

Bewertung der Strahlenexposition in der BUGA'07-Kernzone „Neue Landschaft Ronneburg“

Darmstadt, den 30.5.2006

Im Auftrag der
Wismut GmbH, Chemnitz



für die Bundesgartenschau 2007, Gera und Ronneburg

Öko-Institut e.V.
Büro Darmstadt
Rheinstraße 95
D-64295 Darmstadt
Telefon +49 (0) 6151 - 8191 - 0
Fax +49 (0) 6151 - 8191 - 33

Geschäftsstelle Freiburg
Postfach 50 02 40
D-79028 Freiburg
Hausadresse
Merzhauser Straße 173
D-79100 Freiburg
Telefon +49 (0) 7 61 - 4 52 95-0
Fax +49 (0) 7 61 - 452 95-88

Büro Berlin
Novalisstraße 10
D-10115 Berlin
Telefon +49 (0) 30 - 28 04 86-80
Fax +49 (0) 30 - 28 04 86-88

**Bewertung der Strahlenexposition
in der BUGA'07-Kernzone
„Neue Landschaft Ronneburg“**

Autoren:

Dr. Ennio Heinrich

Ing.(grad.) Gerhard Schmidt

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	1
2	Untersuchung des Messprogramms	2
2.1	Das Vorgehen bei der Untersuchung des Messprogramms	2
2.2	Bewertung der Aussagekraft der Messungen für die Ermittlung von Strahlenbelastungen.....	3
2.3	Messwerte für den Wasserpfad.....	3
2.4	Messwerte für die Direktstrahlung.....	4
2.5	Messwerte für die Luft	4
2.6	Vergleich mit Messwerten anderer Institutionen.....	5
2.7	Messwertdokumentation und Qualitätssicherung	5
2.8	Messumfang und Änderungen beim Messprogramm	6
3	Berechnung der Strahlenbelastungen.....	6
3.1	Beschreibung der Belastungspfade.....	6
3.2	Berechnungsgrundlagen	8
3.3	Unterscheidung zwischen natürlicher Hintergrundbelastung und Zusatzbelastung durch den früheren Bergbau	8
3.4	Berechnungen zu den Belastungspfaden.....	9
4	Bewertung der Strahlenbelastungen	11
5	Zusammenfassende Bewertung.....	12
	Erklärung.....	15
	Literaturverzeichnis	16

1 Einleitung

Die Bundesgartenschau 2007 wird in der Ronneburger Kernzone auf einem Gelände stattfinden, das seit den Fünfziger Jahren dem Uranbergbau diente, auf dem Halden mit uranhaltigen Gesteinsresten angelegt waren und das insbesondere wegen des riesigen Umfangs dieser Bergbau-Tätigkeiten auch noch in einiger Entfernung in vielfältiger Weise von diesen Aktivitäten geprägt und beeinflusst war. Das hektische Streben nach dem Material, aus dem im Rüstungswettlauf die Bombe gemacht wurde, ließ auch im Gebiet um Ronneburg kaum Raum für Rücksichten auf Mensch und Umwelt. Große Anstrengungen waren schließlich nach Einstellung der Urangewinnung notwendig, um die Hinterlassenschaften aus dieser Aktivität zu ordnen, die Folgen soweit als möglich zu beseitigen und das Gelände so herzurichten, dass der erreichte Zustand auf Dauer akzeptabel ist.

Mit der Ausrichtung der BUGA auf diesem Gelände und in seinem unmittelbaren Umfeld sind bei vielen Besuchern Befürchtungen verbunden, dass ein Besuch der BUGA trotz der abgeschlossenen Sanierung des Geländes mit Strahlenbelastungen verbunden sein könnte. Die Befürchtungen sind verständlich, da die Belastungen und das damit verbundene Risiko ohne Zuhilfenahme von komplizierten Messungen und noch komplizierteren Berechnungen abstrakt bleiben und nicht ohne weiteres in ihrer Höhe eingeordnet werden können.

Die Wismut GmbH, die die Sanierung am Standort Ronneburg durchführt und in Kürze abschließen wird, hat das Öko-Institut e.V. damit beauftragt, eine Bewertung der Strahlenbelastungen für BUGA-Besucher vorzunehmen. Die Berechnung der Strahlenbelastung sollte auf Basis der aktuellen Messergebnisse der Umweltüberwachung erfolgen, die Bewertung der Belastungen sollte allgemeinverständlich und nachvollziehbar sein. Die Ergebnisse sollten gemäß Beauftragung in zwei unterschiedlichen Publikationen dokumentiert werden:

1. in einer Langfassung, die die Details der Untersuchung dokumentiert und sich an Fachleute und an Multiplikatoren der öffentlichen Meinungsbildung richtet, sowie
2. in einer Kurzfassung, die Besuchern der BUGA zur Verfügung gestellt werden kann.

Hiermit wird die Langfassung vorgelegt.

Die Darstellung ist nach folgenden Schritten gegliedert:

- Kapitel 2 befasst sich mit den Messwerten der Umweltüberwachung. Hier wird das aktuelle Messprogramm daraufhin untersucht, ob die für die Berechnung der

Strahlenbelastung notwendigen Messwerte vorliegen, ob Art und Umfang der Messungen ausreichend sind und ob die Messergebnisse mit denjenigen anderer Institutionen vergleichbar sind.

- In Kapitel 3 werden für BUGA-Besucher Berechnungen der Strahlenbelastungen durchgeführt. Dabei werden unter typischen Randbedingungen die Belastungen auf allen denkbaren Pfaden rechnerisch ermittelt und zusammengefasst.
- Die Bewertung dieser Belastungen erfolgt in Kapitel 4. Dazu werden zunächst die Bewertungsmaßstäbe für Belastungen dargelegt. Die Belastungen werden dann anhand dieser Maßstäbe bewertet. Besonderer Wert wird dabei auf die Einhaltung der gesetzlichen Grenzwerte und auf den Vergleich mit natürlichen Risiken gelegt.
- Kapitel 5 fasst die Ergebnisse zusammen.

Die Vorlage der Kurzfassung erfolgt gesondert; sie basiert auf den in Kapitel 5 abgeleiteten Ergebnissen.

2 Untersuchung des Messprogramms

2.1 Das Vorgehen bei der Untersuchung des Messprogramms

Radioaktive Belastungen für den Menschen beim Aufenthalt in Bergbaufolgelandschaften sind generell auf den folgenden Wegen denkbar:

- Inhalation des Edelgases Radon¹ und seiner Zerfallsprodukten,
- Direktstrahlung,
- Ingestion,
- Inhalation von Staub.

Zur Bewertung der Belastungen und zur Ermittlung der relevanten Belastungspfade wurden von der Wismut GmbH die im Bereich des BUGA-Geländes relevanten Messwerte zur eigenständigen Auswertung übergeben.

Zur Absicherung und Überprüfung der Messungen wurden ferner auch Messwerte von anderen Institutionen herangezogen.

Das Messprogramm zur Ermittlung der radiaktiven Belastungen wurde bewertet und die Messpunkte wurden im Rahmen einer Begehung in Augenschein genommen.

¹ Radon ist ein Edelgas, welches sich im Rahmen der Uran-Zerfallsreihe aus dem Radium bildet.

Ferner haben wir die allgemeinen sowie die bei den Messungen vorgesehenen Maßnahmen der Qualitätssicherung erfragt, die bei der Wismut GmbH Anwendung finden.

2.2 Bewertung der Aussagekraft der Messungen für die Ermittlung von Strahlenbelastungen

Die Überprüfung des Messprogramms der Wismut GmbH für den Bereich des BUGA-Geländes und für das Umfeld im Hinblick auf ihre Aussagekraft für die Berechnung und Bewertung der Strahlenbelastungen ergab, dass die wesentlichen Belastungspfade zur Ermittlung dieser radioaktiven Belastungen bei den für den Bereich des BUGA-Geländes relevanten Messungen berücksichtigt werden und auf Basis dieser Messungen belastbare Aussagen zur Strahlenbelastung auf allen wichtigen Pfaden getroffen werden können.

2.3 Messwerte für den Wasserpfad

Im Einzelnen wurden insbesondere zwei Messstellen im Bereich der Oberflächengewässer über den Zeitraum von 1989 bis heute betrachtet. Es handelt sich um eine Messstelle im Gessenbach vor der Einmündung des Badergrabens und eine Messstelle im weiteren Verlauf des Gessenbachs. Der in den Gessenbach mündende Badergraben wies in der Zeit der aktiven Wasserhaltung im Bergbau u.a. aufgrund von Versickerungen nur temporäre Wasserführungen auf. Darüber hinaus war er von dem kommunalen Einfluss der Stadt Ronneburg stark geprägt. Die Wahl dieser beiden Messstellen für die Ermittlung der Strahlenbelastung von BUGA-Besuchern ist sinnvoll.

Innerhalb der Zeitreihe erfolgten Umstellungen von einer anfänglichen Papierfiltration auf die Bestimmung der unfiltrierten Phase entsprechend den Vorschriften der REI Bergbau (Richtlinie zur Emissions- und Immissionsüberwachung), womit zusätzlich auch der an Schwebstoffe gebundene Anteil der Radionuklide messtechnisch mit erfasst wird. Für einen Übergangszeitraum wurden die Ergebnisse nach beiden Methoden bestimmt, wobei sich keine signifikanten Unterschiede ergaben. In den Zeitreihen wurden durchgängig die Gehalte an Uran und Ra-226 in mg/l bzw. mBq/l bestimmt. Die Auswahl an bestimmten Parametern und die Wahl der Bestimmungsmethode sind angemessen.

In den Jahren 1994, 1997 und 2001 wurden zur Bestimmung des kompletten Radionuklidvektors Sonderproben genommen und ausgemessen. Hier wurden zusätzlich zu den relevanten Nukliden der natürlichen Zerfallsreihen auch das natürliche K-40 sowie das aus oberirdischen Kernwaffenversuchen bzw. vom Unfall in Tschernobyl stammende Cs-137 bestimmt. Diese Zusatzinformation ist ausreichend, um den na-

türlichen Strahlenhintergrund und die Strahlenbelastung aus anderen Quellen zu erfassen.

2.4 Messwerte für die Direktstrahlung

Zur Ermittlung der direkten Strahlenexposition wurden in den Jahren 1992 und 1993 Katastermessungen zur Ermittlung der Ortsdosisleistungen im gesamten Bereich des BUGA-Geländes und der angrenzenden Randbereiche durchgeführt. Nach Abschluss der jeweiligen Sanierungsschritte wurden die betreffenden Bereiche vor der Freigabe zur Wiedernutzung erneut mittels flächendeckenden Messungen der Ortsdosisleistung überprüft. Nach Abschluss der Sanierungsarbeiten im Bereich des BUGA-Geländes und der angrenzenden Randbereiche ergab sich eine deutliche Reduzierung der Ortsdosisleistung gegenüber dem Ausgangszustand vor der Sanierung. Die heute vorliegenden Messwerte liegen im Bereich der für Thüringen üblichen Ortsdosisleistung.

2.5 Messwerte für die Luft

Im Hinblick auf die luftgetragenen radioaktiven Stoffe liegen Messreihen für Radon, die Alpha-Aktivität von Schwebstaub und Messungen von Radium im Staubbiederschlag vor.

Die Zeitreihen für die Messung von Radon beginnen im Jahr 1986 und sind abhängig von der Einrichtung der Messstellen bzw. deren Verlegung. Die für die Ermittlung der Strahlenbelastung von BUGA-Besuchern relevanten neun Messstellen befinden sich im Wesentlichen nördlich, östlich und süd-westlich vom BUGA-Gelände. Die Expositionszeit der Detektoren beträgt jeweils sechs Monate, so dass die Messwerte im Sommer- und im Winterhalbjahr separat erfasst werden. Tendenziell ist in der Zeitreihe bei allen Messstellen eine Abnahme der Radonkonzentration in der bodennahen Luft feststellbar. Im Mittel beträgt die Radonkonzentration im Jahr 2005 etwa 25 Bq/m³. Der Maximalwert der Radonkonzentration lag 2005 bei 47 Bq/m³ (zum Vergleich: der von der Strahlenschutzkommission <SSK 1995> als Richtwert für die obere Grenze des Normalbereiches für Radon in der Außenluft empfohlene Wert beträgt 80 Bq/m³). Bei dem Maximalwert handelt es sich um natürliche Schwankungen im Jahresverlauf, der gleiche Messpunkt zeigte im Verlauf der letzten Jahre auch deutlich niedrigere Werte.

Die Ra-226-Aktivität im Staubbiederschlag wurde an 4 Messorten nördlich, östlich und süd-westlich des BUGA-Geländes bestimmt. Die Expositionszeit beträgt drei Monate. Die Messwerte unterliegen sehr starken Schwankungen. Bei Rückbauarbeiten (Umlagerung des Haldenmaterials in den Tagebau) steigen die Messwerte an den nördlichen und östlichen Messorten mit der Rückbauaktivität schwach an. Dieser

Anstieg ist an der süd-westlichen Messstelle nicht zu beobachten, da diese auf der dem Wind zugewandten Seite der Quelle liegen.

Die Menge an Schwebstaub und die darin enthaltenen langlebigen Alphastrahler wurden an 3 Messorten nördlich, östlich und süd-westlich des BUGA-Geländes bestimmt. Die Expositionszeit beträgt 30 Tage. In den gemessenen Zeitreihen ist bis etwa 1996 eine starke Abnahme sowohl der Schwebstaubmenge als auch der Gesamtaktivität der Alphastrahler zu erkennen. Die aktuelle Aktivität befindet sich nahe der Nachweisgrenze des Messverfahrens von 0,1 mBq/m³ Luft. Entsprechend niedrig sind die dadurch verursachten Dosisbelastungen (siehe Kapitel 3).

2.6 Vergleich mit Messwerten anderer Institutionen

Unabhängig von der Wismut GmbH werden von der Thüringer Landesanstalt für Umwelt und Geologie <TLUG 2005> (Umweltbericht 2005) ebenfalls Messungen in dem betreffenden Bereich durchgeführt. Zur Überprüfung und zum Vergleich wurden diese Ergebnisse ebenfalls herangezogen und mit den Messwerten der Wismut GmbH verglichen. Im Ergebnis ist festzustellen, dass die vorliegenden Wismut-Messdaten und die Messdaten aus den Kontrollmessungen des Landesamtes unter Berücksichtigung der bei Messungen dieser Art üblichen Schwankungen und von normalen Ergebnisunsicherheiten gut übereinstimmen.

2.7 Messwertdokumentation und Qualitätssicherung

Die Messwertdokumentation der Wismut GmbH und die Maßnahmen zur Qualitätssicherung bei Umweltmessungen wurden bei einem Gespräch mit der Leitung der Abteilung Umweltüberwachung/Strahlenschutz bei der Wismut GmbH erläutert und bei einem Besuch bei den vor Ort in Ronneburg zuständigen Mitarbeitern dieser Abteilung persönlich in Augenschein genommen.

Die Messwertdokumentation erfolgt in einem modernen EDV-gestützten Verfahren, das die Daten zuverlässig erfasst und speichert, die Erstellung von Auszügen nach diversen Auswahlkriterien sowie graphische Darstellungsarten ermöglicht und das Identifizieren von Fehlern und auffälligen Abweichungen erleichtert. Die Messwertdokumentation entspricht dem Stand von Wissenschaft und Technik.

Die Laboreinrichtungen werden in regelmäßigen Abständen überprüft und bei Bedarf justiert. Die Labore beteiligen sich an den in diesem Fachgebiet üblichen Ringversuchen, bei denen die Qualität und die Vergleichbarkeit der erzielten Messergebnisse unabhängig bewertet werden. Die Labore der Wismut GmbH entsprechen den zu stellenden Anforderungen.

2.8 Messumfang und Änderungen beim Messprogramm

Vor Ort werden in der Öffentlichkeit vor allem zwei Aspekte der Messungen diskutiert: die öffentliche Darstellung, die Verfügbarkeit bzw. der Detailgrad der Auswertung der Messdaten und der insgesamt zurückgehende Messumfang, auch am Standort Ronneburg. Beide Aspekte hängen miteinander zusammen und wurden von uns mit den für das Messprogramm der Wismut GmbH Verantwortlichen diskutiert.

Der erste Aspekt zeigt sich anschaulich am Umfang und der Detailtiefe der Umweltberichte der Wismut GmbH, die in den letzten Jahren deutlich zurückgegangen sind. Der zurückgehende Messumfang ist in der Regel dadurch bedingt, dass mit dem Sanierungsfortschritt und den rückläufigen Sanierungstätigkeiten auch die Notwendigkeit für viele Messungen entfällt, die in früheren Jahren noch sinnvoll waren. Bei laufenden Sanierungsarbeiten ist sowohl die Anzahl der möglichen Quellen für Belastungen als auch die Vielfalt der möglichen Belastungspfade deutlich höher als nach dem Abschluss. Auch die beobachtbaren Schwankungen sind bei laufenden Arbeiten größer (z.B. Radon, Staub) und erfordern eine höhere Messdichte, um eine zuverlässige Aussage über die Strahlenbelastungen von Beschäftigten und der Bevölkerung zu erhalten.

Mit dem Abschluss der Sanierungstätigkeiten am Standort Ronneburg werden die Messvorgänge und der Umfang des auszuwertenden und gegenüber Behörden sowie der interessierten Öffentlichkeit zu dokumentierenden Datenmaterials künftig noch geringer ausfallen. Es ist daher zu erwarten, dass sich dieser Trend eher noch verstärken wird. Völlig entfallen wird die Umweltüberwachung an den sanierten Standorten nicht, daher sind Überlegungen für eine effektivere Gestaltung der Wismut-internen Organisation (z.B. über Erhalt oder Zusammenlegung der standortnahen Messabteilungen) als auch zu Verbesserungen der öffentlichen Darstellung der Mess- und Überwachungsergebnisse sinnvoll. Solange dabei der Maßstab im Vordergrund steht, eine fachlich qualitativ hochwertige, dem Stand von Wissenschaft und Technik entsprechende Umweltüberwachung am Standort sicher zu stellen und die Bevölkerung regelmäßig, anschaulich, verständlich und fachlich korrekt über die verbleibenden Restbelastungen zu unterrichten, bestehen gegen solche Veränderungsüberlegungen unsererseits keine Bedenken.

3 Berechnung der Strahlenbelastungen

3.1 Beschreibung der Belastungspfade

Im Hinblick auf die Nutzung der sanierten Flächen des ehemaligen Uranbergbaus im Rahmen der BUGA sind die folgenden relevanten Expositionspfade zu betrachten:

- Die äußere Strahlenexposition durch Gammastrahlung: Gammastrahlung entsteht beim Zerfall von Uran und seinen Folgeprodukten, das im Boden natürlich vorkommt und im Haldenmaterial in erhöhter Konzentration vorhanden ist. Die Intensität der Strahlung hängt von der Menge der radioaktiven Stoffe im Boden ab, sie nimmt aber in überdeckenden Bodenschichten, durch Abdeckungen (Halden) und insbesondere durch den im Abdeckmaterial enthaltenen Wassergehalt rasch ab (Abschirmung).
- Die Strahlenexposition durch die Inhalation von Radon-Folgeprodukten im Freien: Das Gas Radon entsteht beim Zerfall der natürlichen radioaktiven Stoffe und tritt aus dem Boden aus (Ausgasung). Auch hier hängt die Intensität von der Menge der natürlichen radioaktiven Stoffe ab. Das Radongas zerfällt selbst wieder relativ rasch, die Folgeprodukte sind weniger beweglich und werden von überdeckenden Bodenschichten und aufgetragenen Abdeckschichten zurückgehalten.
- Die Strahlenexposition durch die Inhalation von Staub im Freien, der mit langlebigen Alphastrahlern kontaminiert ist: Durch Bodenbearbeitung und Bodenerosion, aber auch durch die Arbeiten, die zur Umlagerung von Material im Rahmen der Sanierungsmaßnahmen durchgeführt werden, wird Schwebstaub freigesetzt, der sich mit dem Wind von der eigentlichen Quelle fortbewegen kann. Durch den natürlichen sowie durch Materialaufhaltung erhöhten Urangehalt im Boden ist dieser Staub u.a. mit Alphastrahlern belastet. Da es sich bei diesem Staub um sehr feines Material handelt, schwebt er sehr lange in der Luft und kann eingeatmet werden. Da ein Teil der Partikel sehr klein ist, können sie lange in der Lunge verbleiben. Bei ihrem radioaktiven Zerfall wird die Lunge mit Strahlung belastet.
- Die Strahlenexposition durch die Ingestion (Aufnahme über den Verdauungstrakt) von Staub im Freien, der mit Radionukliden kontaminiert ist: Durch den Boden selbst, aber auch durch die Arbeiten, die zur Umlagerung von Material im Rahmen der Sanierungsmaßnahmen durchgeführt werden, wird Staub freigesetzt. Die Staubpartikel sind hier größer als bei Schwebstaub und ihre Verweildauer in der Luft ist kurz, sie können aber nach der Ablagerung am Boden durch Wind wieder aufgewirbelt und weitertransportiert werden. Bei der Atmung werden diese Partikel zwar eingeatmet, aber relativ schnell wieder ausgeatmet, so dass die Strahlenexposition in der Lunge gering ist. Allerdings werden die Partikel teilweise verschluckt und gelangen so in den Verdauungstrakt.
- Die Strahlenexposition durch die Ingestion von Boden durch im Freien spielende Kinder: Bei der Ablagerung von mit natürlichem Uran und seinen Zerfallsprodukten kontaminiertem Staub auf dem Boden kann dieser auch direkt aufgenommen werden, wenn beispielsweise spielende Kinder Bodenmaterial direkt aufnehmen.

Die Strahlenexposition durch den Verzehr landwirtschaftlich oder gärtnerisch erzeugter Produkte sowie von Wild und wildwachsenden Pflanzen wurden nicht betrachtet. Im Zusammenhang mit dem Verzehr landwirtschaftlich oder gärtnerisch erzeugter Produkte wären die Messwerte der Überwachung des Wasserpfades bei einer Bewässerung der Wiesen und Felder mit dem Wasser aus dem Gessenbach relevant gewesen. Da diese Belastungspfade für die Besucher der BUGA'07 nicht relevant sind und weil ihr Beitrag zur Gesamtbelastung niedrig ist, wurden sie im Weiteren nicht betrachtet. Die oben beschriebenen Pfade sind abdeckend gewählt.

3.2 Berechnungsgrundlagen

In die Umrechnungen von Schadstoffgehalten in Strahlenbelastungen gehen eine Reihe von Parametern ein, daher ist die Auswahl der verwendeten Berechnungsgrundlagen entscheidend. Die Berechnung der Strahlenexposition erfolgt hier nach den geltenden Berechnungsvorschriften des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit <BMU 1999> und <BMU 2005>. Hierbei wurden die relevanten tabellierten Parameter aus den Berechnungsvorschriften und die aktuellen Messwerte zu Grunde gelegt. Abweichungen von dieser Vorschrift sind gesondert begründet.

Einen wesentlichen Einfluss auf die Berechnungen haben die Expositionszeiten. Hierzu wurde – wie in den Berechnungsgrundlagen vorgesehen – eine Expositionszeit von 1000 h verwendet. Diese Aufenthaltsdauer ist für die Bevölkerung vor Ort sinnvoll, allerdings ist sie für einen typischen BUGA-Besucher unrealistisch lang und ergäbe unrealistisch hohe Strahlendosen. Aus diesem Grund wurden die Berechnungen zusätzlich mit einer Expositionszeit von 20 h durchgeführt. Dies entspricht etwa einem Aufenthalt von 2 bis 3 Tagen auf dem Gelände der BUGA'07. Bei einem kürzeren Aufenthalt wird die Dosis entsprechend geringer.

Bei Berechnungen der Strahlenbelastung spielt oft auch das Alter der betrachteten Person eine Rolle. Wo dies der Fall ist, wurde jeweils diejenige Altersgruppe angenommen, für die sich die höchste Belastung ergibt.

3.3 Unterscheidung zwischen natürlicher Hintergrundbelastung und Zusatzbelastung durch den früheren Bergbau

Die auf Basis der aktuellen Messwerte ermittelten Belastungen setzen sich aus dem natürlichen Hintergrund und den zusätzlichen radiologischen Belastungen aus den Bergbaufolgen zusammen. Abweichend von den Berechnungsvorschriften wurden hier die natürlichen Hintergrundwerte nicht abgezogen und ausschließlich die gesamte Strahlenexposition aus beiden Quellen ermittelt. Dies hängt damit zusammen, dass die nach der Sanierung verbliebenen Belastungen niedrig sind und im Bereich des

natürlichen Hintergrunds und dessen Schwankungen liegen. Der natürliche Hintergrund, wie er vor den Bergbaumaßnahmen und ohne deren Einfluss vorlag, kann heute praktisch nicht mehr ermittelt werden. Selbst wenn er zuverlässig ermittelbar wäre, wäre wegen der Schwankungsbreite auch dieser natürlichen Werte keine zuverlässige Unterscheidung möglich.

Um einen Maßstab für den Bereich der radioaktiven Hintergrundbelastung zu erhalten, wurden die Messwerte der Ortsdosisleistung und der bodennahen Radonbelastung für Deutschland mit den Messwerten im Bereich des BUGA-Geländes in Relation gesetzt. Sowohl die Ortsdosisleistung als auch die Radonbelastung hängt dabei vom Anteil an natürlich vorkommendem Uran in den oberflächennah vorkommenden Gesteinen ab. Im Hinblick auf die Ortsdosisleistung liegen die Messwerte in Deutschland im Bereich zwischen 50 und 170 nSv/h. Gebiete mit hohen natürlichen Belastungen finden sich in verschiedenen Regionen Süddeutschlands und Sachsens. (Die auf dem BUGA-Gelände in Ronneburg gemessenen Werte liegen im Mittel bei 90 nSv/h.)

Die Messwerte von Radon in der bodennahen Luft liegen in Deutschland im Bereich zwischen 8 und 30 Bq/m³. In Gebieten mit ehemaligem Uranbergbau erreichten die Messwerte in der Umgebung von Johanngeorgenstadt mit 620 Bq/m³ Spitzenwerte. (Die Mittelwerte auf dem BUGA-Gelände in Ronneburg liegen bei 22 Bq/m³.)

Aus dem Vergleich der aktuellen Messwerte auf dem BUGA-Gelände und den Bereichen der Messwerte für Deutschland ist zu erkennen, dass die resultierenden Belastungen in Ronneburg für Gegenden mit im Boden vorkommender natürlicher Radioaktivität typisch sind. Spitzenwerte in Gegenden Deutschlands, in denen früher kein Uran gewonnen wurde, werden nicht erreicht.

3.4 Berechnungen zu den Belastungspfaden

Hierzu wurden auf Basis der aktuellen Messwerte und der Belastungspfade eigene Berechnungen durchgeführt, um die Strahlenexposition zu ermitteln. Die Ermittlungen erfolgten konservativ ohne Abzug des natürlichen Hintergrunds.

Belastungspfad - Äußere Strahlenexposition durch Gammastrahlung

Die Messwerte der Ortsdosisleistung liegen im Mittel um 90 nSv/h, der Maximalwert bei 120 nSv/h. Bei einer Aufenthaltsdauer von 1000 h auf dem Gelände würde der Besucher eine maximale Dosis von 120 µSv erhalten. Bei einer Aufenthaltszeit von 20 h beträgt die Dosis maximal 2,4 µSv. Bei der Berechnung dieser Dosis wurde konservativ vorgegangen und abweichend zu den Berechnungsgrundlagen der altersabhängige Umrechnungsfaktor der Photonen-Äquivalent-Dosis in die effektive Dosis (0,6 bis 0,8) auf eins gesetzt. Bei der Berücksichtigung dieses Faktors würde sich die Dosis durch die äußere Strahlenexposition weiter verringern.

Belastungspfad - Strahlenexposition durch die Inhalation von Radon-Folgeprodukten

Der Mittelwert der Radon-Konzentration auf dem BUGA-Gelände beträgt aktuell 22 Bq/m^3 , der Maximalwert der Radon-Konzentration liegt bei 47 Bq/m^3 . Bei einer Aufenthaltsdauer von 1000 h auf dem Gelände würde der Besucher eine maximale Dosis von $110 \mu\text{Sv}$ erhalten. Bei einer Aufenthaltszeit von 20 h beträgt die Dosis maximal $2,2 \mu\text{Sv}$. Bei der Berechnung dieser Dosis wurde konservativ vorgegangen und der Faktor zur Beschreibung des radioaktiven Gleichgewichts zwischen dem bergbaubedingten Radon-222 und seinen kurzlebigen Zerfallsprodukten am Expositionsort mit 0,4 angenommen. Gemäß den Berechnungsgrundlagen des BMU <1999> wird im Freien auf einer bergbaulichen Anlage oder Einrichtung dieser Faktor mit 0,2 angesetzt. Bei der Berücksichtigung dieses Faktors würde sich die Dosis durch die äußere Strahlenexposition weiter verringern.

Belastungspfad - Strahlenexposition durch die Inhalation von Staub im Freien, der mit langlebigen Alphastrahlern kontaminiert ist

Die Messwerte der Alpha-Aktivitätsbelastung liegen im Mittel um $0,2 \text{ mBq/m}^3$, der Maximalwert bei $0,3 \text{ mBq/m}^3$. Bei einer Aufenthaltsdauer von 1000 h auf dem Gelände würde der Besucher mit einem Alter zwischen 12 und 17 Jahren eine maximale Dosis von $12,6 \mu\text{Sv}$ erhalten. Ein gleichaltriger BUGA-Besucher, der sich 20 h auf dem Gelände aufhält, würde eine Dosis von maximal $0,25 \mu\text{Sv}$ erhalten. Bei jüngeren Besuchern ist die Dosisleistung geringer, bei älteren Personen praktisch gleich hoch wie im Alter 12 bis 17.

Belastungspfad - Strahlenexposition durch die Ingestion (Aufnahme über den Verdauungstrakt) von Staub im Freien, der mit Ra-226 kontaminiert ist

Bei den Berechnungen wurde der Maximalwert der Ra-226-Aktivitätsbelastung durch Staubbiederschlag von $5,1 \text{ Bq}/(\text{m}^2 \text{ 30d})$ eingesetzt. Im Mittel liegt die Belastung bei einem Wert von $1,2 \text{ Bq}/(\text{m}^2 \text{ 30d})$. Betrachtet wird die Staubablagerung auf dem Boden, die sich mit einer Schichttiefe von 10 cm bei einer Bodendichte von $1,5 \text{ g/cm}^3$ vermischt. Daraus ergibt sich eine Belastung mit 34 mBq/kg Boden durch den Niederschlag von Ra-226-haltigem Staub. Aus der Wiederaufwirbelung dieser Staubablagerung und dem Ingestieren größerer Staubteilchen ergibt sich die Strahlenbelastung. Bei einer Aufenthaltsdauer von 1000 h auf dem Gelände würde ein Besucher mit einem Alter von 1 bis 2 Jahren eine maximale Dosis von $0,2 \text{ nSv}$ erhalten. Ein gleichaltriger BUGA-Besucher, der sich 20 h auf dem Gelände aufhält, würde eine Dosis von maximal $0,004 \text{ nSv}$ erhalten. In den anderen betrachteten Altersklassen ist die Dosis geringer. Auf Grund dieses geringen Dosisbeitrags kann dieser Pfad vernachlässigt werden.

Belastungspfad - Strahlenexposition durch die Ingestion von Boden durch im Freien spielende Kinder

Zusätzlich zu den zu betrachtenden Szenarien der Berechnungsgrundlage des BMU <BMU 2005> wurde hier noch ein weiteres Szenario betrachtet. Bei diesem Szenario handelt es sich um eine Abschätzung, bei der angenommen wird, dass ein Kind Bodenmaterial beim Spielen direkt zu sich nimmt („Sandkasten-Szenario“). Es wurde von einer einmaligen Aufnahme von 10 g Bodenmaterial ausgegangen, das über Staub abgelagertes Ra-226 enthält. Der Maximalwert der Ra-226-Aktivitätsbelastung durch Staubbiederschlag von 5,1 Bq/(m² 30d) wird dabei eingesetzt. Betrachtet wurde ferner eine maximale Schichttiefe von 10 cm bei einer Bodendichte von 1,5 g/cm³. Daraus ergibt sich eine Belastung von 34 mBq/kg Boden durch den Niederschlag von Ra-226-Staub. Ein Besucher mit einem Alter von 1 bis 2 Jahren würde hierbei eine maximale Dosis von 0,04 nSv erhalten. In den anderen betrachteten Altersklassen ist das Szenario entweder unrealistisch oder die Dosis wäre geringer. Auf Grund dieser geringen Dosis kann dieser Pfad vernachlässigt werden.

4 Bewertung der Strahlenbelastungen

Wie aus den aktuellen Messwerten und den Bereichen der Messwerte für Deutschland zu erkennen ist, liegen die resultierenden Belastungen in Ronneburg in Wertebereichen, wie sie für Gegenden mit im Boden vorkommender natürlichem Uran und natürlicher Radioaktivität typisch sind. Die daraus resultierende Strahlenbelastung ist nicht höher als die natürlich vorkommende Strahlenbelastung, wie sie im Durchschnitt und im Schwankungsbereich in Deutschland in vielen Gegenden vorliegt, in denen kein Uranbergbau erfolgt ist. Daraus folgt, dass der Anteil der bergbaulich bedingten zusätzlichen Strahlenbelastung im Bereich des BUGA-Geländes gering ist und messtechnisch nicht mehr vom natürlichen Hintergrund unterschieden werden kann.

Der natürliche Gehalt des Bodens an Uran liegt im Bereich des BUGA-Geländes etwas höher als in den meisten Gebieten in Deutschland. Folglich liegen auch die Strahlenbelastungen aufgrund der natürlichen Gegebenheiten auf dem Gelände eher im oberen Drittel der Bandbreite in Deutschland. Die beiden relevanten Pfade sind die äußere Strahlenexposition durch Gammastrahlung und Strahlenexposition durch die Inhalation von Radon-Folgeprodukten. Bei der Betrachtung aller Pfade entspricht die Strahlenexposition maximal etwa 0,25 mSv für einen Besucher, der sich 1000 h auf dem BUGA-Gelände aufhält. Für einen typischen Besucher der BUGA'07 mit einer Aufenthaltsdauer von 20 h beträgt die Strahlenexposition in Summe etwa 5 µSv. Dies entspricht in der Größenordnung denjenigen Strahlenbelastungen, die bei einem entsprechenden Besuch einer beliebigen anderen Region in Süddeutschland oder Sachsen entstehen würde, in der kein Uranabbau erfolgt ist.

Im Ergebnis dieser Bewertung ist festzustellen, dass

- die in Deutschland geltenden Grenzwerte für radioaktive Belastung, selbst bei einem Daueraufenthalt auf dem BUGA-Gelände, eingehalten sind,
- die aus dem Bergbau stammenden Belastungen im Bereich derjenigen Schwankungen liegen, die durch den lokal ebenfalls schwankenden natürlichen Gehalt der Böden an Uran verursacht wird,
- die Belastungen am Standort Ronneburg im Bereich der für die Region typischen natürlichen Hintergrundbelastung (ca. 2 mSv/a) liegen.

Für den kürzer verweilenden Besucher der BUGA'07

- wird der Grenzwert um mehr als das Hundertfache unterschritten, wenn nur die zusätzlichen, durch den früheren Bergbau bedingten Belastungen berücksichtigt werden,
- ist ein Aufenthalt auf dem Gelände und in der Umgebung Ronneburgs unbedenklich, selbst wenn eine besondere Empfindlichkeit für Wirkungen durch Strahlenbelastungen (z.B. bei Schwangeren) unterstellt würde,
- entstehen keine nennenswerten Strahlenbelastungen, die über diejenigen bei einem Besuch anderer Orte in Süddeutschland, an dem keine Urangewinnung erfolgte, hinausgehen.

5 Zusammenfassende Bewertung

Die Bundesgartenschau 2007 wird in der Ronneburger Kernzone auf einem Gelände stattfinden, das seit den Fünfziger Jahren dem Uranbergbau diente und das nun saniert vorliegt. Mit der Ausrichtung der BUGA'07 auf diesem Gelände und in seinem unmittelbaren Umfeld sind bei vielen Befürchtungen verbunden, dass ein Besuch der BUGA'07 trotz dieser Sanierung mit Strahlenbelastungen verbunden sein könnte. Die Wismut GmbH hat daher das Öko-Institut damit beauftragt, die Strahlenbelastungen für BUGA-Besucher zu untersuchen und das Ergebnis in einer ausführlichen und in einer Kurzfassung darzustellen.

In einem ersten Schritt wurde das Gelände der Ronneburger Kernzone begangen und das Messprogramm der Wismut GmbH geprüft. Zu prüfen war, ob

- die Messungen von Art und Umfang her geeignet sind, um die Strahlenbelastungen von BUGA-Besuchern auf den verschiedenen denkbaren Belastungspfaden abzuschätzen,
- die Messpunkte der Wismut geeignet platziert sind, um den BUGA-Bereich zu überwachen,
- bei der Umweltüberwachung der Wismut GmbH die nötigen Maßnahmen zur Qualitätssicherung angewendet werden, und ob

- die Messwerte der Umweltüberwachung der Wismut GmbH mit den Messungen anderer Institutionen zur Deckung zu bringen sind.

Die Untersuchung ergab, dass die vier Prüfpunkte gegeben sind. Folglich lassen sich aus den von der Wismut GmbH zur Verfügung gestellten Messwerten belastbare Aussagen über die zu erwartenden Strahlenbelastung von BUGA-Besuchern ableiten.

Die Messwerte, die für die Berechnungen erforderlich sind, wurden ausgewertet. Soweit weitere Erläuterungen zu den Messungen, zu den Messmethoden und zu den Messorten erforderlich wurden, wurden diese von der Wismut GmbH zügig zur Verfügung gestellt. Die relevanten Messwerte wurden zusammengestellt, Durchschnittswerte und Maxima der Messungen dienten im Folgenden der Berechnung.

Im zweiten Schritt werden aus den Messwerten die Belastungen ermittelt. Alle in Frage kommenden Belastungspfade wurden durch überschlägige Rechnungen überprüft, die Ergebnisse der wichtigsten Pfade sind im Einzelnen dokumentiert. Die Auswertung der Messergebnisse und die Berechnungen zeigen für das BUGA-Gelände:

- Die Messwerte für Direktstrahlung, Radon und an Staub gebundene Radioaktivität sind gegenüber dem Zustand vor der Sanierung erheblich verringert.
- Die gemessenen Dosisleistungen zeigen, dass die Gammastrahlung durch die aufgetragenen Abdeckschichten soweit abgeschwächt wird, dass ein Unterschied zwischen „unbelasteten“ Flächen der Region und den abgedeckten Halden unterhalb der natürlichen Schwankungen dieser Messwerte liegt und nicht mehr messbar ist.
- Eine Unterscheidung zwischen bergbaubedingt emittierten Schadstoffen (Radon, Staub) und natürlich vorkommenden Konzentrationen an Schadstoffen ist heute praktisch nicht mehr möglich, da die zusätzlichen Konzentrationen sehr niedrig sind und im Schwankungsbereich des natürlichen Hintergrunds nicht mehr identifizierbar sind.
- Die sich aus diesen Rechnungen ergebenden Belastungen liegen in Dosisbereichen, wie sie an „unbelasteten“ Standorten der Region und auch im Durchschnitt in der gesamten Bundesrepublik vorliegen, die Schwankungsbreite dieser natürlichen Belastungen mit eingerechnet.

Die gemessenen Werte und die daraus errechneten Belastungen sind schließlich daraufhin bewertet,

- ob der gesetzliche Grenzwert, der bei der Sanierung anzuwenden ist, eingehalten ist,

- ob unterhalb des gesetzlichen Grenzwerts auch solche Belastungen noch unterschritten sind, wie sie sich z.B. bei der Anwendung des Vorsorgeprinzips, unter der Annahme besonders sensibler Umstände oder bei einer sonstigen drastischen Senkung des Grenzwertes ergeben würden,
- ob der Besuch der BUGA'07 für eine durchschnittliche oder besonders sensitive Personengruppe zu einem nennenswerten zusätzlichen Beitrag zur Strahlenbelastung führt.

Im Ergebnis dieser Bewertung ist festzustellen, dass die in Deutschland geltenden Grenzwerte für radioaktive Belastung, selbst bei einem Daueraufenthalt auf dem BUGA-Gelände, eingehalten sind. Für den kürzer verweilenden Besucher der BUGA'07 wird der Grenzwert um ein Vielfaches unterschritten, wenn nur die zusätzlichen, durch den früheren Bergbau bedingten Belastungen berücksichtigt werden.

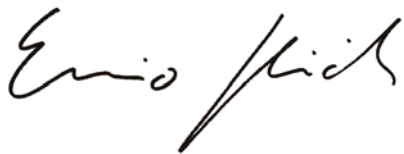
Verschiedentlich wird diskutiert, den gesetzlichen Grenzwert für Strahlenbelastungen zu reduzieren. Solche Überlegungen werden z.B. dann angestellt, wenn bei der Freigabe eines Geländes oder von radioaktiven Abfällen aus der Überwachung ein Dosiswert für eine vernachlässigbare Dosis gewählt wird (De-Minimis-Dosis). Selbst wenn man unterstellt, dass der gesetzliche Grenzwert um das 100-fache auf 1% seines derzeitigen Wertes gesenkt würde (10 μ Sv/a), würden die gemessenen Schadstoffkonzentrationen und die daraus ermittelten Belastungen für den kurzzeitigen BUGA-Besucher diesen niedrigeren Wert nicht überschreiten. Diese Reduzierung des Bewertungsmaßstabs auf ein Hundertstel des gesetzlichen Grenzwertes deckt auf jeden Fall auch andere Fälle mit ab, bei denen z.B. eine erhöhte Empfindlichkeit gegenüber radioaktiven Belastungen unterstellt wird.

Insgesamt ist daher festzustellen, dass

- der Besuch der BUGA'07 zu keiner nennenswerten zusätzlichen Strahlenbelastung für Besucher führt,
- das dadurch bedingte Gesundheitsrisiko für einen Schaden entsprechend vernachlässigbar ist, und
- gegen einen Besuch der BUGA'07 in Ronneburg selbst dann keine Gründe vorliegen, wenn eine erhöhte Sensitivität gegenüber radiologischen Belastungen unterstellt würde.

Erklärung

Die Untersuchung und Bewertung in dieser Stellungnahme erfolgte eigenständig unter Zugrundelegung des Standes von Wissenschaft und Technik. Die Schlüsse und Bewertungen in dieser Stellungnahme müssen nicht mit den Bewertungen des Auftraggebers übereinstimmen.



(Dr. Ennio Heinrich)



(Gerhard Schmidt)

Literaturverzeichnis

- <BMU 1999> Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit, Berechnungsgrundlagen zur Ermittlung der Strahlenexposition durch Inhalation von Radon und seinen kurzlebigen Zerfallsprodukten infolge bergbaubedingter Umweltradioaktivität (Berechnungsgrundlage – Bergbau: Teil Radon), vom 30.07.1999
- <BMU 2005> Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit, Berechnungsgrundlagen zur Ermittlung der Strahlenexposition infolge bergbaubedingter Umweltradioaktivität (Berechnungsgrundlage – Bergbau), vom 30.07.1999 in der überarbeiteten Entwurfsfassung vom 07.12.2005
- <SSK 1995> Empfehlung der Strahlenschutzkommission, Grundsätze zur Bewertung der Strahlenexposition infolge von Radon-Emissionen aus bergbaulichen Hinterlassenschaften in den Uranerzbergbaugebieten Sachsens und Thüringens, BAnz. Nr. 158 vom 23.08.1995
- <TLUG 2005> Thüringer Landesanstalt für Umwelt und Geologie, Umweltbericht 2005