

tät“ am 28./29.03.00 in Schlema; Tagungsunterlagen S. 70

[14] Öffentliche Jahresumweltberichte Wismut GmbH

[15] Einzeldaten Radonmessstellen Region Ronneburg 2003-2015, Wismut GmbH

[16] P. Schmidt, A. Sperrhacker „Strahlenexposition an ehemaligen Uranbergbau-Standorten in Sachsen und Thüringen ...“, Strahlenschutzpraxis 2/2012

[17] Empfehlung der Internationalen Strahlenschutzkommission ICRP 115 (2010) „Lungenkrebs durch Radon/RFP“

[18] ICRP 103: Empfehlungen der Internationalen Strahlenschutzkommission 2007

[19] Einfluss der Gessenhalde auf Ortslage Kauern; Anteile der radiologischen Belastung; Sanierungskonzept Wismut GmbH 1992

[20] „Unsanierete Altlasten stellen die erfolgreiche Revitalisierung der Uranbergbauregion in Ostthüringen in Frage“, Strahlentelex 546-547, 2009

[21] „Radiologische Erfassung, Untersuchung und Bewertung bergbaulicher Altlasten“, Abschlussbericht, BfS-Schr-22/01

[22] Radiologische Erfassung, Untersuchung und Bewertung bergbaulicher Altlasten; Abschlussbericht zur Verdachtsflä-

che Dittrichshütte, Salzgitter 2003, BfS

[23] „Radiologische Erfassung, Untersuchung und Bewertung bergbaulicher Altlasten; UG Seelingstädt“ GRS mbH, 1998

[24] Umweltmonitoring Wismut GmbH 2005-2015

[25] „Uranbergbaualtlasten – ein Fluch für jede betroffene Kommune im Bundesland Thüringen“ Strahlentelex Nr. 708-709/07.2016 S. 1-7 ●

Uranerzbergbau

Die abgeschätzten Strahlenexpositionen für die Beschäftigten der WISMUT sind Artefakte mit ungeklärten Unsicherheiten

Von Gerd Georg Eigenwillig¹

Ausgangslage

Die Unsicherheiten der unterstellten Strahlenexpositionen für die Beschäftigten im Uranerzbergbau der WISMUT sind nicht bekannt. Daher sind die Ergebnisse der Anerkennungsverfahren von Berufskrankheiten und der Forschung (z.B. der Epidemiologie) nicht qualitätsgesichert und damit nicht belastbar.

Dagegen wird in Veröffentlichungen die Auffassung vertreten, dass u.a. wegen der guten Abschätzung der arbeitsplatzbedingten und individuellen Expositionen die deutsche Uranerzbergbauarbeiterstudie eine hohe Aussagekraft besitze und weltweit einzigartig sei.² Der Wissenschaftsrat führt aus, der Datensatz sei einmalig.³ Weitere Untersuchungen werden angekündigt – z.B. zu Leukämie unter Berücksichtigung der medizinischen Strahlenexposition sowie Krebsrisiken durch Radon (Rn) und Quarzstaub im Hoch- und Niedrig-

dosisbereich.⁴ Allerdings wird bereits in der ersten Job-Exposure-Matrix (JEM-1) ausgeführt, dass bis 1990 keine verwendbaren Individualdosen für die Beschäftigten vorliegen und die radiologischen Bedingungen als Modelle und Konzepte für die Abschätzung der Strahlenexposition strukturiert wurden.⁵ Das Resultat sind Artefakte. Die Ergebnisse der bisherigen und die Aufwendungen für die zukünftigen Untersuchungen (Zeit, Personal, Kosten) hängen damit so lange in der Luft, wie die Unsicherheiten der verwendeten Strahlenexposition nicht bekannt und nicht berücksichtigt sind.

Gegenstand der folgenden Ausführungen sind die sächsischen Bergbauobjekte 02, 03 und 09.⁶ In diesen Objekten war ein wesentlicher Anteil der Personen bei der WISMUT beschäftigt, die der Kohorte der deutschen Uranerzbergbauarbeiterstudie zugeordnet wurden.⁷

Beispiele für Unsicherheiten

Die Abschätzung der arbeitsplatzbedingten Strahlenexpositionen in der JEM-1 und der auf ihr beruhenden nachfolgenden Version JEM-2 führt zu Artefakten, deren Unsicherheiten unbekannt sind.⁸ Die Probleme der Strahlenexpositionen sind bekannt. Das machen folgende stichwortartige Angaben zu Veröffentlichungen seit 1998 deutlich. Zusätzliche Bemerkungen sind durch *Kursivschrift* kenntlich gemacht.

1. Die in der JEM-1 getroffenen Expositionsabschätzungen konnten nur bis zur Struktureinheit „Objekt“ durchgeführt werden; denn für eine feinere Untergliederung nach Lagerstätten, Sohlen und Grubenbereichen waren die zugänglichen Unterlagen nicht ausreichend. Für die Expositionen durch externe Gamma-Strahlung sowie die Inhalation von Radon (Rn), Rn-Zerfallsprodukten (RnZP) und langlebigen Radionukliden im Schwebstaub (LRN) liegen bis 1990 keine verwendbaren Individualdosen vor. Von der Ermittlung von Vertrauensbereichen wurde abgesehen, da die Ergebnisse von Strahlungsmessungen entweder nur Einzelmessungen oder nur noch in zusammengefasster Form verfügbar waren und Betriebsstörungen (z.B. bei der Bewetterung) nicht erfasst und damit nicht berücksichtigt wurden.

WISMUT 1999; Eigenwillig 2011

⁸ Lehmann et al. 1998; Lehmann 2004

Die radiologischen Bedingungen wurden als Modelle und Konzepte für die Ermittlung der Strahlenexposition strukturiert.⁹

Unsicherheiten der Modelle und Konzepte sind nicht bekannt. – Ingestion wurde nicht berücksichtigt.

2. Das Objekt 09 entstand Ende 1948 / Anfang 1949 durch eine organisatorische Teilung des Objekts 02, indem bestehende und aktive Schächte des Objekts 02 dem Objekt 09 zugeordnet wurden.¹⁰

Die Unterstellung in der JEM-1, Objekt 09 sei als Neuaufschluss ohne Verbindungen zu bestehenden Schächten des Objekts 02 begonnen worden¹¹, entspricht nicht den Tatsachen. Als Konsequenz sind die für die ersten Betriebsjahre des Objekts 09 abgeschätzten Strahlenexpositionen durch Rn (RnZP) zu gering. Damit verbundene Unsicherheiten sind nicht bekannt.

3. Für die Strahlenexposition durch Rn sind kurzlebige RnZP verantwortlich. Ein Maß für das radioaktive Gleichgewicht zwischen Rn und RnZP ist der Gleichgewichtsfaktor F. Im Falle des Gleichgewichts ist $F = 1$, im Falle des Ungleichgewichts < 1 . Je besser die Bewetterung ist, desto niedriger ist der Gleichgewichtsfaktor. Die Gleichgewichtsfaktoren wur-

⁹ Seite 26 in Lehmann et al. 1998

¹⁰ Seite 1 von Kapitel 2.2.2.4 in WISMUT 1999

¹¹ Seiten 57 und 67 in Lehmann et al. 1998

¹ Dr. Gerd Georg Eigenwillig
Hans-Thoma-Str. 19
D-60596 Frankfurt/M.

² z.B.: Schnelzer et al. 2014;
Schnelzer 2015 zu Eigenwillig
2015a; Eigenwillig 2015b; Kreuzer & Schnelzer 2015

³ Seite 53 in WR 2014

⁴ Kreuzer & Schnelzer 2015

⁵ Seite 26 in Lehmann et al. 1998

⁶ Objekt = Struktur-/Organisationseinheit für meist mehrere Schächte/Bergwerke

⁷ Quellen für detaillierte Informationen: z.B.: Lehmann et al. 1998;

den abgeschätzt. Z.B. werden für das Objekt 09 folgende Gleichgewichtsfaktoren angegeben:¹²

- 1955-1958 F = 0,5
- 1959-1963 F = 0,3
- ab 1964 F = 0,2

Unsicherheiten der abgeschätzten Gleichgewichtsfaktoren sind nicht bekannt.

4. Die abgeschätzten Wichtungsfaktoren bewerten die Strahlenexpositionen unterschiedlicher Tätigkeitsgruppen im Verhältnis zur Strahlenexposition eines Hauers. Der Hauer gilt als der Beschäftigte mit der höchsten Strahlenexposition. Die Wichtungsfaktoren sind ≤ 1 .¹³

Unsicherheiten der abgeschätzten Wichtungsfaktoren sind nicht bekannt.

5. Die JEM-2 wurde auf der Basis der JEM-1 erstellt. Dabei wurden z.T. Annahmen getroffen, ohne diese immer mit Sachaussagen belegen zu können.¹⁴

In der JEM-2 wird nicht erläutert, welche Sachaussagen das sind, wie ihre Verwendung begründet wird und zu welchen Unsicherheiten das führt. Die JEM-2 wurde nicht veröffentlicht. Das widerspricht wissenschaftlichen Regeln.

6. In der JEM-2 wurden ab 1957 für das Objekt 03 und ab 1959 für das Objekt 02 die Strahlenexpositionen des Objekts 09 verwendet, weil unterstellt wurde, dass die Beschäftigten dann im Objekt 09 tätig gewesen seien.¹⁵

Diese Unterstellung ist willkürlich. Die Beschäftigten können auch in anderen Objekten als dem Objekt 09 eingesetzt worden sein. Die Zuordnung der Objekte 03 und

02 zum Objekt 09 in den 1950er Jahren war ein rein organisatorischer Verwaltungsakt. Die operativen Bedingungen in den Objekten 03 und 02 änderten sich dadurch nicht. Durch dieses Vorgehen in der JEM-2 gibt es keine Daten für die Beschäftigten, die ab 1957 im Objekt 03 und ab 1959 im Objekt 02 gearbeitet haben (z.B. Grubenunterhaltung). Durch dieses Vorgehen verursachte Unsicherheiten sind nicht bekannt.

7. Eine Verwendung der Messergebnisse, z.B. in der epidemiologischen Forschung, war nicht vorgesehen. Zum Zeitpunkt der Messungen erfolgte keine statistische Auswertung der Messdaten unter Nennung von definierten Vertrauensbereichen. Die Messwerte wurden nur als Mittelwerte nach Konzentrationsbereichen dokumentiert. Da Einzelwerte nicht verfügbar sind, ist auch retrospektiv eine statistische Auswertung der Messdaten nicht möglich.¹⁶

Diese Ausführungen betreffen die Messungen der Rn- und RnZP-Konzentration in der Atemluft. Damit verbundene Unsicherheiten sind nicht bekannt.

8. Die für LRN in Unterlagen ausgewiesenen Werte von Einzelmessungen konnten nicht verwendet werden, weil sie keinen Bezug zu den Bedingungen bei der Probenahme hatten, insbesondere nicht zum mittleren jährlichen Uran-Ausbringen (Uran-Förderung) und zu den Uran-Gehalten am Probenahmeort. Daher mussten für die Ermittlung der Strahlenexpositionen ein Modell verwendet werden.¹⁷ Der Uran-Gehalt im Erz wurde bis 1990 nicht gemessen.

Das Modell ist sehr unsicher, da die hydrothermalen Ganglagerstätten absätzig vererzt waren (d.h. die Erzpartien waren nicht durchgehend,

sondern unterbrochen) und der Urangehalt mit der Teufe stark variierte.¹⁸ Unsicherheiten des Modells sind nicht bekannt.

9. Aus Messungen der externen Gamma-Dosisleistung (GDL) wurden in der Sowjetisch-Deutschen Aktiengesellschaft WISMUT (SDAG WISMUT) keine nennenswerten Schlussfolgerungen für den Strahlenschutz abgeleitet.¹⁹ Ohne genaue Angabe des Messpunktes sind archivierte Messdaten wertlos, weil das Verhältnis der GDL an der Oberfläche von Gangerzen zur GDL in 10 cm Abstand oder zur GDL am Aufenthaltsort des Beschäftigten z.B. 100:10:1 betragen kann.²⁰ Die Strahlenexposition durch externe Gamma-Strahlung wurde durch ein Modell ermittelt.²¹

Die externe Gamma-Strahlung wird überwiegend durch Radium-226 im Uranerz verursacht. Sein Gehalt wurde aus dem mittleren Uran-Ausbringen abgeleitet (siehe Beispiel 8). Unsicherheiten des Modells sind nicht bekannt.

10. Bei den Daten der JEM-1 spielen Messfehler eine Rolle (klassisch, Berkson). Zur Berücksichtigung der Berkson-Fehler wurden Untersuchungen zur Erstellung eines Messfehlermodells empfohlen. Zur Validierung des Modells würden die individuellen Expositionsmessungen in der Einheit WLM benötigt.²²

Angesprochen wurden offensichtlich die Strahlenexpositionen durch Rn und RnZP. Übersehen wurde, dass keine individuellen Expositionsmessungen zur Verfügung stehen (siehe Beispiele 1 und 7).

11. Das Programm in Access von 2000 zur Berechnung der Strahlenexpositionen der Beschäftigten durch externe Gamma-Strahlung, Rn, RnZP und LRN erfordert Nacharbeiten von Hand und Ergänzungen, wie z.B. Rekonstruktion der Anzahl von vor 1957 geleisteten Untertage-Schichten, für die generell keine Angaben vorliegen.²³

Damit verbundene Unsicherheiten sind nicht bekannt. Das Programm wurde nicht veröffentlicht. Das widerspricht wissenschaftlichen Regeln.

12. Die JEM-1 enthält keine Angaben zur Unsicherheit der abgeschätzten Strahlenexpositionen. Empfohlen wird die Einrichtung eines Expertengremiums, das Informationen zur Unsicherheit der JEM erarbeitet und Richtlinien zum Umgang damit entwickelt.²⁴

Dieses Expertengremium gibt es bisher nicht. Das 2010 gegründete „Steering Committee on the German Uranium Mining Studies“ der Strahlenschutzkommission (SSK) ist kein Ersatz; denn es begutachtet nur die Anträge zu Forschungsvorhaben.²⁵

13. Eine Veröffentlichung zum „Strahlenschutz im Uranbergbau“ der WISMUT stellt dar, dass die ermittelten Strahlenexpositionen mit deutlichen Unsicherheiten verbunden sind.²⁶

14. Zwei Veröffentlichungen ausländischer Autoren kritisieren die in der deutschen Uranbergarbeiterstudie verwendeten Strahlenexpositionen, weil deren Unsicherheiten unbekannt und die Information über die Exposition unvollständig sind. Letzteres erforderte teilweise Interpolation, Extrapolation und Rekonstruktion von Bedingungen

¹² Seite 82 in Lehmann et al. 1998

¹³ Seite 108 und Kapitel 2.3 auf den Seiten 256 bis 288 im Anhang von Lehmann et al. 1998

¹⁴ Seite 225 in Lehmann 2004

¹⁵ Seiten 140 und 147 in Lehmann 2004

¹⁶ Seite 38 in Lehmann 1999

¹⁷ Seiten 90 und 98 in Lehmann et al. 1998

¹⁸ Abbildungen 5 und 17 in Eigenwillig 2011

¹⁹ Seite 14 von Kapitel 1.8.2 in WISMUT 1999

²⁰ Seite 34 in Lehmann 1999

²¹ Seiten 100ff in Lehmann et al. 1998

²² Bender & Blettner 2002

²³ Brachner et al. 2002; siehe auch BfS 2013.

²⁴ Punkt (4) in SSK 2003

²⁵ BfS 2015a

²⁶ Seiten 291, 293 und 327 in Schramm 2011

des Bergbaus, die Jahrzehnte zurückliegen.²⁷

Das Bundesamt für Strahlenschutz (BfS) zitiert diese Veröffentlichungen, ohne Konsequenzen zu ziehen.²⁸

Fazit

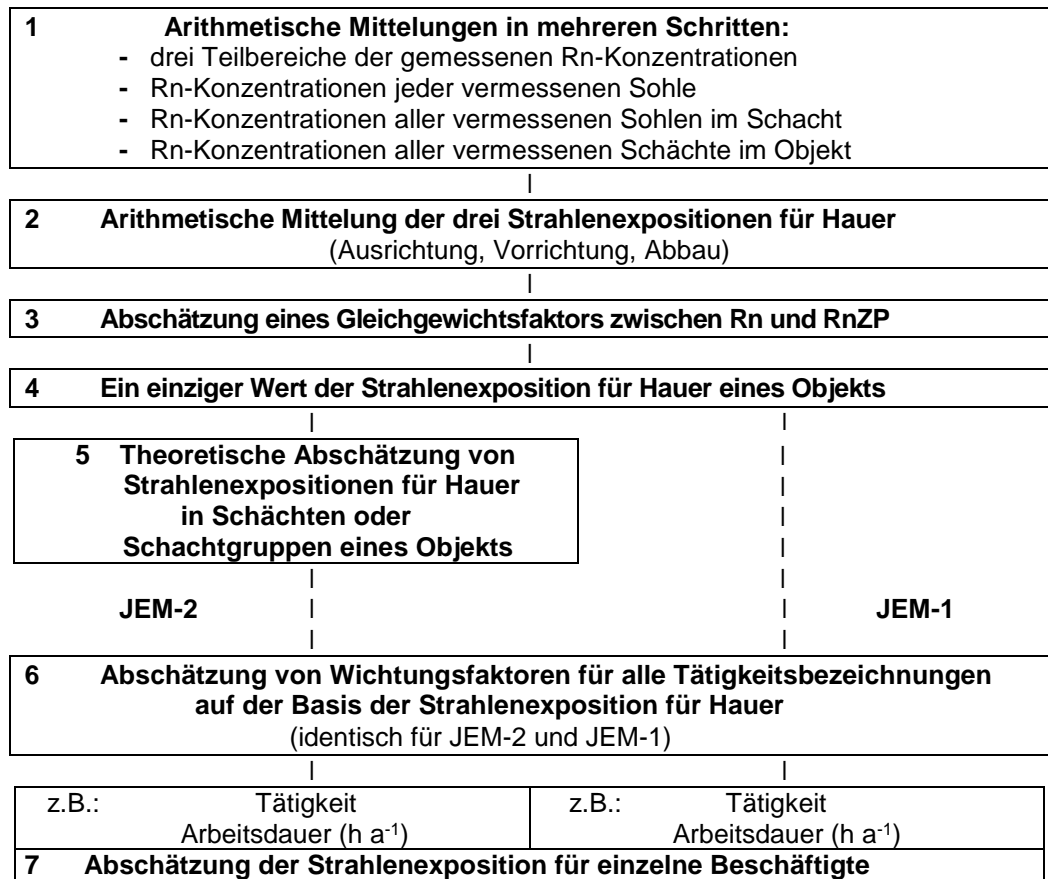
Die 14 Beispiele machen deutlich, wie notwendig es ist, Unsicherheiten der Strahlenexpositionen zu ermitteln. Das ist unabdingbar, d.h. eine zwingende Verpflichtung.

Die Abbildung zeigt beispielhaft für die jährliche Strahlenexposition durch Inhalation von Rn/RnZP die Zusammenhänge zwischen einigen diskutierten Eingangsdaten (Beispiele 1 bis 7), die alle mit Unsicherheiten behaftet sind.

Bei der derzeitigen Unkenntnis über Unsicherheiten ist nicht gerechtfertigt, zu behaupten, dass u.a. wegen der guten Abschätzung der arbeitsplatzbedingten und individuellen Expositionen die deutsche Uranbergarbeiterstudie eine hohe Aussagekraft besitze und weltweit einzigartig sei.²⁹ Der Wissenschaftsrat führt aus, der Datensatz sei einmalig.³⁰ Bereits in der ersten Job-Exposure-Matrix (JEM-1) wird ausgeführt, dass bis 1990 keine verwendbaren Individualdosen für die Beschäftigten vorliegen und die radiologischen Bedingungen als Modelle und Konzepte für die Abschätzung der Strahlenexposition strukturiert wurden.³¹ Diese Aussagen werden nicht berücksichtigt! Die abgeschätzten Strahlenexpositionen sind Artefakte.

Erst 2013 (zehn Jahre nach der Empfehlung der SSK von 2003) hat das Bundesamt für Strahlenschutz (BfS) ein Vor-

Abbildung: Ermittlung der jährlichen Strahlenexposition durch Inhalation von Rn/RnZP – (Schema)



Quelle: JEM-2: Lehmann 2004

Quelle: JEM-1: Lehmann et al. 1998

haben zur „Ermittlung der Unsicherheiten der Strahlungsexpositionsabschätzung in der Wismut Kohorte“ ausgeschrieben und vergeben. Die Leistungsbeschreibung der Ausschreibung enthält u.a. folgende Forderungen:³²

„In diesem Projekt sind die Unsicherheiten der Expositionsabschätzung möglichst genau zu quantifizieren, insbesondere nach ihrer Art (z.B. Berkson/ klassisch, additiv/ multiplikativ), ihrer Höhe (Mittelwerte, Varianzen) und ihrer Verteilung (z.B. normal, lognormal). In einem zweiten Schritt sind dann die aus den Unsicherheiten der Expositionen in der JEM resultierenden Auswirkungen auf die Risikobestimmung des RnFP-assoziierten Lungenkrebs-Mortalitätsrisikos abzuschätzen.“

³² Seite 1 der Leistungsbeschreibung in BfS 2013; RnFP = Radon-Folgeprodukte

Diese Anforderungen erheben bei der schmalen Datenbasis einen Anspruch an die Expositionsabschätzungen, der nicht erfüllbar ist. Das wird besonders an Hand der 14 Beispiele im vorhergehenden Kapitel deutlich; denn alle Grundlagen für die Expositionsabschätzungen sind Artefakte. 2015 wurde das Vorhaben ergebnislos abgebrochen.

Das BfS erfüllt bisher nicht die eigenen Anforderungen an die Qualität ihrer wissenschaftlichen Arbeit.³³

Autoren des BfS und andere Anwender der Daten beachten nicht eine Grundanforderung der Qualitätssicherung, als einen der ersten Schritte in einem Forschungsvorhaben die Unsicherheiten der verwendeten Daten zu ermitteln. Die Qualität der Forschungsergebnisse kann nicht besser sein als die Qualität der verwendeten Daten. Auch eine

³³ Seiten 18 bis 21 in BfS 2015b

hohe Anzahl von Veröffentlichungen kann diesen Mangel nicht beheben. Dass die Unsicherheiten der Daten bestimmt werden müssen, war von Anfang an bekannt (Beispiele 1 bis 12). Die damit verbundenen Schwierigkeiten waren ebenfalls bekannt. Die vom BfS u.a. zitierten Anforderungen an die Qualitätssicherung der Forschung sind allerdings sehr allgemein.³⁴ Sie behandeln nicht die unabdingbare Ermittlung von Unsicherheiten der verwendeten Daten.

Literatur

Allodji RS, Leuraud K, Bernhard S, Henry S, Bénichou J, Laurier D (2012a) Assessment of uncertainty associated with measuring exposure to radon and decay products in the French uranium

³⁴ z.B.: DFG 1998; BMBF 2007a und 2007b; DGEpi 2008; Seite 21 in BfS 2015b. – Die auf Seite 37 in WR 2014 zitierte Deutsche Arbeitsgemeinschaft Epidemiologie (DAE) ist 2005 in der DGEpi aufgegangen.

²⁷ Allodji et al. 2012a und 2012b

²⁸ BfS 2013

²⁹ z.B.: Schnelzer et al. 2014; Schnelzer 2015 zu Eigenwillig 2015a; Eigenwillig 2015b; Kreuzer & Schnelzer 2015

³⁰ Seite 53 in WR 2014

³¹ Seite 26 in Lehmann et al. 1998

miners cohort. Journal of Radiological Protection 32, pages 85-100

Allodji RS, Leuraud K, Thiébaud ACM, Henry S, Laurier D, Bénichou (2012b) Impact of measurement error in radon exposure on the estimated excess relative risk of lung cancer death in a simulated study based on the French uranium miners' cohort. Radiation and Environmental Biophysics 51 (2), pages 151-163

Bender R, Blettner M (2002) Diskussion der Messfehlerproblematik durch die Verwendung einer Job-Exposure-Matrix (JEM). In: Stand der Forschung zu den „Deutschen Uranbergarbeiterstudien“, 1. Fachgespräch am 7./8. Mai 2001 in Sankt Augustin. SSK-Heft 32, Seiten 97-105 (2002). Herausgeber: Geschäftsstelle der Strahlenschutzkommission (SSK). Urban und Fischer Verlag, München. ISSN 0948-308X, ISBN 3-437-22167-1

BfS (Bundesamt für Strahlenschutz) (2013) Ermittlung der Unsicherheiten der Strahlungsexpositionsabschätzung in der Wismut Kohorte. Bekanntmachung einer öffentlichen Ausschreibung nach § 12 Abs. 2 VOL/A. BfS AG-F 3 – 08313 / 3613S10023. Leistungsbeschreibung vom 24. 04.2013. – <http://www.bfs.de/de/bfs/ausschreibungen/forsch/3613S10023.html>; ausgedruckt am 10.06.2013 um 15 Uhr.

BfS (Bundesamt für Strahlenschutz) (2015a) Wismut uranium miners cohort study. Opening of the Data Set; Call for Proposals. State of 2014.09.02. © Bundesamt für Strahlenschutz 2015. www.bfs.de/EN/bfs/science-research/projects/wismut; ausgedruckt am 10.11.2015 um 11:02 Uhr

BfS (Bundesamt für Strahlenschutz) (2015b) Bundesamt für Strahlenschutz 1989-2014. Redaktion: Ebermann L. Herausgeber: BfS. Salzgitter.

BMBF (Bundesministerium für Bildung und Forschung) (2007a) Konzept einer modernen Ressortforschung. Bonn, Berlin.

BMBF (Bundesministerium für Bildung und Forschung) (2007b) Zehn Leitlinien einer modernen Ressortforschung. Bonn, Berlin.

Brachner A, Kreuzer M, Martignoni K, Grosche B (2002) Expositionsabschätzung mittels der Job-Exposure-Matrix (JEM). Pro-

bleme bei der Anwendung der JEM auf große Datenmengen. In: Stand der Forschung zu den „Deutschen Uranbergarbeiterstudien“, 1. Fachgespräch am 7./8. Mai 2001 in Sankt Augustin. SSK-Heft 32, Seiten 89-96 (2002). Herausgeber: Geschäftsstelle der Strahlenschutzkommission (SSK). Urban und Fischer Verlag, München. ISSN 0948-308X, ISBN 3-437-22167-1

DFG (Deutsche Forschungsgemeinschaft) (1998) Vorschläge zur Sicherung guter wissenschaftlicher Praxis – Empfehlungen der Kommission „Selbstkontrolle in der Wissenschaft“. Verlag Wiley-VHC, Weinheim. ISBN 3-527-27212-7

DGEpi (Deutsche Gesellschaft für Epidemiologie) (2008) Leitlinien und Empfehlungen zur Sicherung von Guter Epidemiologische Forschung (GEP). Redaktion: Hoffmann W, Latza U, Terschüren C. Hannover.

Eigenwillig GG (2011) Der Uranerzbergbau im Erzgebirge – die dadurch bedingten Strahlungsexpositionen und Erkrankungen der Bergleute. Eine kritisch Bewertung. 162 Seiten. Eigenverlag, Frankfurt. ISBN 978-3-00-031743-9

Eigenwillig GG (2015a) Kommentar zum Beitrag „Berufliche Exposition und Mortalität in der deutschen Uranbergarbeiterkohorte“ von Schnelzer et al. (ASU 2014; 49; 761-770). Arbeitsmedizin Sozialmedizin Umweltmedizin 50 (7), Seiten 526-527

Eigenwillig GG (2015b) Kommentar zur Stellungnahme von Schnelzer zum Leserbrief von Eigenwillig [Arbeitsmedizin Sozialmedizin Umweltmedizin (ASU) 2015; 50: 527]. Stand: 11.08. 2015. (von ASU nicht veröffentlicht)³⁵

Kreuzer M, Schnelzer M (2015) Erkenntnisse für den Strahlenschutz – Die deutsche Uranbergarbeiterstudie. DGUV Forum (9), Seiten 43-45

Lehmann F, Hambeck L, Linkert K-H, Lutze H, Meyer H, Reiber H, Reinisch A, Renner H-J, Seifert T, Wolf F (1998) Belastung durch ionisierende Strahlung im Uranerzbergbau der ehemaligen DDR. Herausgeber: Hauptverband der gewerblichen Berufsgenossenschaften (HVBG), Bergbau-Berufsgenossenschaft (BBG). ISBN 3-88383-524-2

Lehmann F (1999) Retrospektive Ermittlung der Strahlenexposition für einen Abbauhauer im Erzfeld Schneeberg-Schlema-Alberoda (Objekte 02, 03, 09 der SAG/SDAG Wismut) im Zeitraum von 1947 bis 1968. Dissertation, Fakultät für Geowissenschaften, Geotechnik und Bergbau der Technischen Universität Bergakademie Freiberg, Freiberg

Lehmann F (2004) JOB-EXPOSURE-MATRIX „Ionisierende Strahlung im Uranerzbergbau der ehemaligen DDR“ [Version 06/2003] – Erläuterungen zu einer lagerstätten- bzw. schachtbezogenen Spezifizierung – (nicht veröffentlicht)

Schnelzer M, Dufey F, Grosche B, Sogl M, Tschense A, Walsh L, Dahmann D, Lehmann F, Otten H, Kreuzer M (2014) Berufliche Exposition und Mortalität in der deutschen Uranbergarbeiterkohorte. Arbeitsmedizin Sozialmedizin Umweltmedizin 49 (10), Seiten 761-770

Schnelzer M (2015) Stellungnahme der Autoren zu: Eigenwillig GG. Kommentar zum Beitrag „Berufliche Exposition und Mortalität in der deutschen Uranbergarbeiterkohorte von Schnelzer et al. (ASU 2014; 49; 761-770). Arbeitsmedizin Sozialmedizin Umweltmedizin 50 (7), Seite 527

SSK (Strahlenschutzkommission) (2003) Zum Stand der Auswertung der Deutschen Kohortenstudie bei Uranbergarbeitern der Wismut. – Stellungnahme der Strahlenschutzkommission. Verabschiedet auf der 188. Sitzung der SSK am 02./03.12. 2003. Veröffentlichungen der SSK, Band 52, Seiten 297-301, Elsevier Urban & Fischer, München; ISBN 3-437-22326-7

Schramm M (2011) Strahlenschutz im Uranbergbau. In: Boch R, Karlsch R (Herausgeber), Uranbergbau im Kalten Krieg – Die Wismut im sowjetischen Atomkomplex, Band 1. Ch. Links Verlag, Berlin. ISBN 978-3-86153-653-6

WISMUT (1999) Chronik der WISMUT. Herausgeber: Hagen M, Scheid R. WISMUT GmbH, Chemnitz

WR (Wissenschaftsrat) (2014) Stellungnahme zum Bundesamt für Strahlenschutz (BfS), Salzgitter. Drs. 4201-14, Greifswald. Geschäftssitz: Köln. ●

Hamm, 19. Nov. 2016

Die letzten Strohhalm der Atomlobby

Kugelhaufenreaktoren, Thorium und Transmutation

„Thorium, Atomkraft ohne Risiko? Seit 70 Jahren wird die Technologie von der Nuklearindustrie totgeschwiegen. Dabei könnte Thorium – kein Atom Müll, kaum Risiko – die Energieproduktion komplett revolutionieren.“ So jubelte das Fernsehmagazin ARTE am 20. September 2016 mit einem Film von Myriam Tonelotto, produziert in Zusammenarbeit mit Radio Télévision Suisse, dem NDR und 3sace. Der emeritierte Physik-Professor Dr. rer. nat. Klaus Bätjer schrieb dazu an arte.tv: „Die historischen Aufnahmen der Los Alamos Atombauer fand ich schon spannend, man sieht sie nicht alle Tage als ein Filmdokument. Aber hinsichtlich eines ‚sicheren Thorium Reaktors‘ sind die Autoren wohl jemanden auf den Leim gekrochen hinsichtlich einer Art von Rechtfertigung. Oder gab es nur von der richtigen Seite Geld und Lob? Wenn durch Kernspaltung Energie, anfangs Wärme, erzeugt wird, müssen zwangsläufig radioaktive Spaltprodukte entstehen, so an die 300, grob gerechnet und pro Energieeinheit etwa gleich viele wie bei den anderen genannten ‚Reaktorarten‘. Vielleicht hilft ja etwas Nachhilfe, die kritischen US Amerikaner würden hinzufügen: Von irgendjemandem, der davon nicht profitiert.“

Die um 1990 in Deutschland gescheiterten Kugelhaufenreaktoren AVR und THTR-300 werden von der Nuklearlobby noch immer als Spitzenprodukt deutscher Ingenieurkunst, als „inhärent sicher“ und fast frei von schwierigem Atom-müll gefeiert. Da China, unter-

³⁵ Eingefügt am 12.06.2016