

Deckblatt



BUNDESGESELLSCHAFT
FÜR ENDLAGERUNG

Projekt	PSP-Element	Funktion/Thema	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	Blatt: 1
NAAN	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AANNNNA	AANN	AAAA	AA	NNNN	NN	
9A	65151000				LE	RZ	0045	00	Stand: 27.11.2023

Titel der Unterlage:

BESTIMMUNG VON I-129-AKTIVITÄTSKONZENTRATIONEN IN DER ABLUFT UND DEN GRUBENWETTERN DER SCHACHTANLAGE ASSE II

Ersteller/Unterschrift:

IAF

Prüfer/Unterschrift:



Stempelfeld:

UVST: Datum und Unterschrift	bergrechtlich verantwortliche Person: 29. JAN. 2024 rft	atomrechtlich verantwortliche Person: 29. JAN. 2024 	Bereichsleitung: 29. JAN. 2024 	Freigabe zur Anwendung: 29. JAN. 2024
-------------------------------------	---	--	---------------------------------------	--

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 der BGE.



Stand: 27.11.2023

Blatt: 1

DECKBLATT	Projekt	PSP-Element	Funktion/Thema	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.
	NAAN	NNNNNNNNNN	NNAANN	AANNA	AANN	AAAA	AA	NNNN	NN
	9A	65151000	01STS	-	-	LE	LF	0084	00

Kurztitel der Unterlage:
Endbericht I-129

Ersteller / Unterschrift: IAF

Prüfer / Unterschrift:

Titel der Unterlage:
Bestimmung von I-129 Aktivitätskonzentrationen in der Abluft und den Grubenwettern der SchachanlageASSE II

Freigabevermerk:

Projekt	PSP Element	Funktion/Thema	Komponente	
9A	65151000			
Baugruppe	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.
	LE	RZ	0045	00

Freigabedurchlauf

Fachbereich: ASE-ST Datum: 15.01.2024 Name: Unterschrift	Stabsstelle Qualitätssicherung: Datum: 15. JAN. 2024 Name: Unterschrift	Endfreigabe: Strahlenschutzbeauftragter Datum: 24.01.2024 Name: Unterschrift
--	--	--

REVISIONSBLATT

Projekt	PSP-Element	Funktion/Thema	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	UA	Lfd Nr.	Rev.
NAAN	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AANNNA	AANN	AAAA	AA	NNNN	NN
9A	65151000	01STS	-	-	LE	LF	0084	00

Kurztitel der Unterlage:

Endbericht I-129

Rev	Revisionsstand Datum	Verantwortl. Stelle	revidierte Blätter	Kat. *)	Erläuterung der Revision
00	27.11.2023	ASE-ST.2			Übernahme externer Unterlagen

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

Bestimmung von I-129 Aktivitätskonzentrationen in der Abluft und den Grubenwettern der Schachanlage Asse II



Projekt	PSP-Element	Funktion/Thema	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	UA	Lfd.-Nr.	Rev
NAAN	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AANNNA	AANN	AAAA	AA	NNNN	NN
9A	65151000	01STS	-	-	LE	LF	0084	00

Blatt: 3

Inhaltsverzeichnis	Blatt
Deckblatt	1
Revisionsblatt	2a
Inhaltsverzeichnis	3
Fremddokumentation	4
Bestimmung von I-129 Aktivitätskonzentrationen in der Abluft und den Grubenwettern der Schachanlage Asse II (Messungen 2023)	
Blattzahl der Fremddokumentation	22
Anzahl der Blätter dieses Dokumentes	25

IAF - Radioökologie GmbH

Labor für Radionuklidanalytik | Radiologische Gutachten | Consulting

Bestimmung von I-129 Aktivitätskonzentrationen in der Abluft und den Grubenwettern der Schachtanlage Asse II (Messungen 2023)

Auftraggeber: BGE Bundesgesellschaft für Endlagerung mbH
Am Walde 2, 38319 Remlingen

Projektname: Bestimmung von I-129 Aktivitätskonzentrationen in der Abluft und den Grubenwettern der Schachtanlage Asse II

Bestellung: Nr. 45226407

Auftragnehmer: IAF-Radioökologie GmbH

Autoren:



Radeberg, den 27.11.2023



Geschäftsführer



Die Akkreditierung gilt für die in Abschnitt 2.3 des Berichtes dargestellten Ergebnisse der ODL-Messungen (SOP 4-01, 2014-06) und Radionuklidanalysen (SOP 3-09, 2018-11). Die im Bericht enthaltenen Bewertungen basieren auf diesen Ergebnissen.

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

Inhalt

1	Aufgabenstellung	4
2	Zum Messaufbau der Messsysteme im Jahre 2023 und kurze Zusammenfassung der Messergebnisse 2019.....	5
2.1	Vorbemerkung zu den Messorten und der installierten Messtechnik	5
2.2	Kurze Zusammenfassung der Messergebnisse der Messkampagne 2019	10
3	Ergebnisse der Messkampagne 2023	11
3.1	Zeitdauer der einzelnen Messperioden und Luftdurchsätze.....	11
3.1.1	Vorbemerkung	11
3.1.2	Schwebstofffilter	12
3.1.3	DSM 11 Filterkartuschen	12
3.1.4	Aktivkohlefilter	14
3.1.5	Zur Variation des Luftdrucks, der Luftfeuchte und der Temperatur an den 3 Messorten während der 3 Messkampagnen	16
3.1.6	Nachweis weiterer Radionuklide	20
4	Zusammenfassung der Messergebnisse.....	21
5	Literaturverzeichnis.....	22

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1:	Überblick über die in den Sammelzeiträumen an den 3 Messorten gemessenen Luftvolumina und die mittleren Luftdurchsätze.	11
Tabelle 2:	Überblick über die im Gesamtsammelzeitraum an den 3 Messorten gemessenen Gesamtluftvolumina und die mittleren Luftdurchsätze.....	11
Tabelle 3:	Erreichte Erkennungs- und Nachweisgrenzen der Gammasspektrometrie für I-129 und Cs-137 bei Rückhaltung von Stäuben an den vorgeschalteten Schwebstofffiltern des Sammel-systems	12
Tabelle 4:	Erreichte Erkennungs- und Nachweisgrenzen der Gammasspektrometrie für I-129 für jeweils den 1. und den 2. nachgeschalteten DSM 11 Filter	13
Tabelle 5:	Ergebnisse der Gammasspektrometrie für I-129 von mit Triethylendiamin (TEDA) beschichteten 1. und den 2. nachgeschalteten Aktivkohlefiltern	14
Tabelle 6:	Ergebnisse der Gammasspektrometrie für Sn-126 und Sb-126 (Triethylendiamin (TEDA) beschichtete Aktivkohlefilter)	20

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1:	Schematische Übersicht über das Filtersystem	5
Abbildung 2:	Foto des Filtersystems mit Schwebstofffilter und Filterkartuschen	6
Abbildung 3:	Messort 1: Auf der Unterdruckseite des Hauptgrubenlüfters (HGL).....	7
Abbildung 4:	Messort 2: Abluftfilteranlage der MAW-Einlagerungskammer, Entnahme des Luftstromes auf der Reinfluftseite der Abluftfilteranlage, Bild unten: Detailaufnahme des verbauten Filtereinsatzes.....	8
Abbildung 5:	Messort 3: in der Einlagerungskammer 7 auf der 725-m-Sohle (ELK 7/725).....	9

Abbildung 6:	Ergebnisse der Gammaskpektrometrie für I-129 (Adsorption an Aktivkohle) für jeweils den 1. und den 2. nachgeschalteten Filter der Messkampagnen 2019 [1] und 2023. Die Aktivitätswerte sind auf den jeweiligen Luftdurchsatz bezogen. Nicht dargestellte Aktivitätswerte bedeutet, dass nur Erkennungs- und Nachweisgrenzen erreicht wurden (s. Tabelle 5). Bei den Messung 2019 am der MAW Kammer wurde wegen des Ausfalls der Stromversorgung zusätzlich eine 4. Messkampagne durchgeführt.	15
Abbildung 7:	Zeitliche Entwicklungen des atmosphärischen Luftdrucks an den 3 Messorten (oberes Bild: gesamter Messzeitraum, unteres Bild: erste 10 Tage des Gesamtmeszeitraums).....	17
Abbildung 8:	Zeitliche Änderungen der Lufttemperaturen an den 3 Messorten (oberes Bild) sowie die Luftdruckänderungen am Messpunkt HGL und die Temperaturänderungen (unteres Bild).....	18
Abbildung 9:	Zeitliche Änderungen der absoluten Luftfeuchte an den 3 Messorten	19

1 Aufgabenstellung

Im Rahmen der Emissions- und Immissionsüberwachung der Schachanlage Asse II ist in regelmäßigen Abständen die I-129-Konzentration in der Abluft stichprobenartig zu bestimmen. Darüber hinaus sind zur Lokalisierung möglicher untertägiger I-129-Emittenten an verschiedenen Messorten, vorzugsweise in der Nähe von Einlagerungskammern, die I-129-Konzentrationen in den Grubenwettern zu messen.

Gemäß den Ausschreibungsunterlagen der BGE Schachanlage Asse II sind im Jahre 2023 die Aktivitätskonzentration von I-129 in der Abluft in einem Zeitraum von 6 Wochen zu bestimmen, wobei die Aktivitäten der Teilproben in einem Messzyklus von 14 Tagen hinsichtlich ihrer volatilen Aktivitätsanteile an elementarem I-129, organischem I-129 und an Schwebstoffen gebundenes I-129 zu analysieren sind. Die entsprechenden Messungen sind an drei Messorten durchzuführen. Diese befinden sich

- auf der Unterdruckseite des Hauptgrubenlüfters (HGL) (Messort 1),
- auf der Reinluftseite der Abluftfilteranlage der MAW-Einlagerungskammer (Messort 2) sowie
- in der Einlagerungskammer 7 auf der 725-m Sohle (Messort 3).

Zur Durchführung der Messungen und Auswertungen im Jahre 2023 wurde, wie im Jahre 2019, die IAF-Radioökologie GmbH (IAF) beauftragt. Im Jahre 2019 [1] erfolgte die Probenahme und die Auswertungen der Messergebnisse wegen der Vergleichbarkeit der erhaltenen Messwerte in Analogie zum Berichtszeitraum 2014 [2], in dem die Entnahme und Auswertung der Luftproben vom Bundesamt für Strahlenschutz (BfS) übernommen wurde. Die Probeentnahme, die radiochemischen Aufschlüsse sowie die Aktivitätsmessungen erfolgten gemäß der Messanleitung des Bundes für die Überwachung radioaktiver Stoffe in der Umwelt und externer Strahlung "Verfahren zur Bestimmung der mittleren Aktivitätskonzentration von I-129 in der Fortluft kerntechnischer Anlagen" [3].

Im Unterschied zu den BfS-Messungen im Jahre 2014 wurden in der Messkampagne der IAF in 2019 [1] ausschließlich gammaspektrometrische Messungen durchgeführt. Die Probeentnahme erfolgte nach der Messanleitung [3], wobei das Probenmaterial für die gammaspektrometrische Messungen während der drei Messperioden 14-tägig gewonnen wurde. Die jetzt in 2023 durchzuführenden Messkampagnen sind praktisch identisch mit den von IAF in 2019 absolvierten Messungen, deren Ergebnisse im Bericht [1] zusammengefasst sind. In diesem Bericht sind auch die vom Bundesamt für Strahlenschutz durchgeführten Messungen und Messergebnisse aus dem Jahre 2014 mit aufgeführt und diskutiert worden.

2 Zum Messaufbau der Messsysteme im Jahre 2023 und kurze Zusammenfassung der Messergebnisse 2019

2.1 Vorbemerkung zu den Messorten und der installierten Messtechnik

In der Abbildung 1 ist das verwendete Filtersystem der Luftprobensammlungen für die Messkampagne 2023, das auch 2019 verwendet wurde, schematisch dargestellt. Das an Schwebstoffen gebundene I-129 wird dabei zuerst auf dem Schwebstofffilter abgeschieden. Die gasförmigen Iodverbindungen können in zwei unterschiedlichen Feststoffschüttungen absorbiert werden. Das mit ca. 7 % Kaliumiodid beschichtete Aluminiumsilikat DSM 11 adsorbiert nur elementares gasförmiges Iod und eine mit Triethylendiamin (TEDA) beschichtete Aktivkohle, die andere gasförmige, d.h. insbesondere organische Iodverbindungen absorbiert.

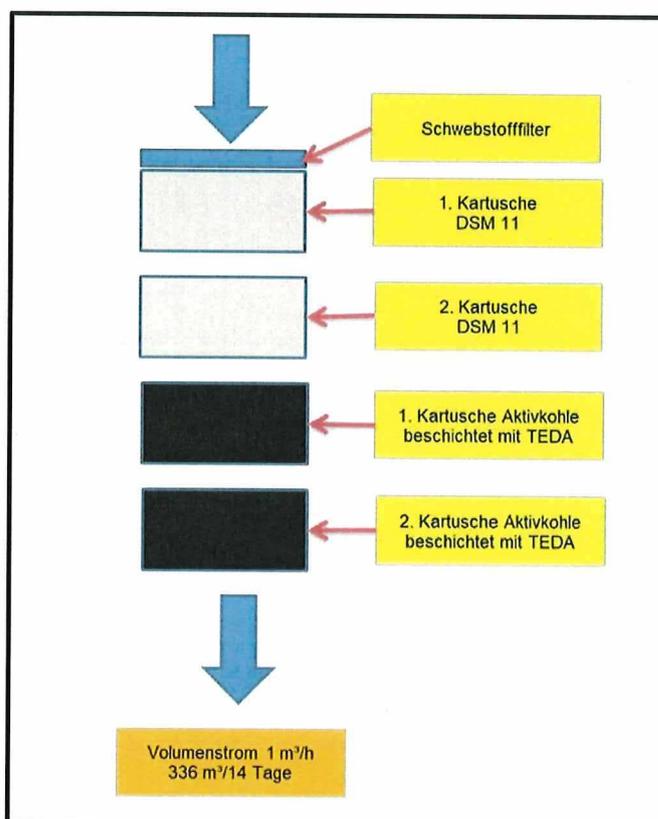


Abbildung 1: Schematische Übersicht über das Filtersystem

Die Abbildung 2 zeigt ein Foto des Filtersystems. Ansaugseitig wurde das Schwebstofffilter verbaut. In den zwei separaten DSM 11 Filterkartuschen befand sich 7 %-iges Kaliumiodid. Anschließend folgen zwei Filterkartuschen mit Triethylendiamin (TEDA) beschichtetem Aktivkohlematerial. Die Absaugeinrichtung war so konzipiert, dass ca. 1 m³ pro Stunde durch das Filtersystem strömte. Die Kontaktzeit mit der Feststoffschüttung von wenigstens 0,2 s für die Schüttung [3] wurde damit eingehalten.

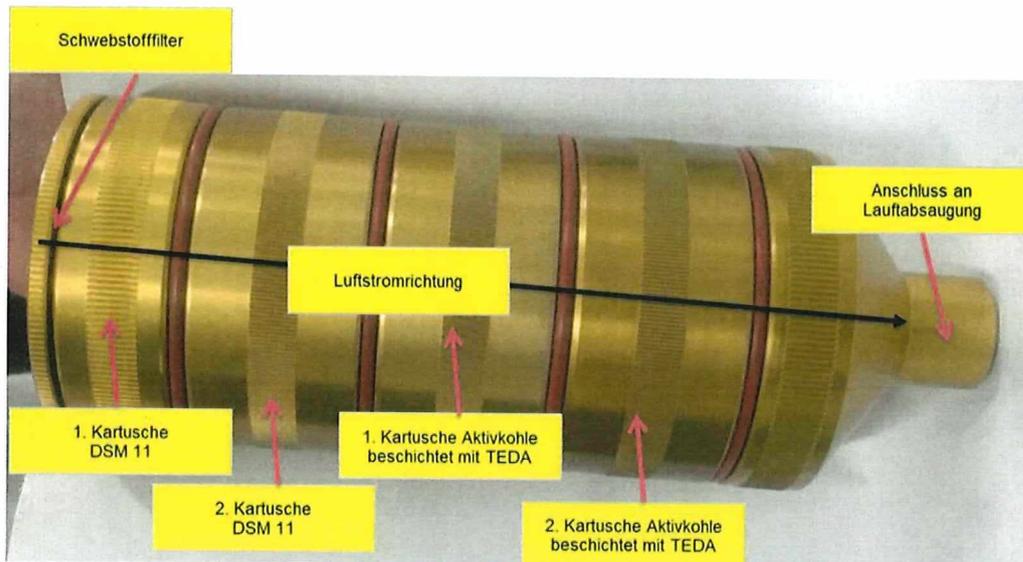


Abbildung 2: Foto des Filtersystems mit Schwebstofffilter und Filterkartuschen

Die tatsächliche beaufschlagte Luftmenge wird mit einem Volumenzähler quantifiziert. Mit dem eingesetzten Messsystem wurden die im BfS Projekt favorisierten Durchsatzgeschwindigkeiten der angesaugten Luft durch das Filtersystem eingehalten.

In den Abbildungen 3 - 5 sind die an den jeweiligen Messorten installierten Probeentnahmeeinrichtungen abgebildet. An den Messorten 1 und 3 befanden sich die Filtersysteme in ca. 1,5 m Höhe. An der Abluffilteranlage der MAW-Einlagerungskammer wurde die Luft aus dem Luftstrom auf der Reinluftseite der Anlage abgesaugt. An den 3 Messorten wurden zusätzlich zu den radiologischen Messungen die zeitlichen Entwicklungen des absoluten Luftdrucks, der Temperatur und der absoluten Luftfeuchte aufgezeichnet.

Messort : Unterdruckseite des Hauptgrubenlüfters (HGL)

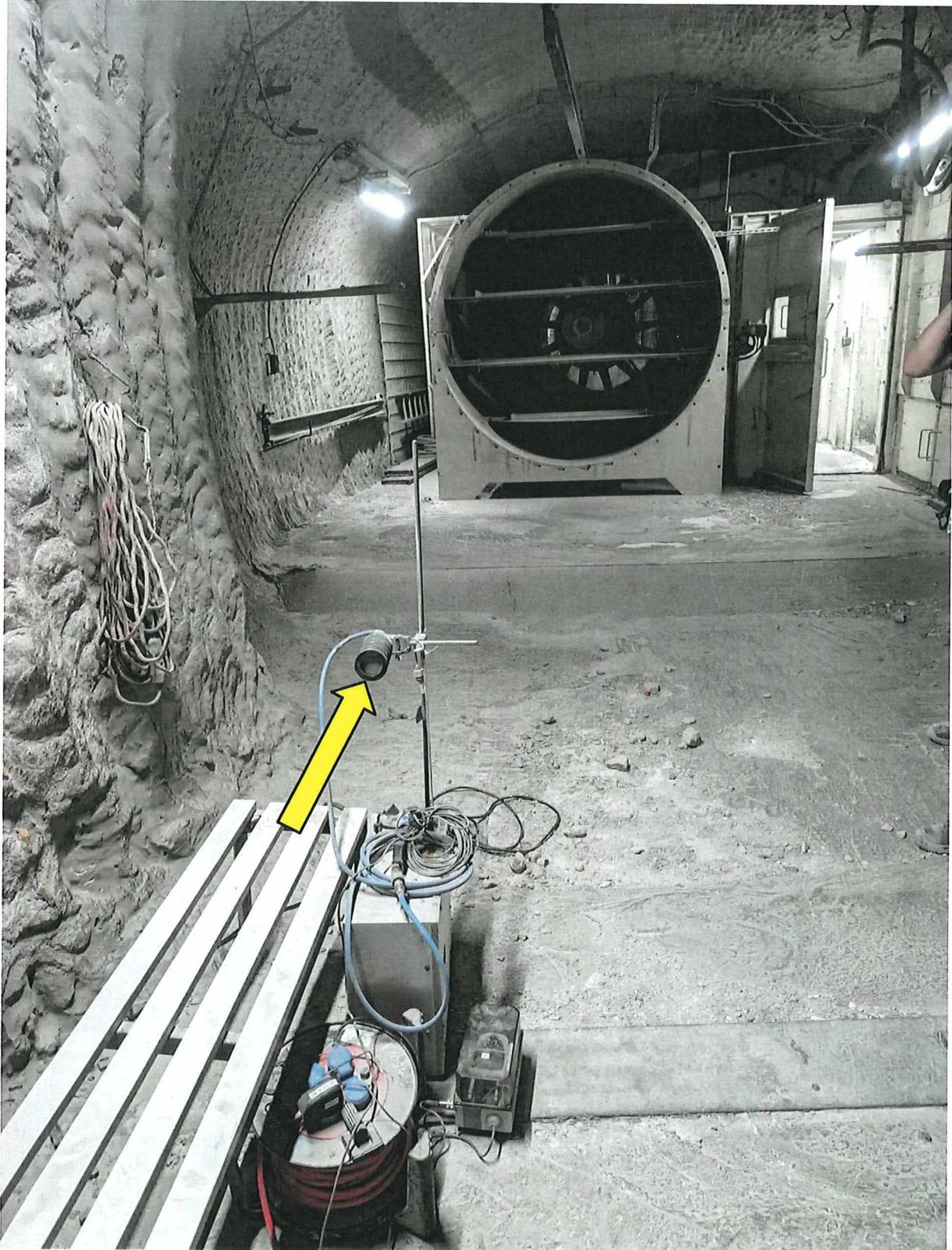


Abbildung 3: Messort 1: Auf der Unterdruckseite des Hauptgrubenlüfters (HGL)

Messort 2: Abluftfilteranlage der MAW-Einlagerungskammer

Abbildung 4: Messort 2: Abluftfilteranlage der MAW-Einlagerungskammer, Entnahme des Luftstromes auf der Reinfluftseite der Abluftfilteranlage, Bild unten: Detailaufnahme des verbauten Filtereinsatzes

Messort 3 in der ELK7/725

Abbildung 5: Messort 3: in der Einlagerungskammer 7 auf der 725-m-Sohle (ELK 7/725)

2.2 Kurze Zusammenfassung der Messergebnisse der Messkampagne 2019

Die über einen Zeitraum von 6 Wochen an den 3 Messorten in 2019 durchgeführten Untersuchungen von jeweils 3 etwa 14 Tage dauernden Messperioden zur Bestimmung der I-129-Aktivitäten in der Grubenatmosphäre lieferten die nachfolgend aufgeführten Ergebnisse (s. Bericht [1]), die als eine wichtige Richtschnur für die Fortsetzung der erneuten Messungen in 2023 dienen.

- In den zuerst im Filtersystem durchströmten Schwebstofffiltern konnten, übereinstimmend mit den Messungen des BfS von 2014 keine Aktivitäten von Cs-137 und I-129 nachgewiesen werden.
- In den jeweils 2 hintereinander geschalteten Filterkartuschen mit DSM 11 konnten, wie auch die BfS Messungen 2014 zeigten, keine I-129-Aktivitäten nachgewiesen werden.
- Die I-129-Aktivitäten konnten nur in den Filterkartuschen, die mit Triethylendiamin (TEDA) beschichteten Aktivkohlefiltern, die insbesondere organische Iodverbindungen absorbieren, nachgewiesen werden. Dieser Sachverhalt ist in vollständiger Übereinstimmung mit den Messergebnissen des BfS im Jahre 2014.
- Die Messungen des BfS im Jahre 2014 lieferten jedoch keine Hinweise darauf, dass auch in dem zweiten Aktivkohlefilter, der dem ersten Filter unmittelbar nachgeschaltet war, noch I-129 adsorbiert worden ist. Bei den Messungen in der Abluft aus der MAW Kammer konnte jedoch 2019 in allen 3 Messperioden belegt werden, dass nur noch etwa bis 2% der I-129-Aktivität in der nachgeschalteten 2. Filterkartusche adsorbiert wird.
- Der installierte MAW Filter in der Abluftfilteranlage hält die organischen I-129-Verbindungen nicht oder nur teilweise zurück. Dies ist in Übereinstimmung mit früheren Untersuchungsergebnissen der IAF von beaufschlagten Filtermaterial des MAW Filters.
- Auch am Messpunkt 3 (725-m-Sohle) wurden in allen 3 Messperioden I-129-Aktivitätskonzentrationen in der Grubenluft nachgewiesen, die im Mittel etwa um den Faktor 2,5 größer als auf der Unterdruckseite des HGL gemessenen Werte sind.
- In der aus der MAW Kammer abgesaugten Luft wurden noch weitere künstliche Radionuklide in den Aktivkohlefiltermaterial nachgewiesen. Diese sind Sn-126 (Spaltprodukt von U-235) und Sb-126 (Zerfallsprodukt von Sn-126). Auch bei früheren Untersuchungen von MAW Filtermaterial durch IAF wurden diese Radionuklide nachgewiesen.
- Die aus der MAW Kammer austretenden Sn-126- und Sb-126-Aktivitäten konnten wegen der kurzen Sammelzeit von jeweils 14 Tagen nicht auf der Unterdruckseite des HGL nachgewiesen werden.

3 Ergebnisse der Messkampagne 2023

3.1 Zeitdauer der einzelnen Messperioden und Luftdurchsätze

In der Tabelle 1 sind die Sammelzeiträume an den 3 Messorten mit den gemessenen Volumenströmen dargestellt. Die Unterschiede zwischen den einzelnen Sammelzeiten ergeben sich dadurch, dass kurzzeitig wegen Störungen der Ansaugpumpen ausgefallen sind. Die Luftdurchsätze sind in jedem Fall¹ sehr genau bestimmt worden, wobei an jedem Messort über dem Gesamtzeitraum von 6 Wochen nahe gleich große Luftvolumina im Bereich von 906,3 m³ bis 951,0 m³ angesaugt wurden (s. Tabelle 2). Diese sind vergleichbar mit den in 2019 erreichten Mittelwerte von 961,8 m³.

Tabelle 1: Überblick über die in den Sammelzeiträumen an den 3 Messorten gemessenen Luftvolumina und die mittleren Luftdurchsätze.

Messort	Messperioden	Beginn	Ende	Luftvolumen [m ³]	Dauer Probenahme [h]	mittlerer Durchsatz [m ³ /h]
Messort 1, HGL	1. Messperiode	18.9.23 11:25	29.9.23 10:28	279,2	263,1	1,06
Messort 1, HGL	2. Messperiode	4.10.23 10:20	16.10.23 10:20	351,5	288,0	1,22
Messort 1, HGL	3. Messperiode	16.10.23 10:20	1.11.23 11:20	310,0	385,0	0,81
Messort 2, MAW	1. Messperiode	18.9.23 10:30	29.9.23 10:57	285,7	264,5	1,08
Messort 2, MAW	2. Messperiode	29.9.23 11:07	16.10.23 10:36	331,2	389,5	0,85
Messort 2, MAW	3. Messperiode	16.10.23 10:36	1.11.23 10:24	320,3	383,8	0,83
Messort 3, 725m Sohle	1. Messperiode	18.9.23 10:50	29.9.23 9:39	288,3	262,8	1,10
Messort 3, 725m Sohle	2. Messperiode	29.9.23 9:49	16.10.23 11:03	499,0	409,2	1,22
Messort 3, 725m Sohle	3. Messperiode	16.10.23 11:03	1.11.23 10:40	119,0	108,0	1,10

Tabelle 2: Überblick über die im Gesamtsammelzeitraum an den 3 Messorten gemessenen Gesamtluftvolumina und die mittleren Luftdurchsätze.

Messort	Gesamtluftvolumen [m ³]	Gesamtdauer Probenahme [h]	Gesamtdauer Probenahme [Tage]	mittlerer Gesamtdurchsatz [m ³ /h]
Messort 1, HGL	940,7	936,0	39,00	1,0
Messort 2, MAW	937,2	1037,7	43,24	0,9
Messort 3, 725m Sohle	906,3	780,0	32,50	1,2

3.1.1 Vorbemerkung

Die Ergebnisse der gammaspektrometrischen Untersuchungen des Filtermaterials werden für alle Messpunkte in der Reihenfolge abgehandelt, wie das Filtersystem durchströmt wird:

1. Schwebstofffilter (Glasfaserfilter, GF10), Rückhalterate (NaCl-Partikel <1 µm): 99,97%
2. Filterkartuschen mit DSM 11 (7 %-iges Kaliumiodid),
3. Filterkartuschen mit TEDA beschichtete Aktivkohle.

Im Kapitel 3.1.2 werden die Ergebnisse für die vorgeschalteten Schwebstofffilter, in Kapitel 3.1.3 für die jeweils 2 DSM 11 Filterkartuschen und im Kapitel 3.1.4 für die 2 Aktivkohlefilter dargestellt und bewertet. Vorweg sei bemerkt, dass eine merkliche I-129-Aktivität nur auf dem jeweils ersten durchströmten Aktivkohlefilter nachgewiesen wurde. In dieser Hinsicht

¹ Die zulässige Fehlergrenze bei der Eichung beträgt im mittleren und oberen Messbereich +/-1,5 %.

sind die Ergebnisse in Übereinstimmung mit den in 2014 durch das BfS und in 2019 von IAF erzielten Ergebnissen.

3.1.2 Schwebstofffilter

Nach dem in Abbildung 1 dargestellten Schema des Filtersystems durchströmt die angesaugte Luft zuerst den vorgeschalteten Filter für die Schwebstoffe. Auf Grundlage der gammaspektrometrischen Analyse konnte in keinem der Schwebstofffilter die Radionuklid I-129 und Cs-137 nachgewiesen werden. In der Tabelle 3 sind deshalb nur die erreichten Erkennungs- und Nachweisgrenzen angegeben.

Tabelle 3: Erreichte Erkennungs- und Nachweisgrenzen der Gammaskpektrometrie für I-129 und Cs-137 bei Rückhaltung von Stäuben an den vorgeschalteten Schwebstofffiltern des Sammel-systems

Messort	Messperioden	Beginn	Ende	Luftvolumen [m ³]	I-129 EG [mBq/m ³]	I-129 NWG [mBq/m ³]	Cs-137 EG [mBq/m ³]	Cs-137 NWG [mBq/m ³]
Messort 1, HGL	1. Messperiode	18.9.23 11:25	29.9.23 10:28	279,2	0,026	0,057	0,030	0,069
Messort 1, HGL	2. Messperiode	4.10.23 10:20	16.10.23 10:20	351,5	0,015	0,032	0,031	0,066
Messort 1, HGL	3. Messperiode	16.10.23 10:20	1.11.23 11:20	310,0	0,031	0,084	0,020	0,042
Messort 2, MAW	1. Messperiode	18.9.23 10:30	29.9.23 10:57	285,7	0,036	0,077	0,025	0,058
Messort 2, MAW	2. Messperiode	29.9.23 11:07	16.10.23 10:36	331,2	0,017	0,036	0,032	0,069
Messort 2, MAW	3. Messperiode	16.10.23 10:36	1.11.23 10:24	320,3	0,041	0,109	0,025	0,053
Messort 3, 725m Sohle	1. Messperiode	18.9.23 10:50	29.9.23 9:39	288,3	0,019	0,042	0,022	0,050
Messort 3, 725m Sohle	2. Messperiode	29.9.23 9:49	16.10.23 11:03	499,0	0,010	0,020	0,021	0,044
Messort 3, 725m Sohle	3. Messperiode	16.10.23 11:03	1.11.23 10:40	119,0	0,126	0,340	0,078	0,167

Die erhaltenen Werte für die Nach- und Erkennungsgrenzen sind in etwa vergleichbar mit denen aus dem Jahr 2019 [1].

3.1.3 DSM 11 Filterkartuschen

In den jeweils 2 hintereinander geschalteten Filterkartuschen mit DSM 11 konnten in der Messkampagne 2023, die Ergebnisse der IAF-Messungen in 2019 [1] somit auch die BfS-Messungen im Jahre 2014 [2] bestätigt werden, d.h. es wurde auf diesen speziellen Filtern die Ablagerung von I-129 nicht nachgewiesen. Die für I-129 erreichten Erkennungs- und Nachweisgrenzen sind in der Tabelle 4 jeweils für den 1. Und 2. Filter angegeben. Das in den DSM 11-Kartuschen enthaltene natürliche Jod konnte jedoch bei den gamma-spektrometrischen Analysen anhand der spezifischen Röntgenlinien identifiziert werden.

Tabelle 4: Erreichte Erkennungs- und Nachweisgrenzen der Gammaskpektrometrie für I-129 für jeweils den 1. und den 2. nachgeschalteten DSM 11 Filter

DSM 11	Messperioden	Beginn	Ende	Luftvolumen [m³]	I-129 EG [mBq/m³]	I-129 NWG [mBq/m³]
Messort 1, HGL DSM 11_1	1. Messperiode	18.9.23 11:25	29.9.23 10:28	279,2	0,166	0,348
Messort 1, HGL DSM 11_2	1. Messperiode	18.9.23 11:25	29.9.23 10:28	279,2	0,170	0,358
Messort 1, HGL DSM 11_1	2. Messperiode	4.10.23 10:20	16.10.23 10:20	351,5	0,171	0,359
Messort 1, HGL DSM 11_2	2. Messperiode	4.10.23 10:20	16.10.23 10:20	351,5	0,139	0,291
Messort 1, HGL DSM 11_1	3. Messperiode	16.10.23 10:20	1.11.23 11:20	310,0	0,181	0,380
Messort 1, HGL DSM 11_2	3. Messperiode	16.10.23 10:20	1.11.23 11:20	310,0	0,181	0,378
Messort 2, MAW DSM 11_1	1. Messperiode	18.9.23 10:30	29.9.23 10:57	285,7	0,195	0,410
Messort 2, MAW DSM 11_2	1. Messperiode	18.9.23 10:30	29.9.23 10:57	285,7	0,181	0,381
Messort 2, MAW DSM 11_1	2. Messperiode	29.9.23 11:07	16.10.23 10:36	331,2	0,175	0,366
Messort 2, MAW DSM 11_2	2. Messperiode	29.9.23 11:07	16.10.23 10:36	331,2	0,167	0,349
Messort 2, MAW DSM 11_1	3. Messperiode	16.10.23 10:36	1.11.23 10:24	320,3	0,192	0,402
Messort 2, MAW DSM 11_2	3. Messperiode	16.10.23 10:36	1.11.23 10:24	320,3	0,180	0,379
Messort 3, 725m Sohle DSM 11_1	1. Messperiode	18.9.23 10:50	29.9.23 9:39	288,3	0,151	0,317
Messort 3, 725m Sohle DSM 11_2	1. Messperiode	18.9.23 10:50	29.9.23 9:39	288,3	0,161	0,338
Messort 3, 725m Sohle DSM 11_1	2. Messperiode	29.9.23 9:49	16.10.23 11:03	499,0	0,111	0,233
Messort 3, 725m Sohle DSM 11_2	2. Messperiode	29.9.23 9:49	16.10.23 11:03	499,0	0,119	0,250
Messort 3, 725m Sohle DSM 11_1	3. Messperiode	16.10.23 11:03	1.11.23 10:40	119,0	0,465	0,975
Messort 3, 725m Sohle DSM 11_2	3. Messperiode	16.10.23 11:03	1.11.23 10:40	119,0	0,489	1,026

3.1.4 Aktivkohlefilter

In der Tabelle 5 sind die Ergebnisse der der Gammaskpektrometrie für I-129 (Adsorption an mit Triethylendiamin (TEDA) beschichteter Aktivkohle) zusammengestellt. Die dazugehörige Abbildung 6 liefert einen grafischen Überblick über die Messergebnisse, wobei zum Vergleich auch die in 2019 erzielten Messwerte mit eingeschlossen sind.

Tabelle 5: Ergebnisse der Gammaskpektrometrie für I-129 von mit Triethylendiamin (TEDA) beschichteten 1. und den 2. nachgeschalteten Aktivkohlefiltern

	Aktivkohle	Messperioden	Beginn	Ende	Luftvolumen [m ³]	EG [mBq]	NWG [mBq]	I-129-Aktivität [mBq]	I-129-Aktivitätskonzentration [mBq/m ³]	U [%]
Messort 1, HGL Aktivkohle 1	1, HGL_1	1. Messperiode	18.9.23 11:25	29.9.23 10:28	279,2	6,11	12,86	9	3,22E-02	60,0
Messort 1, HGL Aktivkohle 2	1, HGL_2	1. Messperiode	18.9.23 11:25	29.9.23 10:28	279,2	6,13	12,9			
Messort 1, HGL Aktivkohle 1	2, HGL_1	2. Messperiode	4.10.23 10:20	16.10.23 10:20	351,5	6,66	14,07	24,91	7,09E-02	22,5
Messort 1, HGL Aktivkohle 2	2, HGL_2	2. Messperiode	4.10.23 10:20	16.10.23 10:20	351,5	6,41	13,54	-		
Messort 1, HGL Aktivkohle 1	3, HGL_1	3. Messperiode	16.10.23 10:20	1.11.23 11:20	310,0	6,41	13,52	17	5,48E-02	32,5
Messort 1, HGL Aktivkohle 2	3, HGL_2	3. Messperiode	16.10.23 10:20	1.11.23 11:20	310,0	6,98	14,72	-		
Messort 2, MAW Aktivkohle 1	1, MAW_1	1. Messperiode	18.9.23 10:30	29.9.23 10:57	285,7	12,39	25,64	3200	1,12E+01	7,5
Messort 2, MAW Aktivkohle 2	1, MAW_2	1. Messperiode	18.9.23 10:30	29.9.23 10:57	285,7	5,6	11,81	21	7,35E-02	35,0
Messort 2, MAW Aktivkohle 1	2, MAW_1	2. Messperiode	29.9.23 11:07	16.10.23 10:36	331,2	36,45	76,12	4415	1,33E+01	7,5
Messort 2, MAW Aktivkohle 2	2, MAW_2	2. Messperiode	29.9.23 11:07	16.10.23 10:36	331,2	6,63	13,95	42	1,27E-01	14,0
Messort 2, MAW Aktivkohle 1	3, MAW_1	3. Messperiode	16.10.23 10:36	1.11.23 10:24	320,3	22,7	47,02	7100	2,22E+01	7,5
Messort 2, MAW Aktivkohle 2	3, MAW_2	3. Messperiode	16.10.23 10:36	1.11.23 10:24	320,3	9,07	18,96	907	2,83E+00	7,5
Messort 3, 725m Sohle Aktivkohle 1	1, 725m_1	1. Messperiode	18.9.23 10:50	29.9.23 9:39	288,3	7,51	15,82	145	5,03E-01	10,0
Messort 3, 725m Sohle Aktivkohle 2	1, 725m_2	1. Messperiode	18.9.23 10:50	29.9.23 9:39	288,3	5,49	11,54	-		
Messort 3, 725m Sohle Aktivkohle 1	2, 725m_1	2. Messperiode	29.9.23 9:49	16.10.23 11:03	499,0	7,65	16,06	287	5,75E-01	8,5
Messort 3, 725m Sohle Aktivkohle 2	2, 725m_2	2. Messperiode	29.9.23 9:49	16.10.23 11:03	499,0	6,14	12,95	-		
Messort 3, 725m Sohle Aktivkohle 1	3, 725m_1	3. Messperiode	16.10.23 11:03	1.11.23 10:40	119,0	7,79	16,51	52	4,37E-01	20,0
Messort 3, 725m Sohle Aktivkohle 2	3, 725m_2	3. Messperiode	16.10.23 11:03	1.11.23 10:40	119,0	6,77	14,25	-		

Die Ergebnisse in der Abbildung 6 veranschaulichen, dass in der Abluft der MAW Kammer die höchsten I-129-Aktivitätskonzentrationen gemessen wurden. Der Hauptanteil der I-129-Aktivität wurde immer im ersten durchströmten Filter festgestellt. Aber auch im nachgeschalteten 2. Filter sind in der ersten und zweiten Messperiode noch geringe Spuren von I-129 nachweisbar. Dies ist in Übereinstimmung mit den früheren Messergebnissen [1]. In der 3. Messperiode wurden jedoch ca. 12% des I-129 im 2. Filter abgeschieden. Dieser unerwartete Sachverhalt konnte nach Inspektion der Filterkartuschen auf eine defekte Gummidichtung zurückgeführt werden.

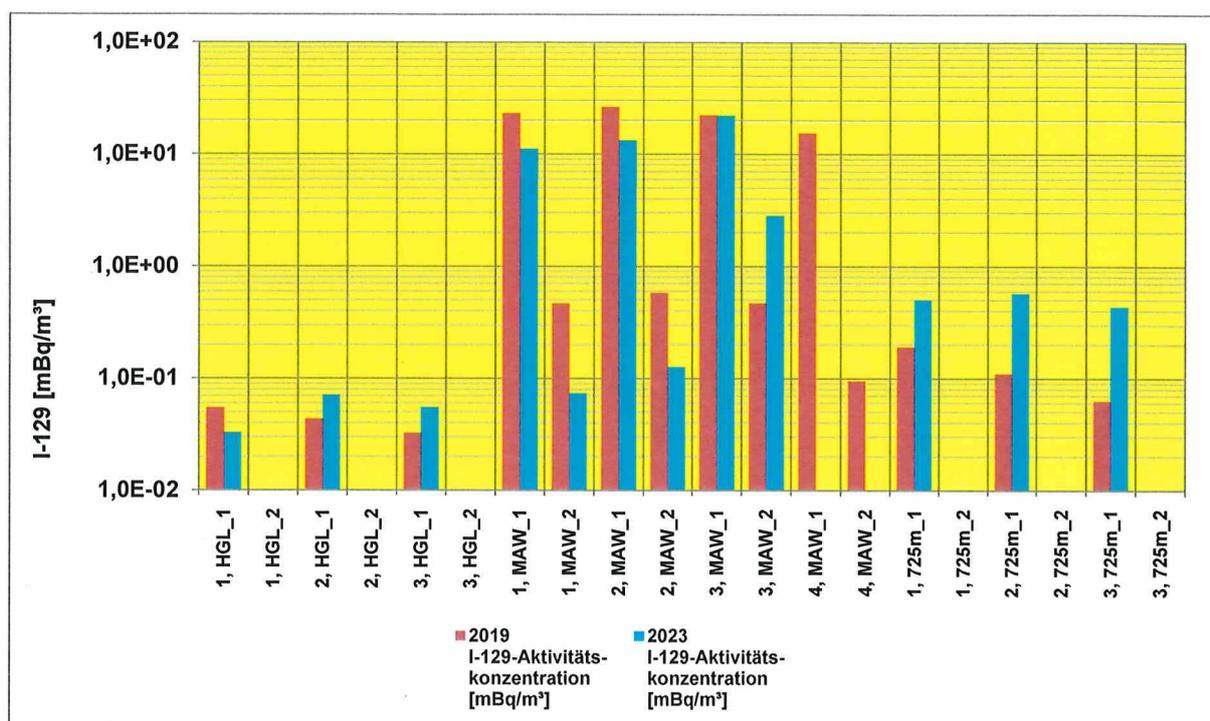


Abbildung 6: Ergebnisse der Gammaskpektrometrie für I-129 (Adsorption an Aktivkohle) für jeweils den 1. und den 2. nachgeschalteten Filter der Messkampagnen 2019 [1] und 2023. Die Aktivitätswerte sind auf den jeweiligen Luftdurchsatz bezogen. Nicht dargestellte Aktivitätswerte bedeutet, dass nur Erkennungs- und Nachweisgrenzen erreicht wurden (s. Tabelle 5). Bei den Messung 2019 am der MAW Kammer wurde wegen des Ausfalls der Stromversorgung zusätzlich eine 4. Messkampagne durchgeführt.

Da das I-129 gasförmig (elementar und organisch) aus der MAW-Kammer entweicht, kann es nicht auf Schwebstofffilter zurückgehalten werden. Deshalb werden auch spezielle Jodfilter mit den Kartuschen eingesetzt. Dieses Ergebnis ist auch in Übereinstimmung mit den Untersuchungsergebnissen der IAF von Filtermaterial des MAW Filters von 2013, 2016 und 2017 [4]. In allen untersuchten MAW Filtern konnte I-129 nicht nachgewiesen werden.

Die in der Luft aus der MAW Einlagerungskammer identifizierten I-129-Aktivitätskonzentrationen sind im Mittel etwa um den Faktor 313 höher als die auf der Unterdruckseite des HGL gemessene I-129-Aktivitätskonzentration. Die Abluft von ca. 2 m³/min aus der Abluffilteranlage der MAW-Einlagerungskammer wird über eine Wetterlutte direkt dem HGL zugeführt und trägt somit zur Gesamtaktivitätskonzentration von I-129 in der Grubenluft bei, die auf der Unterdruckseite des Hauptgrubenlüfters (Messort 1, HGL) gemessen wurde.

Dieser Wetterstrom vermischt sich mit der Abluft von ca. 4800 m³/min, der durch den HGL in die Atmosphäre abgeführt wird. Aus dieser Abschätzung folgt, dass etwa 13,1 % der auf der Unterdruckseite des HGL gemessenen I-129-Aktivitätskonzentration auf die Absaugung von I-129 aus der MAW-Einlagerungskammer zurückzuführen ist.

Insgesamt wird jedoch aus der Grube eine vergleichsweise geringe jährliche I-129-Aktivität von 132,8 kBq/a ausgetragen, die etwa um 20% größer ist als der für 2019 abgeschätzt Wert.

Zu bemerken ist des Weiteren, dass, wie in Abbildung 6 ersichtlich, die in ELK 7/725 gemessenen I-129-Aktivitätskonzentrationen sich gegenüber der Messkampagne 2019 etwa um einen Faktor 1,5 vergrößert haben. Diese Vergrößerung könnte durch die neu installierte Radonabsaugung von 284,8 m³/min (s. Bericht [5]) bedingt sein, die zu einer merklichen Vergrößerung des Unterdrucks in der ELK 7/725 beiträgt. Als Folge der starken Absaugung resultiert, dass die aus der ELK 7/725 abgesaugte I-129 Aktivitätsfracht etwa 4,3-mal größer als die von der MAW Kammer stammende I-129 Aktivitätsfracht ist. Daraus folgt, dass in der Summe etwa 70% der gesamten am HGL abgeführten I-129-Aktivitäten von 132,8 kBq/a aus der MAW Kammer und der ELK 7/725 stammen.

3.1.5 Zur Variation des Luftdrucks, der Luftfeuchte und der Temperatur an den 3 Messorten während der 3 Messkampagnen

An den 3 Messorten wurden während des Untersuchungszeitraums die Änderungen des absoluten Luftdrucks, der Luftfeuchte und der Temperatur im 20-Sekundentakt aufgezeichnet. Zu bemerken ist, dass in der 3. Messperiode das Messsystem für die atmosphärischen Komponenten in der ELK 7/725 wegen Kabelbruchs vollständig ausgefallen ist.

In der Abbildung 7 sind die zeitlichen Entwicklungen des absoluten Luftdrucks an allen 3 Messorten dargestellt. Ab 17.10. bis 20.10. 2023 ist ein starker Luftdruckabfall von etwa 40 mbar zu beobachten. An den Luftdruckkurven (s. Abbildung 7 unteres Bild) sind deutlich die oft wiederkehrenden Schaltungen des HGL zu erkennen, die Luftdruckänderungen in der Grube von ca. 4 mbar induzieren.

In der Abbildung 8 sind die Temperaturentwicklungen an den 3 Messorten dargestellt. Die Ergebnisse dokumentieren, dass vergleichsweise ausgeprägte Temperaturschwankungen auftreten, die auf die Tätigkeiten innerhalb der Grube während der Arbeitsschichten zurückzuführen sind. Beispielhaft bleiben wegen der Betriebsruhe vom 30.9. bis nach dem Feiertag am 3.10.2023 die beobachteten Schwankungen der Temperatur wie auch an anderen Wochenenden und weiteren Feiertagen (31.10. und 1.11.2023) aus.

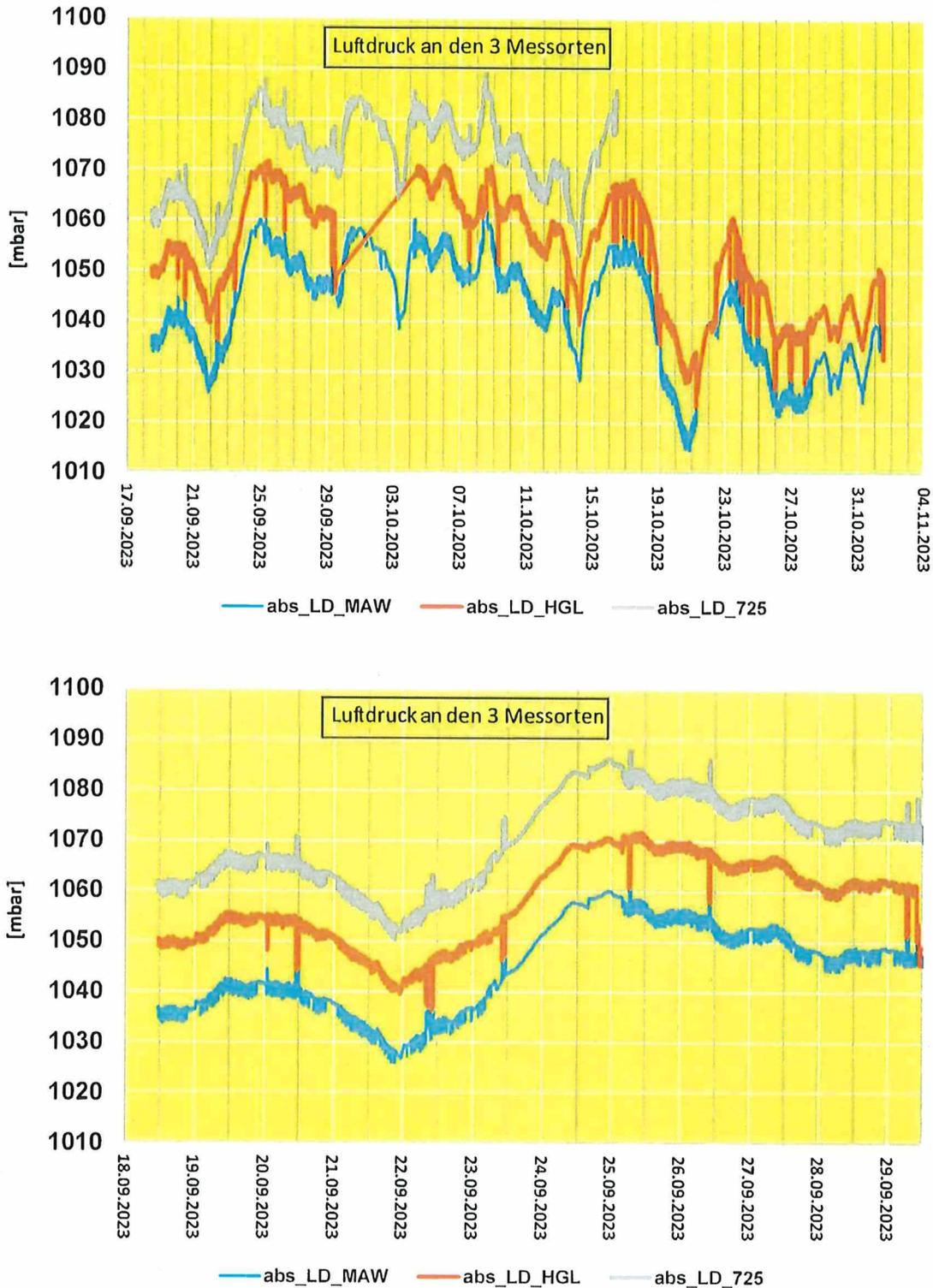


Abbildung 7: Zeitliche Entwicklungen des atmosphärischen Luftdrucks an den 3 Messorten (oberes Bild: gesamter Messzeitraum, unteres Bild: erste 10 Tage des Gesamtmeßzeitraums)

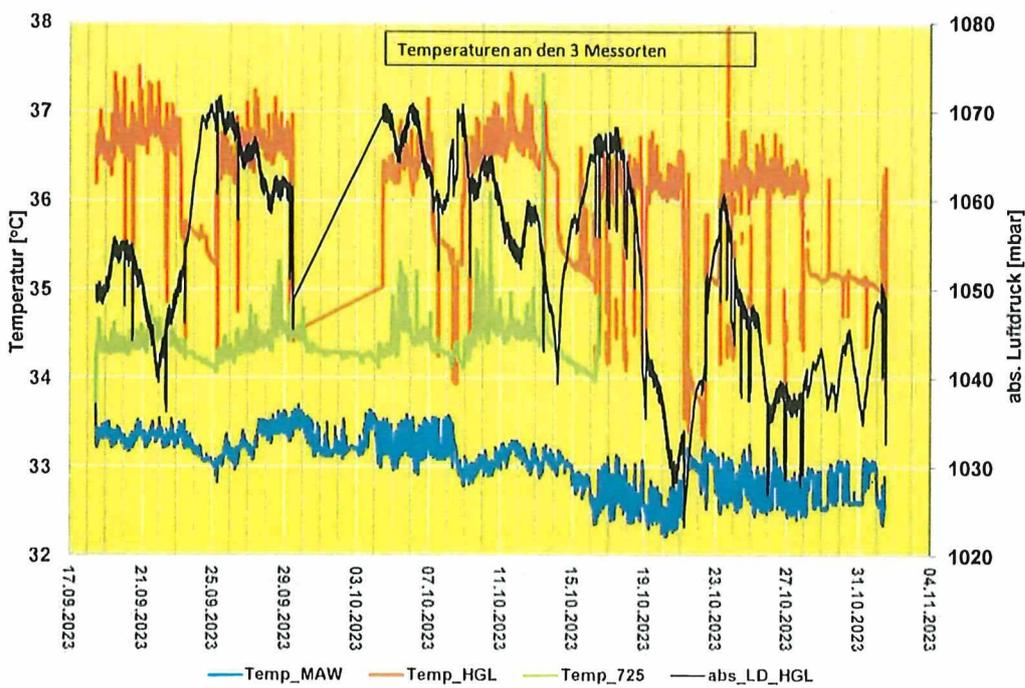
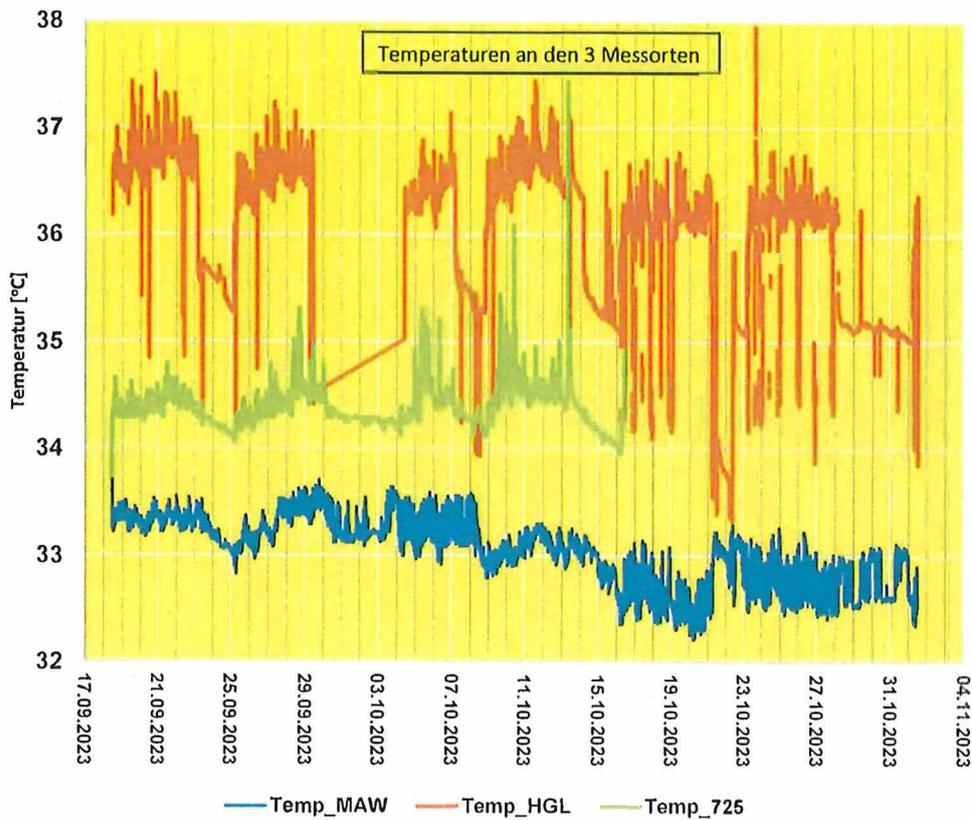


Abbildung 8: Zeitliche Änderungen der Lufttemperaturen an den 3 Messorten (oberes Bild) sowie die Luftdruckänderungen am Messpunkt HGL und die Temperaturänderungen (unteres Bild)

In der Abbildung 9 sind die zeitlichen Änderungen der absoluten Luftfeuchte an den 3 Messorten dargestellt. Es ist zu erkennen, dass die absolute Luftfeuchte ab Mitte November wegen der Abkühlung der Außenatmosphäre deutlich abfällt. Dieser Zusammenhang wurde bereits in den Untersuchungen zum Transport volatiler Stoffe im Gesenk 10 [6] und im Durchrieb zwischen ELK 11 und ELK 12 [7] ausführlich diskutiert.

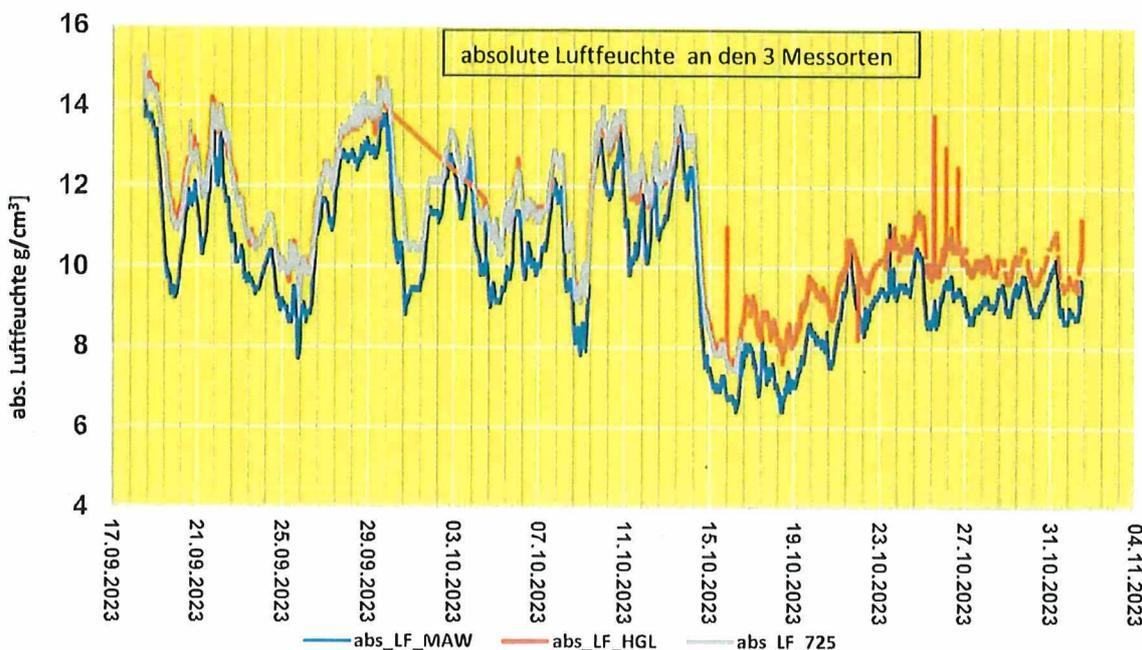


Abbildung 9: Zeitliche Änderungen der absoluten Luftfeuchte an den 3 Messorten

3.1.6 Nachweis weiterer Radionuklide

Wie auch bei der Messkampagne 2019 wurden weitere künstliche Radionuklide nur in der Abluft aus der MAW Kammer am Messort 2 in den mit Triethylendiamin (TEDA) beschichteten Aktivkohlefiltern nachgewiesen. Diese sind Sn-126 (Zinn) mit einer Halbwertszeit von 230.000 Jahren und Sb-126 (Antimon) mit einer Halbwertszeit von 12,35 Tagen. Diese beiden Radionuklide wurden auch bei der früheren Untersuchung von MAW Filtern der Abluftfilteranlage eindeutig nachgewiesen [4]. Sb-126 wird als Zerfallsprodukt des Sn-126, das ein Spaltprodukt von U-235 ist, nachgebildet. Die Messergebnisse in 2023 bestätigen den Trend der Messungen von 2019, wobei jedoch in 2023 teils geringere Aktivitätskonzentrationen festgestellt worden sind.

Tabelle 6: Ergebnisse der Gammaskopimetrie für Sn-126 und Sb-126 (Triethylendiamin (TEDA) beschichtete Aktivkohlefilter)

Messperiode, Messort/Filter	Messperiode, Messort/Filter	Beginn	Ende	Luftvolumen [m ³]	Sb-126 EG [mBq]	Sb-126 NWG [mBq]	Sb-126-Aktivität [mBq]	Sb-126-Aktivitätskonz. [mBq/m ³]	U [%]	Sn-126 EG [mBq]	Sn-126 NWG [mBq]	Sn-126-Aktivität [mBq]	Sn-126-Aktivitätskonz. [mBq/m ³]	U [%]
Messort 2, MAW Aktivkohle_1	Messort 2, MAW Aktivkohle_1	18.9.23 10:30	29.9.23 10:57	285,7	0,018	0,0372	0,128	4,48E-04	7,5	0,0094	0,0207	0,134	4,69E-04	4,94
Messort 2, MAW Aktivkohle_2	Messort 2, MAW Aktivkohle_2	18.9.23 10:30	29.9.23 10:57	285,7	0,0237	0,0496	-	-	-	0,0147	0,0327	-	-	-
Messort 2, MAW Aktivkohle_1	Messort 2, MAW Aktivkohle_1	29.9.23 11:07	16.10.23 10:36	331,2	0,0493	0,106	0,208	6,28E-04	13,9	0,077	0,17	0,161	4,86E-04	22,74
Messort 2, MAW Aktivkohle_2	Messort 2, MAW Aktivkohle_2	29.9.23 11:07	16.10.23 10:36	331,2	0,0233	0,0485	-	-	-	0,0128	0,0286	0,0112	3,38E-05	50,29
Messort 2, MAW Aktivkohle_1	Messort 2, MAW Aktivkohle_1	16.10.23 10:36	1.11.23 10:24	320,3	0,0301	0,0628	0,368	1,16E-03	5,2	0,0191	0,0425	0,438	1,37E-03	4,9
Messort 2, MAW Aktivkohle_2	Messort 2, MAW Aktivkohle_2	16.10.23 10:36	1.11.23 10:24	320,3	0,0262	0,0543	0,0493	1,64E-04	24,6	0,0213	0,047	-	-	-

4 Zusammenfassung der Messergebnisse

Die über einen Zeitraum von 6 Wochen in 3 etwa 14 Tage dauernden Messperioden an 3 unterschiedlichen Messorten durchgeführten Untersuchungen der I-129-Aktivitäten in der Grubenatmosphäre haben zu den nachfolgend aufgeführten Ergebnissen geführt.

- In den zuerst im Filtersystem durchströmten Schwebstofffiltern konnten, übereinstimmend mit den Messungen des BfS von 2014 und den Messungen in 2019 durch IAF auch 2023 keine Aktivitäten von Cs-137 und I-129 nachgewiesen werden.
- In den jeweils 2 hintereinander geschalteten Filterkartuschen mit DSM 11 konnten wie auch die BfS Messungen 2014 und die IAF Messungen 2019 zeigten, keine I-129-Aktivitäten nachgewiesen werden.
- Die I-129-Aktivitäten konnten nur in Filterkartuschen, die mit Triethylendiamin (TEDA) beschichteten Aktivkohlefiltern, die insbesondere organische Iodverbindungen absorbieren, nachgewiesen werden. Dies ist in vollständiger Übereinstimmung mit den Messergebnissen des BfS im Jahre 2014 und der IAF in 2019.
- Insgesamt wird jedoch aus der Grube eine vergleichsweise geringe jährliche I-129-Aktivität von 132,8 kBq/a ausgetragen, die nach den erneuten Messungen etwa um 20% größer als der für 2019 abgeschätzte Wert ist.
- Die in der ELK 7/725 gemessenen I-129-Aktivitätskonzentrationen haben sich gegenüber den der Messkampagne 2019 etwa um einen Faktor 1,5 vergrößert. Diese Vergrößerung könnte durch die neu installierte Radonabsaugung bedingt sein.
- Die aus der ELK 7/725 abgesaugte I-129 Aktivitätsfracht ist etwa 4,3-mal größer als die von der MAW Kammer stammende I-129 Aktivitätsfracht. Daraus folgt, dass in der Summe etwa 70% der gesamten am HGL abgeführten I-129-Aktivitäten von 132,8 kBq/a aus der MAW Kammer und der ELK 7/725 stammen.
- In der aus der MAW Kammer abgesaugten Luft wurden noch weitere künstliche Radionuklide in den Aktivkohlefiltermaterial nachgewiesen. Diese sind Sn-126 (Spaltprodukt von U-235) und Sb-126 (Zerfallsprodukt von Sn-126). Auch bei früheren Untersuchungen von MAW Filtermaterial durch IAF [4] wurden diese Radionuklide nachgewiesen. Die aus der MAW Kammer austretenden Sn-126- und Sb-126-Aktivitäten konnten wegen der kurzen Sammelzeit von jeweils 14 Tagen nicht auf der Unterdruckseite des HGL nachgewiesen werden.

5 Literaturverzeichnis

- [1] Bestimmung von I-129 Aktivitätskonzentrationen in der Abluft und den Grubenwettern der Schachanlage Asse II, IAF-Radioökologie GmbH im Auftrag der BGE Asse 2019
- [2] Bestimmung der Aktivitätskonzentration von Iod-129 im Abwetter und vor zwei Einlagerungskammern der Schachanlage Asse II Bericht-Nr.: SW1 .4-08/2015 11.07.2016
- [3] Verfahren zur Bestimmung der mittleren Aktivitätskonzentration von I-129 in der Fortluft kerntechnischer Anlagen, Bearbeiter: A. Heckel, Leitstelle für Fortluft aus kerntechnischen Anlagen, Version Oktober 2008
- [4] ██████████ Untersuchung von Filtereinheiten der MAW-Abluffilteranlage auf Radioaktivität Teilberichte: Konzept zur Beprobung (Teilbericht 1) Beprobung und Analyse Vor- und Hauptfilter 2013 (Teilbericht 2) Beprobung und Analyse Vor- und Hauptfilter 2016 (Teilbericht 3) Beprobung und Analyse Vor- und Hauptfilter 2017 (Teilbericht 4), im Auftrag der Asse-GmbH - Gesellschaft für Betriebsführung und Schließung der Schachanlage Asse II (Bestellung BE170480), Am Walde 238319 Remlingen, Radeberg, den 25.07.2017
- [5] Bestimmung Radonquellstärke der ELK 7/725, IAF-Radioökologie GmbH im Auftrag der BGE Asse 2023
- [6] Messtechnische Untersuchungen am Gesenk 10 auf der 700-m-Sohle, IAF - Radioökologie GmbH im Auftrag der Asse GmbH, Dezember 2015, Asse-KZL: 9A/55110000/01STS/LE/BW/0003/00
- [7] Zusammenfassende Ergebnisse der Messungen in den Bohrungen zum Durchhieb zwischen ELK 11 und ELK 12 auf der 750 m Sohle in der Schachanlage Asse II, IAF-Radioökologie GmbH im Auftrag der Asse-GmbH - Gesellschaft für Betriebsführung und Schließung der Schachanlage Asse II, 2017 - 2019