



Bundesamt für Strahlenschutz

Deckblatt

GZ: QM - 9A 24200000 / SE 4.2.3

Projekt	PSP-Element	Aufgabe	UA	Lfd.Nr.	Rev.	Seite: I
NAAN	NNNNNNNNNN	AAAA	AA	NNNN	NN	
9A	24200000	EG	RZ	0004	00	Stand: 21.04.2017

Titel der Unterlage:

KONSEQUENZENANALYSE FÜR DIE SCHACHTANLAGE ASSE II - IST-ZUSTAND-ANALYSE DER BIOSPHÄRENMODELLIERUNG

Ersteller:

BFS/ [REDACTED]

Stempelfeld:

bergrechtlich verantwortliche Person:

[REDACTED]

Datum und Unterschrift

atomrechtlich verantwortliche Person:

[REDACTED]

Datum und Unterschrift

Projektleitung:

[REDACTED]

Datum und Unterschrift

Freigabe zur Anwendung:

[REDACTED]

Datum und Unterschrift

Diese Unterlage unterliegt samt Inhalt dem Schutz des Urheberrechts sowie der Pflicht zur vertraulichen Behandlung auch bei Beförderung und Vernichtung und darf vom Empfänger nur auftragsbezogen genutzt, vervielfältigt und Dritten zugänglich gemacht werden. Eine andere Verwendung und Weitergabe bedarf der ausdrücklichen Zustimmung des BfS.



Bundesamt für Strahlenschutz

Revisionsblatt

Projekt	PSP-Element	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	Seite: II
NAAN	NNNNNNNNNN	AAAA	AA	NNNN	NN	
9A	24200000	EG	RZ	0004	00	Stand: 21.04.2017

Titel der Unterlage:

KONSEQUENZENANALYSE FÜR DIE SCHACHTANLAGE ASSE II - IST-ZUSTAND-ANALYSE DER BIOSPHÄRENMODELLIERUNG

Rev.	Rev.-Stand Datum	UVST	Prüfer	Rev. Seite	Kat.*	Erläuterung der Revision

*) Kategorie R = redaktionelle Korrektur
Kategorie V = verdeutlichende Verbesserung
Kategorie S = substantielle Änderung
mindestens bei der Kategorie S müssen Erläuterungen angegeben werden



Bundesamt für Strahlenschutz

Konsequenzenanalyse für die Schachtanlage Asse II – Ist-Zustand- Analyse der Biosphärenmodellierung

Projekt	PSP-Element	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.		Seite: 1 von 8
NAAN	NNNNNNNNNN	AAAA	AA	NNNN	NN		
9A	24200000	EG	RZ	0004	00		Stand: 21.04.2017

Konsequenzenanalyse für die Schachtanlage Asse II – Ist-Zustand-Analyse der Biosphärenmodellierung

Organisationseinheit: SW 1.6

Verfasser: 



Ort, Datum: Neuherberg, 21.04.2017



Bundesaamt für Strahlenschutz

Konsequenzenanalyse für die Schachanlage Asse II – Ist-Zustand- Analyse der Biosphärenmodellierung

Projekt	PSP-Element	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.		Seite: 2 von 8
NAAN	NNNNNNNNNN	AAAA	AA	NNNN	NN		
9A	24200000	EG	RZ	0004	00		Stand: 21.04.2017

INHALTSVERZEICHNIS

INHALTSVERZEICHNIS	2
1 VORBEMERKUNG	3
2 AUSGANGSSITUATION	4
3 FORSCHUNGS- UND ENTWICKLUNGSBEDARF	5
3.1 EINGANGSGRÖSSEN FÜR DIE BIOSPHÄRENMODELLIERUNG	5
3.2 MODELLIERUNGSANSÄTZE UND MODELLPARAMETER DER BIOSPHÄRENMODELLIERUNG	5
LITERATURVERZEICHNIS	8

Gesamtseitenzahl: 8

Stichworte: Biosphärenmodellierung, Schachanlage Asse II



Bundesamt für Strahlenschutz

Konsequenzenanalyse für die Schachtanlage Asse II – Ist-Zustand- Analyse der Biosphärenmodellierung

Projekt	PSP-Element	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.		Seite: 3 von 8
NAAN	NNNNNNNNNN	AAAA	AA	NNNN	NN		
9A	24200000	EG	RZ	0004	00		Stand: 21.04.2017

1 VORBEMERKUNG

Die im Folgenden dargestellte Ist-Zustand-Analyse bei der Biosphärenmodellierung in der Umgebung der Schachtanlage Asse II bezieht sich auf den Stand, der in dem GRS/Colenco-Bericht „Gesamtbewertung der Langzeitsicherheit für den Standort Asse (Konsequenzenanalyse)“ für den Zeitraum von 150.000 Jahren dokumentiert ist (GRS/COLENCO, 2006). Dieser Bericht beschreibt das allgemeine Vorgehen. Für Modellierungsdetails und die verwendeten Parameterwerte wird für den Lösungspfad auf den GSF-Bericht „Abschätzung der potentiellen Strahlenexposition in der Nachbetriebsphase der Schachtanlage Asse“ (PRÖHL, 2006) und für den Gaspfad auf PRÖHL (2006) sowie auf den Colenco-Bericht „Schachtanlage Asse. Freisetzung volatiler Radionuklide auf dem Gaspfad“ (COLENCO, 2006) verwiesen.



Bundesamt für Strahlenschutz

Konsequenzenanalyse für die Schachanlage Asse II – Ist-Zustand- Analyse der Biosphärenmodellierung

Projekt	PSP-Element	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	Seite: 4 von 8
NAAN	NNNNNNNNNN	AAAA	AA	NNNN	NN	
9A	24200000	EG	RZ	0004	00	Stand: 21.04.2017

2 AUSGANGSSITUATION

In dem GSF-Bericht „Abschätzung der potentiellen Strahlenexposition in der Nachbetriebsphase der Schachanlage Asse“ (PRÖHL, 2006) wird die Strahlenexposition der Bevölkerung mithilfe eines Biosphärenmodells berechnet, das sich an einen Entwurf der Allgemeinen Verwaltungsvorschrift (AVV) zu § 47 StrlSchV (BFS, 2005) anlehnt. Zusätzlich zu den in diesem Entwurf genannten Expositionspfaden werden die Inhalation von resuspendiertem Boden sowie die externe Exposition durch Aufenthalt auf berechneten Flächen berücksichtigt. Es werden ausschließlich erwachsene Bezugspersonen betrachtet.

Als Eintragspfade radioaktiver Stoffe in die Biosphäre werden die Nutzung kontaminierten Grund- und Oberflächenwassers sowie der gasförmige Eintrag von ^{14}C als Methan oder Kohlenstoffdioxid betrachtet. Dabei wird unterstellt, dass Wasser mit einem Salzgehalt von höchstens 1 g/l in ausreichender Menge für die Nutzung als Trink-, Tränk- und Beregnungswasser zur Verfügung steht.

Die Biosphärenmodellierung wird auf der Grundlage der heutigen Gegebenheiten in der Umgebung der Schachanlage Asse II durchgeführt. Entsprechend den heutigen Bodenbedingungen und dem heutigen Klima am Standort wird eine Beregnung nur für gärtnerische Kulturen unterstellt. Im Rahmen von Sensitivitätsbetrachtungen wird jedoch untersucht, inwieweit sich höhere oder geringere Beregnungsmengen als Folge einer Erwärmung bzw. Abkühlung des Klimas auf die Strahlenexposition erwachsener Bezugspersonen auswirken.

Für die Biosphärenmodellierung werden sowohl Parameterwerte aus dem Entwurf der AVV zu § 47 StrlSchV (BFS, 2005) als auch standortspezifische Werte aus gesicherten Quellen, wie z. B. offiziellen Publikationen von Kommunal- und Landesbehörden oder Berichten des Deutschen Wetterdienstes, verwendet.

Grundsätzlich ist festzustellen, dass Langzeitbetrachtungen, wie etwa bei der Schachanlage Asse II oder bei Endlagern, stets eine Kombination von plausiblen Annahmen bzw. Konventionen und wissenschaftlichen Grundlagen sind. Insbesondere menschliches Verhalten, Lebensgewohnheiten und Wirtschaftsweisen können über einen längeren Zeitraum nicht zuverlässig prognostiziert werden. Eine verbindliche Liste der Konventionen, die in Deutschland zur Berechnung der Strahlenexposition der Bevölkerung bei Langzeitbetrachtungen heranzuziehen ist, steht derzeit nicht zur Verfügung.

				Konsequenzenanalyse für die Schachanlage Asse II – Ist-Zustand- Analyse der Biosphärenmodellierung		
Bundesamt für Strahlenschutz						
Projekt	PSP-Element	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	Seite: 5 von 8
NAAN	NNNNNNNNNN	AAAA	AA	NNNN	NN	
9A	24200000	EG	RZ	0004	00	Stand: 21.04.2017

3 FORSCHUNGS- UND ENTWICKLUNGSBEDARF

3.1 EINGANGSGRÖSSEN FÜR DIE BIOSPHÄRENMODELLIERUNG

Die Biosphärenmodellierung verwendet die Ergebnisse der Geosphärenmodellierung als Eingangsgrößen zur Berechnung der Strahlenexposition von Einzelpersonen der Bevölkerung. Um einen übermäßigen Grad der Konservativität zu vermeiden, sollte die Geosphärenmodellierung im Idealfall folgende Eingangsgrößen für die Biosphärenmodellierung liefern:

- Bei wassergebundenen Transportprozessen die Konzentration der Radionuklide im Grundwasser, den Salzgehalt sowie die maximale Förderleistung einer Bohrung als Funktion des Bohrortes, der Bohrtiefe und der Zeit.
- Bei gasgebundenen Transportprozessen die Eintragsrate der Radionuklide in die oberflächennahen Bodenschichten als Funktion des Ortes und der Zeit sowie idealerweise die chemische Zusammensetzung der radioaktiven Stoffe.

Es ist davon auszugehen, dass die Geosphärenmodellierung diesen Detaillierungsgrad an Informationen nicht oder nicht mit der erforderlichen Zuverlässigkeit erbringen kann. Nicht vorliegende Informationen können entweder durch plausible Annahmen im Sinne von Konventionen oder durch konservative Annahmen ergänzt werden. Fehlen beispielsweise Daten zum Salzgehalt bzw. zur maximalen Förderleistung, muss konservativ unterstellt werden, dass keine Nutzungseinschränkungen des Grundwassers aufgrund seines Salzgehalts bzw. der maximalen Förderleistung vorliegen.

3.2 MODELLIERUNGSANSÄTZE UND MODELLPARAMETER DER BIOSPHÄRENMODELLIERUNG

Auf Basis der zu bewertenden Dokumente (GRS/COLENCO, 2006; COLENCO, 2006; PRÖHL, 2006) wird bei der Biosphärenmodellierung zur Berechnung der Strahlenexposition der Bevölkerung in der Umgebung der Schachanlage Asse II hinsichtlich der Modellierungsansätze, der Modellparameter sowie der Modellannahmen folgender Überarbeitungs- bzw. Forschungs- und Entwicklungsbedarf gesehen:

- **Fachliche Überarbeitung der Berechnungsverfahren:**
Die Strahlenexposition der Bevölkerung wird in PRÖHL (2006) bei wassergebundenen Transportprozessen in Anlehnung an einen Entwurf der AVV zu § 47 StrlSchV (BFS, 2005) berechnet. Bei der Novellierung dieser Berechnungsvorschrift wurde damals jedoch gemäß einer Vorgabe des BMU auf eine fachliche Überarbeitung verzichtet. Es sollte daher systematisch überprüft werden, ob die Modellierungsansätze und Parameterwerte in PRÖHL (2006) noch dem Stand von Wissenschaft und Technik entsprechen. Die fachliche Überarbeitung der derzeit gültigen AVV zu § 47 StrlSchV ist nach Inkrafttreten des Strahlenschutzgesetzes, mit dem die Euratom-Grundnormen in deutsches Recht umgesetzt werden, vorgesehen.
- **Berücksichtigung von sechs Altersgruppen zur Berechnung der Strahlenexposition der Bevölkerung:**
Zur Berechnung der Strahlenexposition der Bevölkerung wird in PRÖHL (2006) ausschließlich die Altersgruppe > 17 Jahre (Erwachsene) herangezogen. Dies widerspricht der üblichen Vorgehensweise in Deutschland, wonach die Einhaltung von Grenz- oder Richtwerten zum Schutz



Bundesamt für Strahlenschutz

Konsequenzenanalyse für die Schachtanlage Asse II – Ist-Zustand- Analyse der Biosphärenmodellierung

Projekt	PSP-Element	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	Seite: 6 von 8
NAAN	NNNNNNNNNN	AAAA	AA	NNNN	NN	
9A	24200000	EG	RZ	0004	00	Stand: 21.04.2017

der Bevölkerung bei allen sechs Altersgruppen nachzuweisen ist. Bei innerer Exposition ist hierbei die Folgedosis dem Jahr der Inkorporation zuzurechnen. Als Konsequenz sind für das erste Lebensjahr zusätzlich die Expositionspfade „Muttermilch“ und „Säuglingsmilchnahrung“ zu berücksichtigen.

Die Notwendigkeit, zur Berechnung der Strahlenexposition der Bevölkerung sechs Altersgruppen zu berücksichtigen, ergibt sich stets dann, wenn das Bewertungskriterium eine berechnete jährliche Dosis und keine berechnete Lebenszeitdosis ist. Für vergleichende Analysen, Sensitivitätsstudien und probabilistische Rechnungen ist es aus fachlicher Sicht jedoch zulässig, als Bewertungskriterium die Lebenszeitdosis der hypothetischen Bezugspersonen, d. h. die Summe der jährlichen Strahlenexpositionen während der gesamten Lebenszeit, heranzuziehen.

- **Realitätsnähere Modellierung der Migration von Radionukliden im Boden:**

In Anlehnung an einen Entwurf der AVV zu § 47 StrlSchV (BFS, 2005) wird ausschließlich die Verlagerung von Radionukliden aus der Wurzelzone in tiefere Bodenschichten modelliert. Zusätzlich sind jedoch bei grundwasserbeeinflussten Böden (Grundwasserabstand < 3 m) der kapillare Aufstieg von Grundwasser und die daraus resultierende Kontamination des Bodens sowie von pflanzlichen Nahrungs- und Futtermitteln zu berücksichtigen. Grundsätzlich sollten alle (dynamischen) Prozesse in der Biosphäre betrachtet werden, sofern sie signifikant zur Strahlenexposition der Bezugspersonen beitragen können.

- **Berücksichtigung des Salzgehaltes des Grundwassers bei der Nutzung von Trink- und Tränkwasser:**

Die Berechnung der Strahlenexposition der Bevölkerung in PRÖHL (2006) beruht auf der Annahme, dass Süßwasser mit einem Salzgehalt von 1 g/l in unbegrenzter Menge zur Verfügung steht. Je nach Verwendungszweck sind jedoch unterschiedliche Salzgehalte limitierend. Während Tränkwasser für Wiederkäuer höhere Salzgehalte aufweisen kann, sollte Wasser zur Zubereitung von Säuglingsmilchnahrung mineralarm sein und einen Gehalt von 20 mg/l Natrium (Na⁺) nicht überschreiten. Für die Biosphärenmodellierung ergeben sich aus fachlicher Sicht zwei Optionen:

Option 1: Es werden explizit die für den jeweiligen Verwendungszweck limitierenden Salzgehalte berücksichtigt.

Option 2: Da Langzeitbetrachtungen stets eine Kombination von plausiblen Annahmen bzw. Konventionen und wissenschaftlichen Grundlagen sind, könnte im Sinne einer Konvention ein einheitlicher Salzgehalt für alle Verwendungszwecke unterstellt werden.

- **Berücksichtigung ungünstiger Beregnungs-/Bewässerungsszenarien und der daraus resultierenden zeitlich begrenzten Landnutzung:**

Entgegen der Annahme in PRÖHL (2006) müssen landwirtschaftliche Flächen nicht zwingend nachhaltig bewirtschaftet werden. Bei einer zukünftigen Klimaerwärmung kann z. B. nicht ausgeschlossen werden, dass intensiv bewirtschaftete landwirtschaftliche Flächen wegen der Bewässerung mit zu salzhaltigem Wasser oder einem ungeeigneten Bewässerungsmanagement versalzen und nur in einem begrenzten Zeitraum landwirtschaftlich genutzt werden können. Für die Biosphärenmodellierung ergeben sich aus fachlicher Sicht zwei Optionen:

Option 1: Bei der landwirtschaftlichen Nutzung werden modelltechnisch auch ungünstige Beregnungs- bzw. Bewässerungsszenarien während einer zeitlich begrenzten Nutzungsdauer berücksichtigt. Da die Annahme von Gleichgewichtsbedingungen in solchen Fällen zu einer extrem



Bundesamt für Strahlenschutz

Konsequenzenanalyse für die Schachanlage Asse II – Ist-Zustand- Analyse der Biosphärenmodellierung

Projekt	PSP-Element	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	Seite: 7 von 8
NAAN	NNNNNNNNNN	AAAA	AA	NNNN	NN	
9A	24200000	EG	RZ	0004	00	Stand: 21.04.2017

konservativen Berechnung der Strahlenexposition führen kann, sollte die Akkumulation von Radionukliden im Boden während der zeitlich begrenzten Nutzungsdauer explizit modelliert werden.

Option 2: Da Langzeitbetrachtungen stets eine Kombination von plausiblen Annahmen bzw. Konventionen und wissenschaftlichen Grundlagen sind, könnte im Sinne einer Konvention die nachhaltige Bewirtschaftung landwirtschaftlicher Flächen unterstellt werden.

- **Berücksichtigung der zukünftigen klimatischen Entwicklung:**

In PRÖHL (2006) werden nur die Konsequenzen höherer oder geringerer Berechnungsmengen als Folge einer Erwärmung bzw. Abkühlung des Klimas für die Strahlenexposition erwachsener Bezugspersonen untersucht. Als ungünstigster Fall bei einer Klimaerwärmung werden die heutigen klimatischen Verhältnisse in Rom unterstellt. Eine umfassende Untersuchung, wie sich die zukünftige klimatische Entwicklung (quasistationäre Klimazustände sowie die Übergangsphasen zwischen diesen Zuständen) in einem Zeitraum von 150.000 Jahren auf die Radionukliddynamik in der Biosphäre und die Produktion von Lebensmitteln auswirken kann, steht derzeit noch aus.

Die Anwendung unrealistisch konservativer Berechnungsverfahren, wie in der AVV zu § 47 StrlSchV, ist bei Langzeitbetrachtungen nicht zwingend vorgeschrieben. Diese können zweckmäßig sein, wenn die Einhaltung von Dosiskriterien nachzuweisen ist und dies mit der unrealistisch konservativen Betrachtung auch geleistet werden kann. Wenn (über-)konservative Betrachtungsweisen zu einer Überschreitung der maßgebenden Dosiskriterien führen, sollte der Grad der Konservativität reduziert werden, ohne die Strahlenexposition des Menschen zu unterschätzen. Bei den Annahmen zu den Lebensgewohnheiten der Bezugspersonen können zum Abbau eines übermäßigen Grades der Konservativität folgende Anpassungen vorgenommen werden:

- Realitätsnähere Annahmen zur Versorgung der Bezugspersonen mit lokal erzeugten Lebensmitteln. Beispielsweise bestimmt die maximale Förderleistung einer Bohrung, welche Fläche landwirtschaftlicher und gärtnerischer Kulturen bewässert werden kann, und beeinflusst somit den möglichen Versorgungsgrad durch lokal erzeugte Nahrungsmittel und Trinkwasser.
- Realitätsnahe Aufenthaltsorte und Aufenthaltszeiten



Bundesamt für Strahlenschutz

Konsequenzenanalyse für die Schachtanlage Asse II – Ist-Zustand- Analyse der Biosphärenmodellierung

Projekt	PSP-Element	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	Seite: 8 von 8
NAAN	NNNNNNNNNN	AAAA	AA	NNNN	NN	
9A	24200000	EG	RZ	0004	00	Stand: 21.04.2017

LITERATURVERZEICHNIS

BFS (2005): Entwurf der Allgemeinen Verwaltungsvorschrift (AVV) zu § 47 Strahlenschutzverordnung, Stand 21.01.2005, Bundesamt für Strahlenschutz.

GRS/COLENCO (2006): Gesamtbewertung der Langzeitsicherheit für den Standort Asse (Konsequenzenanalyse), Rev. 00. Gesellschaft für Anlagen- und Reaktorsicherheit (GRS) mbH, GRS-A-3350, Colenco Power Engineering, Bericht 3762/01, Stand: 12/2006.

COLENCO (2006): Schachtanlage Asse. Freisetzung volatiler Radionuklide auf dem Gaspfad. Bericht 3331/108, Colenco Power Engineering AG.

PRÖHL, G. (2006): Abschätzung der potentiellen Strahlenexposition in der Nachbetriebsphase der Schachtanlage Asse. GSF-Auftragsnr. 31/181168/99/T, FE-Nr. 76278, GSF.