

Stellungnahme zur Unterlage

Öko-Institut e.V.

„Neuberechnungen zu den Auswirkungen eines auslegungsüberschreitenden Lösungszutritts in der Schachtanlage Asse II – Weiterentwicklung der radioökologischen Modellierung

Fortschreibung des Berichts vom 16.06.2010

Darmstadt, 31.05.2011“

Arbeitsgruppe Optionenvergleich

Projekträger Karlsruhe – Wassertechnologie und Entsorgung (PTKA-WTE)

Bühler, M.; Pitterich, H.; Stumpf, S.

Sachverständige der Begleitgruppe Asse-II des Landkreises Wolfenbüttel

Bertram, R.

Kreusch, J.

Krupp, R.

Neumann, W.

Stand: 31.08.2011

Inhaltsverzeichnis

| | | |
|----------|--|-----------|
| 0 | Veranlassung und Vorgehensweise | 3 |
| 0.1 | Veranlassung | 3 |
| 0.2 | Vorgehensweise | 3 |
| 0.3 | Von der AGO berücksichtigte Unterlagen und Informationen | 3 |
| 1 | Einleitung | 4 |
| 2 | Aufgabenstellung und Zielsetzung | 6 |
| 3 | Einzelfragen | 8 |
| 3.1 | Wissenschaftliche Belastbarkeit der Daten | 8 |
| 3.2 | Modellansatz | 8 |
| 3.3 | Geochemisches Milieu | 11 |
| 3.4 | Löslichkeit und Rückhaltung von Radionukliden | 12 |
| 3.5 | Bewertungsansätze | 13 |
| 4 | Ergebnisse und Interpretation | 15 |
| 4.1 | Szenario I | 15 |
| 4.2 | Szenario II | 16 |
| 5 | Zusammenfassung / Resümee | 19 |
| | Quellen | 21 |

0 Veranlassung und Vorgehensweise

0.1 Veranlassung

Nach Kenntnisnahme der Berichterstattung des Fachverbands Strahlenschutz e.V. (Stellungnahme des Fachverbandes für Strahlenschutz hinsichtlich der Entscheidung des Bundesamtes für Strahlenschutz zur Rückholung der Abfälle aus der Schachanlage Asse II; München, 15.02.2011) und des Öko-Instituts e.V. (E-Paper des Öko-Instituts e.V. eco@work Dezember 2010) über den Bericht ÖKO-INSTITUT (2010) befasste sich die Begleitgruppe Asse-II mit diesem Bericht. Auf der Sitzung der Begleitgruppe Asse-II am 29.04.2011 informierte Herr Alt vom Öko-Institut e.V. in einem Vortrag über dieses vom BMU beauftragte Gutachten und auf dieser Grundlage erstellten Bericht ÖKO-INSTITUT (2010).

Die AGO beriet über dieses Thema erstmalig auf ihrer Sitzung vom 14.04.2011 und beschloss die Erarbeitung einer Stellungnahme bis zur Vorlage eines abschließenden, vom Auftraggeber BMU abgenommenen Berichts zurückzustellen. Vom BMU erhielt die AGO am 06.05.2011 zunächst den Bericht ÖKO-INSTITUT (2010) mit dem Hinweis auf die beauftragte Fortschreibung. Der fortgeschriebene und von BMU abgenommene Bericht ÖKO-INSTITUT (2011) wurde der AGO am 22.06.2011 übermittelt.

0.2 Vorgehensweise

Kritische Anmerkungen zum Bericht ÖKO-INSTITUT (2010) wurden von den Mitgliedern der AGO Dr. R. Krupp (KRUPP(2011)) und Prof. R. Bertram (BERTRAM (2011)) erarbeitet.

Zur Diskussion dieser Anmerkungen und als vorbereitendes Informationsgespräch zur Formulierung der AGO-Stellungnahme zum Bericht ÖKO-INSTITUT (2011) lud die AGO am 12.07.2011 die Autoren des Gutachtens (Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter von Öko-Institut e.V. und Karlsruher Institut für Technologie, Institut für Nukleare Entsorgung (KIT-INE)) zu einem Fachgespräch nach Karlsruhe ein.

Der von PTKA-WTE erarbeitete Entwurf der Stellungnahme wurde auf der Sitzung der AGO vom 09./10.08.2011 diskutiert und inhaltlich abgestimmt. Die Endfassung wurde im E-Mail-Umlaufverfahren beschlossen.

0.3 Von der AGO berücksichtigte Unterlagen und Informationen

Die vorliegende Stellungnahme der AGO bezieht sich ausschließlich auf den Bericht ÖKO-INSTITUT (2011). Bei der Erarbeitung der Stellungnahme fanden neben den Anmerkungen KRUPP (2011) und (BERTRAM (2011) die Ergebnisse des o. g. Fachgesprächs Berücksichtigung.

1 Einleitung

Sachverhaltsdarstellung

Das BMU beauftragte Öko-Institut e.V. zur Unterstützung bei der Aufsicht über den Betrieb und die Stilllegung der Schachanlage Asse II mit dem Gutachten, über das in ÖKO-INSTITUT (2011) berichtet wird. Öko-Institut e.V. ließ sich dabei von seinen Unterauftragnehmern KIT-INE (Löslichkeitsgrenzen, Rückhaltemechanismen) und Fugro-HGN GmbH (Grundwassermigration von Nukliden) unterstützen (Anlagen 1 und 2 in ÖKO-INSTITUT (2011)). Weitere Details der Beauftragung sind der AGO lediglich aus den Darstellungen in ÖKO-INSTITUT (2011) bekannt.

Den Hintergrund der Beauftragung durch BMU stellen die Berichte GRS (2009) und COLENCO (2009) dar. Die GRS erarbeitete in GRS (2009) eine Abschätzung potentieller Strahlenexposition in der Umgebung der Schachanlage Asse II infolge auslegungsüberschreitender Zutrittsraten der Deckgebirgslösung während der Betriebsphase. In COLENCO (2009) wurde hierzu eine Abschätzung der radiologischen Exposition über den Trinkwasserpfad bei einem unterstellten Absaufen des Grubengebäudes beigetragen.

Im Bericht ÖKO-INSTITUT (2011) werden folgende Kritikpunkte an den Gutachten GRS (2009) und COLENCO (2009) angeführt:

- Die Löslichkeitsgrenzen der Radionuklide sind nicht berücksichtigt.
- Die Anwendbarkeit der Dosiskonversionsfaktoren nach PRÖHL (2002) wird in Frage gestellt.
- Das aktuelle Inventar (Änderung bei Plutonium) ist nicht berücksichtigt.
- Durch die ausschließliche Berücksichtigung der aus dem Verzehr von Trinkwasser resultierenden Dosis in COLENCO (2009) wurden möglicherweise andere relevante Pfade nicht betrachtet.
- Die Löslichkeitseigenschaften einzelner Radionuklide sowie die Gasbildung sind nicht berücksichtigt.
- Die Radionuklidrückhaltung ist lediglich pauschal berücksichtigt.

Zur Gewährleistung der Vergleichbarkeit mit den Ergebnissen aus GRS (2009) machte BMU laut Öko-Institut e.V. folgende Vorgaben bei der Beauftragung:

- Identische Annahmen zum Porenvolumen
- Identische Höhenlage des Zu- und Austritt der Lösung
- Vorgabe der Verwendung des „Rührkesselmodells“
- Identische Annahmen zur Verfüllung der Einlagerungskammern
- Identische Annahmen zu Schachtverschlüssen
- Identische Annahmen zur Firstspaltverfüllung

Bewertung durch die AGO

Da der AGO der Wortlaut der Beauftragung von BMU an Öko-Institut e.V. nicht vorliegt, kann die Motivation des BMU zur Beauftragung des Gutachtens und die beabsichtigte Zielsetzung nicht beurteilt werden.

Die von Öko-Institut dargestellte Kritik an den Berichten GRS (2009) und COLENCO (2009) erscheint der AGO nachvollziehbar. Die von Öko-Institut realisierten Arbeiten zielen offenbar darauf ab, zum einen Kritikpunkte zu beheben (Dosiskonversionsfaktoren, Plutonium-Inventar) und zum anderen eine verbesserte Einschätzung der möglichen Strahlenexposition durch Anwendung eines analytischen radioökologischen Modells für die Ermittlung der Strahlenbelastung und die Berücksichtigung zusätzlicher Prozesse (Löslichkeitsgrenzen, Radionuklidrückhaltung) zu erreichen.

Die von BMU bei der Beauftragung an Öko-Institut e.V. gemachten Vorgaben für die Gewährleistung der Vergleichbarkeit der Ergebnisse der Neuberechnungen mit denen des GRS-Gutachtens erscheinen zielführend, da sie denen in GRS (2009) entsprechen. Ob diese Vorgaben auch für die weiteren Berechnungen in ÖKO-INSTITUT (2011) sinnvoll sind, hängt

von der beabsichtigten Zielstellung ab und kann von der AGO nicht bewertet werden, da nicht ersichtlich ist, ob lediglich eine Parameterstudie oder eine möglichst realitätsnahe Berechnung der Strahlenexposition erarbeitet werden sollte.

2 Aufgabenstellung und Zielsetzung

Sachverhaltsdarstellung

Der Haupttitel der Unterlage ÖKO-INSTITUT (2011) lautet „Neuberechnungen zu den Auswirkungen eines auslegungsüberschreitenden Lösungszutritt in der Schachanlage Asse II“. Unter diesem Titel wurde von Öko-Institut e.V. ein radioökologisches Modell entwickelt, welches die Radionuklidmigration im Deckgebirge, den Eintrag in nutzbares Grundwasser und die Strahlenexposition bei Nutzung dieses Grundwassers beschreibt.

Durch die Neuberechnungen sollen entsprechend der Darstellung in ÖKO-INSTITUT (2011) folgende Ziele erreicht werden:

- Fehler in den bisherigen Berechnungen von GRS und Colenco berichtigen
- Darlegung der Sensitivität einiger relevanter Parameter

Bei den Neuberechnungen gehen im Wesentlichen folgende Sachverhalte und Randbedingungen ein:

- Verzicht auf den Ansatz von Dosiskonversionsfaktoren nach PRÖHL (2002)
- Ansätze zu Verzehrgeohnheiten etc. in Anlehnung an die Allgemeine Verwaltungsvorschrift zu §47 StrlSchV (AVV) bzw. die Berechnungsgrundlagen Bergbau (BglBb)
- Korrekturen des Inventars (28 kg Plutonium)
- Berücksichtigung von Löslichkeitsgrenzen für Radionuklide
- Berücksichtigung der Sorption bzw. Retardation von Radionukliden
- Berücksichtigung plausibler Annahmen zu Migrationspfaden im Deckgebirge
- Darstellung der Möglichkeiten eines Monitorings
- Diskussion der Risiken für die Bevölkerung

Bewertung durch die AGO

Entsprechend der Darstellung in ÖKO-INSTITUT (2011) werden mit dem Bericht des vom BMU zur Unterstützung bei der Aufsicht über Betrieb und Stilllegung der Asse beauftragten Gutachtens im Wesentlichen die Ziele

- Weiterentwicklung der radioökologischen Modellierung
- Korrekturen bei der Berechnung der effektiven jährlichen Individualdosen für den Fall des auslegungsüberschreitenden Lösungszutritts in die Schachanlage Asse II entsprechend dem in GRS (2009) gewählten Szenario und
- Aufzeigen der Sensitivität einiger relevanter Parameter für die Berechnung der effektiven jährlichen Individualdosen für den Fall des auslegungsüberschreitenden Lösungszutritts in die Schachanlage Asse II durch Variation im Rahmen von Parameterstudien

verfolgt.

Ein wesentliches Problem der Wahrnehmung und Einschätzung des Gutachtens ÖKO-INSTITUT (2011) besteht nach Auffassung der AGO in der Erwartungshaltung nach möglichst realitätsnahen Neuberechnungen zu den Auswirkungen eines auslegungsüberschreitenden Lösungszutritts in die Schachanlage Asse II, die bereits durch die Wahl des Haupttitels der Unterlage erzeugt wird. Dieser Anspruch wird in dem Bericht selbst zwar nicht erhoben, und die Unterlage wird diesem auch nicht gerecht. Aber die AGO schätzt sowohl den Titel als auch einige Textpassagen als missverständlich formuliert ein. Aufgrund unexakter Formulierungen zu diversen Sachverhalten ergeben sich deutliche Interpretationsspielräume.

Die Feststellung in ÖKO-INSTITUT (2011), dass die Ergebnisse der durchgeführten Parametervariationen weder obere noch untere Begrenzungen der möglichen Strahlenexposition darstellen, erscheint der AGO unbefriedigend. Die AGO stellt sich die Frage, welche Aussagekraft damit verbunden ist.

Die Ergebnisse dieses nach Vorgaben bearbeiteten Gutachtens werden in Abschnitt 4 „Ergebnisse und Interpretation“ dieser Stellungnahme vorgestellt und diskutiert. Aufgrund des festgelegten methodischen Anspruchs können jedoch lediglich Abweichungen bei der Neuberechnung der effektiven jährlichen Individualdosen für den Fall des auslegungsüberschreitenden Lösungszutritts in die Schachanlage Asse II gegenüber dem Gutachten GRS (2009) und die Identifikation wesentlicher Einflussparameter auf die Berechnung der Strahlenexposition erwartet werden. Der Stellenwert und die Aussagekraft dieser Ergebnisse sollte deshalb nach Ansicht der AGO nicht überbewertet werden.

Ein möglicherweise entstehendes Missverständnis im Zusammenhang mit der Unterlage ÖKO-INSTITUT (2011) besteht darin, dass mit Hilfe der Neuberechnungen ein Langzeitsicherheitsnachweis für die Schachanlage Asse II geführt werden könne. In ÖKO-INSTITUT (2011) wird an verschiedenen Stellen durch Vergleich der errechneten und den zur Einhaltung des Schutzzieles empfohlenen effektiven Individualdosen dieser Eindruck erweckt (vgl. Abschnitt 4 „Ergebnisse und Interpretation“). Im Fachgespräch vom 12.07.2011 wurde seitens Öko-Institut e.V. jedoch zum Ausdruck gebracht, dass mit der Unterlage ÖKO-INSTITUT (2011) keine realitätsnahe Modellierung als Grundlage für einen Langzeitsicherheitsnachweis angestrebt wurde.

3 Einzelfragen

Die in Abschnitt 0 „Veranlassung und Vorgehensweise“ erwähnten kritischen Anmerkungen zum Gutachten ÖKO-INSTITUT (2011) wurden im Rahmen eines Fachgesprächs am 12.07.2011 in Karlsruhe von der AGO mit Vertreterinnen und Vertretern des Öko-Instituts e.V. und des KIT-INE diskutiert. Unter Berücksichtigung der Diskussionsergebnisse dieses Fachgesprächs nimmt die AGO zu nachfolgenden Einzelfragen Stellung.

3.1 Wissenschaftliche Belastbarkeit der Daten

Sachverhaltsdarstellung

Laut KIT-INE zielt die vorgelegte Studie (Anhang 1 zu ÖKO-INSTITUT (2011)) nicht darauf ab realistische Szenarien zu entwickeln, sondern soll auf der Basis der in GRS (2009) genannten Vorgaben Daten zur Löslichkeit und Sorption von Radionukliden zusammenstellen.

Seitens des KIT-INE wurden bei dem Fachgespräch vom 12.07.2011 wesentliche wissenschaftliche Arbeiten zur Geochemie von Radionukliden aufgezeigt. KIT-INE verwies darauf, dass die Abschätzung der Radionuklidlöslichkeiten für die verschiedenen Entwicklungszustände auf Basis von experimentell bestimmten Löslichkeitsdaten, die in wissenschaftlichen Fachzeitschriften veröffentlicht sind, erfolgte.

Bewertung durch die AGO

Im Ergebnis des Fachgesprächs vom 12.07.2011 kommt die AGO zur Einschätzung, dass die von KIT-INE zusammengestellten Löslichkeitsdaten für den Zweck einer Parameterstudie ausreichend sind. Für Studien mit einem weitergehenden Anspruch an die Realitätsnähe müssen die in KRUPP (2011) und von KIT-INE selbst vorgebrachten Einschränkungen berücksichtigt werden. Es bestehen keine grundlegenden Bedenken hinsichtlich der Qualität der wissenschaftlichen Arbeiten des KIT-INE.

Die AGO differenziert zwischen der Qualität der wissenschaftlichen Arbeit des KIT-INE im Allgemeinen und den unter den speziellen Randbedingungen der Beauftragung durch Öko-Institut e.V. erfolgten Vorgehensweise.

3.2 Modellansatz

3.2.1 Überblick zur Vorgehensweise

Sachverhaltsdarstellung

Der in ÖKO-INSTITUT (2011) gewählte Modellansatz begründet sich in der Aufgabenstellung, die Berechnung aus GRS (2009) unter Eliminierung von Fehlern mit einer angepassten Methodik nachzuvollziehen und zu überprüfen (sog. Szenario I).

Szenario I: Dieses Szenario beinhaltet dementsprechend folgende Merkmale:

- Instantane Mobilisierung
- Keine Berücksichtigung von Löslichkeitsgrenzen
- Keine Sorption bzw. Retardation im Deckgebirge
- Uneingeschränkte Nutzung kontaminierten Grundwassers mit Verdünnungsfaktor 1100

Unter dem Begriff „Rührkesselmodell“ wird von einer homogenen Verteilung der aus den Abfällen gelösten Radionuklide im Lösungsvolumen des gesamten Grubengebäudes ausgegangen.

In Szenario I beträgt entsprechend der Annahme in GRS (2009) die Auspressrate aus dem Grubengebäude konstant $10.000 \text{ m}^3/\text{a}$.

Szenario II: In Szenario II werden dann Löslichkeitsgrenzen sowie Sorption und Retardation im Deckgebirge im Sinne einer Parameterstudie berücksichtigt. Das „Rührkesselmodell“ wird dabei beibehalten.

Für Szenario II werden die für den Transport relevanten Eigenschaften der geologischen Formationen in ÖKO-INSTITUT (2011) wie in COLENCO (2006A) und COLENCO (2006B) dargestellt angenommen. Abweichend von COLENCO (2006A) und COLENCO (2006B) wird in ÖKO-INSTITUT (2011) angenommen, dass der Haupttransport entlang der Achsen der Pfade (Pfad I: entlang der Störungen S5 und S4c, Pfad II: entlang des aufgelockerten Bereichs um die Trennfläche S3/D9, jeweils im Rötquartär und Muschelkalk) erfolgt. Aus den in COLENCO (2006B) dargestellten Filtergeschwindigkeiten werden in ÖKO-INSTITUT (2011) die entsprechenden möglichen Werte der Abstandsgeschwindigkeiten je Gestein bzw. Porosität abgeleitet. Für die Modellierung werden dann die Parameter der einzelnen Gesteinsschichten im Deckgebirge der Asse (K_d -Werte) variiert, wobei jeweils angenommen wird, dass sich die Gesteinsschicht mit ihren Eigenschaften über die gesamte Länge des betrachteten Pfades erstreckt. Aufgrund der gewählten 1D-Modellierung wird in ÖKO-INSTITUT (2011) davon ausgegangen, dass sich die Abstandsgeschwindigkeit zeitlich und räumlich nicht ändert. Die Ergebnisse werden primär in Bezug auf den kürzeren Pfad I präsentiert, der sich bei diesem Vorgehen insgesamt als der kritische zeigt.

Bewertung durch die AGO

Die AGO kann nachvollziehen, dass für Szenario I aus Gründen der Vergleichbarkeit der Ergebnisse mit denen aus GRS (2009) das „Rührkesselmodell“ und eine konstante Auspressrate angesetzt wurden. Es wird jedoch darauf hingewiesen, dass diese Art der Berechnung mit homogener Radionuklidverteilung aufgrund des Nichtbeachtens der real existierenden Unterschiede bezüglich des kammer-spezifischen Inventars, Lösungsvolumens, Lösungszutrittszeitpunkts, Durchströmungs- bzw. Fließverhaltens, Konvergenzverhaltens etc. kein realitätsnahe Abbild der Gegebenheiten in der Schachanlage Asse II nach einem auslegungsüberschreitenden Lösungszutritt darstellt.

Die Verwendung des „Rührkesselmodells“ in Szenario II ist nur dann akzeptabel, wenn das Gutachten des Öko-Institut e.V. lediglich auf eine Parameterstudie hin orientiert ist und auf eine möglichst realitätsnahe Modellierung bewusst verzichtet wird. Obwohl in ÖKO-INSTITUT (2011) potenzielle Fließwege dargestellt sind, werden für die Berechnungen lediglich die nicht nachvollziehbar erläuterten Abstandsgeschwindigkeiten verwendet.

Ein generelles Manko des Ansatzes des „Rührkesselmodells“ besteht nach Ansicht der AGO darin, dass über die Konservativität der damit errechneten Strahlenexpositionen keine Beurteilung abgegeben werden kann. Da somit keine Aussage getroffen werden kann, ob die gewählten Szenarien konservativ abdeckend sind, resultiert folgerichtig, dass die ermittelten Strahlenexpositionen keine unteren oder oberen Begrenzungen darstellen. Das Gutachten von Öko-Institut e.V. reduziert sich somit auf eine Parameterstudie ohne Anspruch auf realitätsnahe Abbildung der ablaufenden Prozesse.

3.2.2 Radiologische Aspekte

Sachverhaltsdarstellung

In der Unterlage ÖKO-INSTITUT (2011) wird in einem eigenen Kapitel (3.2) der Teil der radioökologischen Modellierung beschrieben, aus dem sich mögliche Strahlenexpositionen für die Szenarien I und II ableiten lassen. In diesem Zusammenhang berücksichtigt Öko-Institut e.V. alle relevanten Expositionspfade bei Ableitung mit Wasser (Austrag mobilisierter Radionuklide auf dem „Wasserpfad“). Zusätzlich werden berücksichtigt:

- Die Inhalation von resuspendierten Bodenpartikeln auf berechneten Flächen
- Der Verzehr von Boden
- Der Verzehr von kontaminiertem Weidegras („Abgrasen“)
- Die Anreicherung von Radioaktivität in Milch und Fleisch
- Der Aufenthalt auf berechneten landwirtschaftlichen Flächen als relevanter Expositionspfad für die äußere Strahlenexposition

Zur Ermittlung der Strahlenbelastung werden Lebensgewohnheiten analog der AVV (AVV (2005)) sowie zusätzlich nach den Berechnungsgrundlagen Bergbau (BGLBB (2010)) berücksichtigt.

Die zeitabhängige Nuklidkonzentration im Grundwasser ist Eingangsgröße zur Berechnung der Strahlenexposition über den Pfad Trinkwasserkonsum. Zusätzlich stellt sie die Eingangsgröße zur Berechnung der Aktivitätskonzentrationen von Fischteichwasser sowie von Boden durch zur Beregnung genutztem Grundwasser dar.

Öko-Institut e.V. übernimmt aus GRS (2009) für seine Berechnung von Aktivitätskonzentrationen die Annahme der Verdünnung des kontaminierten Wassers um den Faktor 1100, mitsamt der Begründung, dass sonst wegen des Salzgehalts keine Trinkwasserqualität erreicht würde. In ÖKO-INSTITUT (2011) wird für die weiteren Berechnungen davon ausgegangen, dass Beregnungswasser, Tränkwässer und Fischteichwasser ebenfalls auf das Niveau von Trinkwasser verdünnt sind.

In einem weiteren Kapitel (7) werden die Annahmen des radioökologischen Modells zur Freisetzung von radioaktiv kontaminiertem Grundwasser anhand vorhandener Daten zum Grundwasserdargebot, zu den Quellschüttungen im Einzugsgebiet des Asse-Höhenzuges und zur Trinkwassernutzung diskutiert. Es werden dabei potenzielle Szenarien der Freisetzung und der anschließenden Nutzung des Trinkwassers entwickelt. Aus den entwickelten Szenarien der Freisetzung wird auf Basis der aus der radioökologischen Modellierung ermittelten Dosis die Kollektivdosis abgeschätzt.

Bewertung durch die AGO

Die in ÖKO-INSTITUT (2011) erfolgte Auswahl der Belastungspfade ist plausibel und nachvollziehbar.

Die zur Ermittlung der Strahlenbelastung in ÖKO-INSTITUT (2011) erfolgte zusätzliche Heranziehung von Lebensgewohnheiten nach den Berechnungsgrundlagen Bergbau (BGLBB (2010)) wird von der AGO als problematisch angesehen. Diese Berechnungsgrundlage und die hierzu festgelegten Grenzwerte wurden für den Umgang mit Altlasten entwickelt, bei denen die Freisetzung von Radionukliden in die Umgebung bereits stattgefunden hat. Beim auslegungsüberschreitenden Lösungszufluss in die Grubenbaue der Schachanlage Asse II geht es dagegen um eine potenzielle Gefahr. Die Abschätzung möglicher Auswirkungen ist hier erforderlich, um die Notwendigkeit und Dringlichkeit für Notfallschutzmaßnahmen zu bewerten. Da es sich bei Asse II um eine in Betrieb befindliche Anlage mit atomrechtlicher Umgangsgenehmigung bzw. während der Stilllegung um eine kerntechnische Anlage handelt, sind eindeutig die Vorgaben der Strahlenschutzverordnung als Bewertungsmaßstab heranzuziehen. Eine Relativierung der nach diesen Vorgaben ermittelten Strahlenbelastung durch Berücksichtigung einer weiteren Rechenvorschrift ist nicht sinnvoll und auch nicht zulässig. Insbesondere wären die Berechnungsgrundlagen Bergbau auch nicht adäquat für einen Langzeitsicherheitsnachweis bzw. als Grundlage für Entscheidungen zur Option Rückholung der Abfälle aus der Schachanlage Asse II.

Die AGO hält die mehrfach in ÖKO-INSTITUT (2011) vorgenommene Bewertung, dass es sich bei den Vorgaben der AVV um „extrem ungünstige Lebensgewohnheiten“ handelt, in der Form für nicht angemessen. Die Umgebung der Asse ist ein landwirtschaftlich geprägtes Gebiet, in dem Landwirtschaft betreibende Familien mit hohem Selbstversorgungsanteil nicht ungewöhnlich sind. Insofern sind durchschnittlich für die Bundesrepublik geltende Lebensgewohnheiten, wie sie die Berechnungsgrundlagen Bergbau vorgeben, nicht hinreichend. Davon abgesehen ist die Konservativität der AVV in bestimmten Bereichen gerade für Langzeitbetrachtungen erforderlich. Beispielsweise ist die Entwicklung von Lebensgewohnheiten für lange Zeiträume nicht vorhersehbar. Es gibt weitere Parameter, die in ihrer Festlegung gewissen Unsicherheiten unterliegen denen durch Konservativität Rechnung getragen werden muss, wie bspw. die Resorption von Radionukliden in menschlichen Organen.

Für den Übergang von kontaminierter Lösung in das Grundwasser zur Nutzung durch den Menschen wird in ÖKO-INSTITUT (2011) ein Verdünnungsfaktor von 1.100 angesetzt. Dieser Verdünnungsfaktor ist für die Entnahme als Trinkwasser unter den Bedingungen des betrachteten Szenarios und vor dem Hintergrund der aktuellen Trinkwasserverordnung nachvollziehbar. Für die Nutzung zur Beregnung von landwirtschaftlich genutzten Flächen und für grundwassergespeiste Fischteiche gibt es hierfür keine ausreichende Begründung. Daher ist der Ansatz eines Verdünnungsfaktors von 1.100 für die AGO nicht nachvollziehbar. Außerdem bezieht sich der Faktor nur auf die Nutzbarkeit für den Menschen. Für Pflanzen und Tiere, die auch höher konzentrierte Salzlösungen aufnehmen können und eigenständige Schutzgüter sind, ist der Verdünnungsfaktor nicht plausibel.

In der Modellierung von ÖKO-INSTITUT (2011) wird für die Berechnung der Bodenkontamination von Beregnungsflächen das Ernten und Abgrasen von Pflanzen und damit die Entfernung eines Teils der Radioaktivität von den kontaminierten Flächen berücksichtigt. Welche quantitativen Annahmen getroffen wurden, ist der Unterlage nicht zu entnehmen. Annahmen hierzu erscheinen vor allem für einen Zeitraum von einigen 100 Jahren willkürlich. Die damit verbundene Aufgabe der im Strahlenschutz üblichen Konservativität ist nicht zielführend.

Bei der Abschätzung der Kollektivdosis wird in ÖKO-INSTITUT (2011) nur der Trinkwasserpfad berücksichtigt. Die bei den Berechnungen der Individualdosen als ebenfalls relevant identifizierten Pfade „Ingestion von auf beregneten Flächen produzierten Lebensmitteln“ und „Fischverzehr“ werden nicht betrachtet. Hierfür wird keine nachvollziehbare Begründung geliefert. Sinnvoll ist die Ermittlung einer Kollektivdosis aber grundsätzlich nur, wenn alle relevanten Belastungspfade berücksichtigt werden.

Das mit den Kollektivdosisabschätzungen in diesem Gutachten verfolgte Ziel ist für die AGO nicht erkennbar. Die betrachteten Szenarien stehen in keinem Zusammenhang mit den Parametervariationen im übrigen Gutachten. Im Übrigen ist die Ermittlung von Kollektivdosen vor allem sinnvoll, wenn alternative Vorgehensweisen verglichen werden sollen. Das ist jedoch nicht Ziel in ÖKO-INSTITUT (2011).

3.3 Geochemisches Milieu

Sachverhaltsdarstellung

In Anhang 1 zu ÖKO-INSTITUT (2011) wird von KIT-INE das geochemische Milieu unter den vereinfachten Randbedingungen des Gutachtens „(Rührkesselmodell)“ beschrieben. Dort werden in Tab. II der zeitliche Verlauf der Prozesse und damit verbundene geochemische Bedingungen in der Schachanlage Asse dargestellt. Für vier hypothetische Entwicklungszustände des unterstellten Szenarios „auslegungsüberschreitender Lösungszutritt“ werden folgende charakterisierende Eigenschaften und Prozesse aufgeführt:

- dominierende Randbedingungen
- Zeitraum
- Lösungstyp und -dichte
- Reaktionen mit Abfallgebinden
- pH-Wert (bzw. molale H^+ -Konzentration)
- Redoxbedingungen
- Carbonat in Lösung
- Radionuklid-Freisetzung aus unfixierten Abfallprodukten
- Radionuklid-Freisetzung aus fixierten Abfallprodukten

Im Rahmen des Fachgesprächs vom 12.07.2011 wurde in diesem Zusammenhang auch die Frage diskutiert, ob es sich bei der Schachanlage Asse II in den verschiedenen Phasen des auslegungsüberschreitenden Lösungszutritts um ein offenes oder ein geschlossenes System handelt. Zunächst ändert sich durch Zufluss und später durch Auspressen von Lösung fortlaufend die Lösungsmenge in der Schachanlage. Im Sinne der Thermodynamik kann sich in einem solchen System kein chemischer Gleichgewichtszustand ausbilden. Gleichwohl wird

in den Betrachtungen von KIT-INE dieser vorausgesetzt, aber als Quasi-Gleichgewichtszustand verstanden, bei dem die Änderungen der charakterisierenden Zustandsgrößen relativ langsam gegenüber den untersuchten Reaktionen oder Prozessen ablaufen und deshalb vernachlässigt werden können.

Bewertung durch die AGO

Die Beschreibung des geochemischen Milieus im lösungsgefüllten Grubengebäude durch KIT-INE ist nur unter der getroffenen bzw. durch den Auftraggeber vorgegebenen Annahme „Rührkesselmodell“ zutreffend. Die berücksichtigten charakterisierenden Eigenschaften und Prozesse sind wissenschaftlich fundiert dargelegt.

Der AGO fehlt an dieser Stelle eine Erläuterung, in welcher Beziehung die von KIT-INE in einem vierstufigen Entwicklungsmodell abgeleiteten Radionuklidkonzentrationen zum Rührkesselmodell stehen.

Da Radionuklidlöslichkeit und -sorption stark an das geochemische Milieu gekoppelt sind, hat die Voraussetzung des „Rührkesselmodells“ eine nicht zu vernachlässigende Rückkopplung auf diese Prozesse. Deshalb weist die AGO darauf hin, dass der auf dieser Basis von KIT-INE ermittelte Quellterm ausschließlich unter der einschränkenden Annahme des „Rührkesselmodells“ Gültigkeit besitzt.

Durch die Annahme „Rührkesselmodell“ wird das chemische Milieu in den verschiedenen Kompartimenten der Schachtanlage im Zuge eines Lösungszutritts aber nicht realitätsnah beschrieben. Eine bessere Annäherung an die realen Zustände könnte beispielsweise durch eine lokal und zeitlich differenzierte, z. B. kammer-spezifische Betrachtung der charakterisierenden Eigenschaften und Prozesse erreicht werden, wie sie in den Vorarbeiten des KIT-INE (z. B. KORTHAUS (2005), LÜTZENKIRCHEN (2006) und METZ (2006)) zum Langzeitsicherheitsnachweis (BUHMANN (2006)) für das Schließungskonzept von HMGU (EIKMEIER (2006)) realisiert wurde.

Die AGO merkt an dieser Stelle an, dass für eine Annäherung an die Realität im Rahmen modellhafter Berechnungen nicht nur veränderte Herangehensweisen bezüglich des geochemischen Milieus erforderlich wären. Grundlegende Randbedingungen wären dafür u. a. eine bessere Kenntnis der hydrogeologischen Verhältnisse im Deckgebirge (Zutrittsszenario, Ausbreitung der Radionuklide nach Auspressen) und der geomechanischen Entwicklung des Grubengebäudes (Ausbildung von Auflockerungszonen, Auspressrate als Funktion der Konvergenz).

Bezüglich der Zulässigkeit der Annahme von thermodynamischen Gleichgewichtszuständen vertritt die AGO die Auffassung, dass für die extrem vereinfachende und nicht realitätsnahe Betrachtung unter der Annahme des „Rührkesselmodells“ die Berechnungen näherungsweise unter der Annahme eines quasi-geschlossenen Systems durchgeführt werden können.

3.4 Löslichkeit und Rückhaltung von Radionukliden

Sachverhaltsdarstellung

In Anhang 1 zu ÖKO-INSTITUT (2011) führt KIT-INE aus, dass die Löslichkeit einer Substanz im Allgemeinen durch folgende Faktoren bestimmt wird:

- Löslichkeitsbestimmende Festphasen
- Komplexierungsreaktionen
- Ion-Ion-Wechselwirkungsprozesse

Unter Berücksichtigung dieser Faktoren werden Löslichkeitseigenschaften abgeleitet und nach ÖKO-INSTITUT (2011) letztlich in den Variationsrechnungen für Szenario II Löslichkeitsgrenzen für Uran und Thorium angesetzt. Die Konzentrationen der anderen Radionuklide sind in dem unterstellten Lösungsvolumen durch das Inventar und nicht durch die Löslichkeit

fester Phasen bestimmt (es wird folglich angenommen, dass das gesamte Inventar dieser Radionuklide sich löst).

Zur Berücksichtigung der Rückhaltung von Radionukliden werden in Anhang 1 zu ÖKO-INSTITUT (2011) Rückhalteprozesse im Grubengebäude an zementierten Abfallprodukten und am Steinsalz sowie Sorption im Deckgebirge beschrieben. Die von KIT-INE empfohlenen Sorptionsparameter für gering saline Lösungen werden in ÖKO-INSTITUT (2011) im Rahmen der Variationsrechnungen zu Szenario II in verschiedenen Untervarianten (vgl. Abschnitt 4.2 „Szenario II“) berücksichtigt.

Bewertung durch die AGO

Zum Thema „Löslichkeit“ von Radionukliden vertritt die AGO die Meinung, dass die von KIT-INE geleisteten Beiträge im Anhang 1 zu ÖKO-INSTITUT (2011) unter der zugrunde gelegten Annahme des „Rührkesselmodells“ bzw. den von KIT-INE vorgeschlagenen vier Entwicklungsstufen wissenschaftlich korrekt sind. Die AGO geht davon aus, dass von KIT-INE auch die Identifikation der relevanten Prozesse in geeigneter Weise dargelegt werden kann und somit sichergestellt ist, dass keine maßgebliche physikalisch-chemische Wechselwirkung zwischen Salzlösungen und Inventar unberücksichtigt bleibt.

Bezüglich der in Form von K_d -Werten ausgedrückten Sorptionsdaten stellt die AGO fest, dass die von KIT-INE zur Verfügung gestellten Daten in gering salinen Wässern ermittelt wurden. Diese wurden von Öko-Institut für die Modellierung der Radionuklidausbreitung in salinaren Lösungen verwendet. Die AGO weist darauf hin, dass der K_d -Ansatz sehr stark vereinfachend ist, da die verwendeten K_d -Werte lediglich unter experimentell vorgegebenen Bedingungen gültig sind (pH-Wert, Redoxpotential, Mineralphase, Sorptionsoberfläche etc.).

Im Hinblick auf Wechselwirkungen radioaktiver und chemischer Prozesse wurde von Prof. Bertram im Rahmen des Fachgesprächs vom 12.07.2011 das Papier BERTRAM (2010) vorgestellt.

Nach Auffassung von Prof. Bertram fehlt der Nachweis der Berücksichtigung der für die geochemische Entwicklungsprognose wesentlichen Reaktionsmechanismen. Die Erarbeitung einer entsprechenden Darstellung und Bewertung der Reaktionsmechanismen wurde von KIT-INE in Aussicht gestellt.

3.5 Bewertungsansätze

Sachverhaltsdarstellung

Eine maßgebliche Motivation für die Beauftragung der Neuberechnungen zu den Auswirkungen eines auslegungsüberschreitenden Lösungszutritt in der Schachanlage Asse II besteht in dem in ÖKO-INSTITUT (2011) kritisierten und für falsch erachteten Ansatz von Dosiskonversionsfaktoren (DKF) in GRS (2009). Bei der Anwendung von DKF wird von einer Beregnungszeit mit Radionukliden von bis zu 10.000 Jahren und damit einer Anreicherung im beregneten Boden ausgegangen, obwohl im entsprechenden Szenario bei GRS (2009) bereits nach 220 Jahren sämtliche Radionuklide aus dem Bergwerk freigesetzt sind.

Mit dem von Öko-Institut e.V. entwickelten radioökologischen Modell sollen dagegen realistische Bodenbelastungen für einen Zeitraum von bis zu 100.000 Jahren ermittelt werden. Außerdem werden zusätzlich zu den in GRS (2009) herangezogenen Lebensgewohnheiten analog der Allgemeinen Verwaltungsvorschrift (AVV) zu § 47 Strahlenschutzverordnung (StrlSchV) die Berechnungsgrundlagen zur Ermittlung der Strahlenexposition infolge bergbaubedingter Umweltradioaktivität (Berechnungsgrundlagen Bergbau (BglBb)) angesetzt. Die Wahl von AVV bzw. BglBb führt dabei im berechneten Szenario I zu Ergebnissen in derselben Größenordnung, die sich um bis zu einem Faktor 7 unterscheiden. Gegenüber den Referenzwerten mit Ansatz von DKF aus GRS (2009) wird bei ÖKO-INSTITUT (2011) für Er-

wachsene eine um bis zu einem Faktor 8 und für Kleinkinder um bis zu einem Faktor 17 geringere Strahlenexposition berechnet.

Bewertung durch die AGO

Die in ÖKO-INSTITUT (2011) dargestellte Kritik an der Anwendung von DKF, bei denen von einer mehrtausendjährigen Kumulation von Radionukliden bei Berechnung ausgegangen wird, für das in GRS (2009) betrachtete Szenario mit einer kurzfristigen Freisetzung von Radionukliden ist nach Ansicht der AGO nachvollziehbar. Die radiologische Exposition erfolgt in diesem Szenario in Abhängigkeit von der angenommenen Ausbreitungsdauer der Radionuklide bis zur Biosphäre in so kurzen Zeiten, dass nicht von der Erfordernis eines lang anzusetzenden Akkumulationszeitraumes auszugehen ist.¹

In Szenario I wurde die Größenordnung der Prognosewerte von GRS (2009) bestätigt. Auf Basis des angenommenen, als nicht realitätsnah und nicht zwingend konservativ erachteten „Rührkesselmodells“ resultiert somit aus beiden Gutachten die Einschätzung, dass ein auslegungsüberschreitender Lösungszutritt zu erheblichen Strahlenexpositionen künftiger Generationen führen kann.

Auch für die Variationsrechnungen zu Szenario II zur Identifikation von relevanten Einflussgrößen bei der Berechnung der Strahlenexposition erscheint die Wahl des radioökologischen Modells von Öko-Institut e.V. oder die Verwendung von DKF von untergeordneter Bedeutung. Die Berechnungen nach Szenario II in ÖKO-INSTITUT (2011) wurden mit dem Ansatz der Lebensgewohnheiten nach AVV und BglBb bzw. bei den ausgewählten Rechenfällen für die Bestimmung der Dosisanteile einzelner Radionuklide nach AVV durchgeführt. Da jedoch nicht die Zahlenwerte der Ergebnisse selbst, sondern deren relative Änderungen für die Bewertung der Sensitivität relevanter Eingangsgrößen ausschlaggebend sind, wäre auch bei durchgängigem Ansatz nach BglBb oder der DKF kein grundlegend anderes Ergebnis zu erwarten gewesen.

¹ Bei der Vorstellung der Berichtsversion ÖKO-INSTITUT (2010) bei der Begleitgruppe Asse-II am 29.04.2011 in Wolfenbüttel wurde seitens des BfS (Herr Prof. Kirchner) Kritik an der Vorgehensweise von Öko-Institut e.V. vorgebracht, die sich auf die wissenschaftlich korrekte Verwendung von DKF (PRÖHL (2002)), AVV (AVV (2005)) und BglBb (BGLBb (2010)) bezog. Diesen wissenschaftlichen Diskurs kann die AGO jedoch nicht auflösen. Sie regt deshalb an, dass dieses Thema bilateral zwischen Öko-Institut e.V. und BfS aufgegriffen wird. Sollte es zu keiner einvernehmlichen Meinung zum sachgerechten Ansatz von DKF, AVV und BglBb kommen, sollte hierzu ggf. von BMU die Meinung der RSK/SSK eingeholt werden.

4 Ergebnisse und Interpretation

4.1 Szenario I

Sachverhaltsdarstellung

Das Szenario I in ÖKO-INSTITUT (2011) wurde gewählt in Anlehnung an das in GRS (2009) verwendete Bezugsszenario zur Abschätzung potentieller Strahlenexpositionen in der Umgebung der Schachanlage Asse II infolge auslegungsüberschreitender Zutrittsraten der Deckgebirgslösung während der Betriebsphase. Durch Variation des Plutonium-Inventars (11,8 kg oder 28,0 kg) und der Lebensgewohnheiten (analog AVV oder BglBb) wurden insgesamt 4 Rechenfälle (Varianten 1a, 1b, 2a und 2b) durchgeführt. Die wesentlichen Ergebnisse dieser Rechenfälle sind nachfolgend dargestellt. Die errechneten Strahlenexpositionen werden als effektive Dosen für Kleinkinder und Erwachsene ausgewiesen. Als Vergleichswert aus GRS (2009) werden für das Kleinkind 737 mSv/a und den Erwachsenen 167 mSv/a angegeben.

Variante 1a (11,8 kg Pu, AVV)

Kleinkind: 330 mSv/a

Erwachsener: 70 mSv/a

Variante 1b (11,8 kg Pu, BglBb)

Kleinkind: 90 mSv/a

Erwachsener: 10 mSv/a

Variante 2a (28,0 kg Pu, AVV)

Kleinkind: 550 mSv/a

Erwachsener: 100 mSv/a

Variante 2b (28,0 kg Pu, BglBb)

Kleinkind: 160 mSv/a

Erwachsener: 20 mSv/a

Die Interpretation der Ergebnisse in ÖKO-INSTITUT (2011) hebt im Wesentlichen auf folgende Punkte ab:

- Das Plutoniuminventar hat einen hohen Einfluss auf die errechnete Dosis. Es sollte daher auch künftig mit dem Inventar von 28 kg Plutonium gearbeitet werden.
- Die ermittelten Strahlenexpositionen sind geringer als in GRS (2009), aber immer noch sehr hoch im Vergleich mit den Anforderungen für Endlager nach RSK/SSK (2008).
- Die Strahlenexposition ergibt sich vor allem über den Konsum von Trinkwasser, den Verzehr von auf mit kontaminiertem Wasser beregneten Anbauflächen erzeugten Nahrungsmitteln sowie über den Verzehr von Fisch aus einem mit kontaminiertem Wasser gespeisten Fischteich. Weniger relevant sind dagegen die Expositionspfade, die sich durch Aufenthalt auf beregneten Flächen ergeben sowie der Pfad „Viehtränke“.
- Bei entsprechenden Nutzungsbeschränkungen kontaminierten Wassers könnten Strahlenexpositionen von mehr als 0,1 mSv/a mit Sicherheit vermieden werden.

Bewertung durch die AGO

Die AGO hat keine rechnerische Überprüfung der Ergebnisse der radioökologischen Berechnungen von Öko-Institut e.V. vorgenommen. In der weiteren Kommentierung wird deshalb unterstellt, dass die Berechnungen korrekt ausgeführt wurden.

Zu der in ÖKO-INSTITUT (2011) dargelegten Interpretation der Ergebnisse für Szenario I nimmt die AGO wie folgt Stellung:

- Erwartungsgemäß haben die Berechnungen einen hohen Einfluss des Inventars (speziell Plutonium) auf die prognostizierte Dosis ergeben. Die AGO sieht wie Öko-

Institut e.V. die Notwendigkeit, bei künftigen Berechnungen das Inventar von 28 kg Plutonium (bzw. weiter präzisierete Inventarangaben) zu berücksichtigen.

- Die ermittelten Strahlenexpositionen sind zwar geringer als in GRS (2009), liegen aber in derselben Größenordnung. Die in ÖKO-INSTITUT (2011) mehrfach verwendete, in RSK/SSK (2008) empfohlenen Werte von 0,1 mSv/a für wahrscheinliche bzw. 1 mSv/a für weniger wahrscheinliche Entwicklungen von Endlagersystemen werden durch die dargestellten Berechnungsergebnisse um bis zu drei Größenordnungen überschritten. Diese Erkenntnis ist lediglich zur groben Einordnung der Berechnungsergebnisse anwendbar, da wegen mangelnder Realitätsnähe und nicht nachgewiesener Konservativität mit Szenario I keine Bewertung der Langzeitsicherheit vorgenommen werden kann. Die AGO weist darauf hin, dass zum Zeitpunkt der Erstellung von ÖKO-INSTITUT (2011) die Limiten aus den Sicherheitsanforderungen an die Endlagerung wärmeentwickelnder Abfälle nach BMU (2010) in Höhe von 0,01 mSv/a bzw. 0,1 mSv/a einschlägig waren und damit der Bewertungsmaßstab um eine Größenordnung niedriger als in RSK/SSK (2008) liegt.
- Die Verwendung der Werte für weniger wahrscheinliche und wahrscheinliche Entwicklungen nach RSK/SSK (2008) erschließt sich der AGO nicht. Voraussetzung dieser Unterscheidung ist die Durchführung einer umfassenden Szenarienanalyse für das Endlagersystem. Dies ist nach Kenntnisstand der AGO bisher nicht geschehen.
- Die Dominanz der Einflüsse aus dem Konsum von Trinkwasser auf die Strahlenexposition wird durch die AGO bestätigt. Daher weist die AGO nochmals auf die Bedeutung des Ansatzes eines korrekt abgeschätzten Verdünnungsfaktors hin.
- Die Aussage, dass durch entsprechende Nutzungsbeschränkungen kontaminierten Wassers Strahlenexpositionen deutlich reduziert werden könnten, erscheint der AGO trivial. Ob damit Strahlenexpositionen von mehr als 0,1 mSv/a mit Sicherheit vermieden werden könnten, kann nur im Rahmen einer Sicherheitsanalyse nachgewiesen werden.

4.2 Szenario II

Sachverhaltsdarstellung

Das Szenario II in ÖKO-INSTITUT (2011) leitet sich aus Szenario I (in Anlehnung an GRS (2009)) ab. Zusätzlich werden in Szenario II jedoch die Löslichkeitsgrenzen von Uran und Thorium, die uneingeschränkter Nutzung kontaminierten Grundwassers und das Plutonium-Inventar von 28,0 kg berücksichtigt.

Durch Variation der Abstandsgeschwindigkeit des Grundwassers und der darin gelösten und mobilen Radionuklide (10 m/a, 1 m/a und 0,3 m/a) werden die Varianten 1 bis 3 erzeugt. Innerhalb von Variante 1 werden unterschiedliche Ansätze für Sorption und Retardation gewählt (keine Sorption; Sorption nach KIT-INE, aber keine Sorption für Plutonium; Sorption nach KIT-INE, einschließlich der Sorption von Plutonium), was zu den Untervarianten 1a, 1b und 1c führt. Bei den Varianten 2 und 3 werden die Untervarianten 2a und 3 a bzw. 2b und 3b durch unterschiedliche Berücksichtigung der Sorption ((a) Sorption nach KIT-INE, (b) jedoch Sorption für Plutonium gleich der von Strontium) erzeugt.

Die wesentlichen Ergebnisse der Rechenfälle zu Szenario II sind nachfolgend dargestellt. Die errechneten Strahlenexpositionen werden wie bei Szenario I als effektive Dosen für Kleinkinder und Erwachsene ausgewiesen.

Variante 1a (Abstandsgeschwindigkeit 10m/a, keine Sorption)

Kleinkind: 67,5 mSv/a

Erwachsener: 16,9 mSv/a

Variante 1b (Abstandsgeschwindigkeit 10m/a, Sorption nach KIT-INE, keine Sorption für Pu)

Kleinkind: 41,0 mSv/a

Erwachsener: 4,7 mSv/a

Variante 1c (Abstandsgeschwindigkeit 10m/a, Sorption nach KIT-INE)

Kleinkind: 0,08 mSv/a

Erwachsener: 0,03 mSv/a

Variante 2a/b (Abstandsgeschwindigkeit 1m/a, (a) Sorption nach KIT-INE, (b) jedoch Sorption für Plutonium gleich der von Strontium)

Kleinkind: 0,098 mSv/a

Erwachsener: 0,042 mSv/a

Variante 3a/b (Abstandsgeschwindigkeit 0,3m/a, (a) Sorption nach KIT-INE, (b) jedoch Sorption für Plutonium gleich der von Strontium)

Kleinkind: 0,046 mSv/a

Erwachsener: 0,017 mSv/a

In ÖKO-INSTITUT (2011) werden aus der Interpretation der Ergebnisse die nachstehenden Schlussfolgerungen gezogen:

- Auf Basis der vorliegenden Berechnungen wird der Schluss gezogen, dass die für die Langzeitsicherheit von Endlagern für hochradioaktive Abfälle empfohlenen Limiten für die effektiven jährlichen Individualdosen für den Fall des auslegungsüberschreitenden Lösungszutritts in die Schachanlage Asse II nicht in jedem Szenario unterschritten werden können.
- Wesentliche Faktoren für die Einhaltung des Schutzziels sind:
 - tatsächliche Lösung der Radionuklide (Einfluss technischer Maßnahmen im Grubengebäude)
 - Stabilität des Grubengebäudes bzw. Ausbildung von Auflockerungszonen infolge Konvergenz (Einfluss technischer Maßnahmen wie Verfüllung)
 - zukünftige Entwicklung des Deckgebirges und der hydrogeologischen Verhältnisse

Bewertung durch die AGO

Wie bei der Bewertung des Szenarios I unterstellt die AGO auch hier die rechnerische Richtigkeit der Ergebnisse.

Die AGO merkt an, dass die von Öko-Institut e.V. getroffene Auswahl betrachteter Abstandsgeschwindigkeiten nicht erläutert wird. Darüber hinaus weist die AGO darauf hin, dass aus den dargestellten Ergebnissen für die Untervarianten 1c, 2a und 3a (jeweils mit Sorption nach KIT-INE und Variation der Abstandsgeschwindigkeit) hervorgeht, dass mit abnehmender Abstandsgeschwindigkeit die errechneten effektiven Individualdosen nicht monoton fallend sind. Eine Erläuterung für diesen zunächst nicht plausibel erscheinenden Effekt wird in ÖKO-INSTITUT (2011) nicht gegeben.

Der Feststellung in ÖKO-INSTITUT (2011), dass möglicherweise die für die Langzeitsicherheit von Endlagern für hochradioaktive Abfälle empfohlenen Limiten für die effektiven jährlichen Individualdosen für den Fall des auslegungsüberschreitenden Lösungszutritts in die Schachanlage Asse II nicht eingehalten werden können, ist nach Ansicht der AGO richtig, da für die Varianten 1a und 1b bereits höhere Werte errechnet wurden. Da jedoch zwischen Öko-Institut e.V., KIT-INE und der AGO bereits auf dem Fachgespräch vom 12.07.2011 Konsens herrschte, dass die Berechnungen (insbesondere wegen der Annahme des „Rührkesselmodells“) keine realitätsnahe Abbild der Prozesse in der Schachanlage Asse darstellen, wird der Vergleich der berechneten Werte mit den Limiten als nicht zielführend erachtet. Ein solcher Vergleich sollte nur erfolgen, wenn eine realitätsnähere Modellierung möglich ist.

Die Einschätzung, dass die tatsächliche Löslichkeit der Radionuklide, die Stabilität des Grubengebäudes und künftige Entwicklungen im Deckgebirge wesentliche Faktoren für die Einhaltung des Schutzziels sind, wird von der AGO geteilt. Es wird ausdrücklich darauf verwiesen, dass es sich beim Szenario II weder um ein realitätsnahe noch um ein konservativ abdeckendes Szenario handelt, sodass daraus keine Aussagen zur Langzeitsicherheit abgeleitet werden dürfen.

Nach Ansicht der AGO können die Berechnungen zu Szenario II lediglich zu nachfolgenden Schlussfolgerungen führen:

- Der Ansatz von Annahmen über Sorption bzw. Retardation hat einen wesentlichen Einfluss auf die errechnete Strahlenexposition. Für das Szenario II spielt dabei das Sorptionsverhalten von Plutonium offenbar eine Schlüsselrolle. Die willkürlich erscheinende Berücksichtigung fiktiver niedrigerer Sorptionseigenschaften von Plutonium durch die Anwendung der K_d -Werte für Strontium führt zu keiner signifikanten Änderung der errechneten Strahlenexposition.
- Die Wahl des Eingangsparameters Abstandsgeschwindigkeit in der gering anmutenden Bandbreite zwischen 10 m/a und 0,3 m/a führt lediglich zu einer geringen Veränderung der errechneten Strahlenexposition etwa um den Faktor 2.
- Verlässliche Aussagen zur Langzeitsicherheit und Einhaltung von Limiten können wegen fehlender Realitätsnähe (z. B. „Rührkesselmodell“; fehlende zeitabhängige Konvergenzrate) und nicht nachgewiesener Konservativität der Annahmen in diesem Szenario nicht getroffen werden. Die durchgeführten Variationsberechnungen können deshalb lediglich zur Identifikation der Sensitivität von Einflussgrößen führen.

5 Zusammenfassung / Resümee

Zusammenfassend zieht die AGO folgendes Resümee über die Unterlage ÖKO-INSTITUT (2011):

Zielsetzung

- Der Titel der Unterlage ist missverständlich, da keine realitätsnahe Berechnung, sondern lediglich eine Parameterstudie realisiert wurde. Es ist nicht klar, ob es vorrangig um die Weiterentwicklung der radioökologischen Modellierung geht, um die realitätsnähere Neuberechnung zum Gutachten von GRS (2009) oder um eine Parameterstudie, mit der Ausmaß und Sensitivität bestimmte Parameter auf die errechnete Strahlenexposition ermittelt werden sollen. Die AGO schätzt auch einige Textpassagen als missverständlich formuliert ein. Aufgrund unexakter Formulierungen zu diversen Sachverhalten ergeben sich deutliche Interpretationsspielräume.

Modellansatz

- Der Hauptkritikpunkt richtet sich gegen die Vorgabe des „Rührkesselmodells“. Die Vorgabe ist zwar aus Gründen der Vergleichbarkeit bei der Nachrechnung der Modellierung aus GRS (2009) vertretbar, führt jedoch weder zu einer realitätsnäheren Berechnung, noch wird die Konservativität der Berechnungsergebnisse nachgewiesen.
- Die Vielzahl der wegen bestehender Kenntnislücken getroffenen Annahmen zu Geologie, Hydrogeologie und geomechanischen Verhältnissen im Grubengebäude und Deckgebirge der Südflanke erlauben zwar die Festlegung von potenziellen Ausbreitungspfaden, deren Realitätsnähe oder aber Konservativität sind auf dem derzeitigen Kenntnisstand kaum einschätzbar. Insbesondere wurde auf die Einführung einer zeitabhängigen Konvergenzrate verzichtet, die das pro Zeiteinheit ausgepresste Lösungsvolumen bestimmt.
- Der Umgang mit konservativen Annahmen bei den Berechnungen entspricht vielfach nicht heutigen Anforderungen, nach denen für jede einzelne Annahme gezeigt werden muss, dass sie zu einem konservativen Gesamtergebnis beiträgt.
- Die zur Ermittlung der Strahlenbelastung in ÖKO-Institut (2011) erfolgte zusätzliche Heranziehung von Lebensgewohnheiten nach den Berechnungsgrundlagen Bergbau wird von der AGO als problematisch angesehen, weil diese Berechnungsgrundlage und die hierzu festgelegten Grenzwerte für den Umgang mit Altlasten entwickelt wurde und die Asse II eine in Betrieb befindliche Anlage mit atomrechtlicher Umgangsgenehmigung bzw. während der Stilllegung eine kerntechnische Anlage ist. Somit sind eindeutig die Vorgaben der Strahlenschutzverordnung als Bewertungsmaßstab heranzuziehen.

Neuberechnung

- Das Ergebnis der Berechnungen für Szenario I mit dem neu entwickelten radioökologischen Berechnungsmodell liegt in derselben Größenordnung wie die prognostizierte Strahlenbelastung aus GRS (2009).
- Weitere Ergebnisse aus den Berechnungen für Szenario I sind der deutliche Einfluss des zugrunde gelegten Plutoniuminventars auf die Strahlenexposition.

Parametervariation

- Durch die Parametervariation in den Berechnungsläufen zu Szenario II wird der erhebliche Einfluss der Annahmen für die Sorption verdeutlicht; insbesondere das Sorptionsverhalten von Plutonium wirkt sich stark auf die Prognose der Strahlenexposition aus.
- Dagegen zeigen die Berechnungen zu Szenario II, dass die getroffenen Annahmen zur Abstandsgeschwindigkeit die Ergebnisse lediglich in geringem Umfang und nicht mit gleichbleibender Tendenz beeinflussen.

Bewertungsmaßstäbe

- Die Berechnungen in ÖKO-INSTITUT (2011) stellen keinen Langzeitsicherheitsnachweis für den Fall des auslegungsüberschreitenden Lösungszutritts dar, und dieser Anspruch wird auch nicht erhoben. Gerade deshalb ist der Vergleich mit Limiten nicht zielführend, sondern stellt eine Diskrepanz gegenüber den Zielstellungen der Neuberechnungen dar. Außerdem waren zum Zeitpunkt der Erstellung von ÖKO-INSTITUT (2011) die Limiten aus den Sicherheitsanforderungen an die Endlagerung wärmeentwickelnder Abfälle nach BMU (2010) einschlägig. Diese liegen um eine Größenordnung niedriger als die in ÖKO-INSTITUT (2011) benutzten Bewertungsmaßstäbe aus RSK/SSK (2008).

Empfehlung

- Sollte zukünftig eine realitätsnähere Modellierung der Strahlenexposition für den Fall des auslegungsüberschreitenden Lösungszutritts angestrebt werden, müsste vom Rührkesselmodell Abstand genommen werden. Zumindest für die Einlagerungskammern sind lokal unterschiedlich Annahmen zum geochemischen Milieu erforderlich. Zudem bräuchte man vertiefte Kenntnisse zur Geochemie der Radionuklide sowie zu geologischen, hydrogeologischen und geomechanischen Verhältnisse im Grubengebäude der Schachanlage Asse II und im Deckgebirge der Asse. Insbesondere sind eine zeitabhängige Konvergenzrate anzuwenden sowie der Nachweis konservativer Annahmen zu belegen.

Quellen

AVV (2005): Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit; Entwurf der Allgemeinen Verwaltungsvorschrift zu § 47 StrlSchV; Stand 13.05.2005

BERTRAM (2010): Prof. Dr. R. Bertram; Physikalisch-Chemische Wechselwirkungen zwischen Salzlaugen und Inventar; 2010; Beitrag zum Fachgespräch am 12.07.2011

BERTRAM (2011): Prof. Dr. R. Bertram; Wenig beachtete Grundlagen, die zur Bewertung der im Asse-System ablaufenden Vorgängen erforderlich sind; Beitrag zur Sitzung der AGO am 07.06.2011

BGLBB (2010): Bundesamt für Strahlenschutz; Berechnungsgrundlagen zur Ermittlung der Strahlenexposition infolge bergbaubedingter Umweltradioaktivität (Berechnungsgrundlagen – Bergbau); BfS-SW-07/10, Salzgitter, März 2010

BMU (2010): Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit; Sicherheitsanforderungen an die Endlagerung wärmeentwickelnder Abfälle; Stand: 30. September 2010

BUHMANN (2006): Buhmann, D., Förster, B. & Resele, G.; Gesamtbewertung der Langzeitsicherheit für den Standort Asse (Konsequenzenanalyse); Colenco-Bericht 3762/01, GRS-A-3350, Rev.00, GRS-Auftrags-Nr. 420401, Colenco Power Engineering AG, Gesellschaft für Anlagen- und Reaktorsicherheit (GRS) mbH, 12.12.2006

COLENCO (2006A): Klemenz, W., Lavanchy, J.-M., Resele, G. & Poller, A.; Hydrogeologische Modellvorstellungen, Bericht 4956/07 Revision 3, Colenco Power Engineering AG Baden, Schweiz, mit GSF Forschungszentrum für Umwelt und Gesundheit, Forschungsbergwerk Asse, November 2006

COLENCO (2006B): Poller, A., Resele, G. & Poppei, J.; Deckgebirgsmodellierung Phase IV, Grundwasserbewegung im Deckgebirge des Standortes Asse, Schlussbericht, Colenco Bericht 3331/71, Colenco Power Engineering AG, Baden, Schweiz, mit GSF Forschungszentrum für Umwelt und Gesundheit, Forschungsbergwerk Asse, September 2006

COLENCO (2009): AF Colenco AG; Schachanlage Asse II – Abschätzung der Trinkwasserdosis bei einem unterstellten Absaufen des Grubengebäudes; Memo 1299/04(VI), 08.05.2009

EIKMEIER (2006): Eikmeier, V., Förster, B., Hensel, G., Kappei, G., Stockmann, N. & Teichmann, L.; Herleitung und Beschreibung des Konzepts zur Schließung der Schachanlage Asse. - Projekt Langzeitsicherheit Asse, GSF – Schließungskonzept; Bericht der GSF, Rev. 05, 02.10.2006

GRS (2009): GRS Braunschweig, Gesellschaft für Anlagen und Reaktorsicherheit (GRS) mbH; Abschätzung potentieller Strahlenexposition in der Umgebung der Schachanlage Asse II infolge auslegungsüberschreitender Zutrittsraten der Deckgebirgslösung während der Betriebsphase; GRS-A-3468, 21.04.2009

KORTHAUS (2005): Korthaus, E., Metz, V. & Kienzler, B.; Bewertung der Verfüllung der Grubenbaue von der 775-m-Sohle bis zur 700-m-Sohle mit R-Lösung hinsichtlich der Übertragbarkeit bisheriger Modellrechnungen und experimenteller Ergebnisse des FZK-INE und des Einflusses auf das geochemische Milieu in den Einlagerungskammern sowie die Freisetzung von Radionukliden; FZK-INE 005/05; Forschungszentrum Karlsruhe, 2005

KRUPP (2011): Dr. R. Krupp; Anmerkungen zu Küppers et al. (Öko-Institut): Neuberechnungen zu den Auswirkungen eines auslegungsüberschreitenden Lösungszutritts in der Schachanlage Asse II sowie zum Anhang (KIT-INE 01/10): Zusammenstellung von Daten zur wissenschaftlich belastbaren Abschätzung potentieller Strahlenexpositionen in der Umgebung der Schachanlage Asse II; persönliche Anmerkungen zur Diskussion in der AGO, 20.05.2011

LÜTZENKIRCHEN (2006): Lützenkirchen, J., Metz, V. & Kienzler, B.; Abschätzung der kammer-spezifischen Pu- und Am-Konzentrationen für Verfüllkonzept G unter Berücksichtigung von Löslichkeits- und Sorptionsprozessen; FZK-INE 005/06; Forschungszentrum Karlsruhe, Entwurf August 2006

METZ (2006): Metz, V., Korthaus, E., Lützenkirchen, J. & Kienzler, B.; Experimentelles Programm zur Bestätigung der Ergebnisse von standortspezifischen Modellrechnungen für die Schachtanlage Asse. - Standort-spezifische Modellrechnungen für die Schachtanlage Asse - Berechnung des Radionuklidquellterms auf Grundlage der Verfüllkonzepte G und MAW. - Bericht im Auftrag des GSF-Forschungszentrums - Forschungsbergwerk Asse; FZK-INE 008/05 - Forschungszentrum Karlsruhe, 2006

ÖKO-INSTITUT (2010): Öko-Institut e.V.; Neuberechnungen zu den Auswirkungen eines auslegungs-überschreitenden Lösungszutritts in der Schachtanlage Asse II; Darmstadt, 16.06.2010

ÖKO-INSTITUT (2011): Öko-Institut e.V.; Neuberechnungen zu den Auswirkungen eines auslegungs-überschreitenden Lösungszutritts in der Schachtanlage Asse II – Weiterentwicklung der radioökologischen Modellierung, Fortschreibung des Berichts vom 16.06.2010; Darmstadt, 31.05.2011

PRÖHL (2002): Pröhl, G. & Gering, F.; Dosiskonversionsfaktoren zur Berechnung der Strahlenexposition in der Nachbetriebsphase von Endlagern nach dem Entwurf der Allgemeinen Verwaltungsvorschrift zu § 47 Strahlenschutzverordnung in Anlehnung an die Vorgehensweise im Rahmen des Planfeststellungsverfahrens des geplanten Endlagers Konrad; Bundesamt für Strahlenschutz, Salzgitter, 2002

RSK/SSK (2008): Reaktorsicherheitskommission und Strahlenschutzkommission; Gemeinsame Stellungnahme der RSK und SSK zum GRS-Bericht „Sicherheitsanforderungen an die Endlagerung hochradioaktiver Abfälle in tiefen geologischen Formationen“; verabschiedet von der RSK auf ihrer 408. Sitzung am 09.05.2008, verabschiedet von der SSK auf ihrer 224. Sitzung am 03.07.2008