

Jahresbericht 2021 Radiologische Umgebungsüberwachung der Schachanlage Asse II der unabhängigen Messstelle

Auftraggeber: BASE - Bundesamt für die Sicherheit der nuklearen Entsorgung
Schachanlage Asse II
Willy-Brandt-Straße 5
38226 Salzgitter

Auftragnehmer: IAF-Radioökologie GmbH

Autoren: Dr. rer. nat. habil. H. Schulz
Dipl.-Geol. A. Lämmel

Review: Dr. rer. nat. habil. H. Schulz



Radeberg, den 17.05.2022

Die Akkreditierung gilt für die in Anlage 2 des Berichtes dargestellten Ergebnisse der Radionuklidanalysen. Die im Bericht enthaltenen Bewertungen basieren auf diesen Ergebnissen.

Dr. rer. nat. habil. Hartmut Schulz
Geschäftsführer

Wilhelm-Rönsch-Str. 9
01454 Radeberg
Tel. +49 (0) 3528 48730-0
Fax +49 (0) 3528 48730-22
E-Mail info@iaf-dresden.de

Geschäftsführer:
Dr. rer. nat. habil. Hartmut Schulz
Dr. rer. nat. Christian Kunze
Dipl.-Ing. (BA) René Baumert
Handelsregister: HRB 9185
Amtsgericht Dresden

Bankverbindung:
HypoVereinsbank Dresden
IBAN: DE92 8502 0086 5360 1794 29
SWIFT (BIC): HYVEDEMM496

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung.....	3
2	Probenahme und Auswertung gemäß Vorgaben BASE	7
2.1	Bestimmungsgemäßer Betrieb	7
2.2	Störfall / Unfall-Trainingsprogramm	8
3	Diskussion der Messergebnisse 2021.....	9
3.1	Luft - Gammastrahlung.....	9
3.2	Luft - Aerosole.....	11
3.3	Boden/Bodenoberfläche	11
3.4	Futtermittel - Weide- und Wiesenbewuchs	12
3.5	Ernährungskette Land - Nahrungsmittel pflanzlicher Herkunft	12
3.6	Milch und Milchprodukte.....	13
3.7	Oberirdische Gewässer - Sediment.....	13
3.8	Oberirdische Gewässer - Grundwasser/Quelle.....	13
4	Zusammenfassung	13
5	Literaturverzeichnis.....	15

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1:	Lageplan aller Probennahmestellen der Umgebungsüberwachung Schachtanlage Asse II für 2021	5
Abbildung 2:	Lage der 12 Dosimeter am Zaun der Schachtanlage Asse II (Messorte für die Parallelmessungen mit dem Betreiber sind blau markiert) und der 4 zusätzlichen Standorte (rote Vierecke). Des Weiteren ist die Immissionsmessstelle der BGE (Betreiber) eingetragen.	6
Abbildung 3:	Gemessene und extrapolierte Jahresorts-dosis der Dosimeter am Zaun der Schachtanlage Asse II durch die unabhängige Messstelle	10

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1:	Überblick über die zu beprobenden Umweltbereiche und die dazugehörige Probenahmehäufigkeit für den bestimmungsgemäßen Betrieb.....	4
Tabelle 2:	Anzahl der untersuchten Proben und Analysenumfang pro Jahr für die einzelnen Umweltbereiche für den bestimmungsgemäßen Betrieb.....	4
Tabelle 3:	Gegenüberstellung der erhaltenen Messwerte der Ortsdosis und der extrapolierten Ortsdosis-Messwerte der Dosimeter am Zaun der Schachtanlage Asse II durch die unabhängige Messstelle	10
Tabelle 4:	Cs-137-Aktivitäten im Boden an den 2 untersuchten Messstellen (bezogen auf die Trockenmasse).....	12

Anlagenverzeichnis

Anlage 1:	Messprogramme für die Untersuchungen nach REI
Anlage 2:	Messergebnisse (Tabellen)

1 Einleitung

Das Bundesamt für die Sicherheit der nuklearen Entsorgung (BASE) (früher: Bundesamt für kerntechnische Entsorgungssicherheit - BfE) hat im März 2019 die Firma IAF-Radioökologie GmbH (IAF) beauftragt, die Umgebungsüberwachung der Schachtanlage Asse II als unabhängige Messstelle durchzuführen. Die Bundesgesellschaft für Endlagerung mbH (BGE) ist Betreiber der Schachtanlage Asse II und die atomrechtliche Aufsicht obliegt dem BASE.

In den Jahren 2008 und 2009 wurden die Tätigkeiten der unabhängigen Messstelle für die radiologische Umgebungsüberwachung der Schachtanlage Asse II durch den Niedersächsischen Landesbetrieb für Wasserwirtschaft, Küsten- und Naturschutz (NLWKN) ausgeführt. Das Landesamt für Umweltschutz Sachsen-Anhalt (LAU) übernahm die Überwachungsmessungen in den Jahren 2010 bis 2012 und von 2013 bis 2018 führte die LUFÄ-ITL das Messprogramm der unabhängigen Messstelle durch.

In der Leistungsbeschreibung vom 06.09.2018 [1] ist der geforderte Leistungsumfang der durchzuführenden Tätigkeiten definiert worden, der an die Richtlinie zur Emissions- und Immissionsüberwachung kerntechnischer Anlagen (REI) [2] angelehnt ist. Das Überwachungsprogramm teilt sich in ein Programm zur Überwachung im bestimmungsgemäßen Betrieb und ein Programm zur Überwachung im Störfall/Unfall auf. Im Rahmen dieses Jahresberichtes besteht gemäß REI [2], Ziffer 4.4, keine Berichtspflicht zu den Messergebnissen des Störfall/Unfall-Trainingsprogrammes. Diese Messergebnisse wurden dem BASE in Form eines zusammenfassenden Kurzberichts [3] gesondert mitgeteilt.

In der Tabelle 1 sind die nach der Leistungsbeschreibung [1] zu beprobenden Umweltbereiche für den bestimmungsgemäßen Betrieb aufgelistet. Die Anzahl der durchzuführenden Analysen, die zu bestimmenden Radionuklide sowie die zu verwendenden Messmethoden sind in der Tabelle 2 zusammengestellt. Weitere Spezifikationen zu den vorgegebenen Messungen, Probenentnahme- bzw. Messorten und zur Art und Häufigkeit der Messungen sind in Anlage 1 aufgeführt. Darin sind auch die bei den Messungen zu erreichenden Nachweisgrenzen angegeben.

Tabelle 1: Überblick über die zu beprobenden Umweltbereiche und die dazugehörige Probenahmehäufigkeit für den bestimmungsgemäßen Betrieb

Pro-gramm-punkt	Umweltbereich	Häufigkeit der Probenahme	Bemerkung
1.1	Luft-Gammastrahlung	halbjährlich	12 Festkörperdosimeter am Zaun der Anlage; 1 Festkörperdosimeter am Referenzort
1.2	Luft-Aerosole	vierteljährlich	Quartalsprobe aus 6 bis 7 im 14-tägigen Rhythmus beaufschlagten Filtern, (Aerosolsammler der BGE)
2	Boden/Bodenoberfläche	2 x jährlich	Boden und Bewuchs werden an den gleichen 2 Flächen beprobt (Wiese nördlich Anlagenzaun der Schachanlage und Referenzfläche), Probenahmen erfolgen in den Wachstumsperioden ca. Mai und August
3	Weide- und Wiesenbewuchs	2 x jährlich	
4	Nahrungsmittel pflanzlicher Herkunft	8 x jährlich	Nahrungsmittelproben im nahen Umkreis der Schachanlage Asse II, vorzugsweise Freilandblattgemüse, Obst und Getreide
5	Milch und Milchprodukte	2 x jährlich	Milchproben im Umkreis der Schachanlage Asse II, vorzugsweise Kuhmilch
6.1	Sediment	jährlich	Probeentnahme oberhalb und unterhalb der Einleitstelle im Vorfluter
6.2	Grundwasser	6 x jährlich	Probenahme der nächstgelegenen Brunnen bzw. Quellen an jährlich wechselnden Standorten

Tabelle 2: Anzahl der untersuchten Proben und Analysenumfang pro Jahr für die einzelnen Umweltbereiche für den bestimmungsgemäßen Betrieb

Umweltbereich	Probenanzahl	Gamma-spektrometrie	Alpha spektrometrie	Analyse der Betastrahler
Luft-Aerosole (Staubniederschlag auf Luftfiltern)	4	Be-7, K-40, Co-60, Cs-137, Pb-210, Am-241	U-234/-235/-238, Pu-238/-239/-240	-
Boden/Bodenoberfläche	4	Be-7, K-40, Co-60, Cs-134/-137, Pb-210	-	-
Weide- und Wiesenbewuchs	4	Be-7, K-40, Co-60, Cs-134/-137, Pb-210	-	H-3, C-14
Nahrungsmittel pflanzlicher Herkunft	8	Be-7, K-40, Co-60, Cs-134/-137, Pb-210	-	Sr-90
Milch/Milchprodukte	4	Be-7, K-40, Co-60, Cs-134/-137, Pb-210	-	-
Sediment	2	Be-7, K-40, Co-60, Cs-134/-137, Pb-210	-	-
Grundwasser	6	K-40, Co-60, Cs-134/-137, Pb-210	U-234/-235/-238	H-3, Sr-90
Summe der Proben	32			

In der Abbildung 1 ist der Lageplan für die lokal fixierten Probenahmestellen der Umgebungsüberwachung um die Schachanlage Asse II für 2021 dargestellt. Nicht eingezeichnet sind die Probenahmestellen für die pflanzlichen Nahrungsmittel, da diese überwiegend aus Gärten von Privatpersonen bezogen wurden.

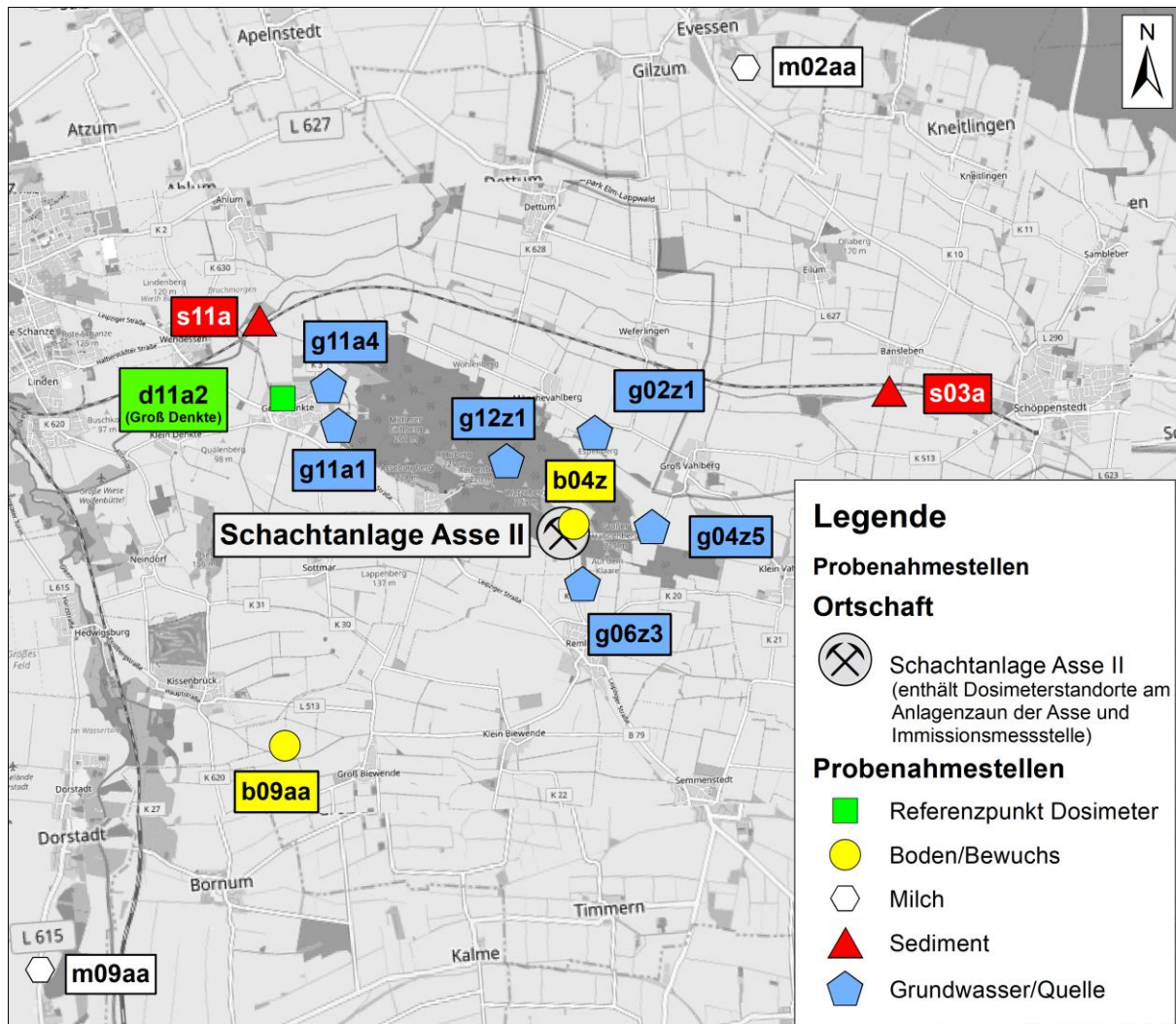


Abbildung 1: Lageplan aller Probenahmestellen der Umgebungsüberwachung Schachanlage Asse II für 2021

In der Abbildung 2 sind die 12 Messpunkte für die Messung der Luft-Gammastrahlung (Ortsdosis) im Bereich des Zauns um die Schachanlage Asse II sowie die Immissionsmessstelle der BGE (Betreiber) eingezeichnet. Die Messstellen der Dosimeter der unabhängigen Messstelle beginnen mit "d" und einer fortlaufenden Nummer. Die Messstellen des Betreibers (BGE) sind mit "z" und einer fortlaufenden Nummer gekennzeichnet. Um mit den Messergebnissen des Betreibers direkt vergleichen zu können, wurden an 3 Messpunkten die Dosimeter am gleichen Messort exponiert (vgl. Abbildung 2). Ein Referenzpunkt befindet sich in der Ortschaft Groß Denkte (s. Abbildung 1).

Des Weiteren wurde im Berichtsjahr 2021 aufgrund der geänderten Gebäude- und Geländesituation eine Anpassung der Messstellen für die Dosimeter im Bereich des Anlagenzauns der Schachanlage Asse II vorgenommen. Im Rahmen der Messstellenbegehung am 08.12.2020 wurden mit der BASE und BGE zusätzliche

Dosimeterstandorte festgelegt und eine einheitliche Positionierung der Dosimeter auf ca. 1 m Höhe vereinbart (vgl. Protokoll Messstellenbegehung vom 08.12.2020 [4] und Stellungnahme BASE vom 17.12.2020 [5]). Am 20.01.2021 fanden im Rahmen des halbjährlichen regulären TLD-Wechsels der unabhängigen Messstelle und der BGE die Errichtung der zusätzlichen Dosimeterstandorte und die Anpassung der Positionierungshöhe der Dosimeter statt (vgl. Protokoll „Dokumentation Verlegung/Anpassung TLDs am Anlagenzaun“ vom 20.01.2021 [6]). Insgesamt wurden 4 zusätzliche Messstellen eingerichtet. Im Einzelnen betrifft dies die nachfolgend aufgeführten Messstellen (siehe auch Abbildung 2).

1. Messpunkt *d02z_zusätzlich* wurde in Nähe des bisherigen Messpunktes d02z (ca. 1 m entfernt) eingerichtet und am Anlagenzaun in 1 m üGOK positioniert.
2. Messpunkt *d08z_zusätzlich* wurde in Nähe des bisherigen Messpunktes d08z (ca. 8 m entfernt) eingerichtet und am Anlagenzaun in 1 m üGOK positioniert.
3. Messpunkt *d09z_zusätzlich* wurde in Nähe des bisherigen Messpunktes d09z (ca. 5 m entfernt) eingerichtet und am nächstgelegenen Baum in 1 m üGOK positioniert.
4. Messpunkt *d11z_zusätzlich* wurde in Nähe des bisherigen Messpunktes d11z (ca. 10 m Richtung Osten entfernt) eingerichtet, wobei ein neu errichteter Haltestab das Dosimeter in 1 m üGOK fixiert.

Die Ergebnisse der Ortsdosis-Messungen sind im Kapitel 3 dargestellt.

Mit dem regulären TLD-Wechsel am 13.01.2022 wurden die 4 „alten“ Dosimeterstandorte d02z, d09z, d09z und d11z zurückgebaut. Die im aktuellen Berichtsjahr 2021 als „zusätzlich“ bezeichneten Dosimeterstandorte werden somit im kommenden Berichtsjahr 2022 als reguläre Standorte ausgewiesen.

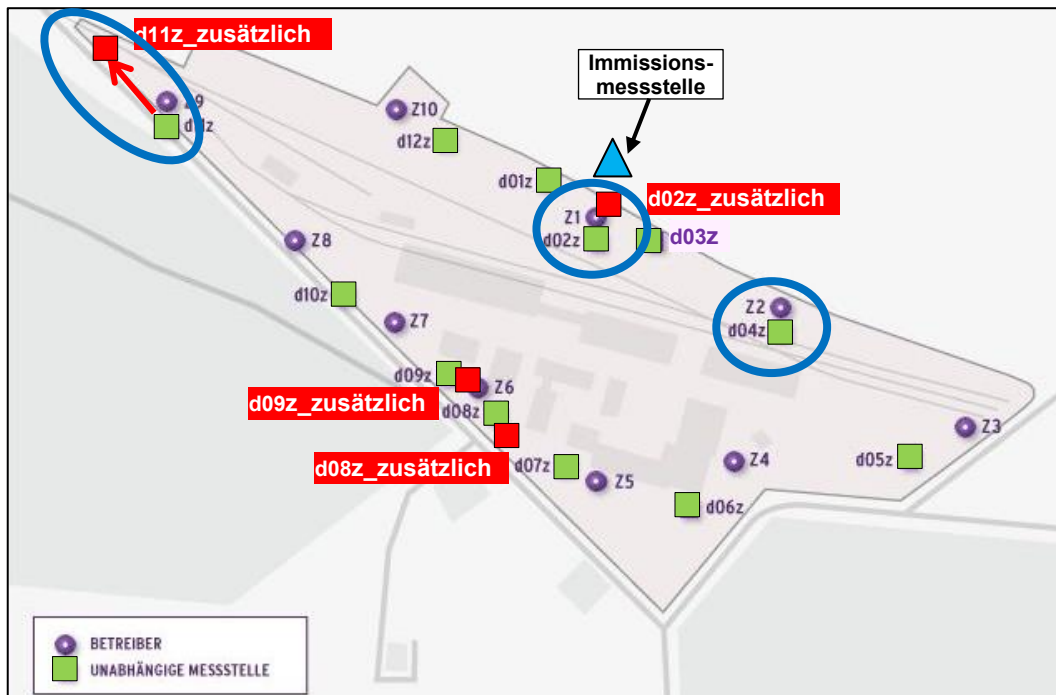


Abbildung 2: Lage der 12 Dosimeter am Zaun der Schachtanlage Asse II (Messorte für die Parallelmessungen mit dem Betreiber sind blau markiert) und der 4 zusätzlichen Standorte (rote Vierecke). Des Weiteren ist die Immissionsmessstelle der BGE (Betreiber) eingetragen.

Im Kapitel 2 wird das beauftragte Überwachungsprogramm kurz vorgestellt. Eine Bewertung der Messergebnisse erfolgt im Kapitel 3. Eine Zusammenfassung der in der Messkampagne 2021 gewonnenen Ergebnisse wird im Kapitel 4 gegeben.

Die Anlage 1 enthält eine tabellarische Auflistung der zu beprobenden Medien, der geforderten Nachweisgrenzen und die Anzahl und Häufigkeit der Probeentnahmen entsprechend der Leistungsbeschreibung [1]. Die Messergebnisse sind in Anlage 2 in tabellarischer Form zusammengefasst.

2 Probenahme und Auswertung gemäß Vorgaben BASE

2.1 Bestimmungsgemäßer Betrieb

Die aus dem Messprogramm der Leistungsbeschreibung [1] geforderten Probenahmen wurden bis auf die Aerosolfilter, durch die IAF durchgeführt. Die Beaufschlagung der Aerosolfilter erfolgt durch die BGE. In der Tabelle 1 ist die Anzahl aller Analysen und Messumfänge pro Jahr für die einzelnen beprobten Umweltbereiche aufgeschlüsselt.

2.1.1 Luft - Gammastrahlung

Zur Bestimmung der Jahresortsdosis am Anlagenzaun der Schachtanlage Asse II wurden für das 1. und 2. Halbjahr 2021 Thermo-Lumineszenz-Dosimeter (TLD) Typ 7 eingesetzt, die auch vom Typ (Hersteller) von der BGE verwendet werden. Die Auswertung der TLD's erfolgt seit Anfang 2021 durch die LPS Berlin. Bis Ende 2020 wurde die Auswertung durch die Firma Mirion Technologies (AWST) GmbH übernommen.

Die Messstellen für die Dosimeter der unabhängigen Messstelle und des Betreibers (BGE) sind in der Abbildung 2 dargestellt. Es ist für das Berichtsjahr 2021 zu beachten, dass in Absprache mit der BASE und BGE (20.01.2021, [6]) Anpassungen der Dosimeterpositionierungen der unabhängigen Messstelle am Anlagenzaun der Asse II vorgenommen wurden (vgl. Ausführungen im Kapitel 1).

Bei der Auswertung der Messergebnisse für den Berichtszeitraum 2021 sind die jeweiligen zu berechnenden Expositionen (Ortsdosis) auf die tatsächliche Anzahl der Tage des 1. und 2. Halbjahres zu beziehen (siehe Tabelle 3).

Die Dosimeter in den umliegenden Ortschaften und am Anlagenzaun wurden in Absprache mit der BGE auch am gleichen Tag gewechselt. Dies geschah unter dem Blickwinkel, dass die resultierenden Ergebnisse direkt verglichen werden können.

2.1.2 Luft - Aerosole

Die Aerosolfilterprobenentnahme erfolgt durch den Betreiber (BGE). Der Aerosolsammler befindet sich angrenzend an das Gelände der Schachtanlage Asse II auf dem Hang nördlich der Anlage im Bereich der ungünstigsten Einwirkungsstelle (s. Abbildung 2) [7]. Die Aerosolfilter werden dauerhaft mit Umgebungsluft beaufschlagt und im 2-wöchigen Abstand gewechselt, dies ermöglicht eine lückenlose Überwachung des Geländes. Am Ende eines Quartals liegen somit 6 bzw. 7 Aerosolfilter vor, die zu einer repräsentativen Quartalsprobe vereint und gamma- und alphaspektrometrisch (U-234/-235/-238, Pu-238/-239/-240) zu analysieren sind.

2.1.3 Boden/Bodenoberfläche und Futtermittel - Weide- und Wiesenbewuchs

Die Boden- und Bewuchsproben sind wenige Meter nördlich des Zauns der Schachanlage Asse II (b04z, s. Abbildung 1) zu entnehmen, sowie an einem Referenzort. Der Referenzort b09aa (s. Abbildung 1) wurde 2014 verlegt und befindet sich jetzt südöstlich von Kissenbrück zwischen Kissenbrück und Groß Biewende (s. Abbildung 1).

Alle Proben sind gammaspektrometrisch zu analysieren. Zusätzlich sind in den Bewuchsproben die Betastrahler H-3- und C-14 zu bestimmen.

2.1.4 Ernährungskette Land - Nahrungsmittel pflanzlicher Herkunft

Da im Bereich der ungünstigsten Einwirkungsstelle Nahrungsmittelproben nicht beschaffbar waren, wurden die Proben in einem Umkreis von ca. 5 km um die Schachanlage Asse II genommen. In der Region wird vergleichsweise viel Getreide angebaut. Es stehen jedoch auch aus Gärten von Privatpersonen verschiedene Obst- und Gemüsesorten zur Verfügung.

Alle Proben sind gammaspektrometrisch zu analysieren und zusätzlich ist der Betastrahler Sr-90 zu bestimmen.

2.1.5 Milch und Milchprodukte

Die Kuh- und Ziegenmilch stammen aus Betrieben in ca. 10 km Entfernung von der Schachanlage Asse II, da gegenwärtig im näheren Umfeld der Asse II keine weiteren Milchviehbetriebe existieren.

Die Referenz-Milchproben sind Sammelmilchproben der Agraset Agrargenossenschaft eG. Die Firma ist etwa 200 km von Schachanlage Asse II entfernt und befindet sich im Freistaat Sachsen.

Alle Milchproben sind gammaspektrometrisch zu analysieren.

2.1.6 Oberirdische Gewässer - Sediment

Die Entnahmepunkte für die Sedimentproben (s. Abbildung 1) befinden sich in der Altenau bei Bansleben (s03a) und bei Groß Denkte (s11a).

Die Sedimentproben sind gammaspektrometrisch zu analysieren.

2.1.7 Oberirdische Gewässer - Grundwasser

In der Umgebung der Schachanlage Asse II sind mehrere Probennahmestellen für Grundwasser vorhanden. Es handelt sich vor allem um Quellen, die an den Hängen des Höhenzuges Asse zu Tage treten. Zum Teil wurden diese Quellen früher zur Trinkwassergewinnung genutzt und dienen heute nur noch in seltenen Einzelfällen zur Brauchwassergewinnung. Entsprechend den Vorgaben des Messprogramms sind 6 unterschiedliche Proben zu gewinnen.

Die Wasserproben sind durch gamma- und alphaspektrometrische Methoden zu analysieren. Zusätzlich sind in den 6 Proben die Aktivitäten der Beta-Strahler H-3 und Sr-90 zu bestimmen.

2.2 Störfall / Unfall-Trainingsprogramm

Im Berichtszeitraum sind 2 Messfahrten im Zusammenhang mit dem Störfall / Unfall-Trainingsprogramm durchzuführen [3]. An jeweils zwei Messorten hat in unterschiedlichen Sektoren eine Bestimmung der radioaktiven Bodenkontamination durch Einsatz eines mobilen In-situ-Gammaspektrometers zu erfolgen. Zudem sind die Gamma-Ortsdosisleistung

an den Messorten zu messen und Probenahmen von Aerosolen (1 m³ Sammelvolumen), Oberflächenwasser, Bewuchs und Milch durchzuführen.

Die Proben sind im Labor der IAF zu analysieren. Einzelheiten zu den Messungen, zur Probenentnahme- bzw. zu den Messorten sowie zur Art und Häufigkeit der Messungen sind in Anlage 1 aufgeführt. Darin sind auch die bei den Messungen zu erreichenden Nachweisgrenzen mit angegeben.

3 Diskussion der Messergebnisse 2021

3.1 Luft - Gammastrahlung

Die Expositionszeit der installierten Thermo-Lumineszenz-Dosimeter (TLD) für die Ermittlung der Jahresortsdosis am Anlagenzaun umfasste im 1. Halbjahr den Zeitraum vom 20.01.2021 bis 07.07.2021 und im 2. Halbjahr vom 07.07.2021 bis 13.01.2022. Es ist im Berichtsjahr 2021 zu beachten, dass aufgrund der geänderten Gebäude- und Geländesituation am 20.01.2021 in Absprache mit der BASE und BGE Anpassungen der Dosimeterpositionierungen der unabhängigen Messstelle am Anlagenzaun der Asse II vorgenommen wurden (vgl. Ausführungen im Kapitel 1). Es wurden insgesamt 4 zusätzliche Dosimeterstandorte errichtet, wobei aus Gründen der Redundanz über einen Zeitraum von 1 Jahr die ursprünglichen Messstellen weiter betrieben wurden. Im Einzelnen betrifft dies die Messstellen d02z, d08z, d09z und d11z (s. auch Abbildung 2). Die Ergebnisse aller Messstellen am Anlagenzaun werden im Folgenden aufgeführt.

Die Messwerte der Jahresortsdosis (addierte Ergebnisse der Halbjahre) variierten zwischen 0,731 mSv/a und 0,878 mSv/a (s. Ergebnisse in Abbildung 3 und Tabelle 3). Die Unterschiede in den Dosismesswerten sind hauptsächlich auf den Einfluss der variierenden Gelände- bzw. Umgebungseigenschaften (Gebäude, Straßen, Bewuchs) zurückzuführen. Dosimeter, die z.B. über schotterhaltigen Bodenflächen, nahe mit Granitsteinen gepflasterten Bereichen oder nahe von Gebäuden befestigt worden sind, weisen in der Regel wegen der Gammastrahlung aus den unterschiedlichen Materialien immer etwas erhöhte Messwerte auf. Auch der Bewuchs kann wegen seiner abschirmenden Eigenschaften zu unterschiedlichen Jahreszeiten einen erkennbaren Einfluss auf die Höhe der Jahresortsdosis haben.

Aus organisatorischen Gründen (z.B. Jahreswechsel) konnten die Dosimeter nicht am 1. Juli bzw. am 31. Dezember gewechselt werden. Deshalb entspricht die tatsächliche Expositionsdauer der Dosimeter für das Jahr 2021 (365 Tage) nicht genau den 181 Tage für das 1. Halbjahr und 184 Tage für 2. Halbjahr. In 2021 wurden die Dosimeter nach 168 und nach 190 Tagen gewechselt. Die gesamte Expositionszeit betrug somit 358 Tage. Die tatsächlichen Messergebnisse und die jeweils auf die entsprechenden Halbjahre extrapolierten Expositions Dosen sind in der in der Tabelle 3 aufgeschlüsselt und in der Abbildung 3 grafisch untersetzt. Die extrapolierten Werte der Jahresortsdosis variierten zwischen 0,745 mSv/a und 0,895 mSv/a (Mittelwert: 0,835 mSv/a). Da aus organisatorischen Gründen die Gesamtexpositionszeit weniger als 365 Tage beträgt, ist die jeweils gemessene Jahresortsdosis an jedem Messpunkt etwa 1% niedriger als der zugehörige extrapolierte Wert.

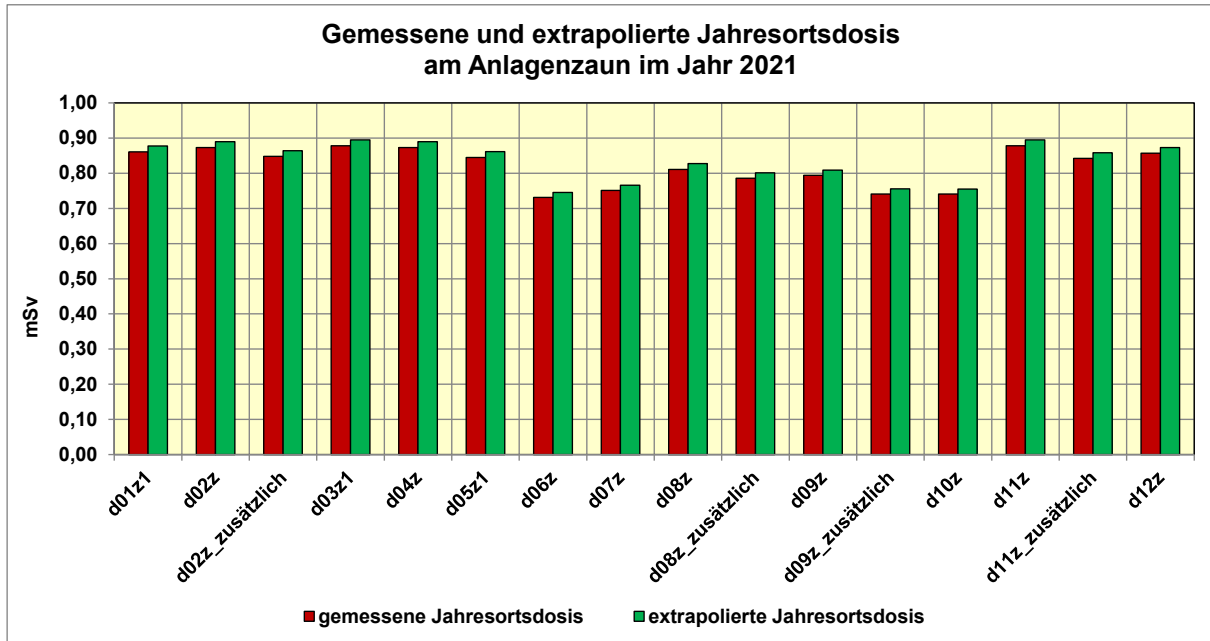


Abbildung 3: Gemessene und extrapolierte Jahresortsdosis der Dosimeter am Zaun der Schachtanlage Asse II durch die unabhängige Messstelle

Tabelle 3: Gegenüberstellung der erhaltenen Messwerte der Ortsdosis und der extrapolierten Ortsdosis-Messwerte der Dosimeter am Zaun der Schachtanlage Asse II durch die unabhängige Messstelle

	Messwerte der Ortsdosis [mSv]		extrapolierte Messwerte der Ortsdosis [mSv]	
	1. Halbjahr 20.01. - 07.07.21 168 Tage	2. Halbjahr 07.07.21 - 13.01.22 190 Tage	1. Halbjahr 01.01. - 30.06.21 181 Tage	2. Halbjahr 01.07. - 31.12.21 184 Tage
d01z1	0,401	0,460	0,432	0,445
d02z	0,406	0,467	0,437	0,452
d02z_zusätzlich	0,394	0,454	0,424	0,440
d03z1	0,409	0,469	0,441	0,454
d04z	0,408	0,465	0,440	0,450
d05z1	0,396	0,449	0,427	0,435
d06z	0,341	0,390	0,367	0,378
d07z1	0,354	0,397	0,381	0,384
d08z	0,385	0,426	0,415	0,413
d08z_zusätzlich	0,367	0,419	0,395	0,406
d09z	0,364	0,430	0,392	0,416
d09z_zusätzlich	0,351	0,390	0,378	0,378
d10z	0,345	0,396	0,372	0,383
d11z	0,410	0,468	0,442	0,453
d11z_zusätzlich	0,396	0,446	0,427	0,432
d12z	0,396	0,461	0,427	0,446

Die ermittelte Jahresortsdosis (extrapolierte Werte) an der Schachtanlage Asse II sind mit der natürlichen Umgebungsstrahlung in der Region vergleichbar, wobei von mittleren Jahresortsdosiswerten für Norddeutschland von 0,5 mSv/a bis etwa 1 mSv/a auszugehen ist. In den Mittelgebirgen sind jedoch auch höhere Werte von bis zu 2 mSv/a festzustellen (vgl. [8]).

Insgesamt gesehen sind jedoch die festgestellten Unterschiede zwischen den Dosiswerten von ca. 0,150 mSv (Differenz von Maximal- und Minimalwert) als überaus plausibel anzusehen, da allein der Messfehler der Dosimeter mit ca. 25% angegeben wird und noch die Variationen der Jahresortsdosis von Messpunkt zu Messpunkt durch die individuelle Lage der Messpunkte zu berücksichtigen ist. Dies betrifft vor allem die Nähe zu Gebäuden, die natürliche Radioaktivität des Erdbodens, der Bewuchs, die Witterungseinflüsse sowie die generelle Geländebeschaffenheit. Geringe Änderungen der mittleren Jahresortsdosis im Vergleich von einem Jahr zu dem nachfolgenden Jahr sind deshalb durch diese zu beachtenden Aspekte immer zu erwarten.

3.2 Luft - Aerosole

In den Aerosolfiltern wurden keine der ausgewählten künstlichen Radionuklide (Co-60, Cs-137, Pu-238, Pu-239/-240, Am-241) durch Gamma- und Alphamessungen nachgewiesen (s. Anlage 2). Von den natürlichen Radionukliden sind jedoch Be-7, Pb-210 und U-234/-238 auf den Filtern nachgewiesen bestimmt worden. Die Aktivitätskonzentrationen des durch die kosmische Höhenstrahlung gebildete Be-7 variierten von 2,01 bis 3,78 mBq/m³ und lagen damit in dem vom BMU [8] und der Physikalisch-Technischen Bundesanstalt (PTB) [9] angegebenen Aktivitätskonzentrationsbereich in der bodennahen Luft von 1 bis 10 mBq/m³. Pb-210 entsteht beim Zerfall des Rn-222, das einerseits natürlichen Ursprungs ist und andererseits auch aus der Schachtanlage Asse II abgeleitet wird. Die gemessenen Aktivitätskonzentrationen von Pb-210 variierten im Bereich von 0,4 bis 0,7 mBq/m³ und sind somit mit dem von der Physikalisch-Technischen Bundesanstalt (PTB) [9] angegebenen Aktivitätskonzentrationsbereich in der bodennahen Luft von 0,1 - 1 mBq/m³ kompatibel. Die Aktivitätskonzentrationen von U-234 variierten von 0,06 bis 0,24 µBq/m³ und von U-238 von 0,05 bis 0,27 µBq/m³. Die Messwerte spiegeln die natürlich vorkommenden Aktivitätskonzentrationen in der Atmosphäre wider (vgl. [8]).

Ein direkter Einfluss der Ableitungen aus der Schachtanlage Asse II, auf die gemessenen Aktivitätskonzentrationen ist nicht nachweisbar.

3.3 Boden/Bodenoberfläche

In den insgesamt 4 Bodenproben (2-mal ungünstigste Einwirkungsstelle b04z und 2-mal b09aa Kissenbrück Referenzort, s. Abbildung 1) wurden zusätzlich zu den natürlicherweise vorhandenen Radionukliden K-40 und Pb-210, die in Anlage 2 aufgeführt sind, auch das künstliche Radionuklid Cs-137 nachgewiesen (vgl. Tabelle 4). Cs-137 stammt aus dem Fallout der Reaktorkatastrophe in Tschernobyl und den oberirdischen Kernwaffentests. Die Aktivitätskonzentrationen von Cs-137 variierten im Bereich von 4,7 Bq/kg bis 7,3 Bq/kg (vgl. Tabelle 4) und lagen damit in dem vom BMU [8] angegebenen mittleren Aktivitätskonzentrationsbereich von < 6,1 - 7,1 Bq/kg für Ackerböden bzw. 13,3 - 16,9 Bq/kg für Weide-/Wiesenböden für Niedersachsen. Erfahrungsgemäß sind die festgestellten Unterschiede der Cs-137-Aktivitäten (Faktor 2) an den 2 Messstellen auf die Ablagerungs-

situation sowie auf die unterschiedliche Bodenbeschaffenheit bzw. auch auf die Art der Bodenbearbeitung zurückzuführen.

Tabelle 4: Cs-137-Aktivitäten im Boden an den 2 untersuchten Messstellen (bezogen auf die Trockenmasse)

	Cs-137 [Bq/kg]	
	b04z Remlingen (ungünstigste Einwirkungsstelle)	b09aa Kissenbrück Referenzort
1. Halbjahr 2021	5,80	7,31
2. Halbjahr 2021	4,74	6,81
Jahresbericht 2019 BMU [8]	< 6,1 - 7,1 für Ackerböden 13,3 - 16,9 für Weide-/Wiesenböden (Mittelwerte von 2017 bis 2019)	

3.4 Futtermittel - Weide- und Wiesenbewuchs

Für den halbjährlich beprobten Wiesenbewuchs (2-mal ungünstigste Einwirkungsstelle b04z und 2-mal b09aa Kissenbrück Referenzort, s. Abbildung 1) wurden die Radionuklide Be-7, K-40 und Pb-210 (vgl. Anlage 2) nachgewiesen. Die in den Proben gemessenen spezifischen Aktivitäten liegen in der gleichen Größenordnung wie auch in anderen Teilen Deutschlands (vgl. [8]). Künstliche Radionuklide wie Co-60 und Cs-137 wurden nicht nachgewiesen. Eine zusätzliche Belastung durch die Schachtanlage Asse II ist daher nicht erkennbar.

C-14 und Tritium (H-3) wurden ebenfalls in den Bewuchsproben bestimmt. Die ermittelten Werte für C-14 variierten zwischen 95 Bq/kg und 119 Bq/kg, bezogen auf die Trockenmasse (vgl. Anlage 2). Solche Aktivitätskonzentrationen werden auch in anderen Regionen Deutschlands gemessen (vgl. [8]). Die nachgewiesenen spezifischen Tritiumaktivitäten von 0,90 Bq/kg und 2,36 Bq/kg im Bewuchs sind geringer als die in der REI geforderte Nachweisgrenze von 10 Bq/kg.

3.5 Ernährungskette Land - Nahrungsmittel pflanzlicher Herkunft

In allen pflanzlichen Nahrungsmitteln wurden nur das natürliche Radionuklid K-40, sowie in einigen Probe das kosmogene Radionuklid Be-7 (vgl. Anlage 2) nachgewiesen.

Die künstlichen Radionuklide Co-60 und Cs-137 sind in keiner der analysierten Getreide-, Obst- und Gemüseproben mittels Gammaskopmetrie nachgewiesen worden.

Sr-90 wurde dagegen mittels verfeinerter Messtechnik in fast allen Getreide-, Obst- und Gemüseproben auf einem sehr niedrigen Niveau nachgewiesen. Die ermittelten spezifischen Aktivitäten variierten von 0,014 Bq/kg bis 0,137 Bq/kg, bezogen auf die Frischmasse. Insgesamt zeigten die Ergebnisse der Radionuklidanalysen zur "Ernährungskette Land" keine Unterschiede zu den bekannten Hintergrundwerten in Deutschland, die tabellarisch in den Jahresberichten zur Umweltradioaktivität und Strahlenbelastung des BMU zusammengestellt sind (vgl. z.B. [8]).

3.6 Milch und Milchprodukte

Bei der gammaspektrometrischen Untersuchung der Milchproben (m02aa und m09aa, s. Abbildung 1) aus der Umgebung der Schachtanlage Asse II und auch den Referenzmilchproben von Agraset in Erlau/Sa., wurde lediglich das natürliche Radionuklid K-40 bestimmt. Künstliche Radionuklide sind nicht nachgewiesen worden.

3.7 Oberirdische Gewässer - Sediment

In den 2 Sedimentproben (s03a und s11a, s. Abbildung 1), konnten die natürlichen Radionuklide Be-7, K-40 und Pb-210 nachgewiesen werden. Wie bei den Bodenproben konnte auch das künstliche Radionuklid Cs-137 bestimmt werden. Die spezifischen Cs-137-Aktivitäten betragen in den Sedimenten 1,3 Bq/kg (s03a) bzw. 4,18 Bq/kg (s11a), bezogen auf die Trockenmasse. Das Cs-137 ist mit großer Sicherheit von den Ackerböden durch Auswaschung in Form feinsten Partikel direkt in das Fließbett gelangt. Im Jahresbericht zur Umweltradioaktivität und Strahlenbelastung des BMU [8] wird festgestellt, dass die mittlere spezifische Cs-137-Aktivität von Sedimentproben von Binnengewässern meist kleiner als 50 Bq/kg, bezogen auf die Trockenmasse, für Cs-137 ist.

3.8 Oberirdische Gewässer - Grundwasser/Quelle

In den 2021 beprobten oberirdischen Gewässern (g02z1, g04z5, g06z3, g11a1, g11a4, g12z1, s. Abbildung 1) konnten die natürlicherweise vorhandenen Radionuklide K-40 und U-234/-235/-238 bestimmt werden. Künstliche Radionuklide wie Co-60 und Cs-137 wurden nicht nachgewiesen, jedoch wurde für das 4. Quartal 2021 in der Wasserprobe g12z1 ein Sr-90 Messwert von 0,005 Bq/l (größer der Erkennungsgrenze, kleiner der Nachweisgrenze) festgestellt. Dieser Wert entspricht den im Jahresbericht des BMU [8] für Oberflächengewässern ausgewiesenen mittleren spezifischen Aktivitäten von < 0,01 Bq/l.

Die Aktivitätskonzentrationen von Tritium sind in den Wasserproben deutlich geringer als die in der REI geforderte Nachweisgrenze von 10 Bq/l.

4 Zusammenfassung

In 2021 wurden im Rahmen der radiologischen Umgebungsüberwachung der Schachtanlage Asse II durch die unabhängige Messstelle insgesamt 26 Dosimeter plus 8 zusätzliche Dosimeter am Anlagenzaun der Asse II jeweils halbjährlich exponiert und 32 Proben unterschiedlicher Probenarten (Aerosole, Boden, Bewuchs, Nahrungsmittel, Milch, Sediment, Wasser) analysiert. Die Untersuchungsergebnisse können wie folgt zusammengefasst werden.

- Die extrapolierte Jahresortsdosis am Anlagenzaun der Schachtanlage variierte zwischen 0,745 mSv/a und 0,895 mSv/a. Die Unterschiede zwischen den Dosiswerten von 0,150 mSv sind als überaus plausibel anzusehen, da allein der Messfehler der Dosimeter mit ca. 25% angegeben wird und noch die Variationen der Ortsdosis von Messpunkt zu Messpunkt durch die individuelle Lage der Messpunkte zu berücksichtigen ist. Dies betrifft vor allem die Nähe zu Gebäuden, die natürliche Radioaktivität des Erdbodens, der Bewuchs, Witterungseinflüsse, die generelle Geländebeschaffenheit etc.. Änderungen der Ortsdosis von Jahr zu Jahr sind durch

diese beeinflussenden Aspekte bedingt.

Des Weiteren wurden insgesamt 4 zusätzliche Dosimeterstandorte am Anlagenzaun der Asse II errichtet, wobei aus Gründen der Redundanz über einen Zeitraum von 1 Jahr die ursprünglichen Messstellen weiter betrieben wurden. Im Einzelnen betrifft dies die Messstellen d02z, d08z, d09z und d11z.

- In den Aerosolfiltern wurden keine der ausgewählten künstlichen Radionuklide (Co-60, Cs-137, Pu-238, Pu-239/-240, Pu-239/Am-241) nachgewiesen, sondern nur niedrige Nachweisgrenzen erreicht.
- Im Boden wurde eine mittlere spezifische Cs-137-Aktivität von 5,27 Bq/kg TM im Bereich der ungünstigsten Einwirkungsstelle und von 7,06 Bq/kg, bezogen auf Trockenmasse, am Referenzort bestimmt. Für Co-60 sind alle Werte kleiner als die geforderte Nachweisgrenze von 0,50 Bq/kg, bezogen auf Trockenmasse.
- Im Bewuchs konnten keine künstlichen Radionuklide nachgewiesen werden.
- In den untersuchten Getreide-, Obst- und Gemüseproben wurde das künstliche Radionuklid Cs-137 mittels Gammaskpektrometrie nicht nachgewiesen, jedoch in fast allen Proben Sr-90 auf einem sehr niedrigen Niveau mit einer verfeinerten Messmethode. Die ermittelten spezifischen Aktivitäten variierten von 0,014 Bq/kg bis 0,137 Bq/kg, bezogen auf Frischmasse und sind mit den der bekannten Hintergrundwerte in Deutschland vergleichbar.
- In den Milchproben wurde lediglich das natürliche Radionuklid K-40 nachgewiesen.
- In den beprobten oberirdischen Gewässern konnten keine Aktivitäten für Co-60 und Cs-137, jedoch wurde für das 4. Quartal 2021 in der Wasserprobe g12z1 ein Sr-90 Messwert von 0,005 Bq/l (größer der Erkennungsgrenze, kleiner der Nachweisgrenze) festgestellt. Dieser Wert ist mit den bekannten Hintergrundwerten in Deutschland vergleichbar. Die Tritium-Konzentrationen in den Wasserproben sind generell immer deutlich geringer als die geforderte Nachweisgrenze von 10 Bq/l.

Die Messergebnisse dokumentieren in ihrer Gesamtheit, dass praktisch keine Unterschiede zu den unterschiedlichen Hintergrundwerten in Deutschland bestehen und eine direkte Beeinflussung der natürlichen Umgebung durch die Emissionen aus der Schachtanlage Asse II nicht belegbar ist.

5 Literaturverzeichnis

- [1] Leistungsbeschreibung "Überwachung des Betriebs der Schachtanlage Asse II: Immissionsmessungen in der Umgebung der Schachtanlage Asse II durch eine unabhängige Messstelle gemäß REI" vom 06.09.2018
- [2] Richtlinie zur Emissions- und Immissionsüberwachung kerntechnischer Anlagen (REI) vom 7. Dezember 2005 (GMBI. 2006, Nr. 14-17, S. 254)
- [3] Zusammenstellung der Messergebnisse von 2020 für die radiologische Umgebungsüberwachung der Schachtanlage Asse II durch eine unabhängige Messstelle gemäß REI - Messprogramm im Störfall/Unfall - (1. und 2. Messkampagne), IAF-Radioökologie GmbH im Auftrag der BASE, 31.03.2021
- [4] Protokoll - Messstellenbegehung am 08.12.2020 mit BGE und BASE; IAF-Radioökologie GmbH im Auftrag der BASE, 10.12.2020
- [5] Stellungnahme der BASE „Verlegung-Anpassung TLDs am Anlagenzaun der Asse II“ per E-Mail am 17.12.2020 von Frau Ruschel (BASE) an IAF
- [6] Protokoll - Dokumentation Verlegung TLDs am Anlagenzaun vom 20.01.2021; IAF-Radioökologie GmbH im Auftrag der BASE, 20.01.2021
- [7] Schachtanlage Asse II: https://archiv.bge.de/archiv/www.asse.bund.de/Asse/DE/themen/was-passiert/umgebungsueberwachung/aerosole/referenz-messstelle/referenzmessstelle_node.html
- [8] Umweltradioaktivität und Strahlenbelastung Jahresbericht 2019, Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit (BMU), Dezember 2020
- [9] Physikalisch-Technische Bundesanstalt (PTB): Messreihen von Radionukliden in der bodennahen Luft in Braunschweig, <http://www.ptb.de/cms/fachabteilungen/abt6/fb-61/612-umweltradioaktivitaet/spurensuche/messreihen-von-radionukliden-in-der-bodennahen-luft-in-braunschweig.html>

Anlage 1

Messprogramme für die Untersuchungen nach REI

Anlage 1a:

Messprogramm der unabhängigen Messstelle zur Überwachung der Umgebung der Schachtanlage Asse II im bestimmungsgemäßen Betrieb

Pro-gramm-punkt	Überwacher Umweltbereich	Art der Messung, Messgröße	erforderliche Nach-weisgrenze	Probeentnahme- bzw. Mess-ort	Art und Häufigkeit der Probenentnahme und Messungen	Bemerkungen
1. 1.1	Luft Luft/Gammastrahlung	Gamma-Ortsdosis	0,1 mSv/a	12 Festkörperdosimeter am Zaun der Anlage 1 Festkörperdosimeter am Referenzort	halbjährliche Auswertung	Überwachung der Dosisbeiträge aus der Direktstrahlung der Anlage (gem. Abschnitt 6 StrlSchV, 2018)
1.2	Luft/ Aerosole	a) Gammaspektrometrie, Aktivitätskonzentration einzelner Radionuklide b) alphanuklidspezifische Messung, Aktivitätskonzentration einzelner Radionuklide	a) 0,4 mBq/m ³ bezogen auf Co-60 b) 0,1 mBq/m ³ bzgl. der Radionuklide die emissionsseitig zu überwachen sind	a) aus Einzelproben des Genehmigungsinhabers erstellt die unabhängige Messstelle vierteljährliche Mischproben b) wie a)	a) vierteljährliche Auswertung einer Mischprobe b) wie a)	Aerosolsammler der BGE mbH
2.	Boden / Bodenoberfläche Boden	Gammaspektrometrie, spezifische Aktivität einzelner Radionuklide	0,5 Bq/kg bezogen auf Co-60 und Trockenmasse (TM)	jeweils eine Probeentnahmestelle im Bereich der ungünstigsten Einwirkungsstelle für Dosisbeiträge durch Ingestion und an einem Referenzort	jeweils 2 Stichproben pro Jahr	Die Probeentnahme von Boden und Bewuchs sollte möglichst zum gleichen Zeitpunkt und am gleichen Ort erfolgen.
3.	Futtermittel Weide- und Wiesenbewuchs	a) spezifische Tritium-Aktivität b) Kohlenstoff-14-Aktivität c) Gammaspektrometrie, spezifische Aktivität einzelner Radionuklide	a) 10 Bq/kg bezogen auf Verbrennungswasser b) 20 Bq/kg bezogen auf Trockenmasse (TM) c) 0,5 Bq/kg bezogen auf Co-60 und Frischmasse (FM)	a) jeweils eine Probeentnahmestelle im Bereich der ungünstigsten Einwirkungsstelle für Dosisbeiträge durch Ingestion und an einem Referenzort b) wie a) c) wie a)	a) jährlich 2 Stichproben pro Jahr b) wie a) c) wie a)	a) Die Probeentnahme von Boden und Bewuchs sollte möglichst zum gleichen Zeitpunkt und am gleichen Ort erfolgen. Es ist das organisch gebundene Tritium in getrockneten Proben zum Ende der Vegetationsperiode zu messen. b) Probenentnahme wie a) c) Probenentnahme wie a)

Pro-gramm-punkt	Überwachter Umweltbereich	Art der Messung, Messgröße	erforderliche Nach-weisgrenze	Probeentnahme- bzw. Mess-ort	Art und Häufigkeit der Probenentnahme und Messungen	Bemerkungen
4.	Ernährungskette Land Nahrungsmittel pflanzlicher Herkunft	a) Gammaskpektrometrie, spezifische Einzelradionuklidaktivität b) spezifische Strontium-90-Aktivität	a) 0,2 Bq/kg bezogen auf Co-60 und Frischmasse (FM) b) 0,04 Bq/kg bezogen auf Frischmasse (FM)	a) ca. 8 Probeentnahmestellen entsprechend den örtlichen Gegebenheiten, vorzugsweise aus dem Gebiet der ungünstigsten Einwirkungsstelle sowie an einem Referenzort b) wie a)	a) jeweils typische Proben von erntereifen Produkten b) wie a)	a) Möglichst über das Jahr verteilte Stichproben, vorzugsweise Freilandblattgemüse, Obst und Getreide b) wie a) Die Sr-90-Bestimmung erfolgt an min. 4 Proben im Jahr.
5.	Milch und Milchprodukte Kuhmilch	Gammaskpektrometrie, Aktivitätskonzentration einzelner Radionuklide	0,2 Bq/l bezogen auf Co-60	größerer Milcherzeuger im Bereich der ungünstigsten Einwirkungsstelle sowie an einem Referenzort	jeweils 2 Stichproben pro Jahr während der Grünfütterzeit	Bisher sind keine Milcherzeuger im nahen Umkreis bekannt, es wird im weiteren Umkreis möglichst der nächstgelegene Milcherzeuger beprobt. Ersatzweise kann auch Ziegenmilch untersucht werden.
6.	Oberirdische Gewässer					
6.1	Sediment	Gammaskpektrometrie, spezifische Einzelradionuklidaktivität	5 Bq/kg bezogen auf co-60 und Trockenmasse	Probenentnahme oberhalb und unterhalb der Einleitstelle	jährliche Stichproben	
6.2	Grundwasser	a) Gammaskpektrometrie, Aktivitätskonzentration einzelner Radionuklide b) Tritium- Aktivitätskonzentration c) Sr-90-Aktivitätskonzentration d) alphanuklidspezifische Messung, Aktivitätskonzentration einzelner Radionuklide	a) 0,05 Bq/l bezogen uaf Co-60 b) 10 Bq/l c) 0,1 Bq/l d) 0,5 mBq/l	a) nächstgelegene Brunnen bzw. Quellen an wechselnden Standorten b) wie a) c) wie a) d) wie a)	a) sechs jährliche Stichproben b) wie a) c) wie a) d) wie a)	a) zusätzlich zu den REI geforderten Messungen c) wie a) d) wie a)

Anlage 1b:

Messprogramm der unabhängigen Messstelle zur Überwachung der Umgebung der Schachtanlage Asse II im Störfall/Unfall-Trainingsprogramm

Pro-gramm-punkt	Überwacher Umweltbereich	Art der Messung, Messgröße	erforderliche Nach-weisgrenze	Probeentnahme- bzw. Mess-ort	Art und Häufigkeit der Probenentnahme und Messungen	Bemerkungen
1. 1.1	Luft Luft/äußere Strah- lung	a) Gamma-Ortsdosisleistung b) Gamma-Ortsdosis	a) 50 nSv/h bis 10 mSv/h b) 0,1 mSv bis 100 mSv	a) je ein Messort in den Sekto- ren der weiteren Umgebung (Außenzone) b) 12 Festkörperdosimeter in den Sektoren der weiteren Umgebung 1 Festkörperdosimeter am Referenzort	a) jährlich 2 Messfah- ren mit je 2 Kurzzeit- messungen an wech- selnden Messorten b) halbjährliche Aus- wertung	b) beim Einsammeln der Festkör- perdosimeter wird jeweils ein neues Dosimeter ausgelegt
1.2	Luft/ Aerosole	a) Gammaspektrometrie, Aktivi- tätskonzentration einzelner Radio- nuklide b) Gesamt-Alpha- Aktivitätskonzentration c) Gesamt-Beta- Aktivitätskonzentration	a) 20 Bq/m ³ bis 100 kBq/m ³ bezogen auf Co-60 b) 1 Bq/m ³ bis 1 kBq/m ³ bezogen auf Am-241 c) 20 Bq/m ³ bis 10 ⁵ Bq/m ³ bezogen auf Sr-90	a) gleiche Probeentnahmeorte wie Messort unter 1.1 a) b) wie a) c) wie a)	a) 10 Minuten Sam- melzeit mit nachfolgen- der Auswertung, glei- che Probeentnahme- und Messhäufigkeit wie 1.1 a) b) wie a) c) wie a)	
1.3	Luft/ Jod-129	Jod-129-Aktivitätskonzentration	20 Bq/m ³ bis 10 ⁵ Bq/m ³	gleiche Probeentnahmeorte wie Messort unter 1.1 a)	10 Minuten Sammelzeit mit nachfolgender Auswertung, gleiche Probeentnahme- und Messhäufigkeit wie 1.1 a)	

Pro-gramm-punkt	Überwacher Umweltbereich	Art der Messung, Messgröße	erforderliche Nach-weisgrenze	Probeentnahme- bzw. Mess-ort	Art und Häufigkeit der Probenentnahme und Messungen	Bemerkungen
2.	Boden / Boden-oberfläche Boden	Kontaminationsmessung durch in-situ-Gammaspektrometrie	200 Bq/m ³ bezogen auf Co-60	gleiche Probeentnahmeorte wie Messort unter 1.1 a)	gleiche Probeentnahme- und Messhäufigkeit wie 1.1 a)	
3.	Pflanzen/Bewuchs Weide- und Wiesenbewuchs	a) Gammaspektrometrie, spezifische Aktivität einzelner Radionuklide b) spezifische Gesamt-Alpha-Aktivität c) spezifische Tritium-Aktivität	a) 10 Bq/kg bezogen auf Co-60 und Frischmasse b) 1 Bq/kg bezogen auf Am-241 und Frischmasse c) 100 Bq/l bezogen auf Co-60 und Frischmasse	a) gleiche Probeentnahmeorte wie Messort unter 1.1 a) b) wie a) c) wie a)	a) gleiche Probeentnahme- und Messhäufigkeit wie 1.1 a) b) wie a) c) wie a)	c) Die Tritiumbestimmung ist im Gewebewasser durchzuführen, das durch Gefriertrocknung gewonnen wird.
4.	Milch und Milch-produkte Kuhmilch	a) Gammaspektrometrie, spezifische Aktivität einzelner Radionuklide b) Sr-90-Aktivitätskonzentration c) Jod-129-Aktivitätskonzentration	a) 10 Bq/l bezogen auf Co-60 b) 1 Bq/l c) 2 Bq/l	a) beim nächstgelegenen Milcherzeuger b) wie a) c) wie a)	a) jeweils 2 Stichproben b) wie a) c) wie a)	Ersatzweise kann auch Ziegenmilch untersucht werden.
5	Oberirdische Gewässer (08) Oberflächenwasser	Gammaspektrometrie, Aktivitätskonzentration einzelner Radionuklide	10 Bq/l bezogen auf Co-60	Gewässer in der Umgebung bis 5 Kilometer um die Schachtanlage herum	Jährlich 2 Messfahrten mit je 2 Probeentnahmen an wechselnden Orten	

Anlage 2

Messergebnisse (Tabelle)

Zusammenstellung der Messergebnisse
zum Jahresbericht 2021 für die radiologische Umgebungsüberwachung
der Schachtanlage Asse II durch eine unabhängige Messstelle gemäß REI
- Messprogramm im bestimmungsgemäßen Betrieb -

Pro-gramm-punkt	Überwachter Umweltbereich	Art der Messung	Probenahme- bzw. Messzeitpunkt oder Probenahme- bzw. Messzeitraum	Probenahme- bzw. Messorte	Maß-einheit	Prüfergebnis	Messun-sicherheit [mSv]	Bemerkungen
1.	Luft (01)							
	Luft/äußere Strahlung	Gamma-Ortsdosis	20.01.2021 - 07.07.2021	Anlagenzaun Schachtanlage Asse II				Prüfbericht GOD-HJ1-2021 von LPS Berlin (Landesanstalt für Personendosimetrie und Strahlenschutz Ausbildung)
				d01z1	mSv	0,401	±0,107	
				d02z	mSv	0,406	±0,102	
				d03z1	mSv	0,409	±0,102	
				d04z	mSv	0,408	±0,104	
				d05z1	mSv	0,396	±0,101	
				d06z	mSv	0,341	±0,087	
				d07z1	mSv	0,354	±0,090	
				d08z	mSv	0,385	±0,099	
				d09z	mSv	0,364	±0,095	
				d10z	mSv	0,345	±0,088	
				d11z	mSv	0,410	±0,103	
				d12z	mSv	0,396	±0,099	
				Referenzpunkt				
				d11a2	mSv	0,352	±0,095	
	Luft/äußere Strahlung	Gamma-Ortsdosis	07.07.2021 - 13.01.2022	Anlagenzaun Schachtanlage Asse II				Prüfbericht GOD-HJ2-2021 von LPS Berlin (Landesanstalt für Personendosimetrie und Strahlenschutz Ausbildung)
				d01z1	mSv	0,460	±0,121	
				d02z	mSv	0,467	±0,120	
				d03z1	mSv	0,469	±0,127	
				d04z	mSv	0,465	±0,117	
				d05z1	mSv	0,449	±0,113	
				d06z	mSv	0,390	±0,099	
				d07z1	mSv	0,397	±0,100	
				d08z	mSv	0,426	±0,109	
				d09z	mSv	0,430	±0,108	
				d10z	mSv	0,396	±0,101	
				d11z	mSv	0,468	±0,118	
				d12z	mSv	0,461	±0,116	
				Referenzpunkt				
				d11a2	mSv	0,392	±0,100	

Zusammenstellung der Messergebnisse
zum Jahresbericht 2021 für die radiologische Umgebungsüberwachung
der Schachtanlage Asse II durch eine unabhängige Messstelle gemäß REI
- Messprogramm im bestimmungsgemäßen Betrieb -

Programm-punkt	Überwachter Umweltbereich	Probenahme- bzw. Messorte	Probenahme- bzw. Messzeitpunkt oder Probenahme- bzw. Messzeitraum	Art der Messung	Untersuchtes Nuklid	Maß-einheit	Erkennungs-grenze	Nachweis-grenze	Prüfergebnis	Mess-sicherheit [%]	Bemerkungen						
1. Luft (01)																	
	Luft/Aerosole	a05z Remlingen Schachtanlage Asse II	21.12.2020 - 29.03.2021	a) Gammaskpektrometrie, Aktivitätskonzentration einzelner Radionuklide	Be-7	Bq/m³	6,98E-06	1,48E-05	2,26E-03	10	IAF-Prüfbericht: 210416-09 Bezugsdatum: 29.03.2021						
					K-40	Bq/m³	8,80E-06	1,90E-05	< NWG	-							
					Co-60	Bq/m³	5,72E-07	1,27E-06	< NWG	-							
					Cs-137	Bq/m³	6,11E-07	1,32E-06	< NWG	-							
					Pb-210	Bq/m³	1,29E-05	2,79E-05	7,22E-04	14							
					Am-241	Bq/m³	1,05E-06	2,21E-06	< NWG	-							
					U-234	Bq/m³	4,74E-09	1,38E-08	9,30E-08	30							
				b) alphanuklid-spezifische Messung, Aktivitätskonzentration einzelner Radionuklide	U-235	Bq/m³	4,74E-09	1,38E-08	< NWG	-							
					U-238	Bq/m³	5,01E-09	1,43E-08	9,10E-08	30							
					Pu-238	Bq/m³	7,13E-09	2,18E-08	< NWG	-							
					Pu-239/240	Bq/m³	7,13E-09	2,18E-08	< NWG	-							
						Luft/Aerosole	a05z Remlingen Schachtanlage Asse II	29.03.2021 - 21.06.2021	a) Gammaskpektrometrie, Aktivitätskonzentration einzelner Radionuklide	Be-7		Bq/m³	3,02E-05	6,19E-05	3,78E-03	6,2	IAF-Prüfbericht: 210708-06 Bezugsdatum: 21.06.2021
										K-40		Bq/m³	1,67E-05	3,72E-05	< NWG	-	
										Co-60		Bq/m³	7,46E-07	1,69E-06	< NWG	-	
Cs-137	Bq/m³	5,71E-07	1,26E-06	< NWG						-							
Pb-210	Bq/m³	1,19E-05	2,48E-05	4,41E-04						11							
Am-241	Bq/m³	8,90E-07	1,87E-06	< NWG						-							
U-234	Bq/m³	7,94E-09	2,31E-08	2,38E-07						25							
b) alphanuklid-spezifische Messung, Aktivitätskonzentration einzelner Radionuklide	U-235	Bq/m³	7,94E-09	2,31E-08					< NWG	-							
	U-238	Bq/m³	7,94E-09	2,31E-08					2,74E-07	24							
	Pu-238	Bq/m³	8,79E-09	2,60E-08					< NWG	-							
	Pu-239/240	Bq/m³	8,79E-09	2,60E-08					< NWG	-							
		Luft/Aerosole	a05z Remlingen Schachtanlage Asse II	21.06.2021 - 27.09.2021					a) Gammaskpektrometrie, Aktivitätskonzentration einzelner Radionuklide	Be-7	Bq/m³	6,77E-06	1,45E-05	3,16E-03	22	IAF-Prüfbericht: 211011-12 Bezugsdatum: 27.09.2021	
										K-40	Bq/m³	1,52E-05	3,32E-05	< NWG	-		
										Co-60	Bq/m³	5,28E-07	1,20E-06	< NWG	-		
Cs-137					Bq/m³	5,53E-07	1,21E-06	< NWG		-							
Pb-210					Bq/m³	8,14E-06	1,70E-05	5,23E-04		20							
Am-241					Bq/m³	1,08E-06	2,29E-06	< NWG		-							
U-234					Bq/m³	7,45E-09	2,54E-08	1,12E-07		40							
b) alphanuklid-spezifische Messung, Aktivitätskonzentration einzelner Radionuklide					U-235	Bq/m³	7,45E-09	2,54E-08	< NWG	-							
					U-238	Bq/m³	7,87E-09	2,63E-08	1,04E-07	42							
					Pu-238	Bq/m³	7,10E-09	2,06E-08	< NWG	-							
					Pu-239/240	Bq/m³	7,10E-09	2,06E-08	< NWG	-							
						Luft/Aerosole	a05z Remlingen Schachtanlage Asse II	27.09.2021 - 20.12.2021	a) Gammaskpektrometrie, Aktivitätskonzentration einzelner Radionuklide	Be-7	Bq/m³	8,09E-06	1,68E-05	2,01E-03	10		IAF-Prüfbericht: 220118-01 Bezugsdatum: 20.12.2021
										K-40	Bq/m³	7,27E-06	1,54E-05	1,21E-05	79		
										Co-60	Bq/m³	5,09E-07	1,11E-06	< NWG	-		
Cs-137	Bq/m³	5,40E-07	1,13E-06	< NWG						-							
Pb-210	Bq/m³	7,77E-06	1,60E-05	4,94E-04						12							
Am-241	Bq/m³	8,26E-07	1,71E-06	< NWG						-							
U-234	Bq/m³	8,27E-09	3,61E-08	5,98E-08						73							
b) alphanuklid-spezifische Messung, Aktivitätskonzentration einzelner Radionuklide	U-235	Bq/m³	8,27E-09	3,61E-08					< NWG	-							
	U-238	Bq/m³	8,75E-09	3,71E-08					5,24E-08	78							
	Pu-238	Bq/m³	1,60E-08	6,45E-08					< NWG	-							
	Pu-239/240	Bq/m³	1,60E-08	6,45E-08					< NWG	-							

Zusammenstellung der Messergebnisse
 zum Jahresbericht 2021 für die radiologische Umgebungsüberwachung
 der Schachtanlage Asse II durch eine unabhängige Messstelle gemäß REI
 - Messprogramm im bestimmungsgemäßen Betrieb -

Pro-gramm-punkt	Überwachter Umweltbereich	Probenahme- bzw. Messorte	Probenahme- bzw. Messzeitpunkt oder Probenahme- bzw. Messzeitraum	Art der Messung	Untersuchtes Nuklid	Maß- einheit	Erkennungs- grenze	Nachweis- grenze	Prüfergebnis	Mess- sicherheit [%]	Bemerkungen
2.	Boden/Bodenoberfläche										
	Grünlandboden	b04z Remlingen am Anlagenzaun	19.05.2021	a) Gammaskpektrometrie	Be-7	Bq/kg TM	1,57E+00	3,29E+00	< NWG	-	IAF-Prüfbericht: 210520-17 Bezugsdatum: 19.05.2021
					K-40	Bq/kg TM	7,56E+00	1,55E+01	6,39E+02	6,5	
					Co-60	Bq/kg TM	2,01E-01	4,42E-01	< NWG	-	
					Cs-134	Bq/kg TM	1,62E-01	3,45E-01	< NWG	-	
					Cs-137	Bq/kg TM	2,30E-01	4,70E-01	5,80E+00	12	
					Pb-210	Bq/kg TM	3,72E+00	7,67E+00	4,98E+01	24	
					Be-7	Bq/kg TM	1,47E+00	3,07E+00	< NWG	-	
					K-40	Bq/kg TM	7,66E+00	1,57E+01	5,78E+02	6,6	
					Co-60	Bq/kg TM	1,81E-01	3,92E-01	< NWG	-	
					Cs-134	Bq/kg TM	1,52E-01	3,24E-01	< NWG	-	
					Cs-137	Bq/kg TM	2,50E-01	5,20E-01	7,31E+00	11	
					Pb-210	Bq/kg TM	3,68E+00	7,60E+00	4,59E+01	26	
	Grünlandboden	b09aa Kissenbrück (Referenzort)	19.05.2021	a) Gammaskpektrometrie	Be-7	Bq/kg TM	1,47E+00	3,07E+00	< NWG	-	IAF-Prüfbericht: 211006-05 Bezugsdatum: 05.10.2021
					K-40	Bq/kg TM	7,66E+00	1,57E+01	5,78E+02	6,6	
					Co-60	Bq/kg TM	1,81E-01	3,92E-01	< NWG	-	
					Cs-134	Bq/kg TM	1,52E-01	3,24E-01	< NWG	-	
					Cs-137	Bq/kg TM	2,50E-01	5,20E-01	7,31E+00	11	
					Pb-210	Bq/kg TM	3,68E+00	7,60E+00	4,59E+01	26	
					Be-7	Bq/kg TM	1,16E+00	2,43E+00	< NWG	-	
					K-40	Bq/kg TM	1,48E+00	3,12E+00	6,08E+02	22	
					Co-60	Bq/kg TM	1,39E-01	2,95E-01	< NWG	-	
					Cs-134	Bq/kg TM	1,24E-01	2,60E-01	< NWG	-	
					Cs-137	Bq/kg TM	1,43E-01	2,99E-01	4,74E+00	22	
					Pb-210	Bq/kg TM	3,58E+00	7,63E+00	4,72E+01	24	
	Grünlandboden	b04z Remlingen am Anlagenzaun	05.10.2021	a) Gammaskpektrometrie	Be-7	Bq/kg TM	1,16E+00	2,43E+00	< NWG	-	IAF-Prüfbericht: 211006-05 Bezugsdatum: 05.10.2021
					K-40	Bq/kg TM	1,48E+00	3,12E+00	6,08E+02	22	
					Co-60	Bq/kg TM	1,39E-01	2,95E-01	< NWG	-	
					Cs-134	Bq/kg TM	1,24E-01	2,60E-01	< NWG	-	
					Cs-137	Bq/kg TM	1,43E-01	2,99E-01	4,74E+00	22	
					Pb-210	Bq/kg TM	3,58E+00	7,63E+00	4,72E+01	24	
					Be-7	Bq/kg TM	1,22E+00	2,55E+00	< NWG	-	
					K-40	Bq/kg TM	1,61E+00	3,41E+00	6,09E+02	22	
					Co-60	Bq/kg TM	1,71E-01	3,60E-01	< NWG	-	
					Cs-134	Bq/kg TM	1,30E-01	2,72E-01	< NWG	-	
					Cs-137	Bq/kg TM	1,46E-01	3,05E-01	6,81E+00	22	
					Pb-210	Bq/kg TM	3,18E+00	6,80E+00	5,10E+01	24	
3.	Futtermittel (05)										
	Weide- und Wiesenbewuchs	b04z Remlingen am Anlagenzaun	19.05.2021	a) Spezifische Tritiumaktivität	H-3	Bq/kg TM	4,52E-01	9,33E-01	9,02E-01	66	IAF-Prüfbericht: 210520-14 Bezugsdatum: 19.05.2021
				b) Spezifische Kohlenstoff-14-Aktivität	C-14	Bq/kg TM	3,15E+00	6,39E+00	9,48E+01	8,2	
				c) Gammaskpektrometrie	Be-7	Bq/kg FM	1,09E+00	2,33E+00	3,27E+01	11	
					K-40	Bq/kg FM	4,11E+00	8,53E+00	2,16E+02	7,2	
					Co-60	Bq/kg FM	1,31E-01	2,93E-01	< NWG	-	
					Cs-134	Bq/kg FM	7,18E-02	1,64E-01	< NWG	-	
					Cs-137	Bq/kg FM	8,01E-02	1,80E-01	< NWG	-	
					Pb-210	Bq/kg FM	1,02E+00	2,15E+00	2,99E+00	78	
					H-3	Bq/kg TM	4,92E-01	1,03E+00	1,23E+00	54	
					C-14	Bq/kg TM	4,16E+00	8,42E+00	9,78E+01	8,8	
	Weide- und Wiesenbewuchs	b09aa Kissenbrück (Referenzort)	19.05.2021	a) Spezifische Tritiumaktivität	H-3	Bq/kg TM	4,92E-01	1,03E+00	1,23E+00	54	IAF-Prüfbericht: 211006-07 Bezugsdatum: 05.10.2021
				b) Spezifische Kohlenstoff-14-Aktivität	C-14	Bq/kg TM	4,16E+00	8,42E+00	9,78E+01	8,8	
				c) Gammaskpektrometrie	Be-7	Bq/kg FM	9,22E-01	1,94E+00	1,92E+01	13	
					K-40	Bq/kg FM	3,46E+00	7,17E+00	1,83E+02	7,1	
					Co-60	Bq/kg FM	9,09E-02	2,12E-01	< NWG	-	
					Cs-134	Bq/kg FM	7,18E-02	1,44E-01	< NWG	-	
					Cs-137	Bq/kg FM	7,01E-02	1,60E-01	< NWG	-	
					Pb-210	Bq/kg FM	9,52E-01	2,00E+00	< NWG	-	
					H-3	Bq/kg TM	7,80E-01	1,70E+00	1,11E+00	94	
					C-14	Bq/kg TM	3,76E+00	8,12E+00	1,19E+02	15	
	Weide- und Wiesenbewuchs	b04z Remlingen am Anlagenzaun	05.10.2021	a) Spezifische Tritiumaktivität	H-3	Bq/kg TM	7,80E-01	1,70E+00	1,11E+00	94	IAF-Prüfbericht: 211006-07 Bezugsdatum: 05.10.2021
				b) Spezifische Kohlenstoff-14-Aktivität	C-14	Bq/kg TM	3,76E+00	8,12E+00	1,19E+02	15	
				c) Gammaskpektrometrie	Be-7	Bq/kg FM	8,82E-01	1,88E+00	1,13E+02	22	
					K-40	Bq/kg FM	1,37E+00	2,95E+00	1,02E+02	22	
					Co-60	Bq/kg FM	1,03E-01	2,27E-01	< NWG	-	
					Cs-134	Bq/kg FM	9,28E-02	1,99E-01	< NWG	-	
					Cs-137	Bq/kg FM	9,86E-02	2,12E-01	< NWG	-	
					Pb-210	Bq/kg FM	9,90E-01	2,08E+00	1,80E+01	31	
					H-3	Bq/kg TM	6,70E-01	1,46E+00	2,36E+00	46	
					C-14	Bq/kg TM	3,45E+00	7,00E+00	1,09E+02	14	
	Weide- und Wiesenbewuchs	b09aa Kissenbrück (Referenzort)	05.10.2021	a) Spezifische Tritiumaktivität	Be-7	Bq/kg FM	5,66E-01	1,20E+00	8,23E+01	22	IAF-Prüfbericht: 211006-07 Bezugsdatum: 05.10.2021
				b) Spezifische Kohlenstoff-14-Aktivität	C-14	Bq/kg FM	5,66E-01	1,20E+00	8,23E+01	22	
				c) Gammaskpektrometrie	K-40	Bq/kg FM	9,52E-01	2,04E+00	1,91E+02	22	
					Co-60	Bq/kg FM	8,59E-02	1,85E-01	< NWG	-	
					Cs-134	Bq/kg FM	5,94E-02	1,27E-01	< NWG	-	
					Cs-137	Bq/kg FM	8,16E-02	1,73E-01	< NWG	-	
					Pb-210	Bq/kg FM	7,30E-01	1,52E+00	1,26E+01	27	

Zusammenstellung der Messergebnisse
zum Jahresbericht 2021 für die radiologische Umgebungsüberwachung
der Schachtanlage Asse II durch eine unabhängige Messstelle gemäß REI
- Messprogramm im bestimmungsgemäßen Betrieb -

Pro-gramm-punkt	Überwachter Umweltbereich	Probenahme- bzw. Messorte	Probenahme- bzw. Messzeitpunkt oder Probenahme- bzw. Messzeitraum	Art der Messung	Untersuchtes Nuklid	Maß-einheit	Erkennungs-grenze	Nachweis-grenze	Prüfergebnis	Mess-sicherheit [%]	Bemerkungen				
4. Ernährungskette Land (06)															
Kirschen	n11a2 Groß Denkte	07.07.2021	a) Gammaskpektrometrie	Be-7	Bq/kg FM	3,96E-01	8,48E-01	1,19E+00	71	IAF-Prüfbericht: 210708-07 Bezugsdatum: 07.07.2021					
				K-40	Bq/kg FM	1,60E+00	3,31E+00	7,10E+01	15						
				Co-60	Bq/kg FM	6,05E-02	1,21E-01	< NWG	-						
				Cs-134	Bq/kg FM	4,09E-02	8,18E-02	< NWG	-						
				Cs-137	Bq/kg FM	4,01E-02	9,01E-02	< NWG	-						
				Pb-210	Bq/kg FM	5,61E-01	1,17E+00	< NWG	-						
				Sr-90	Bq/kg FM	6,33E-03	1,33E-02	2,81E-02	34						
				b) Strontium											
				Be-7	Bq/kg FM	8,34E+00	1,78E+01	3,46E+01	38						
				K-40	Bq/kg FM	1,31E+00	2,85E+00	9,39E+01	21						
Co-60	Bq/kg FM	8,54E-02	1,86E-01	< NWG	-										
Cs-134	Bq/kg FM	9,02E-01	1,93E-01	< NWG	-										
Cs-137	Bq/kg FM	9,69E-02	2,08E-01	< NWG	-										
Pb-210	Bq/kg FM	1,55E+00	3,28E+00	< NWG	-										
Sr-90	Bq/kg FM	6,00E-03	1,25E-02	4,29E-02	27										
b) Strontium															
Be-7	Bq/kg FM	7,19E-01	1,55E+00	6,14E+00	27										
K-40	Bq/kg FM	1,21E+00	2,63E+00	1,34E+02	20										
Co-60	Bq/kg FM	1,61E-01	7,26E-02	< NWG	-										
Cs-134	Bq/kg FM	8,70E-02	1,87E-01	< NWG	-										
Cs-137	Bq/kg FM	9,29E-02	2,00E-01	< NWG	-										
Pb-210	Bq/kg FM	1,37E+00	3,01E+00	< NWG	-										
Sr-90	Bq/kg FM	6,80E-03	1,41E-02	1,27E-01	20										
b) Strontium															
Be-7	Bq/kg FM	4,09E-01	8,79E-01	< NWG	-										
K-40	Bq/kg FM	7,08E-01	1,55E+00	4,03E+01	21										
Co-60	Bq/kg FM	5,68E-02	1,26E-01	< NWG	-										
Cs-134	Bq/kg FM	4,64E-02	1,00E-01	< NWG	-										
Cs-137	Bq/kg FM	5,29E-02	1,14E-01	< NWG	-										
Pb-210	Bq/kg FM	1,24E+00	2,67E+00	< NWG	-										
Sr-90	Bq/kg FM	5,40E-03	1,13E-02	1,42E-02	52										
b) Strontium															
Be-7	Bq/kg FM	6,51E-01	1,41E+00	< NWG	-										
K-40	Bq/kg FM	1,13E+00	2,46E+00	8,83E+01	20										
Co-60	Bq/kg FM	7,96E-02	1,77E-01	< NWG	-										
Cs-134	Bq/kg FM	7,44E-02	1,61E-01	< NWG	-										
Cs-137	Bq/kg FM	7,94E-02	1,72E-01	< NWG	-										
Pb-210	Bq/kg FM	1,14E+00	2,51E+00	< NWG	-										
Sr-90	Bq/kg FM	1,34E-02	2,81E-02	5,75E-02	36										
b) Strontium															
Be-7	Bq/kg FM	6,97E-01	1,50E+00	1,96E+00	52										
K-40	Bq/kg FM	1,31E+00	2,85E+00	1,37E+02	20										
Co-60	Bq/kg FM	9,00E-02	1,90E-01	< NWG	-										
Cs-134	Bq/kg FM	9,06E-02	1,95E-01	< NWG	-										
Cs-137	Bq/kg FM	8,67E-02	1,88E-01	< NWG	-										
Pb-210	Bq/kg FM	1,49E+00	3,26E+00	< NWG	-										
Sr-90	Bq/kg FM	9,00E-03	1,89E-02	2,17E-02	57										
b) Strontium															
Be-7	Bq/kg FM	5,01E-01	1,08E+00	< NWG	-										
K-40	Bq/kg FM	8,27E-01	1,79E+00	7,47E+01	22										
Co-60	Bq/kg FM	6,36E-02	1,40E-01	< NWG	-										
Cs-134	Bq/kg FM	5,45E-02	1,18E-01	< NWG	-										
Cs-137	Bq/kg FM	5,10E-02	1,11E-01	< NWG	-										
Pb-210	Bq/kg FM	8,88E-01	1,95E+00	< NWG	-										
Sr-90	Bq/kg FM	1,64E-02	3,44E-02	8,35E-02	33										
b) Strontium															
Be-7	Bq/kg FM	3,96E-01	8,48E-01	< NWG	-										
K-40	Bq/kg FM	3,25E-01	7,02E-01	2,96E+01	22										
Co-60	Bq/kg FM	2,43E-02	5,36E-02	< NWG	-										
Cs-134	Bq/kg FM	2,24E-02	4,80E-02	< NWG	-										
Cs-137	Bq/kg FM	2,51E-02	5,39E-02	< NWG	-										
Pb-210	Bq/kg FM	4,11E-01	8,95E-01	< NWG	-										
Sr-90	Bq/kg FM	2,30E-02	4,81E-02	1,37E-01	29										

Zusammenstellung der Messergebnisse
zum Jahresbericht 2021 für die radiologische Umgebungsüberwachung
der Schachtanlage Asse II durch eine unabhängige Messstelle gemäß REI
- Messprogramm im bestimmungsgemäßen Betrieb -

Pro-gramm-punkt	Überwachter Umweltbereich	Probenahme- bzw. Messorte	Probenahme- bzw. Messzeitpunkt oder Probenahme- bzw. Messzeitraum	Art der Messung	Untersuchtes Nuklid	Maß-einheit	Erkennungs-grenze	Nachweis-grenze	Prüfergebnis	Mess-sicherheit [%]	Bemerkungen		
5. Milch und Milchprodukte (07)													
	Kuhmilch (Frischmilch)	m09aa Heiningen	10.06.2021	a) Gammaskpektrometrie	Be-7	Bq/l	3,66E-01	7,96E-01	< NWG	-	IAF-Prüfbericht: 210611-03 Bezugsdatum: 10.06.2021		
					K-40	Bq/l	2,96E+00	6,16E+00	3,96E+01	11			
					Co-60	Bq/l	5,01E-02	1,20E-01	< NWG	-			
					Cs-134	Bq/l	4,02E-02	1,01E-01	< NWG	-			
					Cs-137	Bq/l	5,00E-02	1,10E-01	< NWG	-			
					Pb-210	Bq/l	9,50E-01	2,01E+00	< NWG	-			
	Referenzmilch (Kuh) (Frischmilch)	Agraset-Agrargenossenschaft eG	10.06.2021	a) Gammaskpektrometrie	Be-7	Bq/l	3,55E-01	7,74E-01	< NWG	-			
					K-40	Bq/l	3,24E+00	6,80E+00	4,55E+01	11			
					Co-60	Bq/l	5,01E-02	1,10E-01	< NWG	-			
					Cs-134	Bq/l	4,02E-02	1,01E-01	< NWG	-			
					Cs-137	Bq/l	5,00E-02	1,20E-01	< NWG	-			
					Pb-210	Bq/l	7,50E-01	1,57E+00	< NWG	-			
	Ziegenmilch (Frischmilch)	m02aa Evessen	03.08.2021	a) Gammaskpektrometrie	Be-7	Bq/l	5,61E-01	2,21E+00	< NWG	-	IAF-Prüfbericht: 210804-11 Bezugsdatum: 03.08.2021		
					K-40	Bq/l	1,10E+00	2,38E+00	6,39E+01	22			
					Co-60	Bq/l	6,00E-02	1,30E-01	< NWG	-			
					Cs-134	Bq/l	7,89E-02	1,69E-01	< NWG	-			
					Cs-137	Bq/l	7,78E-02	1,68E-01	< NWG	-			
					Pb-210	Bq/l	1,48E+00	3,21E+00	< NWG	-			
	Referenzmilch (Kuh) (Frischmilch)	Agraset-Agrargenossenschaft eG	03.08.2021	a) Gammaskpektrometrie	Be-7	Bq/l	5,89E-01	1,27E+00	< NWG	-			
					K-40	Bq/l	1,11E+00	2,40E+00	5,24E+01	22			
					Co-60	Bq/l	7,65E-02	1,70E-01	< NWG	-			
					Cs-134	Bq/l	7,61E-02	1,66E-01	< NWG	-			
					Cs-137	Bq/l	7,71E-02	1,67E-01	< NWG	-			
					Pb-210	Bq/l	1,43E+00	3,12E+00	< NWG	-			
6. Oberirdische Gewässer (08)													
6.1	Sediment	s03a Bansleben	03.08.2021	Gammaskpektrometrie	Be-7	Bq/kg TM	6,74E-01	1,42E+00	4,13E+00	30	IAF-Prüfbericht: 210804-13 Bezugsdatum: 03.08.2021		
					K-40	Bq/kg TM	8,97E-01	1,91E+00	2,41E+02	22			
					Co-60	Bq/kg TM	8,28E-02	1,77E-01	< NWG	-			
					Cs-134	Bq/kg TM	6,59E-02	1,39E-01	< NWG	-			
					Cs-137	Bq/kg TM	8,11E-02	1,71E-01	1,33E+00	22			
					Pb-210	Bq/kg TM	1,89E+00	4,05E+00	1,63E+01	25			
6.1	Sediment	s11a Wendessen	03.08.2021	Gammaskpektrometrie	Be-7	Bq/kg TM	1,52E+00	3,20E+00	3,58E+01	22			
					K-40	Bq/kg TM	2,07E+00	4,41E+00	4,35E+02	22			
					Co-60	Bq/kg TM	1,95E-01	4,19E-01	< NWG	-			
					Cs-134	Bq/kg TM	1,54E-01	3,26E-01	< NWG	-			
					Cs-137	Bq/kg TM	1,76E-01	3,72E-01	4,18E+00	22			
					Pb-210	Bq/kg TM	4,13E+00	8,86E+00	6,80E+01	24			
6.2	Grundwasser	g02z1 Mönchevahlberg	03.03.2021	a) Gammaskpektrometrie	K-40	Bq/l	7,99E-02	1,75E-01	< NWG	-	IAF-Prüfbericht: 210305-03 Bezugsdatum: 03.03.2021		
					Co-60	Bq/l	5,14E-03	1,13E-02	< NWG	-			
					Cs-134	Bq/l	4,62E-03	1,01E-02	< NWG	-			
					Cs-137	Bq/l	4,32E-03	9,35E-03	< NWG	-			
					Pb-210	Bq/l	8,43E-02	1,84E-01	< NWG	-			
						b) Alpha-Spektrometrie	U-234	Bq/l	5,95E-05	1,72E-04	5,41E-02	9,2	
						U-235	Bq/l	5,95E-05	1,72E-04	1,90E-03	23		
						U-238	Bq/l	5,95E-05	1,72E-04	4,20E-02	9,4		
						c) Strontium-90	Sr-90	Bq/l	3,30E-03	6,80E-03	< NWG	-	
						d) Tritium	H-3	Bq/l	9,78E-01	2,07E+00	< NWG	-	
6.2	Grundwasser	g04z5 Großvahlberg	03.03.2021	a) Gammaskpektrometrie	K-40	Bq/l	6,28E-02	1,37E-01	< NWG	-			
					Co-60	Bq/l	4,06E-03	8,86E-03	< NWG	-			
					Cs-134	Bq/l	4,22E-03	9,00E-03	< NWG	-			
					Cs-137	Bq/l	3,68E-03	7,92E-03	< NWG	-			
					Pb-210	Bq/l	7,59E-02	1,65E-01	< NWG	-			
						b) Alpha-Spektrometrie	U-234	Bq/l	5,01E-05	1,54E-04	6,65E-02	9,1	
						U-235	Bq/l	5,01E-05	1,54E-04	1,53E-03	25		
						U-238	Bq/l	5,01E-05	1,54E-04	3,40E-02	9,7		
						c) Strontium-90	Sr-90	Bq/l	3,10E-03	6,50E-03	< NWG	-	
						d) Tritium	H-3	Bq/l	9,78E-01	2,07E+00	< NWG	-	

Zusammenstellung der Messergebnisse
zum Jahresbericht 2021 für die radiologische Umgebungsüberwachung
der Schachtanlage Asse II durch eine unabhängige Messstelle gemäß REI
- Messprogramm im bestimmungsgemäßen Betrieb -

Pro-gramm-punkt	Überwachter Umweltbereich	Probenahme- bzw. Messorte	Probenahme- bzw. Messzeitpunkt oder Probenahme- bzw. Messzeitraum	Art der Messung	Untersuchtes Nuklid	Maß-einheit	Erkennungs-grenze	Nachweis-grenze	Prüfergebnis	Mess-sicherheit [%]	Bemerkungen					
6.2	Grundwasser	g11a4 Groß Denkte	19.05.2021	a) Gammaskpektrometrie	K-40	Bq/l	3,54E-02	7,80E-02	1,03E-01	80	IAF-Prüfbericht: 210520-13 Bezugsdatum: 19.05.2021					
					Co-60	Bq/l	2,62E-03	5,97E-03	< NWG	-						
					Cs-134	Bq/l	2,32E-03	5,04E-03	< NWG	-						
					Cs-137	Bq/l	2,64E-03	5,76E-03	< NWG	-						
					Pb-210	Bq/l	3,34E-02	7,11E-02	< NWG	-						
					U-234	Bq/l	4,77E-05	1,36E-04	2,66E-01	8,0						
				b) Alpha-Spektrometrie	U-235	Bq/l	4,77E-05	1,36E-04	4,43E-03	14						
					U-238	Bq/l	4,77E-05	1,36E-04	9,69E-02	8,2						
				c) Strontium-90	Sr-90	Bq/l	5,90E-03	1,22E-02	< NWG	-						
					d) Tritium	H-3	Bq/l	9,74E-01	2,07E+00	< NWG		-				
				6.2	Grundwasser	g06z3 Remlingen	19.05.2021	a) Gammaskpektrometrie	K-40	Bq/l		6,73E-02	1,50E-01	2,14E-01	80	IAF-Prüfbericht: 211006-09 Bezugsdatum: 05.10.2021
									Co-60	Bq/l		4,15E-03	9,73E-03	< NWG	-	
Cs-134	Bq/l	4,04E-03	8,89E-03						< NWG	-						
Cs-137	Bq/l	3,99E-03	9,00E-03						< NWG	-						
Pb-210	Bq/l	4,52E-02	9,66E-02						< NWG	-						
U-234	Bq/l	5,37E-05	1,65E-04						6,69E-02	9,3						
b) Alpha-Spektrometrie	U-235	Bq/l	5,37E-05					1,65E-04	2,05E-03	23						
	U-238	Bq/l	5,37E-05					1,65E-04	4,53E-02	9,6						
c) Strontium-90	Sr-90	Bq/l	6,50E-03					1,36E-02	< NWG	-						
	d) Tritium	H-3	Bq/l					9,74E-01	2,07E+00	< NWG	-					
6.2	Grundwasser	g12z1 Wittmar	05.10.2021					a) Gammaskpektrometrie	K-40	Bq/l	6,30E-02	1,37E-01	< NWG	-	IAF-Prüfbericht: 211006-09 Bezugsdatum: 05.10.2021	
									Co-60	Bq/l	3,44E-03	7,74E-03	< NWG	-		
				Cs-134	Bq/l	3,50E-03	7,62E-03		< NWG	-						
				Cs-137	Bq/l	3,47E-03	7,61E-03		< NWG	-						
				Pb-210	Bq/l	6,07E-02	1,34E-01		< NWG	-						
				U-234	Bq/l	1,82E-04	7,56E-04		6,63E-02	19						
				b) Alpha-Spektrometrie	U-235	Bq/l	1,82E-04	7,56E-04	1,45E-03	66						
					U-238	Bq/l	1,82E-04	7,56E-04	3,32E-02	21						
				c) Strontium-90	Sr-90	Bq/l	3,80E-03	7,80E-03	5,10E-03	94						
					d) Tritium	H-3	Bq/l	9,87E-01	2,10E+00	< NWG	-					
				6.2	Grundwasser	g11a1 Groß Denkte	05.10.2021	a) Gammaskpektrometrie	K-40	Bq/l	5,20E-02	1,13E-01	1,11E-01	66		IAF-Prüfbericht: 211006-09 Bezugsdatum: 05.10.2021
									Co-60	Bq/l	3,39E-03	7,51E-03	< NWG	-		
Cs-134	Bq/l	2,79E-03	6,07E-03						< NWG	-						
Cs-137	Bq/l	3,37E-03	7,31E-03						< NWG	-						
Pb-210	Bq/l	4,72E-02	1,04E-01						< NWG	-						
U-234	Bq/l	2,08E-04	8,67E-04						1,01E-01	19						
b) Alpha-Spektrometrie	U-235	Bq/l	2,08E-04					8,67E-04	2,15E-03	59						
	U-238	Bq/l	2,08E-04					8,67E-04	4,87E-02	21						
c) Strontium-90	Sr-90	Bq/l	2,90E-03					6,10E-03	< NWG	-						
	d) Tritium	H-3	Bq/l					9,87E-01	2,10E+00	< NWG	-					