

sionen mit sicher erwartbaren Todesfolgen in künftigen Generationen führen wird, sei insbesondere auch Vorsatz zu unterstellen, heißt es in der Strafanzeige. Die Beschuldigten differenzierten in ihren Vorschlägen gemäß „Berichte der Strahlenschutzkommission Heft 54: Freigabe von Stoffen zur Beseitigung, Bonn 2007“ nicht einmal zwischen sehr langlebigen und kurzlebigen radioaktiven Abfällen und den daraus erwachsenden Konsequenzen. Ob eine Absicht der Beschuldigten zur Täuschung der Öffentlichkeit über die Folgen ihrer Vorschläge vor-

lag, werde zu ermitteln sein.

Die Klage der Bürgerinitiative stützt sich auf Paragraph 309 „Mißbrauch ionisierender Strahlen“ des StGB, in dem nicht nur die absichtliche Gesundheitsschädigung mit ionisierender Strahlung, sondern auch eine leichtfertige Verursachung des Todes eines anderen Menschen unter Strafe gestellt ist. Frühere Strafanzeigen gegen die Mitglieder der SSK wegen des Verdachts der Körperverletzung gemäß Paragraph 223 StGB waren ins Leere gelaufen. So war eine Strafanzeige des Physikers

Peter Kafka vom 7.10.1986 von der Staatsanwaltschaft Bonn (Aktenzeichen 50 Js 552/86) mit der Begründung zurückgewiesen worden, es hätten sich „keine Anhaltspunkte dafür ergeben, daß die Mitglieder der Strahlenschutzkommission Grenzwerte bewußt falsch festgesetzt“ hätten (Unterstreichung im Original; s. Strahlentelex 239, Dez. 1996, S. 2ff). Diese Anzeige und die Reaktion der Staatsanwaltschaft darauf zeigte, wie einfach es für das Justizwesen ist, staatlich genehme Untaten zu entschuldigen. Es genügte den Staatsanwälten,

das Wort „bewußt“ zu unterstreichen. Das heißt, so Peter Kafka damals, „soll doch mal jemand versuchen, staatlichen Autoritäten bewußtes Handeln nachzuweisen!“

Die Bürgerinitiative Umweltschutz Lüchow-Dannenberg hat ihre Klage jetzt bei neun Staatsanwaltschaften in Hannover, Essen, Aachen, Neuherrberg bei München, Berlin, Hamburg, Bonn, Eltville am Rhein und Lüneburg eingereicht. ●

„Weltniveau“ im Arbeitsschutz

## Professor Arndt und die Lungenfibrose bei Wismut-Bergleuten

Von Inge Schmitz-Feuerhake<sup>1</sup> und Sebastian Pflugbeil<sup>2</sup>

**Zur Anerkennung einer Lungenfibrose bei Beschäftigten der früheren Sowjetisch-Deutschen Aktiengesellschaft Wismut (SDAG Wismut in Sachsen und Thüringen) als Berufskrankheit verlangt die Berufsgenossenschaft Bergbau (BBG) den Nachweis einer extrem hohen Lungendosis bei den Betroffenen. Lungenfibrosen in Folge von Staub sind jedoch ein typisches Berufsleiden von Bergleuten auch ohne Strahlenbelastung. Die BBG stützt ihre Haltung auf ein Gutachten von Prof. Dietrich Arndt, vormals führender Arbeits- und Strahlenmediziner der DDR. Kombinationswirkungen von Staub und Strahlung werden in dem Gutachten nicht untersucht, obwohl der Titel diesen Eindruck erweckt.**

### Die Verleugnung und Verharmlosung von Gesundheitsschäden durch ionisierende Strahlung hat eine lange Tradition

Bekanntermaßen ist die sogenannte „friedliche“ Anwendung der Kernenergie eine Tochter der Atombombenentwicklung. Untersuchungen über die biologischen Wir-

kungen der Bombenstrahlung und die zahlreichen neu entstandenen radioaktiven Stoffe geschahen zunächst unter militärischen Aspekten. Die großenteils über Jahrzehnte geheimgehaltenen Ergebnisse wurden so interpretiert, dass der Anwendung dieser Technik nichts im Wege stand [1, 2].

Trotz Eisernen Vorhangs bestand in West und Ost große Harmonie in Fragen der Schutzkriterien und der Bewertung der Strahlenfolgen.

Die 1945 gegründeten Vereinten Nationen (UNO) hatten ein Komitee eingesetzt, das von den Mitgliederstaaten beschickt wurde, um regelmäßige Berichte über Strahlenexpositionen und -risiken zu liefern. Die ausgewählten Experten genügten den Anwenderinteressen der einzelnen Länder. Der Einfluss der internationalen Atomlobby ist gut belegt durch den Vertrag, der seit 1959 zwischen zwei anderen UNO-Einrichtungen besteht: der Internationalen Atomenergie-Organisation IAEA zur Förderung der Atomenergie und der Weltgesundheitsorganisation WHO [3]. Darin verpflichtet sich die WHO, sich über Probleme, die beide betreffen, abzustimmen, das heißt dem Gesundheitsschutz wird nicht die allererste Priorität eingeräumt.

Auch die Internationale Strahlenschutzkommission ICRP, das Komitee, das die Grenzwerte vorschlägt und begründet, genoss in West und Ost die Anerkennung als normgebende Anstalt und vereinigte Mitglieder aus beiden Welten. Sie wurde ursprünglich von medizinischen Anwendern gegründet und wird noch heute formal durch die Radiologischen Gesellschaften der Länder beschickt. Kritiker wurden ausgegrenzt und beiseite geschoben, neue Erkenntnisse über vorher un-

bekannt oder unterschätzte Strahlenfolgen jahrzehntelang nicht berücksichtigt [4, 5]. So kam es, dass auf internationalen Kongressen die gleichen verharmlosenden Phrasen und hanebüchene Vergleiche wie die Anzahl der Verkehrstoten oder die angebliche Ungefährlichkeit der natürlichen Strahlenexposition aus westlichem und östlichem Expertenmund zu hören waren.

Die ICRP hat ihre Schutzmaßnahmen und Grenzwerte – obwohl letztere dann mehrfach nach unten korrigiert werden mussten – stets als äußerste Vorsichtsmaßnahme dargestellt, als absolut auf der sicheren Seite liegend, und den Eindruck erweckt, die zu erwartenden Schäden wären in Wirklichkeit viel geringer.

Auszubaden haben diese „Philosophie“ unter anderem die Strahlenopfer aus dem Berufsmilieu, von denen nach unserer langjährigen Erfahrung nur wenige Hochbelastete die Chance auf Anerkennung ihrer Berufskrankheit haben.

### Wismut-Bergleute, die jetzt oder künftig erkranken, haben zu unrecht kaum Chancen auf Kompensation

1946 wurde durch das sowjetische Militär der Abbau von Uran in Ostdeutschland angeordnet. In Sachsen und Thür-

<sup>1</sup> Prof. Dr. Inge Schmitz-Feuerhake, [ingesf@uni-bremen.de](mailto:ingesf@uni-bremen.de)

<sup>2</sup> Dr. Sebastian Pflugbeil, [pflugbeil.kvt@t-online.de](mailto:pflugbeil.kvt@t-online.de)

ringen entstand das drittgrößte Uranfördergebiet der Welt, das später von der sowjetisch-deutschen Gesellschaft SDAG Wismut betrieben wurde. Es ging nach dem Ende der DDR in den Besitz der Bundesrepublik über. Die Förderung wurde 1990 wegen Erschöpfung der Uranflöze und Unwirtschaftlichkeit des Weiterbetriebs eingestellt. Die Sanierungsaufgaben wurden dem Bundeswirtschaftsministerium übertragen, die notwendigen Mittel dazu aus dem Bundeshaushalt bereitgestellt.

Die Wismut hatte bis dahin etwa 600.000 Bergleute und andere Personen beschäftigt. Die Kompensation der Folgen von Berufskrankheiten wurde den gewerblichen Berufsgenossenschaften übertragen. Diese hatten damit ein schweres Erbe anzutreten, wenngleich der Bund dafür eine einmalige Ausgleichszahlung von 400 Millionen DM bereitstellte [6]. Bis 1990 waren in der DDR bei der Wismut etwa 14.500 Silikosen und 5.500 Lungenkrebsfälle als Berufskrankheit anerkannt worden [7]. Es ließ sich erahnen, dass damit nur ein Bruchteil der real Geschädigten berücksichtigt worden war und noch viele Bergleute wegen der langen Latenzzeiten erkranken würden.

Da besonders aus den Frühzeiten des Betriebes keine Messwerte über die Strahlenbelastungen an den verschiedenen Arbeitsplätzen vorhanden waren und auch in späteren Jahren nur eine lückenhafte Überwachung erfolgte, wurde in einem Forschungsprogramm eine Rekonstruktion der Dosisanteile durch Gammastrahlung, das alpha-strahlende Edelgas Radon und den radioaktiven Staub in den verschiedenen Stollen und Betrieben versucht, um sie bei Berufskrankheitsanzeigen zu verwenden [8].

Die Anerkennung einer Krebserkrankung als beruflich bedingt erfordert in Deutsch-

land, dass die Wahrscheinlichkeit der Erzeugung durch die Bestrahlung am Arbeitsplatz größer ist als diejenige, „spontan“ an dem betreffenden Leiden zu erkranken. Als Gutachter zur Erstellung von Dosiswirkungsrelationen bei Wismut-Arbeitern beauftragten die Berufsgenossenschaften den Physiker Professor Wolfgang Jacobi, langjähriges ICRP-Mitglied und einer der prominentesten Verharmloser von Strahlenfolgen in Deutschland. Er verfasste 1992 ein Gutachten über die Verursachungswahrscheinlichkeit von Lungenkrebs in Abhängigkeit von der Dosis [9], in dem unter anderem fälschlich ein starker Rückgang der Verursachungswahrscheinlichkeit mit der Zeit nach der Exposition angesetzt wird [10]. Dadurch haben Bergleute, die jetzt erst oder zukünftig noch erkranken, zu unrecht kaum Chancen auf Kompensation.

Bezüglich Krebserkrankungen außerhalb der Lunge gutachtete Jacobi 1995 [11]. Danach bedarf es ausnehmend riesiger Dosen für eine Anerkennung, obwohl eine Reihe derartiger Erkrankungen bei Uranbergarbeitern gut dokumentiert ist [10].

Die Berufsgenossenschaften rühmen sich, dass durch die Gutachten Jacobi I und II die Bearbeitung der Feststellungsverfahren einfach und schnell und bei „hoher Rechtssicherheit“ erfolgt. Das Bundessozialgericht hat 2004 diese Gutachten – die wohl gemerkt durch wenige Einzelpersonen und noch nicht einmal durch eine Art Komitee angefertigt wurden – als „Leitlinie im Feststellungsverfahren“ bestimmt [7].

Ein Gutachter, der sich ebenfalls großer Beliebtheit bei den Berufsgenossenschaften erfreut, ist Prof. Dr. med. Dietrich Arndt, der von 1984 bis 1990 Chefarzt und Leiter der selbstständigen Abteilung Strahlenschutzmedizin mit Spezialpoliklinik am Institut

für Medizin des Staatlichen Amtes für Atomsicherheit und Strahlenschutz der DDR (SAAS) war. Bevor er sich den Strahlenkrankheiten zuwandte, erwarb er die Qualifikationen eines Facharztes für Arbeitsmedizin und für Innere Medizin. Von 1978 bis 1984 war er Stellvertretender Direktor der Zentralstelle für Ärztliches Begutachtungswesen der DDR in Berlin.

Zu DDR-Zeiten war die Wismut ein Staat im Staat. Für die Bergleute gab es einen eigenen Gesundheitsdienst. Erkrankte Bergarbeiter und ihre Familienangehörigen hatten die Werksärzte der SDAG zu konsultieren. Diese hatten gegenüber ihren Patienten und erst recht gegenüber der Öffentlichkeit insbesondere alle jene Erkenntnisse geheim zu halten, die die Wismut in irgendeiner Form hätten belasten können. Der Strahlenschutz wurde ebenfalls ausschließlich durch Werkspersonal versehen und kontrolliert.

Obwohl alle Angelegenheiten der Wismut von ihr selbst geregelt wurden, war die dahinterstehende fachliche Autorität in Fragen des Strahlenschutzes und der Strahlenmedizin das SAAS, von dessen Mitarbeitern auch die entsprechenden Fachleute der Wismut ausgebildet wurden, so auch von ihrem führenden Strahlenmediziner Arndt. Nach dem Ende der DDR wurde er Chefarzt und Leiter des klinisch-diagnostischen Bereichs im Bundesgesundheitsamt in Berlin. Er befasste sich in etlichen Gutachten und Publikationen mit den gesundheitlichen Folgen des Wismut-Betriebs.

Zusammen mit seinem früheren Vorgesetzten und Kollegen Prof. Dr. med. Werner Schüttmann äußerte sich Arndt unter anderem zum klinischen Erscheinungsbild der Lungenfibrose, wie sie typischerweise bei den Uranbergarbeitern zu beobachten ist

[12]. Um eine Handhabe für die Anerkennung als Berufskrankheit zu haben, vergab der Hauptverband der gewerblichen Berufsgenossenschaften einen Forschungsauftrag an Prof. Arndt zum Thema „Untersuchungen zu staub-/strahlenbedingten Lungenfibrosen bei ehemaligen Wismutbergarbeitern“. Die Ergebnisse wurden von den Autoren Arndt und Wolf im Jahr 2000 vorgelegt [13].

### **Lungenfibrosen als Berufskrankheit**

In dem Gutachten von Arndt und Wolf geht es um die Diagnose und das klinische Erscheinungsbild der alveolären interstitiellen Lungenfibrose, die im fortgeschrittenen Stadium zu erheblichen Einschränkungen der Lungenfunktion bis hin zum Tod führt. Während Lungenkrebs in Zellen des Bronchialgewebes ausgelöst wird, entsteht die Fibrose in den Alveolen (Lungenbläschen) und dem sie verbindenden Gewebe (Interstitium), das sich narbig verändert und verdickt.

Lungenfibrosen können durch Staub ausgelöst werden, der aus Quarz oder anderen Mineralien, Asbest oder Metallen besteht, und treten daher bei verschiedenen Berufsgruppen mit entsprechender Staubbelastung typischerweise auf. Lungenfibrosen können aber auch durch ionisierende Strahlung erzeugt werden. Deshalb wurde das Gutachten an Arndt und Wolf vergeben.

### **Strahlenbedingte Lungenfibrosen**

In den U.S.A. hatten sich Archer und Mitarbeiter seit den 1960er Jahren mit nicht-malignen Lungenerkrankungen bei Bergleuten beschäftigt, die Uran in den Abbaugebieten von Colorado förderten [14]. Sie beklagten, dass interstitielle Lungenfibrosen bei diesen nicht als Berufskrankheit anerkannt wurden, da sich im Röntgenbild nicht die typischen Merkmale einer fortge-

schriftlichen Silikose zeigten. Sie machten deshalb die Strahlenbelastung der Lunge, insbesondere durch das eingeatmete Radon, für den Effekt verantwortlich.

Sie wiesen darauf hin, dass nach therapeutischen Röntgenbestrahlungen des Knochenmarks, bei denen die Lunge im Strahlenfeld liegt, Lungenfibrosen als Komplikation auftreten. Daher waren auch bei Uranbergleuten derartige Erkrankungen zu erwarten, da durch die Radoninhalation in den Stollen ähnlich hohe Lungendosen erreicht werden können.

Im Gegensatz zu strahlenbedingten Krebserkrankungen wird bei der strahleninduzierten Lungenfibrose von einem „deterministischen“ Strahlenschaden ausgegangen, der sich erst nach einer Dosis in Mindesthöhe (Schwellendosis) ausbildet. Die Schwellendosis bei der Therapiestrahlung für die Lunge geben Archer u.a. zu 4 bis 7 Sievert (Sv) an [14]. Dabei handelt es sich um eine mittlere Dosis für das gesamte Lungengewebe. Um daraus eine Schwellendosis für die radonbelastete Lunge abzuleiten, muss man berücksichtigen, dass die verschiedenen Abschnitte der Lunge durch die alphastrahlenden Folgeprodukte des Radons unterschiedlich belastet werden. 7 Sv an notwendiger Alveolardosis entsprechen nach Archer u.a. dann etwa 12 Sv mittlerer Lungendosis.

Die Autoren haben darauf hingewiesen, dass es sich bei der Uranförderung um eine Kombinationswirkung von Strahlung und Staub handelt, sie haben jedoch keine Schwellendosis abgeleitet für den Fall der zusätzlichen Belastung durch Staub. Sie weisen aber auf Tierversuche hin, die zeigen, dass die durch Quarzstaub verursachte Fibrose (Silikose) durch externe oder interne ionisierende Strahlung verstärkt wird, siehe unten.

### **Kombinationswirkungen von Staub und Strahlung: Die Auslösung von Lungenfibrosen durch Mineralstaub wird bei gleichzeitiger Strahleneinwirkung verstärkt**

Im Uranbergbau kommt es neben der Strahlenexposition natürlich auch zu einer Staubbelastung der Lunge. Der Hauptanteil der Dosis wird untertage durch das radioaktive Edelgas Radon geliefert, das auch bei guter Belüftung der Stollen nur unvollständig abgeleitet werden kann.

In den uranverarbeiteten Betrieben, zum Beispiel in den Uranmühlen, wie sie auch bei der SDAG Wismut betrieben wurden, kann die Staubbelastung sehr hoch sein, während die Radonbelastung je nach Belüftung der Arbeitsplätze deutlich geringer als untertage in den Stollen sein kann.

Von Uranmühlen liegen einige Untersuchungen zu nicht-malignen Erkrankungen vor. J. Wilson hatte als Dissertation die medizinischen Daten von 4.101 Arbeitern ausgewertet, die zwischen 1952 und 1972 in einem Uranmühlbetrieb arbeiteten [zitiert nach 15]. Dabei wurde eine Erhöhung nicht-maligner Atemwegserkrankungen festgestellt, die auf den Uranerzstaub zurückgeführt wurde.

Pinkerton und Mitarbeiter [16] untersuchten die Todesursachen von 1.484 Männern, die in 7 Uranmühlen in Colorado zwischen 1940 und 1998 beschäftigt waren. Die Beschäftigungsdauer der Personen in dem untersuchten Kollektiv wird als relativ kurz bezeichnet. Der Median (Zentralwert, für den in der Verteilung ebenso viele Werte unterhalb wie oberhalb davon liegen) betrug 3,6 Jahre. Nicht-maligne Atemwegserkrankungen waren signifikant um 43 Prozent erhöht, darunter befanden sich Lungenemphyseme und Staublungen. Angaben über Staubbelastungen und Radio-

aktivitätskonzentrationen im Staub werden nicht gemacht.

Tierversuche haben gezeigt, dass die Inhalation von Uranerzstaub ohne zusätzliche Radonkomponente schon bei niedriger Dosis alveoläre interstitielle Fibrosen erzeugt. Cross und Mitarbeiter exponierten Goldhamster mit Radon und Radonfolgeprodukten sowie Uranerzstaub kombiniert oder jeweils separat [17]. Die Exposition erfolgte mit Unterbrechungen, nämlich an 5 Tagen in der Woche und für 6 Stunden am Tag. In 15 von 49 Hamstern, die mehr als 14 Monate ausschließlich Uranerzstaub inhalierten, traten alveoläre interstitielle Fibrosen auf, also in 31 Prozent der Fälle. Die Staubkonzentration betrug 19 Milligramm pro Kubikmeter ( $\text{mg}/\text{m}^3$ ) Atemluft. Die Radioaktivitätskonzentration ist bei Cross u.a. nicht angegeben.

Abbauwürdige Uranerze enthalten etwa 0,1 Gewichtsprozent Uran. 1 Milligramm (mg) Uran in natürlicher Isotopenzusammensetzung hat ohne seine Folgeprodukte eine Aktivität von 12,8 Becquerel (Bq). Im Gleichgewicht mit den Folgeprodukten ergibt sich nach [8] eine 5-fach höhere Alphaaktivität. 19  $\text{mg}/\text{m}^3$  in der Versuchsanordnung von Cross u.a. würden dann einer Radioaktivitätskonzentration für Alphastrahler von 1,2  $\text{Bq}/\text{m}^3$  entsprechen.

Staubkonzentrationen in der genannten Höhe sind in den früheren Betriebsjahren der Wismut aufgetreten, siehe unten. Ein Bergmann, der eine solche Konzentration über ein Jahr in 2000 Stunden Arbeitszeit einatmet, würde dadurch nach [11] eine Alveolardosis von 0,75 Sv jährlich erhalten.

Die Kombinationswirkung von Staub und Strahlung durch separate Quellen wurde ebenfalls in einer Reihe von Tierexperimenten untersucht. Archer und Mitarbeiter [14] zitieren 5 Arbeiten, in denen gezeigt wird, dass die Auslö-

sung von Lungenfibrosen durch Quarzstaub (Siliciumdioxid  $\text{SiO}_2$ ) bei gleichzeitiger Einwirkung von ionisierender Strahlung verstärkt wird.

Engelbrecht und Mitarbeiter [18] injizierten jeweils 50 mg Staub in den Atemtrakt von Ratten, der einerseits aus Erz einer Goldmine bestand, das relativ stark mit radioaktiven Stoffen versetzt war, und andererseits aus dem gleichen Erz, nachdem die radioaktiven Stoffe daraus entfernt worden waren. Zum Vergleich wurden auch 50 mg Staub aus reinem Siliciumdioxid gegeben. Letzterer zeigte die höchste fibrosierende Wirkung. Das Hauptergebnis der Untersuchung jedoch war, dass sich eine Verstärkung der Wirkung beim Erzstaub durch Radioaktivität ergab.

### **Lungenfibrosen sind bei Bergleuten in Kohlegruben gut untersucht**

Lungenfibrosen sind eine bekannte und gut untersuchte Berufskrankheit im Kohlebergbau. Diese Befunde hätten eine Vergleichsmöglichkeit für das Wismut-Gutachten geboten, da Kohle wesentlich geringere Konzentrationen an natürlicher Radioaktivität enthält als Uranerz [19].

Man hat lange diskutiert, ob der im Erz vorhandene Quarz (der Hauptbestandteil von Sand) für die Lungenfibrosen verantwortlich ist, da dieser bei Arbeitern in Steinbrüchen und bei Steinmetzen schon lange als Verursacher bekannt war („Silikose“). In zahlreichen Untersuchungen wurde jedoch gezeigt, dass auch andere mineralische Bestandteile des Erzes einen solchen Effekt haben.

Bei kristallinem Quarz werden erhebliche Beeinträchtigungen der Atemwege schon ab Konzentrationen von 0,1  $\text{mg}/\text{m}^3$  beobachtet [19]. Sand und Kohle befinden sich auch in den bei der Wismut verarbeiteten Erzen (Beispiel s. Ka-

sten). Die Frage ist also, für welche Staubkonzentrationen aus gemischten mineralischen und organischen Stoffen Fibrosen beobachtet werden.

In den USA war die maximal zulässige Staubbelastung in Kohlegruben 1973 auf  $2 \text{ mg/m}^3$  gesenkt worden, dennoch zeigten sich weiterhin Atemwegserkrankungen bei den Bergleuten [19]. Letztere Autoren ziehen ihre Erkenntnisse aus 2 umfangreichen Überwachungsprogrammen für Arbeiter unter- und über Tage, deren Ergebnisse sie im Jahr 2008 für die beste Datenbasis bezüglich Staublungen bei Kohlebergleuten halten.

Die Überwachung erfolgt mit einer Röntgenaufnahme der Lunge in 5-jährigem Abstand. 1970 hatte noch ein Drittel der Bergleute mit über 25-jähriger Tätigkeit unter Tage eine Staublung aufgewiesen. Nach der Einführung des Grenzwertes von 1973 trat ein erheblicher Rückgang der Erkrankungen ein. Jedoch zeigte sich in der Untersuchungsperiode 1995 bis 2002, dass die erwartete Abnahme sich bei den Bergleuten mit weniger als 20 Jahren Tätigkeit unter Tage nicht fortgesetzt hatte, so dass auch eine Staubbelastung von  $2 \text{ mg/m}^3$  nicht als sicherer Grenzwert angesehen werden kann.

In einer Untersuchung von Kuempel et al. [20] wurde gezeigt, dass die Sterblichkeit der amerikanischen Kohlebergleute an Staublung auch unter den kontrollierten Bedingungen – also innerhalb der  $2 \text{ mg/m}^3$  - mit der Zunahme der Staubexposition ansteigt.

Diese Einschätzung über schon unterhalb dieses Grenzwertes zu erwartende Lungenfibrosen nach langjähriger Exposition mit Staub aus mineralischen und organischen Gemischen stützt sich nicht nur auf amerikanische, sondern auch auf britische und australische Untersuchungen [21, 22].

**Nach Angabe in [23, S.25] und [8, S.49] wurden im Aufbereitungsbetrieb Seelingstädt der SDAG Wismut folgende Erze verarbeitet:**

**Sedimentäre Erze aus Thüringer Lagerstätten**

- Karbonaterze, vorwiegend vererzter Lederschiefer, mit hohem Dolomit- und Pyritgehalt von durchschnittlich 16,5 % bzw. 3,8 % (Urangehalt durchschnittlich 690 ppm)
- Silikaterze, vorwiegend vererzter Kohle-Kiesel-Schiefer, mit einem Dolomitgehalt von durchschnittlich 3,5 % und einem Pyritgehalt von 4,7 % (Urangehalt durchschnittlich 1030 ppm)

**Erze aus der Lagerstätte Königstein**

- „Die Gesteine bestehen aus komplizierten Wechsellagerungen von Sandsteinen, Tuff- und Tonsteinbänken. ... Die größten Erzkörper liegen in hängenden und liegenden Bereichen mariner Sandsteine und inkohlten Pflanzenresten... Der durchschnittliche Urangehalt betrug 0,095 %.“

**Freitaler Erzkohle**

- „Die Uranvererzung ist in der Hauptsache auf den NO-Rand des Beckens in den Kohleflözen 1, 3 und 5 konzentriert... Der durchschnittliche Urangehalt im Fördererz betrug 0,090 %.“

**Gangerze aus der Lagerstätte Schlema/Alberoda**

- Hier sind die Uranverbindungen in Granit eingebettet. Der mittlere Urangehalt wird für den Zeitraum 1980 bis 1990 mit 0,4 % angegeben.

**Uranfällprodukte aus Königstein**

**Strahlen- und Staubbelastung bei der Wismut**

Die Bestrahlung des Lungengewebes der Uranbergleute erfolgt auf sehr unterschiedliche Weise. Das alphastrahlende Edelgas Radon ist ein Folgeprodukt des Radiums, das wiederum eine Stufe der von dem häufigsten Uranisotop 238 ausgehenden radioaktiven Zerfallsreihe bildet. Radon wird durch den Abbau des Uranerzes freigesetzt und reichert sich in der Stollenluft an, wird daher in konzentrierter Form eingeatmet und hält sich in den belüfteten Räumen der Lunge auf. Es zerfällt mit einer Halbwertszeit von 3,8 Tagen in kurzlebige radioaktive Feststoffe wie Polonium, Wismut und Blei, die sich in der Lunge ablagern und den höchsten Anteil der Strahlenbelastung bewirken, ebenfalls durch Alphastrahlung. Massemäßig spielen diese Stoffe als physikalische Reizmedien für das Gewebe keine Rolle.

Ferner kommt es in den Stollen zu einer Exposition durch den eingeatmeten Uranerzstaub, in dem sich außer Uran

seine sämtlichen Folgeprodukte befinden. Die Strahlenbelastung des Lungengewebes durch die abgelagerten Staubpartikel wird hauptsächlich durch die Alphastrahlen des Urans und der Folgeprodukte erzeugt.

Drittens herrscht in den Stollen ein erhöhter Strahlenpegel durch Gammastrahlung, eine durchdringende elektromagnetische Wellenstrahlung, die ebenfalls von den Folgeprodukten des Urans im Erz ausgeht.

Zusätzlich gab es in den Gruben bis in die Mitte der 1950er Jahre erhebliche Staubbelastungen, da das Erz im Trockenbohrverfahren gefördert wurde. Ferner stellte „die selektive Erzgewinnung in den hydrothermalen Ganglagerstätten des Erzgebirges eine besondere Belastungssituation dar. Das Hereingewinnen des freigelegten Uranerzganganges mit einem Pickhammer war mit erheblichen Staubkonzentrationen verbunden“ [8].

Im Tagebau und in den Betrieben, in denen das Uranerz

weiterverarbeitet und das Uran extrahiert wird, sind Radon- und Staubbelastung vielfach nicht geringer als unter Tage. Im Wismut-Tagebau Lichtenberg, der 240 Meter tief war, stauten sich Radon, Staub, Spreng- und Dieselabgase. Eine Bewetterung wie unter Tage war unmöglich, teilweise wurden die Grubenbauten unterhalb des Tagebaus aufgesprengt, in denen besonders hohe Radonkonzentrationen vorlagen.

„Im Tagebau traten sehr hohe Staubbelastungen bei Bohr- und Sprengarbeiten sowie bei den Lade- und Transportarbeiten auf. Bei sonnigem und trockenem Wetter lagen die konimetrisch gemessenen Staubkonzentrationen oberhalb des auswertbaren Bereiches (mehr als 3000 Teilchen pro  $\text{cm}^3$ )“ [8].

Die konimetrische Messung erfasst nur Partikel, die dem Feinstaub zuzuordnen sind. Systematische Staubmessungen – in der Einheit Teilchen pro  $\text{cm}^3$  – wurden in der Wismut erst ab Anfang der 1960er Jahre durchgeführt [24]. In einem Forschungsvorhaben der Berufsgenossenschaften wurden daher wiederum die Arbeitsplatzverhältnisse für diesen Zeitraum nachgestellt und Staubkonzentrationen in der Einheit  $\text{mg/m}^3$  bestimmt. Für den Untertagebetrieb werden bis 1960 mittlere Gesamtstaubkonzentrationen von 89 bis  $20 \text{ mg/m}^3$  und mittlere Feinstaubkonzentrationen von 15 bis  $5 \text{ mg/m}^3$  angegeben.

Nach [24] lagen unter Tage die höchsten Staubbelastungen vor. Demgegenüber werden aber für den Zeitraum 1950 bis 1962 für einige Aufbereitungsbetriebe ebenfalls hohe Werte bis zu  $55 \text{ mg/m}^3$  (Gesamtstaub) angegeben [23].

Nach dieser Epoche wurden von der SDAG Wismut systematisch konimetrische Staubmessungen durchgeführt, die in dem Forschungsvorhaben in Massenkonzentrationen umgerechnet wur-

den. Demnach betragen die Feinstaubkonzentrationen in den sächsischen Gruben ab 1974 im Mittel unter  $1,5 \text{ mg/m}^3$ , in den thüringischen unter  $1 \text{ mg/m}^3$ .

Des Weiteren wurden durch Messungen und Vergleichsbetrachtungen die Gehalte an reinem Quarz im Feinstaub abgeschätzt. Während diese in den Anfangsjahren mehrere  $\text{mg/m}^3$  betragen, lagen sie ab 1965 bei etwa  $0,15 \text{ mg/m}^3$ . Eine allgemeine Absenkung auf den Wert  $0,1 \text{ mg/m}^3$  – die obengenannte Wirkungsschwelle für reinen Quarzstaub ohne weitere Belastungen – wurde bis 1990 nicht erreicht [24].

Demnach kamen die Staubbelastungen in der SDAG Wismut nach internationalen Erfahrungen im Kohlebergbau und aus den Sandsteinbrüchen auch als alleinige Ursache für Lungenfibrose in Frage.

**Das Gutachten von Arndt und Wolf bietet der BGG die Handhabe, eine berufliche Ursache bei den meisten Lungenfibrosen von Wismutbeschäftigten abzulehnen, unabhängig davon, welche Staubmengen sie aufgenommen haben**

Aufgabe der Gutachter Arndt und Wolf wäre es gewesen, die kombinierte Wirkung des Mineralstaubs und der Strahlung zu untersuchen oder wenigstens herauszustellen. Sie wurde in der wissenschaftlichen Literatur vielfach angesprochen, aber für den Fall des Uranbergbaus arbeitsmedizinisch nicht beantwortet. Arndt und Wolf haben in dem Forschungsauftrag der Berufsgenossenschaften dazu jedoch nichts beigetragen, obwohl sie in der Einleitung zu ihrem Gutachten den Eindruck erwecken [13].

Dargestellt werden 66 Fälle von ehemaligen Wismutbergarbeitern, bei denen ein Verdacht auf Lungenfibrose bestand und die daraufhin ge-

nauer untersucht wurden, um strahlenbedingte diffuse interstitielle Lungenfibrosen differentialdiagnostisch exakter zu beschreiben.

Die Gutachter stellen die Überlegungen der Arbeitsgruppe Archer [14] dar und berufen sich dann auf die von ihr angegebene Schwellendosis für die Lunge von 12 Sv. **Diese war wohl gemerkt für den Fall einer reinen Strahlenbelastung ohne Staubinhalation abgeleitet worden.**

Arndt und Wolf benutzen die 12 Sv schlicht als Ausschlusskriterium. In ihrem untersuchten Patientenkollektiv treten auch Fibrosen bei Wismutbergleuten unterhalb von 12 Sv Lungendosis auf. Diese ordnen sie dann als „nicht-strahlenbedingt“ und damit nicht-berufsbedingt ein.

Die Dosis von 12 Sv ist naturgemäß sehr hoch, sie entspricht einer Radonbelastung von 1.000 WLM [13]. Eine solche Dosis wurde von den meisten Bergleuten der Wismut untertage nicht erreicht. Die mittlere Dosis lag bei ihnen bei 332 WLM [25].

Hinzu kommt, dass die BGG dieses 12 Sv-Kriterium von Arndt und Wolf auch bei anderen Wismutbeschäftigten als denjenigen untertage anwendet. Zum Beispiel werden in den uranverarbeitenden Betrieben, in denen eine hohe Staubbelastung gegeben war, aber nur eine geringe Radonkonzentration unterstellt wurde, derartige Lungendosen nicht annähernd erreicht.

Das Gutachten von Arndt und Wolf bietet der BGG somit die Handhabe, eine berufliche Ursache bei den meisten Lungenfibrosen von Wismutbeschäftigten abzulehnen, egal welche Staubmengen sie aufgenommen haben.

Verwahrt hat sich Arndt dagegen, als Repräsentant des DDR-Systems geholfen zu haben, die Anzahl der anerkannten Berufskrankheiten bei den Wismut-Beschäftigten ge-

ring zu halten [26]. Anhand seines Gutachtens über strahlenbedingte Lungenfibrosen für den Hauptverband der Berufsgenossenschaften von 2000 kann ihm jedoch bescheinigt werden, dass ihm ein solches Bemühen während seines gesamtdeutschen Wirkens Verpflichtung war.

Bestätigt wird sein Verhalten durch weitere Aktivitäten. Mit Hilfe der „Biologischen Dosimetrie“, bei der bestimmte Chromosomenaberrationen in den weißen Blutkörperchen (Lymphozyten) gezählt werden, lässt sich empfindlich eine Strahlenbelastung nachweisen. Durch eine derartige Untersuchung von 2004 soll offensichtlich gezeigt werden, dass die eingeatmete Radioaktivität bei Wismutbergleuten so geringfügig ist, dass sie im Körper keine Wirkung entfaltet [27]. Wolf, Arndt und Mitarbeiter erklären, dass im Vergleich zu Kohlebergleuten keine Unterschiede in der Aberrationsrate bestünden. Bei näherem Hinsehen zeigt die Untersuchung aber, dass gerade die strahlenspezifischen Aberrationen, die dizentrischen Chromosomen und zentrischen Ringe, dreifach signifikant höher liegen als in einer unbelasteten Kontrollgruppe. Dies soll aber nichts mit Strahlung zu tun haben, da die Autoren keine Korrelation zur Lungendosis finden. Dazu muss man daran erinnern, dass eine Dosisausgabe anhand von Aberrationsraten nur unter der Voraussetzung einer homogenen Ganzkörperbestrahlung möglich ist. Das ist aber bei inkorporierter Radioaktivität ganz sicher nicht der Fall. Außerdem sind dizentrische Chromosomen zeitlich nicht stabil, sie verschwinden mit einer Halbwertszeit von etwa 1,5 Jahren aus dem Körper. Auch daher ist bei langanhaltender Exposition keine Proportionalität zur Dosis gegeben. Die Kohlebergleute, die auch eine Strahlenbelastung vor allem durch Radon erhalten, waren

im Mittel 13 (!) Jahre länger untertage tätig als die Wismut-Kumpel.

Aus der zeitlichen Instabilität schließen die Autoren, da die Uranbergleute erst 20 Jahre nach ihrer Tätigkeit bei der Wismut untersucht wurden, dass die gefundenen Aberrationen nicht von Strahlung verursacht sind. Das Umgekehrte wäre richtig: sie zeigen den Anteil einer lange im Körper verbleibenden langlebigen Radioaktivität, die nicht von Radon sondern dem eingeatmeten Uranerzstaub stammt.

Während seiner Zeit am Bundesgesundheitsamt beteiligte sich Arndts Arbeitsgruppe auch an einer Chromosomenuntersuchung zur Ursache der Häufung kindlicher Leukämien beim Atomkraftwerk Krümmel und wurde bei einer Manipulation erappt. Bei einer Nachuntersuchung wegen horrender Diskrepanzen in der Verbundstudie erkannten sie Blutproben nicht, die nicht von Probanden stammten, sondern Blut enthielten, das mit einer definierten Dosis bestrahlt worden war. Diese Proben sollten die Qualität der beteiligten Labore testen. Das Labor von Arndt hat den Test nicht bestanden [28, 29].

Unredlich wäre es nun in der Tat, Arndt das typische menschenverachtende Vorgehen der Systemträger der DDR vorzuwerfen: Gefälligkeitsgutachten für die Industrie sind auch „Weststandard“, wie inzwischen mancher Arbeitnehmer aus dem Osten verwundert festgestellt haben wird.

1. Morgan, Karl Z., Peterson, Ken M., *The Angry Genie: One Man's Walk Through the Nuclear Age*, Norman, University of Oklahoma Press, 1999
2. Ehrle, L.H.: Radiation, *The Angry Genie*...Letter, *Journal of the American Medical Association* 283 (2005) 1621-1622
3. WHO resolution WHA 12.40 of 28 May 1959: Agreement between the World Health Organi-

sation and the International Atomic Energy Agency

4. Morgan, K.Z.: Veränderungen wünschenswert – Über die Art und Weise, wie internationale Strahlenschutzempfehlungen verfaßt werden. Berichte des Otto Hug Strahleninstituts Nr. 6, 1993, 5-12

5. Köhnlein, W. 2000. Die Aktivitäten und Empfehlungen der Internationalen Strahlenschutzkommission (ICRP). In Dannheim, B. et al.: Strahlengefahr für Mensch und Umwelt. Bewertungen der Anpassung der deutschen Strahlenschutzverordnung an die Forderungen der EU-Richtlinie 96/29/Euratom. Berichte des Otto Hug Strahleninstituts Nr. 21-22: 5-25.

6. Breuer, J., Otten, H., Schulz, H.: Uranerzbergbau Wismut ... Bedeutung für die gesetzliche Unfallversicherung. Die BG 12 (2001) 689-691

7. Koppisch, D., Otten, H.: Der Beitrag der Berufsgenossenschaften zur "Wismut"-Forschung. Die BG 05 (2005) 291-292

8. HVBG Hauptverband der gewerblichen Berufsgenossenschaften, Bergbau-Berufsgenossenschaft (Hrsg.): Belastung durch ionisierende Strahlung im Uranerzbergbau der ehemaligen DDR. Abschlussbericht zu einem Forschungsvorhaben. Autoren Lehmann, F. et al. Druck Center Meckenheim, Dez. 1998, 484 S.

9. Jacobi I./ Jacobi, W., Heinrichs, K. & Barclay, D. 1992. Verursachungs-Wahrscheinlichkeit von Lungenkrebs durch die berufliche Strahlenexposition von Uran-Bergarbeitern der WISMUT AG. GSF-Bericht S-14/92.

10. Schmitz-Feuerhake, I., Pflugbeil, S.: Unterschätzte Gesundheitseffekte durch inkorporierte Radioaktivität und die Folgen des Uranbergbaus der SDAG WISMUT. Thüringer Ärzteblatt 7-8/2008, 413-418

11. Jacobi II./ Jacobi, W. & Roth, P. 1995. Risiko und Verursachungs-Wahrscheinlichkeit von extrapulmonalen Krebserkrankungen durch die berufliche Strahlenexposition von Beschäftigten der ehemaligen WISMUT AG. GSF-Bericht 4/95, Obereschleißheim.

12. Arndt, D., Schüttmann, W.: Radonbedingte Lungenfibrosen des Menschen - Literaturberichte und eigene gutachterliche Erfahrungen. Wissenschaft und Umwelt 2/1992, 185-191

13. Hauptverband der gewerblichen Berufsgenossenschaften, Drittmittelprojekt RKI-1364-196. Abschlussbericht: Untersuchungen zu staub-/strahlenbedingten Lungenfibrosen bei ehemaligen Wismutbergarbeitern. Projektleiter: Prof. Dr. D. Arndt, Bearbeiter: Dr. G. Wolf, Robert Koch-Institut Berlin, 30.06.2000

14. Archer, V.E., Renzetti, A.D., Doggett, R.S., Jarvis, J.Q., Colby, T.V.: Chronic diffuse interstitial fibrosis of the lung in uranium miners. J. Occup. Environ. Med. 40 (1998) 460-474

15. BEIR IV: Committee on the Biological Effects of Ionizing Radiations, Health Risks of Radon and other internally deposited alpha-emitters. Nat. Academy Press, Washington D.C. 1988

16. Pinkerton, L.E., Bloom, T.F., Hein, M.J., Ward, E.M.: Mortality among a cohort of uranium

mill workers: an update. Occup. Environ. Med. 61 (2004) 57-64

17. Cross, F.T., Palmer, R.F., Busch, R.H., Filipy, R.E., Stuart, B.O.: Development of lesions in Syrian golden hamsters following exposure to radon daughters and uranium ore dust. Health Physics 41 (1981) 135-153

18. Engelbrecht, F.M., Thiar, B.F., Claasens, A.: Fibrosis and collagen in rats' lungs produced by radioactive mine dust. Ann. Occup. Hyg. 2 (1960) 257-266

19. Cohen, R., Patel, A., Green, F.: Lung disease caused by exposure to coal mine and silica dust. Semin. Respir. Crit. Care Med. 29 (2008) 651-661

20. Kuempel E.D., Stayner, L.T., Attfield, M.D., et al. Exposure-response analysis of mortality among coal miners in the United States. Am. J. Ind. Med. 28 (1995) 167-184

21. Hurley, J.F., Alexander, W.P., Hazledine, D.J., Jacobsen, M., MacLaren, W.M.: Exposure to respirable coalmine dust and incidence of progressive massive fibrosis. Brit. J. Ind. Med. 44 (1987) 661-672

22. Kizil, G.V., Donoghue, A.M.: Coal dust exposures in the longwall mines of South Wales, Australia: a respiratory risk assessment. Occup. Med. (Lond) 52 (2002) 137-149

23. Reiber, H. u.a., Teilbericht: Strahlenexposition in den Aufbereitungsbetrieben und Beprobungszechen der SAG/SDAG Wismut. Forschungsprojekt "Belastung durch ionisierende Strahlung im Uranerzbergbau der DDR". 167 S. Bergbau-Berufsgenossenschaft, Bezirksverwaltung

Gera, 1994

24. Bauer, H.-D., Dahmann, D.: Belastungen durch Stäube und Dieselmotorabgase in Betrieben der ehemaligen SAG/SDAG Wismut. Die BG 12 (1999) 752-760

25. Grosche, B., Kreuzer, M., Kreisheimer, M., Schnelzer, M. & Tschense, A. 2006. Lung cancer risk among German male uranium miners: a cohort study, 1946-1998. Br. J. Cancer 95: 1280-1287

26. Arndt, Dietrich: Gutachterliche Aspekte radonbedingter Erkrankungen bei Wismut-Bergleuten. – Fachliche Übersicht und Richtigstellungen in eigener Sache. 3.9.2004. <http://www.ProfDrArndt.de>

27. Wolf, G., Arndt, D., Kotschylang, N., Obe, G.: Chromosomal aberrations in uranium and coal miners. Int. J. Radiat. Biol. 80 (2004) 147-153

28. Wassermann, O. et al.: Erkenntnisse der schleswig-holsteinischen Fachkommission Leukämie im Zeitraum 1993-2004 zur Ursache der in der Nahumgebung der Geesthachter Atomanlagen aufgetretenen Leukämiehäufung bei Kindern. Abschlussbericht des Vorsitzenden v. 15.9.2004 <http://www.oh-strahlen.org/docs/ableukkom.pdf>

29. Schmitz-Feuerhake, I.: Forschung am Problem vorbei: die aktuellen Konstruktionen des Deutschen Kinderkrebsregisters und anderer Wissenschaftler zur Ursache der Leukämiehäufung in der Elbmarsch. umwelt-medizin gesellschaft 19 (2006) 306-312 ●

## Tschernobyl-Folgen

# Geschlechterverhältnis bei der Geburt in Bayern nach Tschernobyl

Von Alfred Körblein<sup>‡</sup>

**Im Januar 1987, 9 Monate nach dem Reaktorunfall von Tschernobyl, war das Verhältnis zwischen männlichen und weiblichen**

**Geburten (Geschlechterverhältnis bei der Geburt) in Bayern signifikant um 5,5 Prozent gegenüber dem Trend der Jahre 1980 bis 1992 erhöht (p=0,0185). Außer dem zeigt sich in diesem**

**Monat ein signifikanter Anstieg des Geschlechterverhältnisses um 0,29 Prozent pro Kilobecquerel Cäsium-137 pro Quadratmeter (kBq/m<sup>2</sup> Cäsium-137) Bodenbelastung (p=0,011). Nach 1987 ist keine Abweichung des Geschlechterverhältnisses vom Wert vor Tschernobyl für Bayern nachweisbar.**

## Zielsetzung der Studie

Ziel der vorliegenden Untersuchung ist zu prüfen, ob das Verhältnis zwischen männlichen und weiblichen Geburten (Geschlechterverhältnis bei

der Geburt, *sex odds at birth*) nach der Reaktorkatastrophe von Tschernobyl am 26. April 1986 erhöht ist. Kürzlich hatte ich einen Zusammenhang zwischen dem Geschlechterverhältnis und der Strahlenbelastung durch die atmosphärischen Atomwaffentests in England und den USA gefunden (siehe Strahlentelex 554-555 vom 04.02.2010). Im Rahmen dieser Arbeit zeigte sich auch, dass das Geschlechterverhältnis in Deutschland im Jahr 1987 – dem Jahr nach Tschernobyl – grenzwertig signifikant um 0,45 Prozent erhöht war [1]. In Bayern, dem Bundesland

<sup>‡</sup> Dr. Alfred Körblein, [www.alfred-koerblein.de](http://www.alfred-koerblein.de)