Scoliosis Cohort Study. *Spine (Phila Pa 1976)* 2000, 25(16), 2052-2063
- 22 Pearce MS, Salotti JA, Little MP, McHugh K et al.: Radiation exposure from CT scans in childhood and subsequent risk of leukaemia and brain tumours: a retrospective cohort study. *Lancet* 2012, 380, 499-505

- 23 Heyes GJ, Mill AJ, Charles MW: Enhanced biological effectiveness of low energy X-rays and implications for the UK breast screening programme. *Br J Radiol* 2006, 79(939), 195-200
- 24 Memon A, Godward S, Williams D, Siddique I, Al-Saleh K: Dental x-rays and the risk of thyroid cancer: a case-control study. *Acta Oncol*, 2010, 49 (4), 447-453
- 25 Brenner DJ: Should we be concerned about the rapid increase in CT usage? *Rev Environ Health* 2010, 25 (1), 63-68
- 26 Brenner DJ, Hall EJ: Cancer risks from CT scans: Now we have data, what next? *Radiology* 2012, 265, 330-331
- 27 Schonfeld SJ, Lee C, Berrington de Gonzales A: Medical exposure to radiation and thyroid cancer. *Clin Oncol* 2011, 23 (4), 244-250
- 28 Pearce MS, Salotti JA, Little MP, Mc Hugh K et al.: Radiation exposure from CT scans in childhood and subsequent risk of leukaemia and brain tumors: a retrospective cohort study. *Lancet* 2012, 380
- 29 Miglioretti DL, Johnson E, Williams A, Greenlee RT et al.: The use of computed tomography in pediatrics and the associated radiation exposure and estimated cancer risk. *JAMA Pediatr* 2013, Jun 10:1-8. doi: 10.1001/jamapediatrics.2013.311 (Expub ahead of print)
- 30 Mathews JD, Forsythe AV, Brady Z, Butler MW et al.: Cancer risk in 680.000 people exposed to computed tomography scans in childhood or adolescence: data linkage study of 11 million Australians. *BMJ* 2013, 346:12360. doi: 10.1136/bmj.12360
- 31 Morin Doody M, Lonstein JE, Stovall M, Hacker DG et al.: Breast cancer mortality after diagnostic radiography: findings from the U.S. Scoliosis Cohort Study. *Spine* 2000, 25, 2052-2063
- 32 Nienhaus A, Hensel N, Roscher G, Hubracht M et al.: Hormonelle, medizinische und lebensstilbedingte Faktoren und Brustkrebsrisiko. *Geburtsh Frauenheilk* 2002, 62, 242-249
- 33 Kuni H, Schmitz-Feuerhake I, Dieckmann H: Mammographiescreening - Vernachlässigte Aspekte der Strahlenrisikobewertung. *Gesundheitswesen* 2003, 65, 443-446
- 34 Hill DA, Preston-Martin S, Ross RK, Bernstein L: Medical radiation, family history of cancer, and benign breast disease in relation to breast cancer risk in young women. *Cancer Causes Control* 2002, 13, 711-718
- 35 Infante-Rivard C: Diagnostic X-rays, DNA repair genes and childhood acute lymphoblastic leukemia. *Health Phys* 2003, 85, 60-64
- 36 Preston-Martin S, Thomas DC, Yu MC, Henderson BE: Diagnostic radiography as a risk factor for chronic myeloid and monocytic leukaemia (CML). *Brit J Cancer* 1989, 59, 639-644
- 37 Wingren G, Hallquist A, Hardell L: Diagnostic X-ray exposure and female papillary thyroid cancer: a pooled analysis of two Swedish studies. *Eur J Cancer Prev.* 1997, 6, 550-556
- 38 Preston-Martin S, White SC: Brain and salivary gland tumors related to prior dental radiography: implications for current practice. *J Am Dental Ass* 1990, 120, 151-158
- 39 Neuberger JS, Brownson RC, Morantz RA, Chin TD: Association of brain cancer with dental X-rays and occupation in Missouri. *Cancer Detect Prev* 1991, 15, 31-34
- 40 Stewart A, Webb J, Hewitt D: A survey of childhood malignancies. *BMJ* 1958, 5086, 1459-1508
- 41 Kuni H, Schmitz-Feuerhake I, Dieckmann H: Mammographiescreening - Vernachlässigte Aspekte der Strahlenrisikobewertung. *Gesundheitswesen* 2003, 65, 443-446
- 42 Smith-Bindman R, Lipson J, Marcus R, Kim KP et al.: Radiation dose associated with common computed tomography examinations and the associated lifetime attributable risk of cancer. *Arch Intern Med* 2009, 169(22), 2078-2086
- 43 Heyes GJ, Mill AJ, Charles MW: Enhanced biological effectiveness of low energy X-rays and implications for the UK breast screening programme. *Br J Radiol* 2006, 79(939), 195-200
- 44 Pijpe A, Andrieu N, Easton DF, Kesminiene A et al.: Exposure to diagnostic radiation and risk of breast cancer among carriers of BRCA1/2 mutations: retrospective cohort study (GENE-RAD-RISK). *BMJ* 2012, 345, e5660

- 45 Stewart A, Webb J, Hewitt D: A survey of childhood malignancies. *BMJ* 1958, 5086, 1459-1508
- 46 Mangano J, Sherman J: Elevated In Vivo Strontium-90 from Nuclear Weapons Test Fallout among Cancer Decedents. *Int J Health Serv* 2011, 41, 137-158
- 47 Knapp HA: Iodine-131 in Fresh Milk and Human Thyroids Following a Single Deposition of Nuclear Test Fall-Out. *Nature* 1964, 202, 534-537
- 48 National Cancer Institute: Estimated exposure and thyroid doses received by the American people from iodine-131 fallout following Nevada atmospheric nuclear bomb tests. www.cancer.gov/i131/fallout/
- 49 Institute of Medicine: Exposure of the American people to Iodine-131 from Nevada nuclear-bomb tests. National Academy Press. 1999
- 50 Kassenova T: The lasting toll of Semipalatinsk's nuclear testing. *Bulletin of the Atomic Scientists*, 2009
- 51 Cardis E, Krewski D, Boniol M, Drozdovitch V et al.: Estimates of the cancer burden in Europe from radioactive fallout from the Chernobyl accident. *Int J Cancer* 2006, 119, 1224-1235
- 52 Körblein A, Küchenhoff H: Perinatal mortality in Germany following the Chernobyl accident. *Radiat Environ Biophys* 1997, 36(1), 3-7
- 53 Körblein A: Perinatal mortality in West Germany following atmospheric nuclear weapons tests. *Arch Environ Health* 2004, Nov, 59 (11), 604-9.
- 54 Körblein A: Strontium fallout from Chernobyl and perinatal mortality in Ukraine and Belarus. *Radiats Biol Radioecol* 2003, 43(2), 197-202
- 55 Kaatsch P, Spix C, Schmiedel S, Schulze-Rath R et al.: Epidemiologische Studie zu Kinderkrebs in der Umgebung von Kernkraftwerken (KiKK-Studie). Vorhaben 3602S04334, Deutsches Kinderkrebsregister, Mainz, Herausgegeben vom Bundesamt für Strahlenschutz (BfS), Salzgitter, 2007
- 56 Spycher BD, Feller M, Zwahlen M, Rösli M et al.: Childhood cancer and nuclear power plants in Switzerland: a census-based cohort study. *Int J Epidemiol* 2011, doi: 10.1093/ije/dyr115
- 57 Committee on Medical Aspects of Radiation in the Environment (COMARE): FOURTEENTH REPORT. Further consideration of the incidence of childhood leukaemia around nuclear power plants in Great Britain. Chairman: Professor A Elliott, 2011, http://www.comare.org.uk/press_releases/documents/COMARE14report.pdf
- 58 Bithell JF, Keegan TJ, Kroll ME, Murphy MF et al.: Childhood Leukaemia near British nuclear Installations: Methodological issues and recent results. *Radiat Prot Dosimetry* 2008, 1-7
- 59 Koerblein A, Fairlie I.: French Geocap study confirms increased leukemia risks in young children near nuclear power plants. *Int J Cancer* 2012, 131(12), 2970-1
- 60 Cardis E, Vrijheid M, Blettner M, Gilbert E et al.: The 15-Country Collaborative Study of Cancer Risk among Radiation Workers in the Nuclear Industry: estimates of radiation-related cancer risks. *Radiat Res* 2007, 167, 396-416
- 61 Zielinski JM, Shilnikova N, Krewski D: Canadian National Dose Registry of Radiation Workers: overview of research from 1951 through 2007. *Int J Occup Med Environ Health* 2008, 21, 269-275
- 62 Wiesel A, Spix C, Mergenthaler A, Queißer-Luft A: Maternal occupational exposure to ionizing radiation and birth defects. *Radiat Environ Biophys* 2011, 50, 325-328
- 63 McKinney PA, Alexander FE, Cartwright RA, Parker L: Parental occupations of children with leukaemia in west Cumbria, north Humberside, and Gateshead. *BMJ* 1991, 302, 681-687
- 64 Dickinson HO, Parker L: Leukaemia and non-Hodgkin's lymphoma in children of male Sellafield radiation workers. *Int J Cancer* 2002, 99, 437-444
- 65 Richardson DB, Wing S, Schroeder J, Schmitz-Feuerhake I et al.: Ionizing radiation and chronic lymphocytic leukemia. *Environ Health Perspect* 2005, 113(1), 1-5

- 66 Möhner M, Lindtner M, Otten H, Gille H-G: Leukemia and Exposure to Ionizing Radiation Among German Uranium Miners. *Am J Ind Med* 2006, 49, 238-248
- 67 Hamblin TJ: Have we been wrong about ionizing radiation and chronic lymphocytic leukemia? *Leuk Res* 2008, 32(4), 523-525
- 68 Rericha V, Kulich M, Rericha R, Shore DL et al.: Incidence of leukemia, lymphoma, and multiple myeloma in Czech uranium miners: a case-cohort study. *Environ Health Perspect* 2006, 114(6), 818-822
- 69 Flodin U, Fredriksson M, Hardell L, Axelson O: Background radiation, electrical work and some other exposures associated with acute myeloid leukemias in a case-referent study. *Arch. Environ. Health* 1986, 41, 77-84
- 70 Knox EG, Stewart AM, Gilman EA, Kneale GW: Background radiation and childhood cancers. *J. Radiol. Prot.* 1988, 8, 9-18
- 71 Henshaw DL, Eatough JP & Richardson RB: Radon as a causative factor in induction of myeloid leukaemia and other cancers. *Lancet* 1990, 28, 1008-1012
- 72 Darby S, Hill D, Auvinen A, Barros-Dios JM et al.: Radon in homes and risk of lung cancer: collaborative analysis of individual data from 13 European case-control studies. *Brit. Med. J.* 2005, Jan. 29, 330 (7485) 223-228 WHO Radon and cancer. Fact sheet N° 291, September 2009
- 73 Kendall G, Murphy M: Natural environmental radiation and childhood cancer. *Environmental Radon Newsletter* 2007 (52), Childhood Cancer Research Group, University of Oxford
- 74 Kendall G, Little MP, Wakeford R: Numbers and proportion of leukemias in young people and adults induced by radiation of natural origin. *Leuk Res* 2011, 35, 1039-1045
- 75 Menzler S, Schaffrath-Rosario A, Wichmann HE, Kreienbrock L: Abschätzung des attributablen Lungenkrebsrisikos in Deutschland durch Radon in Wohnungen. *Ecomed* 2006
- 76 Huch R, Burkhard W: Kosmische Strahlenbelastung beim Fliegen, Risiko für die Schwangerschaft? *Perinat Med* 1992, 4, 67-69
- 77 Brenner DJ: Should we be concerned about the rapid increase in CT usage? *Rev Environ Health* 2010, 25 (1), 63-68
- 78 Pearce MS, Salotti JA, Little MP, Mc Hugh K et al. : Radiation exposure from CT scans in childhood and subsequent risk of leukaemia and brain tumors: a retrospective cohort study. *The Lancet* 2012, 380 (9840), 499-505
- 79 Miglioretti DL, Johnson E, Williams A, Greenlee RT et al.: The use of computed tomography in pediatrics and the associated radiation exposure and estimated cancer risk. *JAMA Pediatr* 2013, Jun 10:1-8. doi: 10.1001/jamapediatrics.2013.311 (Expub ahead of print)
- 80 Morin Doody M, Lonstein JE, Stovall M, Hacker DG et al.: Breast cancer mortality after diagnostic radiography: findings from the U.S. Scoliosis Cohort Study. *Spine* 2000, 25, 2052-2063
- 81 Nienhaus A, Hensel N, Roscher G, Hubracht M et al.: Hormonelle, medizinische und lebensstilbedingte Faktoren und Brustkrebsrisiko. *Geburtsh. Frauenheilk.* 2002, 62, 242-249
- 82 Kuni H, Schmitz-Feuerhake I, Dieckmann H: Mammographiescreening - Vernachlässigte Aspekte der Strahlenrisikobewertung. *Gesundheitswesen* 2003, 65, 443-446
- 83 Infante-Rivard C: Diagnostic x rays, DNA repair genes and childhood acute lymphoblastic leukemia. *Health Phys.* 2003, 85, 60-64
- 84 Preston-Martin S, Thomas DC, Yu MC, Henderson BE: Diagnostic radiography as a risk factor for chronic myeloid and monocytic leukaemia (CML). *Brit. J. Cancer* 1989, 59, 639-644
- 85 Wingren G, Hallquist A, Hardell L: Diagnostic X-ray exposure and female papillary thyroid cancer: a pooled analysis of two Swedish studies. *Eur. J. Cancer Prev.* 1997, 6, 550-556
- 86 Preston-Martin S, White SC: Brain and salivary gland tumors related to prior dental radiography: implications for current practice. *J. Am. Dental. Ass.* 1990, 120, 151-158
- 87 Neuberger JS, Brownson RC, Morantz RA, Chin TD: Association of brain cancer with dental x-rays and occupation in Missouri. *Cancer Detect. Prev.* 1991, 15, 31-34

- 88 Cardis E, Vrijheid M, Blettner M, Gilbert E et al.: The 15-Country Collaborative Study of Cancer Risk among Radiation Workers in the Nuclear Industry: estimates of radiation-related cancer risks. *Radiat. Res.* 2007, 167, 396-416
- 89 Zielinski JM, Shilnikova N, Krewski D: Canadian National Dose Registry of Radiation Workers: overview of research from 1951 through 2007. *Int. J. Occ. Med. Environ. Health* 2008, 21, 269-275
- 90 Wiesel A, Spix C, Mergenthaler A, Queißer-Luft A: Maternal occupational exposure to ionizing radiation and birth defects. *Radiat. Environ. Biophys.*, 2011, 50, 325-328
- 91 Hillis DM: Life in the hot zone around Chernobyl, *Nature* 1996, 380, 665-708
- 92 Im Kontext: Lyman GH, Lyman CG, Johnson W: Association of leukemia with radium groundwater contamination. *J. Am. Med. Ass.* 1985, 254, 621-626
- 93 Imaizumi M, Usa T, Tominaga T, Neriishi K et al.: Radiation dose-response relationships for thyroid nodules and autoimmune thyroid diseases in Hiroshima and Nagasaki atomic bomb survivors 55-58 years after radiation exposure. *JAMA* 2006, 295(9), 1011-1022
- 94 Völzke H, Werner A, Wallaschofski H, Friedrich N et al.: Occupational exposure to ionizing radiation is associated with autoimmune thyroid disease. *J Clin Endocrinol Metab* 2005, 90(8), 4587-4592
- 95 Cardis E, Howe G, Ron E, Bebesko V et al.: Cancer consequences of the Chernobyl accident: 20 years on. *J Radiol Prot* 2006, 26(2), 127-140
- 96 Hamilton TE, van Belle G, LoGerfo JP: Thyroid neoplasia in Marshall islanders exposed to nuclear fallout. *JAMA* 1987, 258, 629-636
- 97 Hamilton PG, Chiacchierini RP, Kaczmarek RG: A follow-up study of persons who had Iodine-131 and other diagnostic procedures during childhood and adolescence. U.S. Dept. Health and Human Services, Public Health Service, Rockville, Maryland 20857, August 1989
- 98 Mürbeth S, Rousarova M, Scherb H, Lengfelder E: Thyroid cancer has increased in the adult populations of countries moderately affected by Chernobyl fallout. *Med Sci Monit* 2004, 10, 300-306
- 99 Cardis E., Kesminiene A, Ivanov V, Malakhova I et al.: Risk of thyroid cancer after exposure to 131-I in childhood. *J Natl Cancer Inst* 2005, 97, 724-732
- 100 Preston-Martin S, White SC: Brain and salivary gland tumors related to prior dental radiography: implications for current practice. *J Am Dental Ass* 1990, 120, 151-158
- 101 Longstreth WTJr, Phillips LE, Drangsholt M, Koepsell TD et al.: Dental X-rays and the risk of intracranial meningioma: a population-based case-control study. *Cancer* 2004, 100, 1026-1034
- 102 Claus EB, Calvocoressi L, Bondy ML et al. Dental x-rays and risk of meningioma. *Cancer* 2012; 118: 4530-4537
- 103 Rodvall Y, Ahlbom A, Pershagen G, Nylander M et al.: Dental radiography after age 25 years, amalgam fillings and tumours of the central nervous system. *Oral Oncol* 1998, 34, 265-269
- 104 Zielinski JM, Ashmore P, Band P, Jiang H et al.: Low dose ionizing radiation exposure and cardiovascular disease mortality: cohort study based on Canadian national dose registry for radiation workers. *Int J Occup Med Environ Health* 2009, 22, 27-33
- 105 Little MP, Azizova TV, Bazyka D, Bouffler SD et al.: Systematic review and meta-analysis of circulatory disease from exposure to low-level ionizing radiation and estimates of potential population mortality risks. *Environ Health Perspect* 2012, 120, 1503-1511
- 106 Arizova TV, Muirhead CR, Druzhinina MB, Grigoryeva ES et al.: Cerebrovascular diseases in the cohort of workers first employed at Mayak PA in 1948-1958. *Radiat Res* 2010, 174, 851-864
- 107 McGeoghegan D, Binks K, Gilles M, Jones S et al.: The non-cancer mortality experience of male workers at British Nuclear Fuels plc, 1946-2005. *Int J Epidemiol* 2008, 37, 506-18

- 108 Lomat L, Galburt G, Quastel MR, Polyakov S et al.: Incidence of childhood disease in Belarus associated with the Chernobyl accident. *Environ. Health Persp* 1997, 105 (Suppl. 6), 1529-1532
- 109 Zalutskaya A, Mokhort T, Garmaev D, Bornstein SR: Did the Chernobyl incident cause an increase in Typ 1 diabetes mellitus incidence in children and adolescents? *Diabetologia* 2004, 47, 147-148
- 110 Loganovsky K, Havenaar JM, Tintle NL, Guey LT et al.: The mental health of clean-up workers 18 years after the Chernobyl accident. *Psychol Med* 2008, 38, 481-488
- 111 Bromet EJ, Havenaar JM, Guey LT: A 25 year retrospective review of the psychological consequences of the Chernobyl accident. *Clin Oncol (R. Coll. Radiol.)*, 2011, 23, 297-305
- 112 Schmitz-Feuerhake I, Pflugbeil S: Strahleninduzierte Katarakte (Grauer Star) als Folge berufsmäßiger Exposition und beobachtete Latenzzeiten. *Strahlentelex* 2006, 456-457, 1-7
- 113 Chodick G, Bekiroglu N, Hauptmann M, Alexander BH et al.: Risk of cataract after exposure to low doses of ionizing radiation: a 20-year prospective cohort study among US radiologic technologists. *Am J Epidemiol* 2008, 168(6), 620-631
- 114 Hall P, Adami H-O, Trichopoulos D, Pedersen NL et al.: Effect of low doses of ionising radiation in infancy on cognitive function in adulthood: Swedish population based cohort study. *BMJ* 2004, 328(7430), 19
- 115 Heiervang KS, Mednick S, Sundet K, Rund BR: Effect of low dose ionizing radiation exposure in utero on cognitive function in adolescence. *Scand J Psychology* 2010, 51(3), 210-215
- 116 Heiervang KS, Mednick S, Sundet K, Rund BR: The Chernobyl accident and cognitive functioning: a study of Norwegian adolescents exposed in utero. *Dev Neuropsychol* 2010, 35, 643-655
- 117 Körblein A, Küchenhoff H: Perinatal mortality in Germany following the Chernobyl accident. *Radiat Environ Biophys* 1997, 36(1), 3-7
- 118 Körblein A: Perinatal mortality in West Germany following atmospheric nuclear weapons tests. *Arch Environ Health* 2004, Nov, 59 (11), 604-9.
- 119 Körblein A: Strontium fallout from Chernobyl and perinatal mortality in Ukraine and Belarus. *Radiats Biol Radioecol* 2003, 43(2) 197-202
- 120 Busby C, Lengfelder E, Pflugbeil S, Schmitz-Feuerhake I: The evidence of radiation effects in embryos and fetuses exposed to Chernobyl fallout and the question of dose response. *Medicine, Conflict and Survival* 2009, 25, 20-40
- 121 Møller AP, Bonisoli-Alquati A, Rudolfsen G, Mousseau TA: Chernobyl birds have smaller brains. 2011 *PloS ONE* 6 (2) : e16862. doi:10.1371/journal.pone.0016862
- 122 Møller AP, Mousseau TA: Efficiency of bio-indicators for low-level radiation under field conditions. *Ecol Indic* 2010, doi:10.1016/j.ecolind.2010.06.013
- 123 Bonisoli-Alquati A, Voris A, Mousseau TA, Møller AP et al.: DNA damage in barn swallows (*hirundo rustica*) from the Chernobyl region detected by use of the comet assay. *Comparative Biochemistry and Physiology* 2010, 151 (3), 271-277
- 124 Mousseau TA, Møller AP: Chernobyl and Fukushima: Differences and Similarities - a biological perspective. *Transactions of the American Nuclear Society* 2012, 107, 200
- 125 Sperling K, Pelz J, Wegner RD, Schulzke I et al.: Frequency of trisomy 21 in Germany before and after the Chernobyl accident. *Biomed Pharmacother* 1991, 45, 255-262
- 126 Hillis DM: Life in the hot zone around Chernobyl, *Nature* 1996, 380, 665-708
- 127 Liaginskaia AM, Tukov AR, Osipov VA, Prokhorova ON: Genetic effects in the liquidators of consequences of Chernobyl nuclear power accident. *Radiats Biol Radioecol* 2007, 47, 188-195 (in Russian)
- 128 Schmitz-Feuerhake I: Genetisch strahleninduzierte Fehlbildungen. *Strahlentelex* 2013, 644-645(27), 1-5
- 129 Scherb H, Weigelt E, Brüske-Hohlfeld I: European stillbirth proportions before and after the Chernobyl accident. *Int J Epidemiol* 1999, 28(5), 932-40

- 130 Scherb H, Weigelt E: Congenital Malformation and Stillbirth in Germany and Europe Before and After the Chernobyl Nuclear Power Plant Accident. *Environ Sci & Pollut Res* 2003, Special Issue 1, 117-125
- 131 Scherb H, Weigelt E: Spaltgeburtenrate in Bayern vor und nach dem Reaktorunfall in Tschernobyl. *Mund-, Kiefer- und Gesichtschirurgie* 2004, 8 106-110(5)
- 132 Scherb H, Voigt K: Trends in the human sex odds at birth in Europe and the Chernobyl Nuclear Power Plant accident, *Reproductive Toxicology* 2007, 23, 593-599
- 133 Kusmierz R, Voigt K, Scherb H: Is the human sex odds at birth distorted in the vicinity of nuclear facilities (NF)? A preliminary geo-spatial-temporal approach. Klaus Greve / Armin B. Cremers (Eds.): *EnviroInfo 2010 Integration of Environmental Information in Europe. Proceedings of the 24th International Conference on Informatics for Environmental Protection Cologne / Bonn, Germany, Shaker Verlag, Aachen 2010, 616-626*
- 134 Scherb H, Voigt K: The human sex odds at birth after the atmospheric atomic bomb tests, after Chernobyl, and in the vicinity of nuclear facilities. *Environ Sci Pollut Res Int* 2011, 18(5), 697-707
- 135 Scherb H, Sperling K: Heutige Lehren aus dem Reaktorunfall von Tschernobyl. *Naturwissenschaftliche Rundschau*, 2011, 64 (5), 229-239
- 136 Sperling K, Neitzel H, Scherb H: Evidence for an increase in trisomy 21 (Down syndrome) in Europe after the Chernobyl reactor accident. *Genet Epidemiol* 2012, 36(1), 48-55
- 137 Scherb H, Kusmierz R, Voigt K: The human sex odds at birth in France - a preliminary geospatial temporal approach in the vicinity of three selected nuclear facilities (NF): Centre de Stockage (CdS) de l'Aube, Institute Laue-Langevin (ILL) de Grenoble, and Commissariat à l'Énergie Atomique (CEA) de Saclay/Paris. Wittmann J, Müller M: *Simulation in Umwelt- und Geowissenschaften - Workshop Leipzig. Shaker Verlag, Aachen 2013, 23-38*
- 138 Zieglowski V, Hemprich A: Facial cleft birth rate in former East Germany before and after the reactor accident in Chernobyl. *Mund Kiefer Gesichtschir* 1999, 3 (4), 195-9
- 139 Sperling K, Pelz J, Wegner RD, Dorries A et al.: Significant increase in trisomy 21 in Berlin nine months after the Chernobyl reactor accident: temporal correlation or causal relation? *BMJ* 1994, 309,158-162.
- 140 Zatsepin P, Verger P, Robert-Gnansia E, Gagniere B et al.: Cluster of Down' s syndrome cases registered in January 1987 in the Republic of Belarus as a possible effect of the Chernobyl accident. *Int J Rad Med* 2004 (Special Issue), 6, 57-71.
- 141 Liaginskaia AM, Tukov AR, Osipov VA, Prokhorova ON: Genetic effects in the liquidators of consequences of Chernobyl nuclear power accident. *Radiats Biol Radioecol* 2007, 47, 188-195 (in Russ.)
- 142 Wertelecki W: Malformations in a Chernobyl-impacted region. *Pediatrics* 2010, 125, 836-843
- 143 Schmitz-Feuerhake I: Genetisch strahleninduzierte Fehlbildungen. *Strahlentelex* 2013, 644-645(27), 1-5
- 144 Dubrova YE: Monitoring of radiation-induced germline mutation in humans. *Swiss Med Wkly* 2003, 133, 474-478
- 145 Scherb H, Voigt K: Strahleninduzierte genetische Effekte nach Tschernobyl und in der Nähe von Nuklearanlagen. *Helmholtz Zentrum München, Neuherberg, Okt. 2013.*
- 146 Lazjuk G, Verger P, Gagnière B, Kravchuk Zh et al.: The congenital anomalies registry in Belarus: a tool for assessing the public health impact of the Chernobyl accident. *Reprod Toxicol* 2003, 17, 659-666
- 147 Pearce MS, Salotti JA, Little MP, Mc Hugh K et al.: Radiation exposure from CT scans in childhood and subsequent risk of leukaemia and brain tumors: a retrospective cohort study. *Lancet* 2012, 380 (9840), 499-505
- 148 Mathews JD, Forsythe AV, Brady Z, Butler MW et al.: Cancer risk in 680.000 people exposed to computed tomography scans in childhood or adolescence: data linkage study of 11 million Australians. *BMJ* 2013, 346:12360. doi: 10.1136/bmj.12360
- 149 Bauer S, Gusev BI, Pivina LM, Apsalikov KN et al.: Radiation exposure due to local fallout from Soviet atmospheric nuclear weapons testing in Kazakhstan: solid cancer mortality in the Semipalatinsk historical cohort, 1960-1999. *Radiat Res.* 2005, 164(4 Pt 1), 409-419

- 150 Körblein A, Hoffmann W: Background radiation and cancer mortality in Bavaria: an ecological analysis. Arch Environ Occup Health 2006, 61(3),109-114
- 151 Cardis E, Vrijheid M, Blettner M, Gilbert E et al.: The 15-Country Collaborative Study of Cancer Risk among Radiation Workers in the Nuclear Industry: estimates of radiation-related cancer risks. Radiat Res 2007, 167, 396-416
- 152 World Health Organization (WHO): Health risk assessment from the nuclear accident after the 2011 Great East Japan Earthquake and Tsunami based on a preliminary dose estimation. 2013, 32
- 153 Bauer S, Gusev BI, Pivina LM, Apsalikov KN et al.: Radiation exposure due to local fallout from Soviet atmospheric nuclear weapons testing in Kazakhstan: solid cancer mortality in the Semipalatinsk historical cohort, 1960-1999. Radiat Res. 2005, 164(4 Pt 1), 409-419
- 154 Körblein A, Hoffmann W: Background radiation and cancer mortality in Bavaria: an ecological analysis. Arch Environ Occup Health 2006, 61(3),109-114
- 155 ICRP: Radiation and your patient: A Guide for medical practitioners. A web module produced by Committee 3 of the International Commission on Radiological Protection (ICRP). http://www.icrp.org/docs/rad_for_gp_for_web.pdf
- 156 Little MP, Azizova TV, Bazyka D, Bouffler SD et al.: Systematic review and meta-analysis of circulatory disease from exposure to low-level ionizing radiation and estimates of potential population mortality risks. Environ Health Perspect 2012, 120, 1503-1511
- 157 Shimizu Y, Kodama K, Nishi N, Kasagi F et al.: Radiation exposure and circulatory disease risk: Hiroshima and Nagasaki atomic bomb survivor data, 1950-2003. BMJ 2010, 340, b5349
- 158 Straume T: High-energy gamma rays in Hiroshima and Nagasaki: implications for risk and WR. Health Physics 1995, 69, 954-956
- 159 Frankenberg D, Kelnhofer K, Bär K, Frankenberg-Schwager M: Enhanced neoplastic transformation by mammography X rays relative to 200 kVp X rays: indication for a strong dependence on photon energy of the RBEM for various end points. Radiat Res 2002, 157, 99-105
- 160 Jacob P, Ruhm W, Walsh L, Blettner M et al.: Is cancer risk of radiation workers larger than expected? Occup Environ Med 2009, 66(12), 789-796
- 161 World Health Organization (WHO): Health risk assessment from the nuclear accident after the 2011 Great East Japan Earthquake and Tsunami based on a preliminary dose estimation. 2013, 32
- 162 Watanabe T, Miyao M, Honda R, Yamada Y: Hiroshima survivors exposed to very low doses of A-bomb primary radiation showed a high risk for cancers. Environ Health Prev Med 2008, 13, 264-270
- 163 Stewart AM, Kneale GW: A-bomb survivors: factors that may lead to a re-assessment of the radiation hazard. Int J Epidemiol 2000, 29, 708-14
- 164 Yamasaki JN, Schull WJ: Perinatal loss and neurological abnormalities among children of the Atomic bomb. Nagasaki and Hiroshima revisited, 1949 to 1989. JAMA 1990, 264, 605-609
- 165 Gefahrstoffverordnung (GefStoffV) in der Fassung vom 15.07.2013 http://www.baua.de/de/Themen von-A-Z/Gefahrstoffe/Rechtstexte/pdf/Gefahrstoffverordnung.pdf?__blob=publicationFile&v=12
- 166 Bekanntmachung zu Gefahrstoffen 910 (BekGS 910) http://www.baua.de/de/Themen von-A-Z/Gefahrstoffe/TRGS/pdf/Bekanntmachung-910.pdf?__blob=publicationFile&v=10
- 167 Kalberlah F, Bloser M, Wachholz C: Toleranz- und Akzeptanzschwelle für Gesundheitsrisiken am Arbeitsplatz. Dortmund: Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin 2005. 174 Seiten, Projektnummer: F 2010
- 168 Leitfaden zur Quantifizierung von Krebsrisikozahlen bei Exposition gegenüber krebserzeugenden Gefahrstoffen für die Grenzwertsetzung am Arbeitsplatz 2008, Fachbeitrag http://www.baua.de/de/Publikationen/Fachbeitraege/Gd34.pdf?__blob=publicationFile&v=7
- 169 Weitere Literatur zu Risiko-Akzeptanz: [http://www.dguv.de/dguv/ifa/Fachinfos/Exposition-Risiko-Beziehung-\(ERB\)/Grundlagen-des-Risikokonzeptes/index.jsp](http://www.dguv.de/dguv/ifa/Fachinfos/Exposition-Risiko-Beziehung-(ERB)/Grundlagen-des-Risikokonzeptes/index.jsp)