

5. Mai 2015

Beilage zu Zl. 113-223/15

Altablagerung „Pochergraben Schwaz“

Gefährdungsabschätzung und Prioritätenklassifizierung (§13 und §14 Altlastensanierungsgesetz)



Zusammenfassung

Bei der Altablagerung „Pochergraben Schwaz“ handelt es sich um eine Ablagerung feinkörniger Schlämme aus einer Erzaufbereitung, die im Bereich eines ehemaligen Silberbergwerks in einen Bach eingebracht wurden. Im Zeitraum von 1915 bis 1958 wurden durch wiederholte Räumungen des Bachbetts die Schlämme auf einer Länge von ca. 3,5 km entlang des Bachs aufgeschüttet. Die Ablagerungen umfassen eine Fläche von rund 75.000 m² und weisen ein Volumen von etwa 100.000 m³ auf. Die Schlämme sind entsprechend der Zusammensetzung der geförderten Erze sehr hoch mit Kupfer, Antimon, Arsen, Cadmium und Quecksilber belastet. Aufgrund geogener Hintergrundbelastungen sind in der Umgebung des Standortes generell Verunreinigungen des Grundwassers und des Bodens durch Metalle und Metalloide festzustellen. Bei den genannten Elementen sind zusätzliche Kontaminationen gegeben, die auf die Altablagerung zurückzuführen sind. Im Grundwasser verursacht die Altablagerung in Bezug auf Antimon eine erhebliche Schadstofffracht, die der Größenordnung der geogen bedingten Fracht im Anstrom entspricht. Bei Grünlandnutzung des Bodens ist eine erhöhte Pflanzenaufnahme insbesondere von Quecksilber und Arsen zu beobachten. In Hausgärten kann es zu einer erhöhten Aufnahme von Antimon und Arsen in Obst und Blattgemüse kommen. Aufgrund der beschränkten Ernteerträge sind nachteilige Auswirkungen auf die Gesundheit von Menschen durch den Verzehr dieser Produkte aber als unwahrscheinlich einzustufen. Bei der Bewirtschaftung von landwirtschaftlichen Nutzflächen oder Hausgärten kann es durch Aufwirbelung von Staub zu einer erhöhten inhalativen Aufnahme von Arsen kommen. Das Ausmaß der Exposition wird jedoch vor allem über die geogene Hintergrundbelastung in der Umgebung der Altablagerung bestimmt. Aufgrund der abgelagerten Abfälle sowie der festgestellten Verunreinigungen des Bodens und des Grundwassers und deren möglicher Auswirkungen auf Menschen stellt die Altablagerung „Pochergraben“ eine erhebliche Gefahr für die Umwelt dar. Es wird eine Einstufung in Prioritätenklasse 3 vorgeschlagen.

1 LAGE DER ALTABLAGERUNG

Bundesland: Tirol

Bezirk: Schwaz

Gemeinde: Schwaz (70926), Buch in Tirol (70905)

Katastralgemeinden: Schwaz (87007), Buch (87002)

Grundstücksnummern: KG Schwaz: 1030/1, 1030/3, 1030/5, 1031, 1033/8, 1033/9, 1043, 1044, 1047, 1048, 1053, 1055/1, 1055/2, 1055/3, 1055/5, 1055/6, 1055/7, 1055/8, 1055/9, 1055/10, 1055/11, 1055/12, 1055/13, 1062/1, 1062/7, 1066/1, 1066/2, 1067/1, 1067/2, 1067/3, 1067/4, 1067/5, 1067/6, 1078, 1119, 1120, 1122/1, 1122/2, 1125, 2373/1, 2380, 2381, 2382

KG Buch: 2, 7/2, 7/4, 14/1, 14/2, 15, 16/1, 16/2, 17, 21/1, 21/2, 71, 72, 79/1, 80/2, 81/2, 82/3, 83/1, 83/2, 1207, 1208/1, 1208/2, 1299, 1305

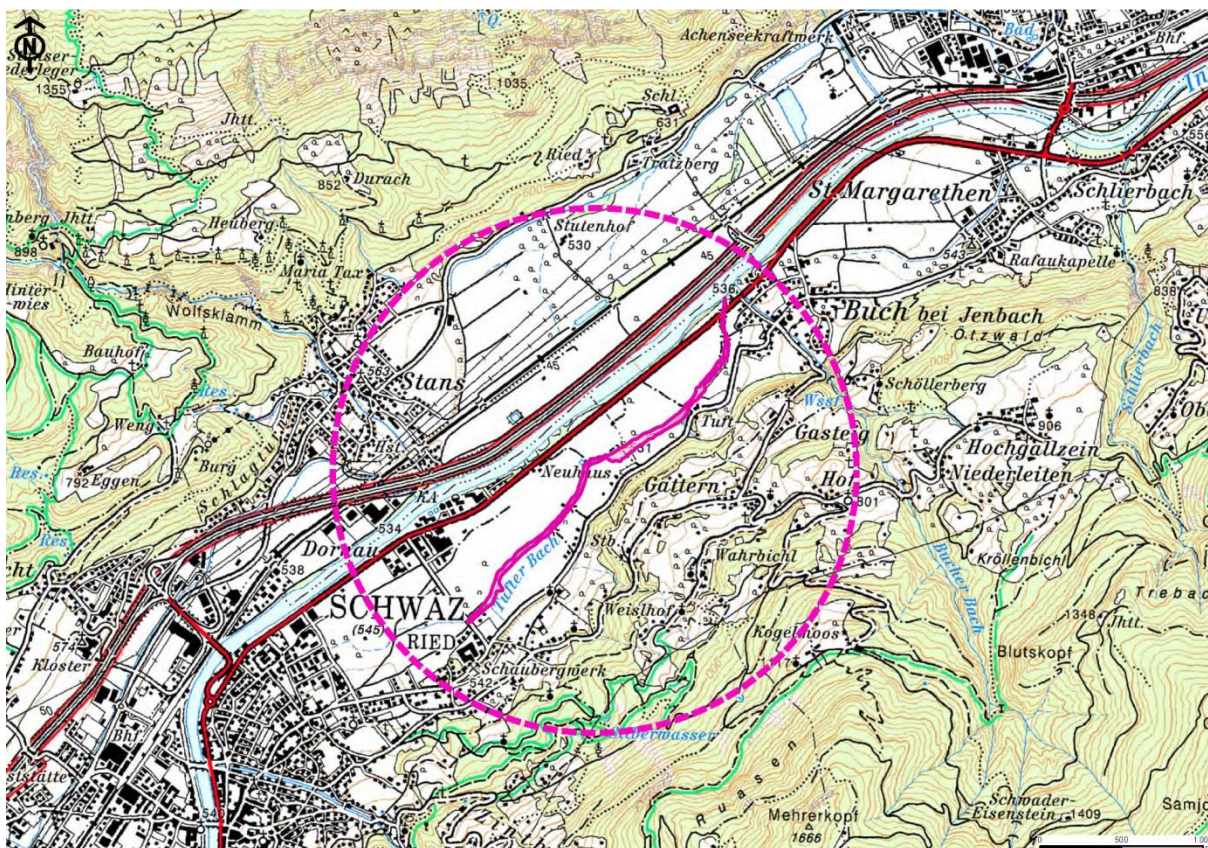


Abb. 1: Übersichtslageplan

2 BESCHREIBUNG DER STANDORTVERHÄLTNISSE

2.1 Altablagerung

Die Altablagerung befindet sich im Inntal nordwestlich der Stadt Schwaz entlang des sogenannten „Pochergrabens“, in dem der Tufter Bach verläuft. Über dieses Oberflächengewässer fließt das Bergwasser des zum ehemaligen Silberbergwerk gehörigen Sigmund-Erbstollens und jetzigen Schaubergwerkes Schwaz ab. Der Bach mündet etwa 3 km nordöstlich von Schwaz in den Inn. Die freie Fließstrecke auf dem Talgrund des Inntals beträgt etwa 3,5 km.

Im Raum Schwaz wurde etwa ab Beginn des 15. Jahrhunderts Silberbergbau betrieben. In der Zeit um das Jahr 1500 war es einer der größten Bergbaustandorte der Welt und rund 85% des weltweit produzierten Silbers kam aus Schwaz. Ab Mitte des 16. Jahrhunderts kam es auf Grund der Importe von Silber aus südamerikanischen Bergbaugebieten zu einem deutlichen Rückgang des Erzabbaus, die endgültige Einstellung erfolgte 1957.

Bei den Lagerstätten im Schwazer Dolomit handelt es sich um ein Fahlerzvorkommen. Als Erz dominiert das Kupfer-Antimon-Fahlerz (Tetraedrit), das im Raum Schwaz in einer silber- und quecksilberreichen Varietät auftritt („Schwazit“). „Schwazit“ zeigt deutliche Substitutionen von Antimon durch Arsen (Anteil 4 – 8 %) und von Kupfer durch Zink, Eisen, Silber (Anteil 0,3 - 0,85 %) oder Quecksilber (Anteil 0,4 – 8 %). Daneben treten in den Lagerstätten zahlreiche andere Minerale auf, die die genannten und andere Metalle (z. B. Blei, Cadmium, Kobalt, Nickel, Wismut) sowie Arsen und Antimon in unterschiedlichem Ausmaß enthalten.

Im Nahbereich des Sigmund-Erbstollens war über Jahrhunderte ein „Pocher“ (Hammer) zur Zerkleinerung der geförderten Erze betrieben worden. Die zerkleinerten Erze wurden in weiterer Folge durch Trocken- und Nasssiebung fraktioniert. Der Siebdurchgang der mechanischen Aufbereitungsanlagen, eine feinkörnige Fraktion, die vor allem aus feinsandigen Gesteinspartikeln mit hohem Erzanteil besteht, wurde in schlammiger Form über den Tufter Bach, der auch als „Pochergraben“ bezeichnet wurde, abgeleitet.

Am Beginn des 20. Jahrhunderts kam es bei Starkregenereignissen auf Grund von Verlandungen entlang des Tufter Baches wiederholt zur Überschwemmungen umgebender landwirtschaftlicher Flächen auf dem Talgrund des Inntals. Um den notwendigen Abfluss bei Starkregenereignissen sicherzustellen, wurde im Jahr 1915 der Abflussgraben neu errichtet. Der Tufter Bach bzw. der neue „Pochergraben“ wurde dabei begradigt, die Sohle mit Betonplatten (0,8 – 1,0 m breit) befestigt und als Trapezgerinne mit einem Gefälle von 1 % ausgeführt. Der ehemalige Lauf des Tufter Baches wurde in weiten Abschnitten verfüllt und liegt generell nördlich des heutigen „Pochergrabens“.

Im Zeitraum von 1915 bis 1958 erfolgte eine regelmäßige Entfernung der Sedimente, deren Feinkornanteil vor allem aus Schlämmen aus der Erzaufbereitung des Silberbergbaus bestand. Die Schlämme wurden jeweils unmittelbar an den beiden Ufern des Baches abgelagert.

Insgesamt erfolgten die Ablagerungen auf einer Fläche von rund 75.000 m² unmittelbar auf das bestehende Gelände. Das Volumen der abgelagerten Schlämme kann mit einer Größenordnung von 100.000 m³ abgeschätzt werden. Die feinkörnigen Gesteinspartikel enthalten sehr hohe Anteile an Metallen, die im Allgemeinen dem vorliegenden Fahlerztyp entsprechend überwiegend in sulfidisch-arsenidisch-antimonidischen Bindungsformen vorliegen. Die Metalle können durch Verwitterungsprozesse freigesetzt oder in andere Mineralphasen, vorwiegend Carbonate sowie Hydroxide, eingebunden werden.

Die Ablagerungen wurden in weiterer Folge zum größten Teil mit 20 bis 30 cm bewuchsfähigem Material abgedeckt. In kleineren Teilbereichen mit natürlichem Aufwuchs ist keine Abdeckung gegeben.

Aufgrund des über mehrere Jahrhunderte betriebenen Silberbergbaus befinden sich an den Hängen der südlichen Talflanke des Inntals ausgedehnte Bergbauhalden. Beginnend beim Schaubergwerk entlang des Talrandes sind Bergbauhalden bis etwa auf die halbe Höhe des Mehrerkopfs (siehe Abb. 1) anzutreffen. Das Ausmaß der Bergbauhalden kann mit einer Gesamtfläche von rund 1 km² abgeschätzt werden.

2.2 Untergrundverhältnisse

Die Altablagerung befindet sich im Inntal. Der Untergrundaufbau wird von alluvialen Lockersedimenten (sandige Kiese mit schluffigen und untergeordnet steinigen Einlagerungen) geprägt. Auf die obersten Bodenhorizonte bzw. die landwirtschaftliche Kulturschicht folgt eine 1 bis 2 m mächtige Schicht an Sandlagen. In die darunter folgenden Kiese des Inn, sind unregelmäßig sandige und teilweise sandig-schluffige Schichten geringerer Mächtigkeit eingelagert (sh. Abbildung 2).

Zur Tiefenlage grundwasserstauender Schichten bzw. von Festgesteinen liegen keine konkreten Angaben vor. Die Mächtigkeit der gut wasserdurchlässigen Schichten kann für den westlichen Bereich der Altablagerung am Talrand mit einer Größenordnung von 20 bis 30 m abgeschätzt werden und kann im Bereich der Talachse des Inntals mehr als 50 m betragen. Unterhalb der kiesigen Schichten sind Schichtfolgen sandiger Sedimente mit steigenden Feinkornanteilen (Schluff, Ton) zu erwarten. Das Inntal ist zum Teil stark übertieft, so dass die Sedimentfüllung mehrere 100 Meter betragen kann.

Die Geländeoberfläche im Inntal südlich des Inns ist eben und fällt im Bereich der Altablagerung mit geringem Gefälle von etwa 532 m ü.A. im Ortsteil Ried im Westen (sh. Abbildung 1) auf etwa 528 m ü.A. im Osten in der Nähe des Ortsgebietes von Buch bei Jenbach. Der Flurabstand des Grundwassers beträgt in Abhängigkeit von der Entfernung zum Inn und kleinräumiger morphologischer Strukturen der Oberfläche etwa 1 bis 4 m. Zumindest in Teilbereichen kommuniziert das Grundwasser mit dem Pochergraben, der auch die Funktion eines Entwässerungsgrabens erfüllt. Am südlichen Rand des Inntales sind ober- und unterirdische Zuflüsse aus den Hangbereichen gegeben.

Die mittlere Durchlässigkeit der oberflächennahen Schichten des Grundwasserleiters kann mit Durchlässigkeitsbeiwerten (kf-Wert) von ca. $2 \cdot 10^{-3}$ bis $1 \cdot 10^{-4}$ m/s charakterisiert werden. Die Grundwasserströmung ist mit einem Gefälle von rund 0,5 bis 1,5 ‰ generell nach Nordosten, im spitzen Winkel zum Inn gerichtet. Die Fließgeschwindigkeit des Grundwassers kann mit ca. 3 m/d abgeschätzt werden.

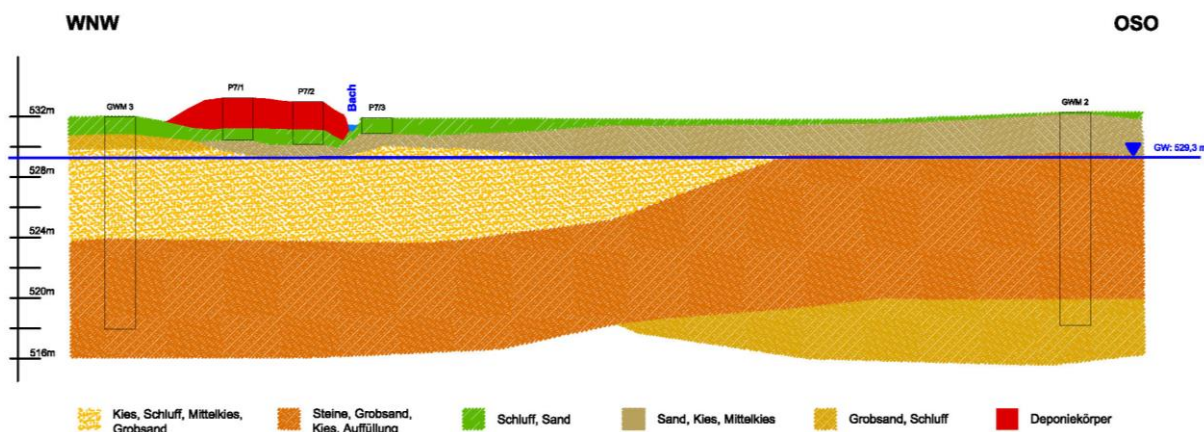


Abb. 2: Geologischer Schnitt

Bei Annahme einer mittleren hydraulischen Durchlässigkeit (kf-Wert) von $2 \cdot 10^{-3}$ m/s und einem mittleren hydraulischen Gefälle von 1 ‰ lässt sich die spezifische hydraulische Fracht für die

obersten 5 m des Aquifers mit rund $0,9 \text{ m}^3$ pro Tag und Querschnittsmeter abschätzen. Durch den schleifenden Verschnitt von Tuffer Bach und Grundwasserstrom ergibt sich für die Altablagerung eine durchschnittliche typische Abstrombreite von etwa 50 m und damit für diese Abstrombreite eine hydraulische Fracht von rund 45 m^3 pro Tag. Die Sickerwassermenge kann entsprechend der „Arbeitshilfe zur Abschätzung von Sickerwasserbelastungen an kontaminierten Standorten“ für einen mit 50 m Abstrombreite korrespondierenden etwa 100 m langen Abschnitt der Altablagerung, und damit für eine Fläche von etwa 5.000 m^2 , mit rund 7 m^3 pro Tag abgeschätzt werden. Dies entspricht ca. 490 mm pro Jahr oder rund 40 % des Jahresniederschlags von ca. 1.200 mm (Klimastation Jenbach). Das Verdünnungspotential des Grundwassers liegt demnach etwa bei einem Faktor von 7.

2.3 Natürliche Ressourcen und Nutzungen

Im Bereich der Altablagerung und in der nahen Umgebung befinden sich vor allem landwirtschaftlich genutzte Flächen. In einzelnen Bereichen sind entlang des Baches auch bewaldete Flächen mit naturnahen Untergehölzbeständen gegeben. Vereinzelt liegen im Nahbereich des „Pochergrabens“ auch landwirtschaftliche Gebäude und Wohnhäuser. Insbesondere am westlichen Ende der Altablagerung befinden sich einzelne Wohnhäuser der sogenannten Bergwerkssiedlung unmittelbar im Bereich der Altablagerung.

Im Grundwasseranstrom der Altablagerung befindet sich eine Brunnenanlage zur Trinkwasserversorgung der Stadt Schwaz (sh. Abbildung 3).

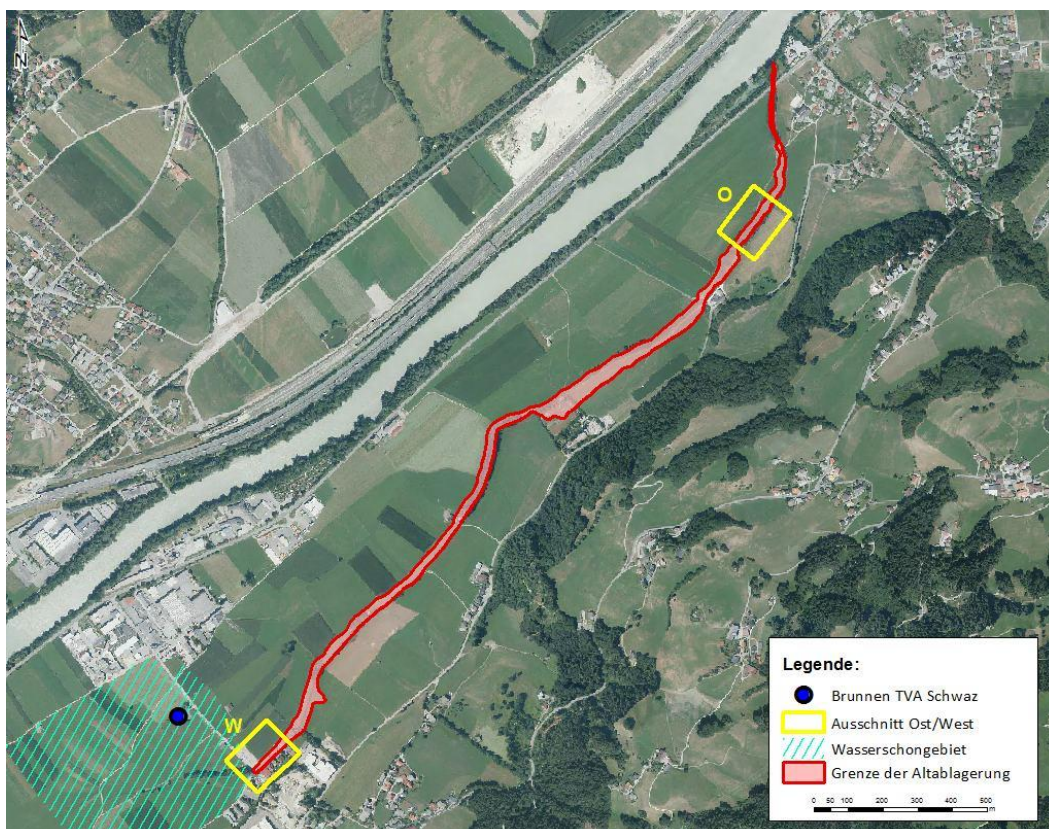


Abb. 3: Lages des Untersuchungsgebietes im Luftbild (2009) gelb: Ausschnitte für nutzungsbezogene Detaildarstellungen in (Ausschnitt Ost sh. Abb. 5 bzw. West sh. Abb. 6)

3 UNTERSUCHUNGEN

Im Frühjahr 2001 wurden im Bereich der Altablagerung bzw. des Tufter Baches sechs Sediment- und fünf Schlammproben entnommen und Metallgehalte bestimmt. Im Zeitraum von 2007 bis 2011 wurden ergänzende Untersuchungen gemäß § 13 ALSAG durchgeführt. Dabei wurden am Standort und in der Umgebung folgende Untersuchungen durchgeführt:

- Kartierung der Nutzung im Bereich der Altablagerung sowie der näheren Umgebung
- Erkundung und Kartierung der Abgrenzung der Altablagerung im Juli 2007
- Durchführung von 100 Rammkernsondierungen entlang von 33 Querprofilen und Entnahme von 169 Feststoffproben (abgelagerte Sedimente und gewachsener Untergrund) im April 2008
- Feststoffuntersuchungen an Proben der abgelagerten Sedimente (22 Proben) sowie des gewachsenen Untergrundes unter der Ablagerung (30 Proben) auf 9 ausgewählte Metalle
- Entnahme von Bodenproben auf 272 Teilflächen im Bereich der Altablagerung im April 2008
- Entnahme von 20 Bodenproben auf Referenzflächen in der Umgebung im April und Oktober 2008
- Feststoffuntersuchungen an 292 Bodenproben auf 9 ausgewählte Metalle
- Entnahme von 66 Sedimentproben aus dem Tufter Bach im April 2008
- Sammeln von Pflanzenproben aus Hausgärten und Bestimmung der Metallgehalte an 52 Proben
- Einrichtung von 3 Messstellen und Abflussmessungen (5 Termine) am Tufter Bach
- Probenahmen und Analyse von Oberflächenwasserproben (4 Termine, sh. Grundwasserprobenahmen)
- Herstellung von 12 Grundwassermessstellen im Oktober und November 2008
- Probenahme und Analyse von Grundwasserproben im Februar 2009, Juni 2009, Dezember 2009 und Mai 2010

3.1 Durchführung und Ergebnisse von Feststoffuntersuchungen

Im Zuge der periodisch wiederkehrenden Entfernung von Sedimenten aus dem Tufter Baches wurden im Jänner 2001 eine Schlammprobe unmittelbar aus dem Bach sowie im Juli 2001 Proben des entlang des Baches aufgeschütteten Materials gezogen. Im April 2008 wurden im Bereich der Altablagerung insgesamt 100 Rammkernsondierungen ausgeführt und die abgelagerten Sedimente sowie der unterhalb der Anschüttung anstehende Untergrund beprobt.

3.1.1 Ergebnisse der Sedimentuntersuchungen

Im Jänner 2001 wurde am Tufter Bach eine Sedimentprobe entnommen und 7 Metalle (Blei, Cadmium, Chrom gesamt, Kupfer, Nickel, Quecksilber, Zink) bestimmt. Die Analysenergebnisse bestätigten, dass die Sedimente einen hohen Anteil an Kupfer (2,5 g/kg) enthalten und auch bei Schwermetallen deutlich erhöhte Gehalte (z.B. Quecksilber 80,5 mg/kg) zeigen.

In weiterer Folge wurden im Juli 2001 an 5 Probenahmestellen entlang des Tufter Baches die nach der Räumung der Bachsohle an beiden Ufern aufgebrachten Materialien beprobt. An jeder Probenahmestelle wurden unmittelbar an der Oberfläche jeweils eine Sediment- und eine Schlammprobe gezogen. An diesen 10 Proben wurden 8 Metalle und Metalloide (Arsen, Blei, Cadmium, Chrom gesamt, Kupfer, Nickel, Quecksilber, Zink) sowie die Parameter TOC jeweils als Gesamt- und als Eluatgehalt (Wasser-/Feststoffverhältnis 10:1) bestimmt. An den 5 Sedi-

mentproben wurde darüber hinaus der Parameter Summe Kohlenwasserstoffe als Gesamtgehalt bestimmt. An den Eluaten aller 10 Proben wurden außerdem der pH-Wert und die elektrische Leitfähigkeit gemessen.

Generell zeigten die Analysenergebnisse sowohl für die Sediment- als auch die Schlammproben stark erhöhte Gehalte insbesondere für Arsen (max. 1.170 mg/kg TS), Kupfer (max. 6.280 mg/kg TS) und Quecksilber (max. 417 mg/kg TS). Die Messergebnisse für den Parameter Summe Kohlenwasserstoffe waren unauffällig (< 100 mg/kg TS). Die Analyse der Eluate zeigte für alle 5 Sedimentproben, dass bei Arsen (max. 27,2 mg/kg TS), Kupfer (max. 24,4 mg/kg TS) und Quecksilber (max. 0,12 mg/kg TS) auch eine hohe Mobilisierbarkeit gegeben ist. Die Eluatgehalte der Schlammproben waren weitgehend unauffällig.

3.1.2 Ergebnisse der Feststoffuntersuchungen – Ablagerungen

Im April 2008 wurden im Bereich der Altablagerung entlang von 33 Querprofilen 100 Rammkernsondierungen durchgeführt und insgesamt 169 Feststoffproben (abgelagerte Sedimente und gewachsener Untergrund) entnommen.

Zur Charakterisierung der abgelagerten Sedimente wurden 22 Feststoffproben ausgewählt und auf die Metalloide Antimon und Arsen sowie die Metalle Blei, Cadmium, Kupfer, Nickel, Quecksilber, Wismut und Zink im Gesamtgehalt (sh. Tab. 1) untersucht. An 21 Proben wurden die Metallkonzentrationen außerdem im Ammoniumnitratextrakt (sh. Tab. 2) bestimmt sowie an 11 Proben im Eluat (Wasser-/Feststoffverhältnis 10:1; sh. Tab. 3).

Tab.1: Ergebnisse der Untersuchung der abgelagerten Sedimente - Gesamtgehalte

Parameter	Einheit	BG	Messwerte			Probenanzahl			ÖNORM
			Min.	Max.	Median	n _{ges.}	< PW	> PW	S 2088-1 PW (a)
Antimon	mg/kg	5	220	1.900	855	22	-	-	-
Arsen	mg/kg	1	110	690	415	22	0	22	50
Blei	mg/kg	1	4,9	53	12,5	22	22	0	100
Cadmium	mg/kg	0,3	1,3	9,6	4,2	22	3	19	2
Kupfer	mg/kg	1	740	4.200	2.600	22	0	22	100
Nickel	mg/kg	1	5,3	32	8,8	22	22	0	100
Quecksilber	mg/kg	0,1	12	260	125	22	0	22	1
Wismut	mg/kg	5	< 5	23	12	22	-	-	-
Zink	mg/kg	1	120	560	230	22	21	1	500

BG ... Bestimmungsgrenze; PW (a) ... Prüfwert, Standorte mit geringem Schadstoffrückhaltevermögen ungesättigte Zone

Messwert > PW	Messwert > 5 x PW
---------------	-------------------

Tab.2: Ergebnisse der Untersuchung der abgelagerten Sedimente - Ammoniumnitratextrakt

Parameter	Einheit	BG	Messwerte			Probenanzahl			ÖNORM
			Min.	Max.	Median	n _{ges.}	< PW	> PW	S 2088-2 PW
Antimon	µg/kg	500	1.300	140.000	32.000	21	-	-	-
Arsen	µg/kg	100	100	45.000	415	21	0	21	100
Blei	µg/kg	100	< 100	220	12,5	21	21	0	300
Cadmium	µg/kg	10	< 10	110	4,2	21	3	19	40
Kupfer	µg/kg	100	2.100	280.000	120.000	21	0	21	800
Nickel	µg/kg	100	< 100	260	110	21	-	-	-
Quecksilber	µg/kg	20*	20	310	60	18	0	18	5
Wismut	µg/kg	100	< 100	4.100	295	21	-	-	-
Zink	µg/kg	100	< 100	14.000	4.500	21	-	-	-

BG ... Bestimmungsgrenze; PW ... Prüfwert; * ... BG > PW

Messwert > PW	Messwert > 5 x PW
---------------	-------------------

Tab.3: Ergebnisse der Untersuchung der abgelagerten Sedimente - Eluatgehalte (W/F 10:1)

Parameter	Einheit	BG	Messwerte			Probenanzahl			ÖNORM S 2088-1
			Min.	Max.	Median	n _{ges.}	< PW	> PW	
Antimon	mg/kg	0,05	1,3	20	3,8	11	[0]	[11]	[0,05]
Arsen	mg/kg	0,01	0,3	6,3	3,6	11	0	11	0,1
Blei	mg/kg	0,01	< 0,01	0,04	0,02	11	11	0	0,1
Cadmium	mg/kg	0,002	< 0,002	0,09	0,04	11	8	3	0,05
Kupfer	mg/kg	0,01	0,2	12	4,8	11	2	9	1
Nickel	mg/kg	0,01	< 0,01	0,01	0,01	11	11	0	1
Quecksilber	mg/kg	0,002	0,006	2,9	0,61	11	1	10	0,01
Wismut	mg/kg	0,05	< 0,05	0,09	0,06	11	-	-	-
Zink	mg/kg	0,01	0,14	0,9	0,53	11	11	0	10

BG ... Bestimmungsgrenze; PW (a) ... Prüfwert lt. Tabelle 1 ÖNORM S 2088-1, Standorte mit geringem Schadstoffrückhaltevermögen ungesättigte Zone [Richtwert für Antimon abgeleitet nach Tabelle 4 ÖNORM S 2088-1]

Messwert > PW	Messwert > 5 x PW
---------------	-------------------

3.1.3 Ergebnisse der Feststoffuntersuchungen – Untergrund

Zur Charakterisierung des unterhalb der Sohle der Altablagerung anstehenden Untergrundes wurden 30 Feststoffproben ausgewählt und die Metalloide Antimon und Arsen sowie die Metalle Blei, Cadmium, Kupfer, Nickel, Quecksilber, Wismut und Zink im Gesamtgehalt (sh. Tab. 4) bestimmt. An 16 Proben wurden zusätzlich Eluatgehalte (sh. Tab. 5; Wasser-/Feststoffverhältnis 10:1) bestimmt.

Tab.4: Ergebnisse der Untersuchung des gewachsenen Untergrundes - Gesamtgehalte

Parameter	Einheit	BG	Messwerte			Probenanzahl			ÖNORM S 2088-1
			Min.	Max.	Median	n _{ges.}	< PW	> PW	
Antimon	mg/kg TS	5	20	13.000	490	30	-	-	-
Arsen	mg/kg TS	1	14	1.100	130	30	11	19	50
Blei	mg/kg TS	1	7,2	71	13	30	30	0	100
Cadmium	mg/kg TS	0,3	< 0,3	12	1,8	30	19	11	2
Kupfer	mg/kg TS	1	31	5.800	325	30	9	21	100
Nickel	mg/kg TS	1	7,3	63	26,5	30	30	0	100
Quecksilber	mg/kg TS	0,1	0,4	270	14,8	30	6	24	1
Wismut	mg/kg TS	5	< 5	20	14,5	30	-	-	-
Zink	mg/kg TS	1	51	3.700	185	30	26	4	500

BG ... Bestimmungsgrenze; PW (a) ... Prüfwert, Standorte mit geringem Schadstoffrückhaltevermögen ungesättigte Zone

Messwert > PW	Messwert > 5 x PW
---------------	-------------------

Tab.5: Ergebnisse der Untersuchung des gewachsenen Untergrundes – Eluatgehalte (W/F 10:1)

Parameter	Einheit	BG	Messwerte			Probenanzahl			ÖNORM S 2088-1
			Min.	Max.	Median	n _{ges.}	< PW	> PW	
Antimon	mg/kg TS	0,05	0,24	380	6,6	16	0	16	0,05
Arsen	mg/kg TS	0,01	0,05	3,7	0,5	16	1	15	0,1
Blei	mg/kg TS	0,01	< 0,01	0,03	0,015	16	16	0	0,1
Cadmium	mg/kg TS	0,002	< 0,002	0,02	0,009	16	16	0	0,05
Kupfer	mg/kg TS	0,01	0,05	4,5	0,28	16	12	4	1
Nickel	mg/kg TS	0,01	< 0,01	0,07	0,01	16	16	0	1
Quecksilber	mg/kg TS	0,002	< 0,002	0,92	0,009	16	9	7	0,01
Wismut	mg/kg TS	0,05	< 0,05	< 0,05	-	16	-	-	-
Zink	mg/kg TS	0,01	0,03	0,89	0,29	16	16	0	10

BG ... Bestimmungsgrenze; PW (a) ... Prüfwert lt. Tabelle 1 ÖNORM S 2088-1, Standorte mit geringem Schadstoffrückhaltevermögen ungesättigte Zone [Richtwert für Antimon abgeleitet nach Tabelle 4 ÖNORM S 2088-1]

Messwert > PW	Messwert > 5 x PW
---------------	-------------------

3.2 Durchführung und Ergebnisse von Bodenuntersuchungen

3.2.1 Vorbereitung und Durchführung der Bodenprobenahmen

Im Sommer 2007 erfolgten eine Überprüfung der Abgrenzung der Altablagerung und eine Nutzungskartierung im Bereich und der Umgebung (mindestens bis zu 200 m) der Altablagerung. Den Ergebnissen entsprechend wurde die Altablagerung in 277 Teilflächen unterteilt und 10 Referenzflächen in der Umgebung ausgewählt. Als Nutzungskategorien wurden Grünland, Ackerbauflächen, Wald- und terrestrische Biotopflächen sowie Hausgärten unterschieden. Die Größe der Teilflächen war bei Ackerflächen und Hausgärten jeweils 100 m², bei Grünland, Wald und Biotopen jeweils 200 m².

Im April 2008 erfolgten Bodenprobenahmen des Oberbodens. Dabei wurden auf jeder Teilfläche rund 20 Stichproben gesammelt, die in weiterer Folge zu einer Mischprobe vereinigt wurden. Die Probenahmetiefe war allgemein mit 0 – 20 cm definiert, bei Hausgärten mit 0 – 10 cm. Im Oktober 2008 wurden zusätzlich weitere 10 Referenzflächen in der weiteren Umgebung der Altablagerung beprobt.

3.2.2 Ergebnisse der Bodenuntersuchungen – Referenzflächen

Im Frühjahr 2008 wurde der Oberboden im Bereich von 10 landwirtschaftlich genutzten Referenzflächen in der nahen Umgebung und von 10 landwirtschaftlich genutzten Referenzflächen in der weiteren Umgebung der Altablagerung beprobt (sh. Abb. 4). An den 20 Bodenproben wurden für 9 Elemente (Antimon, Arsen, Blei, Cadmium, Kupfer, Nickel, Quecksilber, Wismut, Zink) Gesamtgehalte bestimmt (sh. Tab. 6).

Tab.6: Ergebnisse der Bodenuntersuchungen – Referenzflächen (Gesamtgehalte)

Parameter	Einheit	BG	Messwerte				Probenanzahl		ÖNORM S 2088-2 PW
			Min.	Max.	Median	85 % P.	< PW	> PW	
Antimon	mg/kg	5	32	570	89	187	0	20	2
Arsen	mg/kg	1	30	203	50,5	104	0	20	20
Blei	mg/kg	1	46	150	85,5	128,5	12	8	100
Cadmium	mg/kg	0,3	0,9	3,5	0,6	2,0	0	20	0,5
Kupfer	mg/kg	1	68	2.200	175	907	4	16	100
Nickel	mg/kg	1	19	74	44	58	20	0	100
Quecksilber	mg/kg	0,1	0,8	200	5,4	48	0	20	0,5
Wismut	mg/kg	1	5	17	5,95	16,7	-	-	-
Zink	mg/kg	1	100	390	190	240	19	1	300

BG ... Bestimmungsgrenze; PW ... Prüfwert (Nutzungsklasse Landwirtschaft und Gartenbau)

Messwert > PW	Messwert > 5 x PW
---------------	-------------------

Die Ergebnisse der Untersuchungen zeigten, dass in der Umgebung der Altablagerung eine großflächige Belastung des Oberbodens insbesondere durch Antimon, Arsen, Kupfer und Quecksilber sowie untergeordnet durch Blei und Cadmium gegeben ist.

An 7 Bodenproben aus der näheren Umgebung sowie 10 Bodenproben aus der weiteren Umgebung wurden Ammoniumnitratextrakte untersucht. Bei den Bodenproben aus der näheren Umgebung zeigten sich bei Antimon (max. 2.700 µg/kg TR), Arsen (max. 550 µg/kg TR) und Kupfer (max. 4.100 µg/kg TR) deutlich erhöhte Gehalte. Bei den Bodenproben aus der weiteren Umgebung waren bei den untersuchten Elementen keine erhöhten Gehalte zu beobachten.

An 4 Bodenproben aus der näheren Umgebung sowie 10 Bodenproben aus der weiteren Umgebung wurden darüber hinaus Eluatuntersuchungen (Wasser-/Feststoffverhältnis 10:1) durchgeführt. Bei den Bodenproben aus der näheren Umgebung zeigten sich zum Teil bei Antimon (max. 1,3 mg/kg TR), Arsen (max. 0,9 mg/kg TR), Kupfer (max. 1,9 mg/kg TR) und Quecksilber (max.

0,11 mg/kg TR) erhöhte Gehalte. Bei den Bodenproben aus der weiteren Umgebung zeigten sich nur bei einer Probe erhöhte Gehalte für Antimon (0,76 mg/kg TR) und Arsen (0,14 mg/kg TR).

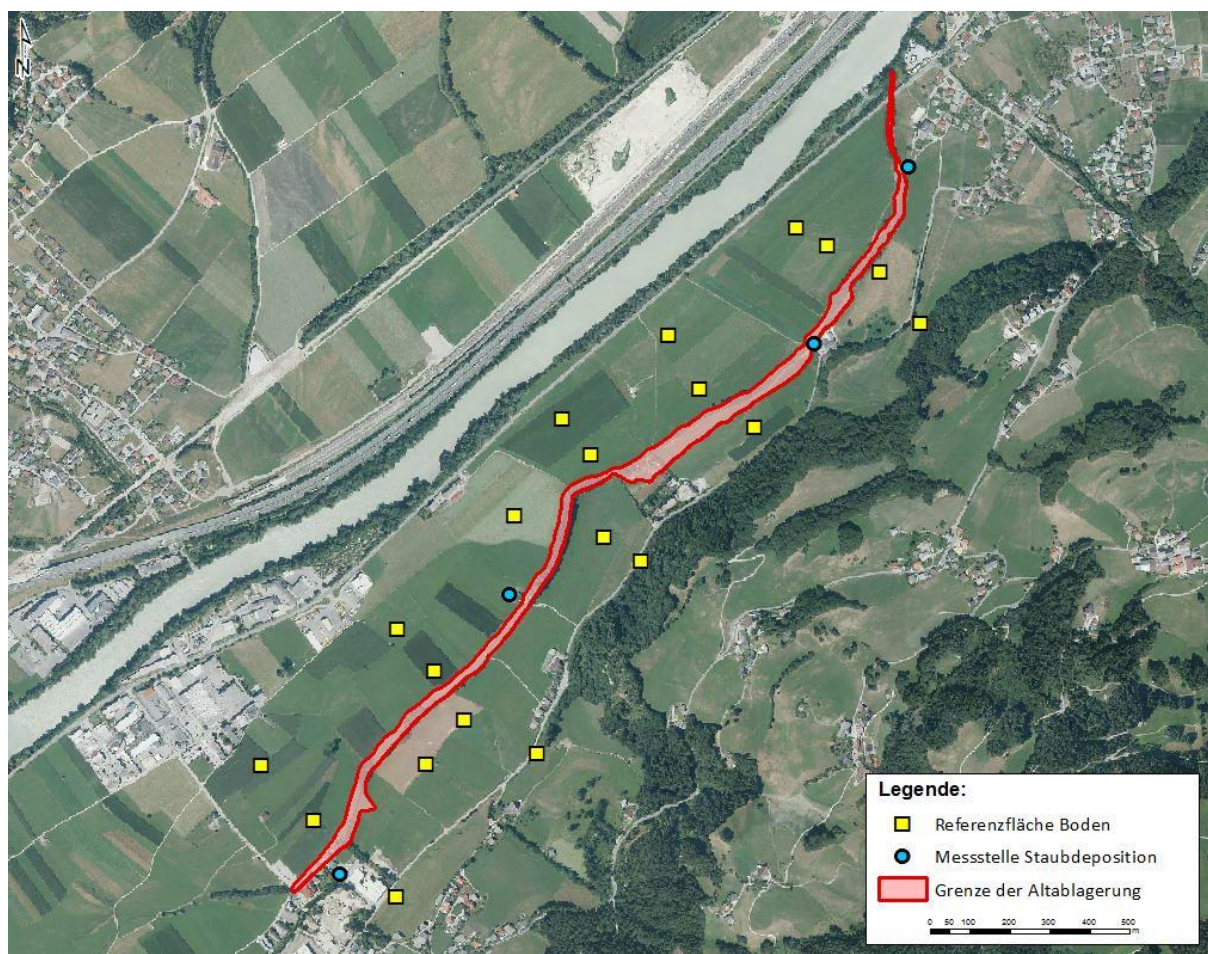


Abb.4: Lage der Referenzflächen der Boden- und Pflanzenuntersuchungen im Umfeld (sh. Kap. 3.3.2) sowie der Messstellen für die Staubdeposition (sh. Kap. 3.4)

3.2.3 Ergebnisse der Bodenuntersuchungen – landwirtschaftliche Nutzflächen

Im Bereich der landwirtschaftlichen Nutzflächen wurden auf insgesamt 186 Teilflächen Bodenproben entnommen und 9 Elemente (Antimon, Arsen, Blei, Cadmium, Kupfer, Nickel, Quecksilber, Wismut, Zink) als Gesamtgehalt bestimmt. Ausgewählte Ergebnisse sind in den Tabellen 7 und 8 zusammengefasst, im Vergleich mit lokalen Referenzwerten ausgewertet und in Abbildung 5 für einen Ausschnitt im Osten der Altablagerung zusammenfassend klassifiziert. Als lokaler Referenzwert wurde jeweils das elementspezifische 85 %-Perzentil der untersuchten Referenzflächen herangezogen.

Tab.7: Ergebnisse der Bodenuntersuchungen - Ackerflächen

Parameter	Einheit	BG	Messwerte			Probenanzahl				Referenz- werte (lokal)
			Min.	Max.	Median	n _{ges.}	< RW	hoch belastet (> RW)	sehr hoch belastet (> 2 x RW)	RW _(L)
Antimon	mg/kg TS	5	120	950	490	33	4	15	14	190
Arsen	mg/kg TS	1	69	380	165	33	2	19	12	100
Blei	mg/kg TS	1	21	170	43	33	32	1	-	100
Cadmium	mg/kg TS	0,3	1,4	4,3	2,7	33	5	27	1	2
Kupfer	mg/kg TS	1	390	3.100	1.700	33	5	12	16	900
Quecksilber	mg/kg TS	0,1	17	190	90	33	7	13	13	50

BG ... Bestimmungsgrenze; RW ... lokaler Hintergrundwert (sh. Tab. 6. Untersuchung Referenzflächen, 85 % Perzentil)

Messwert > PW Messwert > 5 x PW

Tab.8: Ergebnisse der Bodenuntersuchungen - Grünlandflächen

Parameter	Einheit	BG	Messwerte			Probenanzahl				Referenz- werte (lokal)
			Min.	Max.	Median	n _{ges.}	< RW	hoch belastet (> RW)	sehr hoch belastet (> 2 x RW)	RW _(L)
Antimon	mg/kg TR	5	72	540	265	151	45	68	38	190
Arsen	mg/kg TR	1	59	360	140	151	36	85	30	100
Blei	mg/kg TR	1	17	380	40	151	149	1	1	100
Cadmium	mg/kg TR	0,3	0,44	17	2,3	151	47	96	8	2
Kupfer	mg/kg TR	1	410	11.300	1.400	151	36	79	36	900
Quecksilber	mg/kg TR	0,1	17	190	84	151	33	72	46	50

BG ... Bestimmungsgrenze; RW ... lokaler Hintergrundwert (sh. Tab. 6. Untersuchung Referenzflächen, 85 % Perzentil)

Messwert > PW Messwert > 5 x PW

An 50 ausgewählten Bodenproben der landwirtschaftlich genutzten Teilflächen im Bereich der Altablagerung wurden die Elemente auch im Ammoniumnitratextrakt bestimmt. Ergebnisse der Untersuchung der Ammoniumnitratextrakte sind in den Tabellen 9 und 10 zusammengefasst.

Tab.9: Ergebnisse der Ammoniumnitratextrakte - Ackerflächen

Parameter	Einheit	BG	Messwerte			Probenanzahl			ÖNORM S 2088-2
			Min.	Max.	Median	n _{ges.}	< PW	> PW	PW
Antimon	µg/kg TR	100	360	61.000	7.400	11	-	-	-
Arsen	µg/kg TR	100	< 100	7.200	4.000	11	1	10	100
Cadmium	µg/kg TR	10	< 10	28	18	11	11	0	40
Kupfer	µg/kg TR	100	840	41.000	13.000	11	0	11	800
Quecksilber	µg/kg TR	20	< 20	320	-	8	-	8	5
Zink	µg/kg TR	100	< 100	1.600	820	11	-	-	-

BG ... Bestimmungsgrenze; PW ... Prüfwert

Messwert > PW Messwert > 5 x PW

Tab.10: Ergebnisse der Ammoniumnitratextrakte - Grünlandflächen

Parameter	Einheit	BG	Messwerte			Probenanzahl			ÖNORM S 2088-2
			Min.	Max.	Median	n _{ges.}	< PW	> PW	PW
Antimon	µg/kg TR	100	360	70.000	7.500	39	-	-	-
Arsen	µg/kg TR	100	< 100	35.000	1.450	39	1	38	100
Cadmium	µg/kg TR	10	< 10	150	18	39	28	11	40
Kupfer	µg/kg TR	100	480	100.000	13.000	39	1	38	800
Quecksilber	µg/kg TR	20	< 20	600	-	8	-	33	5
Zink	µg/kg TR	100	< 100	15.000	460	39	-	-	-

BG ... Bestimmungsgrenze; PW ... Prüfwert

Messwert > PW Messwert > 5 x PW

An insgesamt 36 ausgewählten Bodenproben der landwirtschaftlich genutzten Teilflächen im Bereich der Altablagerung wurden Metallgehalte im Eluat (Wasser-/Feststoffverhältnis 10:1) bestimmt. Bei allen ausgewählten Proben wurden für Arsen (max. 5,7 mg/kg TR) und Quecksilber (max. 1,0 mg/kg TR) erhöhte Gehalte festgestellt. Bei mehr als 75 % der Proben waren auch bei Antimon (max. 22 mg/kg TR) und Kupfer (max. 6,0 mg/kg TR) erhöhte Gehalte gegeben.

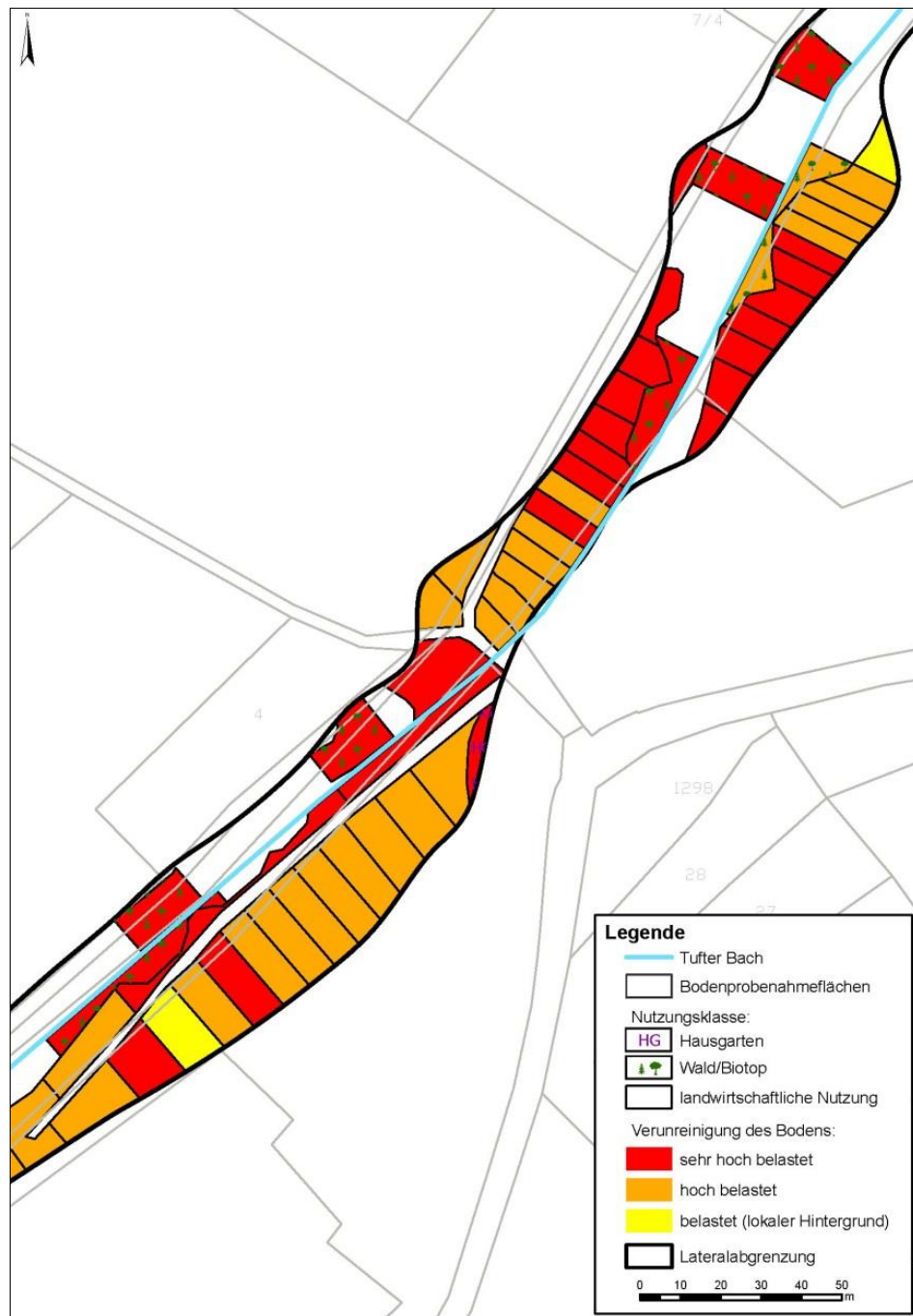


Abb.5: Ergebnisse der Bodenuntersuchungen (Ausschnitt „Ost“ sh. Abb. 3) – Klassifizierung der Kontamination des Oberbodens mit Antimon, Arsen, Cadmium, Kupfer, Quecksilber oder Zink (sh. Tab. 7, 8, 11 und 12)

3.2.4 Ergebnisse der Bodenuntersuchungen – Wald- und Biotopflächen

Im Bereich der Wald- und Biotopflächen auf der Altablagerungen wurden bei insgesamt 60 Teilflächen Bodenproben entnommen und 9 Elemente (Antimon, Arsen, Blei, Cadmium, Kupfer, Nickel, Quecksilber, Wismut, Zink) als Gesamtgehalt bestimmt. Ausgewählte Ergebnisse sind in den Tabellen 11 und 12 zusammengefasst. In Abbildung 6 sind Probenahmeflächen im Bereich eines Ausschnittes der Altablagerung beispielhaft dargestellt und im Vergleich mit lokalen Referenzwerten ausgewertet.

Tab.11: Ergebnisse der Bodenuntersuchungen – Waldflächen

Parameter	Einheit	BG	Messwerte			Probenanzahl				Referenzwert (lokal)
			Min.	Max.	Median	n _{ges.}	< RW	hoch belastet (> RW)	sehr hoch belastet (> 2 x RW)	RW _(L)
Antimon	mg/kg TR	5	24	1.400	390	49	8	16	25	190
Arsen	mg/kg TR	1	32	440	190	49	10	18	21	100
Blei	mg/kg TR	1	11	550	44	49	46	1	2	100
Cadmium	mg/kg TR	0,3	0,91	4,6	3,0	49	7	33	9	2
Kupfer	mg/kg TR	1	150	3.400	1.700	49	11	16	22	900
Quecksilber	mg/kg TR	0,1	5	230	100	49	10	14	25	50

BG ... Bestimmungsgrenze; RW ... lokaler Hintergrundwert (sh. Tab. 6. Untersuchung Referenzflächen, 85 % Perzentil)

Messwert > RW_L Messwert > 5 x RW_L

Tab.12: Ergebnisse der Bodenuntersuchungen – Biotopflächen

Parameter	Einheit	BG	Messwerte			Probenanzahl				Referenzwert (lokal)
			Min.	Max.	Median	n _{ges.}	< HW	hoch belastet (> HW)	sehr hoch belastet (> 2 x HW)	RW _(L)
Antimon	mg/kg TR	5	310	670	440	11	-	4	7	190
Arsen	mg/kg TR	1	210	459	320	11	-	-	11	100
Blei	mg/kg TR	1	19	35	25	11	11	-	-	100
Cadmium	mg/kg TR	0,3	1,9	3,0	2,7	11	1	10	-	2
Kupfer	mg/kg TR	1	1.400	2.800	2.300	11	-	1	10	900
Quecksilber	mg/kg TR	0,1	83	190	130	11	-	1	10	50
Zink	mg/kg TR	1	210	370	290	11	1	10	-	240

BG ... Bestimmungsgrenze; RW ... lokaler Hintergrundwert (sh. Tab. 6. Untersuchung Referenzflächen, 85 % Perzentil)

Messwert > RW_L Messwert > 5 x RW_L

An insgesamt 10 ausgewählten Bodenproben der Waldflächen im Bereich der Altablagerung wurden auch Ammoniumnitratextrakte untersucht. Ausgewählte Ergebnisse sind in Tabelle 13 zusammengefasst.

Tab.13: Ergebnisse der Ammoniumnitratextrakte – Waldflächen

Parameter	Einheit	BG	Messwerte			Probenanzahl			ÖNORM S 2088-2
			Min.	Max.	Median	n _{ges.}	< PW	> PW	PW
Antimon	µg/kg TR	100	740	110.000	23.000	10	-	-	-
Arsen	µg/kg TR	100	< 100	55.000	5.100	10	1	9	100
Cadmium	µg/kg TR	10	< 10	290	60	10	7	3	40
Kupfer	µg/kg TR	100	730	99.000	17.000	10	1	9	800
Quecksilber	µg/kg TR	20	< 20	270	-	8	-	8	5
Zink	µg/kg TR	100	< 100	13.000	1.000	10	-	-	-

BG ... Bestimmungsgrenze; PW ... Prüfwert

Messwert > PW Messwert > 5 x PW

An 3 ausgewählten Bodenproben der Biotopflächen im Bereich der Altablagerung wurden auch Ammoniumnitratextrakte untersucht. Die Ergebnisse zeigten bei allen 3 Proben deutlich erhöhte Messwerte bei Antimon (max. 80.000 µg/kg TR), Arsen (max. 14.000 µg/kg TR), Kupfer (max. 69.000 µg/kg TR) und Quecksilber (max. 40 µg/kg TR).

An insgesamt 12 ausgewählten Bodenproben der Wald- und Biotopflächen im Bereich der Altablagerung wurden Eluatgehalte (Wasser-/Feststoffverhältnis 10:1) bestimmt. Bei mehr als 75 % der ausgewählten Proben wurden für Antimon (max. 10 mg/kg TR), Arsen (max. 18,0 mg/kg TR), Kupfer 13 mg/kg TR) und Quecksilber (max. 1,7 mg/kg TR) erhöhte Gehalte festgestellt.

3.2.5 Ergebnisse der Bodenuntersuchungen – Hausgärten

Im Bereich von Hausgärten wurden bei insgesamt 26 Teilflächen Bodenproben entnommen und 9 Elemente (Antimon, Arsen, Blei, Cadmium, Kupfer, Nickel, Quecksilber, Wismut, Zink) als Gesamtgehalt bestimmt. Nutzungen durch Einfamilienhäuser und Hausgärten sind insbesondere am westlichen Ende der Altablagerung gegeben. Ausgewählte Ergebnisse sind in Tabelle 14 zusammengefasst, im Vergleich mit lokalen Referenzwerten ausgewertet und in Abbildung 6 zusammenfassend klassifiziert.

Tab.14: Ergebnisse der Bodenuntersuchungen – Hausgärten

Parameter	Einheit	BG	Messwerte			Probenanzahl				Referenzwerte (lokal)
			Min.	Max.	Median	n _{ges.}	< RW	hoch belastet (> RW)	sehr hoch belastet (> 2 x RW)	RW _(L)
Antimon	mg/kg TR	5	68	720	225	26	-	2	24	190
Arsen	mg/kg TR	1	43	230	110	26	1	11	14	100
Blei	mg/kg TR	1	27	1.000	94	26	24	1	2	100
Cadmium	mg/kg TR	0,3	1,5	4,1	2,3	26	6	19	1	2
Kupfer	mg/kg TR	1	100	2.100	890	26	3	14	9	900
Quecksilber	mg/kg TR	0,1	9	130	47	26	1	-	25	50
Zink	mg/kg TR	1	210	580	290	26	4	21	1	240

BG ... Bestimmungsgrenze; RW ... lokaler Hintergrundwert (sh. Tab. 6. Untersuchung Referenzflächen, 85 % Perzentil)

Messwert > RW _L	Messwert > 5 x RW _L
----------------------------	--------------------------------

An 9 ausgewählten Bodenproben der 26 Teilflächen wurden auch Ammoniumnitratextrakte untersucht. Die Ergebnisse zeigten im Vergleich mit den Prüfwerten des Entwurfes der ÖNORM S 2088-2 (Ausgabe 15.11.2013) bei keinem Parameter auffällige Messwerte.

An 8 ausgewählten Bodenproben der Hausgärten im Bereich der Altablagerung wurden Eluatgehalte (Wasser-/Feststoffverhältnis 10:1) bestimmt. Bei allen Proben wurden für Antimon (max. 6,9 mg/kg TR), Arsen (max. 4,4 mg/kg TR), Kupfer (max. 3,8 mg/kg TR) und Quecksilber (max. 0,41 mg/kg TR) erhöhte Gehalte festgestellt.

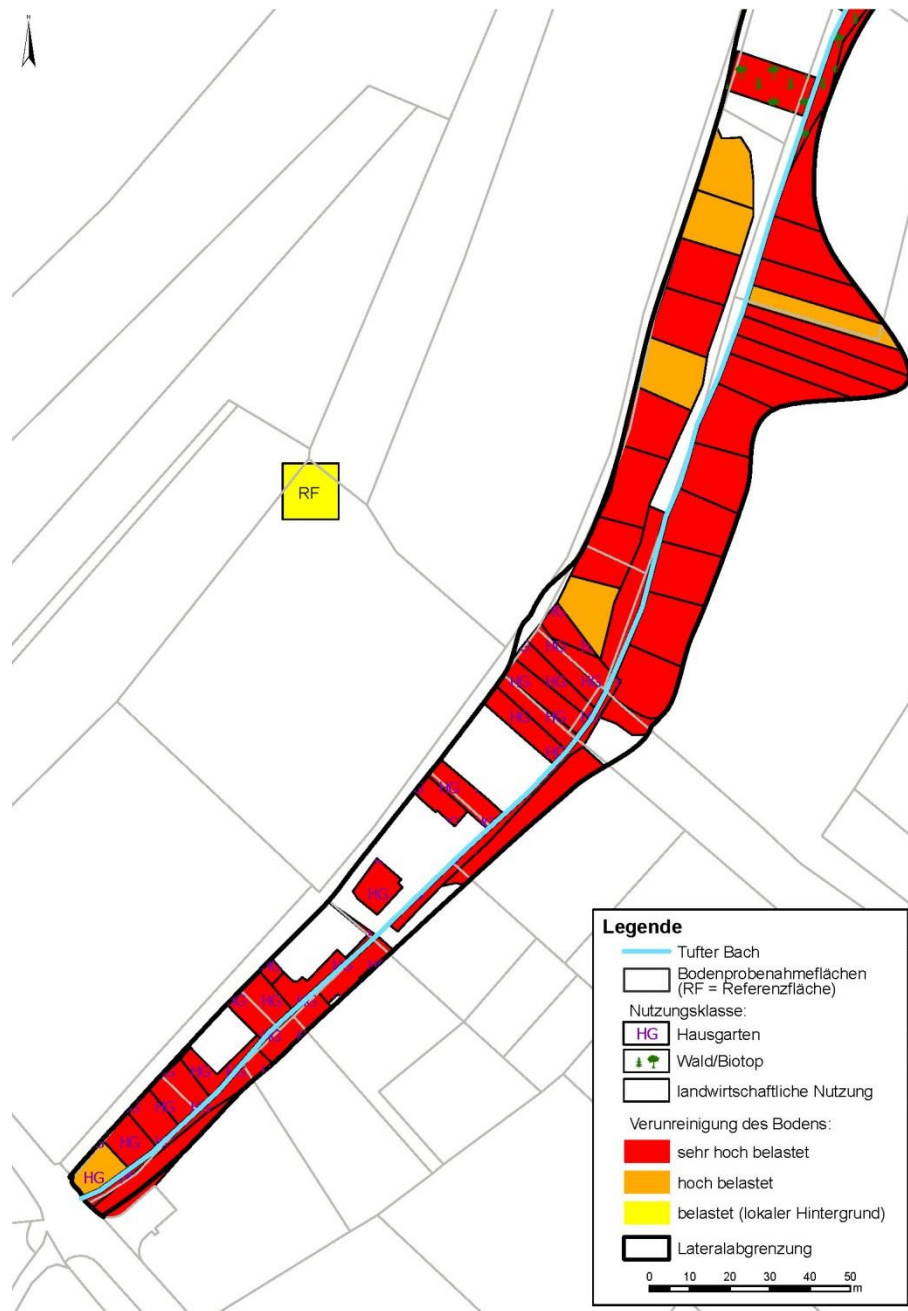


Abb.6: Ergebnisse der Bodenuntersuchungen (Ausschnitt „West“ sh. Abb. 3) – Klassifizierung der Kontamination des Oberbodens mit Antimon, Arsen, Cadmium, Kupfer, Quecksilber oder Zink (sh. Tab. 7, 8, 11, 12 und 14)

3.3 Durchführung und Ergebnisse von Pflanzenuntersuchungen

3.3.1 Pflanzenprobenahmen – Vorbereitung und Durchführung

Im April 2008 wurden im Zuge der Bodenprobenahme im Bereich der Altablagerung ans insgesamt 39 Teilflächen sowie 5 Referenzflächen Pflanzenproben der jeweiligen charakteristischen Vegetation gewonnen. In Folge wurden im Oktober 2008 an 10 zusätzlichen, landwirtschaftlich genutzten Referenzflächen im Umfeld der Altablagerung weitere Probenahmen durchgeführt. Bei den Probenahmen wurden auf den einzelnen Teilflächen jeweils rd. 0,5 bis 1,5 kg Probenmaterial (i.A. Gräser bzw. Aufwuchs und Grünschnitt) gesammelt.

Zur Vorbereitung der Untersuchung von Obst und Gemüse im Bereich von Hausgärten wurden im Frühjahr 2010 im Rahmen einer Begehung und durch einen Fragebogen erhoben, welche Obst- und Gemüsesorten kultiviert werden. Der unmittelbare Erhebungsbereich umfasste dabei die Altablagerung und die Umgebung bis zu 200 m Entfernung sowie einzelne Hausgärten in der weiteren Umgebung als lokale Referenz. Abgestimmt auf die Erhebungsergebnisse und die unterschiedlichen Reife- bzw. Erntezeiten der verschiedenen Obst- und Gemüsesorten wurde ein Konzept zu Probenahmen und Untersuchungen erstellt.

Das Konzept wurde darauf ausgerichtet, dass eine möglichst breite Abdeckung und repräsentative Erfassung der zum Verzehr geeigneten Früchte aller angebauten Nutzpflanzen gewährleistet ist. Für die Probenahmen im Bereich der Hausgärten auf der Altablagerung wurde zwischen Wurzel- und Stängelgemüse (z.B. Karotten, Lauch, Rhabarber), Blattgemüse (z.B. Salat, Kohl, Spinat), Kräutern, Früchten (ausgenommen Beeren) und Kleingemüse (z.B. Tomaten, Bohnen), Beeren (z.B. Erdbeeren, Stachelbeeren, Himbeeren, Johannisbeeren) und Obst (z.B. Äpfel, Birnen, Kirschen) unterschieden.

Die Probenahme erfolgte an drei Terminen im Zeitraum Juli bis Oktober 2010. Die Mindestprobenahmemenge war mit 50 g je Frucht bzw. Pflanze vorgegeben. Im Labor wurden Gemüse und Früchte vor der Aufbereitung zu Analysezwecken zur Entfernung anhaftender Bodenpartikel gewaschen oder geschält.

An den Pflanzenproben wurden die gleichen 9 Metalle und Halbmetalle bestimmt, die bei der Untersuchung des Oberbodens (sh. 3.2 bzw. 3.2.2) untersucht wurden.

3.3.2 Ergebnisse der Pflanzenuntersuchungen - landwirtschaftlich genutzte Fläche

Die Ergebnisse der Untersuchung von Pflanzenproben zeigten im Vergleich mit Richtwerten für Futtermittel bei Cadmium bei einer Probe sowie bei Arsen und Quecksilber bei einer größeren Zahl der Proben auffällige Messwerte. Die Befunde für die übrigen Parameter waren unauffällig. Bei Arsen wurden Gehalte bis zu maximal 12 mg/kg (Richtwert Futtermittel: 2 mg/kg bei Feuchte von 12 %) nachgewiesen, bei Quecksilber Gehalte bis zu maximal 6 mg/kg (Richtwert Futtermittel: 0,1 mg/kg bei Feuchte von 12 %).

Insgesamt zeigten sich im Bereich der landwirtschaftlich genutzten Flächen bei 17 von 39 Teilflächen auf der Altablagerung sowie 4 von 15 Referenzflächen in der Umgebung bei Arsen erhöhte Gehalte. Die Befunde bei allen beprobten, landwirtschaftlich genutzten Teilflächen auf der Altablagerung sowie bei 7 von 15 Referenzflächen zeigten auffällige Befunde für Quecksilber.

3.3.3 Ergebnisse der Pflanzenuntersuchungen - Hausgärten

Bei Probenahmen im Juli, August und Oktober 2010 wurden in 3 Hausgärten am westlichen Ende der Altablagerung, in 3 Hausgärten der näheren Umgebung sowie einem rund 800 m entfernten Hausgarten Pflanzenproben (Obst und Gemüse) gewonnen. In diesen Hausgärten erfolgt der Anbau unterschiedlicher Obst- und Gemüsesorten ergänzend zu Lebensmitteleinkäufen und für den häuslichen Verzehr, so dass die spezifischen Anbaumengen allgemein jeweils relativ gering sind. Da Probenahmen oft den Ernteertrag wesentlich eingeschränkt oder aufgezehrt hätten, waren deutliche Einschränkungen für Pflanzenprobenahmen gegeben bzw. konnten in den einzelnen Hausgärten meist nur einzelne Pflanzensorten beprobt werden.

Unter diesen Voraussetzungen war es im Rahmen der 3 Probenahmeterminale im Jahr 2010 möglich, in 7 Hausgärten insgesamt 30 Pflanzenproben zu nehmen. Es wurden 17 verschiedene Obst- und Gemüsesorten beprobt. Dabei wurden 15 Pflanzenproben in Hausgärten auf der Altablagerung gewonnen, 12 Pflanzenproben in Hausgärten der näheren Umgebung sowie 3 Pflan-

zenproben in einem weiter entfernten Hausgarten. Einen zusammenfassenden Überblick zu den Ergebnissen der Pflanzenuntersuchungen gibt Tabelle 15.

Tab.15: Ergebnisse der Pflanzenuntersuchungen – Hausgärten

Parameter	Einheit	BG	max. Messwerte	Proben > BG					RW	
				Wurzel-gemüse	Blatt-gemüse	sonst. Früchte	Beeren, Klein-obst	Ges.	Gemüse (ohne Blatt-gem.)	Blatt-gemüse
Antimon	mg/kg	0,1	0,40	-	2	-	3	5	k. A.	k. A.
Arsen	mg/kg	0,1	0,20	1	1	1	3	6	k. A.	k. A.
Blei	mg/kg	0,1	0,48	-	1	-	1	2	0,10	0,30
Cadmium	mg/kg	0,05	0,06	-	1	-	-	1	0,05	0,20
Quecksilber	mg/kg	0,1	0,07	-	1	-	-	-	k. A.	k. A.

BG ... Bestimmungsgrenze; RW ... Richtwert: Höchstgehalte in Lebensmitteln [Verordnung (EG) Nr. 1881/2006]

Hinweise auf eine erhöhte Aufnahme durch Pflanzen zeigten sich für Antimon (max. Messwert: Salat) und Arsen (max. Messwert: Salat und auch Apfel). Bei einer Pflanzenprobe (Lauch) konnte eine Überschreitung des Höchstgehaltes für Blei in Lebensmitteln nachgewiesen werden. Diese Probe stammte aus einem Hausgarten in etwa 150 m Entfernung zur Altablagerung.

Die Messwerte für Kupfer, Nickel, Wismut und Zink waren generell unauffällig.

3.4 Durchführung und Ergebnisse von Staubuntersuchungen

3.4.1 Vorbereitung und Durchführung von Staubprobenahmen

Im Jahr 2009 wurden im Umfeld der Altablagerung 4 Messstellen (Lage sh. Abb. 4) zur Erfassung der Staubdeposition betrieben. Die Staubmessung erfolgte nach dem "Bergerhoff-Verfahren". Der sich absetzende Staub und das Regenwasser werden über eine Dauer von 28 Tagen in einem Gefäß gesammelt. In weiterer Folge werden der Staubbiederschlag und das Wasser zur Trocknung eingedampft und als Gesamtstaubbiederschlag gewogen. Das Messprogramm im Bereich der Altablagerung „Pochergraben Schwaz“ umfasste 13 Messintervalle (12 x über 4 Wochen, 1 x über 3 Wochen). An den über die einzelnen Messperioden gesammelten Staubproben wurden im Labor 9 Elemente (Antimon, Arsen, Blei, Cadmium, Kupfer, Nickel, Quecksilber, Wismut, Zink) bestimmt.



Abb.7: Staubsammler (Messstelle BUCH 2; links: Winter; rechts: Sommer; Lage sh. Abb. 4)

3.4.2 Ergebnisse der Staubprobenahmen

Der Überblick zu den Jahresmittelwerten des Gesamtstaubniederschlags ist in Abbildung 8 dargestellt. Die Minima der täglichen Staubbelastung waren mit 24 bis 35 mg/m² bei allen 4 Messstellen relativ einheitlich. Ein Vergleich der Jahresmittelwerte der täglichen Staubbelastung ist in Abbildung 8 dargestellt. Bei einer Messstelle (BUCH 3) waren bei 4 Messperioden sowie in Bezug auf den Jahresmittelwert Überschreitungen des Grenzwertes nach Immissionsschutzgesetz Luft (IG-L) und ein maximaler Messwert von 994 mg/m² pro Tag gegeben. Bei den drei weiteren Messstellen war jeweils nur bei einer Messperiode (jeweils im Zeitraum April bis Juli) eine deutlich erhöhte Staubbelastung zu beobachten.

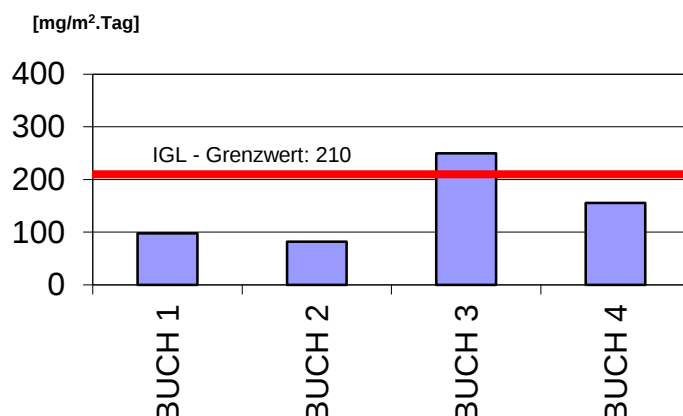


Abb.8: Gesamtstaubniederschlag (Jahresmittelwerte) in der Umgebung der Altablagerung „Pochergraben“ (Lage der Messstellen sh. Abb. 4)

Die Auswertung der Ergebnisse der Laboranalysen zeigt in Bezug auf die Jahresmittelwerte der täglichen Metall- und Halbmetalldeposition (sh. Tab. 16), dass die höchste Deposition im Allgemeinen an der Messstelle mit der höchsten jährlichen Gesamtstaubdeposition (BUCH 3) gegeben war. Abweichungen davon zeigten sich in Bezug auf Kupfer (BUCH 1) und Nickel (BUCH 4). Der Vergleich der Einzelergebnisse der 13 Messperioden zeigt, dass bei diesen Messstellen jeweils in einer einzelnen Messperiode ein Ausreißer mit von den übrigen Messergebnissen stark abweichenden und mindestens um den Faktor 10 erhöhte Belastungen gegeben waren.

Im Vergleich mit Immissionswerten zur Beurteilung der jährlichen Deposition zeigte sich bei jeweils einer Messstelle ein Hinweis auf eine erhöhte jährliche Deposition, konkret bei Arsen (BUCH 3: Jahresmittelwert 0,006 mg/m²*d; max. 0,039 mg/m²*d) bzw. Nickel (BUCH 4: Jahresmittelwert 0,016 mg/m²*d; max. 0,103 mg/m²*d).

Tab.16: Metall- und Halbmetalldeposition im Nahbereich der Altablagerung „Pochergraben Schwarz“ – Jahresmittelwerte

Parameter	Einheit	Messstelle				TA Luft ¹ Immissionswert
		BUCH 1	BUCH 2	BUCH 3	BUCH 4	
Antimon	µg/(m ² *d)	1,6	0,9	4,4	2,0	-
Arsen	µg/(m ² *d)	2,0	1,0	5,7	2,5	4
Cadmium	µg/(m ² *d)	0,17	0,21	0,66	0,21	2
Kupfer	µg/(m ² *d)	398	34	77	40	-
Nickel	µg/(m ² *d)	9,0	7,0	8,1	16,8	15
Quecksilber	µg/(m ² *d)	0,08	0,04	0,11	0,03	1

Eine Auswertung der Einzelergebnisse zu den Staubproben der 13 Messintervalle zeigt in Bezug auf Arsen Mediangehalte zwischen 235 mg/kg TM (BUCH 3) und 336 mg/kg TM (BUCH 4). Stark

abweichende und erhöhte Einzelmesswerte (Arsen 1.370 bis 3.120 mg/kg TM) zeigten sich dabei an Staubproben von 3 Messstellen für die Messperiode von Mitte Mai bis Mitte Juni 2009.

3.5 Gewässeruntersuchungen - Durchführung und Ergebnisse

3.5.1 Untersuchungen an Oberflächengewässern

Entlang des Tufter Baches wurden drei Messstellen eingerichtet. Im Februar 2009 wurde an den drei Messstellen jeweils der Gerinnequerschnitt aufgenommen. In Folge wurden an den Messstellen im Zeitraum von Februar 2009 bis Mai 2010 an 5 Terminen die Fließgeschwindigkeit und die Durchflussmenge bestimmt und im Zuge der vier Termine zur Grundwasserbeweissicherung (sh. auch 3.5.3) Wasserproben aus dem Tufter Bach entnommen. Im Zuge der beiden letzten Probenahmeterminen wurden zusätzlich das Stollenwasser des Sigmund-Erbstollens sowie der Graben im Zulauf zum Tufter Bach oberhalb der Altablagerung beprobt. Die Lage der Probenahmepunkte ist Abb. 9 zu entnehmen.

Die beobachteten Fließgeschwindigkeiten schwankten zwischen 0,14 und 0,37 m/s. Höhere Fließgeschwindigkeiten wurden insbesondere im Frühjahr beobachtet. Die Durchflussmenge des Tufter Baches kann mit einer Größenordnung von rund 40 bis 60 l/s im oberen bis mittleren Bereich sowie mit rund 100 bis 150 l/s nahe zur Einmündung in den Inn abgeschätzt werden.

Bei allen Probenahmeterminen wurden im Labor die Wasserproben auf 9 Metalle und Halbmetalle (Antimon, Arsen, Blei, Cadmium, Kupfer, Nickel, Quecksilber, Wismut, Zink) untersucht. Im Zuge der ersten beiden Probenahmeterminen wurden darüber hinaus alle Parameter des Parameterblocks 1 nach GZÜV (im wesentlichen Anionen und Kationen) sowie der Parameter Kohlenwasserstoff-Index (KW-Index) bestimmt.

Die Untersuchung der Wasserproben des Stollenwassers des Sigmund-Erbstollens sowie der Grabens im Zulauf zum Tufter Bach zeigten bei beiden Probenahmen insbesondere für Antimon (100 bis 320 µg/l), Arsen (42 bis 52 µg/l) und Kupfer (34 bis 41 µg/l) erhöhte Messwerte. Die Befunde der übrigen Metalle waren generell unauffällig.

Die Untersuchung der Wasserproben aus dem oberen und mittleren Bereich des Tufter Baches ergaben insbesondere für Antimon (270 bis 300 µg/l), Arsen (49 bis 53 µg/l) und Kupfer (20 bis 60 µg/l) erhöhte Messwerte. An der Probenahmestelle nahe zur Einmündung des Tufter Baches zeigten sich im Vergleich deutlich geringere Gehalte (Antimon max. 160 µg/l, Arsen max. 32 µg/l, Kupfer max. 9 µg/l). Die Befunde aller übrigen Parameter waren generell unauffällig.

3.5.2 Vorbereitung der Grundwasserprobenahmen

Im Zeitraum Oktober bis November 2008 wurden in der näheren Umgebung entlang der Altablagerung 12 Grundwasserprobenahmestellen errichtet. Die Bohrungen wurden in Tiefen zwischen 13, 5 und 16 m unter Geländeoberkante (durchschnittlich bis rund 14 m Tiefe unter GOK) ausgeführt, so dass ein Ausbau bis etwa 10 m unter den Grundwasserspiegel gewährleistet ist.

Im April 2009 wurden die Vermessungsarbeiten zur Bestimmung der Lage und Höhe der Grundwasserprobenahmestellen ausgeführt. Die Wasserspiegellage des Grundwassers bei den Probenahmestellen und die Lage des Wasserspiegels an zwei Messstellen am Inn wurde im Zuge der Vermessung sowie an vier weiteren Terminen zwischen Februar 2009 und Mai 2010 ermittelt.

Der Grundwasserspiegel an den neu errichteten Messstellen zeigte eine jahreszeitliche Schwankung von bis zu 1,5 m und wurde in Abhängigkeit der Lage der Probenahmestellen mit Flurabständen zwischen 1,90 m und 6,31 m unter GOK ermittelt.

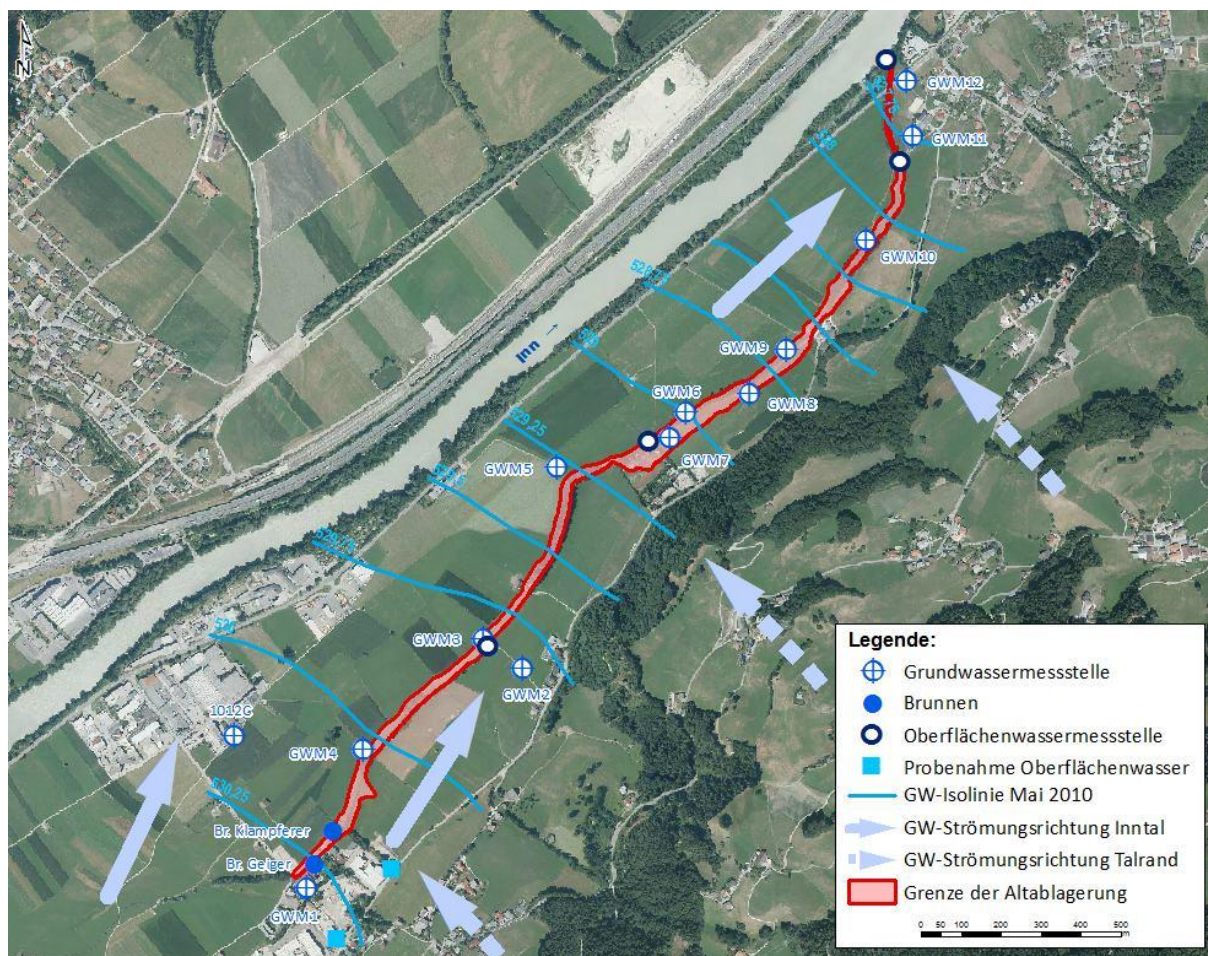


Abb.9: Gewässeruntersuchungen - Lage der Probenahmestellen (Oberflächengewässer und Grundwasser)

3.5.3 Durchführung und Ergebnisse der Grundwasseruntersuchungen

Die Grundwasserprobenahmen wurden

- am 19. und 23. Februar 2009 (insgesamt 18 Probenahmestellen),
- 30. Juni und 1. Juli 2009 (insgesamt 22 Probenahmestellen),
- 22. Dezember 2009 (insgesamt 21 Probenahmestellen) sowie
- 6. Mai 2010 (insgesamt 24 Probenahmestellen)

ausgeführt. Neben den 12 neu errichteten Probenahmestellen (sh. 3.5.1) wurden regelmäßig der nahegelegene Tiefbrunnen der Stadt Schwaz sowie Hausbrunnen im Bereich der Altablagerung beprobt. An den neu errichteten Probenahmestellen wurden Pumpproben gezogen, bei Hausbrunnen Schöpfproben und bei bestehenden Wasserentnahmen wurden Hahnentnahmen durchgeführt.

Bei allen Pumpprobenahmen wurden die Vor-Ort-Parameter pH-Wert, Redoxpotenzial, Sauerstoffgehalt und elektrische Leitfähigkeit während der gesamten Probenahme aufgezeichnet. Bei den übrigen Probenahmen wurden die Messwerte zum Zeitpunkt der Probenahme dokumentiert. An den Grundwasserproben der ersten beiden Probenahmeterminen wurden im Labor alle Parameter des Parameterblocks 1 nach GZÜV (im wesentlichen Anionen und Kationen), der Kohlen-

wasserstoff-Index (KW-Index) sowie 9 Metalle und Halbmetalle (Antimon, Arsen, Blei, Cadmium, Kupfer, Nickel, Quecksilber, Wismut, Zink) bestimmt.

Die Dokumentation der Messergebnisse zu den Vor-Ort-Parametern zeigt, dass Veränderungen der Messwerte im Vorlauf zu Pumpprobenahmen generell sehr gering waren. Das Grundwasser in den oberen Schichten des Grundwasserleiters ist allgemein aerob (Sauerstoffsättigung 40 bis 90 %), zeigt einheitlich pH-Werte im neutralen Bereich (7,0 bis 7,4) sowie unauffällige Messwerte in Bezug auf Redoxverhältnisse (300 bis 500 mV) und Mineralisierung (500 bis 750 $\mu\text{S}/\text{cm}$).

Im Folgenden sind in den Tabellen 17 bis 19 ausgewählte Ergebnisse der Laboranalytik für Probenahmestellen zusammengefasst, die in Bezug auf unterschiedliche Bereiche der Grundwasserbeweissicherung charakteristisch sind. Für Parameter, die in den Tabellen nicht dargestellt sind, waren die Messergebnisse unauffällig oder stehen in keinem kausalen Zusammenhang zur Altablagerung.

Tab.17: Ergebnisse der Untersuchung von Grundwasserproben ausgewählter Probenahmestellen im von der Altablagerung unbeeinflussten (Inn-nahen) Bereich bzw. im Anstrom der Altablagerung

Parameter	Einheit	1012C (Inn-nahe)		GWM 2 (Anstrom)		GWM 8 (Anstrom)		PW/MSW
		min.	max.	min.	max.	min.	max.	
Antimon	$\mu\text{g}/\text{l}$	3,0	5,0	52,0	65,0	6,0	9,0	3 / 5
Arsen	$\mu\text{g}/\text{l}$	< 1,0		< 1,0		< 1,0		6 / 10
Kupfer	$\mu\text{g}/\text{l}$	1,0	2,0	2,0	5,0	1,0	5,0	60 / 100
Zink	mg/l	0,008	0,020	0,021	0,029	0,019	0,028	1,8 / -

PW / MSW ... Prüfwert / Maßnahmenschwellenwert (ÖNORM S 2088-1; Ausgabe 2004)

Tab.18: Ergebnisse der Untersuchung von Grundwasserproben ausgewählter Probenahmestellen nahe zum südlichen Talhang im Anstrom der Altablagerung

Parameter	Einheit	GWM 1 (Anstrom)		Br. Geiger		Br. Klampferer		PW/MSW
		min.	max.	min.	max.	min.	max.	
Antimon	$\mu\text{g}/\text{l}$	760	1.300	350	500	330	370	3 / 5
Arsen	$\mu\text{g}/\text{l}$	9,0	12,0	10,0	10,0	1,0	2,0	6 / 10
Kupfer	$\mu\text{g}/\text{l}$	4,0	5,0	4,0	9,0	2,0	8,0	60 / 100
Zink	mg/l	0,016	0,030	0,013	0,040	0,18	0,19	1,8 / -

PW / MSW ... Prüfwert / Maßnahmenschwellenwert

Tab.19: Ergebnisse von Grundwasseruntersuchungen ausgewählter Probenahmestellen im nahen Abstrom der Altablagerung „Pochergraben“

Parameter	Einheit	GWM 3 (Abstrom)		GWM 6 (Abstrom)		GWM 9 (Abstrom)		PW/MSW
		min.	max.	min.	max.	min.	max.	
Antimon	$\mu\text{g}/\text{l}$	140	190	82	140	140	170	3 / 5
Arsen	$\mu\text{g}/\text{l}$	< 1,0	2,0	10,0	12,0	35,0	41,0	6 / 10
Kupfer	$\mu\text{g}/\text{l}$	3,0	4,0	3,0	4,0	3,0	7,0	60 / 100
Zink	mg/l	0,012	0,025	0,014	0,023	0,014	0,038	1,8 / -

PW / MSW ... Prüfwert / Maßnahmenschwellenwert

Die untersuchten Grundwasserproben zeigen fast durchwegs eine hohe bis sehr hohe Antimonbelastung. Im von der Altablagerung "Pochergraben" unbeeinflussten Nahbereich zum Inn (z. B. Messstelle 1012C) sind Antimonkonzentrationen in der Größenordnung der Orientierungswerte der ÖNORM S 2088-1 (3-5 $\mu\text{g}/\text{l}$) zu beobachten. Die Messstellen des Anstroms zeigen Werte zwischen Prüfwert und 10-fachem des Prüfwertes für Antimon.

Im nahen Grundwasserabstrom der Altablagerung sind Antimonkonzentrationen durchwegs über 100 µg/l zu beobachten. Die höchsten Konzentrationen (bis > 1.000 µg/l) treten in der Umgebung des Schaubergwerks auf. Im nahen Abstrom der Altablagerung und in der Umgebung des Schaubergwerks ist auch eine Arsenbelastung im Bereich des Maßnahmenschwellenwerts oder darüber gegeben. Die analysierten Metallgehalte lagen hingegen in allen analysierten Proben deutlich unter den jeweiligen Prüfwerten.

Die Analysenbefunde der Wasserproben des Tiefbrunnens Schwaz zeigten in Bezug auf Antimon zum Teil erhöhte Gehalte (bis zu 3 µg/l) und waren in Bezug auf Arsen sowie die Metalle generell unauffällig.

4 GEFÄHRDUNGSABSCHÄTZUNG

4.1 Beurteilung der abgelagerten Abfälle

Die systematische Erkundung der Altablagerung durch Rammkernsondierungen im Frühjahr 2008 zeigte, dass es sich bei den abgelagerten Materialien ausschließlich um die in 2.1 beschriebenen Sedimente bzw. feinkörnige Gesteinspartikel handelt. In weiterer Folge bestätigte die Bestimmung von Gesamtgehalten an 22 ausgewählten Proben der abgelagerten Sedimente (sh. Tab. 1 in Kap. 3.1.2), dass sehr hohe Anteile an Metallen und Halbmetallen, insbesondere Kupfer und Antimon, aber auch Arsen und Quecksilber gegeben sind. Es ist damit eine gute Übereinstimmung mit der Zusammensetzung der im Zuge des ehemaligen Silberbergbaus abgebauten Erze (Kupfer-Antimon-Fahlerz, Typ „Schwazit“), mit Substitution der Hauptanteile durch Arsen bzw. Silber und Quecksilber) gegeben. Darüber hinaus stehen diese Ergebnisse auch in guter Übereinstimmung mit den Ergebnissen der Sedimentuntersuchungen im Jahr 2001 (sh. Kap. 3.1.1).

Die Ergebnisse der Untersuchung von Ammoniumnitratextrakten (sh. Tab. 2 in Kap. 3.1.2) und wässrigen Eluaten (sh. Tab. 3 in Kap. 3.1.2) ausgewählter Sedimentproben zeigen, dass in Bezug auf Antimon, Arsen und Quecksilber auch eine gute Mobilisierbarkeit gegeben ist. Dementsprechend sind in Bezug auf diese Schadstoffe sowohl in Hinblick auf Auswirkungen auf das Grundwasser (sh. Kap. 4.2.2) als auch in Hinblick auf eine mögliche Aufnahme durch Pflanzen besonders relevant.

4.2 Beurteilung der Auswirkungen auf das Grundwasser

4.2.1 Regionale und lokale Grundwasserbelastungen

Die Grundwasseruntersuchungen belegen im gesamten Untersuchungsgebiet eine vergleichsweise hohe regionale Belastung durch Antimon und in geringerem Ausmaß auch durch Arsen. Die Belastungen können auf unterschiedliche lokale Einflüsse zurückgeführt werden, wobei vermutlich größtenteils Überlagerungen gegeben sind:

1. Zum einen liegt eine über das Untersuchungsgebiet hinausgehende, regionale Grundbelastung vor, die durch die Erzführung im südlichen Talhang bedingt ist („geogener Hintergrund“). Im Falle von Antimon drückt sich die regionale Grundbelastung in Konzentrationen bis zu 10 µg/l aus, wie sie beispielsweise im Grundwasserbegleitstrom nahe des Inn (Messstelle 1012C und Tiefbrunnen Schwaz) gemessen wurden. In diesem Bereich verzahnt sich der erzhaltige Geröll führende Schwemmfächer des Lahnbachs mit den Sedimenten des Inntalbodens. Ein maßgeblicher Einfluss durch die Altablagerung kann aufgrund der Lage der Messstellen ausgeschlossen werden. In Hinblick auf Arsen ist offenbar nur eine sehr geringe regionale Grundbelastung gegeben (< 1 µg/l).
2. Der Einzugsbereich des Untersuchungsgebiets selbst ist durch das Vorhandensein ausgedehnter Bergbauhalden am südlichen Talhang gekennzeichnet (siehe 2.1). Von diesen geht

eine lokale Grundbelastung des Grundwassers zwischen Talhang und Altablagerung aus, die deutlich über der regionalen Grundbelastung liegt und durch die anstomig der Altablagerung gelegenen Messstellen GWM 2, GWM 7, GWM 11 und GWM 12 charakterisiert wird. In diesen Messstellen liegen die Antimonkonzentrationen durchwegs zwischen 30 µg/l und 70 µg/l, die Arsenkonzentrationen meist unter 1 µg/l, bei der Messstelle GWM 11 bei rund 5 µg/l. Die vergleichsweise niederen Schadstoffkonzentrationen in der Messstelle GWM 8 fügen sich nicht in dieses Bild der Schadstoffverteilung ein.

3. In Bereichen, die im unmittelbaren Grundwasserabstrom der Altablagerung liegen und von ihr maßgeblich beeinflusst werden, treten typischerweise Antimonkonzentrationen zwischen 100 µg/l und 200 µg/l sowie Arsenkonzentrationen von < 1 µg/l bis zu etwa 40 µg/l auf (Messstellen GWM 3, GWM 6, GWM 9).
4. Höhere Antimonkonzentrationen bis über 1.000 µg/l sind für die Umgebung des Schaubergwerks charakteristisch. Dieser Bereich ist durch seine Nähe zu den erzführenden Schichten sowie zu den Bergbauhalden gekennzeichnet. Der Einfluss der Altablagerung auf die Grundwasserqualität ist hier nur untergeordnet (Messstelle GWM 1, Hausbrunnen). Die Messwerte im Grundwasser korrespondieren gut mit denjenigen aus Quellen, die oberhalb des Schaubergwerks zutage treten und Antimonkonzentrationen zwischen 600 µg/l und 3.500 µg/l aufweisen (Millen, 2003). Die Arsenkonzentrationen liegen in diesem Bereich bei rund 10 µg/l im Grundwasser bzw. bei bis zu etwa 100 µg/l in den Quellen.

Aufgrund des im Aquifer vorherrschenden physikalisch-chemischen Milieus kann angenommen werden, dass die im Grundwasser gelösten Antimonverbindungen sowohl in der Oxidationsstufe +5 als auch in der toxikologisch relevanteren Oxidationsstufe +3 vorliegen. Ebenso tritt Arsen vermutlich sowohl in der Oxidationsstufe +3 (Arsenite) als auch in der Oxidationsstufe +5 (Arsenate) auf. Entsprechend der Zusammensetzung der Erze ist darüber hinaus mit schwefelhaltigen Arsenspezies („Thioarsenate“) zu rechnen. Alle vermutlich auftretenden Arsenverbindungen sind toxikologisch relevant.

Die schwerer löslichen und im Grundwasser wesentlich geringer mobilen Metalle, die in den Erzen ebenfalls in hohen Konzentrationen vorliegen, sind im Gegensatz zu Antimon und Arsen im Grundwasser des Untersuchungsgebiets kaum nachzuweisen.

4.2.2 Einfluss der Altablagerung auf die Grundwasserqualität

Der durch die Altablagerung bedingte Schadstoffeintrag in das Grundwasser ergibt sich aus der über die lokale Grundbelastung (Antimon: rund 50 µg/l; Arsen: < 1 µg/l) hinausgehenden Belastung. Bei Grundwasserkonzentrationen zwischen 100 µg/l und 200 µg/l im unmittelbaren Abstrom der Altablagerung ergibt sich am Beispiel Antimon eine durch die Altablagerung bedingte Zusatzbelastung zwischen 50 µg/l und 150 µg/l.

Die Größenordnung des zusätzlichen Schadstoffeintrags kann anhand einer Abschätzung der Sickerwasserkonzentrationen in der Altablagerung auf ihre Plausibilität geprüft werden. Entsprechend der „Arbeitshilfe zur Abschätzung von Sickerwasserbelastungen an kontaminierten Standorten“ können die Sickerwasserkonzentrationen grob über die Konzentrationen aus Eluatversuchen mit einem W/F-Verhältnis von 2:1 abgeschätzt werden. Die Konzentrationen im Eluat mit einem W/F-Verhältnis von 10:1 betragen für Antimon im Schnitt 4 mg/kg (entspricht 0,4 mg/l im 10:1-Eluat). Während bei rein lösungslimitierter Schadstofffreisetzung dieser Wert theoretisch auch im 2:1-Eluat auftreten würde, wäre bei rein verfügbarkeitslimitierter Freisetzung eine um den Faktor 5 höhere Konzentration im Eluat des 2:1-Versuchs zu erwarten. Die Antimonkonzentration im Sickerwasser kann demnach grob mit 0,4 mg/l bis 2 mg/l abgeschätzt werden. Bei Annahme eines Verdünnungsfaktors von 7 (siehe Abschnitt 2.2) folgt daraus eine Antimonkonzentration im Grundwasser zwischen 60 µg/l und 300 µg/l. Dieser Bereich stimmt in seiner Größenordnung mit der aus den Grundwasserkonzentrationen abgeschätzten Zusatzbelastung (50 µg/l bis 150 µg/l) überein. Im Falle von Arsen schwanken die Grundwasserkonzentrationen im unmittelbaren Abstrom der Altablagerung um deutlich mehr als eine Zehnerpotenz (< 1 µg/l bis 40 µg/l), sodass hier eine Plausibilitätsprüfung analog Antimon nicht zweckmäßig ist. Die im Vergleich zu Antimon

wesentlich niedrigeren Grundwasserkonzentrationen – trotz ähnlicher Eluatwerte – liegen vermutlich darin begründet, dass Arsenverbindungen der Oxidationsstufe +5 aufgrund der bevorzugten Adsorption an Eisenhydroxiden vergleichsweise gering mobil sind.

Aufgrund der Austragscharakteristik aus der Ablagerung und dem vorhandenen Schadstoffmengen ist mittel- bis langfristig nicht mit einer wesentlichen Änderung des Schadstoffeintrags in das Grundwasser zu rechnen.

Die durch die Altablagerung bedingten zusätzlichen Schadstofffrachten im Grundwasser lassen sich auf Basis der in Abschnitt 2.2 dargelegten hydraulischen Standorteigenschaften grob abschätzen. Unter Annahme einer hydraulischen Fracht von rund 45 m³ pro Tag und unter Annahme maximaler Schadstoffkonzentrationen (150 µg/l Antimon, 40 µg/l Arsen) ergeben sich im „Worst-Case“ tägliche Maximalfrachten von rund 6 g Antimon und rund 2 g Arsen. Zum Vergleich betragen die als erheblich zu bewertenden Schadstofffrachten (hydraulische Fracht: 500 m³/d; Schadstoffkonzentration: Maßnahmschwellenwert) für Antimon 2,5 g/d und für Arsen 5 g/d. Während die Arsenfracht um den Faktor 2,5 unter dem Vergleichswert liegt, überschreitet ihn die Antimonfracht maximal um denselben Faktor. Im „Best-Case“ (zusätzliche Antimonbelastung durch die Altablagerung: 50 µg/l) liegt die Antimonfracht mit knapp über 2 g/d im Bereich der erheblichen Fracht.

4.2.3 Schadstoffausbreitung im Grundwasser

Zusammenfassend kann die durch die Altablagerung bedingte zusätzliche Antimonfracht im Grundwasser als erheblich beurteilt werden. Sie liegt in derselben Größenordnung (Zehnerpotenz) wie die sich aus der lokalen Grundbelastung ergebende Schadstofffracht, die ebenfalls als erheblich zu beurteilen ist. Die Länge der Schadstofffahne kann aufgrund der Messergebnisse nicht exakt bestimmt werden. Aufgrund der hydrogeochemischen Eigenschaften von Antimon wäre grundsätzlich von einer langen Schadstofffahne > 100 m auszugehen, jedoch erscheint eine diesbezügliche Abschätzung angesichts der Überlagerung mit der regionalen und lokalen Grundbelastung nicht zweckmäßig. Insgesamt kann von einer lokal begrenzten Schadstoffausbreitung ausgegangen werden.

4.3 Beurteilung der Auswirkungen auf den Boden

Die Ergebnisse der Bodenuntersuchungen an landwirtschaftlich genutzten Referenzflächen in der Umgebung der Altablagerung (sh. Kap. 3.2.2) zeigen, dass regional hohe bis sehr hohe Belastungen durch Metalle gegeben sind. Bei Antimon ist eine außergewöhnliche hohe Belastung gegeben, nicht nur der Median der Messergebnisse (89 mg/kg) sondern auch das Minimum überschreiten den Prüfwert für landwirtschaftliche genutzte Flächen nach ÖNORM S 2088-2 (2 mg/kg) um mehr als das 10-fache. Ähnliches gilt für Arsen, Cadmium und Quecksilber, alle Messwerte der Referenzflächen (sh. Tab. 6) überschreiten die zitierten Prüfwerte. Während die Messergebnisse für Arsen und Cadmium relativ homogen sind, ist im Vergleich dazu bei Antimon aber v.a. bei Quecksilber jeweils eine hohe Streuung gegeben. In Übereinstimmung mit den regionalen geologischen Gegebenheiten sind auch für Kupfer bei den Bodenproben von 16 Referenzflächen erhöhte Messwerte und damit für den Median der Messwerte (175 mg/kg) eine Überschreitung des Prüfwertes (100 mg/kg) zu beobachten.

Im Unterschied dazu waren bei Blei lediglich an den Bodenproben von 8 Referenzflächen, bei Zink nur an der Bodenprobe einer Referenzfläche Überschreitungen der Prüfwerte nach ÖNORM S 2088-2 gegeben.

Anhand der Untersuchungsergebnisse für die Referenzflächen zeigt sich eine gute Übereinstimmung in Bezug auf regional vorherrschende Ausgangsgesteine der Bodenbildung, konkret die in der näheren Umgebung bekannten und im Zuge der Bergbauaktivitäten abgebauten dolomitischen Erze. Die Probenanzahl zu den Referenzflächen entspricht generell der Mindestprobenanzahl, die für eine Ableitung von Hintergrundwerten geeignet ist (LABO, 2003). Da die vorliegen-

den Messergebnissen auch stark abweichende Extremwerte (z.B. Quecksilber, Messwert > 3-fache des 75. Perzentils) enthalten, werden als Referenzwerte für das untersuchte Gebiet nicht das 90. Perzentil sondern das 85. Perzentil (sh. Tab. 6) herangezogen.

Die Auswertung der Ergebnisse der Bodenproben in Bezug auf landwirtschaftlich genutzte Flächen (Acker und Grünland, sh. Tab. 7 und 8) sowie Wald- und Biotopflächen (sh. Tab. 11 und 12) zeigt übereinstimmend jeweils bei Antimon, Arsen, Cadmium, Kupfer und Quecksilber Mediangehalte, die über den Referenzwerten für das untersuchte Gebiet sind. Ähnliches gilt auch für den Bereich der untersuchten Hausgärten, wobei der Mediangehalt bei Quecksilber (47 mg/kg) dem rechnerisch ermittelten Referenzwert (48 mg/kg sh. Tab. 6) entspricht. Bei den als Grünland genutzten Flächen zeigten sich außerdem auch bei Blei signifikant erhöhte Mediangehalte.

Die Ergebnisse der Untersuchung von Ammoniumnitratextrakten der Bodenproben landwirtschaftlich genutzter Flächen zeigen insbesondere bei Arsen, Kupfer und Quecksilber Überschreitungen von Prüfwerten nach ÖNORM S 2088-2 und damit die Bestätigung einer guten Pflanzenverfügbarkeit. Die Mobilisierbarkeit von Antimon ist als ähnlich hoch zu qualifizieren. Für Bodenproben von einigen Flächen, die als Grünland genutzt werden, zeigen die Ergebnisse auch bei Cadmium eine erhöhte Mobilisierbarkeit.

Generell ist damit für die Böden der Altablagerung und in der Standortumgebung festzustellen, dass hohe bis sehr hohe Belastungen des Bodens durch Antimon, Arsen, Blei, Cadmium, Kupfer und Quecksilber gegeben sind. Im Vergleich mit nutzungsspezifischen Prüfwerten nach ÖNORM S 2088-2 sind damit nachteilige Wirkungen auf die Pflanzen und die Gesundheit von Menschen möglich. Für die Böden im unmittelbaren Bereich der Altablagerung sind darüber hinaus im Vergleich mit den Böden in der Standortumgebung bei Antimon, Arsen, Cadmium, Kupfer und Quecksilber der Nachweis signifikant höherer Gehalte und damit Anreicherungen gegeben.

Die Kontamination betrifft die gesamte Fläche der Altablagerung. Arsen und Antimon werden zwar in signifikantem Ausmaß in das Grundwasser eingetragen werden (siehe 4.2), aber aufgrund der vorhandenen Schadstoffmengen ist genauso wie bei den gering mobilen Metallen mittel- bis langfristig nicht mit einer wesentlichen Abnahme der Schadstoffkonzentrationen im Boden zu rechnen.

4.4 Beurteilung der Aufnahme durch Pflanzen

Die Ergebnisse der Untersuchung von Ammoniumnitratextrakten an Bodenproben von landwirtschaftlichen Nutzflächen im Bereich der Altablagerung (sh. 3.2.3, Tab. 9 u. 10) zeigen, dass Antimon, Arsen, Cadmium, Kupfer und Quecksilber gut mobilisierbar und pflanzenverfügbar sind. Die Ergebnisse der Pflanzenuntersuchungen (sh. 3.3.2) bestätigen im Vergleich dazu allgemein eine erhöhte Aufnahme von Arsen und Quecksilber. Im Bereich der Altablagerung ist dabei eine signifikant höhere Aufnahme zu beobachten. Insbesondere in Bezug auf Quecksilber zeigten dabei alle Pflanzenproben erhöhte Gehalte über dem Richtwert für Futtermittel.

Die Ergebnisse der stichprobenartigen Untersuchung von Nutzpflanzen in Hausgärten zeigen, dass sowohl bei Gemüse als auch bei Obst eine erhöhte Aufnahme von Antimon und Arsen erfolgen kann. In Bezug auf die Metalle Blei, Cadmium und Quecksilber waren nur vereinzelt Messwerte über der Bestimmungsgrenze gegeben. Der deutliche erhöhte Messwert für Blei an der Probe eines Stängelgemüses kann als Ausreißer bewertet werden.

4.5 Beurteilung der Aufnahme von Schadstoffen durch Menschen

Die Ergebnisse der Bodenuntersuchungen (sh. 3.2) zeigen, dass im gesamten Untersuchungsgebiet geogen bedingte Belastungen zu einer erhöhten Aufnahme von Schadstoffen durch Menschen beitragen können. Konkret für die Böden im Bereich der Altablagerung ergibt sich auf

Grund der Beurteilung der Auswirkungen auf den Boden (sh. 4.3) und der Aufnahme durch Pflanzen (sh. 4.4), dass insbesondere Antimon, Arsen, Cadmium, Kupfer und Quecksilber für eine zusätzliche Exposition relevant sind. Den stofflichen Eigenschaften dieser Schadstoffe entsprechend sind dabei als Expositionspfade vor allem die orale Aufnahme (z.B. Trinkwasser, Nahrungsmittel) und die inhalative Aufnahme maßgeblich.

4.5.1 Abschätzung der oralen Aufnahme von Schadstoffen

Im Bereich der Wohnnutzungen am westlichen Ende der Altablagerung werden in Hausgärten Obst und Gemüse angebaut. Stichprobenartige Untersuchungen ergaben einzelne Hinweise auf eine erhöhte Aufnahme von Antimon (max. Messwert: für Salat 0,4 mg/kg) und Arsen (max. Messwert: für Salat und Apfel je 0,2 mg/kg) durch Pflanzen. Unter der Annahme, dass die durchschnittlichen monatlichen Verbrauchsmengen (lt. Konsumerhebung 2009/2010: Blattgemüse 0,7 kg; Äpfel 1,6 kg) einer Person (Körpergewicht (KG) 70 kg) vollständig aus dem Eigenanbau abgedeckt wird, ergibt sich für Antimon eine tägliche Aufnahmemenge von 0,13 µg/kg KG sowie für Arsen von 0,22 µg/kg KG. Im Vergleich mit allgemein akzeptablen täglichen Aufnahmemengen (ADI – acceptable daily intake, als TRD - tolerierbare resorbierbare Dosen - nach REICHENAUER et al.; Antimon 0,35 µg/kg KG; Arsen 0,45 µg/kg KG) ergibt sich, dass in Bezug auf Arsen theoretisch eine relevante Aufnahme von bis zu 50 % des ADI möglich ist, wenn der gesamte Bedarf einzelner Personen an Äpfeln und Blattgemüse aus dem Eigenanbau abgedeckt wird.

4.5.2 Abschätzung der inhalativen Aufnahme von Schadstoffen

Der Großteil der Altablagerung wird landwirtschaftlich genutzt. Für die Nutzungsklasse Landwirtschaft ist bei Feldarbeit als Expositionspfad die inhalative Aufnahme von Staubpartikeln maßgeblich. Am westlichen Ende sind auch Wohnnutzungen gegeben. Für die Nutzungsklasse „Wohnen“ sind im Bereich der Altablagerung vor allem die Aktivität Gartenarbeit und dabei eine inhalative Aufnahme von Staubpartikeln sowie zusätzlich die Konsumation von selbstangebauten Nahrungsmitteln (sh. 4.5.1) von Schadstoffen maßgeblich.

Bei den Nutzungsklassen „Wohnen“ und „Landwirtschaft“ sind daher Expositionsszenarien für die mögliche Schadstoffaufnahme über den Expositionspfad Inhalation zu berücksichtigen. Einen Überblick zu den für die Abschätzung der inhalativen Exposition gewählten Expositionsparametern gibt Tabelle 20. Als einfacher Ansatz wurden die Expositionsparameter dabei Referenzwerten der ÖNORM S 2088-2 (Kap. 5.2.2 und 5.2.3 sowie Anhang B; Tabelle B.2) gleichgesetzt, lediglich in Bezug auf das Körpergewicht von Erwachsenen wurden abweichend 70 kg angesetzt.

Tab.20: Abschätzung der möglichen inhalativen Schadstoffexposition - Überblick zu Expositionsszenarien und -parametern

Exposition ($E_{\text{Bodenstaub-inhalativ}}$)	$E_{\text{Bodenstaub-inhalativ}} = \frac{AR * (C_{PM10} * f_{\text{Massenanteil}} * f_{\text{Lunge}}) * C_{\text{Schadstoff im Bodenstaub}} * (t_{\text{exp}} / 24) * ET / 365}{KG} * 10^{-6}$		
Abkürzung	Beschreibung	Nutzungsklasse „Landwirtschaft“	Nutzungsklasse „Wohnen“
AR	tägliche Atemrate [m³/d]	120 ¹	68 ²
$C_{\text{Bodenstaub}}$	Schadstoffkonzentration [mg/kg]	sh. Tab. 7 und 8	sh. Tab. 14
ET	Expositionstage pro Jahr	7	60
t_{exp}	Expositionsstunden/Tag	10	2
f_{Lunge}	lungengängiger Anteil der Staubfraktion	0,5 ³	
$f_{\text{Massenanteil}}$	Anteil kontaminierter Boden am Staub	0,5 ³	
KG	Körpergewicht [kg]	70	

¹ intensive Aktivität bei der Feldarbeit; ² mäßige Aktivität bei der Gartenarbeit; ³ entspricht 50 %

Auf Basis der Abschätzung der täglichen Schadstoffexposition für die beiden Nutzungsklassen bzw. aktivitätsbezogenen Expositionsszenarien anhand der in Tabelle 20 angegebenen Expositionsgleichung und -parameter kann im Vergleich mit schadstoffspezifischen Angaben zu allgemein akzeptablen täglichen Aufnahmemengen (ADI, als TRD nach REICHENAUER et al.) analysiert werden, ob und wie wahrscheinlich eine erhöhte Aufnahme von Schadstoffen ist. Zur Berücksichtigung der allgemeinen Exposition von Menschen aus anderen Schadstoffquellen sowie auf Grund anderer Aktivitäten des täglichen Lebens wird davon ausgegangen, dass eine erhöhte tägliche Aufnahme eines Schadstoffes unwahrscheinlich ist, wenn die aufgenommene spezifische Schadstoffmenge ($\mu\text{g/kg}$ Körpergewicht) weniger als 50 % der akzeptable spezifischen Exposition (ADI bzw. TRD) beträgt. Ein Überblick zu den Ergebnissen der Auswertung ist in Tabelle 21 zusammen gestellt.

Tab.21: Ergebnisse der Analyse zur inhalativen Schadstoffexposition auf Grund des geogenen Hintergrunds und der Kontamination des Bodens im Bereich der Altablagerung „Pochergraben“

	geogener Hintergrund	„Pochergraben“				geogener Hintergrund	„Pochergraben“	
		Ackerbau		Grünland			Wohnen	
	RI _h	RI _k	RI _g	RI _k	RI _g	RI _h	RI _k	RI _g
Antimon	0,03	0,14	0,17	0,06	0,09	0,03	0,05	0,08
Arsen	0,69	1,57	2,26	1,23	1,92	0,67	0,79	1,46
Cadmium	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
Kupfer	< 0,01	0,03	0,03	0,03	0,03	< 0,01	0,02	0,02
Quecksilber	< 0,01	0,02	0,02	0,01	0,01	< 0,01	0,01	0,01

RI ... Risiko- bzw. Expositionsindex; $RI_{h,k,g}$... geogener Hintergrund, Kontamination, gesamt

$RI > 2$ bzw. > 1 : erhöhte tägliche Aufnahme **wahrscheinlich** / **möglich**; $RI < 1$, erhöhte tägliche Aufnahme unwahrscheinlich

Die Ergebnisse der Analyse zu einer möglichen inhalativen Schadstoffexposition zeigen, dass bei Antimon, Cadmium, Kupfer und Quecksilber eine erhöhte Exposition unwahrscheinlich ist. Sowohl in den dauerhaft zu Wohnzwecken genutzten Bereichen der Altablagerung als auch in den landwirtschaftlich genutzten Bereichen ist allerdings bei Arsen eine erhöhte inhalative Aufnahme durch Menschen nicht ausgeschlossen. Unter Annahme der in Tabelle 20 dargestellten Expositionsparameter ergibt sich, dass rund ein Drittel bis etwa die Hälfte der abgeschätzten Aufnahmemenge bei Arsen, der Hintergrundbelastung des Bodens in der Umgebung der Altablagerung zuzuordnen ist.

Zur Plausibilitätsprüfung in Hinblick auf die inhalative Schadstoffexposition ist ein Vergleich mit den Ergebnissen der Staubuntersuchungen (sh. Kap. 3.4) möglich. Dabei zeigt sich, dass die Belastung des Staubes durch Antimon, Cadmium, Kupfer und Quecksilber im Untersuchungsgebiet im Allgemeinen gering ist. Daraus kann geschlossen werden, dass für diese Elemente keine erhöhte Schadstoffexposition zu erwarten ist. In Bezug auf Arsen war bei einer Messstelle unmittelbar auf der Altablagerung (BUCH 3: sh. Tab. 16, Lage sh. Abb. 4) ein erhöhter Jahresmittelwert gegeben. Die Überschreitung des Immissionswertes nach TA Luft wurde insbesondere durch stark erhöhten Staubbiederschlag im späten Frühjahr 2009 bedingt, der in keinem ursächlichen Zusammenhang mit der Altablagerung steht. Daher ergibt sich auch in Bezug auf Arsen die Bestätigung, dass eine erhöhte Schadstoffexposition unwahrscheinlich ist.

4.5.3 Schadstoffaufnahme durch Menschen

Zusammenfassend ergibt sich, dass eine erhöhte orale und inhalative Aufnahme von Schadstoffen durch Menschen in Bezug auf Arsen generell möglich ist. In Abhängigkeit der jahreszeitlichen Entwicklung von Witterungsbedingungen sind insbesondere Bodenfeuchte und Windbedingungen wesentliche Einflussgrößen, durch die eine Aufwirbelung und der Gehalt an Staub in der Luft maßgeblich beeinflusst werden. Da die Altablagerung „Pochergraben“ sich mit relativ geringer Breite (20 bis 60 m) über eine Länge von rund 3,5 km erstreckt und in der Umgebung der Altab-

lagerung großflächige geogene Belastungen durch Arsen gegeben sind, ergeben sich erhöhte Gehalte im Staub zum überwiegenden Teil auf Grund der Hintergrundbelastung und nur zu geringeren Anteilen auf Grund der Kontamination des Bodens im Bereich der Altablagerung.

4.6 Auswirkungen auf Mensch und Umwelt - Zusammenfassung

Im Bereich der Altablagerung „Pochergraben“ zeigen sich über geogene Hintergrundbelastungen hinaus Kontaminationen des Bodens durch Antimon, Arsen, Cadmium, Kupfer und Quecksilber sowie des Grundwassers durch Antimon und Arsen.

Als für das Schutzgut Grundwasser maßgeblicher Schadstoff kann insbesondere Antimon identifiziert werden (siehe Kap. 4.2). Antimon weist aufgrund seiner stofflichen Eigenschaften ein hohes Gefährdungspotential für das Grundwasser auf. Das Schadstoffpotenzial der Altablagerung ist als groß zu qualifizieren und verursacht eine zusätzliche Antimonfracht im Grundwasser, die erheblich ist (sh. Kap. 4.2.3). Auf Grund der Überlagerung mit der regionalen und lokalen Grundbelastung ist die Schadstoffausbreitung lokal begrenzt einzustufen. Das Grundwasser im Bereich der Altablagerung ist ergiebig und wird auch im Anstrom der Altablagerung zu Trinkwasserzwecken gefördert. Aufgrund der regionalen geogenen Vorbelastung durch Antimon und Arsen, die in der Größenordnung des Trinkwassergrenzwerts liegt, lokal aber auch mehrere Größenordnungen darüber liegen kann, ist das Grundwasser unter der Voraussetzung einer Aufbereitung als nutzbar einzustufen.

Für die landwirtschaftlich genutzten Flächen ist bei Grünlandnutzung eine erhöhte Pflanzenaufnahme insbesondere von Quecksilber sowie auch von Arsen zu beobachten. Im Bereich von Hausgärten kann es zu einer erhöhten Aufnahme von Antimon und Arsen bei Obst (Äpfeln) und Blattgemüse kommen.

In Zusammenhang mit der geringen Größe der Anbauflächen und auf Grund beschränkter Ernteerträge sind nachteilige Auswirkungen auf die Gesundheit von Menschen durch die Konsumation selbstangebauter pflanzlicher Produkte generell als unwahrscheinlich einzustufen. In Abhängigkeit der Witterungsbedingungen und in Zusammenhang mit Tätigkeiten zur Bewirtschaftung von landwirtschaftlichen Nutzflächen aber auch der Hausgärten kann es bei Aufwirbelung von Staub zu einer erhöhten inhalativen Aufnahme von Arsen kommen. Das Ausmaß der Exposition wird jedoch vor allem über die geogene Hintergrundbelastung in der Umgebung der Altablagerung bestimmt.

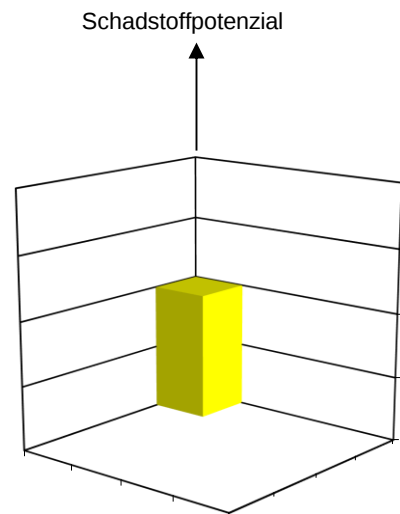
Auf Grund der abgelagerten Abfälle sowie der festgestellten Verunreinigungen des Bodens und des Grundwassers stellt die Altablagerung „Pochergraben“ eine erhebliche Gefahr für die Umwelt dar.

5 PRIORITÄTENKLASSIFIZIERUNG

Für die Bewertung des Ausmaßes der Umweltgefährdung sind die Schutzgüter Grundwasser und Boden relevant. Die maßgeblichen Kriterien für die Prioritätenklassifizierung in Zusammenhang mit dem Schutzgut Boden können wie folgt zusammengefasst werden.

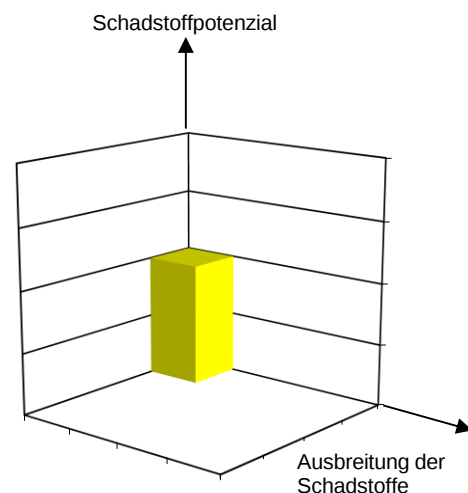
5.1 Schadstoffpotenzial: groß (2)

Der Boden im Bereich der Altablagerung sowie der angrenzenden Flächen ist mit Metallen und Metalloiden verunreinigt. Auf Grund der geogenen Situation sowie der historischen Bergbauaktivitäten in der Umgebung liegen die lokalen Hintergrundkonzentrationen deutlich über den Prüfwerten für die Nutzungsklasse Landwirtschaft und Gartenbau sowie auch über denen der Nutzungsklasse Wohnen. Im Bereich der Altablagerung sind für Arsen, Quecksilber, Antimon, Cadmium, Kupfer und Zink Kontaminationen gegeben, die signifikant über den örtlichen Hintergrundkonzentrationen (oft 2 bis max. 10-fach) liegen. Die Kontamination des Bodens entspricht in ihrer Zusammensetzung den geogen bedingten Hintergrundbelastungen. Ein im Vergleich erhöhter Anteil an kanzerogen wirksamen Metallverbindungen (insbesondere Oxiden) ist unwahrscheinlich. Es ist jedoch eine relativ gute Pflanzenverfügbarkeit der Metalle gegeben. Die Ausdehnung der kontaminierten Flächen umfasst die gesamte Altablagerung und beträgt etwa 75.000 m², von denen zumindest 3.000 m² der Nutzungsklasse „Wohnen“ zuzuordnen sind. Auf Grund der stofflichen Eigenschaften von Arsen, bei Berücksichtigung der dominierenden Bindungsformen, sowie des Flächenausmaßes der Bodenverunreinigung ist das Schadstoffpotenzial insgesamt als groß zu bewerten.



5.2 Schadstoffausbreitung: gering (1)

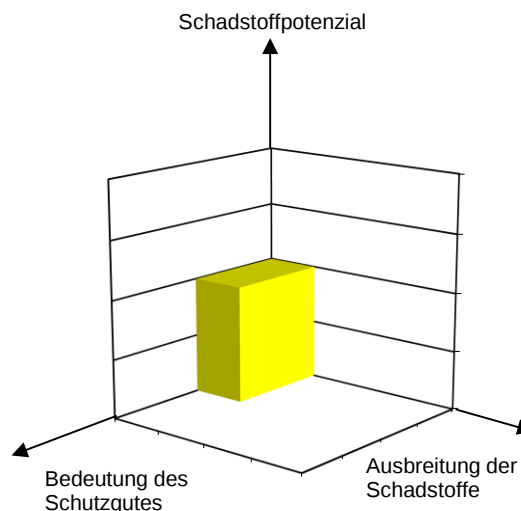
Die im Bereich der Altablagerung bestehenden Kontaminationen durch Metalle und Metalloide können über das Bodenwasser zu einer zusätzlichen Aufnahme dieser Schadstoffe durch Pflanzen sowie über Nutzpflanzen und Inhalation von Staub zu einer zusätzlichen Aufnahme dieser Schadstoffe durch Menschen beitragen. Bei als Grünland genutzten Flächen kann insbesondere eine erhöhte Aufnahme von Quecksilber auftreten. Das Ausmaß der Aufnahme unterscheidet sich jedoch nicht von der Aufnahme von Quecksilber durch Pflanzen im gesamten Untersuchungsgebiet. Bei als Hausgärten genutzten Flächen kann insbesondere eine erhöhte Aufnahme von Arsen auftreten. Die Ergebnisse der Expositionsabschät-



zung (sh. Kap. 4.5) zeigen, dass eine relevante zusätzliche Aufnahme auf Grund der Konsumation von Obst und Gemüse im Bereich der bestehenden Hausgärten unwahrscheinlich ist, jedoch bei intensiver Staubeentwicklung, z.B. bei erhöhter Aufwirbelung durch Wind bei trockenen Bodenverhältnissen, möglich ist. Die Ergebnisse der Untersuchungen zur Staubdeposition im Bereich der Altablagerung zeigen jedoch, dass die Kontaminationen des Bodens im Bereich der Altablagerung keine relevante Ursache für erhöhte Staubbelastungen sind. Die durch die Altablagerung bedingte zusätzliche Aufnahme von Metallen und Metalloiden sowie insbesondere Arsen durch Menschen oder Pflanzen ist daher als begrenzt einzustufen.

5.3 Bedeutung des Schutzgutes: gut nutzbar (2)

Der Boden wurde als Kulturschicht auf die Altablagerung aufgebracht und wird überwiegend landwirtschaftlich (größtenteils Grünland, zum Teil Ackerbau) genutzt. In Teilbereichen sind Wald- und Biotopflächen ausgeprägt. Insbesondere am westlichen Ende befinden sich mehrere Einfamilienhäuser mit Hausgärten sowie Obst- und Gemüseanbau. Aufgrund der Topographie, des Bodenaufbaus und der vorliegenden Nutzungsverhältnisse am Standort ist das Schutzgut Boden als gut nutzbar zu beurteilen.



5.4 Vorschlag Prioritätenklasse: 3

Entsprechend der Beurteilung der vorhandenen Untersuchungsergebnisse, der Gefährdungsabschätzung und der im Altlastensanierungsgesetz § 14 festgelegten Kriterien (sh. 5.1 bis 5.3) schlägt das Umweltbundesamt die Einstufung der Altablagerung „Pochergraben Schwaz“ in die Prioritätenklasse 3 vor.

Die Prioritätenklassifizierung in Zusammenhang mit dem ebenfalls relevanten Schutzgut Grundwasser führt zur selben Einstufung und stellt sich im Einzelnen folgendermaßen dar:

- Schadstoffpotential: groß (3)
- Schadstoffausbreitung: lokal (1)
- Bedeutung des Schutzgutes: nutzbar (1)

6 HINWEISE ZUR NUTZUNG

Der Bereich und die Umgebung der Altablagerung werden vor allem landwirtschaftlich genutzt. Darüber hinaus bestehen in einigen Abschnitten entlang der Altablagerung bewaldete Flächen und sonstige Biotopflächen sowie am westlichen Ende Wohnnutzungen. Aufgrund der vorliegenden Untersuchungsergebnisse ergeben sich im Hinblick auf eine Nutzung der Altablagerung sowie der angrenzenden Flächen folgende Gesichtspunkte:

- Der Boden ist im Bereich und der Umgebung der Altablagerung großflächig mit Metallen und Metalloiden, insbesondere Arsen, Antimon und Quecksilber verunreinigt.

- Durch Nutzungsänderungen im Bereich der Altablagerung können sich zusätzliche bzw. neue Gefahrenmomente ergeben.
- In Zusammenhang mit allfälligen zukünftigen Bauvorhaben bzw. der Befestigung von Oberflächen ist zu berücksichtigen, dass sowohl in der Bauphase als auch nach Fertigstellung in Abhängigkeit der Art der Ableitung der Niederschlagswässer Schadstoffe mobilisiert werden können.
- Durch Erosion des Oberbodens im Bereich der Altablagerung kommt es zur Verlagerung von Schadstoffen.
- Im Bereich der Altablagerung sowie auch in der Umgebung sind auf Grund der bestehenden Verunreinigungen Einschränkungen für die Nutzbarkeit des Grundwassers gegeben.

7 HINWEISE ZUR PLANUNG VON MASSNAHMEN

7.1 Maßnahmenziele

Auf Grund der Eigenschaften der Schadstoffe, der Verteilung der Schadstoffe auf dem Standort und in der Umgebung sowie der bodenkundlichen Standortverhältnisse ist bei der Definition von Maßnahmenzielen unter Voraussetzung der gegenwärtigen Nutzung insbesondere Folgendes zu berücksichtigen:

- Damit Auswirkungen auf die Umwelt und die Gesundheit von Menschen auch unter Berücksichtigung der gegebenen geogenen Hintergrundbelastung (Boden und Grundwasser) langfristig tolerierbar sind, sind die zusätzliche Aufnahme von Schadstoffen durch Pflanzen und Menschen sowie der zusätzliche Eintrag von Schadstoffen in das Grundwasser dauerhaft auf ein geringes Ausmaß zu begrenzen.

Die Ableitung konkreter einzelfallspezifischer Kriterien sollte unter Beachtung der beschriebenen Gesichtspunkte erfolgen und in ein langfristiges räumliches Bewirtschaftungskonzept für Boden und Grundwasser auf dem Standort und in der Standortumgebung eingebettet werden.

Korrespondierend zum Bewirtschaftungskonzept sind Maßnahmenziele, die Ableitung konkreter Kriterien (z.B. Vorwarn- und Zielwerte) und Notwendigkeit sowie Art von Nutzungsbeschränkungen (sh. auch Punkt 6) zu prüfen und systemisch aufeinander abgestimmt festzulegen.

7.2 Empfehlungen

Zur Vorbereitung und Prüfung der Zweckmäßigkeit einer Variantenstudie sollte ein langfristiges räumliches Bewirtschaftungskonzept für Boden (inkl. kontaminierter Aushubmaterialien) und Grundwasser erarbeitet werden. Dabei wird insbesondere die Berücksichtigung folgender Punkte empfohlen:

- Auf Grund der geogenen Situation sowie der historischen Bergbauaktivitäten in der Umgebung sind die Böden und das Grundwasser im Inntal östlich von Schwaz mit Metallen verunreinigt. Mögliche Maßnahmen zur Beseitigung der Altablagerung oder Verminderung der Kontaminationen des Bodens und des Grundwassers sollten im Kontext mit den Bedingungen in der Standortumgebung (z.B. Bergbauhalden, flächenhafte geogene Bodenbelastung, ehemaliger Lauf des Tufter Baches) bewertet werden.
- Im Rahmen eines möglichen Stufenplanes könnten als erste Phase Nutzungsbeschränkungen vereinbart werden und Maßnahmen zur Beobachtung durchgeführt werden.

- Ein Konzept zur Nutzung der Flächen im Bereich der Altablagerung und mögliche Nutzungsbeschränkungen, insbesondere Einschränkung des Nutzungsumfangs sollte in ein generelles regionales Konzept integriert werden.
- Die Ergebnisse einer mehrjährigen Beobachtung sollten als Grundlage für eine Analyse der Zweckmäßigkeit und Wirksamkeit möglicher Maßnahmen zur Verminderung der Schadstoffexposition von Menschen sowie der Aufnahme durch Pflanzen herangezogen werden.

DI Dietmar Müller-Grabherr e.h.

Dr. Gernot Döberl e.h.

Anhang

Verwendete Unterlagen und Bewertungsgrundlagen

- Ergänzende Untersuchungen gem. § 13 ALSAG Verdachtsfläche „Altablagerung Pochergraben“ in den Gemeinden Schwaz und Buch bei Jenbach, 1. Zwischenbericht, August 2007
- Ergänzende Untersuchungen gem. § 13 ALSAG Verdachtsfläche „Altablagerung Pochergraben“ in den Gemeinden Schwaz und Buch bei Jenbach, 2. Zwischenbericht, Juni 2008
- Ergänzende Untersuchungen gem. § 13 ALSAG Verdachtsfläche „Altablagerung Pochergraben“ in den Gemeinden Schwaz und Buch bei Jenbach, Abschlussbericht, Dezember 2010
- Ergänzende Untersuchungen gem. § 13 ALSAG Verdachtsfläche „Altablagerung Pochergraben“ in den Gemeinden Schwaz und Buch bei Jenbach, Ergänzungsbericht über Pflanzenuntersuchungen in Hausgärten, März 2011
- www.silberbergwerk.at
- http://de.wikipedia.org/wiki/Silberbergwerk_Schwaz
- Millen, B. M. J. (2003): Aspects of the Hydrogeology of a Mining Region with a Focus on the Antimony Content of the Spring-water, Eiblschrofen Massif, Schwaz, Tyrol, Austria. Mitt. Österr. Geol. Ges., 94 (2001), 139-156.
- ÖNORM S 2088-1: Altlasten – Gefährdungsabschätzung für das Schutzgut Grundwasser, 1.9.2004
- ÖNORM S 2088-2: Kontaminierte Standorte – Nutzungsspezifische Beurteilung der Verunreinigungen des Bodens von Altstandorten und Altablagerungen, 1.09.2014
- Arbeitshilfe zur Abschätzung von Sickerwasserbelastungen an kontaminierten Standorten; Umweltbundesamt Report REP-0300, Wien 2011
- Arbeitshilfe zur Expositionsabschätzung und Risikoanalyse an kontaminierten Standorten; Umweltbundesamt Report REP-0351, Wien 2011
- Technische Anleitung zur Reinhaltung der Luft – TA Luft; Erste Allgemeine Verwaltungsvorschrift zum Bundes-Immissionsschutzgesetz; Juli 2002
- Verordnung (EG) Nr. 1831/2003 der Kommission vom 19. Dezember 2003 zur Festsetzung der Höchstgehalte für bestimmte Kontaminanten in Lebensmitteln
- Statistik Austria (www.statistik.at): Konsumerhebung 2009/2010

Veranlassung und Finanzierung

Die ergänzenden Untersuchungen wurden im Rahmen der Vollziehung des Altlastensanierungsgesetzes vom Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft veranlasst und finanziert.

Die Staubuntersuchungen im Jahr 2009 wurden seitens des Amtes der Tiroler Landesregierung durchgeführt.