

Schwermetalle in steirischen Böden



Inhaltsangabe

	Seite
Inhaltsangabe	1
Zusammenfassung	2
Schwermetalle in steirischen Böden	
Allgemeines	4
Blei- und Cadmiumanreicherungen in den Oberböden steirischer Hochalmen	8
Cadmium und Blei in den Nördlichen Kalkalpen	18
Dachsteingebirge	22
Ausseerland und Totes Gebirge	30
Hochschwab	47
Mürzsteiger Alpen	75
Schwermetalle im Kristallin und Paläozoikum der Alpen	86
Bezirk Liezen	87
Bezirk Murau	108
Bezirk Murtal	118
Bezirk Leoben	126
Bezirk Bruck-Mürzzuschlag	134
Bezirke Graz und Graz-Umgebung	148
Bezirk Weiz	168
Bezirk Hartberg-Fürstenfeld	182
Bezirk Voitsberg	186
Schwermetalle im Känozoikum der Steiermark	188
Lassenberg (Bezirk Deutschlandsberg)	188
Fohnsdorf (Bezirk Murtal)	189
Göriach und Fölzgraben (Bezirk Bruck-Mürzzuschlag)	190
Schwermetalle im Schwemmmaterial der großen Flüsse	192
Enns	193
Mürz	204
Mur	208
Ergebnisse der Bodenzustandsinventur	222
Bodenschutzberichte	223
Weiteres Vorgehen und offene Fragen	225
Erläuterung der Abkürzungen	226
Verwendete Literatur, Karten und Fotos	226
Das Referat Boden- und Pflanzenanalytik	227
Das Bodenprobenarchiv der Steiermark	228
Impressum	230

Zusammenfassung

Schwermetalle in steirischen Böden

An den 1.000 Standorten des Steiermärkischen landwirtschaftlichen Bodenschutzprogrammes wurden vielerorts erhöhte Schwermetallgehalte festgestellt. In den meisten Fällen sind Schwermetalle im Oberboden sowohl geogener, als auch anthropogener Herkunft, der Großteil ist üblicherweise natürlichen Ursprungs.

Das Steiermärkische landwirtschaftliche Bodenschutzgesetz (LGBl. Nr. 66/1987) sieht im § 2.4 vor, dass an derartigen Standorten zwecks Feststellung der Ausdehnung des durch Schadstoffe belasteten Bereiches zusätzliche Proben zu untersuchen sind. Derartige Zusatzuntersuchungen wurden in den Jahren 2016 bis 2019 durchgeführt, ihre Ergebnisse sind Thema des vorliegenden Berichtes.

Blei- und Cadmianreicherungen in den Oberböden steirischer Hochalmen:

Beim Vergleich zwischen der landwirtschaftlichen Nutzungsform und den Schwermetallgehalten in Böden wurde erkannt, dass Untersuchungsstandorte auf Hochalmen markante Anreicherungen von Blei und Cadmium im Oberboden aufweisen. Ein derartiger Befund deutet auf anthropogene Einträge hin, welche bisher mit der ubiquitären Umweltbelastung erklärt wurden. Die Frage warum gerade Hochalmflächen davon betroffen sind, ist damit nicht beantwortet. Der anfängliche Verdacht, dass aufgrund der in dieser Seehöhe höheren Niederschlagstätigkeit auch ein vermehrter Schadstoffeintrag stattfindet, konnte durch Zusatzuntersuchungen in unterschiedlicher Seehöhe nicht bestätigt werden. Wohl aber wurde eine Korrelation zwischen Schwermetallanreicherungen im Oberboden und dem Humusgehalt festgestellt. Da Hochalmflächen üblicherweise höhere Humusgehalte aufweisen als Grünland- und Ackerflächen im Tal, bietet sich so eine Erklärung für die stärkeren Schwermetallanreicherungen der Hochalmen an. Auch Grünlandstandorte im Tal weisen bei steigendem Humusgehalt eine positive Korrelation zu ihrem anthropogen verursachten Anteil der Blei- und Cadmiumgehalte auf. Wie und in welcher Form die Humusinhaltstoffe die Schwermetalle binden und anreichern, ist derzeit nicht bekannt.

Cadmium und Blei in den Nördlichen Kalkalpen:

Wenn man die Schwermetallgehalte der Untersuchungsstandorte mit ihrem bodenbildenden Ausgangsmaterial vergleicht, erkennt man, dass im Bereich der Nördlichen Kalkalpen vom Dachstein bis zur Rax die Elemente Cadmium und Blei verhältnismäßig stark vertreten sind. Die erhöhten Gehalte betreffen alle untersuchten Bodenhorizonte, was eine überwiegend geologische Herkunft beweist. Der Versuch eine Gebietsabgrenzung unterschiedlicher Bodengehalte über die verschiedenen Kalkformationen durchzuführen erwies sich in den meisten Fällen als nicht möglich. Zwar weisen die durchschnittlichen Cadmiumgehalte auf Gosau-Kalken, Werfener- und Allgäuschichten niedrigere Werte auf als solche auf Hauptdolomit, Wetterstein- und Dachsteinkalk, die Gehalte innerhalb einer Kalkformation streuen aber so stark, dass eine generelle Abgrenzung unmöglich ist. Erhöhte Cadmium- und Bleigehalte sind daher großflächig im Bereich der Nördlichen Kalkalpen als naturgegeben zu akzeptieren.

Schwermetalle im Kristallin und Paläozoikum der Alpen:

Die Böden, welche aus den ältesten Gesteinen der Steiermark entstanden sind, weisen häufig erhöhte Gehalte an den verschiedensten Schwermetallen auf. Viele dieser Standorte waren historische Bergbauregionen, wie Schladming, Oberzeiring und Schrems bei Frohnleiten, oder stellen unergiebigere kleinräumige Vererzungen dar. Es wurde versucht mit Hilfe von zusätzlichen Untersuchungen die Ausdehnung der betreffenden Gebiete erhöhter Schwermetallgehalte besser abzugrenzen.

Schwermetalle im Känozoikum der Steiermark:

Als Känozoikum wird die Erdneuzeit bezeichnet (früher: Tertiär und Quartär) und damit ist das bodenbildende Ausgangsmaterial das jüngste, das unsere Böden aufgebaut hat. Der geologische Großraum umfasst das südoststeirische Hügelland und alle Talböden unseres Landes. Erhöhte Schwermetallgehalte sind in diesem wichtigsten landwirtschaftlich genutzten Raum selten, sodass in diesem Bericht auch nur drei Beispiele mit erhöhten Schwermetallgehalten (Lassenberg, Fohnsdorf und Göriach-Fölzgraben) behandelt werden. Die Talböden der drei großen Flüsse Enns, Mürz und Mur werden in einem eigenen Abschnitt besprochen:

Schwermetalle im Schwemmmaterial der großen Flüsse:

Enns: Obwohl der Fluss hauptsächlich den Bereich der Nördlichen Kalkalpen durchfließt, findet man in den Auböden kaum erhöhte Gehalte der für diese Region charakteristischen Elemente Cadmium und Blei. Erhöhte Bleigehalte werden nur im Einflussbereich des ehemaligen Bergbaugesbietes Schladming festgestellt. Selten und meist auch vernachlässigbar ist der Einfluss paläozoischer Gesteine, der sich fallweise durch erhöhte Kupfer-Chrom- und Arsengehalte nachweisen lässt.

Mürz: Die Auböden der Mürz werden hauptsächlich durch zwei unterschiedliche Einflüsse charakterisiert. Im Oberlauf findet man die für die Nördlichen Kalkalpen typischen erhöhten Cadmiumgehalte und ab Mürzzuschlag ist es der Einfluss der Schwerindustrie, der sich in erhöhten Molybdänwerten manifestiert.

Mur: Erhöhte Schwermetallgehalte entlang der fruchtbaren Böden der Mur sind selten, und wenn sie auftreten, dann meist auf niedrigem Niveau. Die Herkunft der Elemente ist nicht immer leicht zu erklären, da meist mehrere Einflüsse (Geologie und menschliche Tätigkeiten) gemeinsam zusammenspielen. Daher war es auch nicht immer möglich mit einigen wenigen Zusatzuntersuchungen betreffende Gebiete zusammenhängend abzugrenzen. Nur die erhöhten Bleigehalte im Bereich Predlitz und St. Georgen ob Judenburg dürften hauptsächlich aus dem angrenzenden Wölzer Kristallin stammen. Auch im Bereich von Pernegg sind die erhöhten Chrom- und Nickelgehalte auf das Gestein Serpentin des Grazer Paläozoikums zurückzuführen.

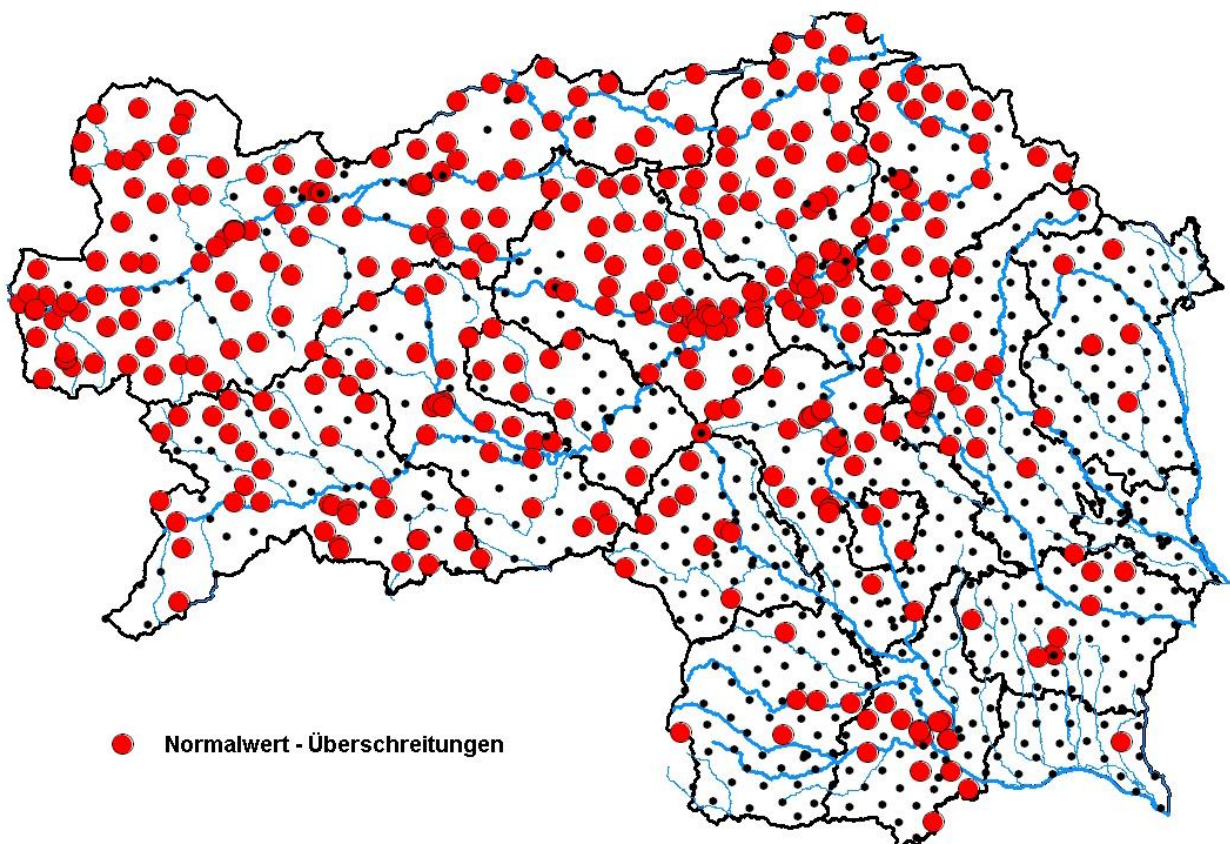
Allgemeines

Schwermetalle sind einerseits ein natürlicher Bestandteil unserer Böden, können aber auch durch menschliche Tätigkeiten eingetragen werden. Zur Differenzierung zwischen geogener und anthropogener Herkunft wird üblicherweise eine Profilanalyse des Bodens (Vergleich der Gehalte im Unter- und Oberboden) herangezogen. Der größte Anteil der Schwermetalle ist jedoch natürlicher (geogener) Herkunft.

Als das beste Beurteilungskriterium zur Erkennung von Standorten mit erhöhten Schwermetallgehalten haben sich die aus der steirischen Bodenzustandsinventur abgeleiteten **Normalwerte** erwiesen. Eine Überschreitung dieser Gehalte deutet auf eine geogene Anomalie und/oder anthropogene Einträge hin. Gesetzliche Grenzwerte oder Richtwerte aus anderen Ländern sind diesbezüglich aussageelos. Gefährdungen von Mensch, Pflanze oder Tier sind aus derartigen Werten generell nicht ableitbar.

Normalwerte für Schwermetallgehalte in Böden der Steiermark (mg/kg):

Cu	Zn	Pb	Cr	Ni	Co	Mo	Cd	Hg	As
Kupfer	Zink	Blei	Chrom	Nickel	Kobalt	Molybdän	Cadmium	Quecksilber	Arsen
60	160	50	80	70	30	1,6	0,5	0,3	40



Wie aus der Karte ersichtlich ist, findet man an vielen der 1.000 Standorte Überschreitungen von zumindest einem Schwermetall, wobei die Obersteiermark davon deutlich häufiger betroffen ist.

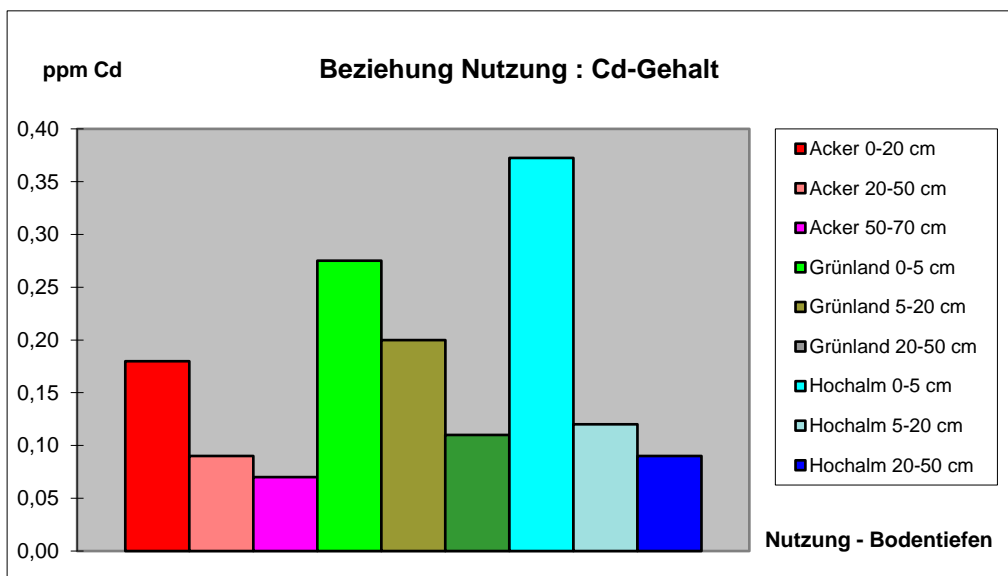
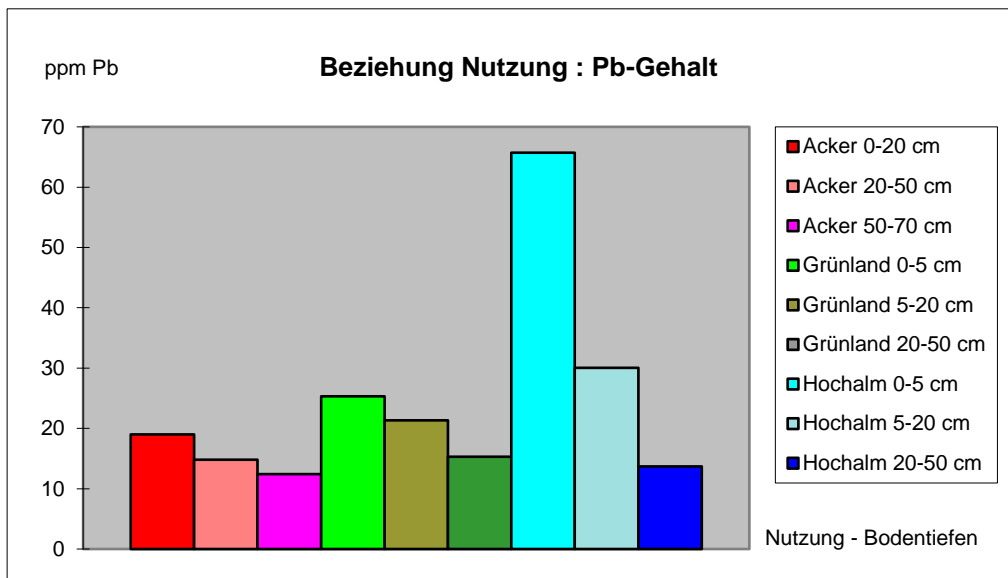


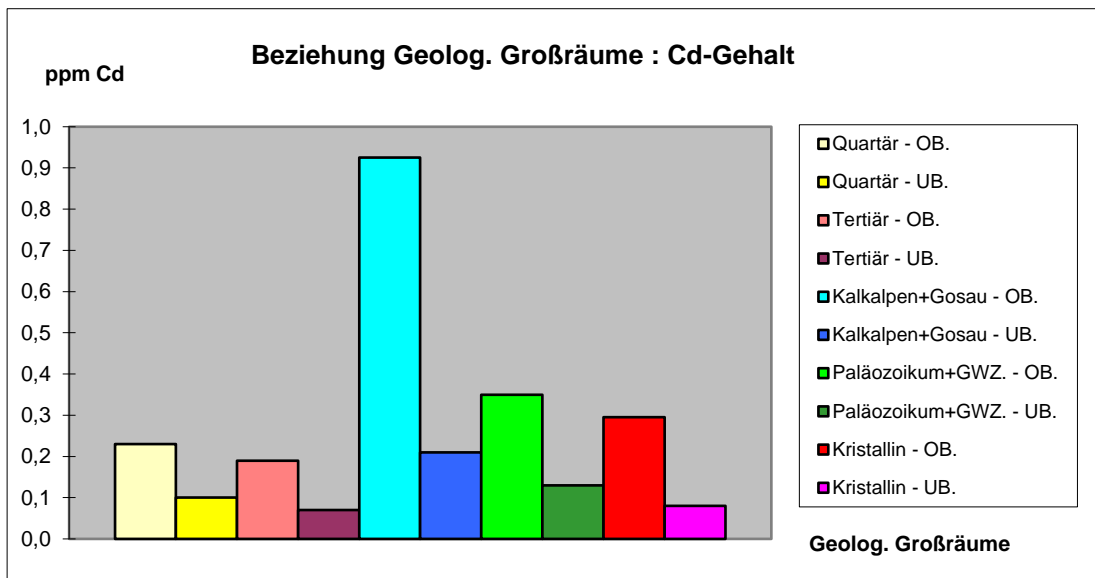
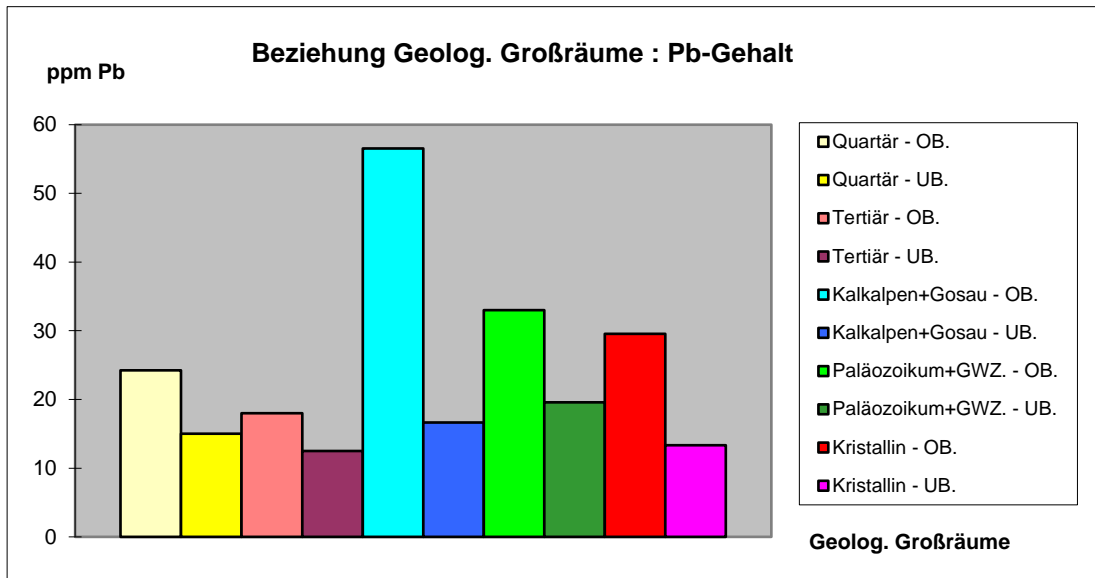
Das Steiermärkische landwirtschaftliche Bodenschutzgesetz (LGBl. Nr. 66/1987) sieht im § 2.4 vor, dass an Standorten mit überhöhten Schadstoffgehalten zwecks Feststellung der Ausdehnung des durch Schadstoffe belasteten Bereiches zusätzliche Proben zu nehmen und zu untersuchen sind.

Um diesem Auftrag gerecht zu werden, wurden an Standorten mit erhöhten Schwermetallgehalten in den Jahren 2016 – 2019 Zusatzuntersuchungen durchgeführt. Die Ergebnisse dieser Bodenanalysen sind Thema des vorliegenden Berichtes.

Ausgangslage:

Schon aus den Ergebnissen der Bodenzustandsinventur im 4x4 km – Raster der Steiermark (Bodenschutzbericht 1998) ist bekannt, dass insbesondere **Blei** und **Cadmium** in den Oberböden angereichert sind, was als Hinweis für anthropogene Einträge gewertet wird. Besonders davon betroffen sind Hochalmstandorte. Auch wurde erkannt, dass die beiden Schwermetalle im geologischen Großraum der Nördlichen Kalkalpen in deutlich höheren Gehalten vorkommen, als im Rest der Steiermark.





OB.: Oberboden, UB.: Unterboden

Weitere hohe Schwermetallgehalte sind aus geogenen Vererzungen – und damit zusammenhängend, Standorte von historischen Bergbauorten – bekannt (Bodenschutzberichte 1999 und 2018). Auch das Schwemmmaterial von Flüssen wurde im Zuge der Bodenzustandsinventur immer wieder als Quelle von Schwermetallanreicherungen erkannt.

Ausgehend von diesen Befunden bieten sich folgende Themenkreise zur Strukturierung dieses Berichtes an:

- Blei- und Cadmiumanreicherungen in den Oberböden steirischer Hochalmen
- Cadmium und Blei in den Nördlichen Kalkalpen
- Schwermetalle im Kristallin und Paläozoikum der Alpen
- Schwermetalle im Känozoikum der Steiermark
- Schwermetalle im Schwemmmaterial der großen Flüsse

Das Ausgangsmaterial unserer Böden, und somit der wesentlichste Faktor für ihre Schwermetallgehalte, sind die verschiedenen Gesteine der Alpen. Daher bedingt die Thematik des Berichtes zwangsläufig eine Einbindung der Geologie der Steiermark. Ausgehend vom Dachsteinkalk unserer höchsten Berge bis zum feinen Schwemmmaterial der Auböden bei Radkersburg spannt sich der Bogen der Untersuchungsergebnisse in diesem Bericht.



Die Almen am Fuße des Dachsteins in der Nähe des Bodenschutzstandortes **LID 1**.



Mit 200 m Seehöhe ist der „**Einserstein**“ bei Radkersburg der niedrigste Punkt der Steiermark. Hier verlässt die Mur unser Bundesland. Die Schwermetalle des hier untersuchten Bodens liegen alle im Normalbereich der für die Steiermark üblichen Gehalte.

Neben der geologischen Herkunft der Schwermetalle hat auch der Mensch seit der industriellen Revolution in zunehmendem Maße Anteil am Eintrag von Schadstoffen genommen. Diese reichern sich üblicherweise im Oberboden an, ein Thema dem sich der erste Teil dieses Berichtes nun widmen wird.

Blei- und Cadmianreicherungen in den Oberböden steirischer Hochalmen

Die **Mediangehalte (mg/kg) der Schwermetalle** an den 1.000 Untersuchungsstandorten der Steiermark in Abhängigkeit ihrer Nutzung:

Standorte	Nutzung	Cu	Zn	Pb	Cr	Ni	Co	Mo	Cd	Hg	As
267	Acker	25	86	20	42	27	13	0,7	0,19	0,10	11
566	Grünland	27	105	28	41	28	13	1,0	0,30	0,13	12
120	Hochalm	16	85	61	29	14	7	1,0	0,38	0,14	10
30	Sonderkultur	39	91	17	43	28	13	0,8	0,18	0,09	10
17	Wald	20	58	54	27	21	7	1,3	0,23	0,27	13
1.000	Steiermark	25	95	27	40	26	13	0,9	0,28	0,13	12
	Normalwerte	60	160	50	80	70	30	1,6	0,50	0,30	40

Aus dieser Tabelle der Mediangehalte erkennt man die höheren Blei- und Cadmiumgehalte der Hochalmen im Vergleich zu anderen Nutzungsformen. Ackerstandorte haben meist bei den Elementen, welche zusätzlich zum geogenen Background auch noch durch Immissionen eingetragen werden (Zn, Pb, Mo, Cd) niedrigere Gehalte als Grünlandstandorte, weil bei ihnen der Oberboden mit unbelastetem Material (Probennahmetiefe-Oberböden im Acker 0 – 20 cm, statt 0 – 5 cm im Grünland) aus unteren Horizonten verdünnt wird.

Im Bodenschutzbericht 2016, Seite 61, wurde berechnet, dass an 65 % aller untersuchten Hochalmstandorte der **Normalwert** für Blei und an 34 % jener für Cadmium **überschritten** wird.

Die erhöhten Schwermetallgehalte betreffen hauptsächlich den Oberboden und nehmen nach unten hin ab, was als Indiz für eine anthropoge Herkunft zu werten ist.

Aus der Differenz der Schwermetallgehalte zwischen Ober- und Unterboden lässt sich abschätzen, wie groß der vermutlich anthropogen verursachte Anteil an Schwermetallen in der Steiermark ist. Er beträgt für alle 1.000 Standorte im Mittel:

mg/kg	Cu	Zn	Pb	Cr	Ni	Co	Mo	Cd	Hg	As
~ Einträge	10	37	16	20	10	5	0,4	0,20	0,12	5

An den untersuchten Hochalmstandorten findet man häufig einen höheren Anteil an Schwermetalleinträgen als es diesen Durchschnittswerten entsprechen würde. Beim Blei weisen 79 % und beim Cadmium 52 % stärkere **Anreicherungen im Oberboden** auf.

% der Standorte mit erhöhten Einträgen:

Nutzung	Cu	Zn	Pb	Cr	Ni	Co	Mo	Cd	Hg	As
Grünland	4	16	23	6	2	2	16	30	9	6
Hochalm	3	15	79	2	1	1	18	52	19	10

Die Ursache des Schwermetalleintrags ist der ubiquitären Umweltverschmutzung zuzurechnen. Sie ist als sehr großflächig, unter Umständen sogar global, anzunehmen. Ein konkreter Verursacher ist nicht unmittelbar erkennbar (vermutlich industrielle

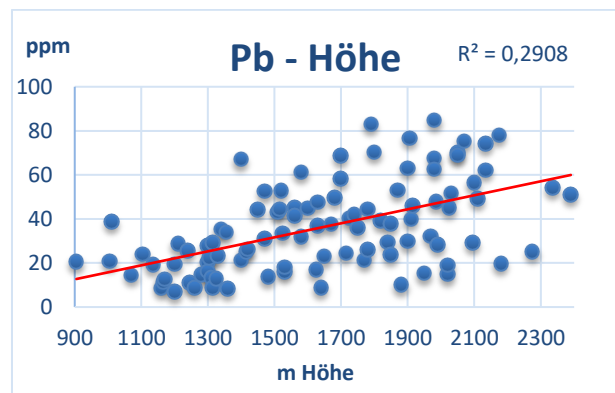
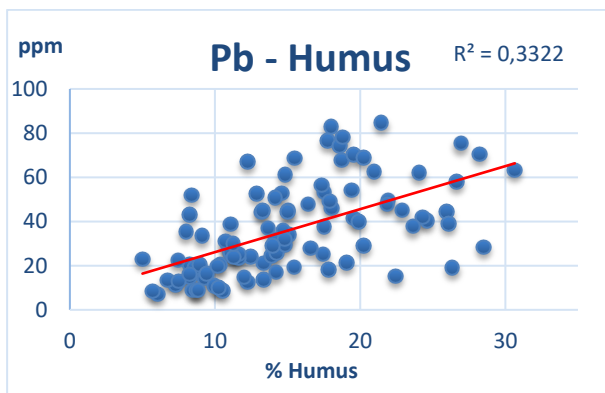
Prozesse und Verkehr). Wie weit Stäube (inklusive Schadstoffe) ber Luftströmungen auf der Erde verbreitet werden können, haben Ereignisse wie der Reaktorunfall von Tschernobyl, Vulkanausbrüche oder die Verwehung von Saharastaub bewiesen. Die Einträge von Blei und Cadmium liegen wie ein Grauschleier auf unseren Böden. Warum jedoch Hochalmflachen davon stärker betroffen sind als das Dauergrünland im Tal, ist Gegenstand dieser Betrachtungen.

Die Abhängigkeit des Humusgehaltes von der landwirtschaftlichen Nutzung aller 1.000 Standorte des Bodenschutzprogrammes:

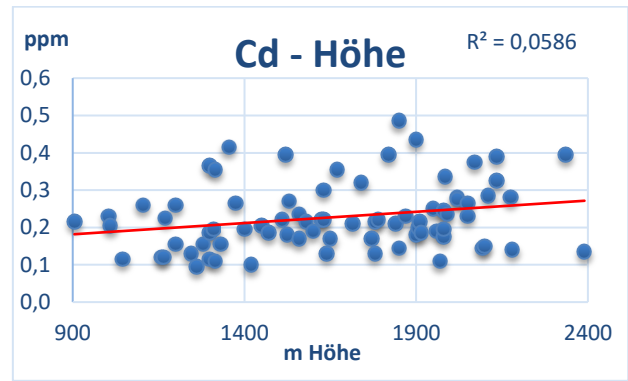
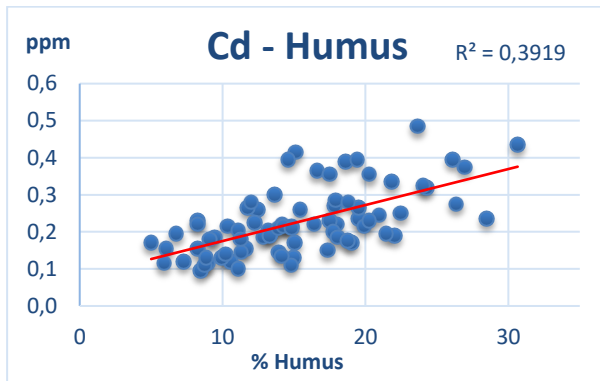
Nutzung	Mediangehalt Humus (%)
Acker (267 Standorte)	2,8
Grünland (566 Standorte)	7,1
Hochalm (120 Standorte)	14,8
Sonderkultur (30 Standorte)	4,0
Wald (17 Standorte)	10,2

Abhängigkeit eingetragener Schwermetalle von Humusgehalt und Seehöhe:

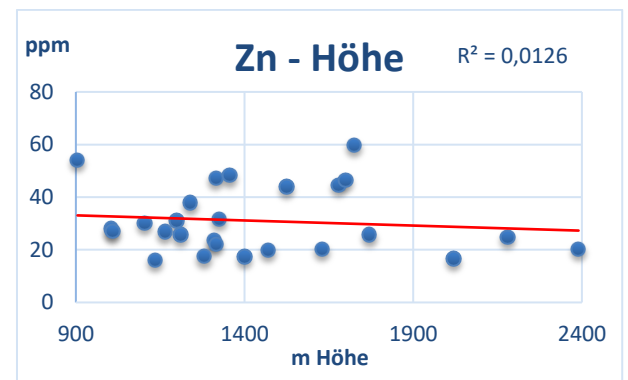
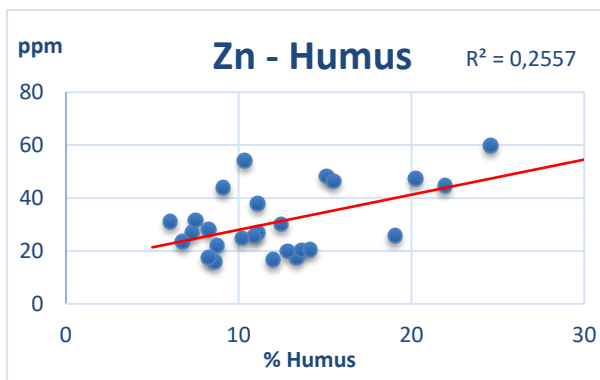
In den nachstehenden Diagrammen wird der Anteil der im Oberboden angereicherten Schwermetallgehalte (ausreisserkorrigierte Werte der Differenz Oberboden minus Unterboden) gegen den Humusgehalt bzw. der Seehöhe von 112 Hochalmstandorten dargestellt.



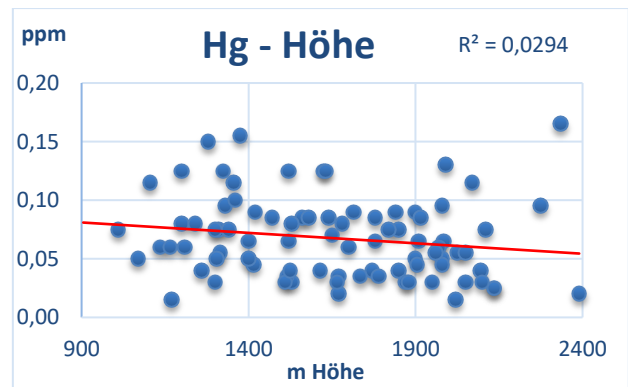
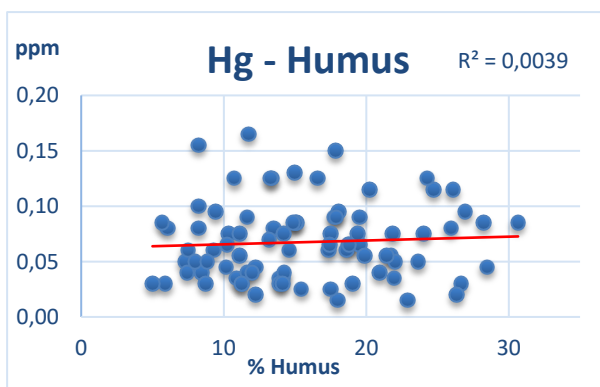
Das Bestimmtheitsmaß R^2 ist ein Gütemaß der Statistik. Je näher sein Wert bei 1 ist, desto besser ist die Korrelation der verglichenen Daten. In den obigen beiden Diagrammen ist die Korrelation des Blei zum Humusgehalt geringfügig besser als zur Seehöhe.



Beim Cadmium ist keine signifikante Abhängigkeit der Gehalte von der Seehöhe gegeben. Die Korrelation zum Humusgehalt hingegen ist gut zu erkennen.

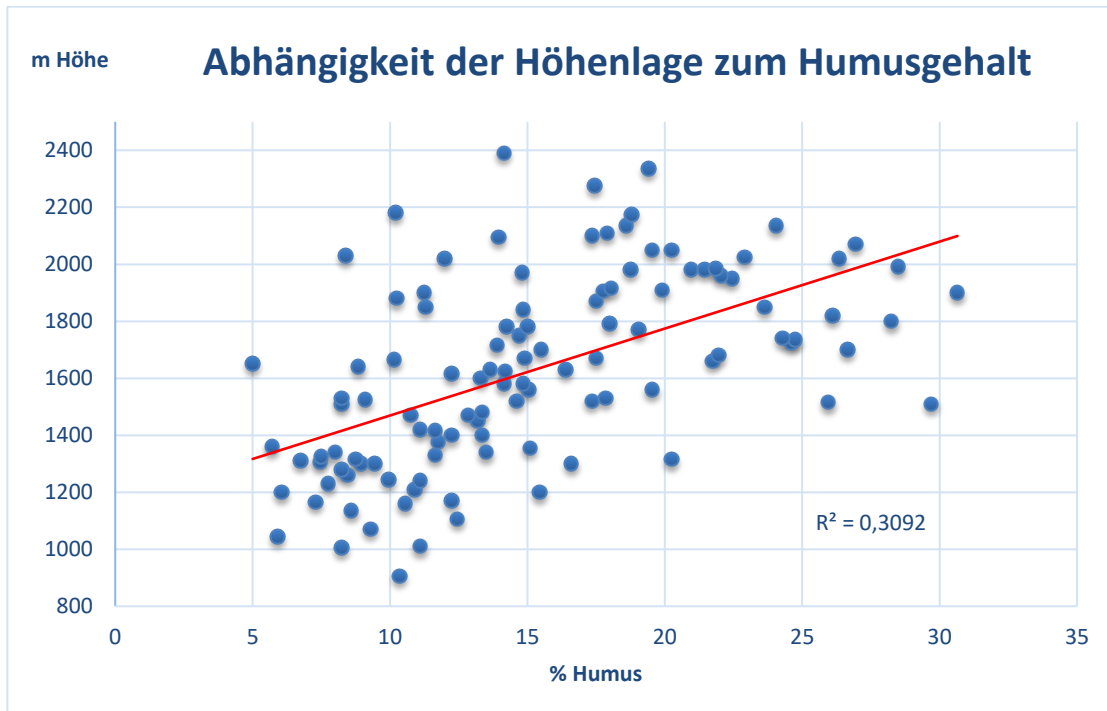


Beim Zink ist die Korrelation zum Humusgehalt geringer, jene zur Seehöhe ist wie beim Cadmium nicht gegeben.

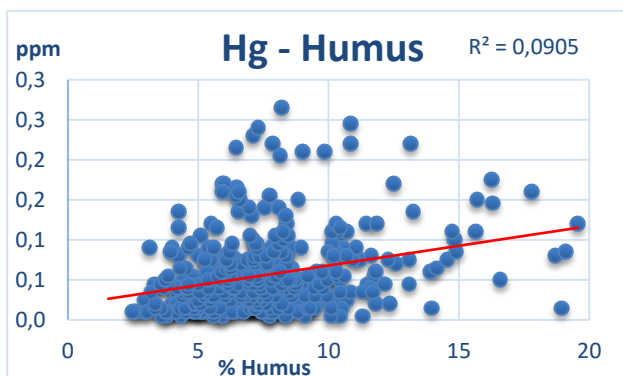
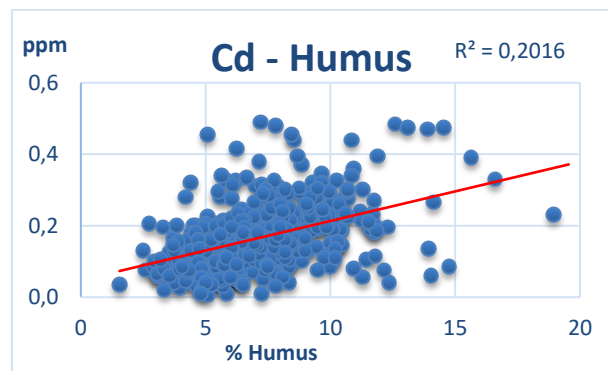
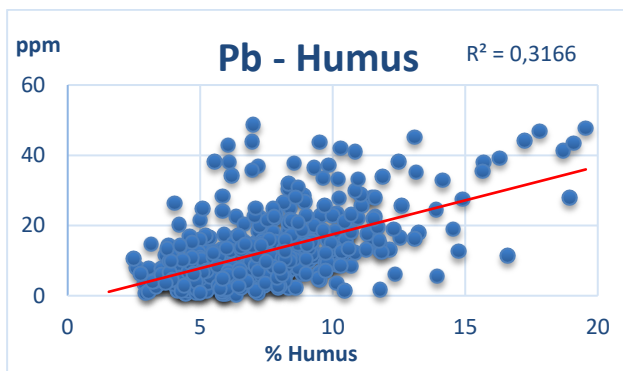


Quecksilber und die übrigen untersuchten Schwermetalle weisen weder zum Humus noch zur Seehöhe Korrelationen auf, ihre Gehalte sind hauptsächlich geogen bedingt.

Zusammengefasst kann man erkennen, dass die Abhängigkeit der anthropogen eingetragenen Schwermetalle zum Humusgehalt größer ist, als zur Höhenlage. Eventuell ist die fallweise festgestellte Korrelation zur Seehöhe nur eine Folge des mit der Seehöhe steigenden Humusgehaltes:



Auch bei den untersuchten Grünlandstandorten der Täler, wo wenig Höhenunterschiede gegeben sind, ist bei den Einträgen von Blei und Cadmium eine Korrelation zum Humusgehalt feststellbar:



Die übrigen Schwermetalle weisen keine relevante Korrelation (z. B.: Hg, $R^2 = 0,0905$) zum Humusgehalt auf.

Vergleicht man die Schwermetalleinträge von Grünland- und Hochalmstandorten mit ähnlichem Humusgehalt, so sind ihre Mediangehalte gut vergleichbar:

mg/kg	Cu	Zn	Pb	Cr	Ni	Co	Mo	Cd	Hg	As
Hochalm	2	26	20	2	2	1	0,3	0,2	0,1	3
Grünland	4	23	14	6	2	1	0,3	0,2	0,1	2

Zur Berechnung wurden 31 Hochalmen und 163 Grünlandflächen mit einem Humus-Gehalt zwischen 8 und 12 % herangezogen. Die Seehöhe der Hochalmstandorte liegt zwischen 900 und 2200 m, jene der Grünlandstandorte liegt deutlich darunter.

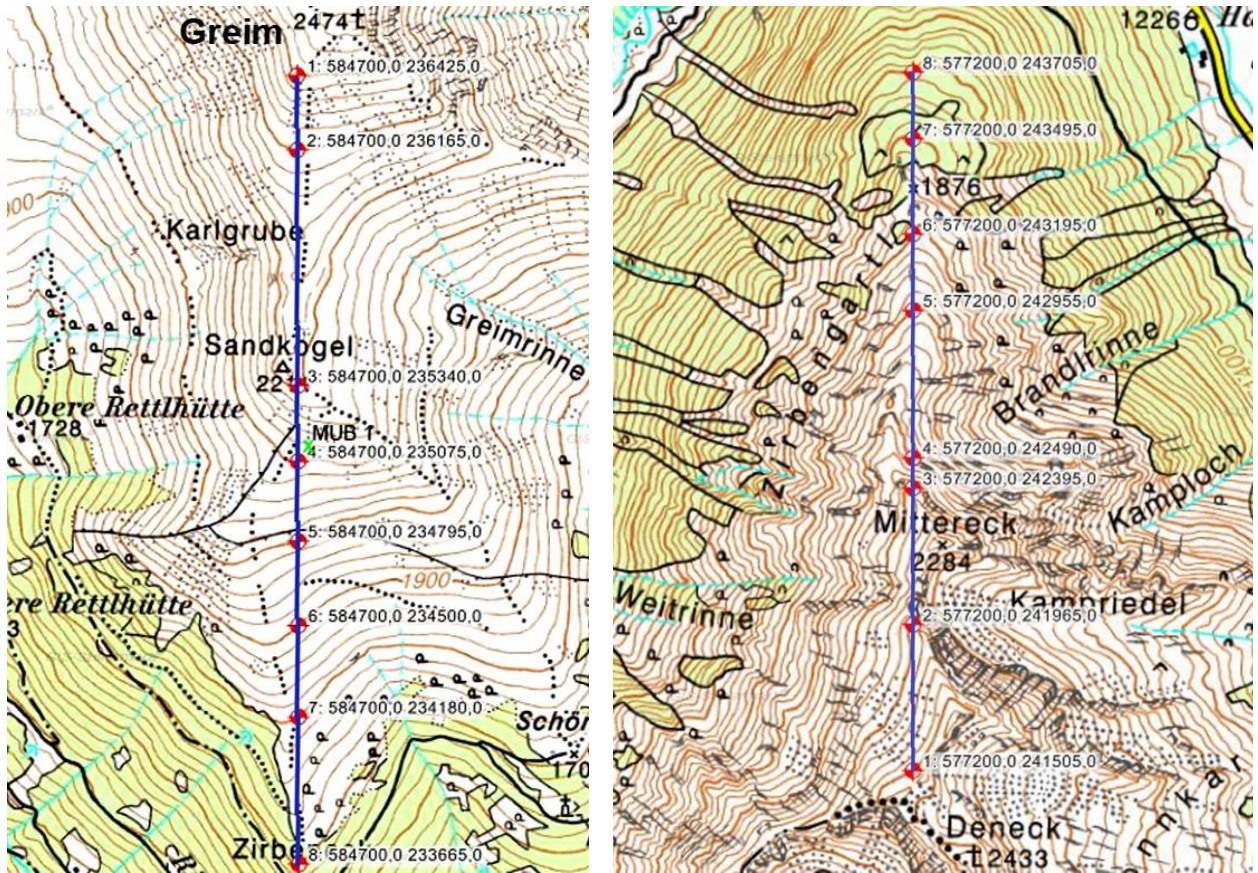
Ein eventueller Einfluss der **Seehöhe** auf den anthropogen eingetragenen Schwermetallanteil (erhöhte Niederschlagstätigkeit und daher vermehrte Auswaschung von luftgetragenen Schadstoffen) scheint daher von untergeordneter Bedeutung zu sein.

Auch der **Tongehalt** der Böden weist mit dem anthropogen eingetragenen Schwermetallanteil keine Korrelation auf.



Der Hochalmstandort **MUB 1** am Greim-Südhang.

Zur weiteren Abklärung einer möglichen Höhenabhängigkeit der Schwermetalleinträge an Hochalmstandorten wurden am Südhang des Greims und entlang des Nordrückens des Denecks je acht Bodenproben gezogen. Die Probenahmen erfolgten im Abstand von 100 Höhenmetern entlang einer Nord-Süd gerichteten Linie.



Probenahmelinien am **Greim** und **Deneck**

Die beiden Berge sind rund neun Kilometer Luftlinie von einander entfernt und bieten die Möglichkeit bei gleichem geologischen Ausgangsmaterial (Glimmerschiefer, Wölzer Kristallin) in exakt Nord-Süd gerichteter Exposition (am Greim Süd- und am Deneck Nordorientiert) in den Höhen 1.700 bis 2.400 m Seehöhe je acht Bodenproben zu ziehen.

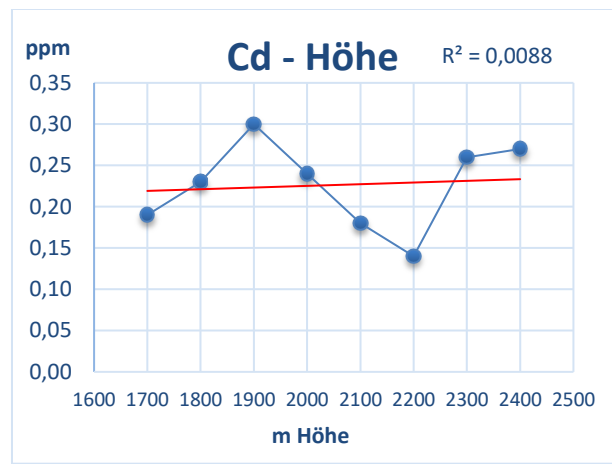
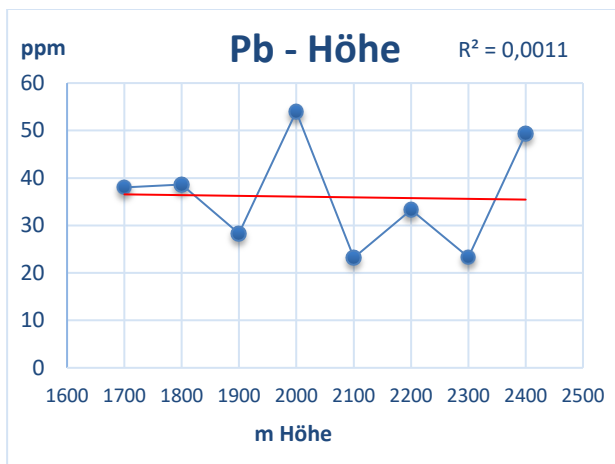
Am Greim liegt zusätzlich der Standort **MUB 1** des Bodenschutzprogrammes mit folgenden Schwermetallgehalten im Oberboden (Bodenzustandsinventur 1992):

Horizont	Cu	Zn	Pb	Cr	Ni	Co	Mo	Cd	Hg	As
0 – 5 cm	17,4	46,8	61,1	26,3	16,7	7,6	0,41	0,33	0,14	9,1
5 – 20 cm	19,5	38,8	24,5	34,3	27,3	10,2	0,38	0,10	0,05	4,7
20 – 50 cm	23,9	48,4	13,7	38,2	38,4	15,5	0,39	0,04	0,04	4,5

Deutlich erkennt man die von unten nach oben hin steigenden Schwermetallgehalte von Blei und Cadmium (bei vernachlässigbaren Gehalten auch Quecksilber und Arsen), welche einen anthropogenen Eintrag belegen. Die übrigen Schwermetalle sind gleichmäßig über alle Bodenhorizonte verteilt, oder steigen nach unten hin an, was ihren geogenen Ursprung beweist.

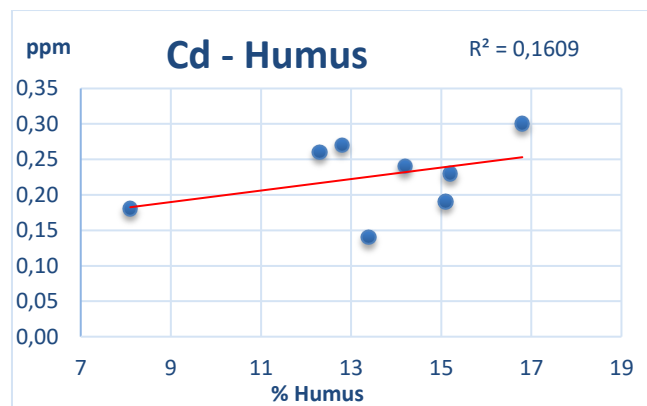
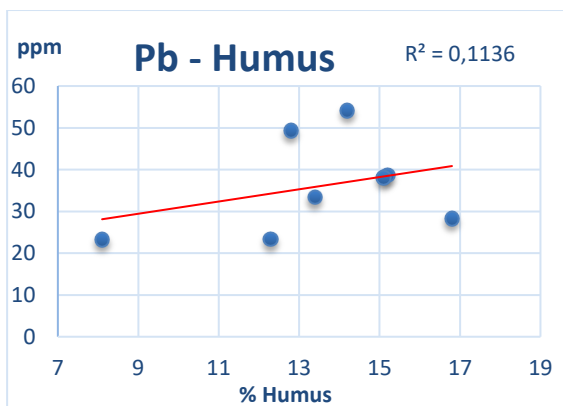
Ergebnisse:

Greim	Höhe	Cu	Zn	Pb	Cr	Ni	Co	Mo	Cd	Hg	As
1	2.400 m	12,0	32,6	49,3	11,2	14,8	4,4	0,42	0,27	0,06	6,0
2	2.300 m	43,0	38,4	23,3	15,9	10,3	11,2	0,27	0,26	0,08	4,2
3	2.200 m	5,1	19,8	33,3	10,1	9,8	2,8	0,31	0,14	0,04	4,7
4	2.100 m	19,7	45,9	23,2	27,9	18,8	7,9	0,39	0,18	0,05	4,4
5	2.000 m	11,4	34,5	54,0	20,4	11,4	3,9	1,55	0,24	0,13	10,3
6	1.900 m	9,6	28,3	28,3	16,3	8,6	3,5	0,95	0,30	0,12	3,3
7	1.800 m	8,2	32,9	38,6	11,5	8,4	4,0	0,72	0,23	0,05	4,3
8	1.700 m	8,0	32,6	38,0	11,3	8,3	3,9	1,08	0,19	0,26	5,8



Die Schwermetallgehalte weisen keine Abhängigkeit zur Seehöhe auf.

Auch hinsichtlich des Humusgehaltes konnte keine Korrelation festgestellt werden:

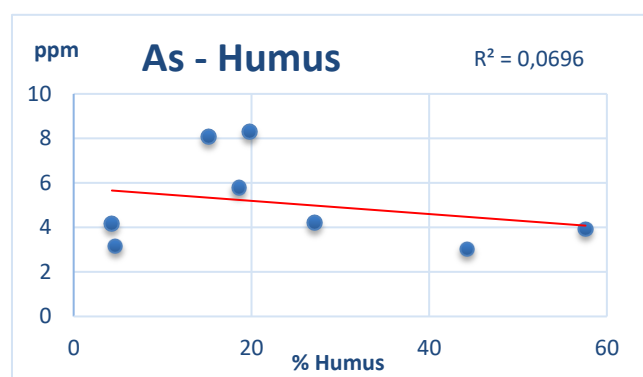
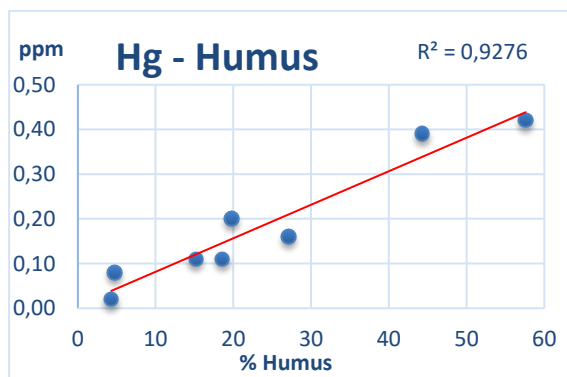
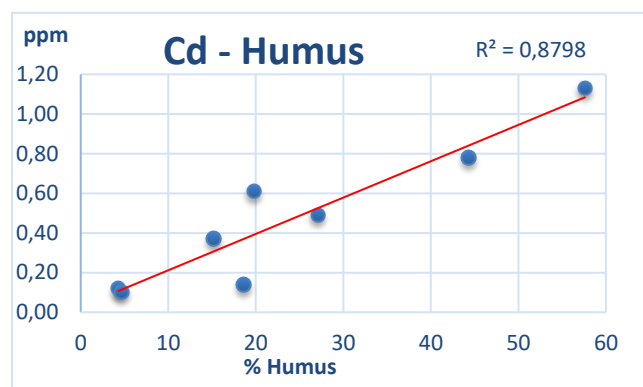
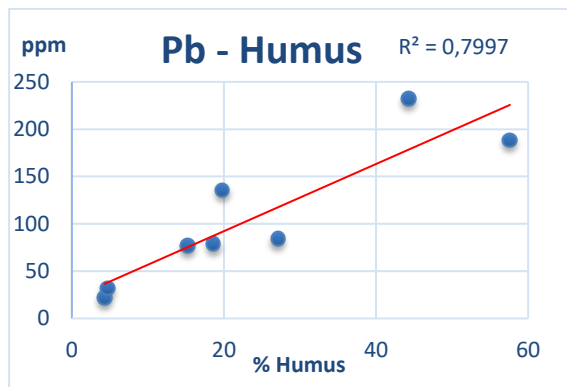


Ursache der schlechten Korrelation dürften die ähnlichen Humusgehalte der Untersuchungsstellen sein, sodass die unterschiedlichen Schwermetallgehalte nur die örtliche Variabilität widerspiegeln.

Deneck	Höhe	Cu	Zn	Pb	Cr	Ni	Co	Mo	Cd	Hg	As
1	2.400 m	28,4	101,4	135,7	30,2	21,9	10,1	0,89	0,61	0,20	8,3
2	2.300 m	93,4	41,2	22,0	35,3	15,2	13,8	0,41	0,12	0,02	4,2
3	2.200 m	38,3	73,4	77,1	30,5	32,9	11,5	0,21	0,37	0,11	8,1
4	2.100 m	25,0	49,0	78,8	28,6	21,2	7,7	0,34	0,14	0,11	5,8
5	2.000 m	19,0	38,4	84,3	20,9	14,1	6,7	0,34	0,49	0,16	4,2
6	1.900 m	10,5	49,8	188,5	4,2	2,4	1,1	0,74	1,13	0,42	3,9
7	1.800 m	14,8	42,3	232,5	8,3	6,0	0,9	0,85	0,78	0,39	3,0
8	1.700 m	40,5	61,3	31,6	33,5	43,5	14,3	0,38	0,10	0,08	3,2

Eine Abhängigkeit der anthropogen verursachten Schwermetalle von der Seehöhe ist nicht zu erkennen.

An den acht Höhenprofilen des Deneck-Nordkammes findet man für Blei, Cadmium und Quecksilber (in geringem Ausmaß auch für Molybdän) gute Korrelationen zum Humusgehalt. Die überwiegend geogen bedingten Elemente wie Arsen sind zufallsverteilt.

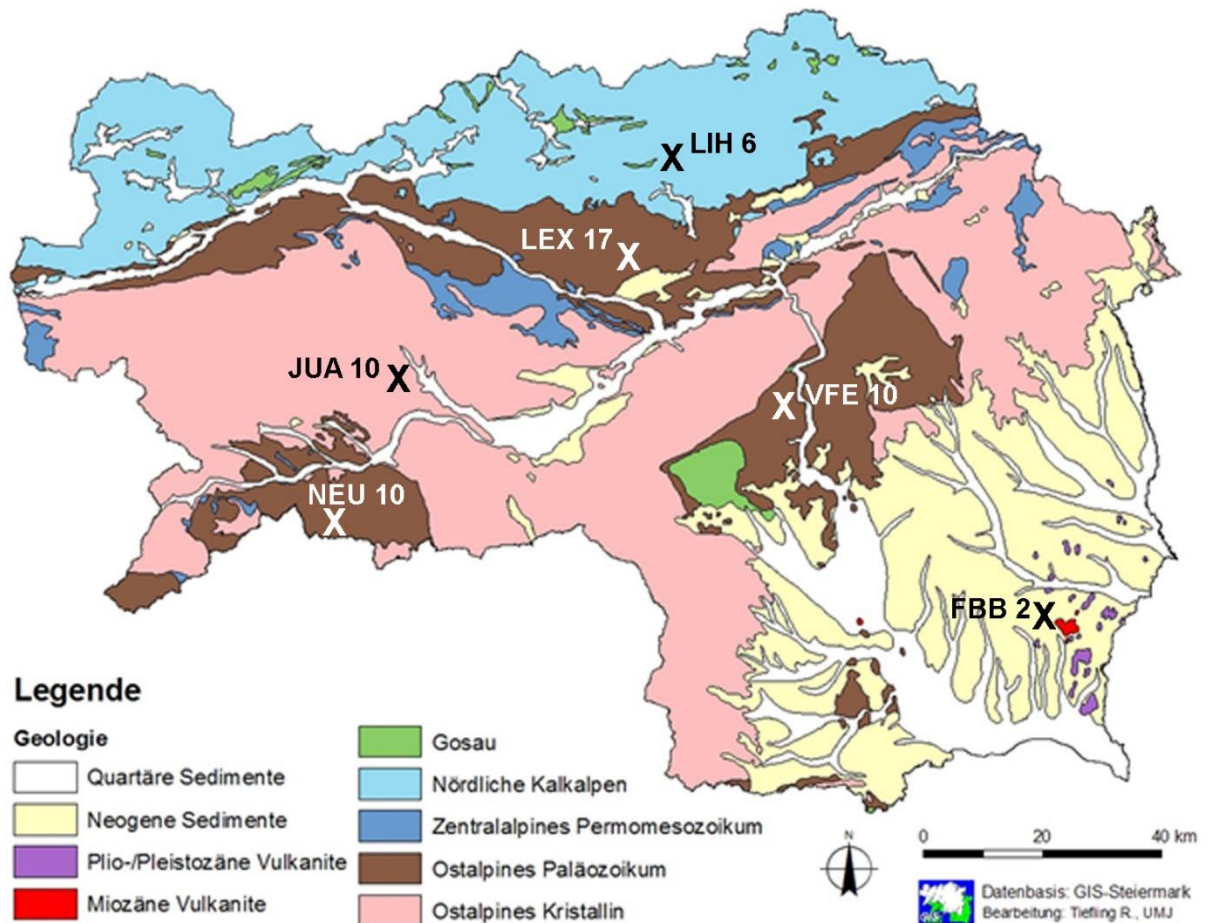


Nach dem derzeitigen Stand der Untersuchungen sind die erhöhten Schwermetallgehalte der Hochalmstandorte, was ihren anthropogen verursachten Anteil angeht, mit dem höheren Humusgehalt, der die Schwermetalle scheinbar gut bindet, erklärbar. Einen weitaus größeren Einfluß auf die Schwermetallgehalte des Bodens hat, wie nachfolgend gezeigt wird, die Geologie des Standorts.

Die Geologie der Steiermark

Die Entwicklung eines fruchtbaren Bodens erfolgt über sehr lange Zeiträume, wir sprechen hier von Jahrhunderten und Jahrtausenden. Ein markanter Startpunkt in der steirischen Bodenentstehung (Pedogenese) ist das Ende der letzten Eiszeit vor rund 12.000 Jahren. Physikalische Vorgänge wie das Zermahlen von Gestein durch Gletscher, Frostsprengung und die Ablagerung der Sedimente beim Zurückweichen der Eismassen sind wesentliche Vorgänge am Beginn der Entstehung unserer Böden. Damit kommt dem Gestein einer geologischen Zone als Lieferant des bodenbildenden Ausgangsmaterials entscheidende Bedeutung zu.

Die nachstehende Karte zeigt einen groben Überblick der geologischen Großräume der Steiermark und die Lage einiger ausgewählter Standorte des Bodenschutzprogrammes:



Die Schwermetallgehalte der Oberböden der ausgewählten Standorte:

Standorte	Cu	Zn	Pb	Cr	Ni	Co	Mo	Cd	Hg	As
LIH 6	11,3	184,2	215,5	30,5	8,8	3,4	0,98	4,62	0,49	13,9
JUA 10	78,3	137,4	15,8	160,0	94,3	40,4	1,52	0,29	0,05	414,0
NEU 10	43,6	112,2	15,8	219,0	92,4	34,3	0,70	0,19	0,10	11,3
LEX 17	44,2	113,8	38,6	54,5	121,3	58,0	3,93	0,53	116,12	47,4
VFE 10	49,8	964,0	6144,9	40,6	83,3	49,2	0,83	3,64	0,64	41,6
FBB 2	45,4	92,1	18,1	49,7	40,1	13,3	0,87	0,18	0,10	13,2
Normalwerte	60	160	50	80	70	30	1,6	0,5	0,3	40

Der Hochalmstandort **LIH 6** liegt im **kalkalpinen** Bereich des Hochschwabs (Dachsteinkalk) und weist die typisch erhöhten Schwermetallgehalte von **Blei** und **Cadmium**, in geringerem Ausmaß auch **Zink** und **Quecksilber**, auf.

Das bodenbildende Ausgangsmaterial am Standort **JUA 10** sind Glimmerschiefer des **Kristallin**. Er liegt im ehemaligen Bergbaugebiet von Oberzeiring und weist bei einigen Schwermetallen, insbesondere **Arsen**, Gehalte über den Normalwerten auf.

Die Böden der Standorte **NEU 10** (Murauer Paläozoikum), **LEX 17** (Grauwackenzone) und **VFE 10** (Grazer Paläozoikum) sind **paläozoischer** Herkunft und repräsentieren deutlich den Erzreichtum der geologischen Regionen. Typisch sind Vererzungen von **Chrom** und **Nickel**, **Quecksilber**, **Blei** und **Zink**, sowie **Molybdän**, **Cadmium** und **Arsen**.

Die Schwermetallgehalte im südoststeirischen Hügelland, hier vertreten durch den Standort **FBB 2**, liegen zumeist innerhalb des Normalbereiches. Das junge bodenbildende Ausgangsmaterial sind **neogene** (früher als Tertiär bezeichnet) bzw. **quartäre** Sedimente.

Ausgehend von diesen geologischen Großräumen werden im folgenden die Ergebnisse der in diesem Bericht gegenständlichen Untersuchungen präsentiert und aufgrund ihrer geologischen Formation eine Abschätzung der Ausdehnung ihrer erhöhten Schwermetallgehalte unternommen.

Cadmium und Blei in den Nördlichen Kalkalpen

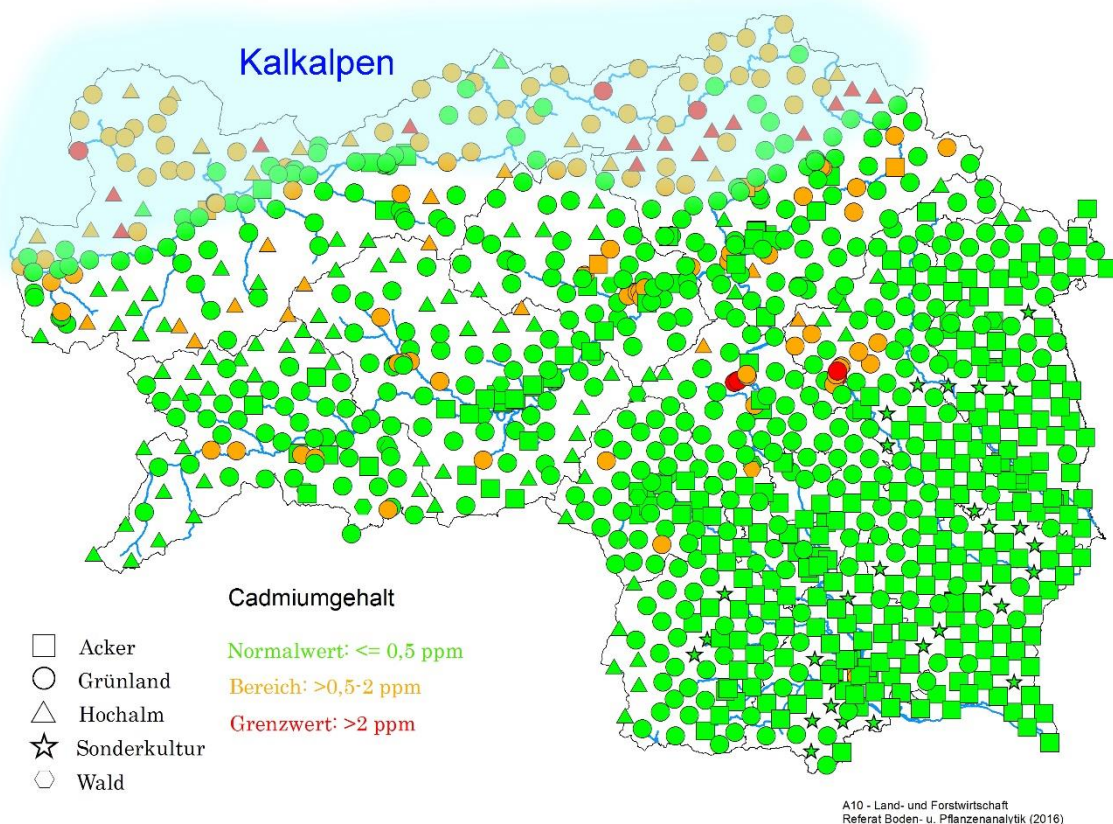
Schon im Bodenschutzbericht 1998 wurde bei der Diskussion der Schwermetalle darauf hingewiesen, dass besonders die Elemente **Cadmium** und **Blei** im Bereich der Kalkalpen auffallend hohe Gehalte aufweisen.

Mediangehalte der Schwermetalle (mg/kg) in den Oberböden der geologischen Großformationen: Bodenschutzbericht 1998

Geologischer Großraum	Anzahl Standorte	Cu	Zn	Pb	Cr	Ni	Co	Mo	Cd	Hg	As
Quartär	144	27	99	24	43	29	13	0,82	0,23	0,11	14
Tertiär	103	26	88	18	42	29	14	0,68	0,19	0,11	10
Kalkalpen	18	20	114	57	44	26	10	0,98	0,93	0,23	16
Paläozoikum	37	32	122	33	37	33	16	1,07	0,35	0,15	16
Kristallin	90	19	77	30	37	17	9	0,74	0,30	0,12	6

Da aber der Gegenstand des Berichtes 1998 die 392 Rasterstandorte der Steiermark waren und hier nur 18 Untersuchungsstellen in den Kalkalpen liegen, war die Aussagekraft gering. Mittlerweile haben viele zusätzliche Standorte im kalkalpinen Bereich den anfänglichen Befund bestätigt.

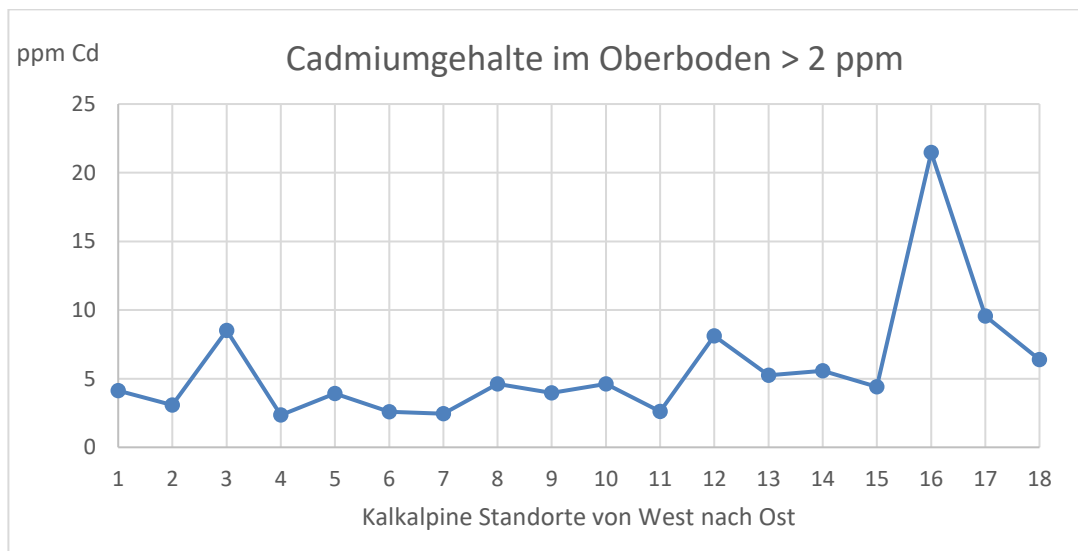
Cadmiumgehalte steirischer Oberböden:



Im kalkalpinen Bereich kommt zur vorher besprochenen ubiquitären Umweltbelastung noch ein deutlich höherer Beitrag aus dem naturgegebenen geogenen Background dazu.

Betroffen sind die Bergregionen Dachstein, Totes Gebirge, Ennstaler Alpen, Hochschwab und Mürzsteiger Alpen der Bezirke Liezen und Bruck-Mürzzuschlag. Steiermarkweit gesehen weisen 23 von 1.000 Untersuchungsstellen der Bodenzustandsinventur **Cadmiumgehalte über 2 mg/kg** im Oberboden auf. 18 davon liegen im kalkalpinen Bereich, die restlichen sind ehemalige Bergbaustandorte des Grazer Paläozoikums:

Standorte	Nutzung	Zn	Pb	Cd	Standort
1 LIX 31	Grünland	269,8	105,4	4,13	Koppentrettalm
2 LIX 27	Hochalm	287,2	126,9	3,07	Wiesalm
3 LIG 5	Hochalm	147,0	106,5	8,51	Stoderzinken
4 LIX 24	Hochalm	96,7	162,5	2,35	Tauplitzalm
5 LIX 29	Hochalm	212,5	87,3	3,91	Mochmölbing
6 LIB 11	Hochalm	307,0	141,0	2,60	Haller Mauern
7 LIX 38	Grünland	196,5	62,3	2,45	Lassingbach
8 LIH 6	Hochalm	184,2	215,5	4,62	Griesstein
9 BMX 30	Hochalm	342,9	113,5	3,96	Sonnschienalm
10 BMB 5	Hochalm	245,2	186,5	4,61	Kl. Hochwart
11 BMX 18	Grünland	296,7	186,6	2,61	Weichselboden
12 BMX 22	Hochalm	566,8	281,5	8,12	Fölzalm
13 BMB 4	Hochalm	249,1	194,2	5,25	Hochweichsel
14 BMX 27	Hochalm	373,1	156,3	5,57	Graualm
15 MZB 2	Hochalm	407,6	270,9	4,40	Veitsch
16 MZA 8	Hochalm	1017,9	2019,0	21,47	Lachalpe
17 MZA 7	Hochalm	332,7	142,9	9,55	Schönhaltereck
18 MZX 14	Hochalm	445,7	260,0	6,38	Schneealm
19 VFE 9	Grünland	551,5	864,9	2,10	Bergbau Arzwald
20 VFE 10	Grünland	964,0	6144,9	3,64	Bergbau Arzwald
21 VFE 11	Grünland	1898,0	3509,9	6,39	Bergbau Arzwald
22 VFE 15	Grünland	729,5	508,9	2,41	Bergbau Arzberg
23 VFE 20	Grünland	1684,0	882,0	4,88	Bergbau Arzberg
Normalwerte:		160	50	0,5	



Die Standorte am Stoderzinken, der Fölzalm und in den Mürzsteger Alpen (Lachalpe, Schönhaltereck, Schneealm) fallen durch besonders hohe Cadmiumgehalte auf. Am höchsten sind sie auf der Lachalpe bei Mürzsteg. Hier erreichen auch die Elemente Blei und Zink besonders hohe Gehalte. Korrelationen der Elemente Zn-Pb-Cd untereinander konnten nicht festgestellt werden. Die übrigen von der Bodenzustandsinventur erfassten Schwermetalle sind im kalkalpinen Bereich unauffällig.

Beispiele für die Tiefenverteilung der Untersuchungsparameter:

Wiesalm	cm	Humus	CaCO₃	Zn	Pb	Cd	As
LIX 27	0-5	14,9	0,4	287,2	126,9	3,07	14,8
LIX 27	5-20	4,2	28,8	209,5	29,2	2,66	10,6
LIX 27	20-50	0,5	30,4	70,1	8,0	1,07	14,3

Hochmölbing	cm	Humus	CaCO₃	Zn	Pb	Cd	As
LIX 29	0-5	22,0	0,2	212,5	87,3	3,91	18,1
LIX 29	5-20	9,7	0,3	182,0	70,7	3,56	19,5
LIX 29	20-50	4,6	8,2	168,0	37,6	3,30	16,4

Man erkennt, dass die Cadmiumgehalte auf der Wiesalm nach unten hin schneller abnehmen als am Almstandort südlich des Hochmölblings. Auch hier gilt, dass die Schwermetalle (geogener und anthropogener Herkunft) mit zunehmendem Humusgehalt stärker angereichert werden. Arsen, als typisch geogenes Element, ist gleichmäßig über alle Bodentiefen verteilt.

Laut Profilbeschreibung ist der erste Standort (Lockersedimenterde aus Moränenmaterial) im Bereich 0-10 cm stark humos und stark durchwurzelt, darunter laufen die Wurzeln aus. Der Standort **LIX 29** dagegen (Lockersedimentbraunerde aus feinem über groben Schwemmmaterial) ist bis 20/30 cm stark humos und gut durchwurzelt.

Der weniger stark ausgebildete und nach unten hin rasch abnehmende Humusgehalt auf der Wiesalm bremst eine Entkalkung der betreffenden Bodenschichten. Die derzeit gefundenen Schwermetalle sind die Summe der im Zeitraum der Bodenentwicklung bei Entkalkungsvorgängen freigesetzten und über den Luftpfad eingetragenen Elementen, die sich über lange Zeiträume am Humus und kleinsten Bodenpartikeln gebunden haben.

In welchem Ausmaß beim Vorgang der Entkalkung anfangs gebundene Schwermetalle freigesetzt und ausgeschwemmt oder im Boden fixiert werden können, ist noch ungeklärt. Auch gilt es zu beachten, dass nicht nur Huminsäuren Kalk auflösen, sondern, dass Kalk generell eine gewisse Löslichkeit in Wasser besitzt, die mit sinkendem pH-Wert rasch steigt (Thema ‚Saurer Regen‘).

Dieser Aspekt ist vor allem deswegen wichtig, als die Quellaustritte der Kalkalpen bedeutende Trinkwasserlieferanten sind. Das Einzugsgebiet der 1. Wiener Hochquellenleitung ist das südliche Schneealmgebiet der Mürzsteger Alpen, jenes der 2. Wiener Hochquellenleitung der nördliche Hochschwab. Die Grazer Hochschwableitung nutzt Quellaustritte des südlichen Hochschwabs.



Standort **LIX 27** (Wiesalm).



Standort **LIX 29** (Hochmölbing).

Zusatzuntersuchungen in den Nördlichen Kalkalpen der Steiermark

Zur besseren Darstellbarkeit wird das Gebiet der Nördlichen Kalkalpen in folgende vier Regionen unterteilt:

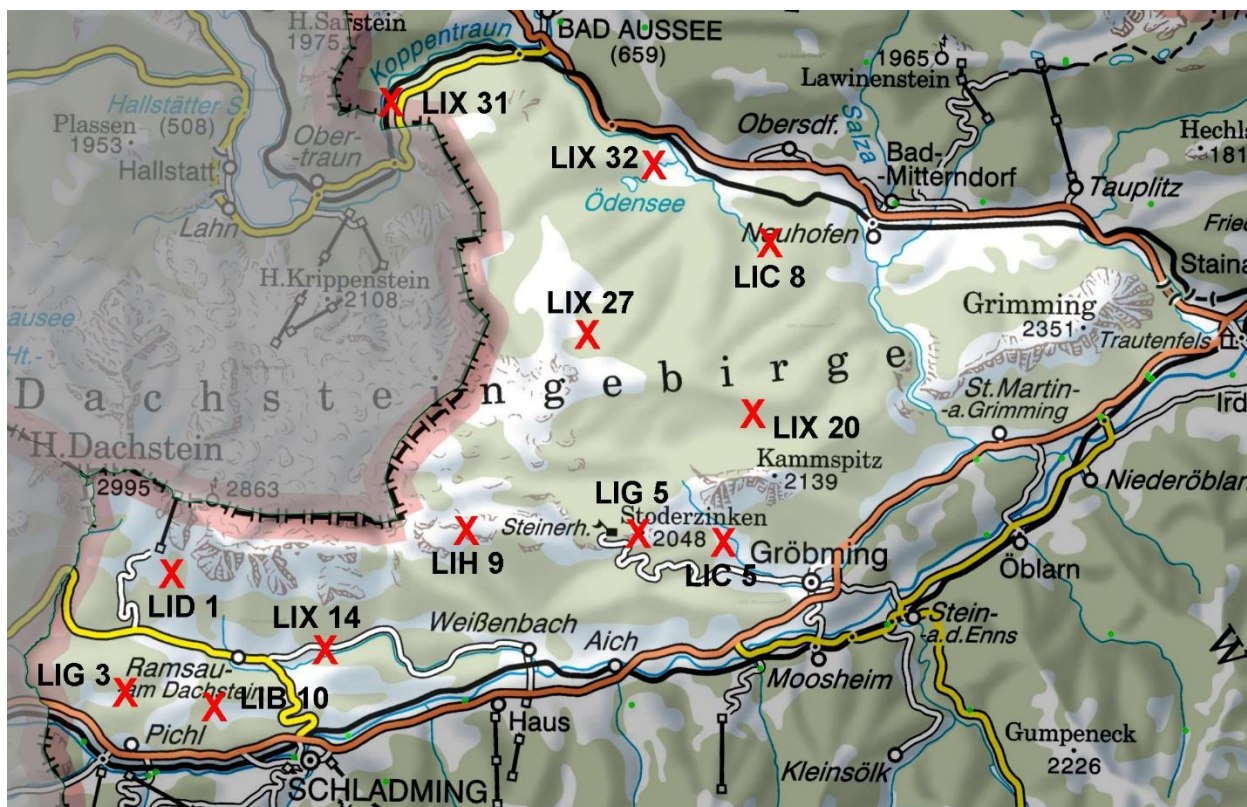
1. Dachsteingebirge
2. Ausseerland und Totes Gebirge
3. Ennstaler Alpen
4. Hochschwab
5. Mürzsteger Alpen

1. Dachsteingebirge



Im Erdmittelalter, gegen Ende der Triaszeit (vor ca. 215-200 Millionen Jahren), bildete sich in einer Flachwasserzone des Urmeers Tethys am Rande des Urkontinents Pangäa der **Dachsteinkalk**, benannt nach dem höchsten Berg der Steiermark. Viel später (vor ca. 30 Millionen Jahren), nach der Kollision der afrikanischen und europäischen Kontinentalplatten wurden im Zuge der Entstehung der Alpen die mächtigen Kalkablagerungen aus dem Meer gehoben.

Außer dem Dachsteinkalk entstanden in der Trias- und Jurazeit (vor ca. 240-150 Millionen Jahren) noch etliche andere Kalksteine (Wettersteinkalk, Hauptdolomit, Werfener- und Allgäuschichten, etc.) über die später noch berichtet werden wird.



Der Standort **LIG 3** muss aus der Betrachtung der kalkalpinen Belastungen ausgenommen werden, da er im Einflussbereich der Grauwackenzone liegt (Rittisberg). Er wird dann bei der Diskussion der Böden mit paläozoischem Ausgangsmaterial besprochen werden.

Die Schwermetallgehalte (mg/kg) der Oberböden in der Region Dachstein:

Standorte	Cu	Zn	Pb	Cr	Ni	Co	Mo	Cd	Hg	As
LID 1	14,9	62,5	81,0	21,4	14,4	8,0	1,25	1,01	0,18	18,3
LIX 14	14,3	83,4	26,9	42,0	21,3	10,8	0,58	0,22	0,13	12,6
LIB 10	18,8	115,5	46,9	32,3	21,4	9,2	0,66	0,68	0,10	15,4
LIH 9	10,0	77,9	67,2	33,4	12,4	6,7	0,54	0,77	0,16	15,6
LIG 5	20,3	147,0	106,5	43,3	20,6	10,5	0,75	8,51	0,29	35,1
LIC 5	24,3	171,5	72,4	24,8	29,4	9,3	0,51	0,92	0,10	10,6
LIX 20	6,6	31,7	39,8	20,4	5,2	1,8	0,35	0,39	0,11	9,6
LIX 27	25,2	287,2	126,9	54,6	19,8	9,8	0,89	3,07	0,27	14,8
LIX 31	35,2	269,8	105,4	43,6	20,5	8,4	0,74	4,13	0,30	9,3
LIX 32	21,0	70,1	30,5	35,5	22,8	8,9	0,45	0,86	0,08	7,2
LIC 8	16,7	97,3	54,7	35,4	15,3	6,3	1,07	1,16	0,16	10,1
Normalwerte	60	160	50	80	70	30	1,6	0,5	0,3	40

Das bodenbildende Ausgangsmaterial der Böden:

Standorte	Ausgangsmaterial
LID 1	Moräne im Kalkalpin
LIX 14	Schwemmfächer im Kalkalpin
LIB 10	Moräne im Kalkalpin
LIH 9	Dachsteinkalk
LIG 5	Wettersteinkalk
LIC 5	Schwemmfächer im Kalkalpin
LIX 20	Inneralpines Tertiär neben Dachsteinkalk
LIX 27	Hangschutt aus Dachsteinkalk
LIX 31	Hangschutt aus Trias-Kalken
LIX 32	Quartäres Sediment im Kalkalpin
LIC 8	Murenschutt im Kalkalpin

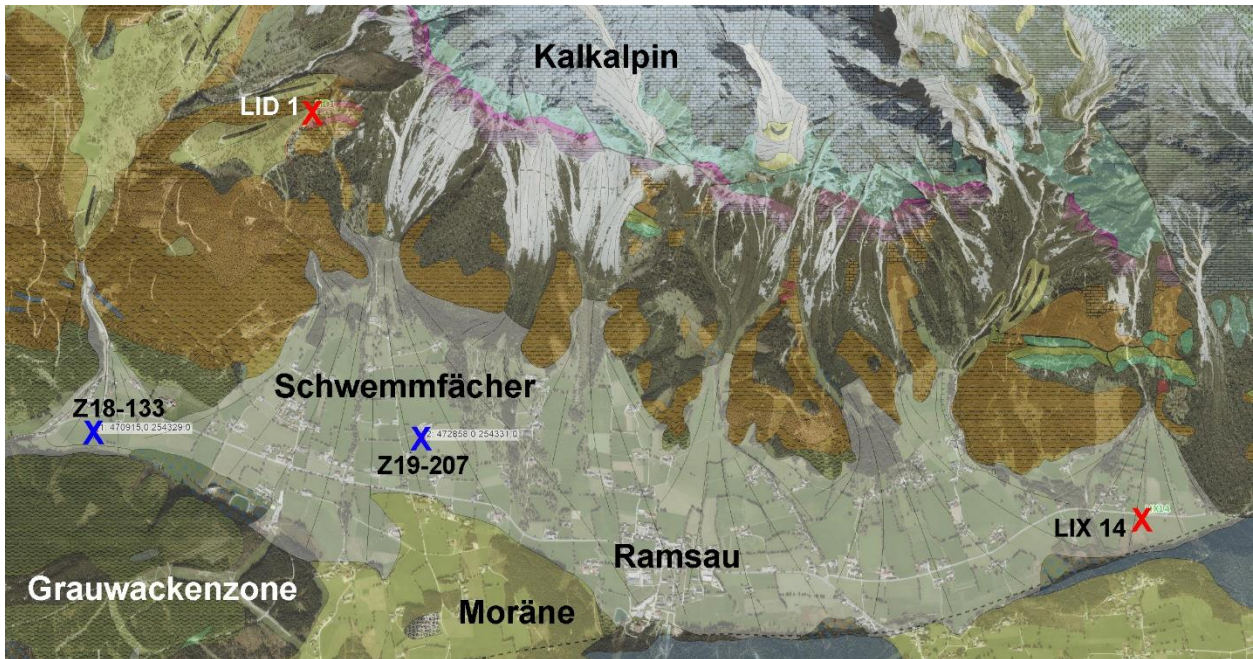
Man sieht, dass bei den ursprünglich untersuchten Standorten das bodenbildende Ausgangsmaterial nur selten einer konkreten Kalkformation zugeordnet werden kann, meist werden die Böden von mehreren Kalksteinen beeinflusst.

Bei den im Folgenden besprochenen Zusatzuntersuchungen wurde wenn möglich darauf geachtet, konkrete Kalkformationen zu analysieren, um die erhöhten Schwermetallgehalte eventuell mit bestimmten Kalksteinen in Verbindung bringen und ihre Ausdehnung abschätzen zu können.



Standort **LIG 5**, Stoderzinken: Wettersteinkalk

Ramsau:



Die Südhänge des Dachsteingebirges sind geologisch sehr differenziert. Die landwirtschaftlichen Hauptproduktionsflächen liegen vorwiegend auf Schwemmfächern, die nicht eindeutig einer bestimmten Kalkformation zuordenbar sind.

Es wurden zusätzlich zu den beiden Bodenschutzstandorten **LID 1** und **LIX 14** zwei Proben im westlichen Teil der Schwemmfächer gezogen.

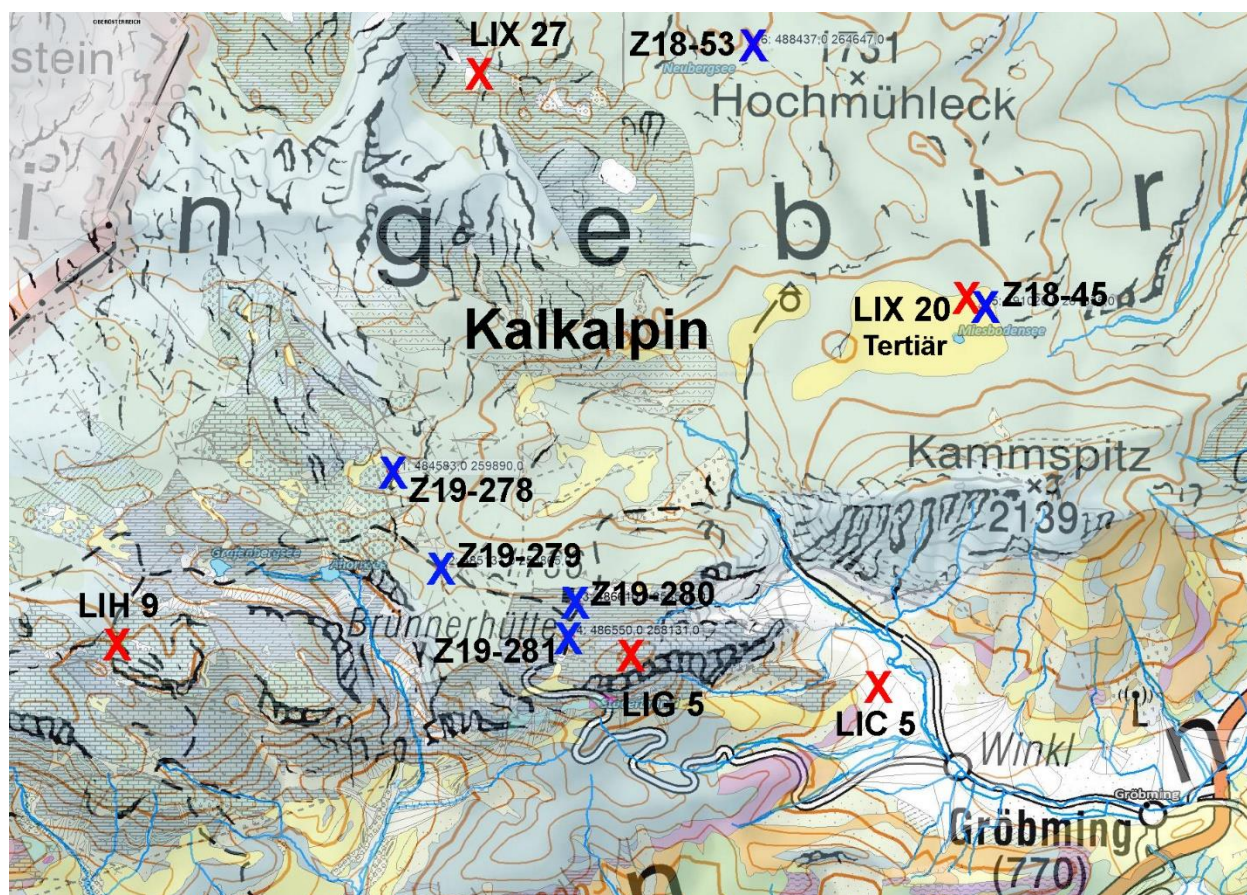
Standorte	Cu	Zn	Pb	Cr	Ni	Co	Mo	Cd	Hg	As
LID 1	14,9	62,5	81,0	21,4	14,4	8,0	1,25	1,01	0,18	18,3
Z18-133	28,4	99,1	76,4	13,0	12,8	2,7	0,66	1,12	0,16	15,4
Z19-207	20,4	54,7	31,4	24,1	28,2	14,5	1,47	0,42	0,30	16,7
LIX 14	14,3	83,4	26,9	42,0	21,3	10,8	0,58	0,22	0,13	12,6
Normalwerte:	60	160	50	80	70	30	1,6	0,5	0,3	40

Der Hochalmstandort **LID 1** besteht laut Geländebefund aus tief aufgewittertem Werfener Schiefer (GIS: Moränenmaterial diverser Kalke) und weist typische kalkalpine Schwermetallgehalte von **Cadmium** und **Blei** auf. Er ist gut mit der Probenahmestelle **Z18-133** vergleichbar.

Der in der östlichen Ramsau gelegene Grünlandstandort **LIX 14** ist, ebenso wie der Boden der Zusatzuntersuchung **Z19-207**, unauffällig.

Aus den bisherigen Untersuchungsergebnissen kann man davon ausgehen, dass sich die geogen bedingten, erhöhten Schwermetallgehalte auf den Hochalmstandort **LID 1** und den westlichsten Schwemmfächer beschränken. Der Hauptteil der Ramsauer Hochfläche weist im Oberboden übliche Schwermetallgehalte auf.

Dachsteingebirge-Ost (Kemetgebirge):



Der Großteil des Untersuchungsgebietes hat Dachstein- bzw. Wettersteinkalk als bodenbildendes Ausgangsmaterial. Ausnahme ist das Gebiet im Bereich des Miesbodensees nördlich des Kammspitzes. Der Standort **LIX 20** und die Probenahmestelle **Z18-45** liegen auf einem inneralpinen Tertiär unmittelbar neben dem Dachsteinkalk.

Standorte	Cu	Zn	Pb	Cr	Ni	Co	Mo	Cd	Hg	As
LIX 27	25,2	287,2	126,9	54,6	19,8	9,8	0,89	3,07	0,27	14,8
Z18-53	9,7	148,3	84,0	55,9	26,7	11,6	0,40	2,30	0,19	19,0
LIH 9	10,0	77,9	67,2	33,4	12,4	6,7	0,54	0,77	0,16	15,6
LIG 5	20,3	147,0	106,5	43,3	20,6	10,5	0,75	8,51	0,29	35,1
Z19-278	15,9	386,9	192,0	80,9	23,0	12,0	0,84	4,36	0,37	27,3
Z19-279	13,6	140,1	87,6	58,8	29,8	13,5	0,48	2,32	0,50	23,2
Z19-280	24,0	234,1	99,8	63,9	39,4	15,3	0,81	4,04	0,39	28,9
Z19-281	22,7	293,9	129,7	80,7	37,0	21,0	0,63	5,94	0,38	28,7
LIC 5	24,3	171,5	72,4	24,8	29,4	9,3	0,51	0,92	0,10	10,6
LIX 20	6,6	31,7	39,8	20,4	5,2	1,8	0,35	0,39	0,11	9,6
Z18-45	6,4	65,4	70,2	24,9	13,1	2,9	0,34	0,28	0,11	12,8
Normalwerte:	60	160	50	80	70	30	1,6	0,5	0,3	40

Die höchsten Cd-Gehalte findet man beim Stoderzinken (**LIG 5**, **Z19-281**) im Bereich des Wettersteinkalks. Erhöhte Schwermetallgehalte sind aber unabhängig von der geologischen Formation im gesamten Untersuchungsgebiet nachzuweisen.

Standorte	Ort	Geologie
LIX 27	Wiesalm	Hangschutt aus Dachsteinkalk
Z18-53	Achlesbrunn	Dachsteinkalk
LIH 9	Kufstein	Dachsteinkalk
LIG 5	Stoderzinken	Wettersteinkalk
Z19-278	Große Wiesmahd	Moräne
Z19-279	Brandner Urwald	Dachsteinkalk
Z19-280	Stoderalm	Wettersteindolomit
Z19-281	Stoderzinken-NW	Wettersteinkalk (Riffkalk)
LIC 5	Weyern	Schuttfächer
LIX 20	Miesbodensee	Tertiär neben Dachsteinkalk
Z18-45	Miesbodensee-SO	Tertiär neben Dachsteinkalk



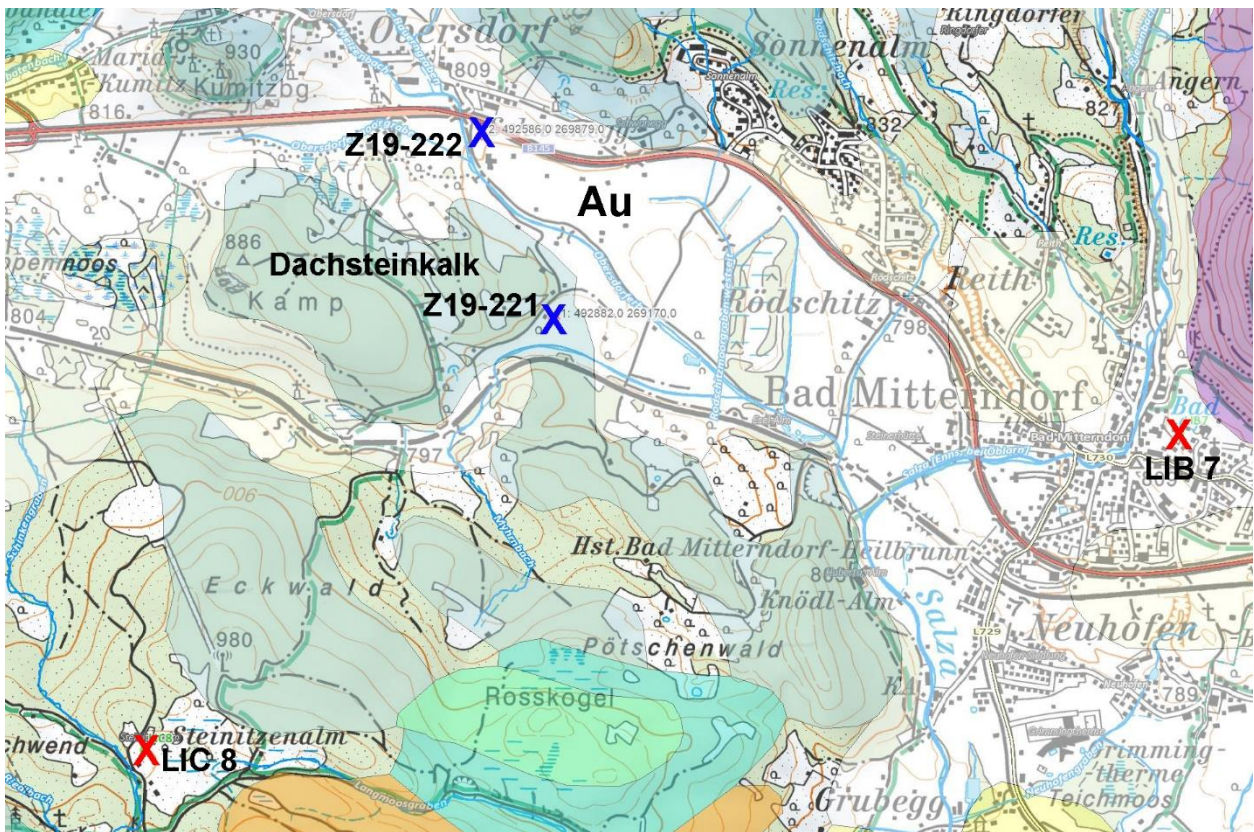
Standort **LIX 27**, Wiesalm: Hangschutt aus Dachsteinkalk



Untersuchungsstelle **Z18-45**, Miesbodensee-Südost:
Inneralpines Tertiär neben Dachsteinkalk.

Die Böden des inneralpinen Tertiärs (**LIX 20**, **Z18-45**) weisen keine erhöhten Schwermetallgehalte auf. Ein Einfluss der kalkalpinen Gesteine ist, obwohl sie unmittelbar an die Probenahmestellen angrenzen, nicht erkennbar. Der leicht erhöhte Bleigehalt am Zusatzstandort **Z18-45** ist vernachlässigbar und eher der ubiquitären Umweltbelastung als dem Kalkalpin zuzuschreiben (Cadmiumgehalte normal).

Bad Mitterndorf - West:



Die Schwermetallgehalte (mg/kg) der Oberböden in der Region:

Standorte	Cu	Zn	Pb	Cr	Ni	Co	Mo	Cd	Hg	As
LIC 8	16,7	97,3	54,7	35,4	15,3	6,3	1,07	1,16	0,16	10,1
Z19-221	14,7	108,1	43,4	36,0	19,7	9,3	0,50	1,26	0,14	12,8
Z19-222	31,9	127,9	55,6	38,9	20,6	9,5	0,55	1,24	0,24	14,9
LIB 7	18,3	140,0	41,0	19,5	10,4	4,2	0,79	1,33	0,16	6,2
Normalwerte:	60	160	50	80	70	30	1,6	0,5	0,3	40

Die Schwermetallgehalte der Region sind sehr einheitlich und großflächig verteilt.

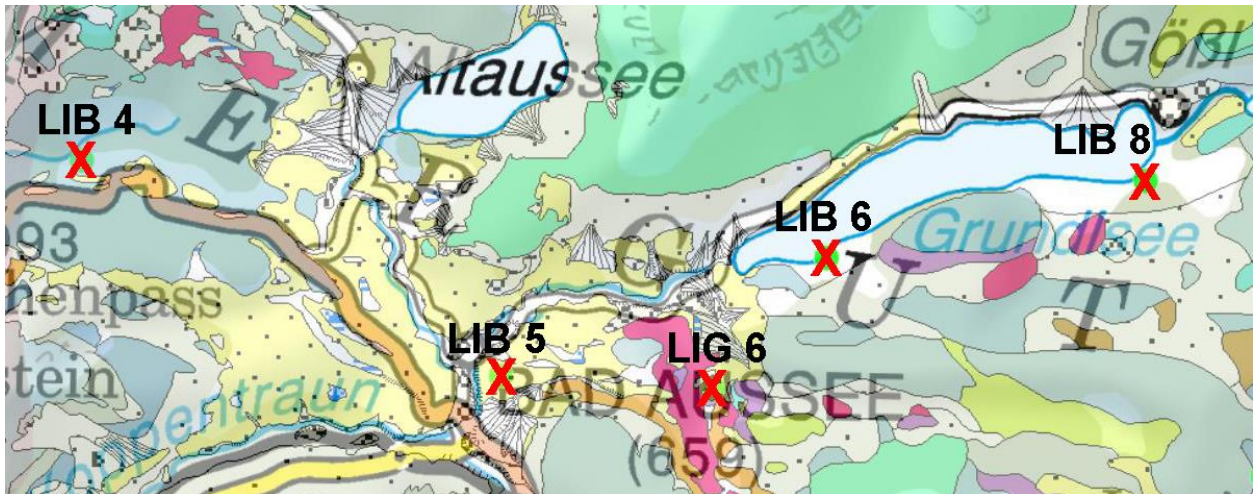
Der Bodenschutzstandort **LIB 7** liegt am südlichen Rand des Toten Gebirges und führt uns in die nächste Untersuchungsregion der Nördlichen Kalkalpen.

Die Schwermetallgehalte (mg/kg) der Oberböden in der Region:

Standorte	Cu	Zn	Pb	Cr	Ni	Co	Mo	Cd	Hg	As
LIX 22	17,4	79,9	51,9	21,1	10,2	5,7	0,68	0,60	0,13	4,4
LIX 28	21,3	178,5	113,8	76,9	32,8	15,2	2,49	1,52	0,12	35,8
LIC 11	13,6	141,6	79,9	30,2	13,1	4,3	1,21	1,32	0,14	9,3
LIX 26	15,4	88,7	55,6	33,2	12,6	17,0	0,77	0,86	0,08	7,9
LIB 4	33,5	186,7	56,4	44,5	29,3	11,3	1,95	1,80	0,09	7,2
LIB 5	26,2	143,4	57,1	51,2	31,4	11,2	1,21	1,60	0,18	16,8
LIG 6	29,1	177,8	49,4	37,4	20,0	8,5	1,64	1,51	0,23	15,7
LIB 6	27,8	213,5	68,7	45,2	32,1	13,9	2,64	1,34	0,09	26,6
LIB 8	23,9	124,7	46,6	52,8	30,8	12,2	1,37	0,72	0,07	9,6
LIX 33	12,4	96,8	45,0	21,9	4,3	1,4	0,53	0,96	0,10	3,6
LIB 7	18,3	140,0	41,0	19,5	10,4	4,2	0,79	1,33	0,16	6,2
LIX 24	10,2	96,7	162,5	16,0	3,9	0,7	0,59	2,35	0,22	3,3
LIX 25	13,7	420,6	168,6	56,2	13,1	10,1	1,52	1,46	0,11	20,8
LIG 7	19,5	79,9	20,1	48,8	23,6	6,0	0,67	0,56	0,16	4,4
LIG 8	19,8	98,6	25,8	36,7	24,9	7,3	0,98	0,42	0,17	7,4
LIX 23	28,1	123,0	54,9	43,1	14,1	6,6	0,88	1,21	0,23	8,9
LIX 29	20,9	212,5	87,3	73,8	25,7	10,9	0,87	3,91	0,14	18,1
LID 6	11,2	67,7	40,1	28,2	19,2	6,0	0,98	0,52	0,13	12,0
LIA 8	14,6	65,0	28,3	18,6	16,1	7,6	0,71	0,45	0,15	9,8
LIX 10	11,2	100,7	59,1	43,3	20,8	9,0	0,58	1,29	0,14	17,6
Normalwerte	60	160	50	80	70	30	1,6	0,5	0,3	40

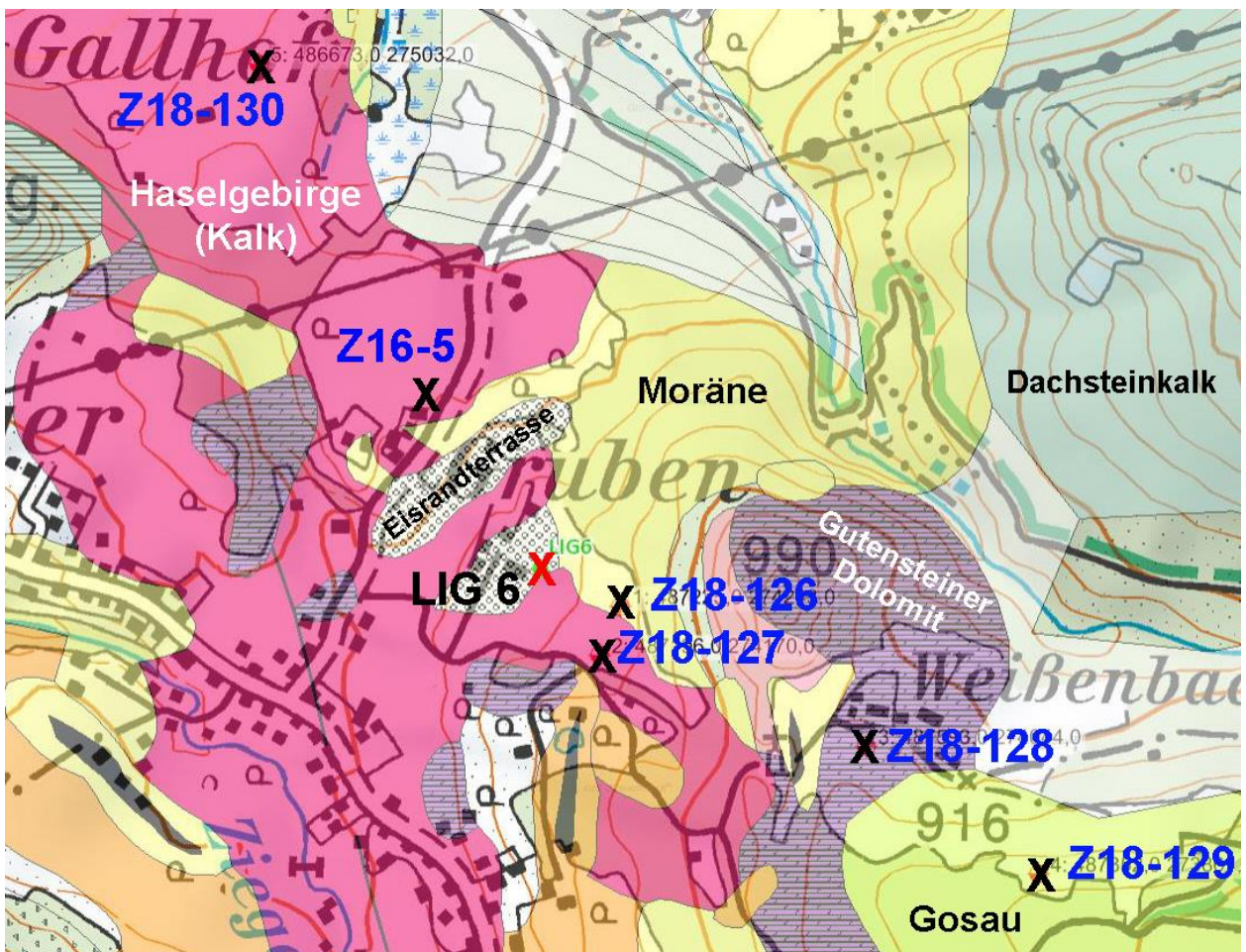
Standorte	Bodenbildendes Ausgangsmaterial
LIX 22	Allgäuschichten (Jura)
LIX 28	Schrambachschichten
LIC 11	Schrambachschichten
LIX 26	Hangschutt
LIB 4	Trias-Kalk
LIB 5	Moräne
LIG 6	Eisrandterrasse
LIB 6	Schwemmmaterial
LIB 8	Murenschutt
LIX 33	Schwemmmaterial (Wetterstein- und Dachsteinkalk)
LIB 7	Moräne
LIX 24	Niedermoor (Torf)
LIX 25	Gutensteiner Dolomit
LIG 7	Allgäuschichten (Jura)
LIG 8	Allgäuschichten (Jura)
LIX 23	Hauptdolomit
LIX 29	Hauptdolomit
LID 6	Konglomerat der kalkalpinen Gosau (Kreide)
LIA 8	Gosau
LIX 10	Gosau

Ausseerland:



Das Ausseerland ist geologisch sehr vielfältig und wechselt innerhalb kleiner Bereiche sehr stark (jede Farbe der Karten entspricht einer anderen geologischen Formation).

Um den Einfluss der Geologie auf die Schwermetallgehalte der Böden näher zu beleuchten, wurden exemplarisch in der Umgebung des Standortes **LIG 6** Zusatzuntersuchungen mit verschiedenem bodenbildenden Ausgangsmaterial durchgeführt:



Standorte	bodenbildendes Ausgangsmaterial
LIB 4	Trias-Kalk
LIB 5	Moräne
LIB 6	Schwemmmaterial
LIB 8	Murenschutt
LIG 6	Eisrandterrasse
Z16-5	Haselgebirge-Kalk
Z18-127	Haselgebirge-Kalk
Z18-130	Haselgebirge-Kalk
Z18-126	Moräne
Z18-128	Gutensteiner Dolomit
Z18-129	Gosau

Die Schwermetallgehalte der Oberböden (mg/kg):

Standorte	Cu	Zn	Pb	Cr	Ni	Co	Mo	Cd	Hg	As
LIB 4	33,5	186,7	56,4	44,5	29,3	11,3	1,95	1,80	0,09	7,2
LIB 5	26,2	143,4	57,1	51,2	31,4	11,2	1,21	1,60	0,18	16,8
LIB 6	27,8	213,5	68,7	45,2	32,1	13,9	2,64	1,34	0,09	26,6
LIB 8	23,9	124,7	46,6	52,8	30,8	12,2	1,37	0,72	0,07	9,6
LIG 6	29,1	177,8	49,4	37,4	20,0	8,5	1,64	1,51	0,23	15,7
Z16-5	31,4	166,0	49,0	29,0	24,0	12,4	2,08	0,97	0,18	30,4
Z18-127	27,7	118,2	91,7	51,6	37,7	13,1	2,91	0,52	0,08	36,2
Z18-130	46,4	156,3	88,4	79,8	57,0	20,2	1,03	1,24	0,12	16,1
Z18-126	22,7	130,6	82,0	42,5	32,2	11,1	5,84	0,68	0,14	56,2
Z18-128	37,8	161,2	94,3	93,5	40,0	10,7	1,59	1,59	0,18	20,0
Z18-129	22,0	85,0	101,9	49,9	20,3	8,8	2,92	0,26	0,06	31,3
Normalwerte	60	160	50	80	70	30	1,6	0,5	0,3	40

Vergleicht man die Schwermetallgehalte der drei Untersuchungsstellen auf Haselgebirgskalk (Z16-5, Z18-127 und Z18-130), so sieht man allein schon innerhalb derselben geologischen Formation eine sehr große Schwankungsbreite. Auch bei den beiden Standorten auf Moränenmaterial (LIB 5 und Z18-126) differieren die Mo-, Cd- und As-Gehalte stark. Ihre Entfernung liegt unter drei Kilometer.

Im gegenständlichen Untersuchungsgebiet des Ausseerlandes ist es aufgrund der starken lokalen Variabilität der Schwermetallgehalte (auch innerhalb derselben geologischen Formation) nicht möglich die erhöhten Bodengehalte über ihr unterschiedliches bodenbildendes Ausgangsmaterial abzugrenzen.

- Es wird daher am Ende der Besprechung der Nördlichen Kalkalpen versucht werden die Schwermetallgehalte des gesamten geologischen Großraumes statistisch als *Mittelwert MW ± Vertrauensbereich VB* (zweifache Standardabweichung) zu beschreiben (Seite 84).

Das nordwestliche Tote Gebirge:



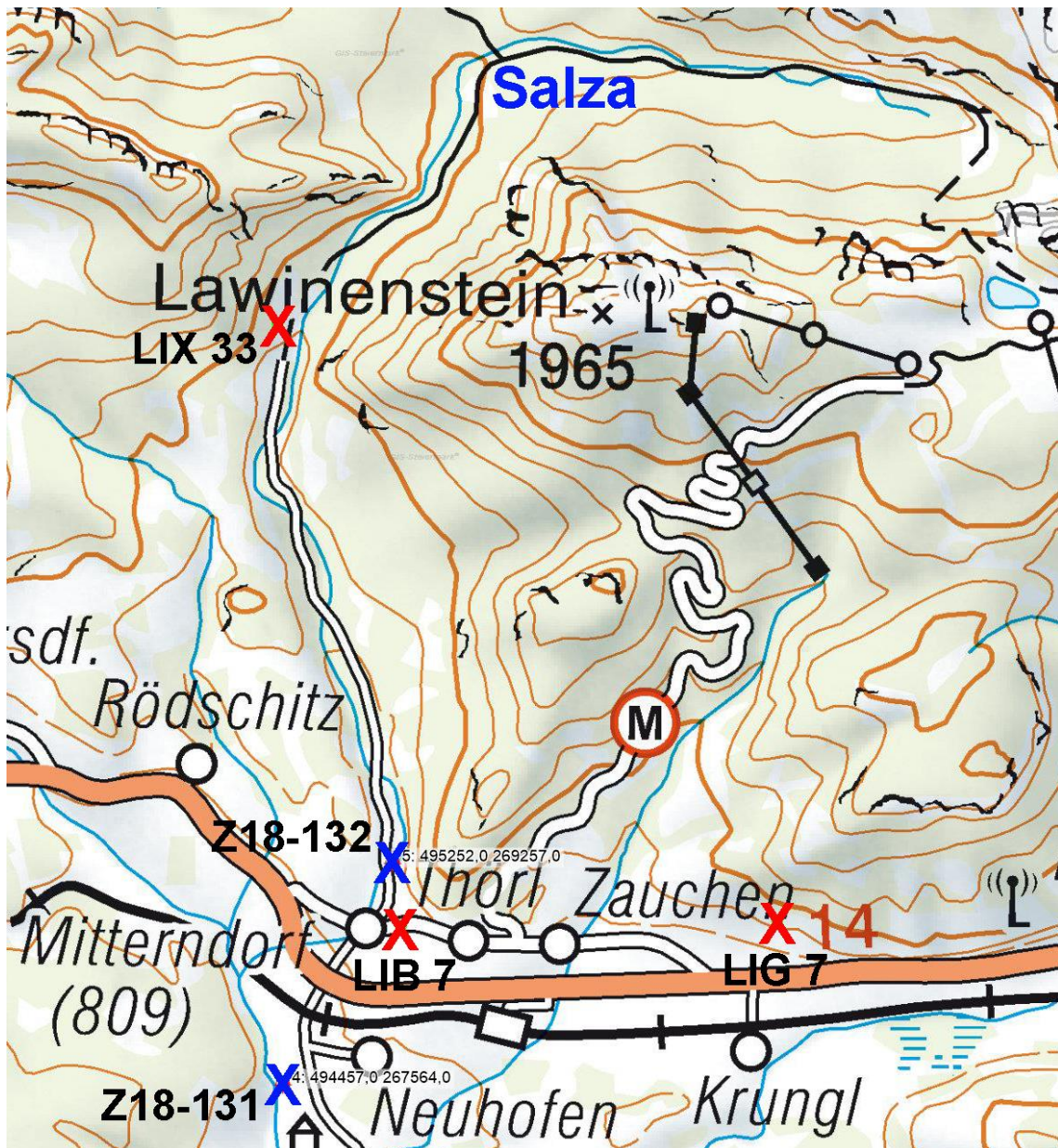
In diesem Teil des Toten Gebirges dominieren Dachsteinkalk und Schrambachschichten. Um einen eventuellen Einfluss des bodenbildenden Gesteins auf die Schwermetallgehalte erkennen zu können, wurden im Bereich der Bräuningalm (zwischen **LIX 22** und **28**), sowie in der Umgebung von **LIX 28** und **LIX 26** Zusatzuntersuchungen durchgeführt.

Standorte	bodenbildendes Ausgangsmaterial
LIX 22	Allgäuschichten (Jura)
LIX 28	Schrambachschichten
LIC 11	Schrambachschichten
LIX 26	Hangschutt
Z19-179	Dachsteinkalk
Z19-180	Jura-Kalk
Z18-43	Dachsteinkalk
Z18-42	Schrambachschichten

Standorte	Cu	Zn	Pb	Cr	Ni	Co	Mo	Cd	Hg	As
LIX 22	17,4	79,9	51,9	21,1	10,2	5,7	0,68	0,60	0,13	4,4
LIX 28	21,3	178,5	113,8	76,9	32,8	15,2	2,49	1,52	0,12	35,8
LIC 11	13,6	141,6	79,9	30,2	13,1	4,3	1,21	1,32	0,14	9,3
LIX 26	15,4	88,7	55,6	33,2	12,6	17,0	0,77	0,86	0,08	7,9
Z19-179	3,5	28,1	66,4	8,6	2,1	1,8	0,66	0,23	0,12	5,4
Z19-180	14,8	52,3	40,1	13,4	7,9	7,5	0,25	0,13	0,08	4,3
Z18-43	20,2	322,9	134,5	46,4	32,7	19,6	1,44	5,16	0,15	31,4
Z18-42	25,7	168,1	65,2	22,2	21,5	12,9	0,66	0,80	0,08	5,9
Normalwerte	60	160	50	80	70	30	1,6	0,5	0,3	40

Die lokale Variabilität der Schwermetalle ist selbst innerhalb gleicher geologischer Formationen sehr hoch.

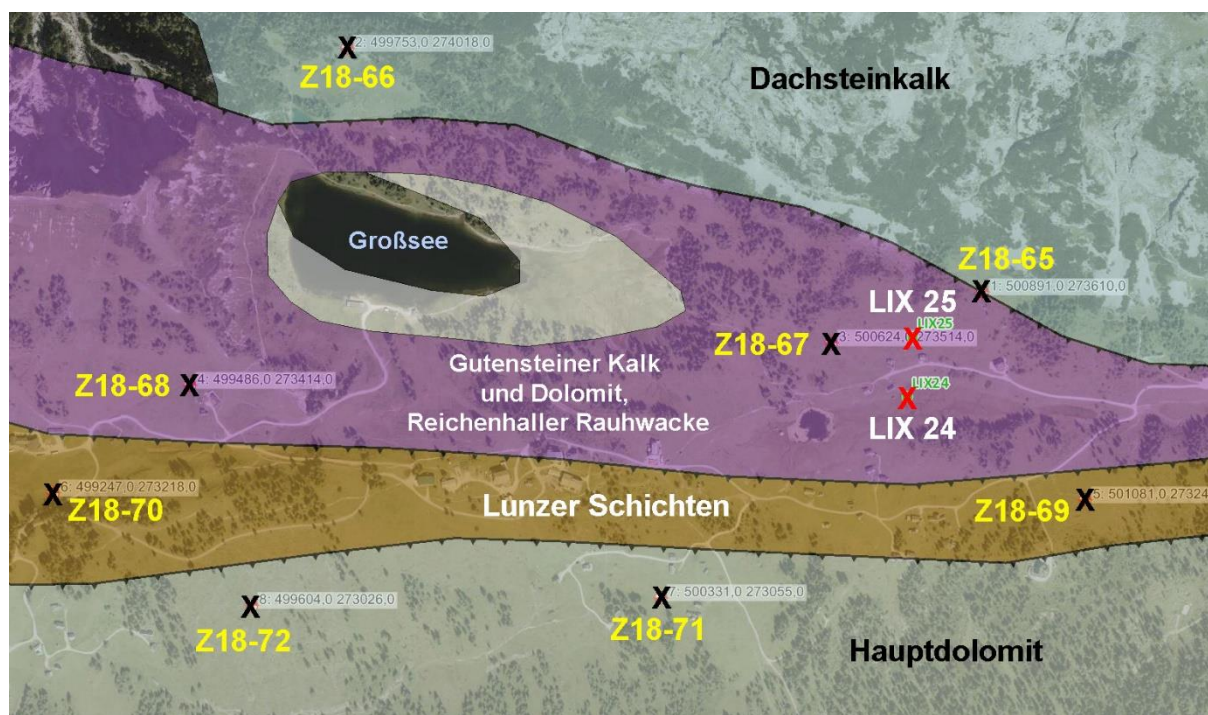
Salzabach - Nord:



Standorte	Cu	Zn	Pb	Cr	Ni	Co	Mo	Cd	Hg	As
LIX 33	12,4	96,8	45,0	21,9	4,3	1,4	0,53	0,96	0,10	3,6
Z18-132	22,6	161,5	60,5	18,7	11,7	1,3	0,83	0,91	0,16	7,3
Z18-131	25,2	136,4	73,6	57,1	29,2	10,2	0,89	0,75	0,14	15,7
LIB 7	18,3	140,0	41,0	19,5	10,4	4,2	0,79	1,33	0,16	6,2
LIG 7	19,5	79,9	20,1	48,8	23,6	6,0	0,67	0,56	0,16	4,4
Normalwerte:	60	160	50	80	70	30	1,6	0,5	0,3	40

Das Schwemmmaterial der Salza wird von verschiedensten Kalkformationen beeinflusst, sodass die Schwermetallgehalte der beiden Zusatzuntersuchungen Z18-132+131 mit keinem der drei Verteilungsmuster der Standorte LIX 33 (Schwemmmaterial aus Wetterstein- und Dachsteinkalk), LIB 7 (Moräne) oder LIG 7 (Allgäuschichten) vergleichbar sind.

Tauplitz:



Die beiden Bodenschutzstandorte **LIX 24** und **25** haben, obwohl sie die geologische Karte derselben Kalkformation zuordnet, sehr unterschiedliche Schwermetallgehalte. Der Geländebefund der bodenkundlichen Beschreibung weist **LIX 24** als Niedermoor und **LIX 25** als kalkhaltige Felsbraunerde aus Dolomit aus.

Eine Bestimmung der lokalen Variabilität der Schwermetallgehalte am Standort **LIX 25** hat ergeben, dass die natürliche Streuung sehr groß ist (Bodenschutzbericht 2018, Seiten 46 ff.).

Es wurde durch acht Zusatzuntersuchungen (je zwei pro geologischer Formation) versucht die differenten Bodengehalte von **LIX 24** und **25** besser erklären zu können.

Z18	Geologie
65	Dachsteinkalk
66	Dachsteinkalk
67	Gutensteiner Kalk und Dolomit, Reichenhaller Rauhwacke
68	Gutensteiner Kalk und Dolomit, Reichenhaller Rauhwacke
69	Lunzer Schichten
70	Lunzer Schichten
71	Hauptdolomit
72	Hauptdolomit

Die Schwermetallgehalte der Oberböden (mg/kg):

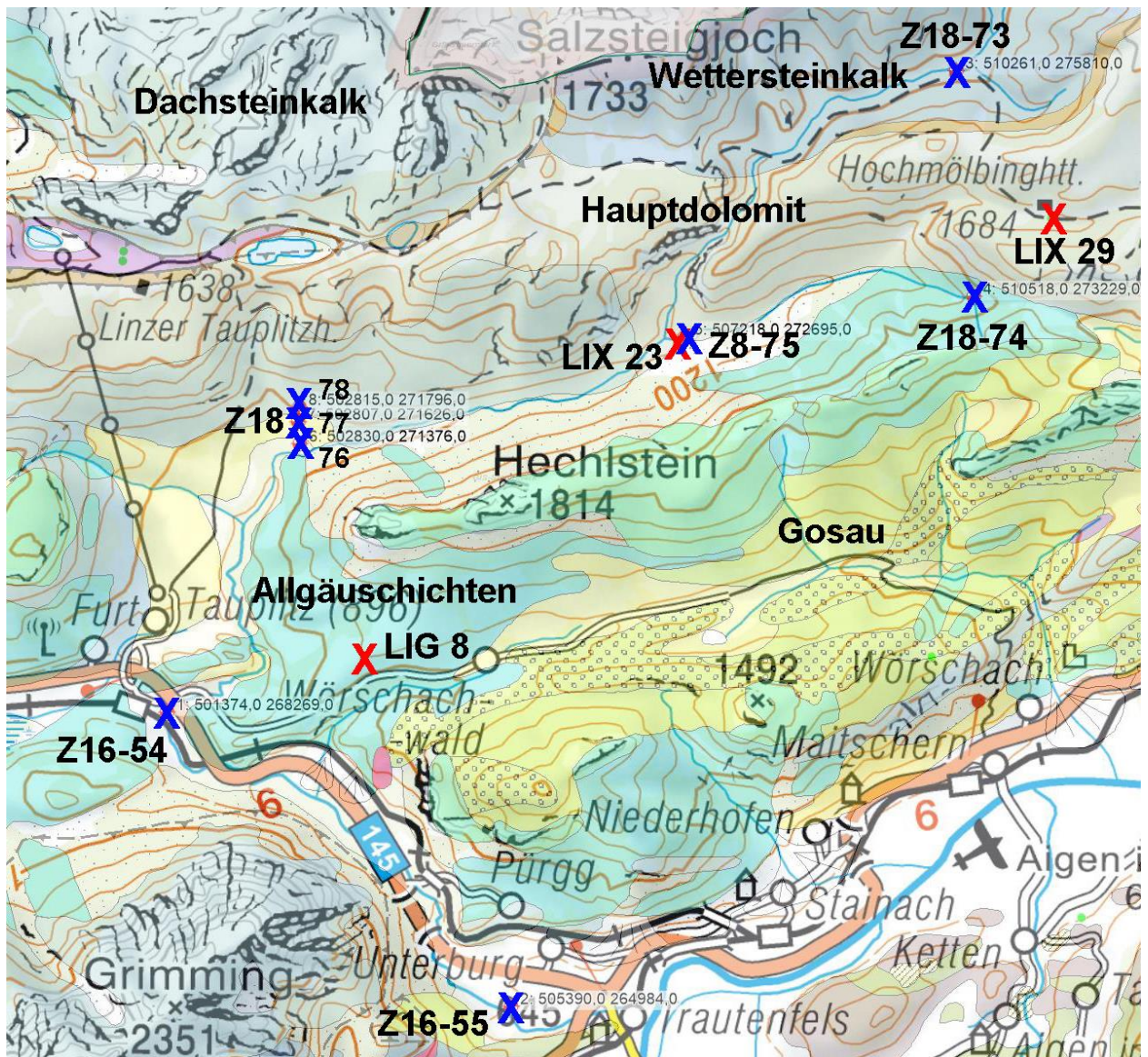
Standorte	Cu	Zn	Pb	Cr	Ni	Co	Mo	Cd	Hg	As
LIX 24	10,2	96,7	162,5	16,0	3,9	0,7	0,59	2,35	0,22	3,3
LIX 25	13,7	420,6	168,6	56,2	13,1	10,1	1,52	1,46	0,11	20,8
Z18-65	11,0	263,6	134,1	49,9	21,4	10,2	1,68	0,66	0,08	24,8
Z18-66	18,5	194,9	113,1	46,0	36,4	18,6	2,13	1,26	0,07	34,5
Z18-67	1,8	100,1	28,2	13,4	5,9	0,2	0,62	0,83	0,06	10,8
Z18-68	18,8	454,0	189,8	33,5	12,2	13,1	1,69	2,72	0,12	12,6
Z18-69	6,4	205,7	123,0	76,8	18,4	10,2	1,55	1,54	0,09	21,0
Z18-70	4,7	102,0	80,8	27,3	5,9	2,6	0,88	0,43	0,07	13,9
Z18-71	19,3	379,0	106,9	25,9	12,6	4,9	0,80	2,87	0,11	8,1
Z18-72	7,5	266,3	150,5	44,2	18,3	9,4	1,42	2,59	0,18	22,8
Normalwerte	60	160	50	80	70	30	1,6	0,5	0,3	40

Aus den Analyseergebnissen erkennt man (z. B.: 0,83 und 2,72 mg/kg Cd bei **Z18-67+68**), dass die lokale Variabilität innerhalb derselben geologischen Formation so groß ist, dass eine Zuordnung der Standorte mit erhöhten Gehalten zu einem bestimmten Kalktyp unmöglich ist.



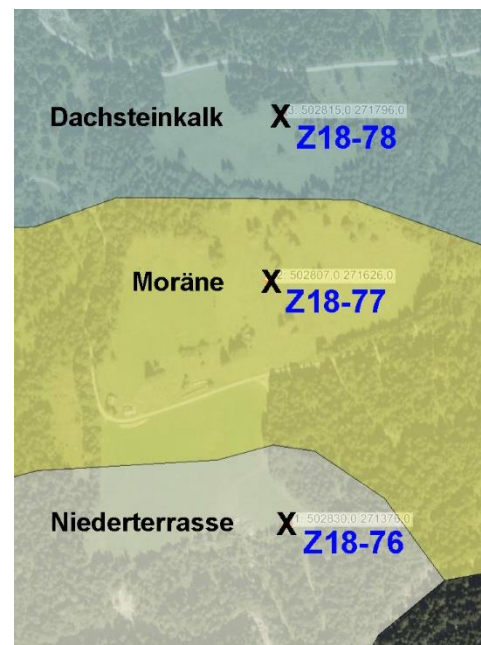
Hochalmfläche auf Dachsteinkalk (Z18-66).

Grimmingbach:



Geologie der Untersuchungsstellen:

Standorte	Geologie
LIG 8	Allgäuschichten
LIX 23	Moränenmaterial
LIX 29	Hauptdolomit
Z16-54	Au (Klachau)
Z16-55	Au (Trautenfels)
Z18-73	Wettersteinkalk
Z18-74	Allgäuschichten
Z18-75	Au (Stubenbach)
Z18-76	Niederterrasse
Z18-77	Moräne
Z18-78	Dachsteinkalk



Die Schwermetallgehalte der Oberböden (mg/kg):

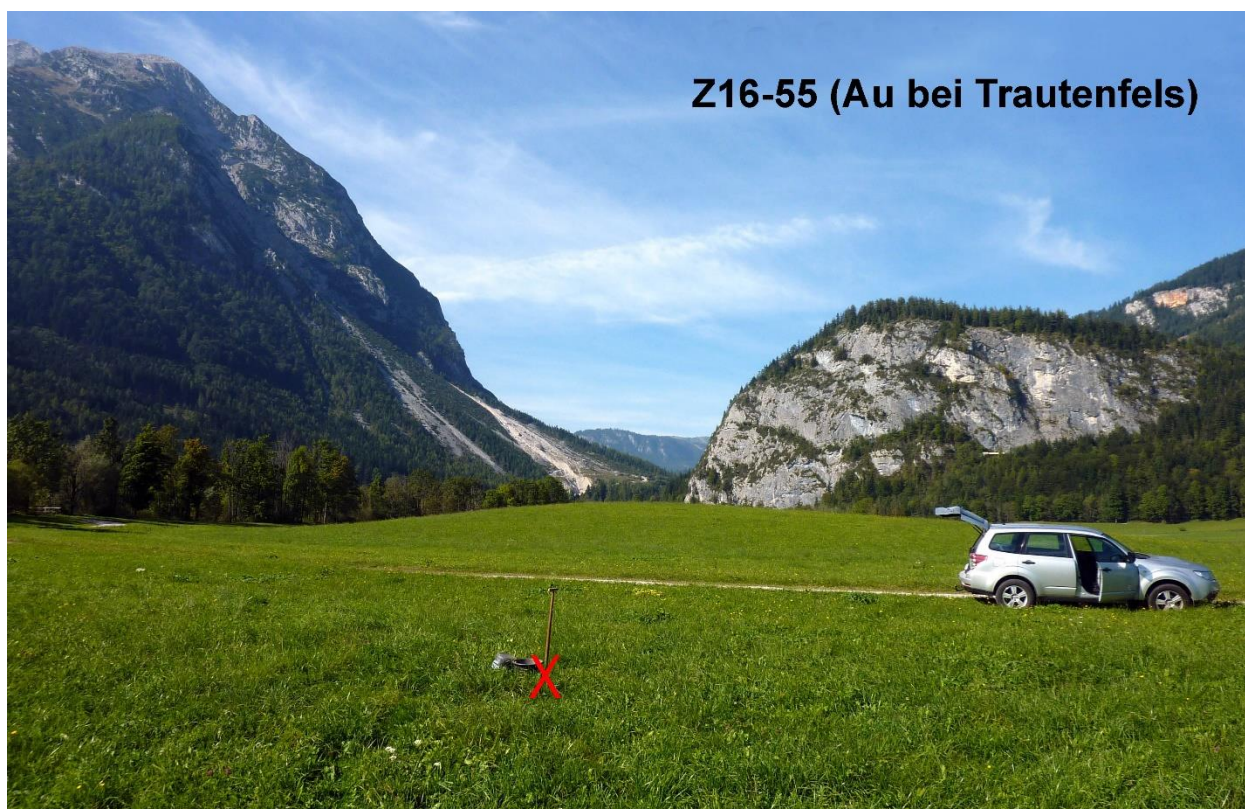
Standorte	Cu	Zn	Pb	Cr	Ni	Co	Mo	Cd	Hg	As
LIG 8	19,8	98,6	25,8	36,7	24,9	7,3	0,98	0,42	0,17	7,4
LIX 23	28,1	123,0	54,9	43,1	14,1	6,6	0,88	1,21	0,23	8,9
LIX 29	20,9	212,5	87,3	73,8	25,7	10,9	0,87	3,91	0,14	18,1
Z16-54	14,9	30,3	10,2	7,0	7,6	2,8	0,58	0,42	0,05	4,4
Z16-55	17,0	42,4	14,8	9,1	9,1	3,2	0,64	0,45	0,13	5,7
Z18-73	11,7	113,9	46,9	51,9	24,1	8,8	0,66	1,89	0,16	14,5
Z18-74	145,2	52,0	24,8	25,4	23,7	19,8	0,44	0,16	0,04	38,1
Z18-75	8,8	37,7	6,2	11,1	13,6	2,2	0,53	0,28	0,03	5,6
Z18-76	13,7	129,2	40,6	32,1	18,0	5,8	0,78	0,96	0,12	9,7
Z18-77	12,0	185,5	53,6	34,2	20,1	9,4	0,71	2,06	0,12	13,8
Z18-78	17,2	214,3	70,5	62,4	33,2	12,6	0,72	3,48	0,19	22,4
Normalwerte:	60	160	50	80	70	30	1,6	0,5	0,3	40

Die drei Auböden des Grimmingbaches sind unauffällig (**Z16-54+55**, **Z18-75**). Ebenso der Grünlandstandort **LIG 8** (Allgäuschichten).

Der Standort **LIX 23** (laut Geländebefund: Moränenmaterial) liegt von der Probenahmestelle **Z18-75** (Au) nur 120 m entfernt, weist aber deutlich höhere Schwermetallgehalte als dieser auf.

Die höchsten Werte findet man am Hochalmstandort **LIX 29** (Hauptdolomit). Seine Schwermetallgehalte sind mit der Untersuchungsstelle **Z18-78** vergleichbar, deren bodenbildendes Ausgangsmaterial aber Dachsteinkalk ist. Auch am Probenahmepunkt **Z18-77** (Moräne) findet man vergleichsweise hohe Cd-Gehalte.

Auch in diesem Untersuchungsbereich ist kein Zusammenhang zwischen Schwermetallgehalten und geologischen Formationen feststellbar.



Z16-55 (Au bei Trautenfels)

Hinteregger Alm:



Am Standort **LIX 10** ist es im Wesentlichen das Element **Cadmium**, welches einer näheren Betrachtung unterzogen werden soll. Das bodenbildende Ausgangsmaterial liegt in der geologischen Formation des Gosau. In zwei Zusatzuntersuchungen werden die Schwermetallgehalte im angrenzenden Moränenmaterial und Wettersteinkalk untersucht.

Standorte	Cu	Zn	Pb	Cr	Ni	Co	Mo	Cd	Hg	As
LIX 10	11,2	100,7	59,1	43,3	20,8	9,0	0,58	1,29	0,14	17,6
Z18-37	7,1	80,9	87,1	32,3	11,7	3,8	0,48	0,69	0,22	18,8
Z18-38	8,0	131,4	74,3	37,2	14,8	5,8	0,62	0,62	0,14	21,6
Normalwerte:	60	160	50	80	70	30	1,6	0,5	0,3	40

Abgesehen vom höheren Cd-Gehalt am Standort **LIX 10** (Bild rechts) stimmen die Schwermetallgehalte der drei Untersuchungsstellen gut überein. Ein markanter Unterschied aufgrund der verschiedenen Geologie ist nicht festzustellen.



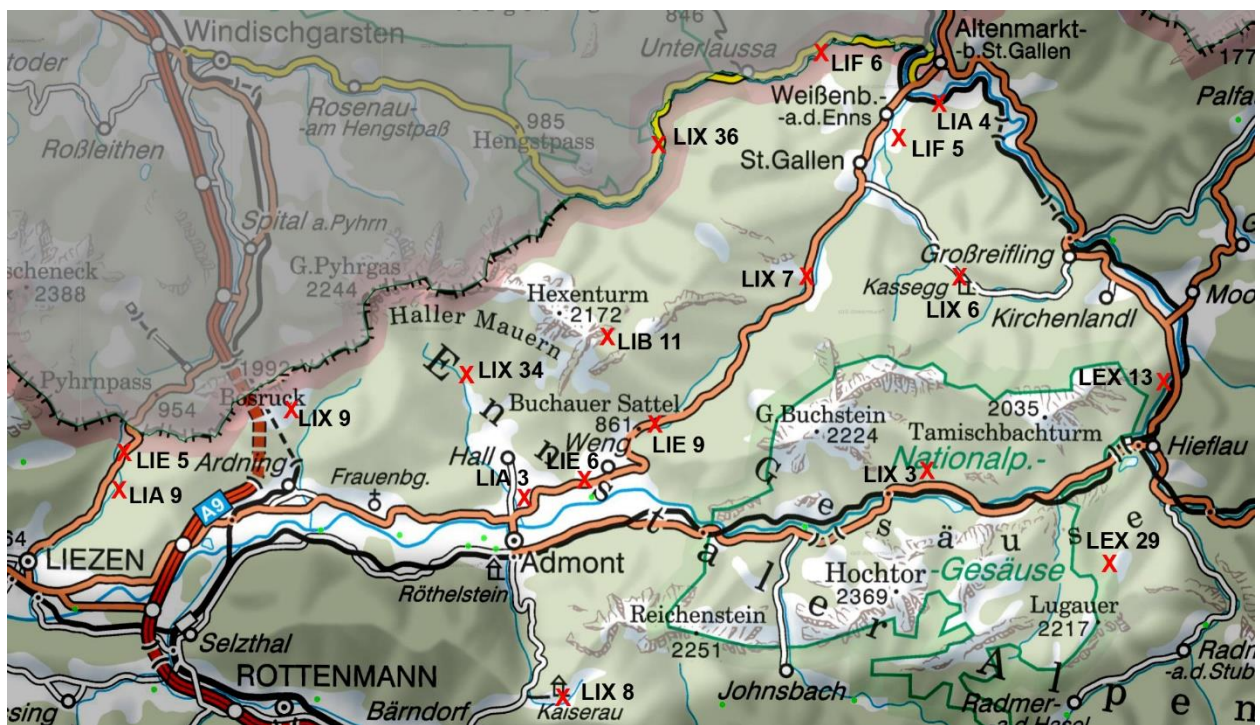


Grimming und Hochtausing von der Hinteregger Alm.

3. Ennstaler Alpen



Haller Mauern und Reichenstein-Gruppe (im Vordergrund Trieben)



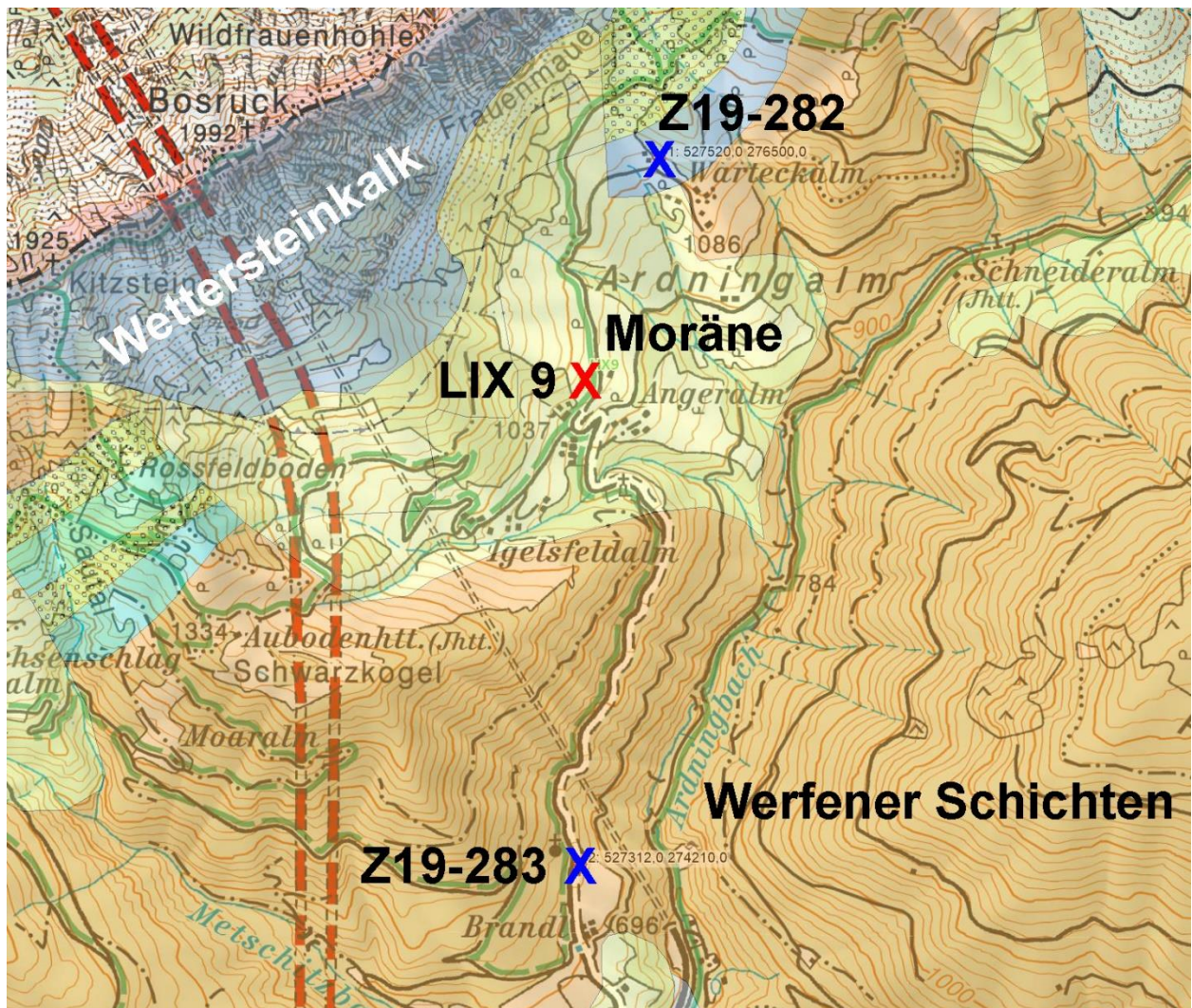
Das hier betrachtete Gebiet umfasst die Gebirgsgruppen des Bosruck, der Haller Mauern und das Gesäuse, sowie die Region St. Gallen. Das Ennstal wird in einem eigenen Kapitel behandelt werden.

Die Schwermetallgehalte (mg/kg) der Oberböden in der Region:

Standorte	Cu	Zn	Pb	Cr	Ni	Co	Mo	Cd	Hg	As
LIE 5	17,9	58,2	29,0	18,8	14,3	10,2	0,57	0,33	0,09	15,1
LIA 9	11,9	49,2	33,5	27,1	14,5	9,1	1,56	0,29	0,10	21,7
LIX 9	12,2	137,5	92,7	29,5	10,4	6,3	0,41	0,91	0,13	22,9
LIX 8	19,3	145,8	54,5	22,6	13,2	7,5	0,77	1,18	0,29	17,8
LIX 34	33,9	100,0	97,5	16,9	12,9	5,0	0,51	0,99	0,37	14,6
LIB 11	8,9	307,0	141,0	27,4	6,0	2,1	0,28	2,60	0,13	14,2
LIA 3	15,8	67,4	28,3	10,0	8,2	3,5	0,36	0,46	0,20	6,3
LIE 6	25,6	95,4	37,1	36,5	20,7	16,4	2,87	0,37	0,10	31,0
LIE 9	18,7	89,6	41,2	37,1	30,2	12,0	1,31	1,35	0,15	26,3
LIX 7	17,1	92,6	29,9	59,5	29,2	10,5	1,01	0,38	0,09	8,8
LIX 36	16,1	82,7	26,9	20,2	20,3	6,6	1,13	0,53	0,09	9,2
LIF 6	22,4	89,6	31,2	32,7	23,0	7,6	1,80	0,58	0,14	10,4
LIF 5	21,6	112,6	33,2	62,8	29,0	10,3	1,43	0,44	0,14	16,1
LIA 4	22,0	126,2	45,2	52,2	27,8	11,4	2,49	0,78	0,17	18,4
LIX 6	20,3	143,0	33,6	55,7	28,2	12,0	1,60	0,81	0,11	10,8
LIX 3	18,2	215,2	74,7	62,7	25,0	12,5	1,07	1,86	0,15	18,0
LEX 13	13,1	81,3	28,6	27,9	17,0	7,6	1,06	0,36	0,19	13,3
LEX 29	16,7	87,7	73,7	27,8	16,6	7,7	1,64	0,70	0,15	16,4
Normalwerte	60	160	50	80	70	30	1,6	0,5	0,3	40

Standorte	Bodenbildendes Ausgangsmaterial
LIE 5	Schwemmfächer
LIA 9	Hangschutt (Werfener Schichten)
LIX 9	Moräne
LIX 8	Schwemmfächer
LIX 34	Au
LIB 11	Hauptdolomit
LIA 3	Schwemmfächer
LIE 6	Schwemmfächer
LIE 9	Moräne
LIX 7	Moräne (Hauptdolomit)
LIX 36	Kalkhaltiges Schwemmmaterial
LIF 6	Au (Anmoor)
LIF 5	Hauptdolomit
LIA 4	Niederterrasse
LIX 6	Murenschutt
LIX 3	Moräne
LEX 13	Niederterrasse
LEX 29	Dachsteinkalk

Ardningalm:



Um die erhöhten Schwermetallgehalte am Bodenschutzstandort **LIX 9** näher zu beleuchten, wurden zwei Zusatzuntersuchungen, **Z19-282** (Wettersteinkalk) und **Z19-283** (Werfener Schichten), durchgeführt.

Das bodenbildende Ausgangsmaterial des Standortes **LIX 9** ist laut Geländebefund Werfener Schichten mit Kalkschutt-Überlagerung (Wettersteinkalk vom Bosruck), die geologische Karte ordnet die Gegend aber einer Moräne zu. In beiden Fällen müssten sich die Schwermetallgehalte von LIX 9 als eine Mischung der Bodengehalte der beiden Zusatzuntersuchungen erweisen.

Die Schwermetallgehalte der Oberböden (mg/kg):

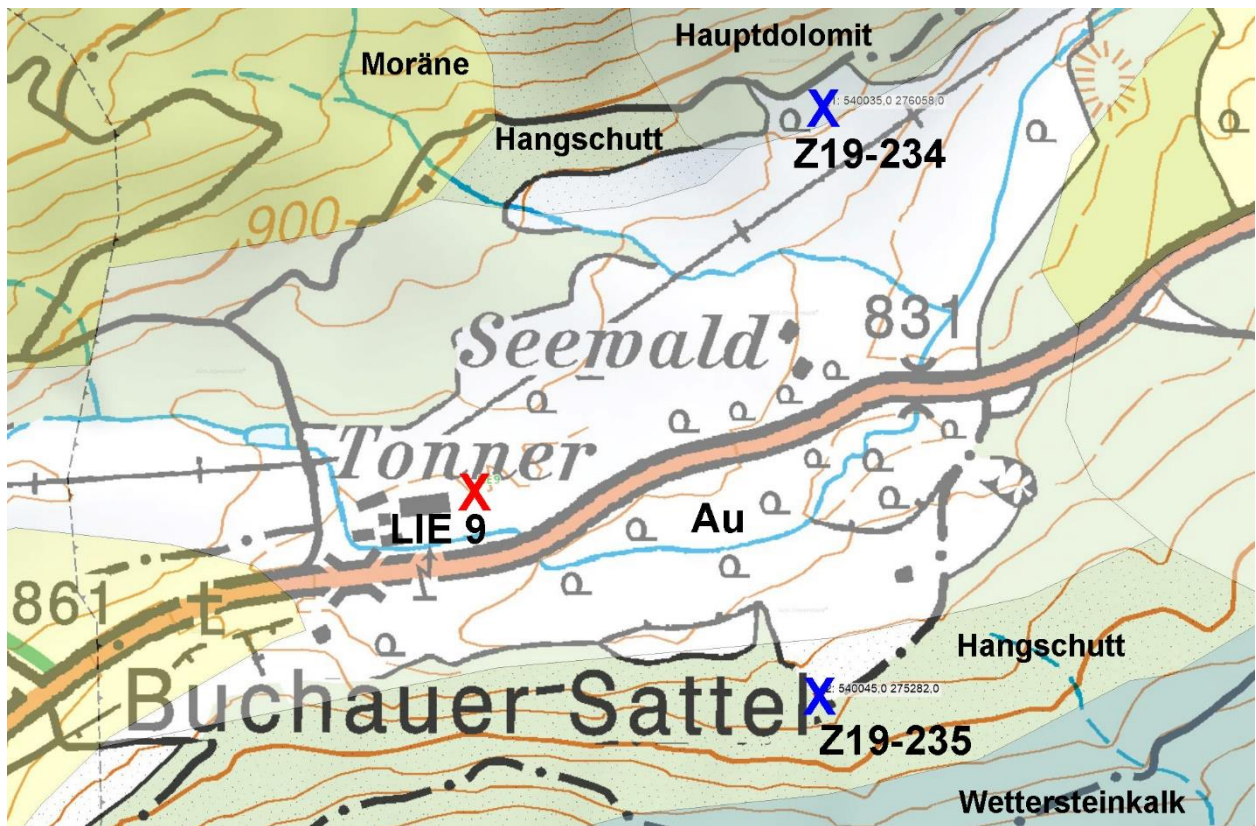
Standorte	Cu	Zn	Pb	Cr	Ni	Co	Mo	Cd	Hg	As
LIX 9	12,2	137,5	92,7	29,5	10,4	6,3	0,41	0,91	0,13	22,9
Z19-282	12,2	113,8	55,6	40,8	30,9	13,2	0,53	0,99	0,27	13,0
Z19-283	13,8	54,6	35,8	23,3	15,3	7,6	0,58	0,31	0,23	10,9
Normalwerte:	60	160	50	80	70	30	1,6	0,5	0,3	40

Die Schwermetallgehalte am Zusatzstandort **Z19-282** (Wettersteinkalk) sind mit jenen von **LIX 9** (Moränenmaterial) gut vergleichbar. Der niedriger gelegene Grünlandstandort **Z19-283** auf den Werfener Schichten weist deutlich niedrigere Gehalte (Zn, Pb, Cd) auf. Die erhöhten Schwermetalle dürften somit auf den Almbereich beschränkt sein (Einfluss des Wettersteinkalks).



Wettersteinkalk an der Untersuchungsstelle **Z19-282** (Ardningalm).

Buchauer Sattel:



Das bodenbildende Ausgangsmaterial am Standort **LIE 9** ist laut Geländebefund eine Moräne, könnte also vom Hauptdolomit im Norden und dem Wettersteinkalk südlich des Buchauer Sattels beeinflusst sein. Daher wurde dort jeweils eine zusätzliche Bodenprobe untersucht.

Die Schwermetallgehalte der Oberböden (mg/kg):

Standorte	Cu	Zn	Pb	Cr	Ni	Co	Mo	Cd	Hg	As
LIE 9	18,7	89,6	41,2	37,1	30,2	12,0	1,31	1,35	0,15	26,3
Z19-234	17,4	185,6	103,1	46,4	27,5	13,0	2,37	1,16	0,34	27,8
Z19-235	16,5	163,9	76,7	34,6	21,9	11,4	2,25	0,88	0,18	25,3
Normalwerte:	60	160	50	80	70	30	1,6	0,5	0,3	40

Die Schwermetallverteilung der beiden zusätzlichen Prüfstellen **Z19-234+235** unterscheidet sich stark vom Standort **LIE 9**, dessen Moränenmaterial bis auf Cadmium deutlich niedrigere Schwermetallgehalte aufweist (Zn, Pb, Mo).

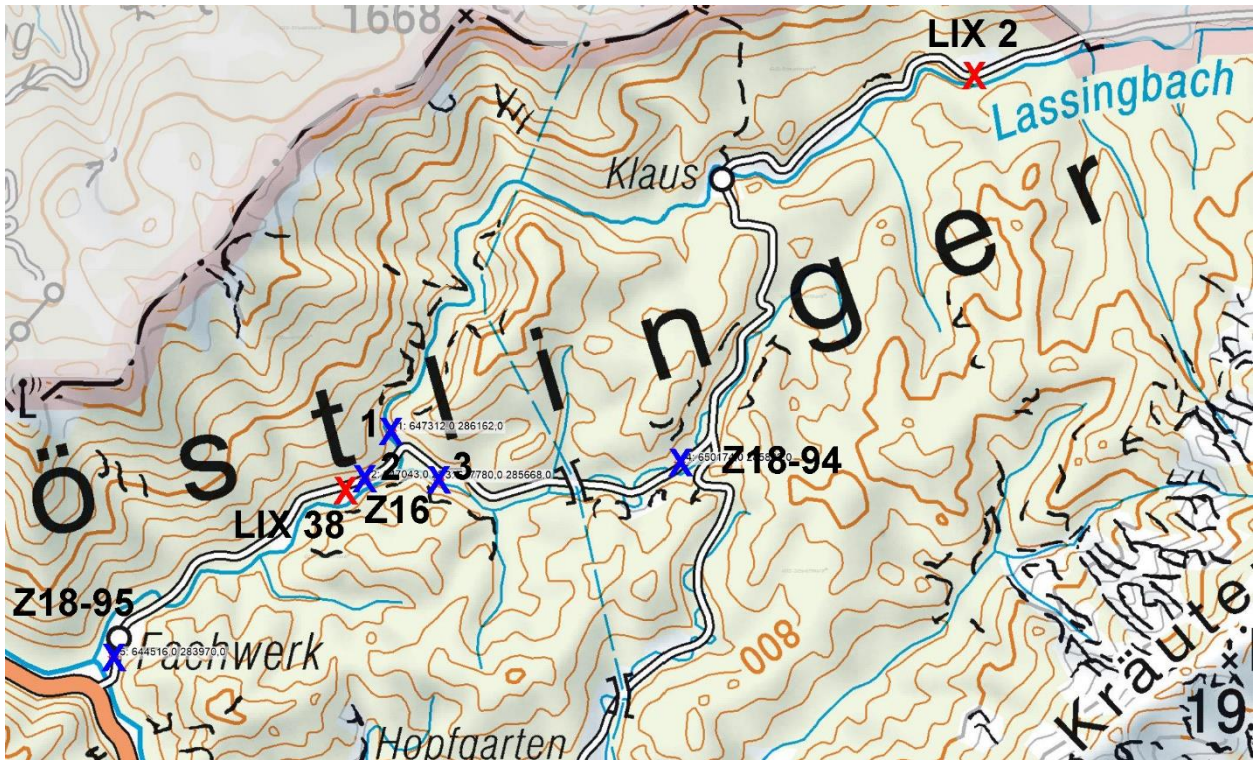
Die Schwermetallgehalte (mg/kg) der Oberböden in der Region:

Standorte	Cu	Zn	Pb	Cr	Ni	Co	Mo	Cd	Hg	As
LIX 4	22,6	89,6	54,9	45,7	24,2	15,9	0,63	0,49	0,15	10,7
LIX 5	24,5	113,9	39,6	41,2	18,8	10,6	2,06	0,51	0,21	16,9
LIX 37	25,3	253,7	89,6	47,1	45,5	14,2	2,27	0,87	0,13	22,6
LIX 30	16,1	151,5	44,1	28,7	12,3	5,0	1,55	1,38	0,13	10,0
LIA 6	15,6	111,7	42,0	287,0	352,6	23,9	0,91	0,75	0,12	17,7
LIF 4	22,6	78,8	29,0	74,8	41,8	16,5	0,87	0,46	0,11	19,5
LEX 14	28,1	73,1	26,7	19,2	25,0	14,0	2,41	0,30	0,47	21,6
LEX 15	16,2	111,0	48,5	35,0	23,5	9,6	1,03	0,62	0,35	13,2
LEX 28	10,2	122,1	81,8	21,2	4,1	1,5	0,46	1,18	0,30	4,7
LIH 8	12,5	103,8	91,6	43,3	23,0	8,3	1,17	1,29	0,24	15,9
LIA 5	21,2	162,0	54,4	48,6	23,3	8,8	1,12	1,53	0,13	19,3
LIX 38	23,0	196,5	62,3	49,9	17,2	5,7	0,80	2,45	0,22	6,4
LIX 2	10,5	97,8	38,5	42,1	15,0	4,4	0,42	0,97	0,10	7,3
LIX 1	18,2	210,8	81,6	51,5	15,3	7,9	0,84	1,72	0,29	10,5
LEX 26	15,3	110,4	44,4	25,6	18,5	11,0	0,71	0,37	0,17	10,8
BMX 29	11,6	153,3	110,5	42,1	16,2	4,8	0,85	1,20	0,15	17,5
BMX 5	13,5	133,7	55,6	21,4	12,0	6,3	0,67	1,12	0,14	11,2
BMX 30	20,7	342,9	113,5	25,0	13,8	4,4	0,91	3,96	0,18	16,5
LIH 6	11,3	184,2	215,5	30,5	8,8	3,4	0,98	4,62	0,49	13,9
BMX 6	18,2	126,9	37,5	11,1	10,4	5,0	1,37	1,03	0,13	11,6
BMX 12	14,0	278,6	77,8	9,7	7,5	3,5	0,76	1,79	0,20	6,1
BMB 5	12,8	245,2	186,5	15,2	7,0	3,1	0,78	4,61	0,26	10,4
BMX 17	14,1	88,8	32,3	15,2	13,1	5,7	0,65	0,73	0,12	10,2
BMX 18	18,2	296,7	186,6	50,6	24,0	8,5	0,44	2,61	0,24	8,3
BMX 20	23,1	115,0	58,8	38,0	19,2	11,1	3,46	0,58	0,30	30,6
BMX 21	20,2	83,7	29,6	39,5	26,5	11,6	1,27	0,37	0,07	12,0
BMX 31	15,3	123,7	67,1	51,4	50,4	8,2	0,89	1,95	0,09	10,8
BMX 16	16,3	140,3	46,4	25,6	11,1	4,2	0,51	1,60	0,22	7,9
BMB 7	13,9	123,4	54,7	38,7	18,2	9,2	0,74	1,22	0,28	9,8
BMX 19	9,4	130,8	68,0	23,3	9,9	4,0	0,75	1,59	0,13	8,4
BMX 24	20,9	78,6	31,3	11,4	13,2	8,2	0,79	0,68	0,16	15,0
BMX 27	31,5	373,1	156,3	42,1	35,1	15,9	1,35	5,57	0,33	19,8
BMB 4	13,6	249,1	194,2	57,1	16,9	9,4	0,93	5,25	0,23	17,3
BMX 26	10,8	234,1	82,3	7,1	4,7	2,2	0,67	1,87	0,11	11,0
BMX 22	11,6	566,8	281,5	26,1	8,2	3,1	1,15	8,12	0,35	15,0
BMX 33	11,4	124,2	44,5	8,3	3,3	1,8	0,64	1,18	0,09	2,8
BMX 10	21,0	95,2	40,2	25,7	15,3	5,1	3,15	1,43	0,10	16,7
Normalwerte	60	160	50	80	70	30	1,6	0,5	0,3	40

Das bodenbildende Ausgangsmaterial der Böden:

Standorte	Ausgangsmaterial
LIX 4	Hangschutt
LIX 5	Niederterrasse
LIX 37	Niederterrasse
LIX 30	Au
LIA 6	Gosau
LIF 4	Werfener Schichten
LEX 14	Au
LEX 15	Moräne
LEX 28	Au
LIH 8	Dachsteinkalk
LIA 5	Konglomerat der kalkalpinen Gosau (Kreide)
LIX 38	Niederterrasse
LIX 2	Au
LIX 1	Niederterrasse (Hauptdolomit)
LEX 26	Schwemmfächer
BMX 29	Wettersteinkalk
BMX 5	Schwemmfächer
BMX 30	Wettersteinkalk
LIH 6	Dachsteinkalk
BMX 6	Hangschutt
BMX 12	Au
BMB 5	Dachsteinkalk
BMX 17	Au
BMX 18	Niederterrasse
BMX 20	Schwemmfächer
BMX 21	Werfener Schichten
BMX 31	Schwemmfächer
BMX 16	Schwemmmaterial
BMB 7	Moräne
BMX 19	Wettersteinkalk
BMX 24	Au
BMX 27	Wettersteinkalk
BMB 4	Wettersteinkalk
BMX 26	Schwemmfächer
BMX 22	Hauptdolomit
BMX 33	Au
BMX 10	Trias-Kalk (Hallstätterfazies)

Lassingbach:



Das Untersuchungsgebiet befindet sich nördlich des Salztales. Einer der Nebenbäche ist der Imbach, an dem die Probenahmestellen **Z16-3** und **Z18-94** liegen.

Geologie der Untersuchungsstellen:

Standorte	Geologie
LIX 38	Niederterrasse
Z16-1	Dachsteinkalk
Z16-2	Hauptdolomit
Z16-3	Wettersteinkalk
Z18-94	Au
Z18-95	Au
LIX 2	Au

Der Boden des Standortes **LIX 38** besteht laut Geländebefund aus Schwemmmaterial eines kleinen Schwemmfächers auf einer Niederterrasse und wird von verschiedenen Kalkformationen beeinflusst.

Die Schwermetallgehalte der Oberböden (mg/kg):

Standorte	Cu	Zn	Pb	Cr	Ni	Co	Mo	Cd	Hg	As
LIX 38	23,0	196,5	62,3	49,9	17,2	5,7	0,80	2,45	0,22	6,4
Z16-1	2,8	23,4	11,2	12,2	6,8	2,6	0,43	0,38	0,04	4,2
Z16-2	3,0	24,2	12,8	12,4	5,6	1,6	0,24	0,52	0,06	3,1
Z16-3	3,0	18,4	12,4	6,0	3,2	1,2	0,21	0,29	0,06	2,1
Z18-94	8,4	82,7	35,4	13,8	3,0	2,4	0,27	0,75	0,13	2,7
Z18-95	14,1	117,6	73,6	38,0	14,8	3,3	0,88	1,69	0,19	12,6
LIX 2	10,5	97,8	38,5	42,1	15,0	4,4	0,42	0,97	0,10	7,3
Normalwerte:	60	160	50	80	70	30	1,6	0,5	0,3	40

Die Proben **Z16 1-3** wurden aus den Randbereichen der drei Kalkformationen entnommen und sind nur schwach humose Ablagerungen von Kalksedimenten. Sie enthalten kaum nennenswerte Gehalte von Schwermetallen. Die übrigen Proben repräsentieren die relativ große lokale Variabilität der Schwermetallgehalte im Untersuchungsgebiet. Der hohe Cd-Gehalt am Standort **LIX 38** ist aus keiner der Kalkformationen ableitbar und dürfte somit eine lokal kleinräumige Anreicherung am Humus des Grünlandes darstellen. Er ist am ehesten mit dem Auboden der Prüfstelle **Z18-95**, drei Kilometer talauswärts, vergleichbar.

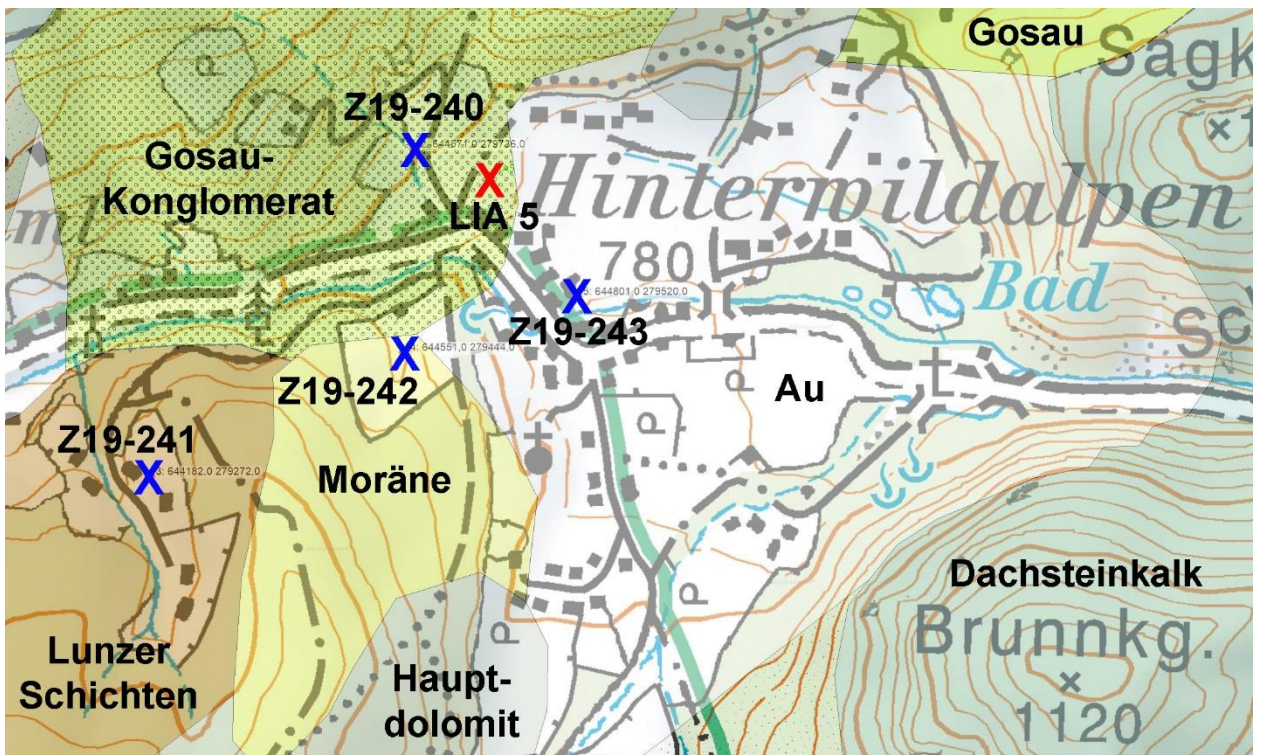


Probenahmestelle **Z19-95** in der Au des Lassingbaches vor der Einmündung in die Salza.

Region Wildalpen:



Übersichtskarte der Untersuchungsstellen



Ausschnitt Bereich Hinterwildalpen

Geologie der Untersuchungsstellen:

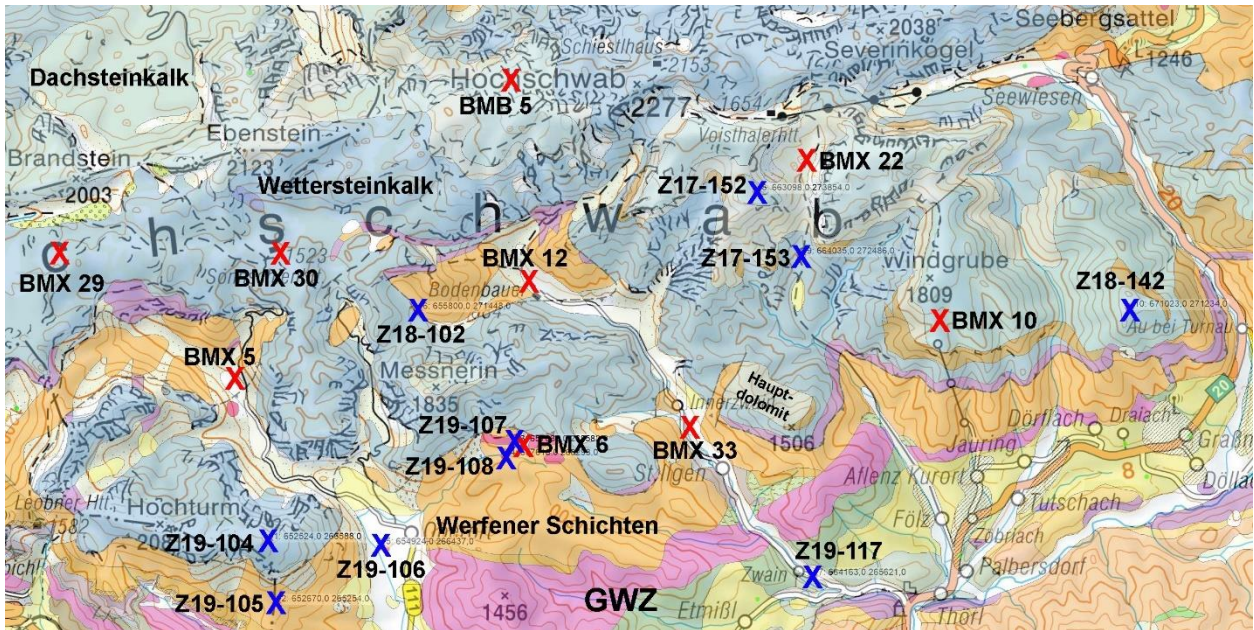
Standorte	Geologie
LIX 1	Terrasse (Geländebefund)
Z18-93	Au
LIA 5	Gosau-Konglomerat
Z19-240	Gosau-Konglomerat
Z19-241	Lunzer Schichten
Z19-242	Moräne
Z19-243	Au
LIH 8	Dachsteinkalk
LIH 6	Dachsteinkalk
Z16-12	Moor, Torf
Z19-293	Dachsteinkalk

Die Schwermetallgehalte der Oberböden (mg/kg):

Standorte	Cu	Zn	Pb	Cr	Ni	Co	Mo	Cd	Hg	As
LIX 1	18,2	210,8	81,6	51,5	15,3	7,9	0,84	1,72	0,29	10,5
Z18-93	12,6	99,9	55,7	18,2	16,4	4,5	0,58	0,80	0,13	14,2
LIA 5	21,2	162,0	54,4	48,6	23,3	8,8	1,12	1,53	0,13	19,3
Z19-240	19,2	119,3	52,2	53,6	28,0	13,2	0,81	0,82	0,17	17,4
Z19-241	20,8	133,8	62,5	50,7	30,6	13,0	1,26	0,92	0,23	16,6
Z19-242	24,5	179,1	61,6	44,7	25,3	9,8	1,09	2,55	0,30	14,1
Z19-243	22,6	139,1	54,9	31,9	13,4	5,4	1,06	1,87	0,23	10,5
LIH 8	12,5	103,8	91,6	43,3	23,0	8,3	1,17	1,29	0,24	15,9
LIH 6	11,3	184,2	215,5	30,5	8,8	3,4	0,98	4,62	0,49	13,9
Z16-12	58,6	174,5	75,8	25,4	7,9	3,6	0,49	2,21	0,40	9,3
Z19-293	14,7	256,7	200,2	55,1	24,4	13,3	1,07	3,94	0,52	19,2
Normalwerte:	60	160	50	80	70	30	1,6	0,5	0,3	40

Die örtlichen Schwankungen (lokale Variabilität) der Schwermetallgehalte in den Böden der Untersuchungsregion sind generell sehr hoch und lassen sich nicht mit einer bestimmten geologischen Formation in Verbindung bringen.

Bereich Hochschwab-Süd:



Geologie der Untersuchungsstellen:

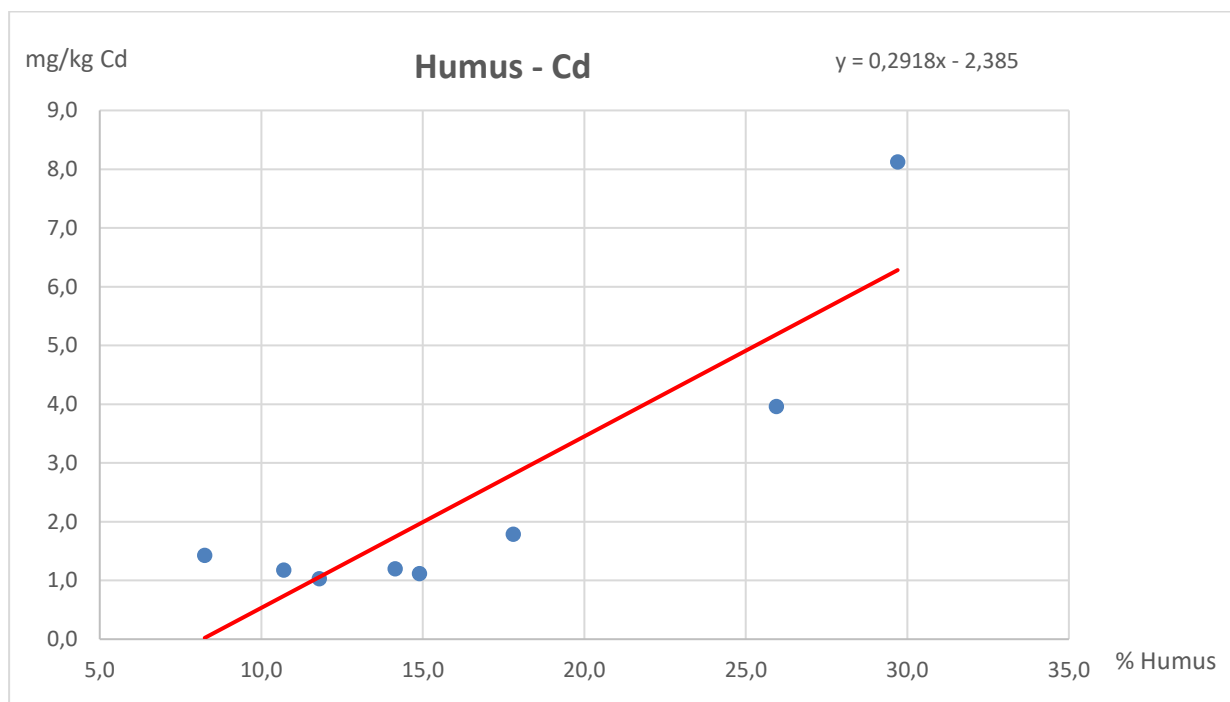
Standorte	Geologie
BMX 29	Wettersteinkalk
BMX 30	Wettersteinkalk
BMX 5	Schwemmfächer
Z19-104	Wettersteinkalk
Z19-105	Werfener Schichten
Z19-106	Au
BMX 6	Hangschutt
Z19-107	Haselgebirgskalk
Z19-108	Werfener Schichten
BMB 5	Dachsteinkalk
Z18-102	Werfener Schichten
BMX 12	Au
BMX 33	Au
Z19-117	Au
BMX 22	Hauptdolomit
Z17-152	Dachsteinkalk
Z17-153	Wettersteinkalk
BMX 10	Trias-Kalk (Hallstätterfazies)
Z18-142	Trias-Kalk (Hallstätterfazies)

Flächenmäßig dominieren in der Untersuchungsregion Wettersteinkalk und Werfener Schichten. Es soll mit Hilfe einiger Zusatzuntersuchungen zu klären versucht werden, ob zwischen Standorten mit erhöhten Schwermetallgehalten und konkreten Kalkformationen ein Zusammenhang besteht. Ein weiteres Thema ist die Verlagerung von Schwermetallen durch Gewässer.

Die Schwermetallgehalte der Oberböden (mg/kg):

Standorte	Cu	Zn	Pb	Cr	Ni	Co	Mo	Cd	Hg	As
BMX 29	11,6	153,3	110,5	42,1	16,2	4,8	0,85	1,20	0,15	17,5
BMX 30	20,7	342,9	113,5	25,0	13,8	4,4	0,91	3,96	0,18	16,5
BMX 5	13,5	133,7	55,6	21,4	12,0	6,3	0,67	1,12	0,14	11,2
Z19-104	17,8	273,9	165,1	33,5	24,4	9,2	0,92	4,52	0,27	19,4
Z19-105	9,6	26,2	44,3	7,6	11,0	1,9	0,75	0,45	0,32	5,3
Z19-106	29,4	125,6	51,2	18,6	19,3	8,6	1,33	1,16	0,35	23,4
BMX 6	18,2	126,9	37,5	11,1	10,4	5,0	1,37	1,03	0,13	11,6
Z19-107	26,4	182,9	100,9	14,3	10,8	4,7	4,17	1,84	0,15	42,8
Z19-108	22,3	34,3	22,2	16,0	22,7	16,9	1,73	0,14	0,32	16,1
BMB 5	12,8	245,2	186,5	15,2	7,0	3,1	0,78	4,61	0,26	10,4
Z18-102	13,2	167,7	86,7	18,7	18,4	8,2	0,97	0,98	0,14	18,1
BMX 12	14,0	278,6	77,8	9,7	7,5	3,5	0,76	1,79	0,20	6,1
BMX 33	11,4	124,2	44,5	8,3	3,3	1,8	0,64	1,18	0,09	2,8
Z19-117	29,7	98,3	34,9	14,0	19,8	9,8	1,37	0,77	0,21	14,7
BMX 22	11,6	566,8	281,5	26,1	8,2	3,1	1,15	8,12	0,35	15,0
Z17-152	14,3	299,7	207,8	49,6	26,7	10,7	1,44	5,60	0,24	19,7
Z17-153	19,6	330,6	244,4	29,2	9,4	2,9	1,09	3,78	0,57	72,2
BMX 10	21,0	95,2	40,2	25,7	15,3	5,1	3,15	1,43	0,10	16,7
Z18-142	33,8	126,4	71,0	46,6	28,2	6,3	2,55	1,85	0,16	17,6
Normalwerte:	60	160	50	80	70	30	1,6	0,5	0,3	40

Eine Beziehung zwischen Cd-Gehalt und Kalkformation lässt sich auch hier nicht ableiten, wohl aber bezüglich des Humusgehaltes.



Die höchsten Cd-Gehalte (mg/kg) findet man auf folgenden Hochalmflächen (wo naturgemäß auch der Humusgehalt hoch ist):

Standorte	Gebiet	Cd
BMX 22	Fölzalm-Nord	8,12
Z17-152	Fölkogel-Fölzstein	5,60
BMB 5	Hochwart-Nord	4,61
Z19-104	Edelweißboden	4,52
BMX 30	Sonnschienalm	3,96
Z17-153	Fözl-Schlagalm	3,78



Standort **Z19-104** am Edelweißboden - Trenchtling (Wettersteinkalk).

Rund 5 km Luftlinie nordöstlich des Edelweißbodens befindet sich der Berg **Messnerin**. Dort gibt es für geologisch Interessierte die Möglichkeit entlang des Steiges zum Gipfel die drei Kalkformationen Wettersteinkalk, Hauptdolomit und Dachsteinkalk wandernd zu erkunden.

Der geologische Gipfelaufbau der Messnerin (1835 m):



Eine Analyse der drei Gesteinsproben ergab bis auf Cadmium vernachlässigbare Schwermetallgehalte.

Dachsteinkalk:	0,60 mg/kg Cd
Hauptdolomit:	1,19 mg/kg Cd
Wettersteinkalk:	0,82 mg/kg Cd

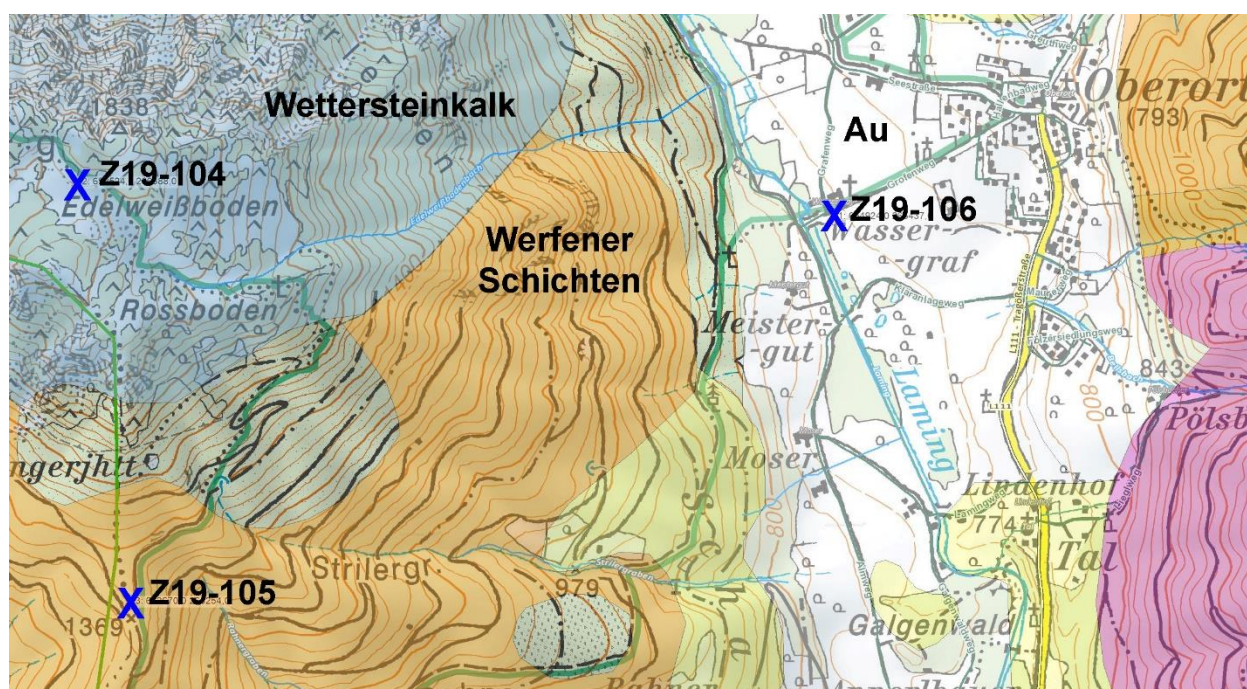
Die beobachteten hohen Bodengehalte der Kalkalpen ergeben sich offensichtlich erst durch Anreicherung am Humuskomplex im Zuge von Entkalkungsvorgängen und immisionsbedingten Einträgen.

Trenchtling – Lamingbach:

Das bodenbildende Schwemmmaterial der Untersuchungsstelle **Z19-106**, ein Auboden des Lamingbaches, liegt ebenso wie der Standort **BMX 5** in der Jassing, im Einflussbereich mehrerer Trias-Kalke, hauptsächlich Wettersteinkalk und Werfener Schichten. Auch ihre Schwermetallgehalte sind vergleichbar. Das bodenbildende Ausgangsmaterial von **BMX 5** ist zum Teil auf die Hochalmstandorte **BMX 29** und **30** zurückzuführen, jenes von **Z19-106** könnte unter anderem auch von Einträgen aus dem Edelweißbodenbach beeinflusst worden sein.

Die Schwermetallgehalte der Oberböden (mg/kg):

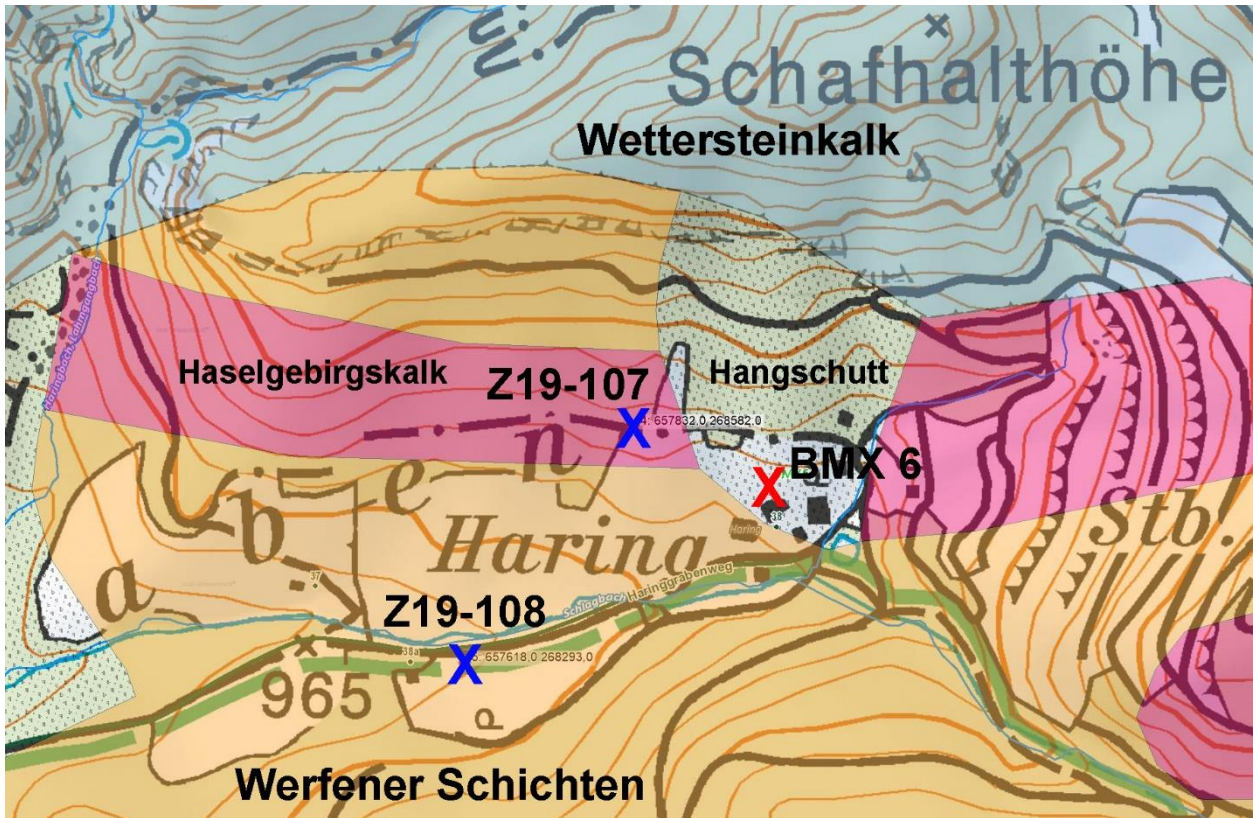
Standorte	Cu	Zn	Pb	Cr	Ni	Co	Mo	Cd	Hg	As
BMX 29	11,6	153,3	110,5	42,1	16,2	4,8	0,85	1,20	0,15	17,5
BMX 30	20,7	342,9	113,5	25,0	13,8	4,4	0,91	3,96	0,18	16,5
BMX 5	13,5	133,7	55,6	21,4	12,0	6,3	0,67	1,12	0,14	11,2
Z19-104	17,8	273,9	165,1	33,5	24,4	9,2	0,92	4,52	0,27	19,4
Z19-105	9,6	26,2	44,3	7,6	11,0	1,9	0,75	0,45	0,32	5,3
Z19-106	29,4	125,6	51,2	18,6	19,3	8,6	1,33	1,16	0,35	23,4
Normalwerte:	60	160	50	80	70	30	1,6	0,5	0,3	40



Die Schwermetallgehalte am Hochalmstandort **Z19-104** im Wettersteinkalk des Edelweißbodens ähneln jenen der Pfaffingalm (**BMX 29**) und Sonnshienalm (**BMX 30**). Die minimal erhöhten Quecksilbergehalte in der Au des Lamingbaches (**Z19-106**) könnten ein Hinweis auf einen Einfluss aus den Werfener Schichten (**Z19-105**) sein.

Haringgraben:

Das Ausgangsmaterial des Bodenschutzstandortes **BMX 6** im Haringgraben ist Hangschutt der vermutlich hauptsächlich aus Wettersteinkalk besteht. Da aber auch Werfener Schichten und Haselgebirgskalk einen Einfluss haben können, wurden in den fraglichen Kalkformationen zwei Zusatzuntersuchungen durchgeführt (**Z19-107 + 108**).



Die Schwermetallgehalte der Oberböden (mg/kg):

Standorte	Cu	Zn	Pb	Cr	Ni	Co	Mo	Cd	Hg	As
BMX 6	18,2	126,9	37,5	11,1	10,4	5,0	1,37	1,03	0,13	11,6
Z19-107	26,4	182,9	100,9	14,3	10,8	4,7	4,17	1,84	0,15	42,8
Z19-108	22,3	34,3	22,2	16,0	22,7	16,9	1,73	0,14	0,32	16,1
Normalwerte:	60	160	50	80	70	30	1,6	0,5	0,3	40

Da die Schwermetallgehalte von keinem der beiden neuen Zusatzstandorte mit jenen von **BMX 6** korrelieren, ist davon auszugehen, dass der Hangschutt wie ursprünglich angenommen nur aus Wettersteinkalk besteht. Die erhöhten Schwermetallgehalte im Haselgebirgskalk und den Werfener Schichten lassen sich vermutlich innerhalb dieser Kalkformationen abgrenzen.

Die Verlagerung der Schwermetalle vom Bodenbauer talauswärts:



Das bodenbildende Ausgangsmaterial der Talböden ist Schwemmmaterial, welches seinen Ursprung im erodierten Gestein der Gebirgsformationen hat. Entlang des Trawiesbaches gelangt Kalkgestein (z. B. **BMB 5**) vom Hochschwab zum Talboden des Standortes **BMX 12**, vermischt sich dort mit Kalken der Werfener Schichten (Standort **Z18-102**) aus dem Joserbach und landet beim Standort **BMX 33**, von wo es der Illnerbach weitertransportiert. Zwischen St. Ilgen und Zwain durchbricht der Bach die Grauwackenzone, aus deren Gesteinen völlig andere Schwermetalle eingebracht werden können. Der letzte Standort unserer Betrachtung ist der Grünlandstandort **Z19-117**.

Die Schwermetallgehalte der Oberböden (mg/kg):

Standorte	Cu	Zn	Pb	Cr	Ni	Co	Mo	Cd	Hg	As
BMB 5	12,8	245,2	186,5	15,2	7,0	3,1	0,78	4,61	0,26	10,4
BMX 12	14,0	278,6	77,8	9,7	7,5	3,5	0,76	1,79	0,20	6,1
Z18-102	13,2	167,7	86,7	18,7	18,4	8,2	0,97	0,98	0,14	18,1
BMX 33	11,4	124,2	44,5	8,3	3,3	1,8	0,64	1,18	0,09	2,8
Z19-117	29,7	98,3	34,9	14,0	19,8	9,8	1,37	0,77	0,21	14,7

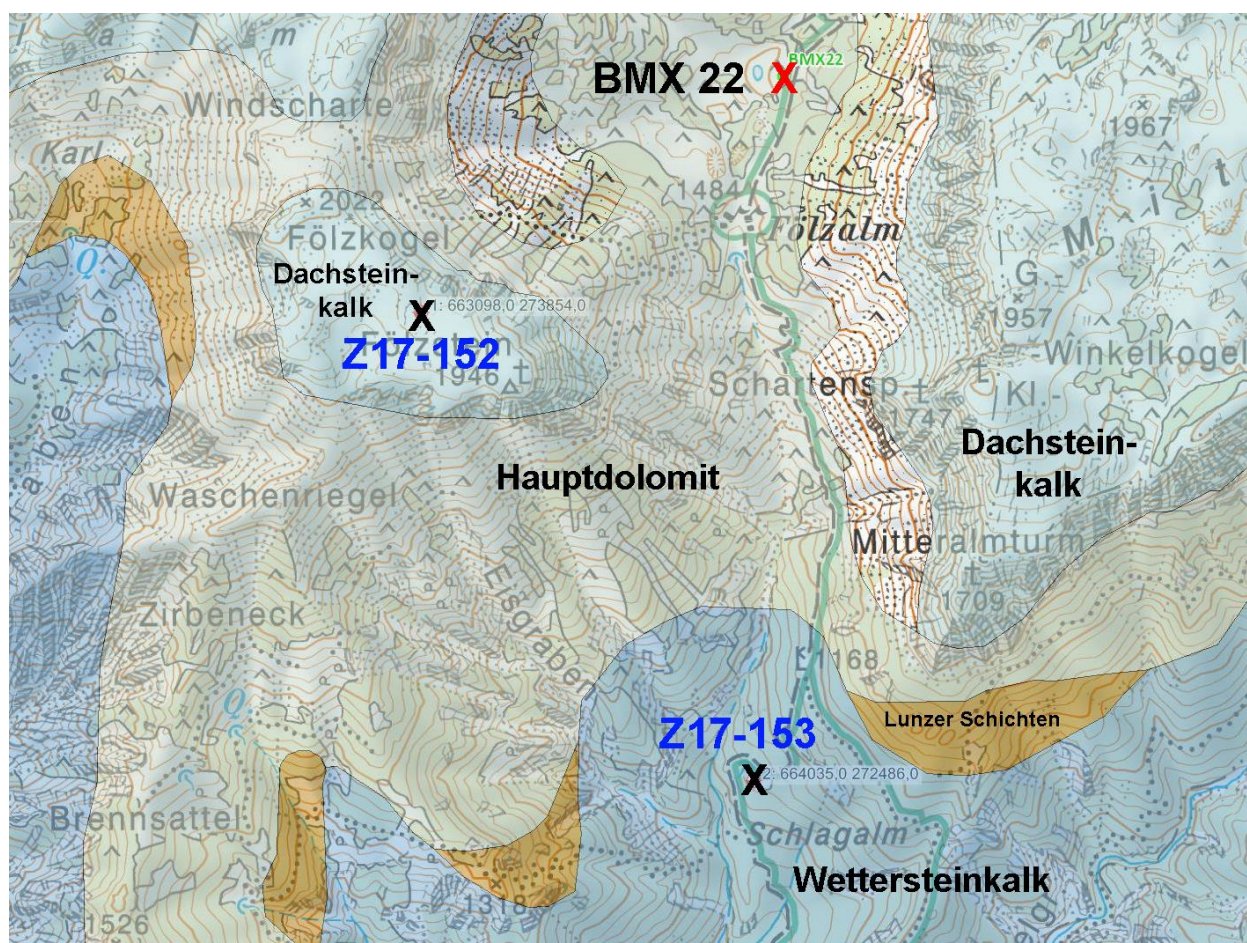
Am Verlauf der Standorte **BMB 5 – BMX 12 – BMX 33 – Z19-117** erkennt man sehr schön die Abnahme der für das Kalkalpin typischen Schwermetalle Zink, Blei und Cadmium.

Die Untersuchungsstelle **Z18-102** liegt in den Werfener Schichten und enthält weniger Cadmium als der Standort **BMB 5** im Dachsteinkalk, sodass ihr Beitrag über den Joserbach eine ‚Verdünnung‘ der Cd-Gehalte bewirkt.

An der Prüfstelle **Z19-117** sind die kalktypischen Schwermetallgehalte schon deutlich niedriger als zu Beginn. Die übrigen Schermetallgehalte sind im Vergleich zum Standort **BMX 33** leicht angestiegen, was auf den Einfluss der Grauwackenzone zurückzuführen ist. Bis auf einen geringfügig erhöhten Cd-Gehalt, als letzten Hinweis auf die kalkalpine Herkunft des bodenbildenden Ausgangsmaterials, sind alle Schwermetallgehalte innerhalb des Normalbereichs.



Die Untersuchungsstelle **Z19-117** in der Au bei Zwain.

Fölzalm:

Der Bodenschutzstandort **BMX 22** liegt etwas nördlich der Fölzalm und weist sehr hohe Cd-Gehalte auf. Sein bodenbildendes Ausgangsmaterial ist Hauptdolomit. Durch zwei Zusatzuntersuchungen (**Z17-152** und **153**) in den benachbarten Kalkformationen soll abgeklärt werden, wie stark sich die Böden der unterschiedlichen Gesteinsformen voneinander unterscheiden.

Die Schwermetallgehalte der Oberböden (mg/kg):

Standorte	Cu	Zn	Pb	Cr	Ni	Co	Mo	Cd	Hg	As	Geologie
BMX 22	11,6	566,8	281,5	26,1	8,2	3,1	1,15	8,12	0,35	15,0	Hauptdolomit
Z17-152	14,3	299,7	207,8	49,6	26,7	10,7	1,44	5,60	0,24	19,7	Dachsteinkalk
Z17-153	19,6	330,6	244,4	29,2	9,4	2,9	1,09	3,78	0,57	72,2	Wettersteinkalk
Normalw.:	60	160	50	80	70	30	1,6	0,5	0,3	40	

Die Gehalte der drei Kalkgesteine differieren in allen Schwermetallen, besonders auffallend und ungewöhnlich ist der erhöhte Arsengehalt im Wettersteinkalk (**Z17-153**).

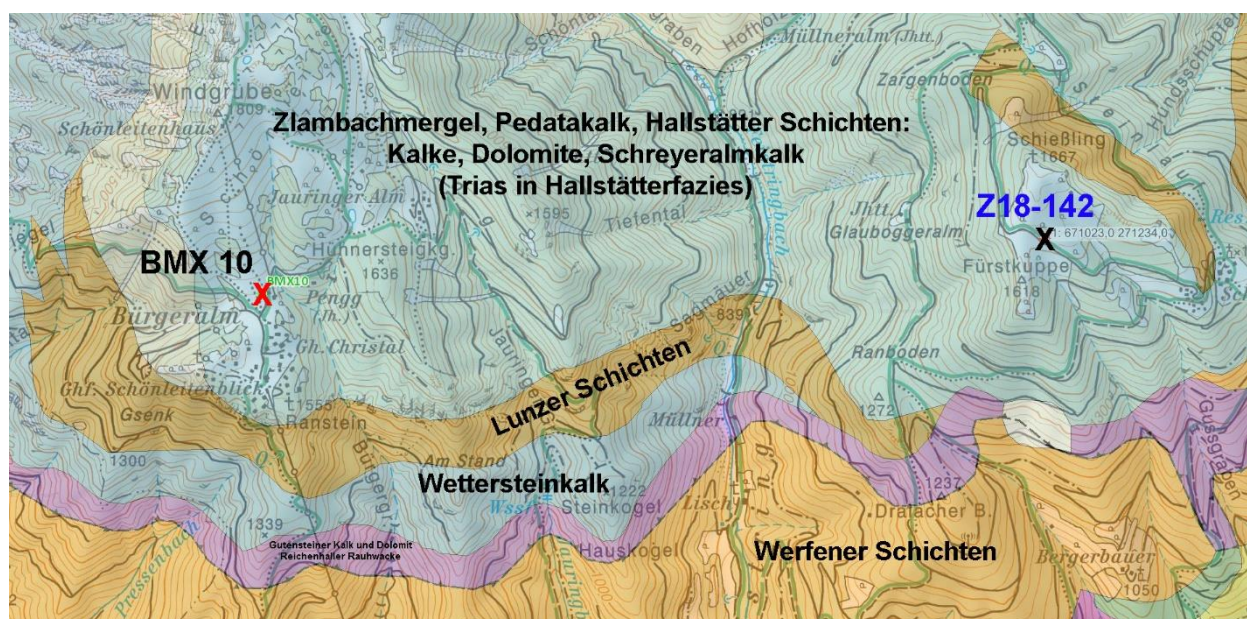


Untersuchungsstelle **Z17-152** südlich des Fölkogels (Dachsteinkalk).



Untersuchungsstelle **Z17-153** im Bereich der Schlagalm (Wettersteinkalk).

Aflenzer Bürgeralm - Schießling:



Standorte	Hor.	Cu	Zn	Pb	Cr	Ni	Co	Mo	Cd	Hg	As
BMX 10	1	21,0	95,2	40,2	25,7	15,3	5,1	3,15	1,43	0,10	16,7
BMX 10	2	36,5	112,9	24,0	32,8	25,0	8,0	3,54	2,48	0,09	18,0
BMX 10	3	49,3	164,2	24,2	40,9	40,8	13,8	3,86	5,80	0,13	21,8
Z18-142	1	33,8	126,4	71,0	46,6	28,2	6,3	2,55	1,85	0,16	17,6
Normalwerte:		60	160	50	80	70	30	1,6	0,5	0,3	40

Die Schwermetallgehalte (mg/kg) am Standort **BMX 10** weichen vom bekannten kalkalpinen Schema ab, zumal zusätzlich **Molybdän** erhöht ist. Die **Cadmium**-Gehalte steigen nach unten hin stark an, was auf eine rein geogene Herkunft hinweist. Das bodenbildende Ausgangsmaterial ist Trias-Kalk in Hallstätterfazies.

Zur Abklärung der Ausdehnung der ungewöhnlichen Schwermetallgehalte wurde im rund 4 km Luftlinie entfernten Almgebiet südlich des Schießlings eine Zusatzuntersuchung (**Z18-142**) durchgeführt. Das dort gefundene Verteilungsbild der Schwermetalle weist im Oberboden zwar leicht höhere Gehalte auf (lokale Variabilität), ist jenem von BMX 10 aber dennoch sehr ähnlich.

Die hohen Schwermetallgehalte (Mo, Cd) scheinen somit großflächig in der Formation der Triaskalke vorzukommen.

Aflenzer Staritzen:



Geologie der Untersuchungsstellen:

Standorte	Geologie
BMX 18	Schwemmmaterial (Wettersteinkalk)
Z18-92	Schwemmmaterial (Wettersteinkalk)
BMB 4	Wettersteinkalk
BMX 26	Schwemmmaterial (Wettersteinkalk)
Z19-88	Niederterrasse
Z19-89	Au
Z19-90	Au
BMX 27	Wettersteinkalk
Z19-45	Werfener Schichten
Z19-46	Au
Z19-47	Blasseneck-Porphyröid (Grauwackenzone)

Im Bereich der Aflenzer Staritzen dominiert Wettersteinkalk, östlich davon Werfener Schichten. Der Zusatzstandort **Z19-47** liegt in der Grauwackenzone, sein Gestein stammt aus dem Paläozoikum und ist vulkanischen Ursprungs. Sein Boden, und eventuell auch der angrenzende Auboden **Z19-46**, sollten ein anderes Verteilungsbild der Schwermetalle aufweisen, als jenes der Kalkalpen.

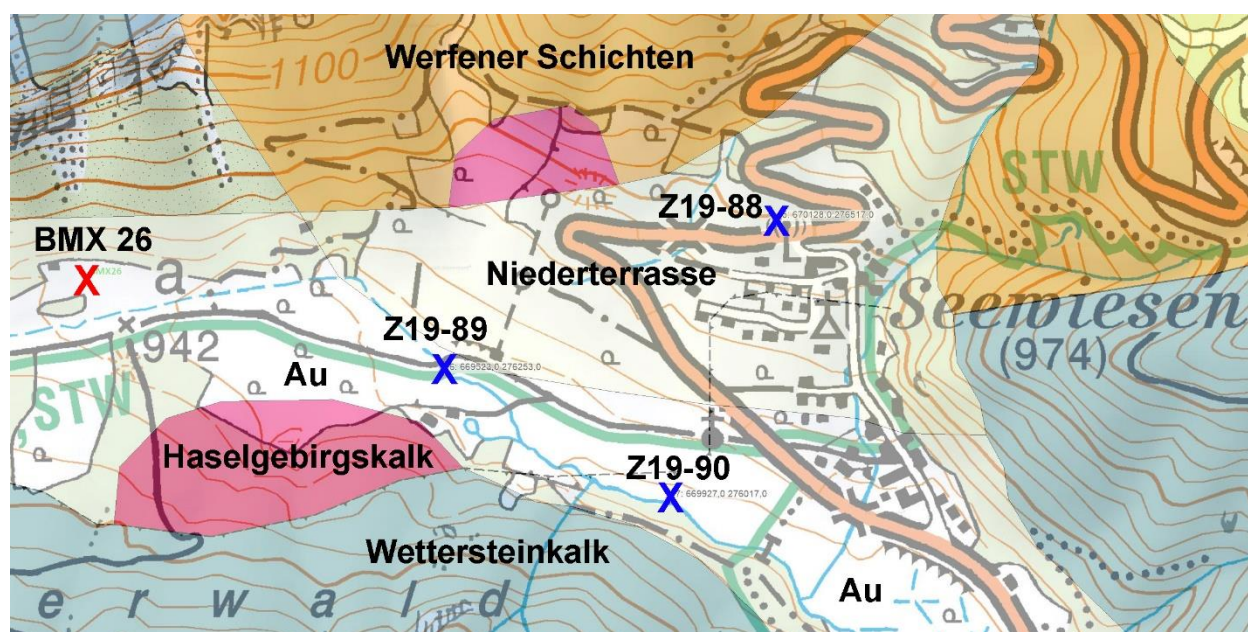
Die Schwermetallgehalte der Oberböden (mg/kg):

Standorte	Cu	Zn	Pb	Cr	Ni	Co	Mo	Cd	Hg	As
BMX 18	18,2	296,7	186,6	50,6	24,0	8,5	0,44	2,61	0,24	8,3
Z18-92	17,0	138,3	94,3	29,3	4,0	0,8	0,58	1,71	0,23	3,6
BMB 4	13,6	249,1	194,2	57,1	16,9	9,4	0,93	5,25	0,23	17,3
BMX 26	10,8	234,1	82,3	7,1	4,7	2,2	0,67	1,87	0,11	11,0
Z19-88	14,0	105,5	31,1	15,4	17,8	7,5	0,70	0,53	0,11	12,8
Z19-89	7,8	53,8	24,3	3,9	3,4	1,0	0,51	0,94	0,05	6,3
Z19-90	11,4	114,5	49,8	11,7	9,9	4,9	0,47	1,31	0,12	11,7
BMX 27	31,5	373,1	156,3	42,1	35,1	15,9	1,35	5,57	0,33	19,8
Z19-45	13,3	139,0	57,7	24,5	25,5	13,0	0,51	0,32	0,13	6,5
Z19-46	75,6	51,0	39,2	6,1	22,0	24,2	0,73	0,37	0,36	22,5
Z19-47	20,7	20,8	27,1	16,7	7,5	9,9	0,65	0,20	0,51	21,2
Normalwerte:	60	160	50	80	70	30	1,6	0,5	0,3	40

Das bodenbildende Schwemmmaterial der beiden Standorte **BMX 18** und **Z18-92** in der Höll bei Weichselboden ist gleichermaßen vom Wettersteinkalk beeinflusst, ihre Schwermetallgehalte differieren aber stark. Sie weisen, obwohl die Standorte nur rund 2,3 Kilometer voneinander entfernt sind, auf eine hohe lokale Variabilität im Talverlauf hin.

Die höchsten Cd-Gehalte finden wir auf den beiden Hochalmstandorten **BMB 4** (Hochweichsel, Grübelgrat) und **BMX 27** (Graualm).

Der südlich der Staritzen in Seewiesen gelegene Grünlandstandort **BMX 26** ist bei den meisten Schwermetallgehalten dem Zusatzstandort **Z18-92** nördlich der Bergkette sehr ähnlich. Es wurde durch drei Zusatzuntersuchungen (**Z19 88-90**) versucht die Verteilung der Schwermetalle im Gebiet genauer abzuschätzen.



Wie aus der zuvor stehenden Tabelle ersichtlich, streuen die Schwermetallgehalte ähnlich stark (hohe lokale Variabilität), wie die beiden Standorte in der Höll bei Weichselboden, aber auf etwas niedrigerem Gehaltsniveau.

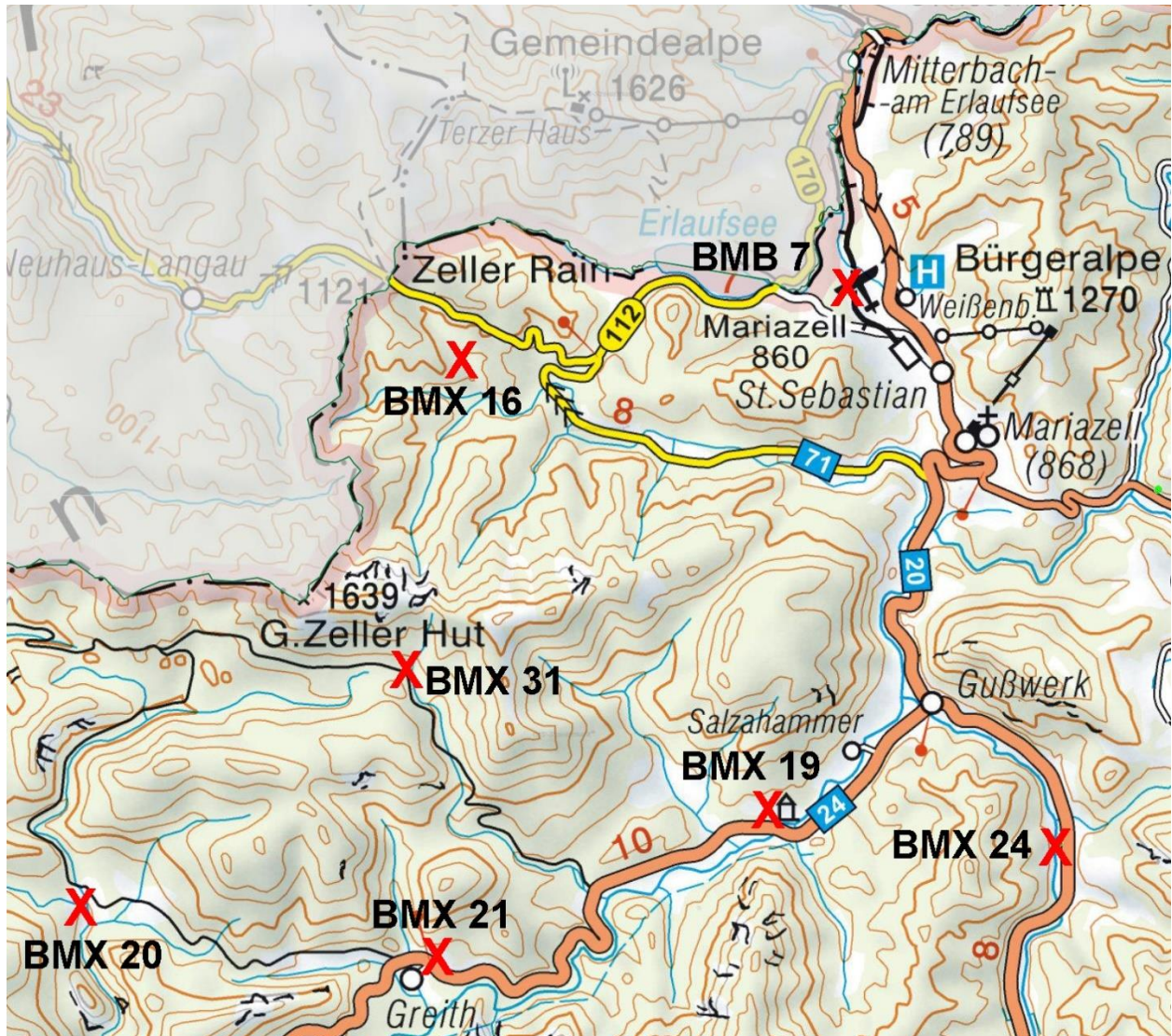
Die drei Zusatzstandorte **Z19 45-47** bei Gollrad weisen alle relativ niedrige Schwermetallgehalte auf. Der typisch kalkalpine Charakter ist nicht einmal an der Prüfstelle **Z19-45** (Werfener Schichten) mehr festzustellen. Die beiden anderen Standorte liegen wie eingangs erwähnt im Einflussbereich der Grauwackenzone und haben deswegen ein anderes Schwermetallprofil (minimal erhöhte Gehalte von Kupfer und Quecksilber).

Die hohen Schwermetallgehalte des kalkalpinen Raumes beschränken sich in diesem Gebiet vermutlich auf die geologische Zone des Wettersteinkalks (**BMX 27**).



Der Bodenschutzstandort **BMX 27** auf der Graualm (Wettersteinkalk).

Mariazellerland (West):



Geologie der Untersuchungsstellen:

Standorte	Geologie
BMB 7	Moräne (Trias-Kalke)
BMX 16	Schwemmmaterial (Trias-Kalke)
BMX 31	Schwemmfächer (Trias-Kalke)
BMX 20	Schwemmfächer (div. Kalke)
BMX 21	Werfener Schichten
BMX 19	Wettersteinkalk
BMX 24	Au (div. Kalke)

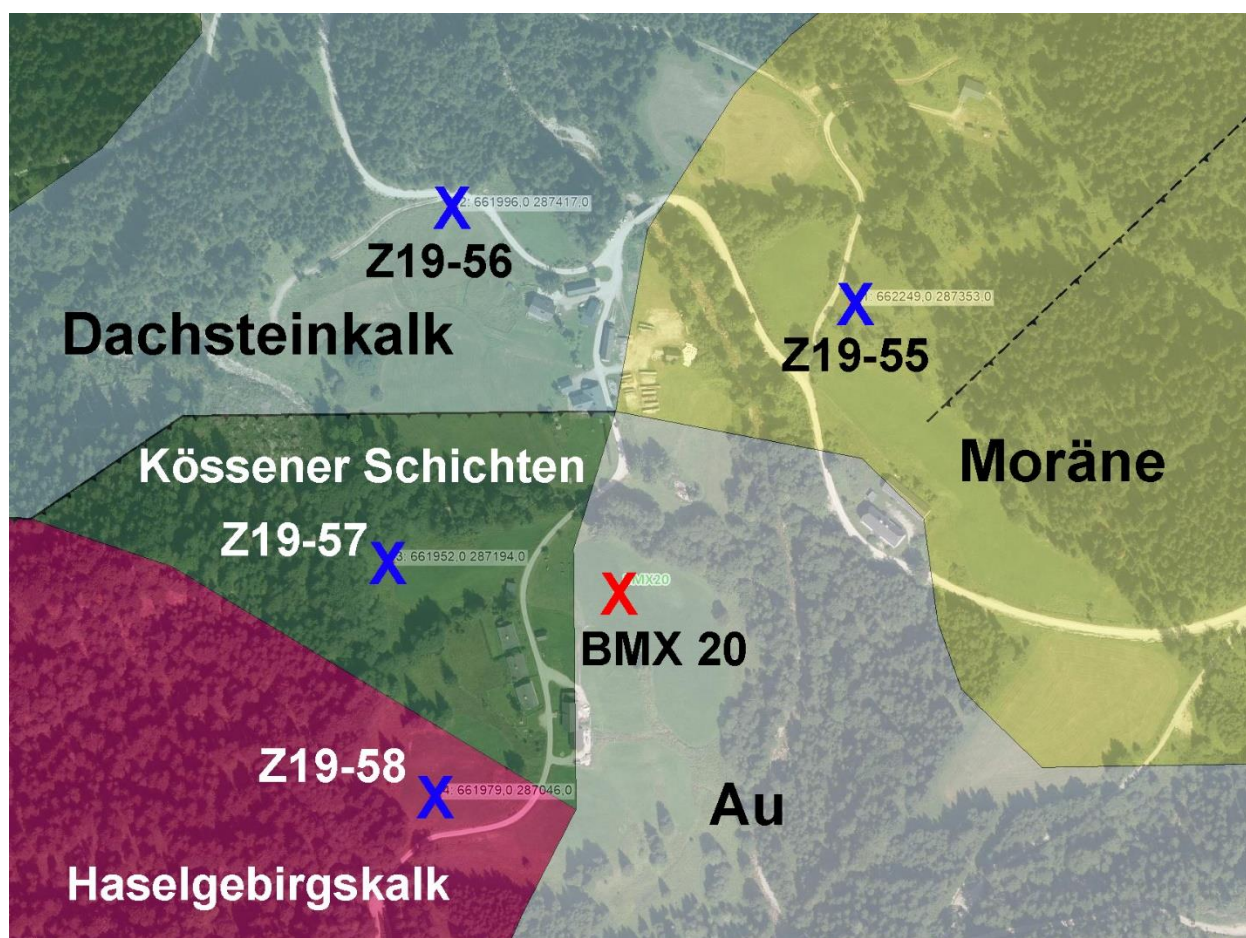
An den meisten Standorten der Untersuchungsregion werden die Böden durch verschiedene Kalkgesteine beeinflusst. Es wurde daher mit einigen Zusatzuntersuchungen in konkreten Kalkformationen versucht die erhöhten Schwermetallgehalte besser zuordnen zu können.

Die Schwermetallgehalte der Oberböden (mg/kg):

Standorte	Cu	Zn	Pb	Cr	Ni	Co	Mo	Cd	Hg	As
BMB 7	13,9	123,4	54,7	38,7	18,2	9,2	0,74	1,22	0,28	9,8
BMX 16	16,3	140,3	46,4	25,6	11,1	4,2	0,51	1,60	0,22	7,9
BMX 31	15,3	123,7	67,1	51,4	50,4	8,2	0,89	1,95	0,09	10,8
BMX 20	23,1	115,0	58,8	38,0	19,2	11,1	3,46	0,58	0,30	30,6
BMX 21	20,2	83,7	29,6	39,5	26,5	11,6	1,27	0,37	0,07	12,0
BMX 19	9,4	130,8	68,0	23,3	9,9	4,0	0,75	1,59	0,13	8,4
BMX 24	20,9	78,6	31,3	11,4	13,2	8,2	0,79	0,68	0,16	15,0
Normalwerte:	60	160	50	80	70	30	1,6	0,5	0,3	40



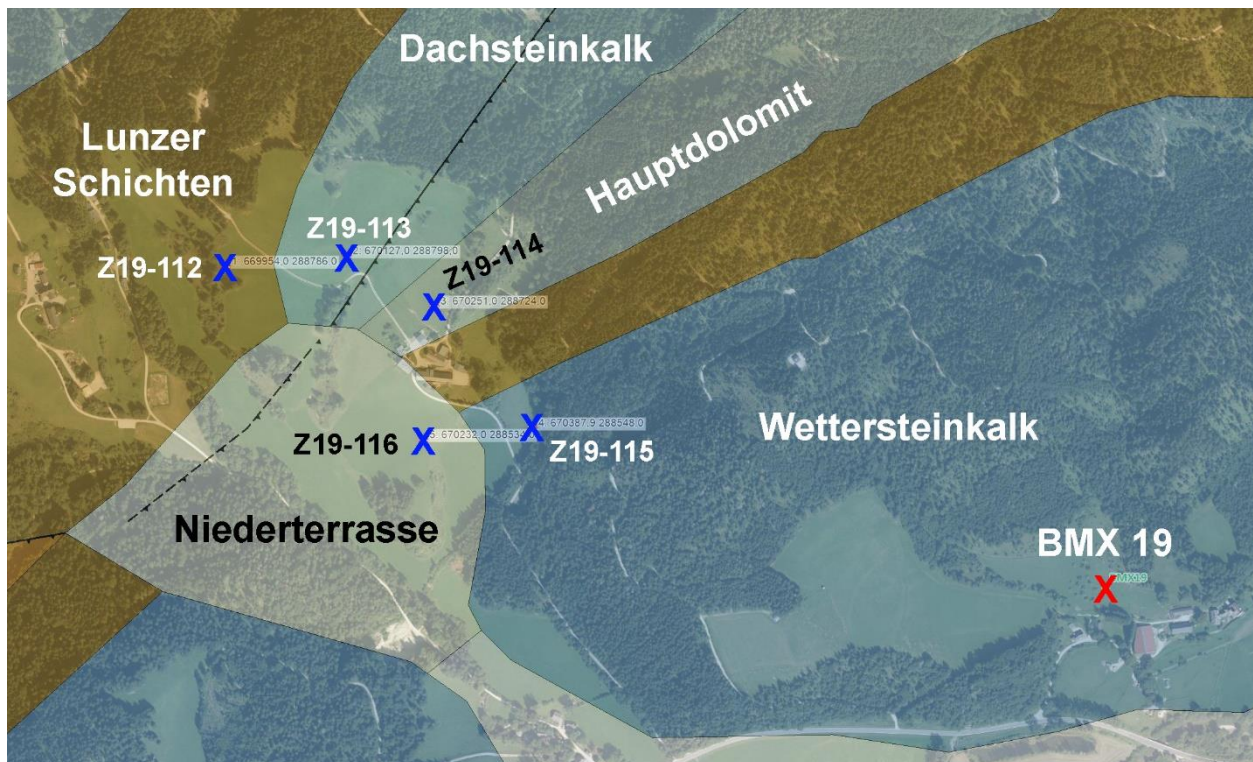
Bodenkundler bei der Profilbeschreibung am Bodenschutzstandort **BMX 31**.

Dürradmer:

Standorte	Horizont	Cu	Zn	Pb	Cr	Ni	Co	Mo	Cd	Hg	As
BMX 20	1	23,1	115,0	58,8	38,0	19,2	11,1	3,46	0,58	0,30	30,6
BMX 20	2	28,8	104,1	46,8	39,0	24,1	16,6	3,20	0,39	0,26	38,5
BMX 20	3	29,3	78,1	28,8	32,5	29,2	16,7	3,42	0,24	0,05	39,1
Z19-55	1	10,8	59,8	40,2	28,0	22,7	8,3	0,69	1,88	0,11	14,5
Z19-56	1	14,3	92,8	35,9	28,9	22,8	8,3	1,11	1,51	0,11	18,6
Z19-57	1	11,9	90,1	46,3	25,5	10,8	6,5	3,35	0,71	0,17	23,9
Z19-58	1	4,9	38,4	30,6	22,5	6,0	6,6	2,47	0,19	0,07	26,4
BMX 21	1	20,2	83,7	29,6	39,5	26,5	11,6	1,27	0,37	0,07	12,0
Normalwerte:		60	160	50	80	70	30	1,6	0,5	0,3	40

Der Grünlandstandort **BMX 20** liegt im Einflussbereich mehrerer Kalkformationen und weist neben den geringfügig erhöhten, typisch kalkalpinen, Blei- und Cadmiumgehalten ungewöhnlich hohe Mo-Gehalte auf. Die gleichmäßige Verteilung über alle Bodenhorizonte deutet auf eine rein geogene Herkunft hin. Der ca. 4,7 km östlich gelegene Standort **BMX 21** liegt in den Werfener Schichten und ist bei allen Schwermetallen im Normalbereich.

Aus den Zusatzuntersuchungen erkennt man, dass die hohen Mo-Gehalte aus den Kössener Schichten (**Z19-57**) bzw. dem Haselgebirgskalk (**Z19-58**) stammen. Auch sieht man, dass im Dachsteinkalk (**Z19-56**) und in der nebenliegenden Moräne (**Z19-55**) der Cd-Gehalt deutlich erhöht ist.

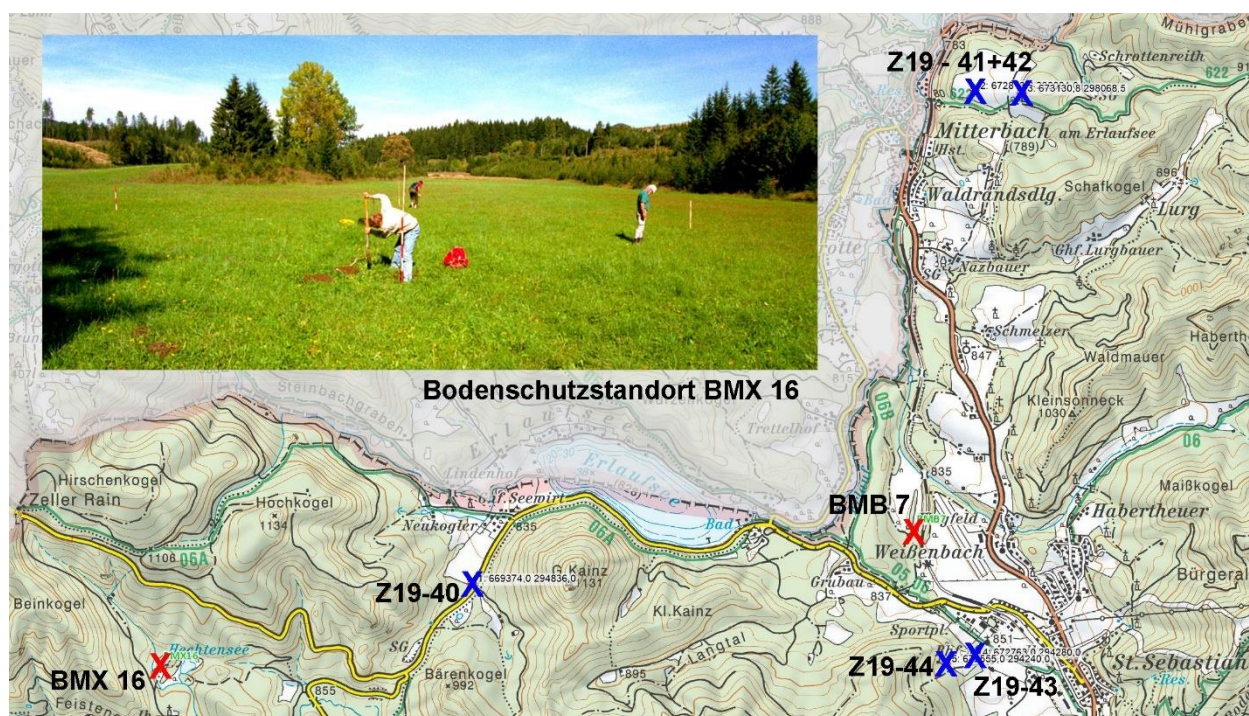
Oisching:

Standorte	Cu	Zn	Pb	Cr	Ni	Co	Mo	Cd	Hg	As
BMX 19	9,4	130,8	68,0	23,3	9,9	4,0	0,75	1,59	0,13	8,4
Z19-112	22,7	94,4	43,7	32,1	30,6	13,7	1,93	0,89	0,09	23,7
Z19-113	19,0	97,8	44,9	44,9	32,3	13,1	1,50	0,98	0,10	17,2
Z19-114	30,2	104,3	46,8	52,8	43,0	15,6	2,56	1,17	0,12	23,2
Z19-115	22,3	106,3	55,2	59,7	47,8	14,7	1,84	0,97	0,11	27,6
Z19-116	24,4	115,4	50,2	42,7	41,4	14,8	2,00	0,80	0,10	23,3
Normalwerte:	60	160	50	80	70	30	1,6	0,5	0,3	40

Die beiden Prüfstandorte **Z19-115** und **BMX 19** liegen im Wettersteinkalk und sind nur rund 800 m voneinander entfernt. Trotzdem sind mehrere ihrer Schwermetallgehalte sehr unterschiedlich (hohe lokale Variabilität).

Die Schwermetallgehalte der fünf Zusatzuntersuchungen (**Z19 112-116**) in Oisching hingegen, sind trotz unterschiedlicher Gesteinsformationen und der für Bodenuntersuchungen üblichen Schwankungen relativ ähnlich – typisch kalkalpine Cd-Gehalte und die in der Region offensichtlich häufiger auftretenden erhöhten Mo-Gehalte (siehe Dürradmer).

Region Erlaufsee:



Standorte	Geologie
BMX 16	Schwemmmaterial (Trias-Kalke)
BMB 7	Moräne (Trias-Kalke)
Z19-40	Schwemmfächer (Dachsteindolomit)
Z19-41	Eisrandterrasse (Nord)
Z19-42	Ramsaudolomit (Nord)
Z19-43	Eisrandterrasse (Süd)
Z19-44	Dachsteindolomit (Süd)

Die Schwermetallgehalte der Oberböden (mg/kg):

Standorte	Cu	Zn	Pb	Cr	Ni	Co	Mo	Cd	Hg	As
BMX 16	16,3	140,3	46,4	25,6	11,1	4,2	0,51	1,60	0,22	7,9
BMB 7	13,9	123,4	54,7	38,7	18,2	9,2	0,74	1,22	0,28	9,8
Z19-40	16,6	131,3	34,2	31,4	11,9	5,6	0,81	1,32	0,12	8,6
Z19-41	14,2	123,1	60,3	47,3	28,9	10,7	0,88	0,81	0,26	13,3
Z19-42	11,7	76,8	35,1	20,7	10,8	3,9	0,60	0,96	0,14	6,2
Z19-43	22,8	142,1	69,2	56,8	47,7	15,3	0,91	1,57	0,24	15,0
Z19-44	15,2	92,9	57,6	42,7	33,3	11,7	0,69	1,09	0,16	14,0
Normalwerte:	60	160	50	80	70	30	1,6	0,5	0,3	40

Die Schwermetallgehalte aller Untersuchungsstellen sind sehr ähnlich und zeigen keine signifikanten Unterschiede hinsichtlich ihrer geologischen Herkunft.

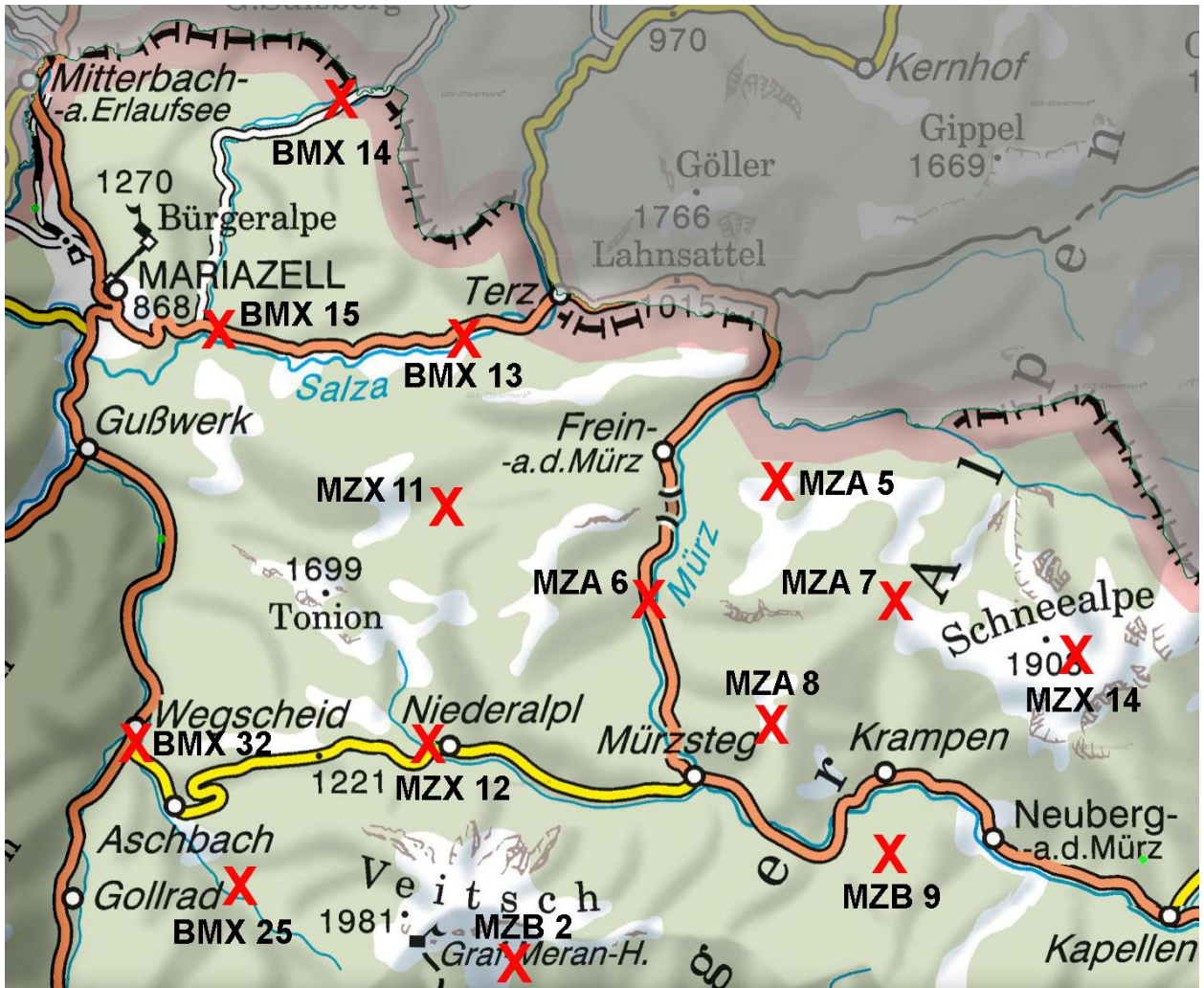


Untersuchungsstelle **Z19-41** (Eisrandterrasse).



Untersuchungsstelle **Z19-42** (Ramsaudolomit).

5. Mürzsteiger Alpen



Die Standorte **BMX 25** und **MZB 9** müssen aus der Betrachtung der kalkalpinen Belastungen ausgenommen werden, da sie im Einflussbereich der Grauwackenzone liegen.



Bodenprobenahme in der Moränenlandschaft südlich der Hohen Veitsch (**MZB 2**).

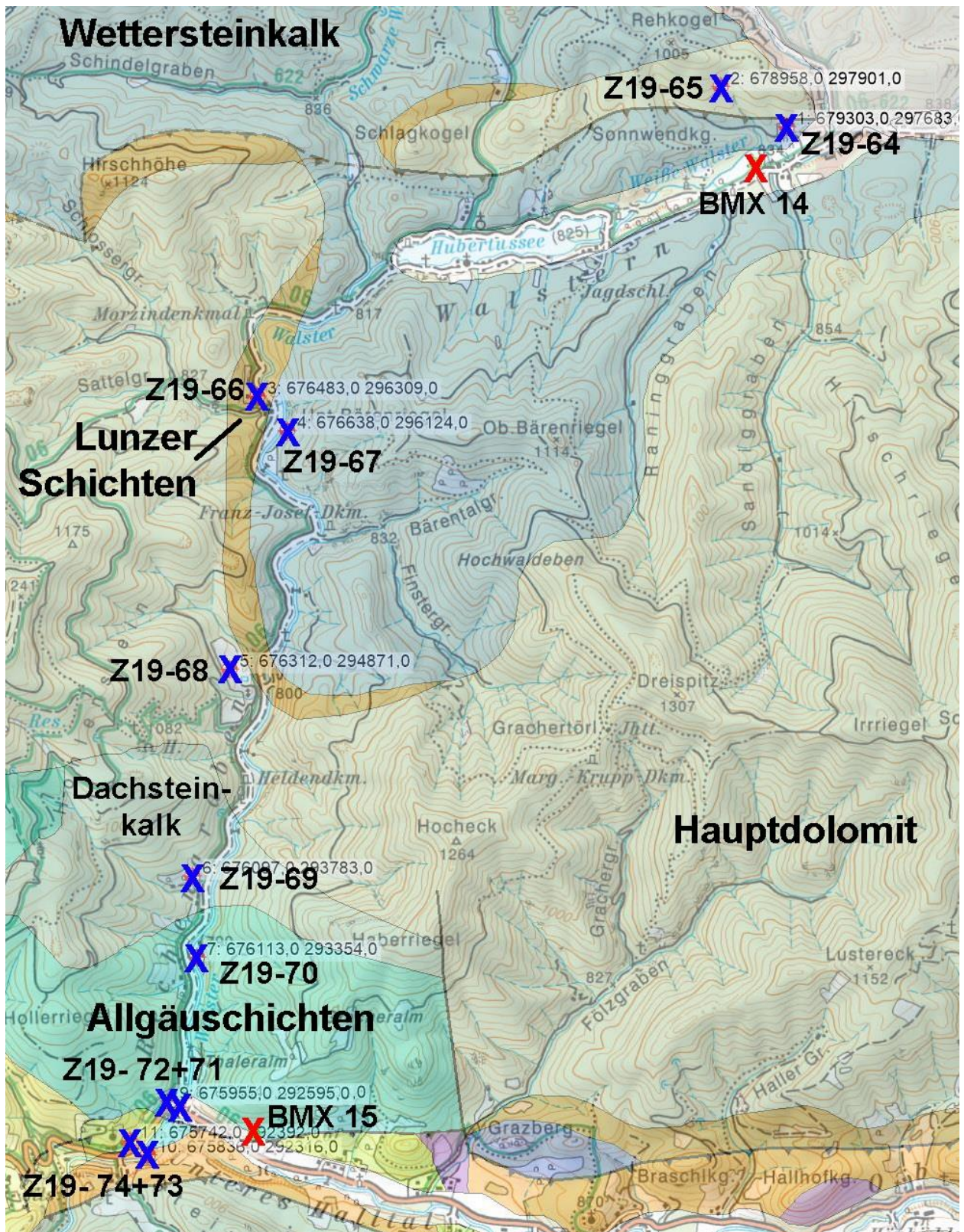
Das bodenbildende Ausgangsmaterial der Böden:

Standorte	Ausgangsmaterial
BMX 14	Schwemmfächer
BMX 15	Allgäuschichten (Jura)
BMX 13	Au
BMX 32	Au
MZX 11	Werfener Schichten
MZX 12	Hangmaterial (Trias-Kalke)
MZB 2	Moräne
MZA 6	Au
MZA 5	Wettersteinkalk
MZA 7	Trias-Kalke
MZA 8	Wettersteinkalk
MZX 14	Wettersteindolomit

Die Schwermetallgehalte (mg/kg) der Oberböden in der Region:

Standorte	Cu	Zn	Pb	Cr	Ni	Co	Mo	Cd	Hg	As
BMX 14	15,1	152,7	65,2	30,5	11,8	4,2	0,79	1,93	0,21	11,2
BMX 15	17,7	97,4	25,2	28,1	25,5	9,0	0,79	0,55	0,09	11,2
BMX 13	9,7	46,0	15,2	11,9	11,9	5,2	0,86	0,35	0,05	9,3
BMX 32	34,2	120,0	29,5	12,7	22,2	12,0	0,70	0,35	0,26	15,8
MZX 11	24,0	132,5	82,3	39,2	22,2	15,7	1,89	0,92	0,13	19,1
MZX 12	17,8	146,9	76,7	48,6	23,9	12,2	1,31	1,62	0,13	17,7
MZB 2	86,6	407,6	270,9	29,2	20,2	11,7	0,83	4,40	0,54	26,1
MZA 6	20,0	233,0	86,7	40,0	25,1	12,2	1,10	1,64	0,25	17,3
MZA 5	15,0	343,5	262,2	45,4	27,1	11,6	1,07	1,86	0,24	24,1
MZA 7	23,7	332,7	142,9	23,6	10,9	8,3	1,19	9,55	0,46	14,8
MZA 8	19,5	1017,9	2019,0	50,7	30,7	14,3	0,95	21,47	0,30	31,2
MZX 14	20,2	445,7	260,0	39,6	15,3	9,4	1,55	6,38	0,20	21,0
Normalwerte	60	160	50	80	70	30	1,6	0,5	0,3	40

Das Walster-Tal:



Der Walsterbach durchfließt mehrere Formationen der Nördlichen Kalkalpen. Ausgehend von den beiden Standorten des Bodenschutzprogrammes **BMX 14** und **15** wurden 11 weitere Zusatzuntersuchungen durchgeführt (**Z19 64-74**). Mit ihrer Hilfe soll der Einfluss des unterschiedlichen bodenbildenden Ausgangsmaterials und die Verlagerung der Schwermetalle in den Böden des Tales näher betrachtet werden.

Standorte	Geologie
BMX 14	Au
Z19-64	Wettersteinkalk
Z19-65	Hauptdolomit
Z19-66	Lunzer Schichten
Z19-67	Wettersteinkalk
Z19-68	Hauptdolomit
Z19-69	Dachsteinkalk
Z19-70	Allgäuschichten
Z19-71	Au
Z19-72	Allgäuschichten
Z19-73	Au
Z19-74	Gosau
BMX 15	Allgäuschichten

Die Schwermetallgehalte (mg/kg) der Oberböden in der Region:

Standorte	Cu	Zn	Pb	Cr	Ni	Co	Mo	Cd	Hg	As
BMX 14	15,1	152,7	65,2	30,5	11,8	4,2	0,79	1,93	0,21	11,2
Z19-64	17,6	73,0	41,5	33,3	23,3	8,7	0,60	0,98	0,12	18,9
Z19-65	11,3	78,1	53,9	23,1	22,1	8,9	0,90	1,68	0,29	15,0
Z19-66	10,4	63,2	37,6	23,2	14,3	5,8	0,95	0,42	0,14	14,0
Z19-67	9,8	62,8	24,8	9,6	5,9	2,1	0,82	0,67	0,11	6,7
Z19-68	14,4	109,8	58,5	24,2	18,4	7,4	1,08	1,46	0,13	19,1
Z19-69	16,2	49,7	27,2	16,5	16,5	8,7	0,82	0,42	0,09	12,9
Z19-70	10,2	39,9	14,9	6,6	5,0	1,7	0,61	0,55	0,13	4,8
Z19-71	13,2	46,8	16,1	8,1	6,9	2,5	0,60	0,52	0,13	6,0
Z19-72	17,5	53,0	20,7	20,8	20,0	6,6	0,88	0,37	0,07	15,1
Z19-73	7,1	19,1	7,7	5,4	4,9	1,6	0,75	0,27	0,04	5,9
Z19-74	14,9	52,8	21,6	13,0	12,3	4,2	0,93	0,50	0,07	9,3
BMX 15	17,7	97,4	25,2	28,1	25,5	9,0	0,79	0,55	0,09	11,2
Normalwerte	60	160	50	80	70	30	1,6	0,5	0,3	40

Die erhöhten Blei- und Cadmiumgehalte des Standorts **BMX 14** stimmen mit jenen der Untersuchungsstellen **Z19-65** und **Z19-68** (Hauptdolomit) überein, sodass anzunehmen ist, dass das bodenbildende Ausgangsmaterial des Aubodens **BMX 14** hauptsächlich aus dieser Kalkformation stammt.

Die Cadmiumgehalte im Wettersteinkalk (**Z19-64** und **Z19-67**) sind niedriger und differieren stark. Noch niedriger sind die Gehalte in den Allgäuschichten (**Z19-70**, **Z19-72** und **BMX 15**). Die Schwermetallgehalte der Böden auf Lunzer Schichten (**Z19-66**), Dachsteinkalk (**Z19-69**) und Gosau (**Z19-74**) liegen allesamt im Normalbereich.

Vergleicht man die Schwermetallgehalte des Aubodens in der Walstern (**BMX 14**) mit jenen im Bereich der Einmündung in die Salza (**Z19-71** und **Z19-73**), so ist eine deutliche Abnahme festzustellen. Auch die Schwermetalle im Auboden des Standortes **BMX 13** (Seite 75) im Oberen Halltal der Salza liegen innerhalb des Normalbereiches.

Tonion:

Standorte	Geologie
BMX 24	Au
BMX 32	Au
MZX 11	Werfener Schichten
MZX 12	Hangmaterial (Trias-Kalke)
Z19-142	Dachsteinkalk
Z19-143	Dachsteinkalk
Z19-144	Trias in Hallstätterfazies
Z19-32	Gutensteiner Kalk/Dolomit
Z19-33	Werfener Schichten
Z19-34	Allgäuschichten

Der Berg **Tonion** liegt zwischen vier Standorten des Bodenschutzprogrammes, welche speziell hinsichtlich ihrer Cadmiumgehalte stark streuen. Sechs zusätzliche Untersuchungen sollten den möglichen Einfluss verschiedener Kalkformationen zeigen.

Die Schwermetallgehalte (mg/kg) der Oberböden in der Region:

Standorte	Cu	Zn	Pb	Cr	Ni	Co	Mo	Cd	Hg	As
BMX 24	20,9	78,6	31,3	11,4	13,2	8,2	0,79	0,68	0,16	15,0
BMX 32	34,2	120,0	29,5	12,7	22,2	12,0	0,70	0,35	0,26	15,8
MZX 11	24,0	132,5	82,3	39,2	22,2	15,7	1,89	0,92	0,13	19,1
MZX 12	17,8	146,9	76,7	48,6	23,9	12,2	1,31	1,62	0,13	17,7
Z19-142	22,2	275,1	135,4	49,1	27,5	16,4	1,17	10,38	0,51	38,9
Z19-143	5,3	66,0	84,4	34,4	7,8	2,9	0,75	0,29	0,14	23,4
Z19-144	7,4	63,5	63,6	51,3	10,7	4,0	1,60	0,55	0,20	13,3
Z19-32	13,7	105,6	59,4	53,1	37,2	14,0	0,93	1,01	0,10	12,6
Z19-33	17,2	375,6	93,6	37,1	28,4	15,1	2,02	0,91	0,14	40,5
Z19-34	11,9	84,0	57,2	34,7	16,8	14,1	1,19	0,41	0,16	13,0
Normalwerte	60	160	50	80	70	30	1,6	0,5	0,3	40

Die Schwermetallgehalte der Zusatzuntersuchungen brachten ein unerwartetes Ergebnis. Selbst innerhalb ein und derselben geologischen Gesteinsformation streuen die Schwermetallgehalte, und hier wieder besonders das Cadmium, stärker als zwischen verschiedenen Kalkformationen.

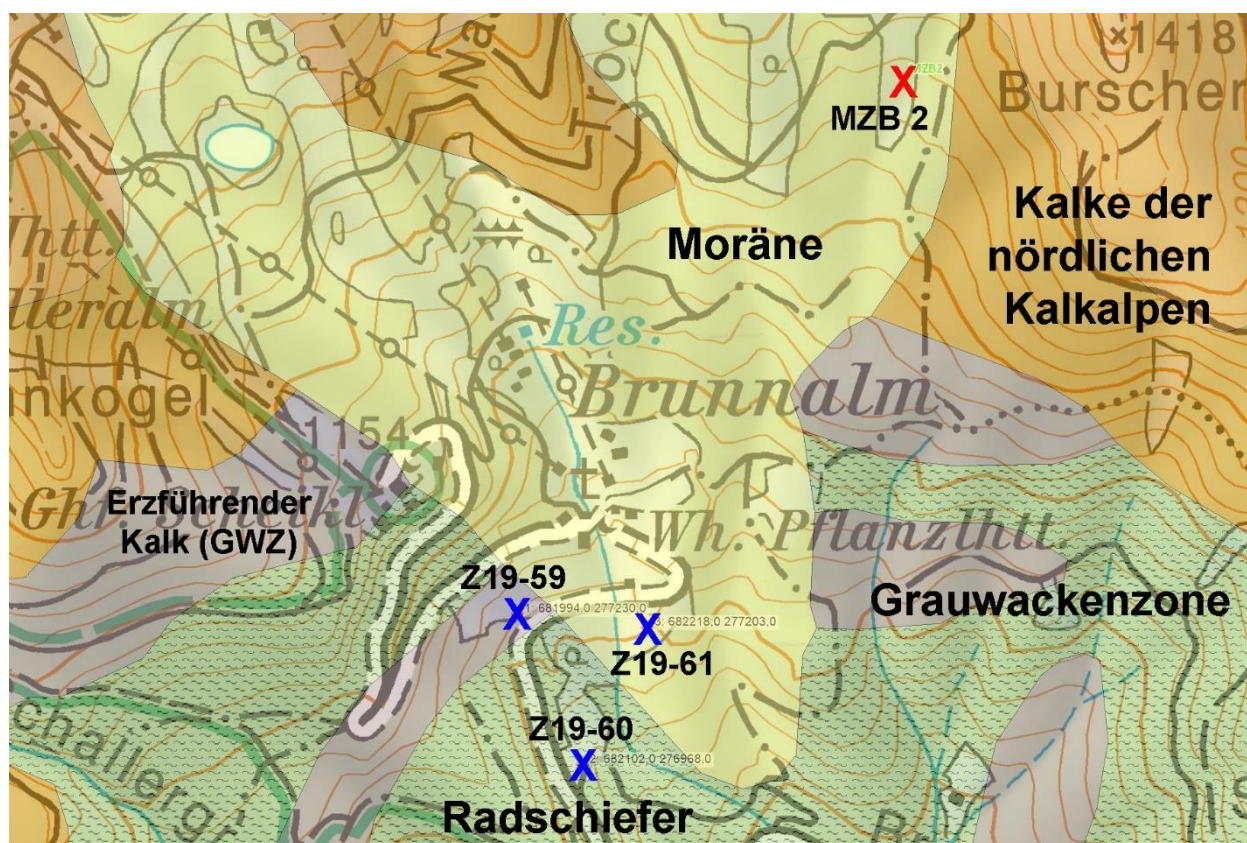
Die beiden Prüfstandorte **Z19-142** und **Z19-143** haben Dachsteinkalk als bodenbildendes Ausgangsmaterial und Cd-Gehalte von 10,38 und 0,29 mg/kg! Ihre Entfernung beträgt rund 2,5 km.

Auch bei den Untersuchungsstellen **MZX 11** und **Z19-33** (beide Werfener Schichten) findet man große Unterschiede zwischen ihren Zink- und Arsengehalten. Sie sind rund 1,4 km voneinander entfernt.

Zusammenfassend ist festzustellen, dass in diesem Gebiet eine Abgrenzung der Ausdehnung unterschiedlicher Schwermetallgehalte wegen der hohen lokalen Variabilität der Untersuchungsparameter unmöglich ist.



Die Untersuchungsstelle **Z19-142** (Dachsteinkalk).

Hohe Veitsch – Süd (Brunnalm):

Der Bodenschutzstandort **MZB 2** südlich der Hohen Veitsch liegt auf Moränenmaterial und weist bei mehreren Schwermetallen erhöhte Gehalte auf. Ihre Herkunft dürfte hauptsächlich aus dem Bereich der nördlichen Kalkalpen stammen, da aber die paläozoische Grauwackenzone unmittelbar angrenzt, wurden im Randbereich der Moräne zusätzliche Proben untersucht.

Standorte	Geologie
MZB 2	Moräne
Z19-59	Erzführender Kalk (Grauwackenzone)
Z19-60	Radschiefer (Grauwackenzone)
Z19-61	Moräne

Die Schwermetallgehalte (mg/kg) der Oberböden in der Region:

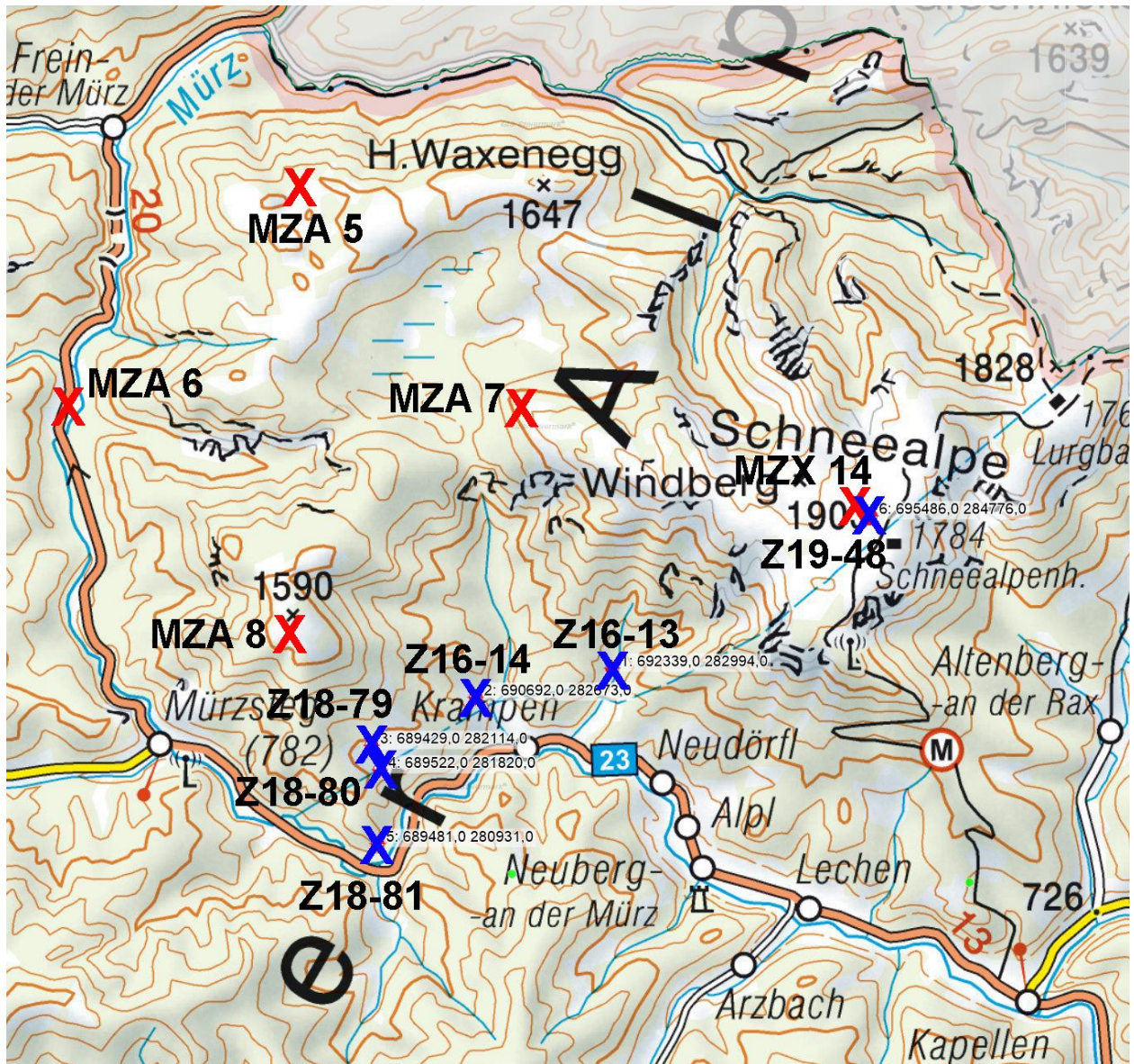
Standorte	Cu	Zn	Pb	Cr	Ni	Co	Mo	Cd	Hg	As
MZB 2	86,6	407,6	270,9	29,2	20,2	11,7	0,83	4,40	0,54	26,1
Z19-59	17,1	81,1	43,7	9,5	13,5	6,9	0,80	1,10	0,21	15,7
Z19-60	38,9	57,3	46,7	9,1	24,1	13,4	3,79	0,74	0,40	24,2
Z19-61	16,6	153,0	138,5	20,1	16,5	8,2	0,72	3,97	0,36	20,0
Normalwerte	60	160	50	80	70	30	1,6	0,5	0,3	40

Am Südausläufer der Moräne (**Z19-61**) findet man noch ungefähr gleich hohe Cd-Gehalte, wie am Standort **MZB 2**. An den knapp angrenzenden Kontrollpunkten **Z19-59** und **Z19-60**, im Bereich der Grauwackenzone, sind sie bereits deutlich niedriger, obwohl die Probenahmestellen bloß ca. 250 m vom Standort **Z19-61** entfernt sind.



Die Untersuchungsstelle **Z19-60** (Radschiefer, Grauwackenzone).
Der Almbereich im Mittelgrund ist eine Moränenlandschaft,
im Hintergrund die Felsen der Hohen Veitsch (Wettersteinkalk).

Region Neuberg an der Mürz:



Das bodenbildende Ausgangsmaterial der Böden:

Standorte	Geologie
MZA 5	Wettersteinkalk
MZA 6	Au
MZA 7	Trias-Kalke
MZA 8	Wettersteinkalk
MZX 14	Wettersteindolomit
Z16-13	Wettersteinkalk
Z16-14	Trias-Kalke
Z18-79	Werfener Schichten
Z18-80	Wettersteinkalk
Z18-81	Wettersteinkalk
Z19-48	Inneralpines Jungtertiär

Zusammenhänge zwischen Schwermetallen im Boden und dem bodenbildenden Ausgangsmaterial konnten auch hier nicht festgestellt werden.

Die erhöhten Schwermetallgehalte der Nördlichen Kalkalpen können nur großflächig auf statistischem Wege beschrieben werden (siehe Zusammenfassung auf Seite 84).

Die Schwermetallgehalte (mg/kg) der Oberböden in der Region:

Standorte	Cu	Zn	Pb	Cr	Ni	Co	Mo	Cd	Hg	As
MZA 5	15,0	343,5	262,2	45,4	27,1	11,6	1,07	1,86	0,24	24,1
MZA 6	20,0	233,0	86,7	40,0	25,1	12,2	1,10	1,64	0,25	17,3
MZA 7	23,7	332,7	142,9	23,6	10,9	8,3	1,19	9,55	0,46	14,8
MZA 8	19,5	1017,9	2019,0	50,7	30,7	14,3	0,95	21,47	0,30	31,2
MZX 14	20,2	445,7	260,0	39,6	15,3	9,4	1,55	6,38	0,20	21,0
Z16-13	17,1	163,5	91,8	11,6	7,0	3,3	1,32	2,30	0,48	28,7
Z16-14	16,3	136,7	72,5	13,7	16,3	8,4	0,56	0,79	0,55	22,5
Z18-79	20,6	268,5	92,0	30,6	26,6	11,3	0,82	2,29	0,11	19,0
Z18-80	17,7	144,5	39,5	49,4	29,7	12,0	0,66	0,40	0,07	11,7
Z18-81	7,7	430,3	103,2	11,1	4,9	1,3	0,67	2,44	0,24	11,4
Z19-48	15,6	556,3	364,3	38,6	19,4	9,7	2,13	3,77	0,17	43,2
Normalwerte	60	160	50	80	70	30	1,6	0,5	0,3	40

Die Cadmiumgehalte der Hochalmstandorte **MZA 7 + 8** sind die höchsten, welche im Rahmen des Bodenschutzprogrammes gemessen wurden. Auch die Gehalte von Zink und Blei sind ungewöhnlich hoch. Da sich hier das Einzugsgebiet der 1. Wiener Hochquellenleitung befindet, ist eine laufende Kontrolle des Trinkwassers hinsichtlich der Einhaltung der Grenzwerte der Trinkwasserverordnung unerlässlich.



Der Zusatzstandort **Z19-48** auf der Schneealpe (im Vordergrund) liegt im inneralpinen Jungtertiär. Der Bodenschutzstandort **MZX 14** (in der Nähe der Hütten rechts, hinten) befindet sich bereits im Wettersteindolomit.

Die Schwermetalle in den Böden der Nördlichen Kalkalpen (Zusammenfassung)

Die (Ausreißer-bereinigten) Mittelwerte MW und der statische Vertrauensbereich VB (zweifache Standardabweichung) der Schwermetallgehalte:

mg/kg	Cu	Zn	Pb	Cr	Ni	Co	Mo	Cd	Hg	As
MW	19	136	66	35	21	9	1,1	1,2	0,2	16
VB	27	169	90	51	52	9	1,5	2,0	0,2	19
Steiermark	25	95	27	40	26	13	0,9	0,3	0,1	12
Normalwerte	60	160	50	80	70	30	1,6	0,5	0,3	40

In den Nördlichen Kalkalpen der Steiermark sind die natürlichen, geogenen Schwermetallgehalte von **Cadmium** und in geringerem Ausmaß auch von **Blei** höher als es dem steirischen Durchschnittswert entspricht. Erhöhte Gehalte der anderen Schwermetalle sind lokal möglich, bleiben aber die Ausnahme.

Cadmiumgehalte im Oberboden (mg/kg) und geologische Formation:

Geologische Formation	Median	Min.	Max.
Werfener Schichten	0,46	0,14	2,29
Allgäuschichten	0,49	0,16	0,60
Gosau	0,52	0,26	1,29
Haselgebirgskalk	0,97	0,19	1,84
Wettersteinkalk	1,20	0,29	3,96
Dachsteinkalk	1,26	0,23	5,60
Hauptdolomit	1,46	0,44	3,91

Man kann zwar erkennen, dass Böden auf Gosau, Werfener- und Allgäuschichten tendenziell niedrigere Cadmiumgehalte aufweisen als solche auf Hauptdolomit, Wetterstein- und Dachsteinkalk, betrachtet man aber die weite Streuung der Gehalte innerhalb der geologischen Formationen, so sieht man, dass eine generelle Abgrenzung unmöglich ist.

Erhöhte Schwermetallgehalte und ihre Auswirkungen auf die landwirtschaftliche Nutzung:

Bei den bisherigen Pflanzenuntersuchungen zeigte sich, dass es an Hochalmstandorten fallweise zu erhöhten (> 0,4 mg/kg i. TS.) Cadmiumgehalten im Gras kommt (Blei und Zink nur in seltenen Ausnahmefällen). Überschreitungen der Futtermittel-Verordnung sind aber nicht gegeben, da in dieser nur Alleinfuttermittel für Rinder, Schafe und Ziegen definiert werden und an den belasteten Standorten nur eine kurze saisonale Almweide üblich ist.

Derzeit sind weitere Pflanzenuntersuchungen an allen Standorten des Bodenschutzprogrammes noch im Gange. Ein zusammenfassender Bericht über Schwermetalle in Pflanzen ist nach 2026 vorgesehen.



Pflanzenprobennahme am Stoderzinken (Hochalmstandort **LIG 5**).

Schwermetalle im Kristallin und Paläozoikum der Steiermark

Der geologische Großraum des **ostalpinen Kristallins** umfasst im Wesentlichen die Niederen Tauern, Teile der Gurktaler-, Glein- und Fischbacher Alpen, die Seetaler Alpen, sowie Stub- und Koralpe (siehe Übersichtskarte Seite 16).

Als Kristallin im geologischen Sinne bezeichnet man Gesteine, die entweder aus einer magmatischen Gesteinsschmelze herauskristallisieren, oder durch hohe Druck- und Temperaturbedingungen aus anderen Gesteinen umgewandelt werden (Metamorphose).

Die häufigsten Gesteine im Kristallin der Alpen sind Glimmerschiefer, Phyllite, Quarz, Gneise, Granite und Amphibolite.



Glimmerschiefer mit Granaten aus dem Wölzer Kristallin.

Die geologische Entstehungsgeschichte des ostalpinen Raums ist hochkomplex und beeinflusst über das bodenbildende Ausgangsmaterial die Schwermetallgehalte der Böden in vielfältiger Weise.

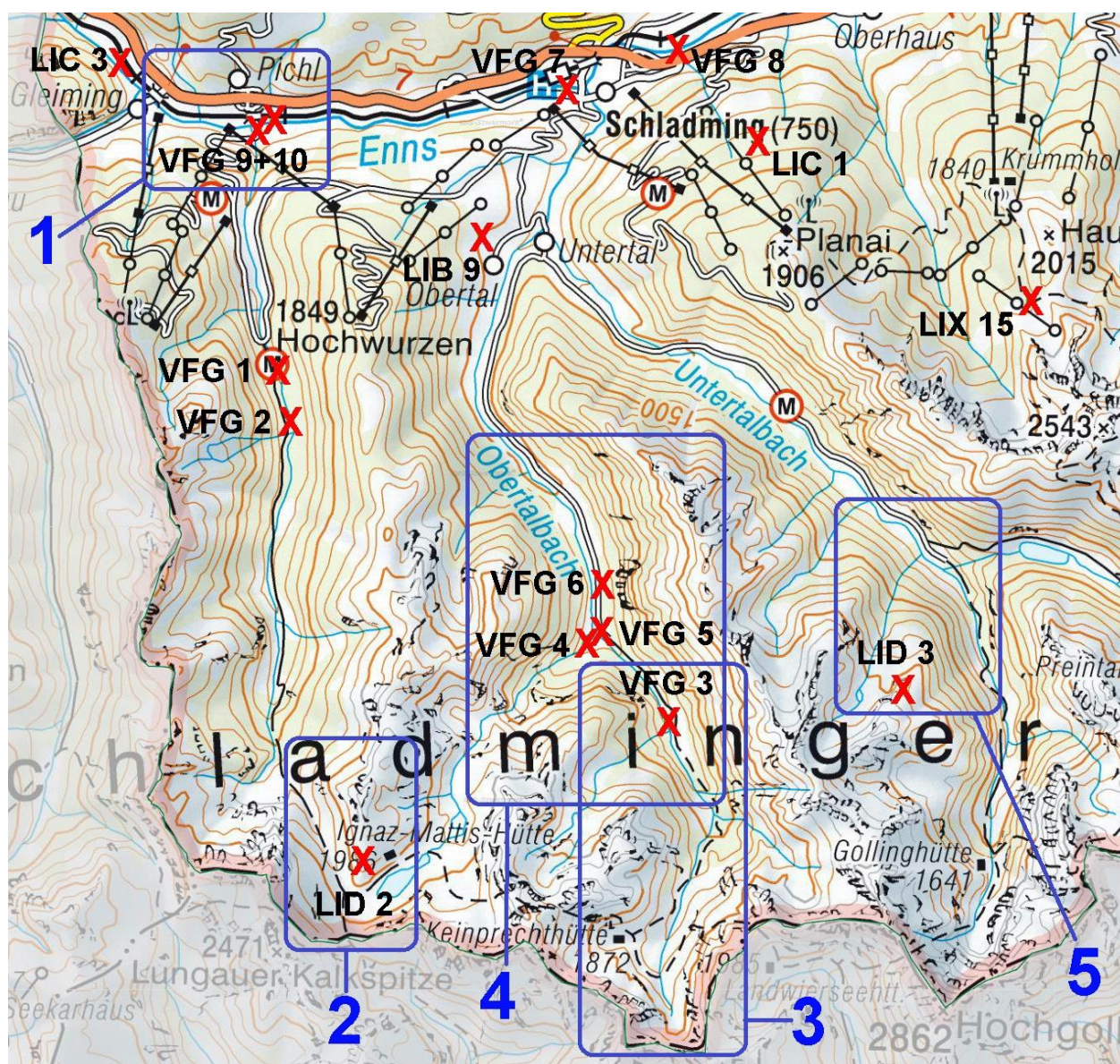
Der Erzreichtum der Gesteine ist zwar nicht so groß, wie im noch zu besprechenden paläozoischen Raum, dennoch findet man auch im Kristallin immer wieder lohnende Vorkommen diverser Schwermetalle, wie zum Beispiel in Oberzeiring, oder der ehemaligen Bergbauregion Schladming.

Bezirk Liezen

Die ehemalige Bergbauregion Schladming

Die bisherigen Ergebnisse der Bodenzustandsinventur und weiterführende Themen wie „Bodendauerbeobachtung und lokale Variabilität“ wurden bereits in den Bodenschutzberichten 1999 und 2018 diskutiert. Ausgehend von diesen Ergebnissen wurden nun, um die Ausdehnung der erhöhten Schwermetallgehalte besser abgrenzen zu können, weitere Zusatzuntersuchungen durchgeführt. In der nachstehenden Übersichtskarte sind die Untersuchungsstandorte der Region und die Gebiete der ergänzenden Untersuchungen eingezeichnet.

1. Preunegg
2. Kampspitze – Giglach
3. Obertalbach – Neualm – Duisitzkarbach
4. Giglachbach – Obertalbach
5. Steinriesenbach – Untertalbach



1. Preunegg:



Die Untersuchungsstellen **VFG 9** und **Z19-210** liegen auf einem Schwemmfächer des Preuneggbaches, wobei der Oberboden des Standortes **VFG 9** ursprünglich ein Planieboden mit Schlacken aus der ehemaligen Blei-Silber-Hütte Weitgassau war, der ~1999 mit Humus von der nahen Reiteralm-Piste überdeckt wurde. Das bodenbildende Ausgangsmaterial der übrigen Untersuchungsstellen ist Schwemmmaterial der Enns.

Die Schwermetallgehalte (mg/kg) der Oberböden:

Standorte	Cu	Zn	Pb	Cr	Ni	Co	Mo	Cd	Hg	As
Z19-209	29,9	71,0	35,5	28,4	27,3	12,8	0,66	0,29	0,15	22,2
Z19-210	38,5	108,9	65,2	89,7	56,9	23,6	1,23	0,34	0,26	50,3
VFG 9-alt	537,0	297,2	954,4	55,1	62,3	17,9	0,63	0,78	0,47	74,2
VFG 9-2017	45,7	89,2	50,7	52,9	30,1	21,1	1,09	0,18	0,10	28,4
VFG 10	30,3	92,7	62,1	56,5	33,7	13,3	0,59	0,27	0,17	22,6
Z19-211	21,6	46,3	12,9	21,3	22,6	10,7	0,65	0,14	0,08	16,2
Z19-212	32,2	96,3	41,6	39,1	31,5	13,4	0,50	0,29	0,17	35,3
Normalwerte	60	160	50	80	70	30	1,6	0,5	0,3	40

Deutlich erkennt man die Verringerung der Schwermetallgehalte durch die bodenverbessernde Humusaufbringung am Standort **VFG 9** am Vergleich der Gehalte der ursprünglichen Untersuchungen 1997/1998 und jener von 2017. Die etwas höheren Schwermetallgehalte an der Untersuchungsstelle **Z19-210** im Vergleich zu **Z19-209** dürften auf Einträge aus dem Schwemmmaterial des Preuneggbaches zurückzuführen sein. Die Schwermetalle der beiden Auböden **Z19-211+212** liegen allesamt im normalen Gehaltsbereich und sind somit von der ehemaligen Bergbautätigkeit der Schmelzhütte Weitgassau unbeeinflusst.

2. Kampspitze – Giglach:



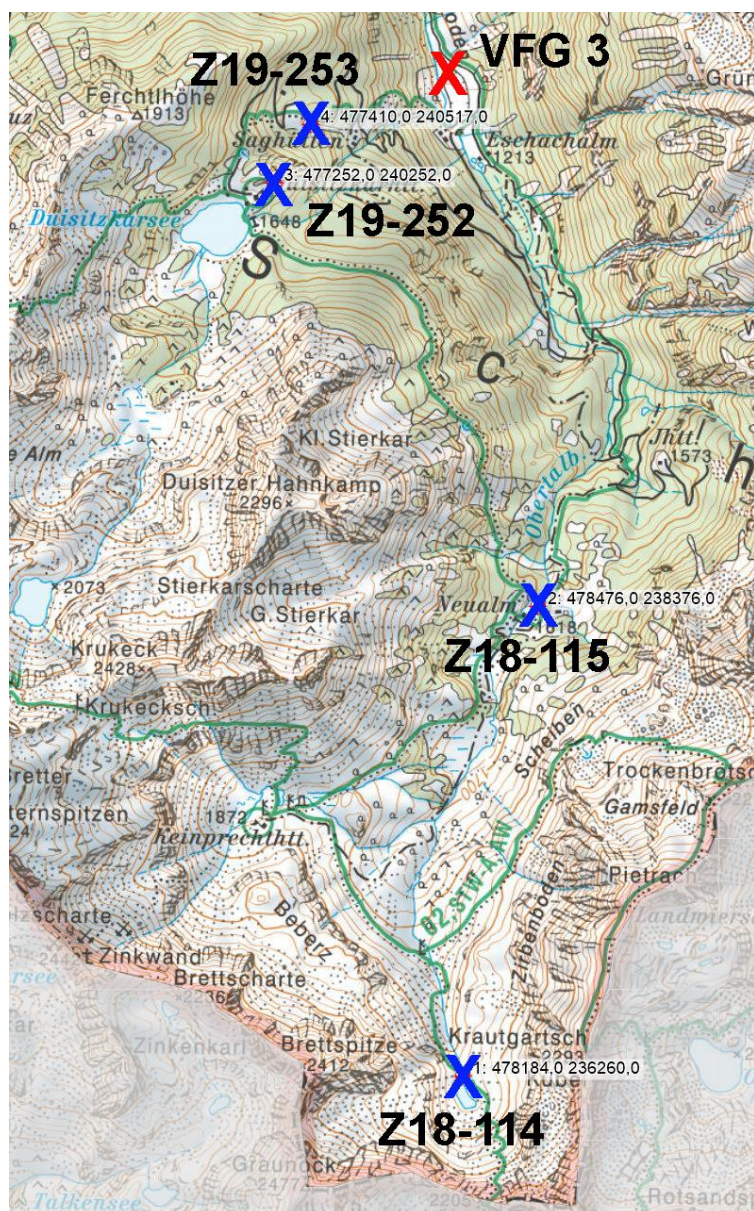
Das bodenbildende Ausgangsmaterial der Untersuchungsstellen **LID 2** und **Z18-86** ist nicht eindeutig definiert, **Z18-87** liegt im Schladminger Kristallinkomplex.

Die Schwermetallgehalte (mg/kg) der Oberböden:

Standorte	Cu	Zn	Pb	Cr	Ni	Co	Mo	Cd	Hg	As
LID 2	4,6	30,2	103,4	21,8	4,8	2,5	0,87	0,37	0,14	14,7
Z18-86	1,4	16,2	95,7	7,8	4,9	0,9	0,26	0,10	0,06	3,6
Z18-87	1,4	11,3	64,5	10,0	0,3	1,2	0,35	0,17	0,09	8,8
Normalwerte	60	160	50	80	70	30	1,6	0,5	0,3	40

Die Schwermetallgehalte aller Untersuchungsstellen sind unauffällig und geben keinen Hinweis auf erzführende Gesteine. Die erhöhten Bleiwerte im Oberboden sind für stark humose Hochalmstandorte typisch und Zeuge der ubiquitären Umweltbelastung.

3. Obertalbach – Neualm – Duisitzkarbach:



Der Untersuchungsstandort **VFG3** entstand aus dem Schwemmmaterial des Obertal- und Duisitzkarbaches. Durch vier Zusatzuntersuchungen soll geklärt werden, welche Schwermetalle, wo ihren Ursprung haben.

Das bodenbildende Ausgangsmaterial der Standorte ist – auch wenn **Z18-114** aus Hangschutt und **Z19-253** aus Moränenmaterial entstanden sind – in der Region sehr einheitlich, nämlich migmatischer Paragneis des Schladminger Kristallinkomplexes.

Die Schwermetallgehalte (mg/kg) der Oberböden:

Standorte	Cu	Zn	Pb	Cr	Ni	Co	Mo	Cd	Hg	As
VFG 3	39,0	132,6	263,4	46,0	31,8	17,1	1,23	0,38	0,15	73,8
Z18-114	10,4	67,1	255,4	55,1	16,9	8,9	0,05	0,34	0,09	20,9
Z18-115	44,7	21,1	326,0	14,6	5,1	3,2	0,59	0,39	0,26	16,3
Z19-252	13,1	44,4	69,8	20,1	8,6	6,1	1,84	0,24	0,17	30,2
Z19-253	12,1	41,0	544,0	15,7	12,9	9,0	2,83	0,20	0,28	48,8
Normalwerte	60	160	50	80	70	30	1,6	0,5	0,3	40

Man erkennt, dass sowohl der Obertal- als auch der Duisitzkarbach Blei-belastetes Schwemmmaterial liefern können, das Arsen (und auch Molybdän) dürften aber aus dem Almbereich westlich der Eschachalm stammen (**Z19-253**) und über den Duisitzkarbach eingetragen werden.

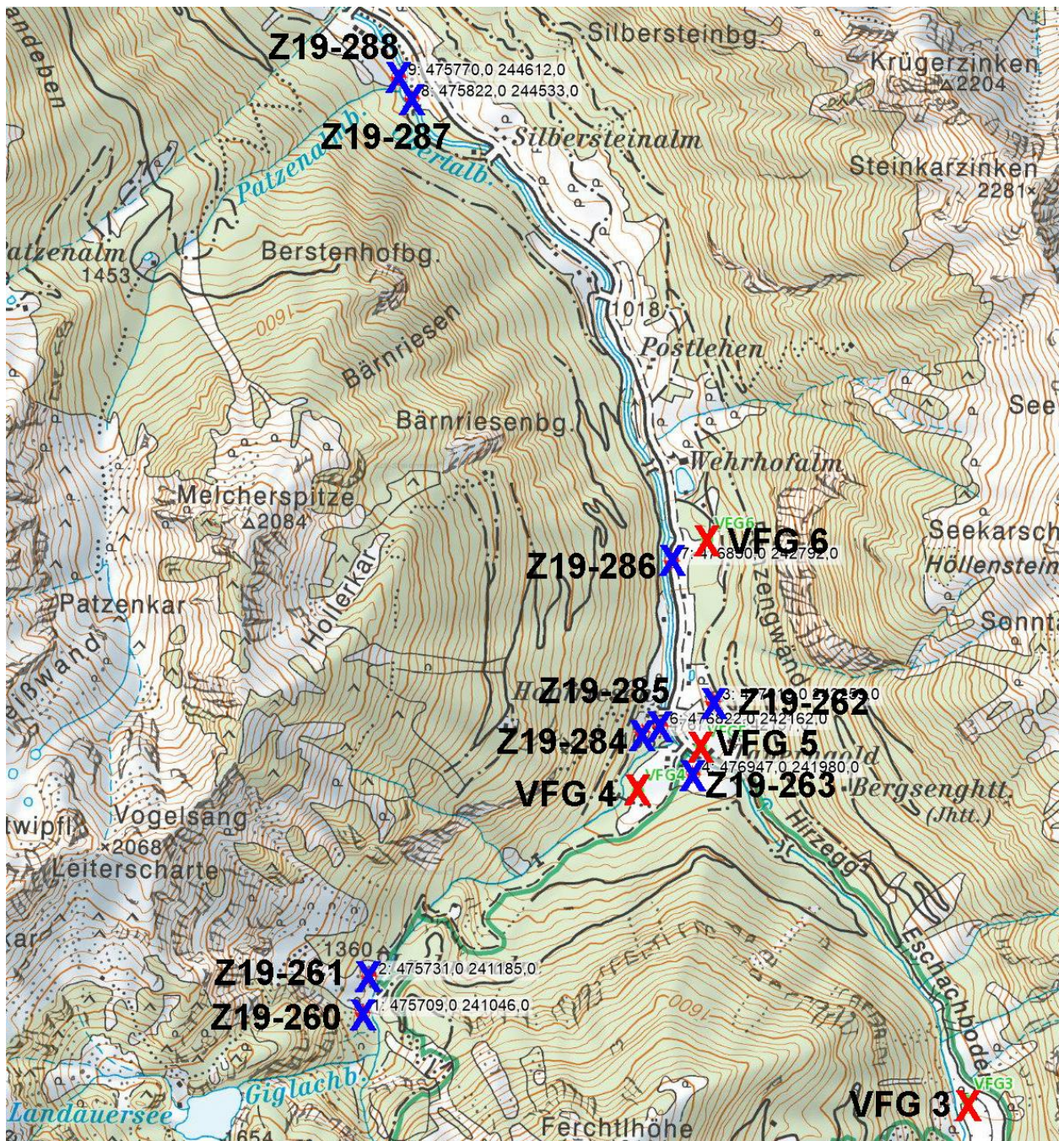


Standort **Z18-114** (Ursprung des Obertalbaches).



Standort **Z19-252** (Paragneis, Schladminger Kristallinkomplex).

4. Giglachbach – Obertalbach:



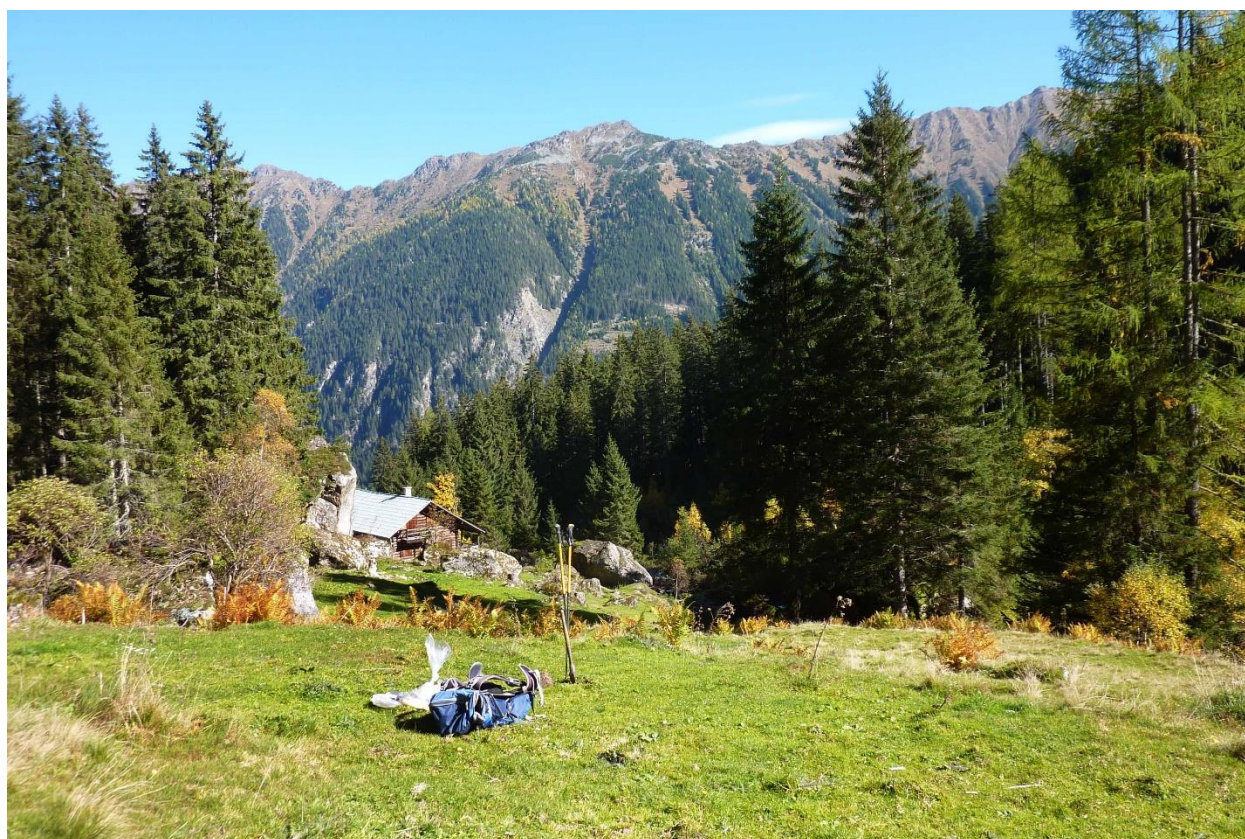
Das bodenbildende Ausgangsmaterial ist auch bei diesen Untersuchungsstellen im Wesentlichen Paragneis des Schladminger Kristallinkomplexes.

Die Lage der Zusatzuntersuchungen wurde so gewählt, dass Herkunft und Verlagerung der Schwermetalle näher erklärt werden können (Transport der Sedimente durch den Giglach- und Obertalbach).

Die Schwermetallgehalte (mg/kg) der Oberböden:

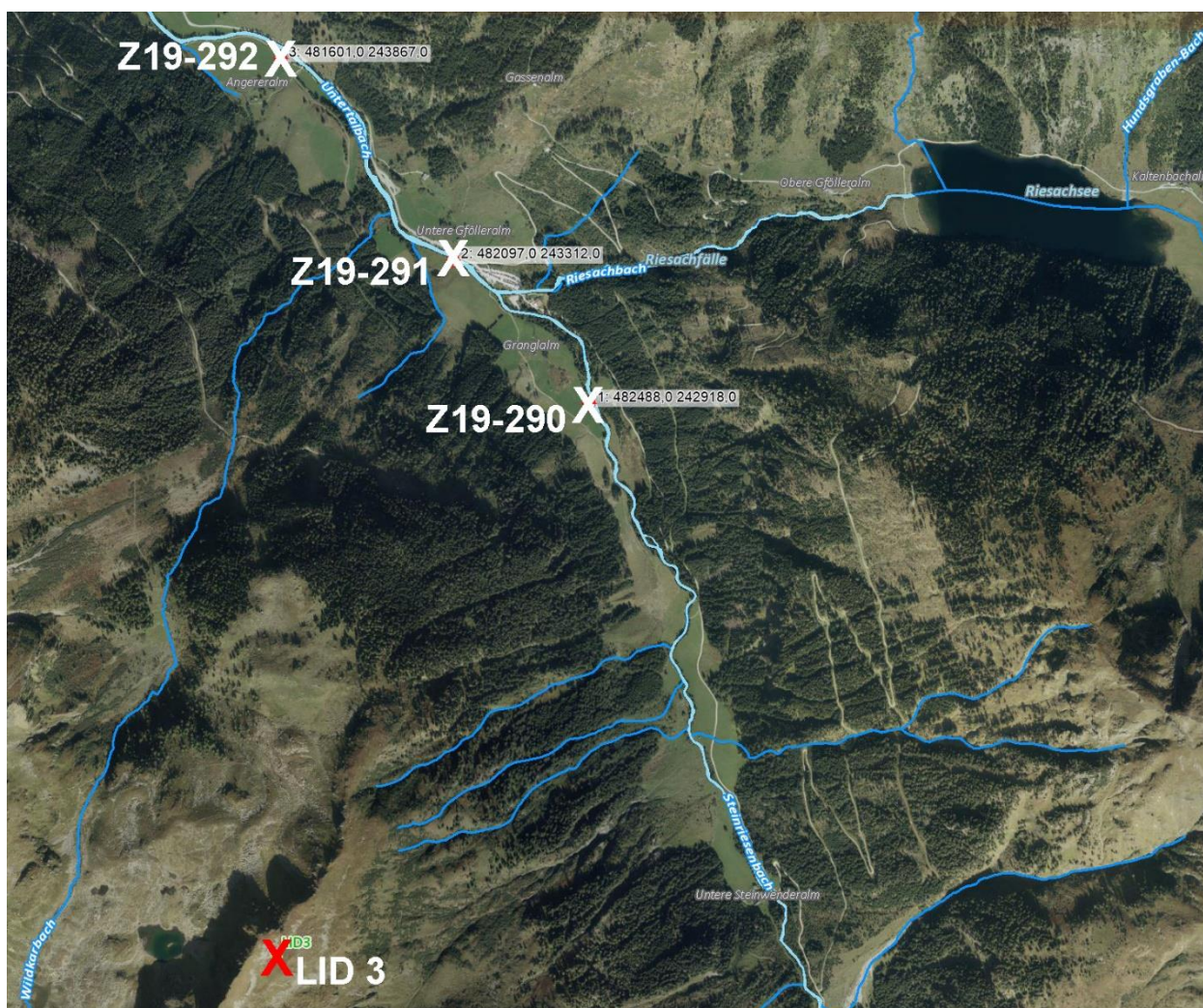
Standorte	Cu	Zn	Pb	Cr	Ni	Co	Mo	Cd	Hg	As
Z19-260	14,2	45,8	79,8	8,1	12,6	7,6	0,60	0,25	0,17	39,2
Z19-261	9,1	69,1	102,3	9,3	11,2	8,1	1,02	0,57	0,13	42,5
VFG 4	15,4	61,4	109,4	29,3	35,2	12,8	1,07	0,30	0,19	96,8
VFG 5	22,9	142,0	163,4	55,4	33,6	15,6	1,51	0,32	0,19	87,8
VFG 6	77,0	215,8	723,4	66,6	55,8	23,9	1,66	0,62	0,42	120,6
Z19-262	25,4	163,8	66,7	32,8	25,1	15,0	1,35	0,42	0,11	32,0
Z19-263	15,5	74,7	59,4	24,7	16,6	10,4	2,01	0,26	0,13	64,6
Z19-284	66,3	269,1	198,5	50,4	63,8	31,8	4,00	0,72	0,50	231,0
Z19-285	33,7	140,4	108,8	40,9	39,3	15,3	2,96	0,34	0,34	141,6
Z19-286	69,2	180,5	578,0	41,3	37,1	20,7	0,80	0,45	0,55	78,7
Z19-287	57,2	143,7	396,2	38,4	36,7	19,8	1,03	0,30	0,35	69,1
Z19-288	16,2	114,0	101,3	34,2	14,4	7,2	1,09	0,36	0,31	49,9
Normalwerte	60	160	50	80	70	30	1,6	0,5	0,3	40

Die Häufigkeit und Höhe der Schwermetallgehalte (besonders Pb, As) spiegelt den Erreichung der Untersuchungsregion wider und ist punktuell unterschiedlich stark ausgeprägt. Die Herkunft der erhöhten Schwermetalle ist vermutlich eine Mischung aus Schwemmmaterial der Bäche, lokalen Vererzungen und Rückständen aus der ehemaligen Bergbautätigkeit. An den Prüfstellen **Z19 286-287-288** lässt sich eine Abnahme der Schwermetallgehalte im Verlauf des Obertalbaches talauswärts erkennen.



Untersuchungsstelle **Z19-261** (Bergsturzmassen im Schladminger Kristallinkomplex).

5. Steinriesenbach – Untertalbach:



Die Gehalte von Blei und Cadmium am Hochalmstandort **LID 3** sind im Oberboden angereichert und somit zu einem großen Teil der ubiquitären Umweltbelastung zuzuschreiben. Die Zusatzuntersuchungen **Z19 290-292** wurden so gewählt, dass ein Einfluss des Schwemmmaterials (erodiertes Gestein der umliegenden Berge), welches der Steinriesen-, Riesach- oder Wildkarbach in den Untertalbach liefern, erkennbar sein müsste.

Die Schwermetallgehalte (mg/kg) der Oberböden:

Standorte	Cu	Zn	Pb	Cr	Ni	Co	Mo	Cd	Hg	As
LID 3	9,6	89,9	167,7	21,8	5,9	2,9	0,55	0,75	0,19	10,5
Z19-290	19,2	72,9	24,3	40,6	24,5	13,5	0,66	0,14	0,09	20,5
Z19-291	19,1	97,1	33,8	43,8	22,4	12,0	0,54	0,17	0,10	16,9
Z19-292	22,7	98,4	27,2	47,2	25,7	16,5	0,60	0,20	0,06	34,5
Normalwerte	60	160	50	80	70	30	1,6	0,5	0,3	40

Man erkennt, dass die Schwermetallgehalte der Aueböden der untersuchten Bäche alleamt im Normalbereich liegen und die erhöhten Werte am Hochalmstandort **LID 3** rein auf den Kumulationseffekt am stark ausgeprägten Humus (45 %) zurückzuführen sind.



Hochalmstandort **LID 3**.



Untersuchungsstelle **Z19-292** (Talboden des Untertalbaches).

Die Sölkta1er



Der Auboden des Ennstales weist nach Einmündung des Sölkbaches einen sprunghaften Anstieg des Arsengehaltes auf (**LIX 13**) der davor (**LIC 6**) nicht gegeben ist. Als Herkunft der Belastungen sind die Phyllite und Grünschiefer der Grauwackenzone, ebenso wie das Wölzer Kristallin (**LIC 7**) denkbar. Zur genaueren Abklärung wurden im Bereich der Sölkta1er Zusatzstandorte eingerichtet.

Standorte	Bodenbildendes Ausgangsmaterial
LIC 6	Schwemmmaterial der Enns
LIX 13	Schwemmmaterial der Enns
Z18-139	Schwemmmaterial (Grauwackenzone)
Z18-140	Schwemmmaterial (Schladminger Kristallinkomplex)
Z18-141	Schwemmmaterial (Schladminger Kristallinkomplex)
LIG 10	Amphibolit (Schladminger Kristallinkomplex)
LIX 19	Schwemmmaterial (Wölzer Kristallin)
Z18-138	Schwemmmaterial (Wölzer Kristallin)
Z18-137	Schwemmmaterial (Wölzer Kristallin)
LIC 7	Moräne
Z19-257	Schwemmmaterial (Wölzer Kristallin)
Z19-258	Schwemmmaterial (Wölzer Kristallin)
Z19-259	Moräne
Z18-136	Schwemmmaterial (Wölzer Kristallin)
LIX 18	Schwemmmaterial (Wölzer Kristallin)

Die Schwermetallgehalte (mg/kg) der Oberböden:

Standorte	Cu	Zn	Pb	Cr	Ni	Co	Mo	Cd	Hg	As
LIC 6	30,1	120,2	21,3	45,7	41,9	15,3	0,96	0,27	0,08	22,8
LIX 13	44,7	115,4	41,8	51,4	40,9	23,5	1,27	0,42	0,13	77,4
Z18-139	47,3	151,3	56,2	82,3	61,8	23,1	0,70	0,32	0,11	18,2
Z18-140	28,0	66,3	38,4	42,3	30,9	12,7	0,49	0,12	0,05	28,6
Z18-141	17,7	52,0	30,4	35,4	22,2	10,5	0,19	0,07	0,02	16,7
LIG 10	32,8	97,0	25,9	46,4	34,3	15,2	0,78	0,25	0,22	17,4
LIX 19	23,2	109,6	18,6	40,4	25,6	11,7	1,14	0,28	0,13	19,8
Z18-138	22,7	70,0	35,0	28,3	26,1	8,5	0,34	0,19	0,04	8,7
Z18-137	26,5	69,7	31,7	33,0	35,2	11,2	0,38	0,28	0,05	15,1
LIC 7	26,9	109,1	28,9	40,1	28,5	11,8	0,90	0,35	0,09	102,0
Z19-257	36,6	110,1	31,9	31,3	27,1	12,6	0,73	0,30	0,11	12,1
Z19-258	23,7	67,5	12,5	20,1	20,5	10,5	0,39	0,15	0,06	5,4
Z19-259	15,5	49,9	23,0	21,0	14,6	7,1	0,43	0,22	0,11	6,3
Z18-136	31,3	73,6	36,8	41,7	33,5	12,6	0,44	0,22	0,04	3,4
LIX 18	25,4	111,0	26,0	48,3	22,6	10,4	1,04	0,40	0,08	2,4
Normalwerte	60	160	50	80	70	30	1,6	0,5	0,3	40

Aus den Untersuchungsergebnissen erkennt man, dass die erhöhten Arsengehalte im Auboden der Enns (**LIX 13**) nicht aus Einträgen der Sölkäler stammen. Eine weitere noch abzuklärende Möglichkeit der Herkunft wären die Phyllite der Grauwackenzone am Südrand des Mitterbergs. Ein Einfluss der Grauwackenzone bei Stein an der Enns ist nur an den geringfügig höheren Pb- und Cr-Gehalten der Untersuchungsstelle **Z18-139** erkennbar. Der erhöhte Arsengehalt am Standort **LIC 7** ist offensichtlich eine kleinräumige Vererzung ohne Einfluss auf die Talböden des Sölkbaches. Die Schwermetallgehalte der Oberböden der Sölkäler liegen alle im Normalbereich.

Anfang August 2017 ist ein starkes Unwetter über Teile der Obersteiermark gezogen und hat unter anderem im Sölketal schwere Schäden angerichtet. Dabei wurde auch der Bodenschutzstandort **LIX 18** auf der Hüttfeldalm mit Schutt überlagert und musste aufgegeben werden.



LIX 18 (bei der Erstprobenahme 1998 und 2018, ein Jahr nach dem Unwetter).



Als Ersatz für den ausgefallenen Standort **LIX 18** wurde 2018 ca. 250 m talauswärts die Untersuchungsstelle **Z18-136** beprobt. Seine Schwermetallgehalte sind im Rahmen der üblichen lokalen Variabilität vergleichbar und liegen innerhalb der Normalbereiche.

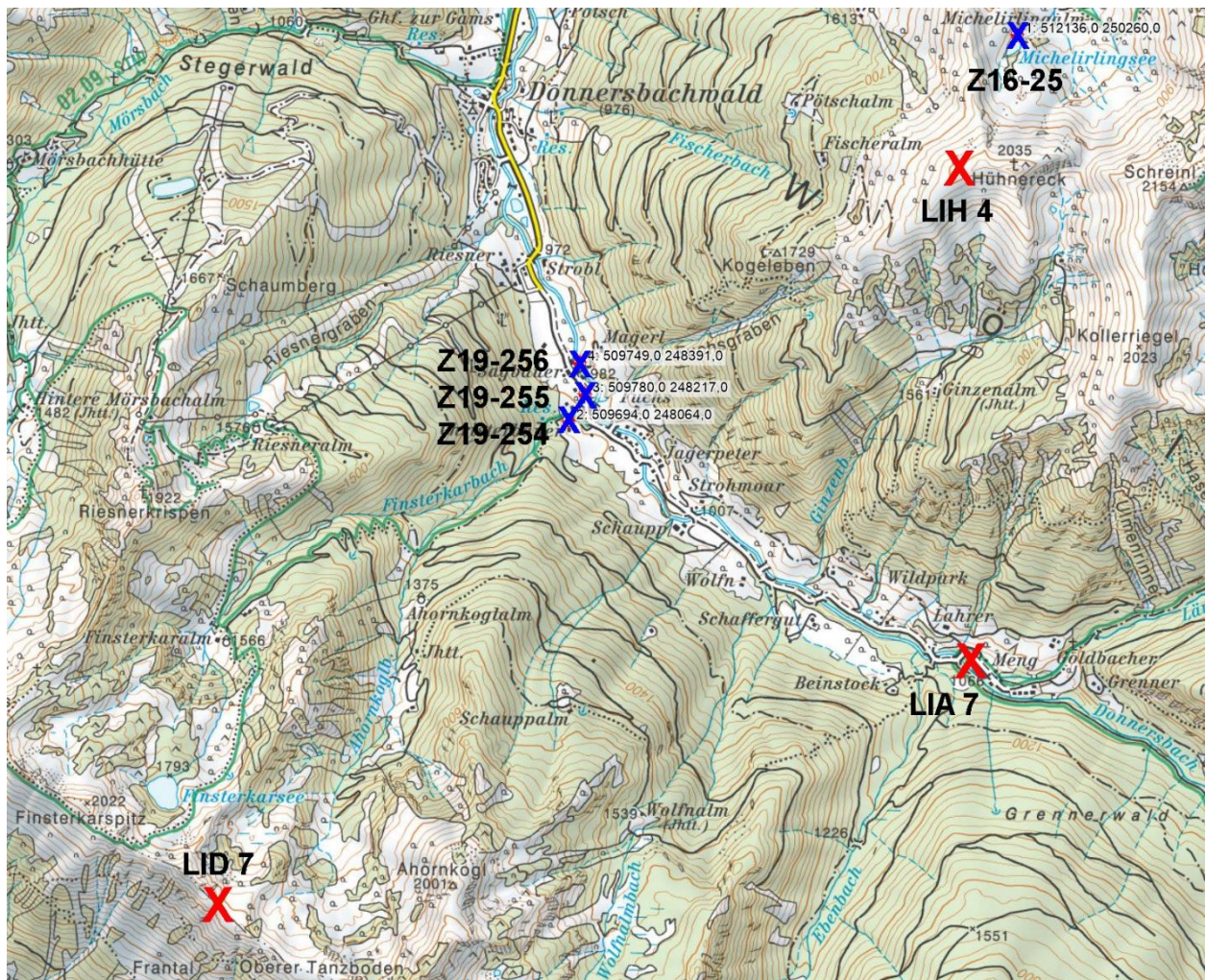


Der neue Standort **Z18-136**.

In der Spatenprobe rechts erkennt man sehr gut einen zwischen zwei sandigen Lagen von Schwemmmaterial liegenden dunklen Bereich, einen alten „be-grabenen“ Humushorizont. Er ist Zeuge der im Laufe der Geschichte immer wiederkehrenden natürlichen Überschwemmungsereignisse im Sölktal.



Donnersbachwald



Die Schwermetallgehalte (mg/kg) der Oberböden:

Standorte	Cu	Zn	Pb	Cr	Ni	Co	Mo	Cd	Hg	As
LIH 4	10,3	37,8	127,9	57,1	17,3	6,7	0,58	0,32	0,22	13,4
LID 7	7,0	41,1	153,2	6,4	4,2	0,9	0,56	1,40	0,18	4,0
LIA 7	27,4	117,3	20,9	47,8	31,4	12,8	1,15	0,37	0,05	8,6
Z16-25	5,2	24,3	124,8	3,0	3,5	0,7	0,56	0,73	0,24	10,3
Z19-254	24,4	101,8	37,6	32,6	26,4	12,7	1,01	0,20	0,12	16,7
Z19-255	11,2	45,7	60,2	16,0	11,4	5,0	0,87	0,36	0,11	23,7
Z19-256	20,5	67,7	10,7	26,1	25,2	11,4	0,71	0,14	0,01	9,2
Normalwerte	60	160	50	80	70	30	1,6	0,5	0,3	40

An den beiden Hochalmstandorten **LIH 4** und **LID 7** findet man erhöhte Bleigehalte, welche im Oberboden stark angereichert sind. Das bodenbildende Ausgangsmaterial der Hochalmstandorte sind Wölzer Glimmerschiefer, welche eigentlich generell normale Schwermetallgehalte aufweisen. Am Standort **LID 7** ist auch der Cadmiumgehalt des Oberbodens erhöht. Wie bereits im Kapitel über die Schwermetalle auf Hochalmen er-

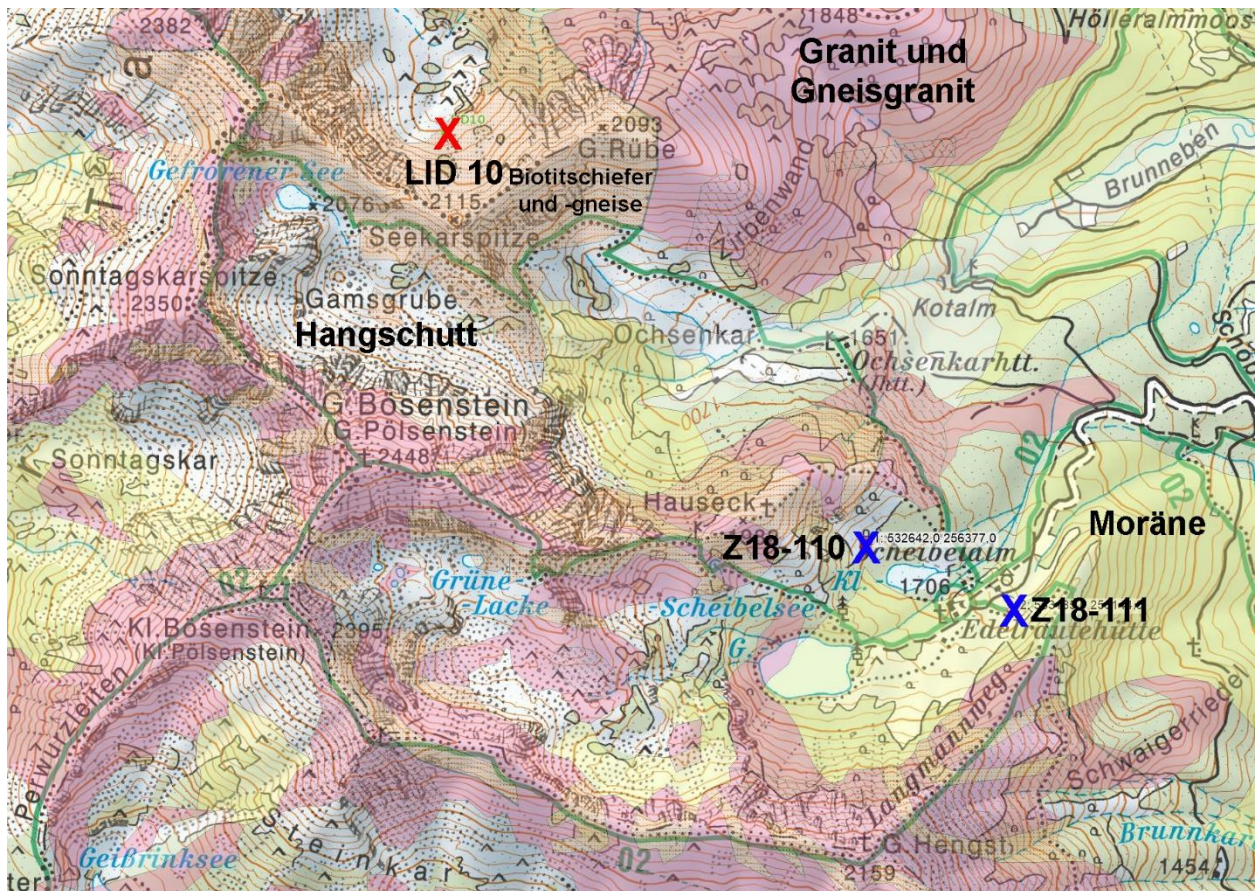
wähnt, dürfte auch hier der hohe Humusgehalt von 34,4 % (Standort **LIH 4**: 22,1 % Humus), einen kumulierenden Effekt der umweltbedingten Staubimmissionen bewirken. Gleiches ist für den Zusatzstandort **Z16-25** anzunehmen.

Der Grünlandstandort **LIA 7** im Tal des Donnersbaches ist unauffällig. Ebenso liegen die Schwermetallgehalte der drei Zusatzstandorte **Z19 254-256** bis auf einen geringfügig erhöhten Pb-Gehalt des Aubodens **Z19-255** im Normalbereich.



Die Untersuchungsstelle **Z16-25** in der Moränenlandschaft des Michelirlingsees.

Rottenmanner Tauern



Die Geologie des Untersuchungsgebietes wird bestimmt vom Kristallin der Stub- und Gleinalpe und der Seckauer Tauern (Granite, Biotitschiefer und -gneise), sowie dessen Hangschutt und Moränenmaterial.

Die Schwermetallgehalte (mg/kg) der Oberböden:

Standorte	Cu	Zn	Pb	Cr	Ni	Co	Mo	Cd	Hg	As
LID 10	13,4	46,9	103,4	47,3	13,4	6,6	1,02	0,25	0,09	20,6
Z18-110	21,7	53,8	115,8	41,8	12,4	2,9	0,63	0,46	0,11	17,9
Z18-111	29,9	71,9	122,3	48,6	20,4	7,8	0,56	0,36	0,14	8,6
Normalwerte	60	160	50	80	70	30	1,6	0,5	0,3	40

Auch hier finden wir ähnliche Schwermetallgehalte wie auf den Hochalmen rund um Donnersbachwald, obwohl die geologische Situation unterschiedlich ist.

Bei der ubiquitären, also sehr weit verbreiteten, Umweltbelastung dominieren in den Oberböden der Bergregionen Bleianreicherungen, fallweise auch Cadmium. In den Kalkalpen ist es wegen der höheren geogenen Grundbelastung hauptsächlich Cadmium, gefolgt von Blei und Zink.



Untersuchungsstelle **Z18-111** (Moräne).

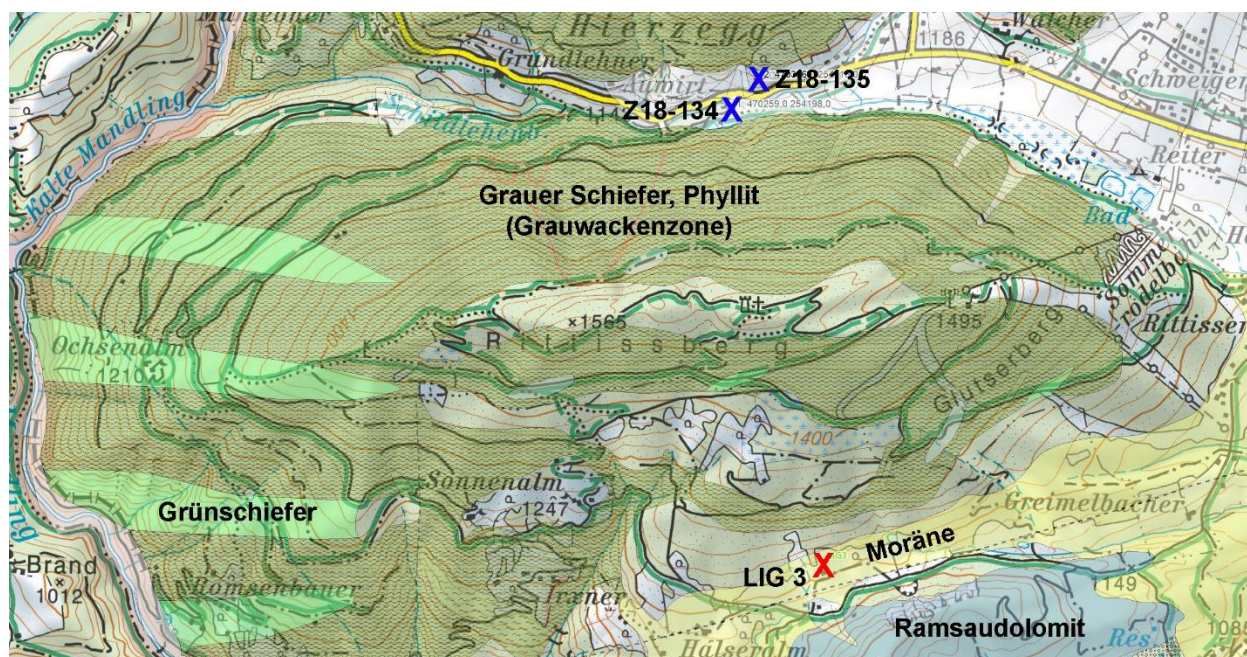


Granit aus den Rottenmanner Tauern.

Böden, deren Ausgangsmaterial aus dem **Paläozoikum** (vor 541 – 252 Millionen Jahren) stammt, weisen meist eine andere Schwermetallverteilung auf, als jene aus dem ostalpinen Kristallin. Der geologische Großraum umfasst in der Steiermark im Wesentlichen die **Grauwackenzone**, das **Murauer** und das **Grazer Paläozoikum** (siehe Übersichtskarte Seite 16).

In der Steiermark häufig anzutreffende paläozoische Gesteine sind Phyllite, Grünschiefer, Grauwacke, Porphyroide, Sandsteine und Kalke.

Die Grauwackenzone (GWZ) westlich der Ramsau



Die Schwermetallgehalte (mg/kg) der Oberböden:

Standorte	Cu	Zn	Pb	Cr	Ni	Co	Mo	Cd	Hg	As
LIG 3	27,6	120,0	44,2	40,9	26,0	16,9	1,47	0,36	0,18	84,6
Z18-134	26,7	106,8	67,8	36,7	35,2	13,9	0,77	0,42	0,12	18,1
Z18-135	49,2	90,1	54,2	33,9	38,7	12,5	0,54	0,15	0,12	31,8
Normalwerte	60	160	50	80	70	30	1,6	0,5	0,3	40

Hinsichtlich der erhöhten As-Gehalte ähnelt der Boden auf dem Hangschutt der Grauwackenzone (**Z18-135**) dem Standort **LIG 3** (laut Geländebefund: Hang- und Murenschutt aus Phyllit). Der Auboden (**Z18-134**) ist offensichtlich mit Schwemmmaterial aus anderen geologischen Zonen vermischt. Eine genaue Abgrenzung der Schwermetallverteilung wäre aber auf Grund der hohen lokalen Variabilität nur durch viele zusätzliche Untersuchungen durchführbar.

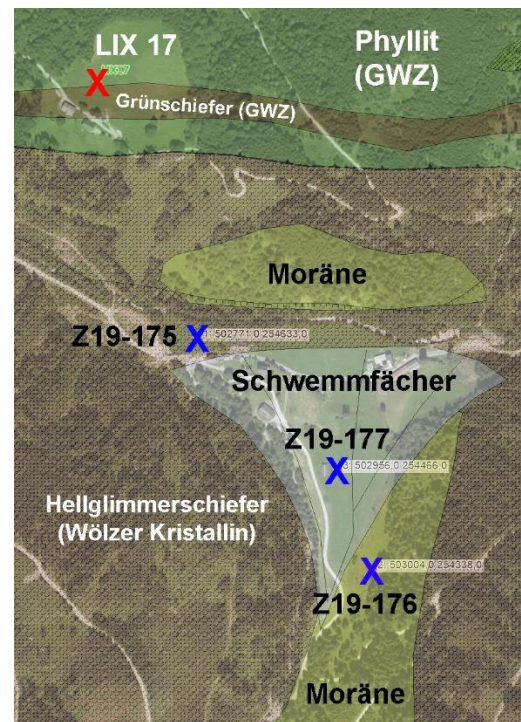
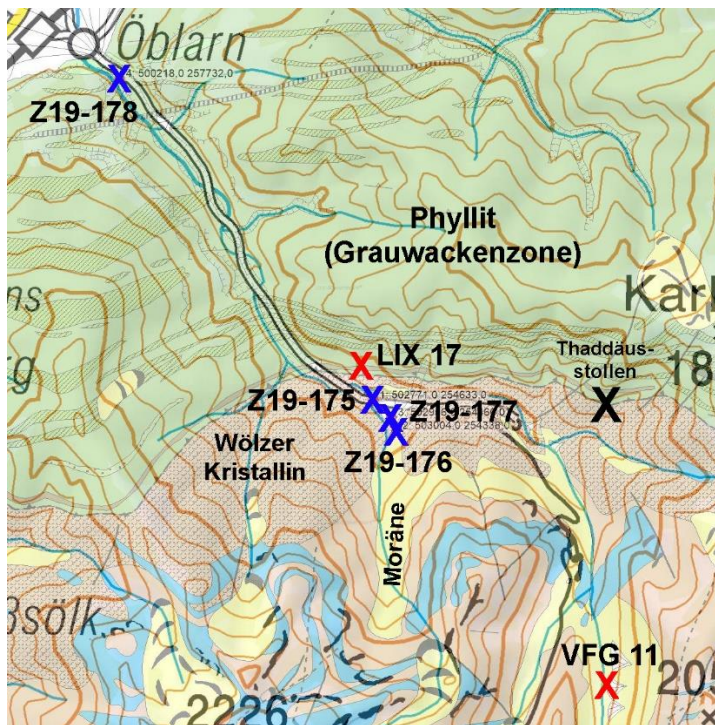


Der Bodenschutzstandort **LIG 3**, südlich des Rittisberges:
Hang- und Murenschutt der Grauwackenzone.



Die Untersuchungsstelle **Z18-135** westlich der Ramsau liegt auf
Hangschutt aus Schiefen und Phylliten der Grauwackenzone.

Der ehemalige Bergbau in der Walchen



Der ehemalige Schwefel- und Kupferkiesbergbau in der Walchen bei Öblarn befand sich im heute vorwiegend forstwirtschaftlich genutzten Gebiet (Thaddäusstollen), die Schmelzöfen waren im Talbereich des Walchenbaches. Erzführender Leithorizont ist der Grünschiefer der Grauwackenzone.

Der als Hochalm genutzte Standort **VFG 11** liegt auf einem Murenkegel im Wölzer Kristallin. Seine erhöhten Bleigehalte sind stark im Oberboden angereichert und weisen auf anthropogene Einträge hin. Das Arsen hingegen ist rein geogener Herkunft. Erhöhte Schwermetallgehalte (Pb, Cr) findet man auch im weiter talauswärts gelegenen Grünlandstandort **LIX 17**, dessen bodenbildendes Ausgangsmaterial aus Phyllit und Grünschiefer der Grauwackenzone besteht. Die vom Wölzer Kristallin beeinflussten Untersuchungsstellen **Z19 175-177** weisen, obwohl sie nur wenige Hundert Meter voneinander entfernt sind, stark unterschiedliche Schwermetallgehalte auf. Auffallend ist der vom Schwemmmaterial des Walchenbaches beeinflusste Standort **Z19-175**, dessen erhöhte Schwermetallgehalte vermutlich vom ehemaligen Bergbau herrühren. Der nahe bei Öblarn gelegene Kontrollstandort **Z19-178** liegt zwar im Bereich der Grauwackenzone, wird aber vom Schwemmmaterial des Walchenbaches beeinflusst, dessen Schwermetallgehalte an dieser Stelle fast alle im Normalbereich liegen.

Standorte	Bodenbildendes Ausgangsmaterial
VFG 11	Hang- und Murenmaterial (Wölzer Kristallin)
LIX 17	Grauwackenzone
Z19-175	Wölzer Kristallin
Z19-176	Moräne (Wölzer Kristallin)
Z19-177	Schwemmfächer (Wölzer Kristallin)
Z19-178	Phyllit (Grauwackenzone)

Die Schwermetallgehalte (mg/kg) der Oberböden:

Standorte	Cu	Zn	Pb	Cr	Ni	Co	Mo	Cd	Hg	As
VFG 11	14,0	68,9	166,3	34,4	26,7	10,4	1,04	0,35	0,26	92,4
LIX 17	34,1	108,9	75,9	101,6	57,7	22,7	1,11	0,30	0,15	40,0
Z19-175	90,6	244,2	145,0	30,1	34,5	13,0	0,90	0,63	1,90	28,8
Z19-176	26,8	86,3	20,0	23,7	34,7	13,5	0,54	0,10	0,07	15,2
Z19-177	47,1	167,2	142,6	31,8	37,2	16,8	0,90	0,75	0,29	57,3
Z19-178	57,1	140,8	67,1	32,1	34,3	16,0	0,69	0,40	0,16	19,6
Normalwerte	60	160	50	80	70	30	1,6	0,5	0,3	40

Eine eingehendere Untersuchung der Schwermetallverteilungen ist aufgrund der hohen lokalen Variabilität auf der ohnehin beschränkten landwirtschaftlichen Nutzfläche nicht sinnvoll.



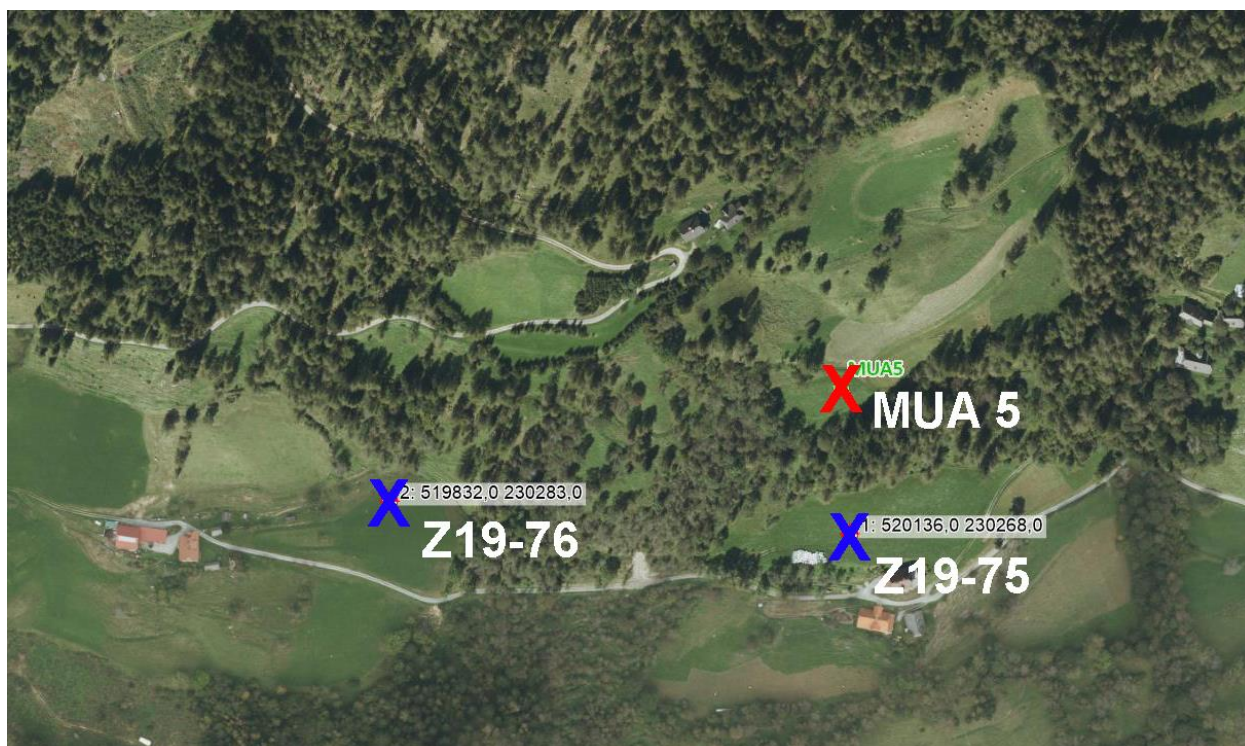
Untersuchungsstelle **Z19-178** in der Nähe des Walchenbaches bei Öblarn.

Bezirk Murau

Vererzungen im Kristallin von Murau

Erhöhte Schwermetallgehalte kommen - sieht man von den bekannten ehemaligen Bergbaugebieten einmal ab - im kristallinen Bereich Muraus vergleichsweise selten vor. Trotzdem seien hier zwei Beispiele von lokalen Vererzungen angeführt, welche im Wölzer Kristallin des Bezirkes zu finden sind. Auch hier wurden in der Umgebung der beiden ausgewählten Grünlandstandorte **MUA 5** und **MUX 17** Zusatzuntersuchungen mit verschiedenem bodenbildenden Ausgangsmaterial durchgeführt.

MUA 5 (Oberwölz)



Standorte	Cu	Zn	Pb	Cr	Ni	Co	Mo	Cd	Hg	As
MUA 5	63,9	125,2	12,0	104,8	69,8	30,6	3,77	0,36	0,06	4,8
Z19-75	48,3	248,9	14,0	51,7	45,7	20,8	3,29	1,21	0,17	7,9
Z19-76	27,5	64,5	17,1	19,2	26,8	14,0	1,34	0,18	0,10	12,0
Normalwerte:	60	160	50	80	70	30	1,6	0,5	0,3	40

Die Böden der Untersuchungsstellen **MUA 5** und **Z19-75** haben dasselbe Ausgangsmaterial (Quarzite in den Glimmerschiefern) und sind nur 100 Meter voneinander entfernt, trotzdem sind ihre Schwermetallgehalte sehr unterschiedlich. Der Standort **Z19-76** mit sehr ähnlicher geologischer Herkunft (Glimmerschiefer) ist völlig unauffällig.

Die erhöhten Schwermetallgehalte von **MUA 5** sind laut Profilanalyse gleichmäßig über alle Bodenhorizonte verteilt und damit als rein geogen einzustufen.

MUX 17 (Bodendorf)



Standorte	Cu	Zn	Pb	Cr	Ni	Co	Mo	Cd	Hg	As
MUX 17	86,9	186,8	39,1	28,5	60,0	22,0	4,42	0,61	0,08	17,6
Z19-84	39,1	89,3	33,7	7,7	26,8	10,4	1,57	0,54	0,15	12,1
Z19-85	45,8	84,8	18,8	13,9	41,3	13,9	1,73	0,47	0,06	8,3
Z19-86	49,4	113,6	31,1	17,1	42,3	14,7	3,74	0,53	0,07	15,0
Normalwerte:	60	160	50	80	70	30	1,6	0,5	0,3	40

Auch am Bodenschutzstandort **MUX 17** sind die erhöhten Schwermetallgehalte geogener Herkunft. Sein bodenbildendes Ausgangsmaterial sind wie an der Untersuchungsstelle **Z19-84** Kohlenstoff- und Schwarzwglimmerschiefer. **Z19-85** liegt auf Marmor und der Boden von **Z19-86** wird vom Schwemmmaterial eines von der Mur verschleppten Schwemmfächers aus dem Wölzer Kristallin geprägt. Auch in diesem Untersuchungsreich differieren die Schwermetallgehalte auf engem Raum stark.

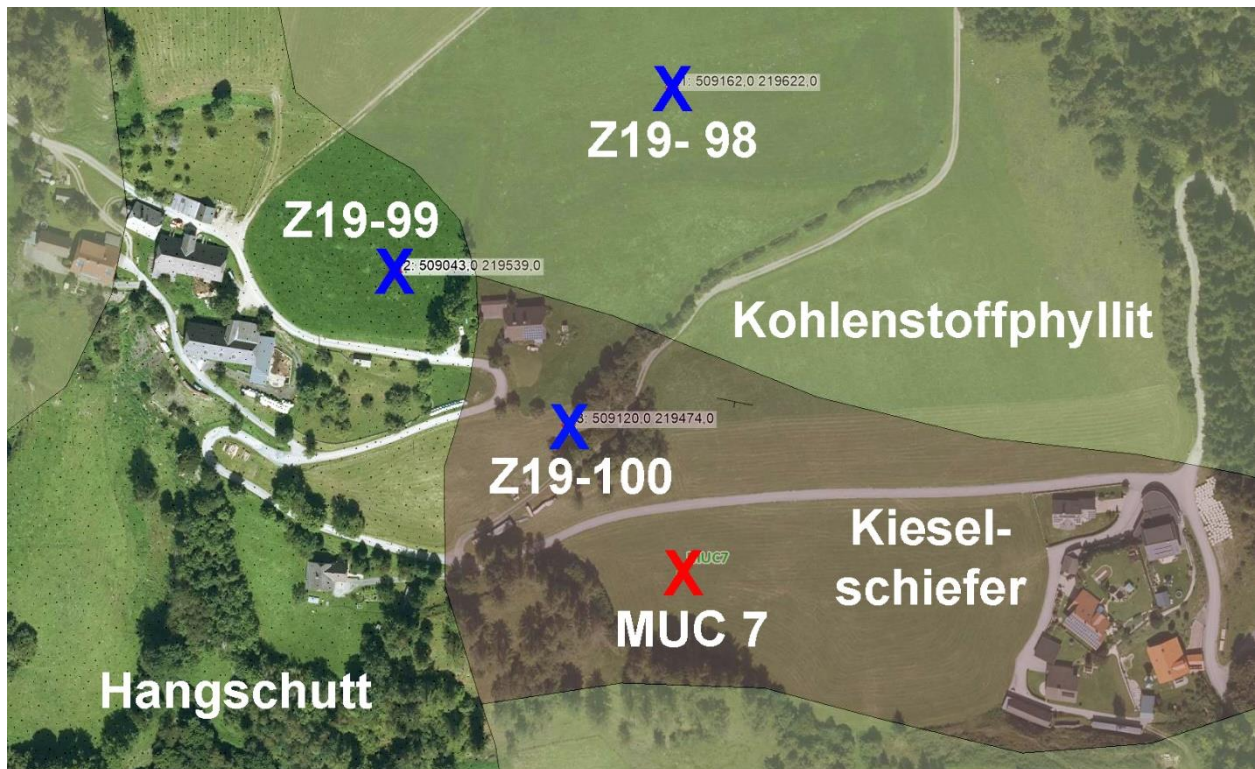
Zusammenfassend kann über die Schwermetallgehalte im kristallinen Bereich der Talstandorte Muraus gesagt werden, dass fallweise die Elemente **Cu, Zn, Cr, Co, Mo** und **Cd** durch lokale Vererzungen erhöht sein können. Die lokale Variabilität ist sehr hoch und eine Abgrenzung der unterschiedlichen Schwermetallgehalte unmöglich.

Vererzungen im Murauer Paläozoikum

Vergleicht man die bisherigen Ergebnisse der Bodenzustandsinventur von Murau, so zeigen die Mittelwerte der Schwermetallgehalte mit paläozoischem Ausgangsmaterial (16 Standorte) meist höhere Werte als im Kristallin (24 Standorte). Nur der Bleigehalt scheint im kristallinen Bereich höher zu sein, was aber nur eine Folge der 15 Hochalmstandorte ist, die aufgrund ihres höheren anthropogenen Anteils (Kumulierung am Humus) den Mittelwert verzerren.

Geologie	Cu	Zn	Pb	Cr	Ni	Co	Mo	Cd	Hg	As
Paläozoikum	40	101	39	56	44	20	1,8	0,3	0,1	24
Kristallin	27	81	50	38	26	11	1,3	0,3	0,1	12

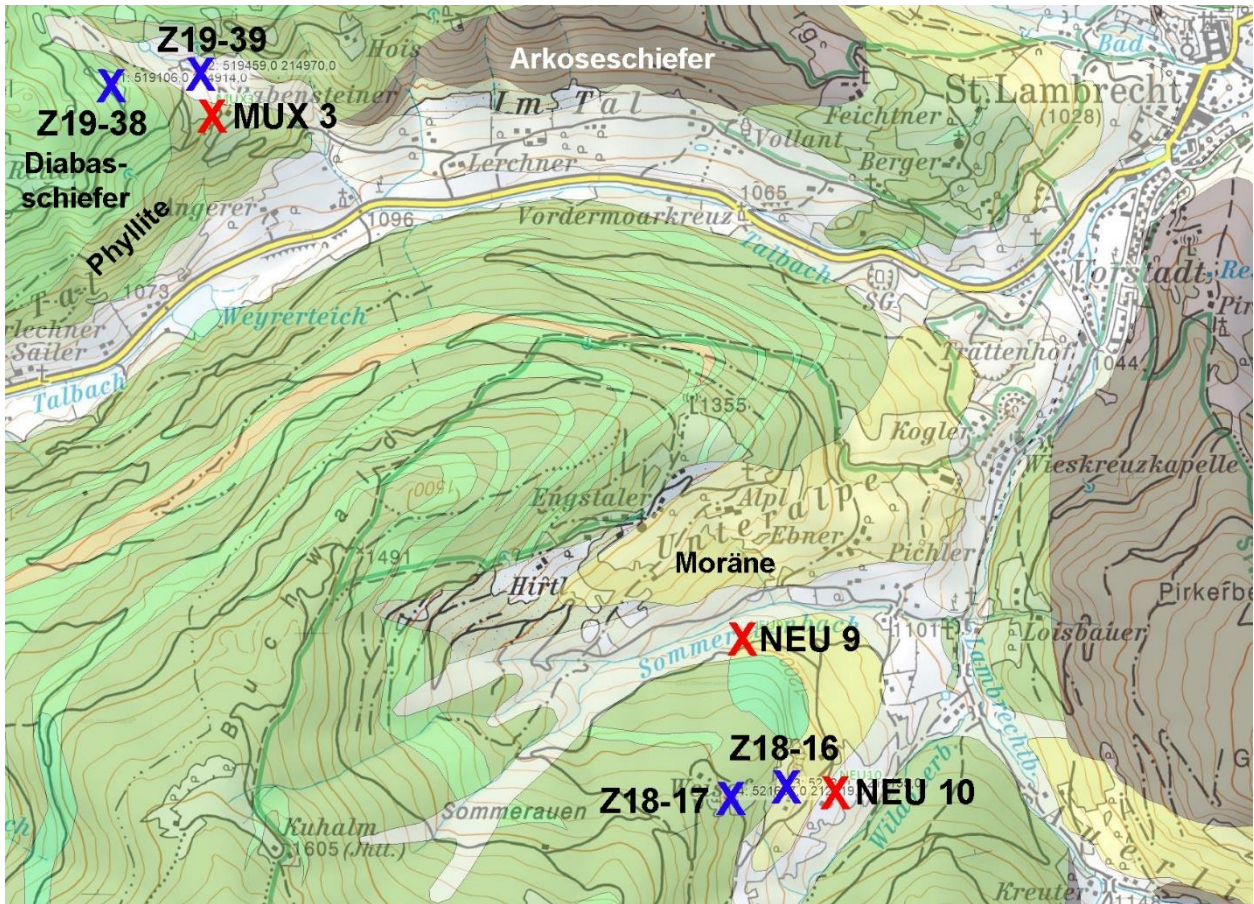
MUC 7 (St. Georgen ob Murau)



Standorte	Cu	Zn	Pb	Cr	Ni	Co	Mo	Cd	Hg	As
MUC 7	75,2	183,1	69,5	93,2	73,5	27,8	7,16	0,64	0,08	86,6
Z19-98	49,6	83,4	29,3	41,9	39,2	19,1	2,18	0,33	0,09	62,3
Z19-99	39,6	75,0	18,0	30,1	32,3	16,3	1,79	0,24	0,08	33,2
Z19-100	65,8	117,7	26,6	101,4	67,0	25,5	8,10	0,82	0,08	69,4
Normalwerte:	60	160	50	80	70	30	1,6	0,5	0,3	40

Nach den Ergebnissen der Zusatzuntersuchungen scheinen die meisten Schwermetallgehalte (Cu, Zn, Cr, Ni, Co, Mo, Cd und As) im Kiesel-schiefer des Murauer Paläozoikums (MUC 7 und Z19-100) höher zu sein als in den angrenzenden vom Kohlenstoffphyllit und dessen Hangschutt beeinflussten Böden (Z19-98+99).

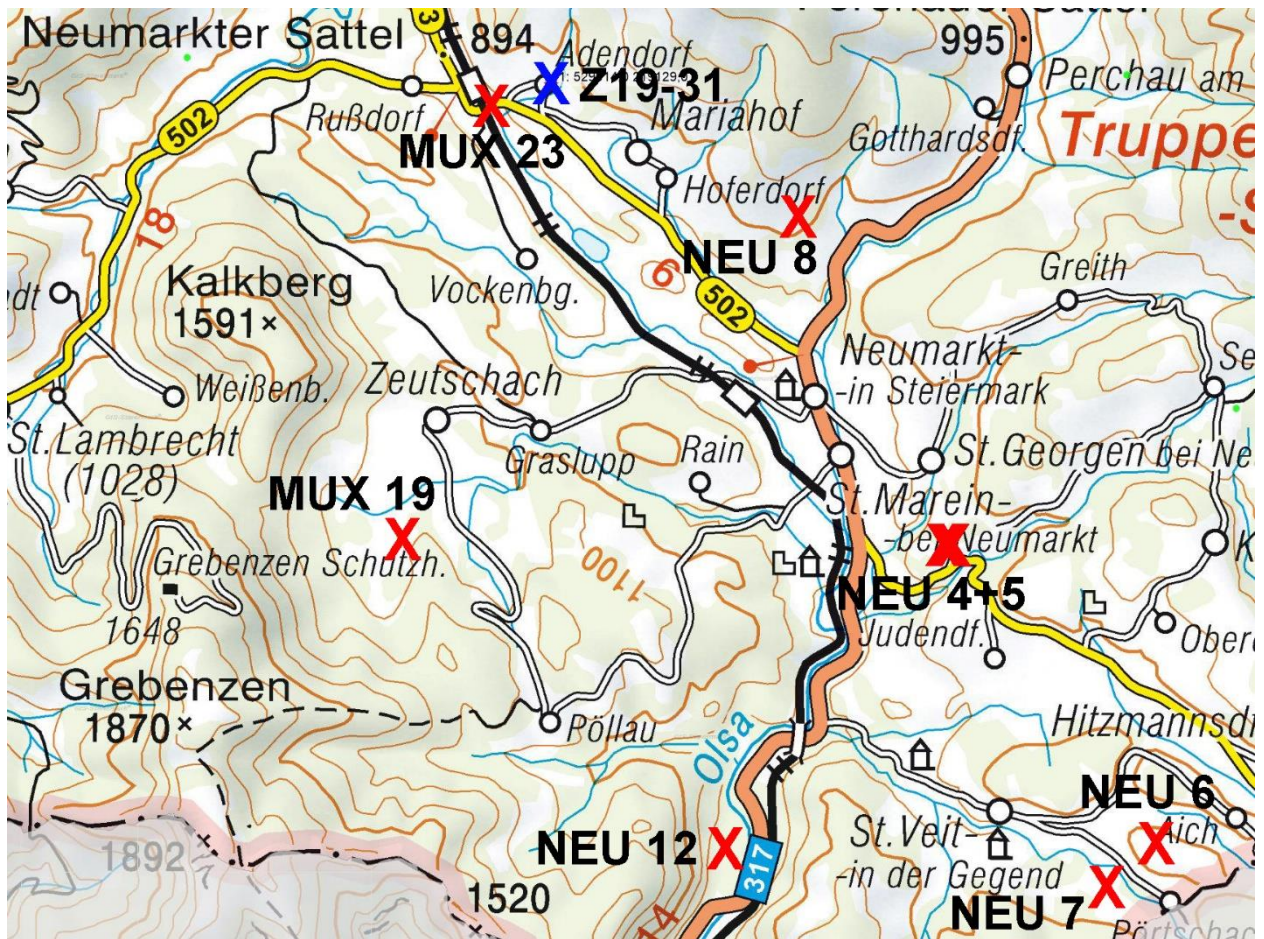
MUX 3, NEU 9 + 10 (St. Lambrecht)



Standorte	Cu	Zn	Pb	Cr	Ni	Co	Mo	Cd	Hg	As
MUX 3	33,6	110,1	25,4	91,4	50,3	21,6	1,28	0,29	0,14	34,2
Z19-38	12,6	77,5	63,8	57,6	30,3	8,1	1,34	0,26	0,16	16,8
Z19-39	43,1	130,6	50,1	53,1	52,4	22,0	1,64	0,41	0,16	16,4
NEU 9	44,5	86,5	32,0	118,6	65,1	27,9	1,20	0,24	0,21	10,4
NEU 10	43,6	112,2	15,8	219,0	92,4	34,3	0,70	0,19	0,10	11,3
Z18-16	66,1	158,9	33,8	306,9	122,0	59,5	0,35	0,21	0,11	10,2
Z18-17	39,4	148,0	39,6	142,2	73,8	27,6	0,53	0,13	0,10	18,9
Normalwerte:	60	160	50	80	70	30	1,6	0,5	0,3	40

Beim Betrachten der Ergebnisse fällt nur ein allgemeiner Trend zu erhöhten **Chrom-** und **Nickel**gehalten, vor allem im südlichen Bereich des Untersuchungsgebietes, auf. Selbst beim Vergleich der beiden Prüfstandorte **MUX 3** und **Z18-17** mit demselben phyllitischen Ausgangsmaterial, erkennt man keine signifikante Übereinstimmung im Schwermetallmuster. Eine Abgrenzung einzelner erhöhter Schwermetallgehalte wäre unverhältnismäßig aufwendig und wegen der hohen lokalen Variabilität auch nicht sinnvoll.

Neumarkter Sattelregion



Standorte	Bodenbildendes Ausgangsmaterial
MUX 23	Schwemmfächer
Z19-31	Grünschiefer
NEU 8	Grünschiefer
MUX 19	Moräne
NEU 4 + 5	Grünschiefer
NEU 12	Hangschutt aus Kohlenstoffphylliten
NEU 6	Moräne
NEU 7	Torf



Quarzphyllit
aus dem
Murauer
Paläozoikum
(Furtnerreich).

Die Schwermetallgehalte (mg/kg) der Oberböden in der Region:

Standorte	Cu	Zn	Pb	Cr	Ni	Co	Mo	Cd	Hg	As
MUX 23	33,1	101,9	24,8	84,5	41,1	21,5	0,99	0,21	0,09	17,4
Z19-31	30,3	110,9	34,0	75,0	46,8	20,9	1,01	0,19	4,82	11,4
NEU 8	37,8	96,6	16,1	55,2	41,2	21,2	0,78	0,17	0,09	10,6
MUX 19	30,6	128,7	38,7	57,7	34,7	17,1	0,76	0,39	0,11	25,1
NEU 4	31,4	58,5	57,7	56,0	33,7	15,9	2,16	0,25	0,18	20,6
NEU 5	51,1	100,6	34,1	108,5	60,5	32,0	2,19	0,24	0,12	22,4
NEU 12	36,0	109,5	95,2	29,7	42,0	17,0	2,87	0,41	0,21	40,5
NEU 6	35,5	50,0	11,5	57,9	52,3	20,9	1,12	0,25	0,11	6,6
NEU 7	20,5	47,7	51,5	29,6	21,1	10,6	1,60	0,55	0,15	53,7
Normalwerte	60	160	50	80	70	30	1,6	0,5	0,3	40

Auch diese Untersuchungsergebnisse lassen keine Korrelationen zwischen geologischen Formationen und Schwermetallgehalten erkennen. Vererzungen verschiedenster Metalle treten lokal und unerwartet auf; einige Standorte liegen bei allen Schwermetallen im Normalbereich. Interessant sind die an drei Prüfstellen erhöhten Mo-Gehalte, die an die Untersuchungsstellen bei Bodendorf und Oberwölz erinnern. Derzeit nicht erklärbar ist der im Murauer Paläozoikum unübliche hohe Quecksilbergehalt am Standort **Z19-31**.

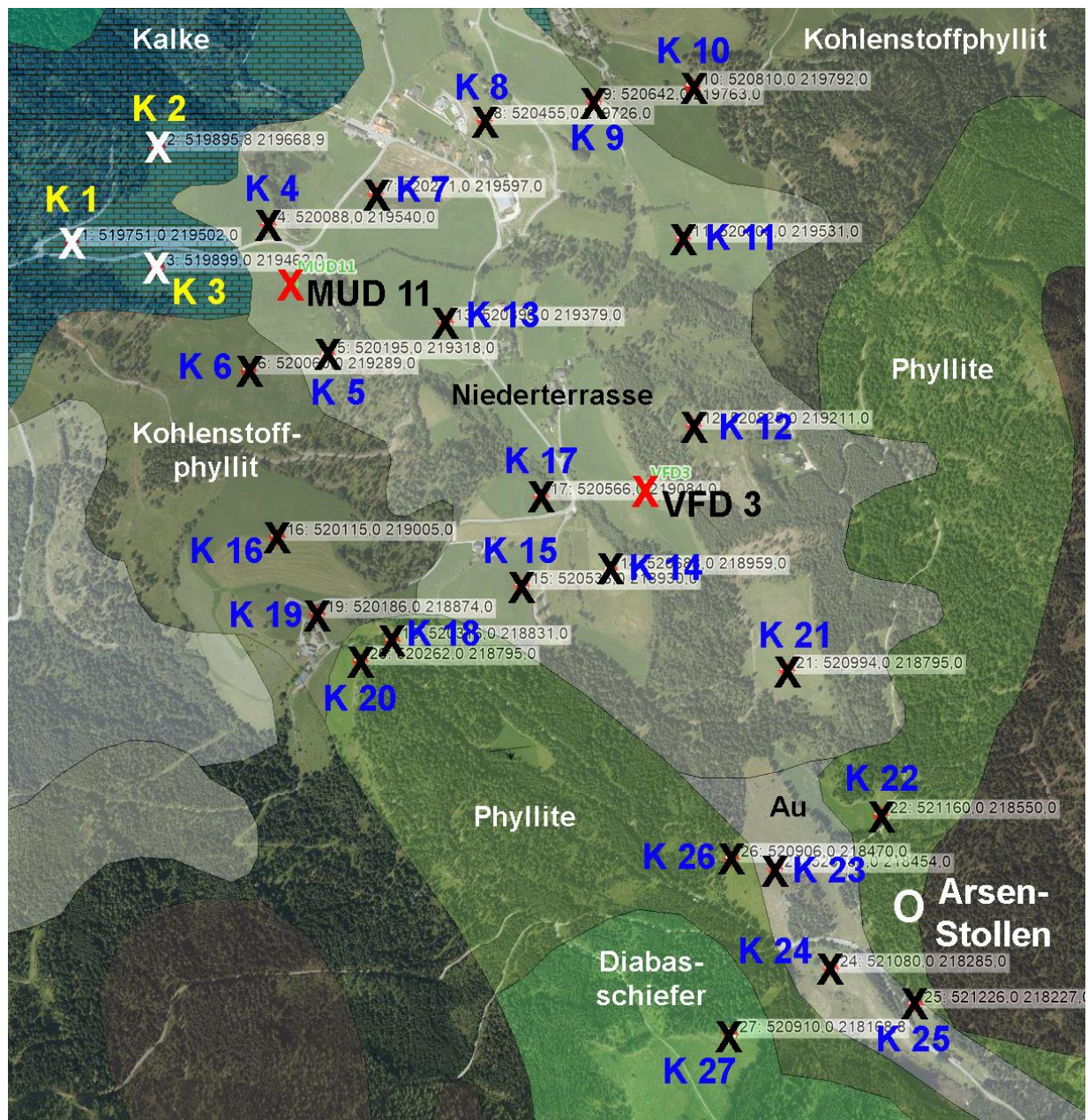


Die Untersuchungsstelle **Z19-31** am Adendorferbach (Grünschiefer des Murauer Paläozoikums).

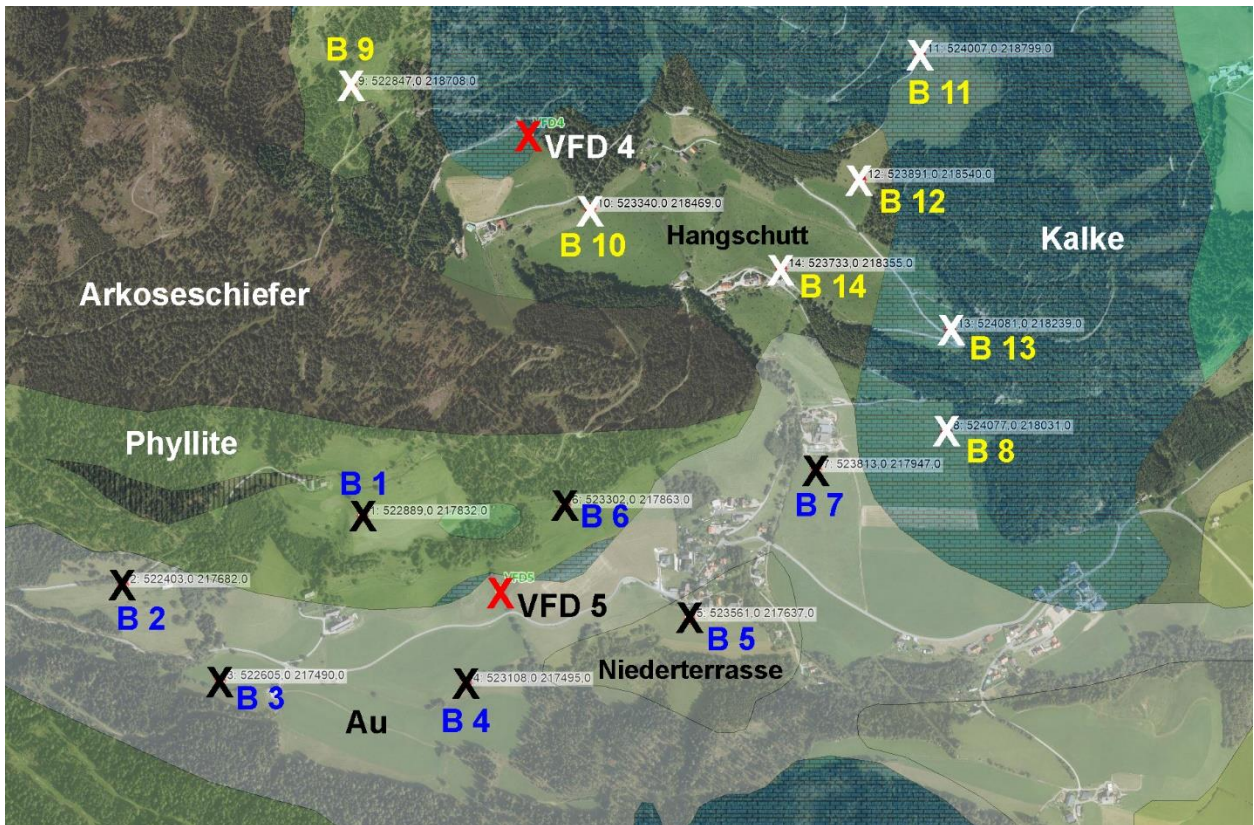
Das ehemalige Bergbaugebiet Karchau - St. Blasen

Vier Standorte des Bodenschutzprogrammes befinden sich im Bereich des ehemaligen Arsenbergbaus Karchau – St. Blasen. Am Untersuchungsstandort **VFD 3** wurden dabei die höchsten Schwermetallgehalte (insbesondere Blei und Arsen) des Bezirkes Murau festgestellt. Zur Abklärung der Verbreitung der Schwermetalle wurden im Raum Karchau 27 (**K 1-27**) und bei St. Blasen 14 Zusatzstandorte (**B 1-14**) untersucht.

Standorte	Cu	Zn	Pb	Cr	Ni	Co	Mo	Cd	Hg	As
MUD 11	37,0	119,5	26,9	30,6	33,0	13,6	1,65	0,30	0,13	46,6
VFD 3	72,1	358,2	1159,7	38,4	71,4	23,5	2,42	1,63	0,13	683,0
VFD 4	59,8	184,3	80,8	38,9	69,4	24,2	1,78	0,65	0,15	86,6
VFD 5	46,1	134,6	77,6	38,1	36,3	19,3	1,68	0,50	0,09	181,5
Normalwerte	60	160	50	80	70	30	1,6	0,5	0,3	40



Untersuchungsstandorte bei Karchau.



Untersuchungsstandorte bei St. Blasen.



Der Standort St. Blasen 6 (B 6), Phyllite des Murauer Paläozoikums.

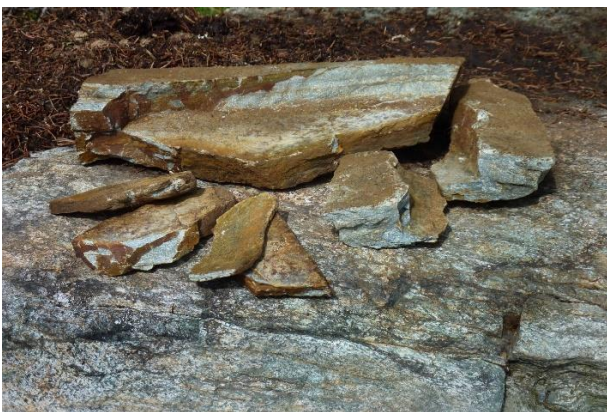
Die Schwermetallgehalte (mg/kg) der Oberböden in der Region Karchau – St. Blasen:

Standorte	Cu	Zn	Pb	Cr	Ni	Co	Mo	Cd	Hg	As
Karchau 1	42,0	86,9	27,1	30,9	42,5	16,6	1,11	0,36	0,14	71,0
Karchau 2	44,1	128,7	47,5	38,4	49,4	21,2	0,92	0,33	0,12	55,0
Karchau 3	52,7	125,4	37,8	44,8	43,5	26,5	0,79	0,22	0,12	41,2
Karchau 4	43,3	143,3	43,4	44,4	43,9	23,0	1,47	0,24	0,12	47,2
Karchau 5	73,0	139,1	37,2	39,6	69,0	24,5	1,36	0,25	0,11	58,7
Karchau 6	50,2	114,5	54,9	31,8	44,1	16,7	1,47	0,19	0,15	47,0
Karchau 7	49,4	126,8	34,1	36,8	52,8	23,7	2,92	0,40	0,12	92,1
Karchau 8	96,8	177,4	40,8	54,0	69,8	41,1	3,25	0,32	0,10	32,7
Karchau 9	71,3	179,2	44,0	51,0	69,0	29,6	1,64	0,44	0,13	39,0
Karchau 10	76,7	167,9	45,8	51,0	72,2	25,8	2,46	0,28	0,13	80,7
Karchau 11	37,2	110,9	50,3	37,7	42,0	18,5	1,36	0,23	0,14	39,1
Karchau 12	53,7	159,5	70,2	47,3	45,8	20,2	2,19	0,30	0,17	67,7
Karchau 13	54,5	134,2	40,1	39,8	53,9	21,3	1,50	0,26	0,11	38,8
Karchau 14	32,6	111,9	119,2	54,8	46,8	24,2	2,18	0,83	0,37	67,5
Karchau 15	38,0	125,5	44,2	43,6	40,1	19,2	1,81	0,25	0,15	36,4
Karchau 16	55,1	173,9	50,7	57,7	55,1	26,5	2,06	0,21	0,12	46,5
Karchau 17	48,2	99,3	43,2	41,1	44,9	20,6	2,21	0,22	0,11	12,3
Karchau 18	34,7	90,1	61,5	50,1	34,2	17,4	0,70	0,18	0,23	41,2
Karchau 19	59,9	132,8	71,7	36,8	57,2	23,3	2,00	0,22	0,22	53,5
Karchau 20	53,5	96,9	38,7	74,6	45,9	28,2	1,28	0,16	0,15	47,8
Karchau 21	35,3	149,5	91,7	55,9	38,5	17,6	2,38	0,39	0,16	79,6
Karchau 22	25,3	74,2	75,4	27,7	20,9	6,9	1,42	0,19	0,35	62,2
Karchau 23	29,8	47,8	74,4	32,7	18,6	6,3	1,33	0,26	0,29	98,7
Karchau 24	31,7	93,2	58,5	35,3	27,1	15,1	1,74	0,30	0,39	118,4
Karchau 25	33,3	105,9	74,3	29,0	23,0	10,3	2,04	0,42	0,31	93,9
Karchau 26	26,3	58,1	74,8	33,7	21,0	9,0	1,39	0,19	0,39	89,6
Karchau 27	25,7	59,7	72,4	81,4	33,1	18,4	1,22	0,29	0,43	69,4
St. Blasen 1	68,0	132,6	37,8	38,9	53,9	31,1	0,98	0,30	0,10	55,5
St. Blasen 2	57,8	151,4	81,7	37,8	53,3	24,3	2,97	0,49	0,13	149,5
St. Blasen 3	52,3	418,2	1565,0	38,1	40,8	25,8	1,88	2,47	0,27	2621,3
St. Blasen 4	51,2	270,8	1121,0	47,8	49,0	27,4	1,63	1,51	0,17	2162,8
St. Blasen 5	48,0	107,3	63,3	35,0	40,1	18,8	1,22	0,30	0,20	170,2
St. Blasen 6	57,1	114,8	40,8	28,2	53,1	22,1	1,03	0,28	0,10	69,3
St. Blasen 7	53,0	137,8	72,5	38,6	47,5	21,3	1,05	0,48	0,15	72,0
St. Blasen 8	42,5	124,9	45,1	34,7	40,6	16,7	0,73	0,49	0,15	57,2
St. Blasen 9	30,2	109,0	52,5	59,6	33,7	23,2	1,80	0,40	0,14	28,6
St. Blasen 10	60,8	163,8	61,4	47,9	55,4	22,9	1,27	0,45	0,13	56,9
St. Blasen 11	41,3	124,4	60,1	30,5	42,5	17,9	0,86	0,37	0,11	52,2
St. Blasen 12	36,8	103,5	42,6	22,2	34,5	14,2	0,81	0,40	2,66	59,6
St. Blasen 13	37,8	92,9	31,6	19,9	28,9	11,8	0,80	0,58	0,17	58,3
St. Blasen 14	46,2	126,9	55,2	25,7	40,6	17,5	1,68	0,47	0,08	59,0
Normalwerte	60	160	50	80	70	30	1,6	0,5	0,3	40

Die Schwermetallgehalte der Zusatzuntersuchungen sind fast immer niedriger, als jene des Bodenschutzstandortes **VFD 3**. Ausnahmen sind die beiden Auböden St. Blasen 3 und 4 (**B 3+4**), wo die Schwermetalle **Blei** und **Arsen** extrem stark angereichert sind. Die Ursache dafür ist ein Zufallsbefund und derzeit unbekannt.



Der Standort St. Blasen 3 (**B 3**), Auböden des St. Blasner Baches.



Karchau 27 (**K 27**): Diabasschiefer

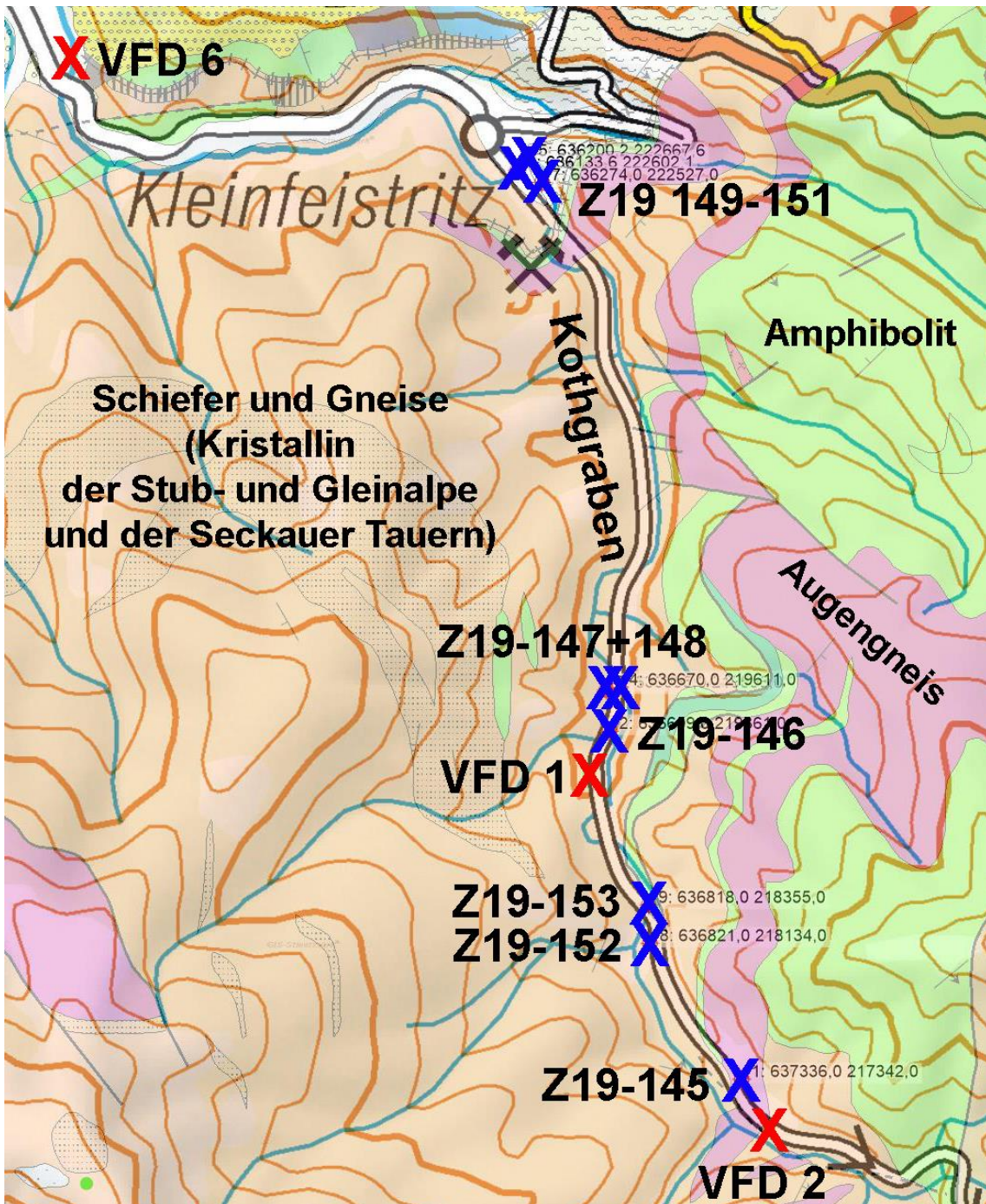


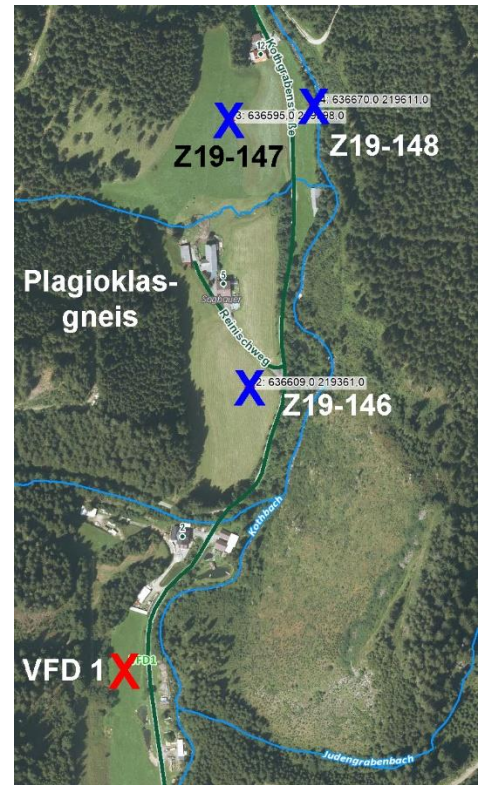
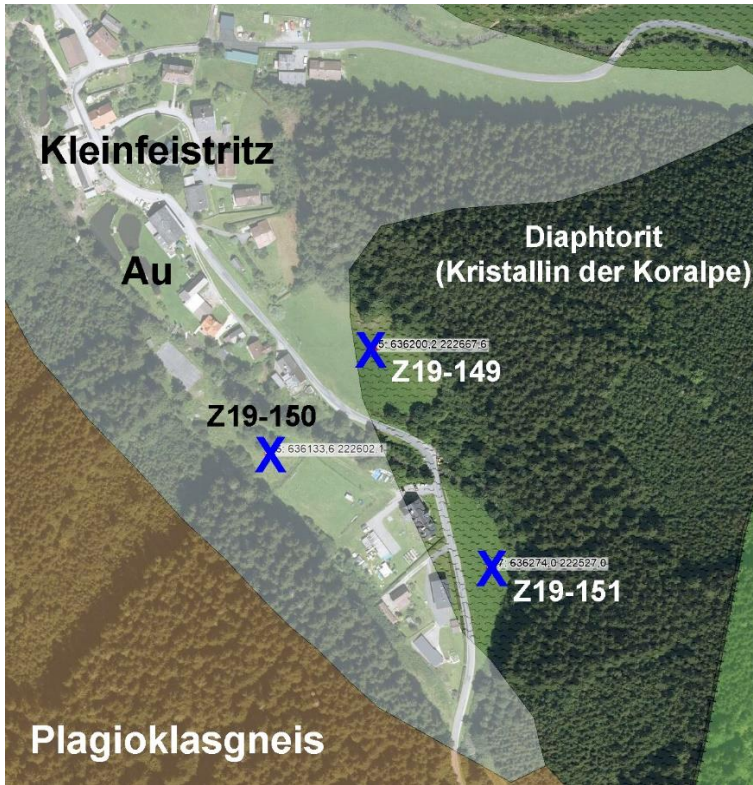
Karchau 26 (**K 26**): Phyllit

Bezirk Murtal

Der ehemalige Arsen-Bergbau im Kothgraben

Auch im Bezirk Murtal wurde früher im Kothgraben, südlich von Kleinfestritz, Arsen abgebaut. Die Arsengehalte der 1997 eingerichteten Bodenschutzstandorte sind mit jenen aus der Karchau vergleichbar. Das Untersuchungsgebiet liegt überwiegend im sogenannten **Kristallin der Stub- und Gleinalpe und der Seckauer Tauern**, zwei Zusatzstandorte (**Z19 149+151**) im **Kristallin der Koralpe**. Zur genaueren Abklärung der Verbreitung der Schwermetalle entlang des Kothbaches wurden neun zusätzliche Untersuchungsstandorte beprobt.

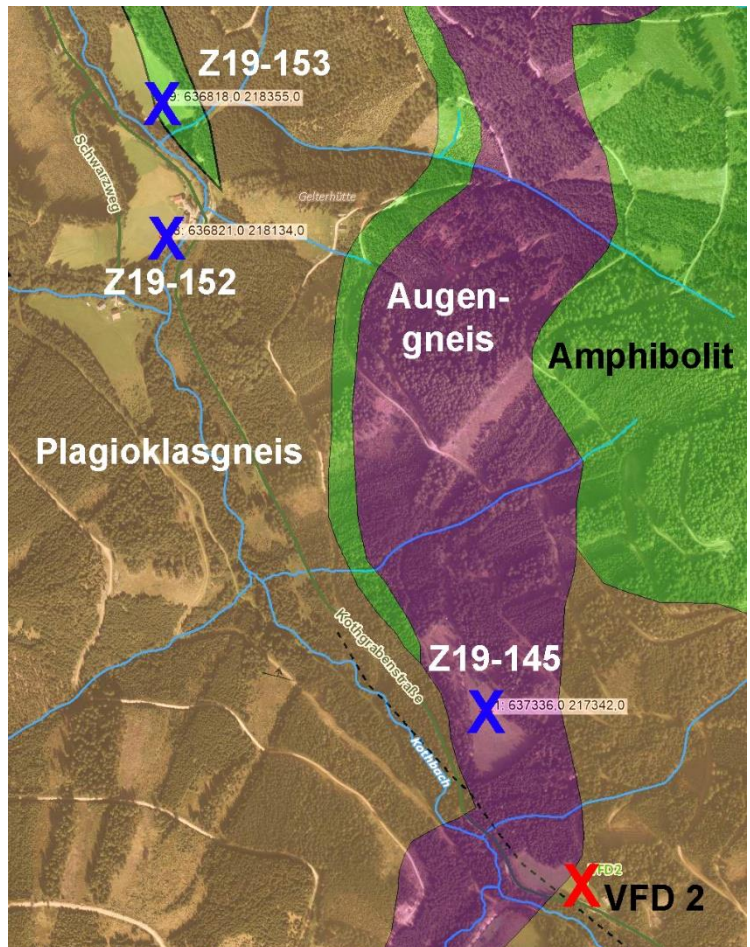




Die genaue Lage der Standorte und ihre Geologie.



Fein gebänderter Amphibolit (Kristallin der Stub- und Gleinalpe und der Seckauer Tauern).



Die Schwermetallgehalte (mg/kg) der Oberböden im Untersuchungsgebiet Kothgraben:

Standorte	Cu	Zn	Pb	Cr	Ni	Co	Mo	Cd	Hg	As
VFD 1	26,4	56,6	14,7	39,7	20,0	12,4	0,47	0,13	0,07	164,5
VFD 2	118,5	73,1	46,6	42,8	21,5	21,2	0,78	0,29	0,25	807,0
VFD 6	21,1	88,1	14,8	42,5	19,7	9,4	0,56	0,22	0,11	16,7
Z19-145	37,6	74,0	33,3	43,4	26,4	14,1	0,54	0,27	0,30	277,4
Z19-146	24,3	93,5	28,3	46,6	24,8	12,0	0,83	0,27	0,18	12,6
Z19-147	20,0	79,9	24,5	45,3	20,7	12,9	0,67	0,21	0,14	7,0
Z19-148	23,6	63,5	14,3	40,3	28,9	13,8	0,40	0,09	0,04	10,7
Z19-149	26,6	84,3	34,5	39,7	27,1	13,8	0,73	0,19	0,91	7,7
Z19-150	19,9	50,4	13,7	37,8	20,1	11,9	0,48	0,14	0,13	59,7
Z19-151	33,2	89,7	20,2	46,1	35,7	16,5	0,88	0,15	0,14	10,8
Z19-152	20,8	64,4	16,9	40,8	21,6	11,4	0,68	0,15	0,10	24,4
Z19-153	33,2	97,0	26,4	38,2	24,2	10,0	2,72	0,26	0,25	24,4
Normalwerte	60	160	50	80	70	30	1,6	0,5	0,3	40

Die hohen Arsengehalte sind lokal auf die an den ehemaligen Röstplatz angrenzende Umgebung (**VFD 2** und **Z19-145**), sowie Böden aus dem Schwemmmaterial des Kothbaches (**VFD 1** und schon deutlich niedriger **Z19-150**) beschränkt. Vom Bach unbeeinflusste Böden des Tales weisen keine Auffälligkeiten auf. Der leicht erhöhte Molybdängehalt an der Untersuchungsstelle **Z19-153** dürfte eine unbedeutende Vererzung im fein gebänderten Amphibolit des regionalen Kristallins sein.

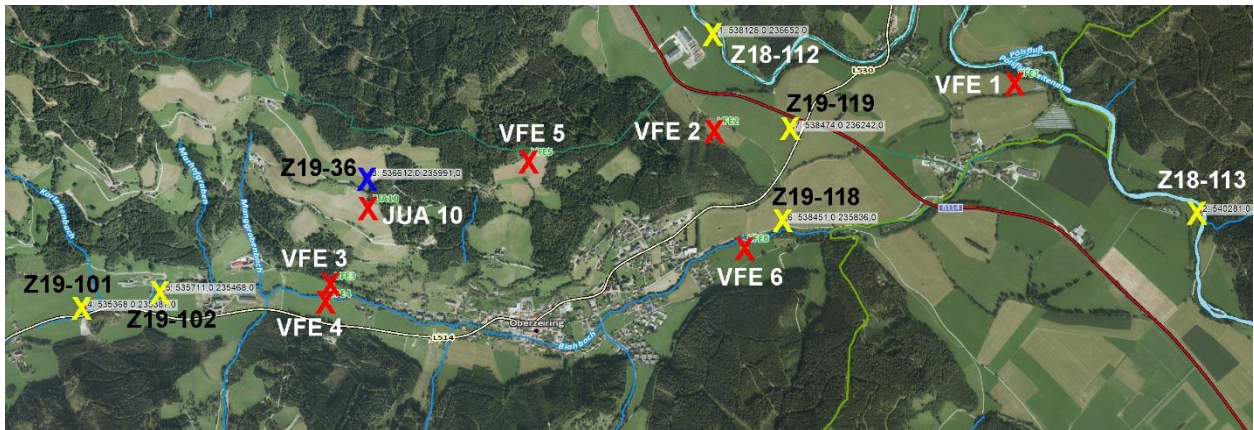


Die Hanglagen des Kothgrabens, im Bild die Prüfstelle **Z19-146**, sind von der ehemaligen Bergbautätigkeit unbeeinflusst.

Das ehemalige Bergbaugesamt Oberzeiring

Im November 2019 hat die Pressemitteilung, dass der kanadische Bergbaukonzern Richmond Minerals die Schürfrechte der Silbermine in Oberzeiring gekauft hat und 2020 beabsichtigt wieder Gold und Silber abzubauen, für Aufsehen gesorgt.

Die Schwermetallbelastungen durch die historischen Bergbautätigkeiten wurden in den Bodenschutzberichten 1999 und 2018 bereits behandelt und werden nun noch durch einige Zusatzuntersuchungen besser abgegrenzt.

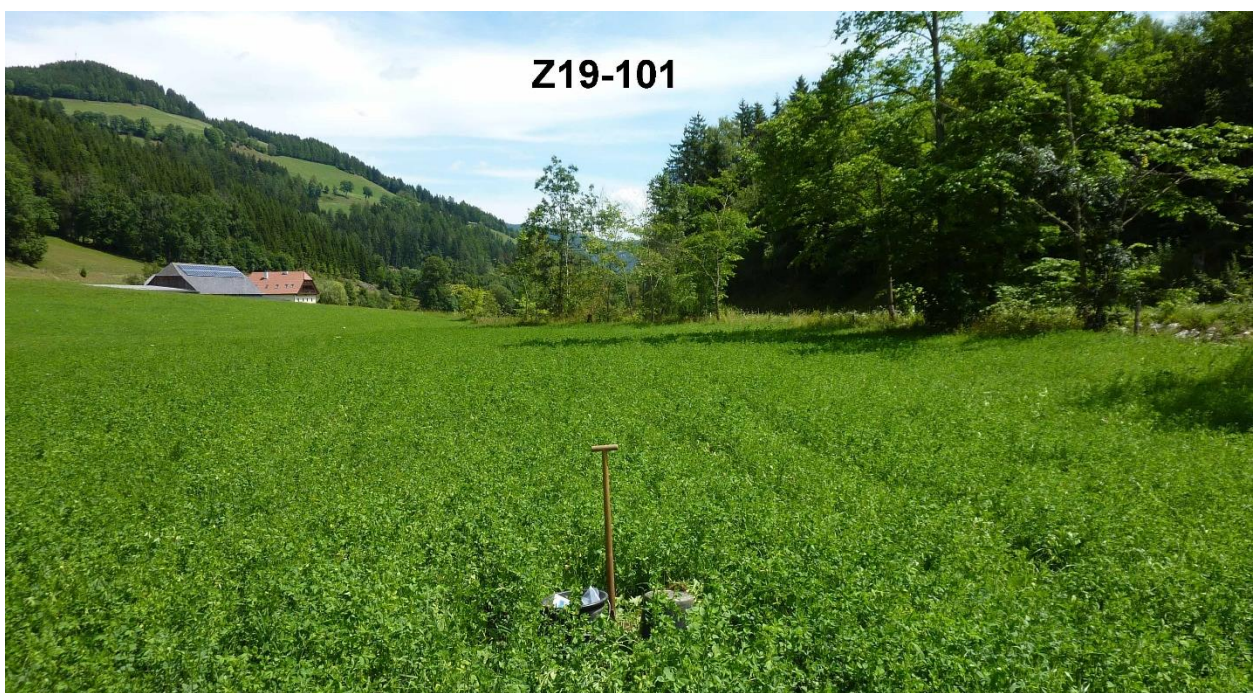


Die Lage der Untersuchungsstandorte des Bodenschutzprogrammes.

Die neuen Untersuchungsstellen **Z19-101** (Bild unten) und **Z19-102** erfassen die Schwermetallgehalte der Auböden des Blahbaches vor dem ehemaligen Bergbauzentrum, **Z19-118** (Auböden) und **Z19-119** (Niederterrasse) danach.

Die Prüfstellen **Z18-112** und **Z18-113** erfassen die Schwermetalleinträge des Blahbaches in den Pölsfluss.

Die Zusatzuntersuchung des Bodens **Z19-36** soll helfen die hohen Schwermetallgehalte an den Standorten **JUA 10** und **VFE 5** besser einordnen zu können.

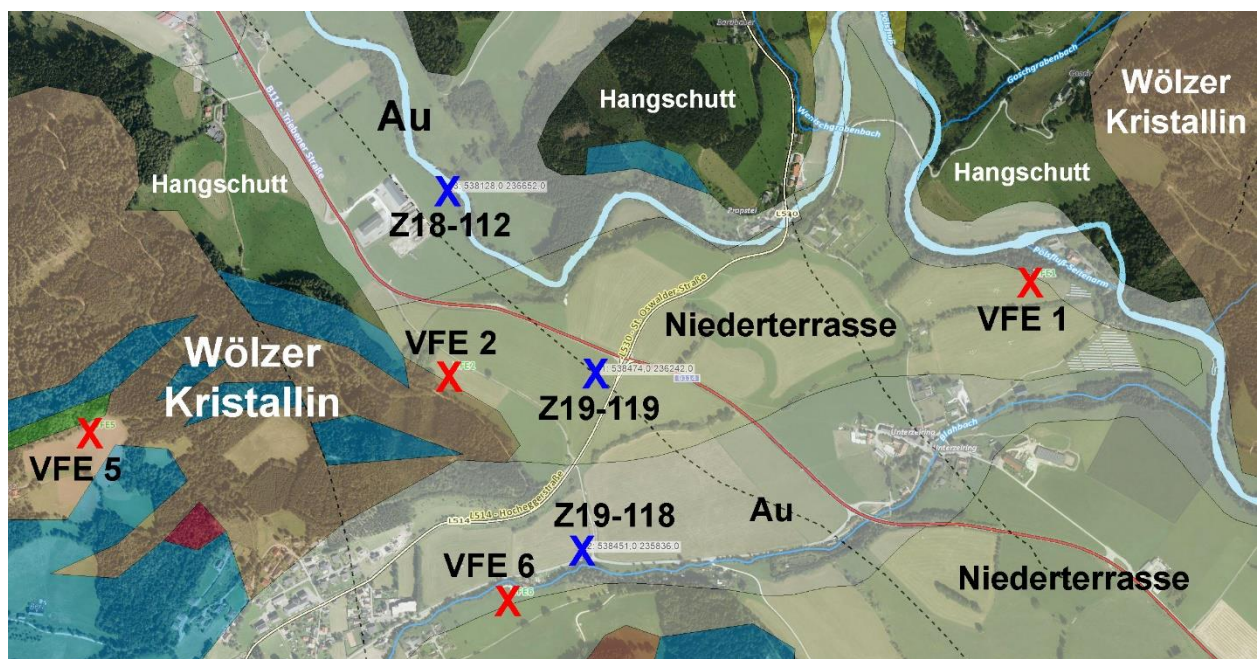


Die Schwermetallgehalte (mg/kg) der Oberböden im Untersuchungsgebiet:

Standorte	Cu	Zn	Pb	Cr	Ni	Co	Mo	Cd	Hg	As
VFE 1	24,6	86,7	119,6	50,6	31,9	12,3	1,76	0,66	0,14	9,1
VFE 2	32,7	146,3	154,9	45,8	36,2	14,9	1,38	0,53	0,29	24,6
VFE 3	227,0	306,1	8769,2	40,7	30,0	15,9	2,32	1,49	1,25	347,5
VFE 4	36,5	107,9	59,6	51,0	40,8	16,9	1,58	0,33	0,23	26,6
VFE 5	76,2	160,3	27,0	71,9	62,0	23,3	3,49	0,96	0,08	212,5
VFE 6	47,4	122,0	316,9	51,0	45,4	17,6	1,64	0,41	0,21	69,2
JUA 10	78,3	137,4	15,8	160,0	94,3	40,4	1,52	0,29	0,05	414,0
Z19-101	29,6	57,4	12,6	28,8	36,1	14,6	0,63	0,10	0,03	12,8
Z19-102	27,4	57,7	12,7	28,2	35,4	13,9	0,66	0,12	0,02	10,2
Z19-118	66,6	159,7	842,7	44,4	43,5	18,2	1,68	0,81	0,38	190,8
Z19-119	37,7	110,4	278,8	36,1	31,6	14,0	1,40	0,66	0,29	15,4
Z18-112	42,7	98,4	95,2	49,7	44,0	15,0	0,52	0,30	0,05	9,3
Z18-113	66,2	141,0	402,9	54,3	44,4	15,8	0,82	0,37	0,09	17,2
Z19-36	35,7	202,0	125,7	50,8	41,3	17,6	1,54	0,46	0,13	17,3
Normalwerte	60	160	50	80	70	30	1,6	0,5	0,3	40

Die Untersuchungsergebnisse der beiden Auböden des Blahbaches **Z19-101+102** zeigen, dass das Schwemmmaterial vor dem ehemaligen Bergbauegebiet völlig normale Schwermetallgehalte aufweist. Am Talausgang ins Pölstal ist das bodenbildende Schwemmmaterial des Aubodens **Z19-118** bereits deutlich mit Blei, Arsen und anderen Schwermetallen angereichert. Die beiden Auböden **Z18-112+113** zeigen, dass der Blahbach seine Schwermetallfracht teilweise an den Pölsfluss weitergibt. Vor der Einmündung beträgt der Bleigehalt 95,2 mg/kg, danach 402,9 mg/kg.

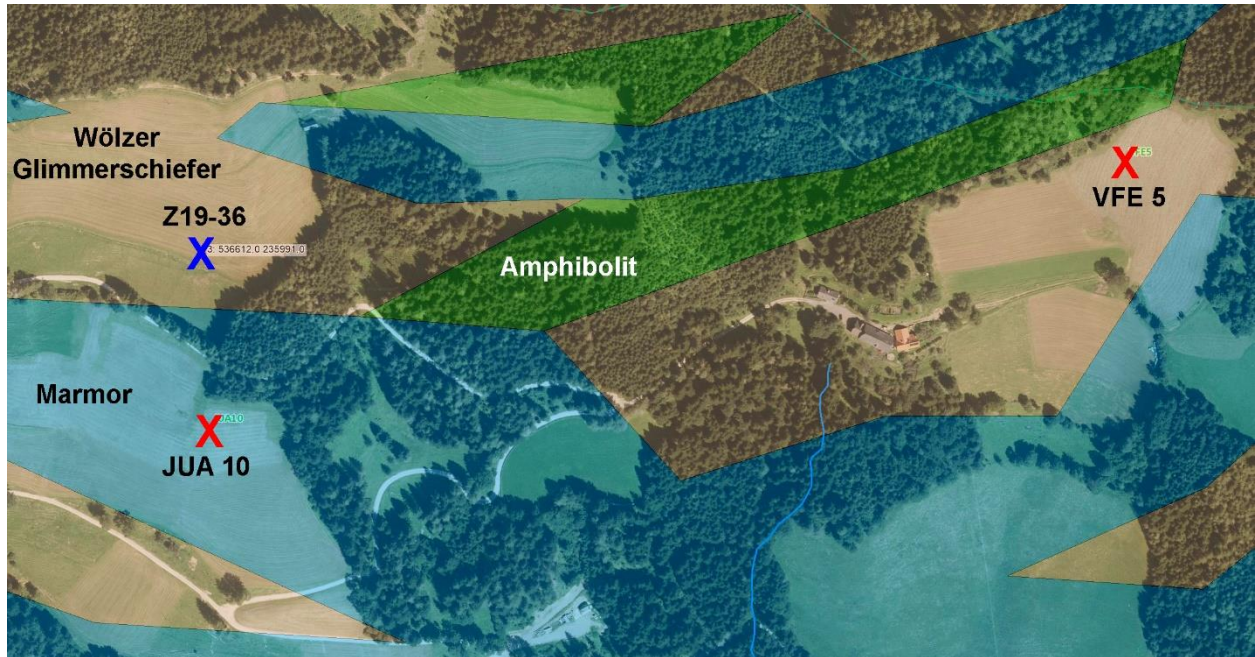
Die Untersuchungsstellen **Z19-119**, **VFE 2** und auch noch **VFE 1** liegen auf einer Niederterrasse, deren Sedimente am Standort **VFE 2** einen halben Meter hoch mit Hangmaterial des Wölzer Kristallins überlagert sind. Die Niederterrasse entstand nach dem Ende der letzten Eiszeit vor ca. 12.000 Jahren. Die Schwermetallgehalte ihrer Böden sind auf den natürlichen Erzreichtum der Region zurückzuführen.



Um die hohen Schwermetallgehalte (vor allem Arsen) am Standort **JUA 10** (Marmor des Wölzer Kristallins) besser erklären zu können, wurde nur 140 m nördlich der Untersuchungsstelle der Boden **Z19-36** im Wölzer Glimmerschiefer kontrolliert.

Er weist eine völlig andere Schwermetallverteilung auf und ist auch mit dem Boden des Standortes **VFE 5** (ebenfalls Wölzer Glimmerschiefer) nicht vergleichbar.

Diese Ergebnisse zeigen, dass die naturgegebenen Schwermetallgehalte der Region auf kleinem Raum sehr unterschiedlich sein können und ihre Abgrenzung nicht sinnvoll ist.



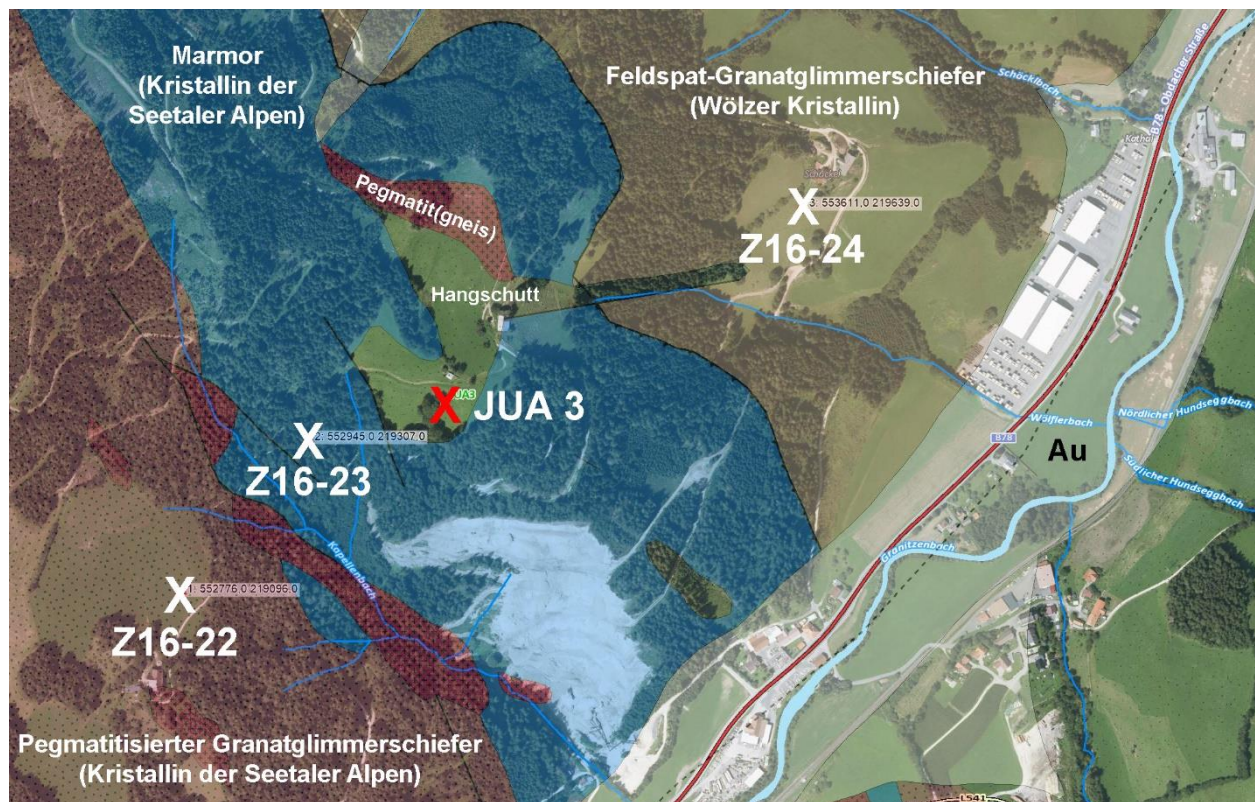
Die Untersuchungsstelle **Z19-36** (Wölzer Glimmerschiefer).

Vererzungen im Kristallin des Bezirkes Murtal

Kathal bei Obdach:

Der Grünlandstandort **JUA 3** liegt im Bereich des Kristallins der Seetaler Alpen (Geländebefund: Glimmerschiefer) und weist erhöhte Gehalte an Zink, Blei und Cadmium auf. Wie aus der Verteilung der Schwermetalle in den drei untersuchten Bodenhorizonten ersichtlich ist, ist der Großteil geogener Herkunft. Es wurden zur Abklärung einer etwaigen Korrelation mit den geologischen Formationen der Umgebung drei Zusatzuntersuchungen durchgeführt (**Z16 22-24**).

JUA 3	Cu	Zn	Pb	Cr	Ni	Co	Mo	Cd	Hg	As
0-5 cm	23,6	368,5	92,1	33,4	24,4	24,1	0,84	0,74	0,16	4,9
5-20 cm	22,9	263,4	56,8	33,6	29,6	25,1	0,61	0,51	0,21	3,4
20-50 cm	18,8	299,4	63,7	34,6	26,0	26,0	0,47	0,57	0,11	2,9
Normalwerte	60	160	50	80	70	30	1,6	0,5	0,3	40

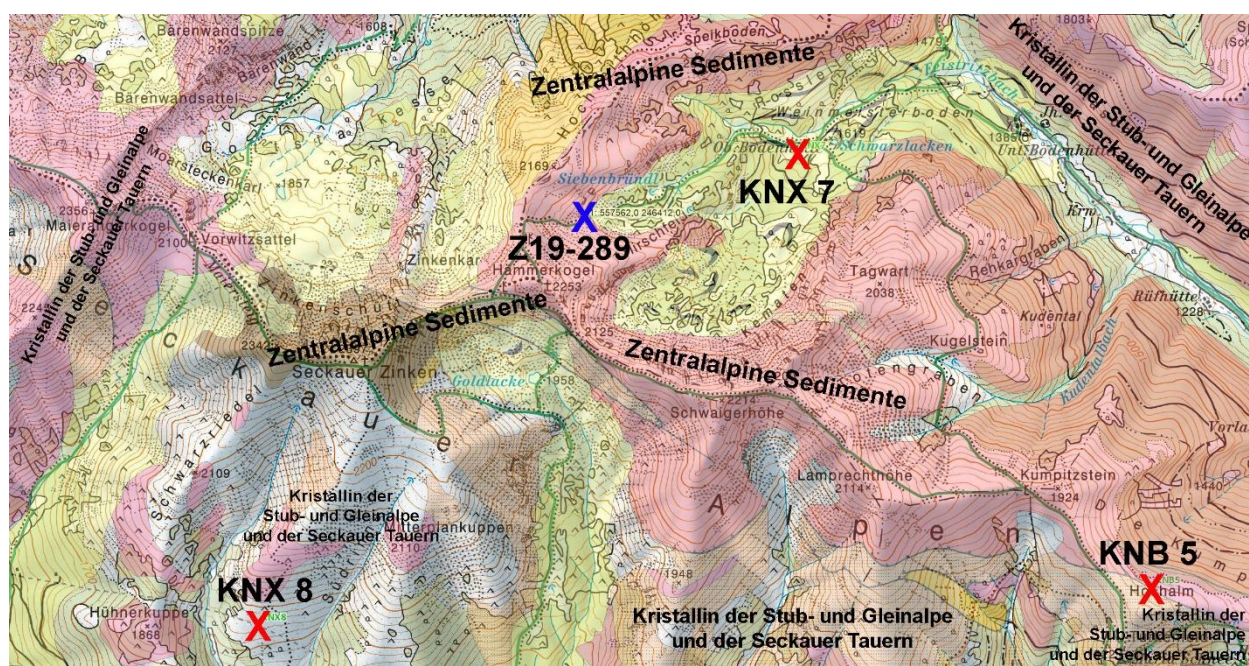


Standorte	Cu	Zn	Pb	Cr	Ni	Co	Mo	Cd	Hg	As
JUA 3	23,6	368,5	92,1	33,4	24,4	24,1	0,84	0,74	0,16	4,9
Z16-22	18,2	65,6	14,0	28,5	21,2	12,4	0,89	0,23	0,02	3,2
Z16-23	11,0	170,2	42,5	30,2	22,5	19,0	<0,08	0,94	0,30	5,7
Z16-24	22,9	80,5	11,7	40,3	28,6	12,5	0,89	0,24	0,01	1,7
Normalwerte	60	160	50	80	70	30	1,6	0,5	0,3	40

Die Schwermetallgehalte der Zusatzuntersuchungen stimmen nicht mit jenen am Standort **JUA 3** überein und belegen nur die örtliche Variabilität der Untersuchungsparameter.

Zentralalpine Sedimente am Hämmerkogel:

Am Übergang vom Paläozoikum (Erdaltertum) zum Mesozoikum (Erdmittelalter), auch **Permotrias** genannt, wurden unter anderem im heutigen Bereich der Nordseite der Seckauer Tauern Sedimente abgelagert, die das Kristallin überdecken. In der geologischen Übersichtskarte auf Seite 16 sind sie als „**Zentralalpines Permomesozoikum**“ eingezeichnet. In ihrem Einflussbereich befindet sich der Hochalmstandort **KNX 7**, dessen Arsengehalt für diesen Bereich der Niederen Tauern unüblich hoch ist. Laut geologischer Karte besteht der Boden aus Moränenmaterial, laut Geländebefund ist es Hangmaterial der zentralalpiner Sedimente. Zur genaueren Abklärung der Herkunft wurde im Bereich nördlich des Hämmerkogels, eine zusätzliche Bodenuntersuchung (**Z19-289**) durchgeführt. Die nächsten Hochalmstandorte des Bodenschutzprogrammes **KNX 8** und **KNB 5** befinden sich im *Kristallin der Stub- und Gleinalpe und der Seckauer Tauern* und weisen unauffällige Schwermetallgehalte auf.



Standorte	Cu	Zn	Pb	Cr	Ni	Co	Mo	Cd	Hg	As
KNX 7	8,4	127,0	68,8	57,8	15,4	5,2	1,27	0,51	0,61	106,0
Z19-289	4,1	17,0	47,1	5,5	2,6	1,2	0,56	0,26	0,26	3,6
KNX 8	7,1	25,6	52,1	10,4	3,4	2,2	0,93	0,19	0,16	14,9
KNB 5	3,6	44,9	31,3	7,1	1,3	2,6	0,33	0,21	0,09	2,6
Normalwerte	60	160	50	80	70	30	1,6	0,5	0,3	40

Die erhöhten Arsengehalte am Standort **KNX 7** sind auch aus dem Hangmaterial der Zentralalpinen Sedimente (**Z19-289**) nicht ableitbar und dürften auf eine kleinräumige Vererzung zurückzuführen sein.

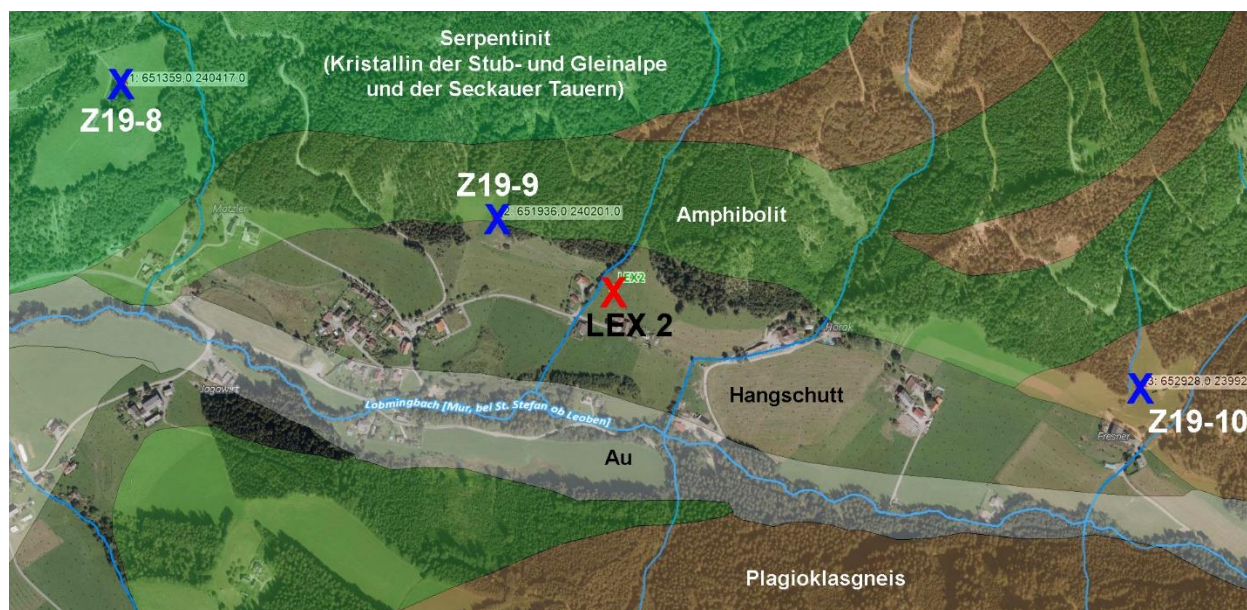
Zentralalpine Sedimente:



Bezirk Leoben

Hinterlobming

Südlich von St. Stefan ob Leoben findet man im *Kristallin der Stub- und Gleinalpe und der Seckauer Tauern* häufig **Serpentinite**, die bekannt für ihren hohen Anteil an den Spurenelementen Chrom und Nickel sind. Der Bodenschutzstandort **LEX 2** wird vom Hangschutt aus Serpentin, Amphibolit und Plagioklasgneis beeinflusst und weist erhöhte Cr- und Ni-Gehalte auf. Durch drei Zusatzuntersuchungen wurde versucht deren Herkunft und damit die Ausbreitung der Schwermetalle zu erfassen.



Standorte	Cu	Zn	Pb	Cr	Ni	Co	Mo	Cd	Hg	As
LEX 2	18,4	80,8	13,4	127,1	89,8	15,7	0,72	0,21	0,12	8,0
Z19-8	10,8	68,7	23,1	87,5	271,7	24,2	0,37	0,14	0,09	6,1
Z19-9	17,4	65,9	24,3	45,6	34,9	14,8	0,23	0,21	0,13	8,1
Z19-10	17,1	81,7	29,4	41,4	23,8	14,8	0,23	0,18	0,12	11,6
Normalwerte	60	160	50	80	70	30	1,6	0,5	0,3	40

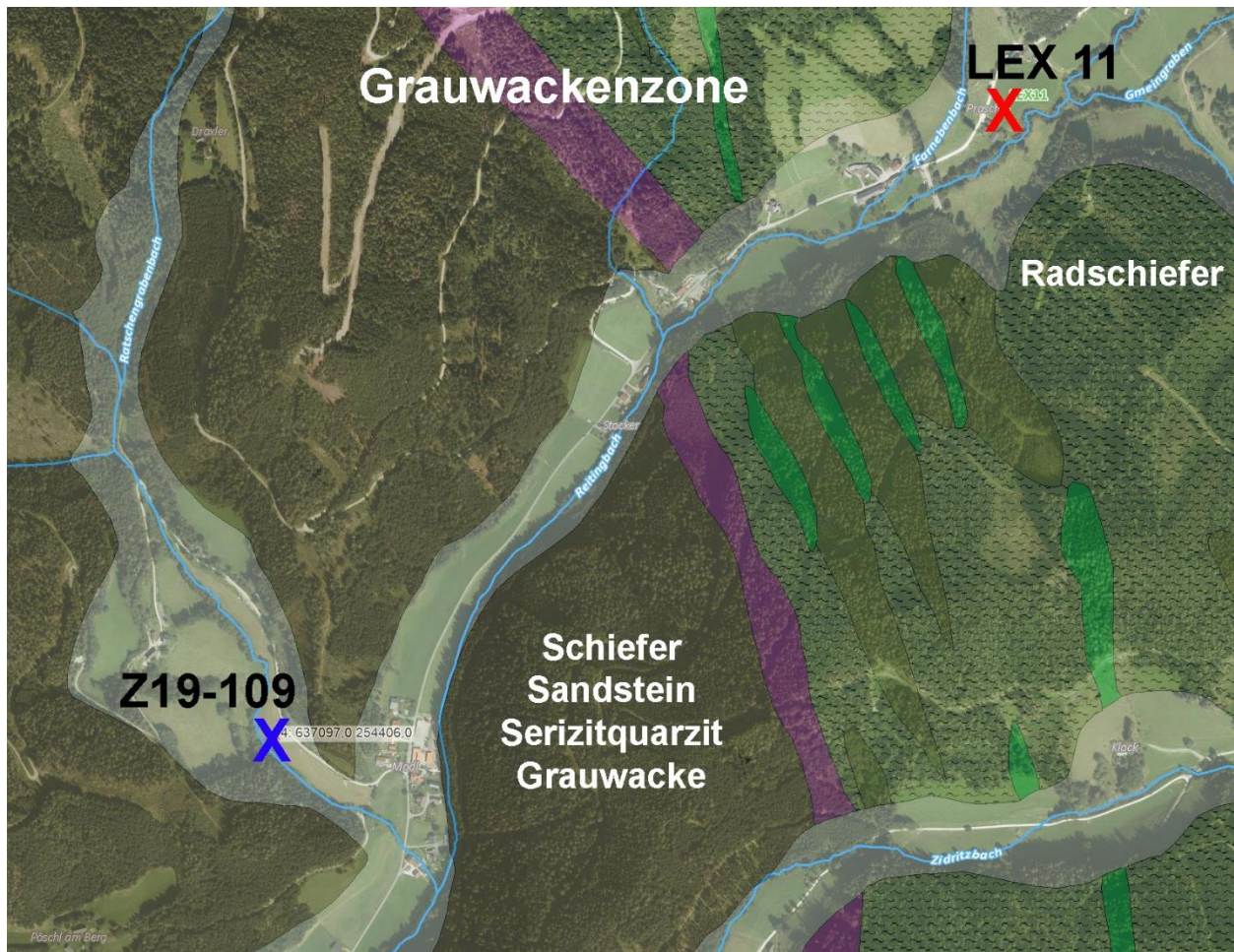
Wie erwartet stammen die erhöhten Chrom- und Nickelgehalte aus dem Serpentin (**Z19-8**). Die Schwermetallgehalte der beiden Untersuchungsstandorte **Z19-9+10** (Amphibolit und Plagioklasgneis) liegen im Normalbereich.

Serpentin aus Hinterlobming:



Reitingbachgraben

Der Bodenschutzstandort **LEX 11** wird vom Schwemmmaterial mehrerer Bäche aus der Grauwackenzone beeinflusst. Das dominierende Gestein sind sogenannte Radschiefer. Der erhöhte Molybdängehalt des Standortes ist über alle untersuchten Bodenhorizonte gleich verteilt und weist auf eine rein geologische Herkunft hin. Mit einer zusätzlichen Untersuchung (**Z19-109**) beim nahen Ratschengrabenbach, dessen Schwemmmaterial von anderen Gesteinen der Grauwackenzone beeinflusst wird, soll abgeklärt werden inwiefern geologische Formationen Einfluss auf die Schwermetallgehalte haben.



Standorte	Cu	Zn	Pb	Cr	Ni	Co	Mo	Cd	Hg	As
LEX 11	39,7	116,4	31,0	48,9	46,7	19,6	3,65	0,37	0,18	21,7
Z19-109	28,8	90,4	31,0	24,9	27,7	14,7	1,49	0,33	0,12	11,2
Normalwerte	60	160	50	80	70	30	1,6	0,5	0,3	40

Das Ergebnis der stichprobenartigen Bodenuntersuchung deutet darauf hin, dass die erhöhten Mo-Gehalte des Standortes **LEX 11** vermutlich aus den Radschiefern der Grauwackenzone stammen. Die Schwermetallgehalte des Prüfstandortes **Z19-109** sind unauffällig.

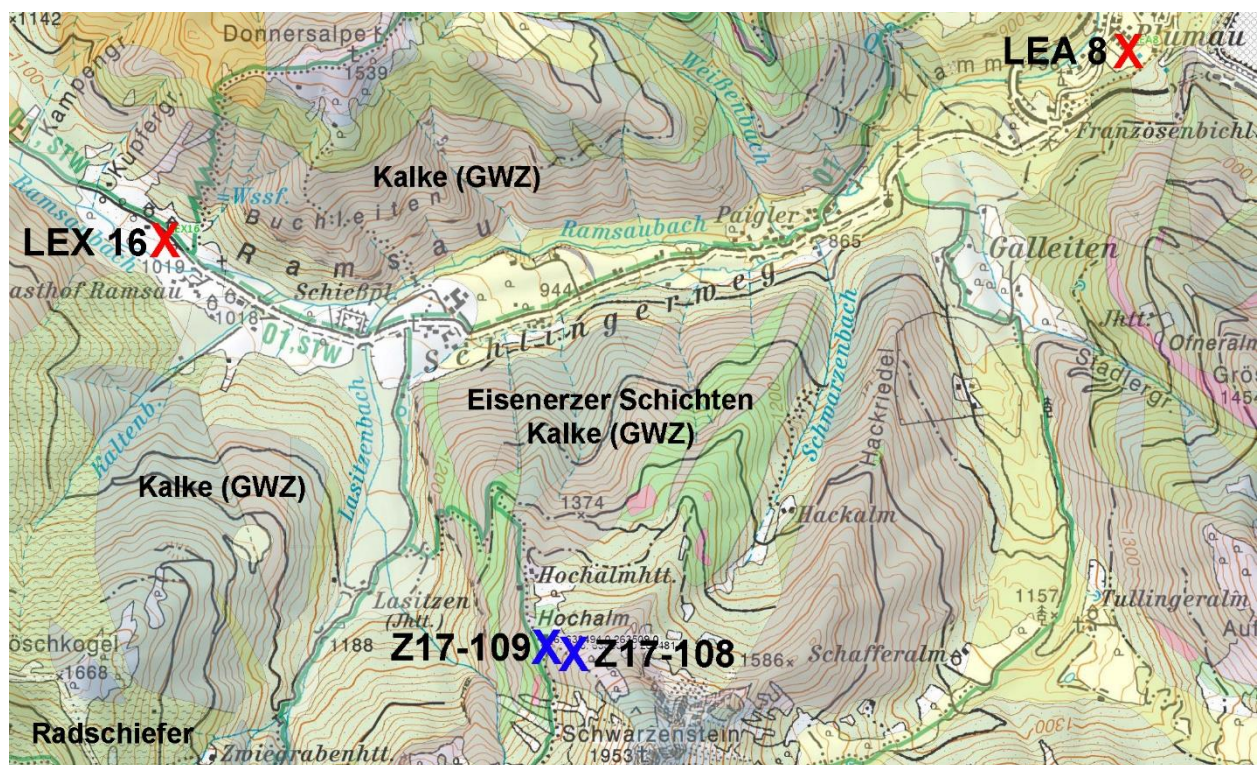
Eisenerzer Ramsau

Die Gesteine der Grauwackenzone in der Region Eisenerz sind für ihren Erzreichtum bekannt. Diese Tatsache spiegelt sich natürlich auch in den Schwermetallgehalten der landwirtschaftlich genutzten Böden des Gebietes wider.

Das Schwemmmaterial des Talbodens **LEX 16** ist ein Gemisch aus Trias-Kalken und Gesteinen der Grauwackenzone. **LEA 8** liegt rein im Einflussbereich der Grauwackenzone. Mit zwei Zusatzuntersuchungen wurde untersucht, ob sich konkrete geologische Formationen durch eine bestimmte Schwermetallverteilung voneinander unterscheiden. Die Untersuchungsstelle **Z17-108** befindet sich auf Kalken, **Z17-109** auf den Eisenerzer Schichten der Grauwackenzone.

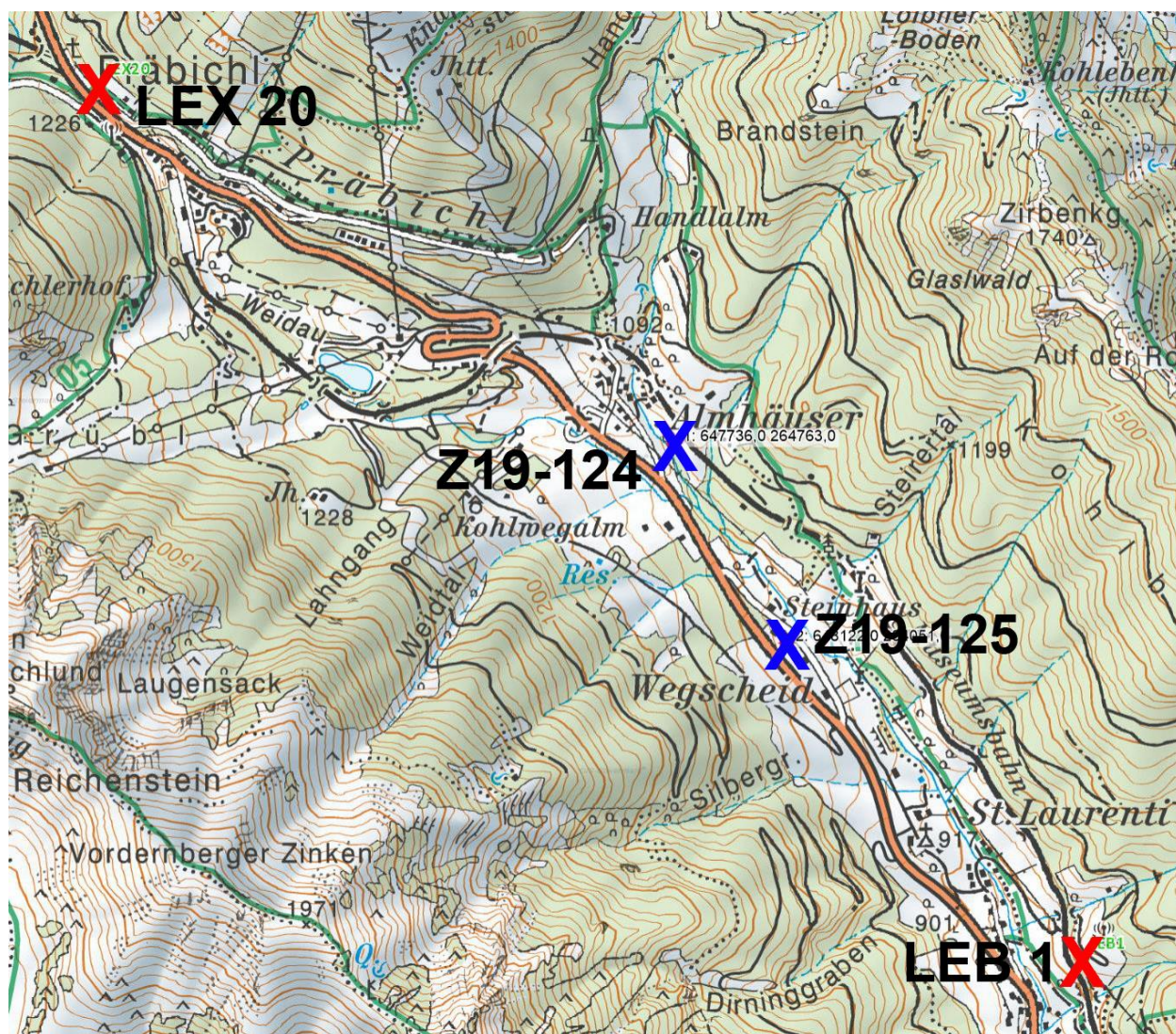
Standorte	Cu	Zn	Pb	Cr	Ni	Co	Mo	Cd	Hg	As
LEX 16	107,0	74,4	52,9	23,3	129,5	58,9	11,08	0,49	2,35	97,8
LEA 8	127,4	107,1	48,2	25,7	55,9	31,1	4,88	0,43	4,11	54,0
Z17-108	19,7	112,6	88,6	24,2	60,1	60,6	2,95	1,70	3,58	26,9
Z17-109	32,1	51,4	37,2	21,5	50,5	25,1	2,74	0,65	1,38	22,3
Normalwerte	60	160	50	80	70	30	1,6	0,5	0,3	40

Das Untersuchungsergebnis zeigt in den paläozoischen Kalken am Standort **Z17-108** höhere Schwermetallgehalte als in der nur ~100 m entfernten Probe **Z17-109** (Eisenerzer Schichten). Inwieweit diese stichprobenartige Untersuchung jedoch repräsentativ ist, oder ob sie nur die lokale Variabilität widerspiegelt, könnte nur durch weitere Kontrollen verifiziert werden. Prinzipiell ist im gesamten Untersuchungsgebiet mit Normalwertüberschreitungen verschiedenster Schwermetalle zu rechnen.



Präbichl - Vordernberg

Die beiden Bodenschutzstandorte **LEX 20** und **LEB 1** weisen bei den Elementen Blei, Molybdän und Quecksilber Normalwertüberschreitungen auf. Die erhöhten Schwermetallgehalte resultieren aus anthropogenen Einträgen (Anreicherung im Oberboden) und dem naturgegebenen geogenen Background. Vor allem beim Quecksilber ist der geogene Anteil von Bedeutung, da im nahegelegenen Krumpental früher Quecksilbererz abgebaut und verhüttet wurde. Zur Abklärung der Verbreitung der Schwermetalle wurden zwei zusätzliche Untersuchungen (**Z19-124+125**) durchgeführt.



Standorte	Cu	Zn	Pb	Cr	Ni	Co	Mo	Cd	Hg	As
LEX 20	16,5	92,5	41,2	19,1	17,8	11,7	1,95	0,41	0,92	11,6
Z19-124	48,3	74,2	50,8	17,4	42,0	22,7	2,28	0,54	0,64	36,0
Z19-125	36,2	97,4	51,3	18,4	27,8	13,3	1,95	0,36	0,48	18,4
LEB 1	33,7	123,9	79,1	21,8	22,1	11,3	1,25	0,35	0,74	14,7
Normalwerte	60	160	50	80	70	30	1,6	0,5	0,3	40

Die Ergebnisse der Untersuchungen weisen auch hier auf eine großflächigere Verbreitung der Schwermetalle hin.

Der ehemalige Quecksilber-Bergbau in der Krumpen

Historisches:

1836 baute Georg Göth in Nähe des Krumpensees ein Knappenhaus mit Schmelzöfen, die mit Latschen beheizt wurden. Dort wurde der Cinnabarit (Zinnober, HgS) aus dem Göthstollen (~100 m unter dem Römerstollen im Nordhang des Zölzrückens) in 18 großen gusseisernen Retorten verhüttet. Der Ertrag bis 1838 sollen 5-6 Zentner reines Quecksilber gewesen sein. Wegen Holz-mangel wurde die Erzaufbereitung in die Schmelz südlich der Hirnalm verlegt und versucht von der Zölzalm von Süden her das Erz abzubauen. Durch das Sinken des Quecksilberpreises ging die Produktion jedoch zurück und wurde 1857 eingestellt. 1920 wurden oberhalb des Krumpensees wieder Bergbauarbeiten aufgenommen, welche 1936 endgültig eingestellt wurden.

(Literaturzusammenstellung, res montanarum 45/2008, Seiten 72 ff.)

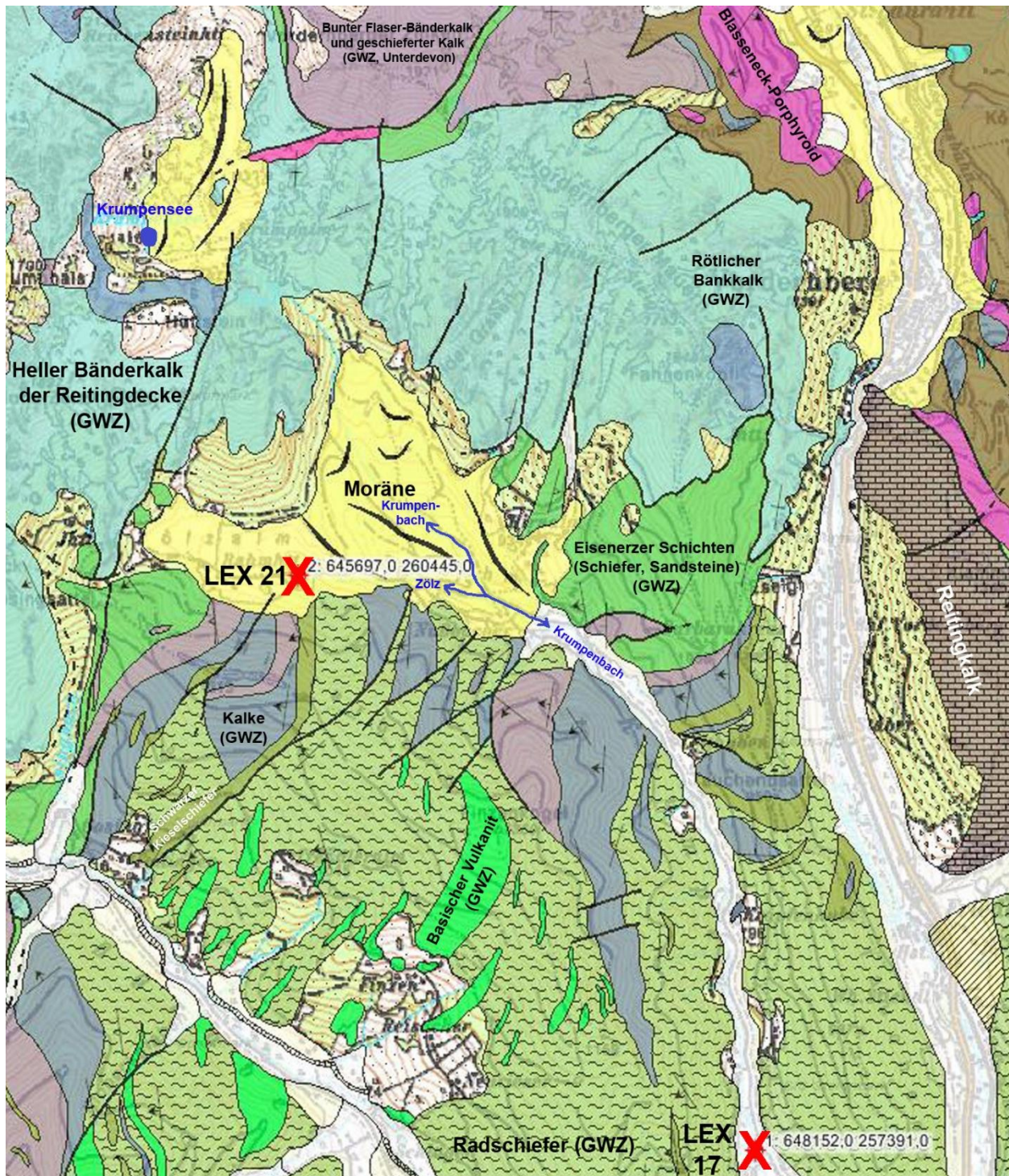


Info-Tafel in der Krumpen.

Zwei Untersuchungsstandorte des Bodenschutzprogrammes auf der Zölzalm (LEX 21) und im Tal des Krumpenbaches (LEX 17) belegen den Erzreichtum in der Region:

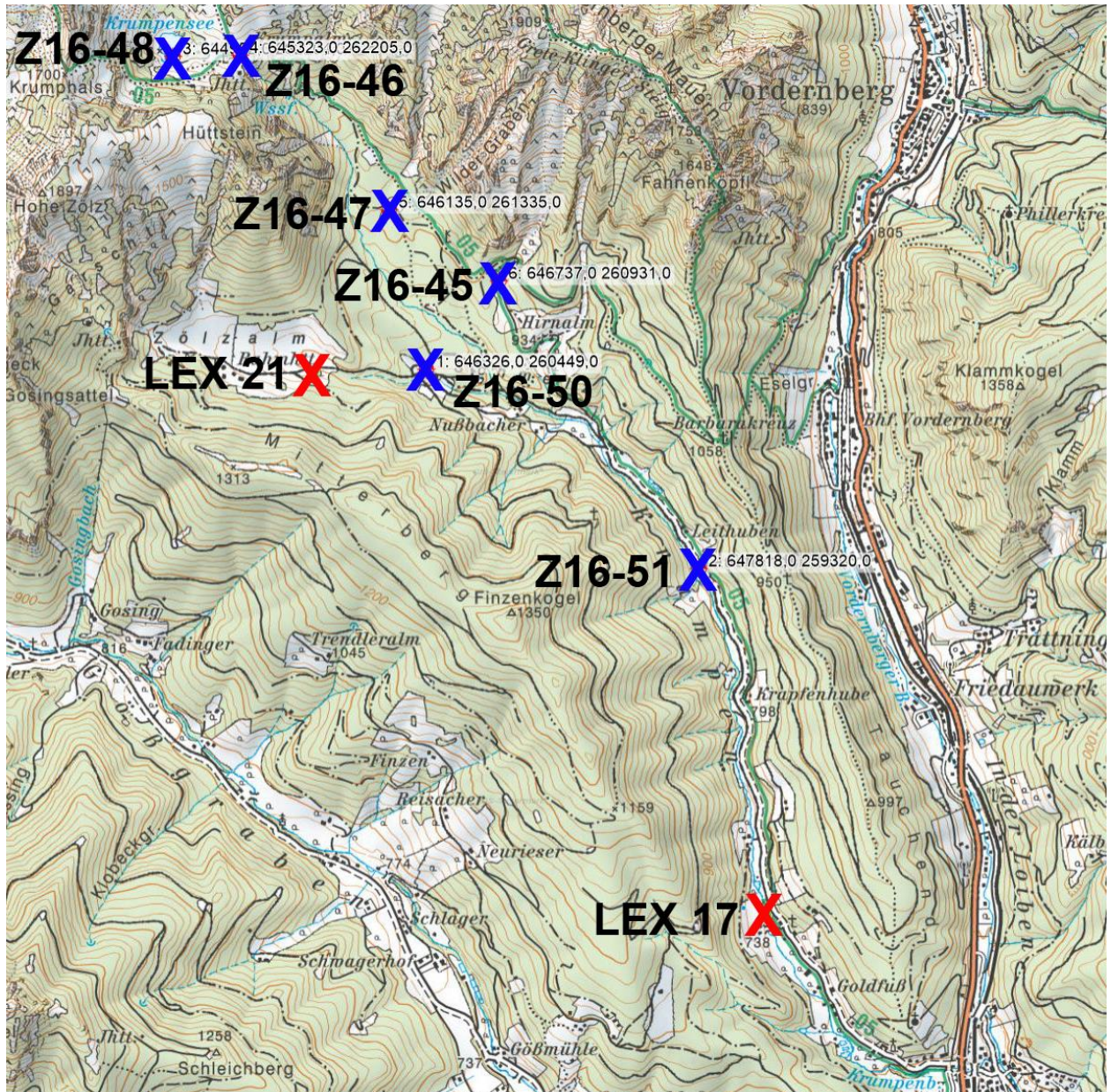
Standorte	cm	Cu	Zn	Pb	Cr	Ni	Co	Mo	Cd	Hg	As
LEX 21	0 - 5	46,6	115,6	70,0	34,6	47,3	23,9	4,56	0,45	0,73	65,8
LEX 21	5 - 20	67,9	98,4	41,8	39,5	67,1	31,7	4,96	0,21	0,50	78,0
LEX 21	20 - 50	66,5	88,6	31,3	36,5	72,1	33,6	3,76	0,24	0,28	74,4
LEX 17	0 - 5	44,2	113,8	38,6	54,5	121,3	58,0	3,93	0,53	116,12	47,4
LEX 17	5 - 20	46,2	105,0	39,2	51,6	122,6	59,4	4,32	0,51	138,69	46,8
LEX 17	20 - 50	46,7	92,6	32,3	51,6	113,8	52,9	4,88	0,36	98,75	50,8
Normalwerte		60	160	50	80	70	30	1,6	0,5	0,3	40

Das bodenbildende Ausgangsmaterial der beiden Standorte stammt aus der Grauwackenzone (GWZ), weist aber ein unterschiedliches Verteilungsmuster der Schwermetalle auf. Der Almstandort **LEX 21** ist Arsen-dominiert. Der Boden des Talstandortes **LEX 17** besteht aus Schwemmmaterial des Krumpenbaches, dessen Einzugsgebiet von der Zölzalm bzw. hauptsächlich aus der Bergregion Krumpensee/Krumpenalm südlich des Eisenerzer Reichensteins stammt und weist erhöhte Gehalte von Nickel, Kobalt, Molybdän, Arsen und vor allem Quecksilber auf. Die Quecksilbergehalte sind die höchsten, die bei der Bodenzustandsinventur der Steiermark festgestellt wurden.



Die Geologie des Untersuchungsgebietes.

Um die genauere Herkunft und die Ausdehnung der erhöhten Hg-Gehalte besser abgrenzen zu können, wurden sechs zusätzliche Bodenuntersuchungen im Einzugsgebiet des Krumpenbaches durchgeführt.

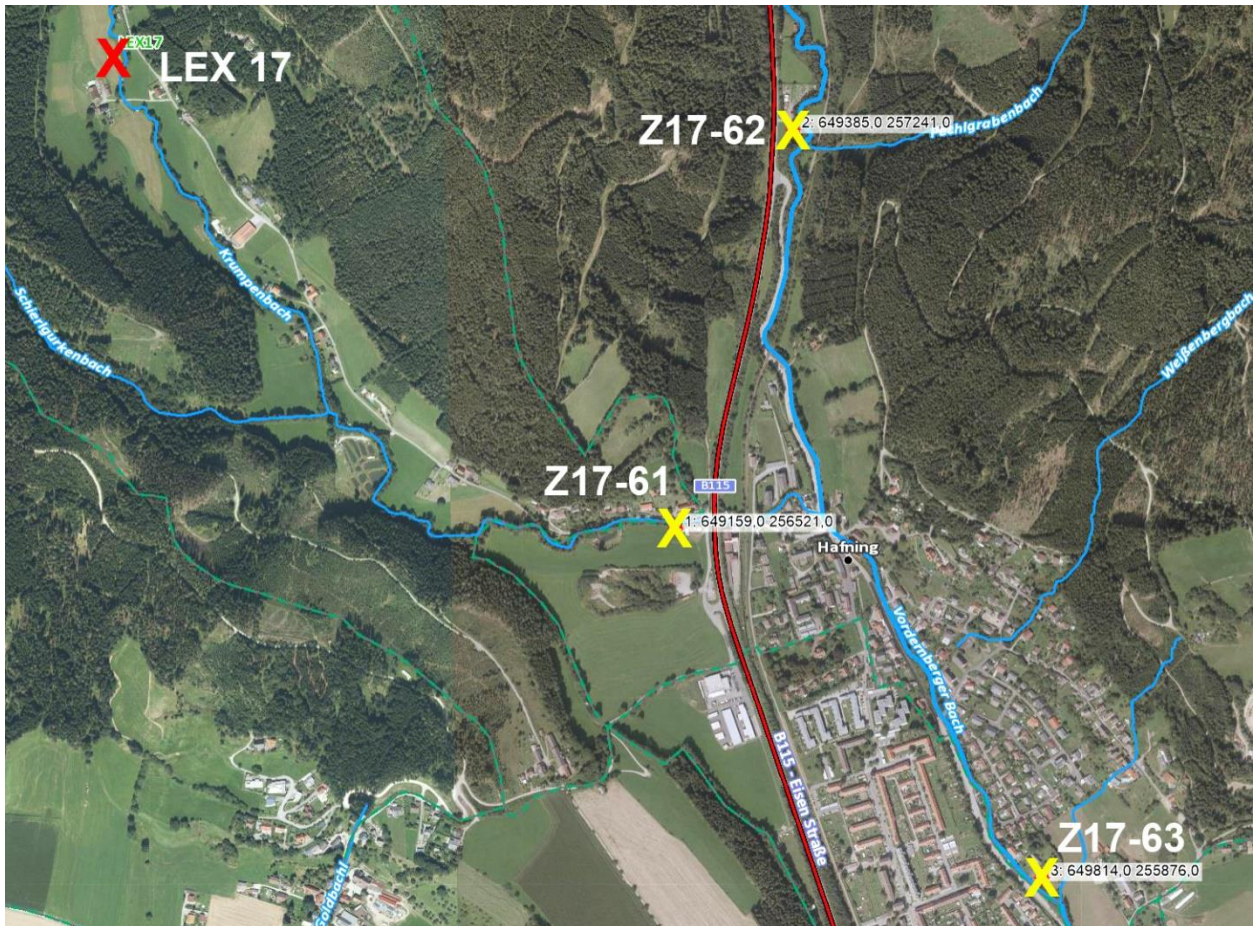


Die Schwermetallgehalte (mg/kg) der Oberböden im Untersuchungsgebiet:

Standorte	Cu	Zn	Pb	Cr	Ni	Co	Mo	Cd	Hg	As
LEX 21	46,6	115,6	70,0	34,6	47,3	23,9	4,56	0,45	0,73	65,8
Z16-50	37,4	88,4	34,1	15,9	31,4	12,5	1,88	0,79	6,75	34,2
Z16-48	16,2	95,5	60,8	9,3	34,5	20,2	1,17	1,39	181,90	51,2
Z16-46	50,3	219,4	70,3	11,7	49,6	23,3	2,36	1,81	163,80	30,3
Z16-47	23,4	76,7	43,6	15,9	25,3	10,9	1,24	1,34	5,99	30,2
Z16-45	17,9	68,0	34,6	18,4	21,5	8,7	1,01	0,85	1,40	20,8
Z16-51	35,2	74,9	27,0	14,6	85,2	49,9	1,46	0,56	405,20	30,7
LEX 17	44,2	113,8	38,6	54,5	121,3	58,0	3,93	0,53	116,12	47,4
Normalwerte	60	160	50	80	70	30	1,6	0,5	0,3	40

Die hohen Hg-Gehalte am Standort **LEX 17** dürften ihren Ursprung aus dem Bereich Krumpensee - Krumpenalm haben (**Z16-48+46**) und sich im Sediment des Krumpenbaches angereichert haben. Dort scheinen die Gehalte aber rasch abzuklingen. Der Hg-Gehalt am Standort **LEX 17** beträgt weniger als ein Drittel gegenüber dem 2 km weiter talaufwärts untersuchten Zusatzstandort **Z16-51**.

Um den weiteren Transport der Schwermetalle vom Krumpenbach in den Vordernbergerbach zu verfolgen, wurden drei zusätzliche Kontrollstellen (**Z17 61-63**) im Bereich von Hafning bei Trofaiach untersucht.



Die Schwermetallgehalte (mg/kg) der Oberböden im Untersuchungsgebiet:

Standorte	Cu	Zn	Pb	Cr	Ni	Co	Mo	Cd	Hg	As
Z17-61	41,9	99,7	41,5	40,7	77,1	35,4	2,48	0,58	19,95	29,0
Z17-62	19,9	51,4	26,2	14,6	25,3	10,5	1,19	0,21	0,90	9,8
Z17-63	30,6	232,1	54,8	25,5	28,8	10,5	1,81	0,53	1,62	11,4
Normalwerte	60	160	50	80	70	30	1,6	0,5	0,3	40

Vor der Einmündung in den Vordernbergerbach hat der Krumpenbach noch rund 20 mg/kg Hg abgelagert (**Z17-61**), dann verdünnt sich der Bodengehalt auf weniger als ein Zehntel (**Z17-63**).

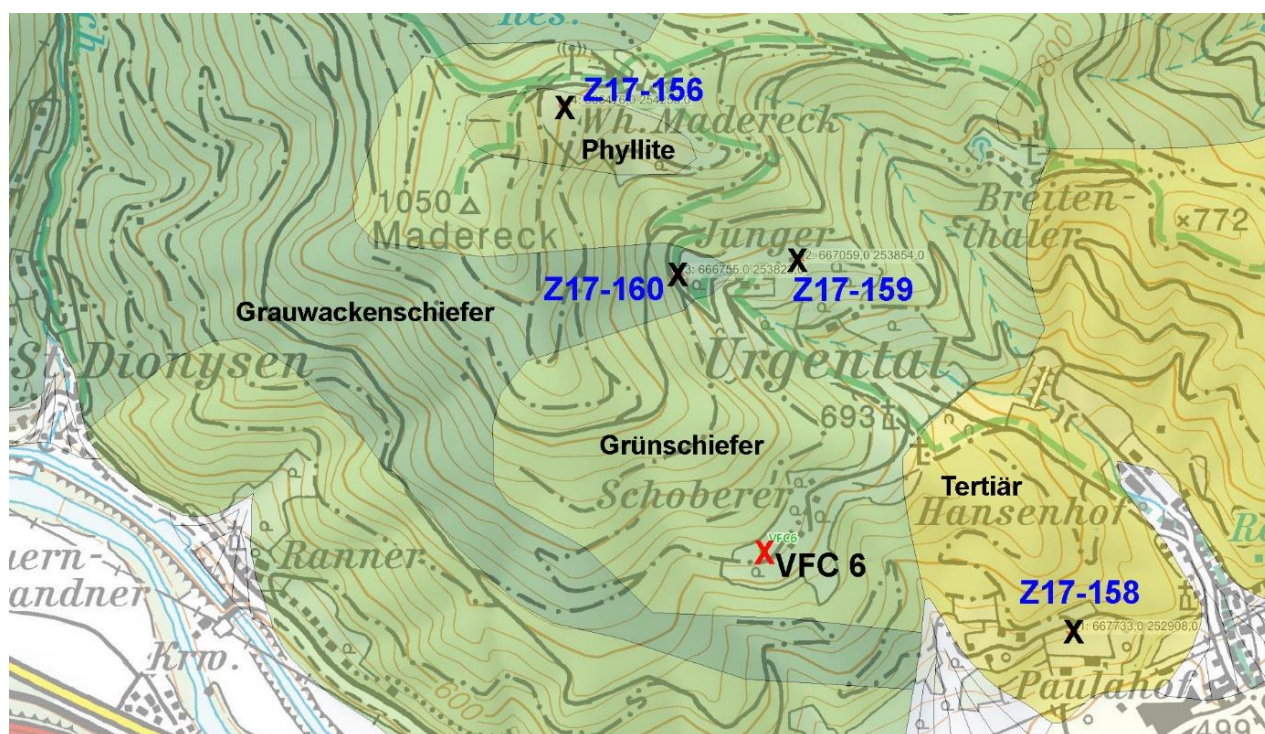
Bezirk Bruck - Mürzzuschlag

Madereck bei Bruck an der Mur

Der Grünlandstandort **VFC 6** am **Madereck** bei Bruck/Mur wurde 1997 zur Kontrolle industrieller Immissionen aus der Eisenindustrie eingerichtet. Diese dokumentieren sich auch in den im Oberboden angereicherten Molybdängehalten. Überraschend waren jedoch die hohen Gehalte von Chrom, Nickel, Kobalt und vor allem Quecksilber. Sie sind, wie die gleichmäßige bzw. nach unten hin steigende Verteilung in den untersuchten Bodenhorizonten zeigt, geogener Herkunft:

cm	Cu	Zn	Pb	Cr	Ni	Co	Mo	Cd	Hg	As
0 - 5	44,5	154,3	30,1	117,8	69,8	30,5	1,73	0,48	18,34	11,7
5 - 20	46,0	112,0	13,4	129,4	69,4	31,8	0,62	0,15	21,86	13,6
20 - 50	43,5	102,0	9,3	134,6	71,2	33,2	0,49	0,08	29,45	12,6
Normalwerte	60	160	50	80	70	30	1,6	0,5	0,3	40

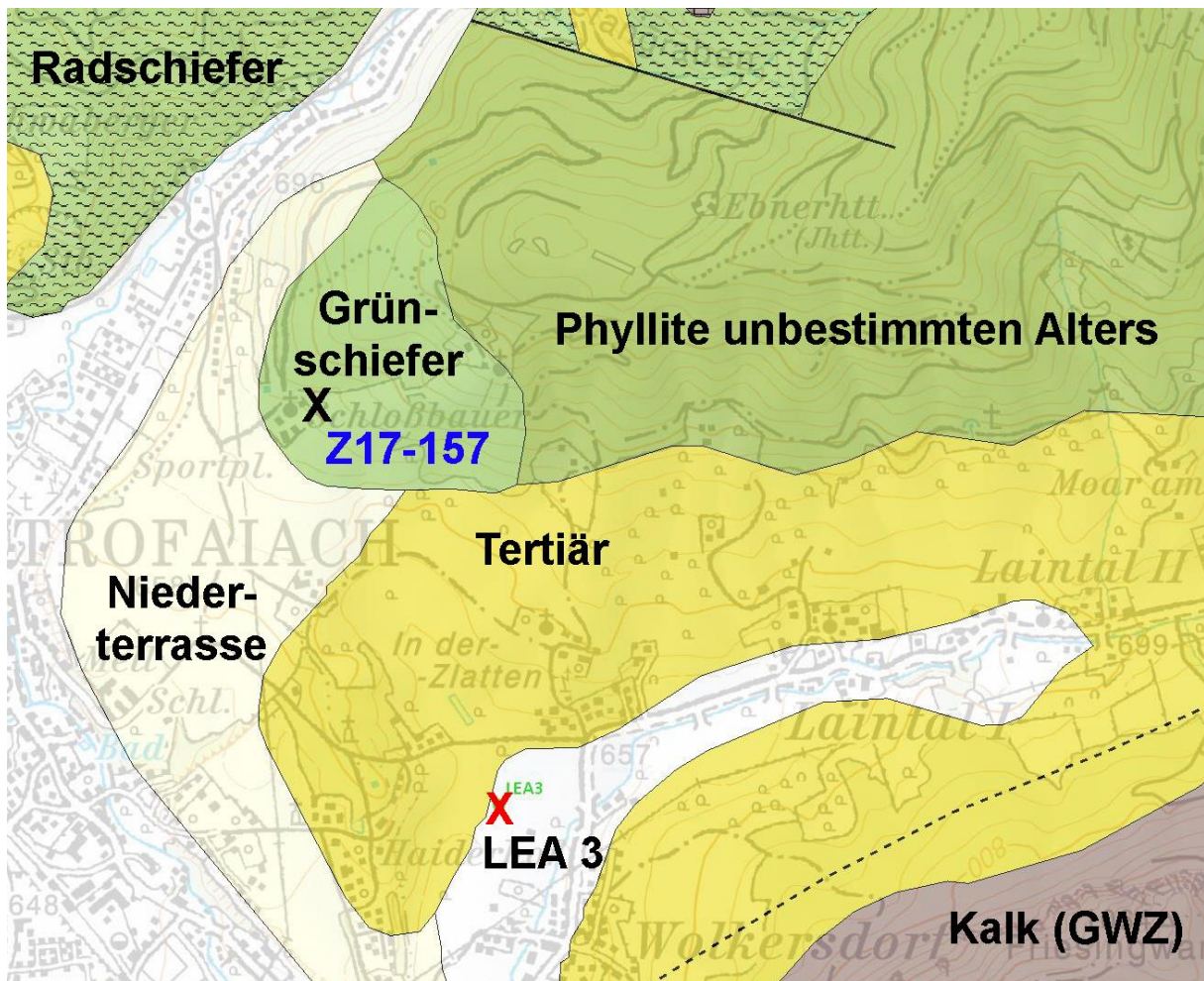
Der Standort liegt in der paläozoischen Grauwackenzone, das bodenbildende Ausgangsmaterial ist Grünschiefer. Weitere vier Untersuchungen dieser und benachbarter geologischer Formationen sollen helfen abzuklären, ob die erhöhten Hg-Gehalte an ein bestimmtes Ausgangsmaterial gebunden sind.



Standorte	Cu	Zn	Pb	Cr	Ni	Co	Mo	Cd	Hg	As
Z17-156	34,2	164,0	39,3	179,0	112,0	34,2	1,12	0,57	0,38	9,4
Z17-158	28,5	79,1	27,3	47,8	32,1	14,8	1,42	0,22	0,21	14,3
Z17-159	57,5	106,4	29,4	114,8	62,7	45,1	0,12	0,25	0,45	17,2
Z17-160	49,2	130,9	35,0	128,3	73,3	37,2	0,41	0,41	0,92	15,5
Normalwerte	60	160	50	80	70	30	1,6	0,5	0,3	40

Die Ergebnisse der zusätzlichen Bodenuntersuchungen zeigen, dass die Unterschiede der erhöhten Schwermetallgehalte innerhalb der paläozoischen Gesteine (**Z19-156, 159** und **160**) nicht sehr ausgeprägt sind, der Tertiärboden **Z17-158** weist normale Werte auf. Die hohen Hg-Gehalte des Bodenschutzstandortes **VFC 6** (18,34 mg/kg Hg) werden nirgends erreicht und stellen eine kleine lokale Vererzung im paläozoischen Grünschiefer dar. Der in derselben geologischen Formation gelegene Zusatzstandort **Z17-159** liegt nur ca. 700 m weiter nördlich und weist nur mehr leicht erhöhte Hg-Gehalte von 0,45 mg/kg auf.

Um einen weiteren auf paläozoischem Grünschiefer gelegenen Boden zu kontrollieren, wurde bei Trofaiach der Standort **Z17-157** untersucht.



Standort	Cu	Zn	Pb	Cr	Ni	Co	Mo	Cd	Hg	As
Z17-157	37,0	84,2	72,0	110,4	69,4	29,2	0,41	0,23	0,37	11,3
Normalwerte	60	160	50	80	70	30	1,6	0,5	0,3	40

Auch hier liegen die Schwermetallgehalte im schon vom Madereck bei Bruck/Mur her bekannten leicht erhöhten Bereich und belegen den offensichtlich typischen Vererzungsgrad der paläozoischen Gesteine in diesem Bereich der Grauwackenzone.

Die Schwermetallgehalte (mg/kg) der Oberböden im Untersuchungsgebiet:

Standorte	Cu	Zn	Pb	Cr	Ni	Co	Mo	Cd	Hg	As
BMX 11	25,6	105,8	63,4	18,8	23,2	12,6	1,70	0,44	0,20	17,0
BMX 34	24,1	82,5	49,5	25,0	18,2	14,3	1,67	0,44	0,07	16,2
BMX 25	16,1	57,9	25,0	28,5	9,2	10,1	1,73	0,24	0,22	13,4
Z19-137	57,6	592,2	913,3	31,7	20,3	11,8	1,46	6,59	1,51	47,3
Z19-138	29,5	282,4	365,5	25,7	24,7	12,1	0,96	3,52	0,48	28,5
Z19-139	13,9	76,4	25,0	16,7	22,7	10,1	0,51	0,37	0,14	3,5
Normalwerte	60	160	50	80	70	30	1,6	0,5	0,3	40

Die unterschiedlichen geologischen Formationen weisen stark unterschiedliche Schwermetallmuster auf:

Der Molybdängehalt ist nur in den Radschiefern der Grauwackenzone leicht erhöht.

Die Hochalmstandorte im Wettersteinkalk (**Z19-137**) und im Gutensteiner Kalk/Dolomit (**Z19-138**) weisen stark erhöhte Gehalte der Kalk-typischen Schwermetalle Zink, Blei und Cadmium auf. Im Wettersteinkalk sind zusätzlich Quecksilber und Arsen erhöht.

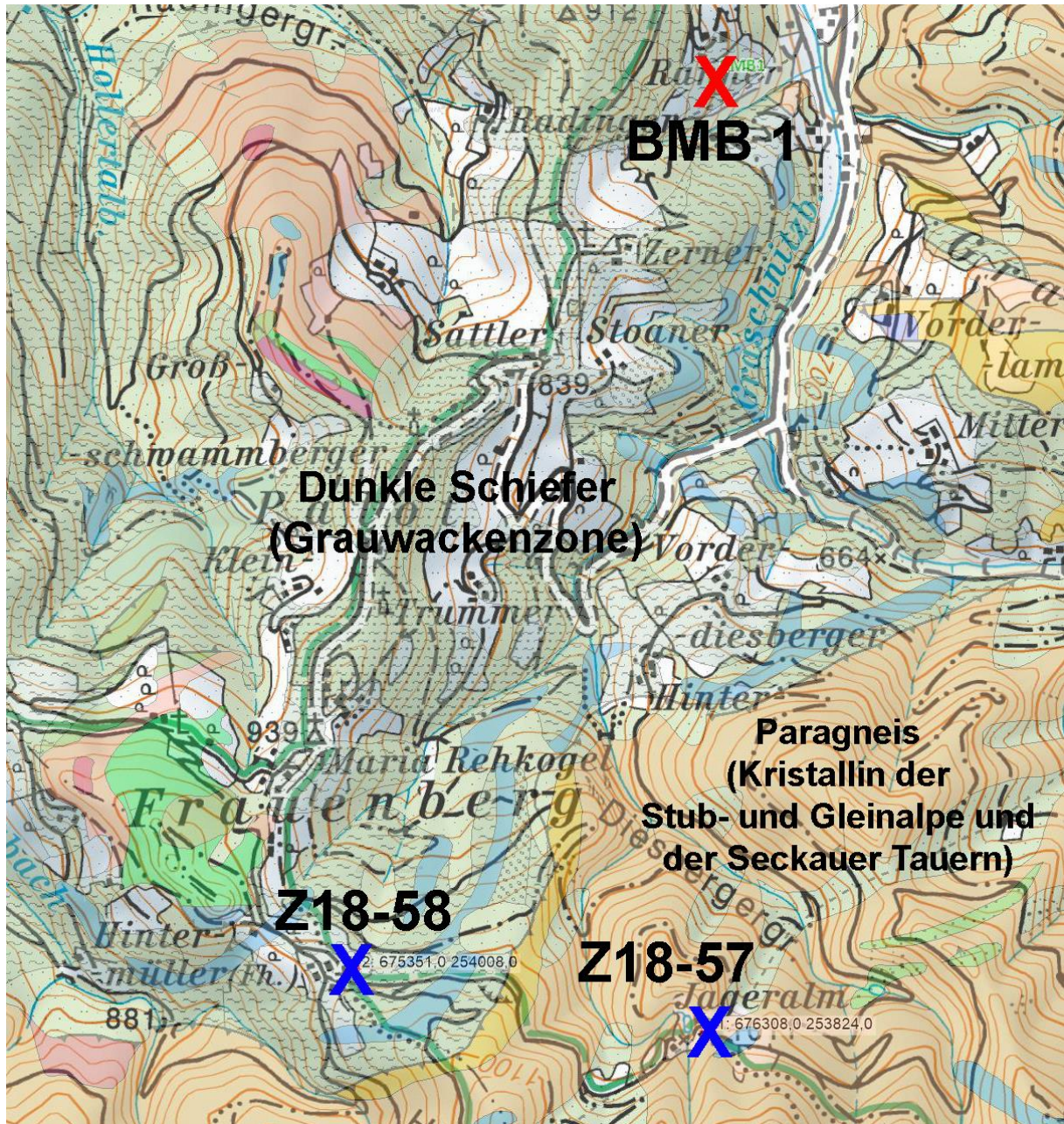
Der Boden der Prüfstelle **Z19-139** in den Werfener Schichten liegt bei allen Schwermetallen im Normalbereich.



Radschiefer der Grauwackenzone auf der Scheiklalm (**BMX 34**).

Frauenberg

Auch in den paläozoischen Schiefen der Grauwackenzone am Frauenberg findet man am Bodenschutzstandort **BMB 1** erhöhte Molybdängehalte, welche durch Zusatzuntersuchungen vom angrenzenden Paragneis aus dem Kristallin der Stub- und Gleinalpe und der Seckauer Tauern (**Z18-57**) leicht abzugrenzen sind.



Standorte	Cu	Zn	Pb	Cr	Ni	Co	Mo	Cd	Hg	As
BMB 1	43,1	188,4	30,7	66,8	29,8	12,9	3,01	0,54	0,10	9,8
Z18-57	25,9	178,8	29,2	64,0	36,7	14,4	0,56	0,28	0,12	5,7
Z18-58	17,1	128,5	53,0	27,8	20,8	8,8	2,01	0,22	0,15	16,2
Normalwerte	60	160	50	80	70	30	1,6	0,5	0,3	40

Beide Standorte der Grauwackenzone (**BMB 1** und **Z18-58**) weisen erhöhte Molybdängehalte auf, Zink und Cadmium lassen sich geologisch nicht zuordnen.



Untersuchungsstelle **Z18-58** (Schiefer der Grauwackenzone).

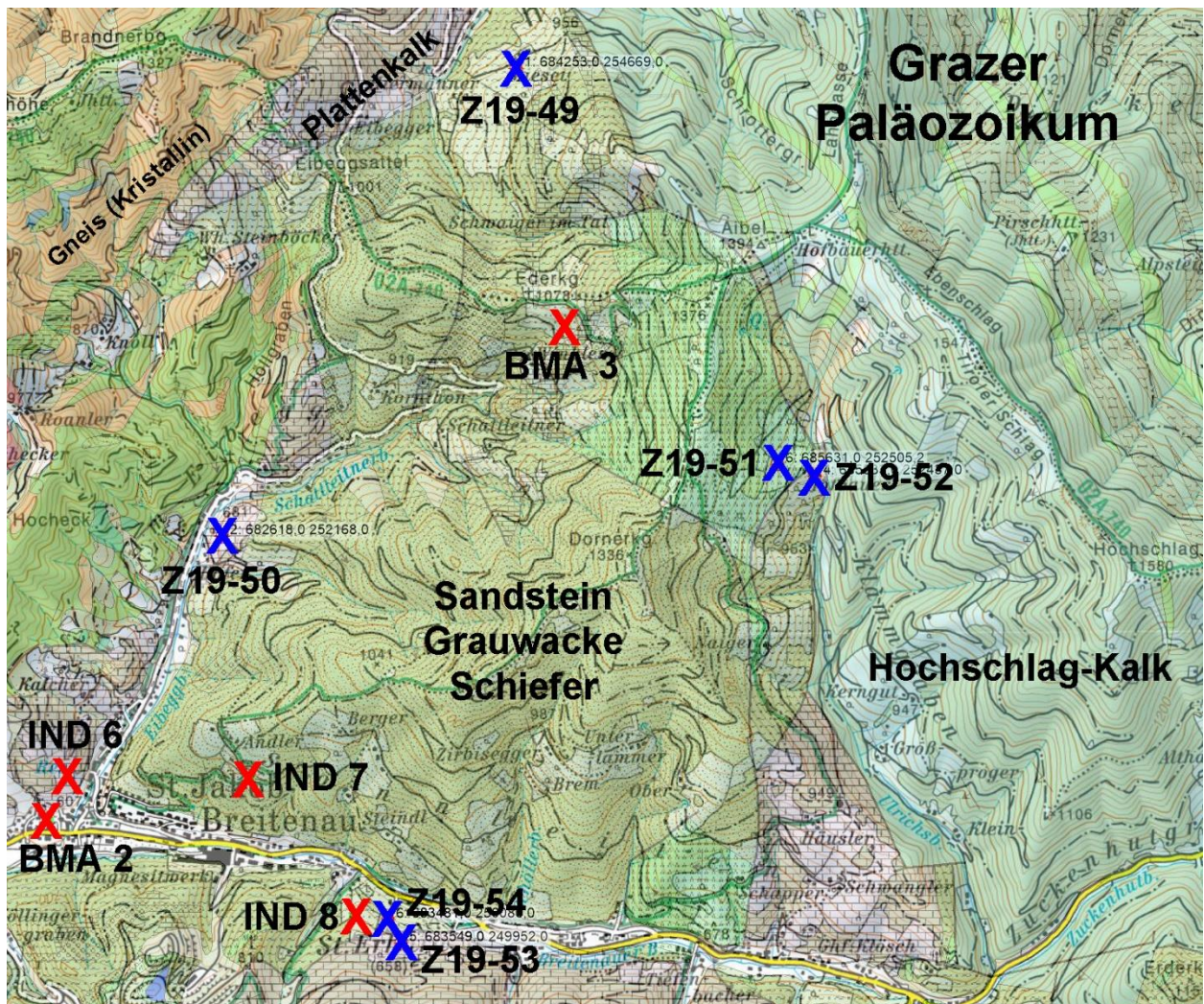


Untersuchungsstelle **Z18-57** (Paragneis aus dem Kristallinen Bereich).

Breitenau

Als Industriestandort ist uns die Breitenau heute durch den Abbau und die Verarbeitung von Magnesit bekannt. Doch der Bergbau (Gold, Silber, Bleiglanz, Arsen und Eisen) ist seit über 1000 Jahren in der Region ein Thema.

So war es auch nicht weiter verwunderlich, dass man bei Bodenuntersuchungen immer wieder auf Vererzungen diverser Schwermetalle stößt. Diese treten nach dem derzeitigen Stand der Untersuchungen aber nur lokal kleinräumig und wenig ergiebig auf. Der Versuch über Zusatzuntersuchungen (Z19 49-54) in konkreten geologischen Formationen des Grazer Paläozoikums charakteristische Schwermetallmuster zu erkennen, war wegen der hohen lokalen Variabilität der Elemente nicht erfolgreich.



Standorte	Geologie
Z19-49	Grauwacke
Z19-50	Plattenkalk
Z19-51	Lava, Tuff
Z19-52	Grauwacke
Z19-53	Plattenkalk
Z19-54	Grauwacke

Standorte	Geologie
BMA 2	Hangmaterial
BMA 3	Grauwacke
IND 6	Plattenkalk
IND 7	Grauwacke
IND 8	Grauwacke

Die Schwermetallgehalte (mg/kg) der Oberböden im Untersuchungsgebiet:

Standorte	Cu	Zn	Pb	Cr	Ni	Co	Mo	Cd	Hg	As
BMA 3	92,2	121,9	35,8	74,7	83,4	21,8	4,26	0,30	0,22	24,3
Z19-49	32,1	83,7	24,3	56,0	48,5	17,0	1,98	0,31	0,15	16,1
Z19-50	33,2	69,6	21,9	32,5	38,3	16,3	1,37	0,20	0,15	22,7
Z19-51	37,8	94,3	22,2	45,5	36,8	20,0	2,05	0,26	0,50	11,3
Z19-52	47,4	116,3	33,3	70,6	49,1	22,8	1,23	0,36	0,23	10,4
IND 8	74,2	68,0	53,4	132,4	73,8	27,2	6,39	0,41	3,01	43,0
Z19-53	24,4	68,2	28,3	17,3	24,2	9,2	1,32	0,38	0,44	14,1
Z19-54	48,2	73,6	42,1	31,9	42,3	15,9	4,06	0,35	0,87	37,1
IND 7	35,7	69,4	25,8	34,6	47,7	17,6	1,08	0,38	0,31	10,5
BMA 2	35,3	102,2	24,2	37,1	36,0	15,6	1,21	0,26	0,22	17,5
IND 6	26,2	55,9	15,2	42,6	36,6	16,8	1,33	0,20	0,22	15,4
Normalwerte	60	160	50	80	70	30	1,6	0,5	0,3	40

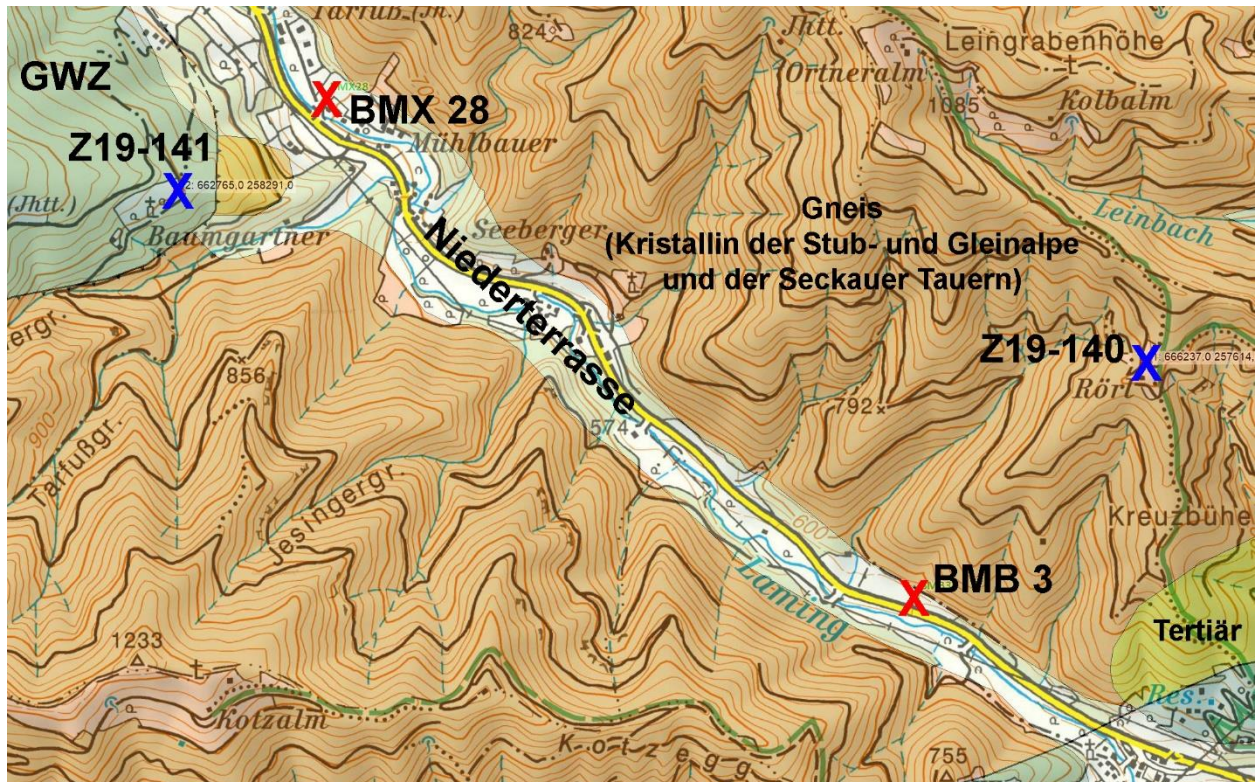
Auch innerhalb gleicher geologischer Formationen (z. B. Grauwacke oder Plattenkalk) gibt es keine übereinstimmenden Schwermetallgehalte. Somit verhindert die hohe lokale Variabilität der Elemente im Oberboden eine genauere Abgrenzung ihrer Verbreitung. Man muss überall in der Region mit kleineren Vererzungen rechnen. Einige Untersuchungsstandorte wieder weisen bei allen Schwermetallen übliche, dem Durchschnitt steirischer Böden entsprechende, Gehalte auf. Bei den Schwermetallen Pb, Cr, Mo und Cd wurde an den Standorten **BMA 3** und **IND 8** ein gewisser anthropogener Anteil (Anreicherungen im Oberboden) festgestellt.



Die Untersuchungsstelle **Z19-53** bei Sankt Erhard in der Breitenau.

Laming

Der Bodenschutzstandort **BMB 3** weist im Oberboden erhöhte Molybdängehalte auf, die aufgrund der Profilanalyse geogener Herkunft sind. Er liegt auf einem Schwemmkegel des nördlich aus dem Kristallin kommenden Zetlergrabenbaches, könnte aber auch von der weiter taleinwärts gelegenen Grauwackenzone (GWZ) beeinflusst werden. Der Standort **BMX 28** (Talboden des Lamingbaches) weist bei allen Schwermetallen normale Gehalte auf. Zur Abklärung der Herkunft und Ausbreitung der erhöhten Mo-Gehalte wurden die zwei Zusatzstandorte **Z19-140** (Gneis im Kristallin) und **Z19-141** (Phyllit der Grauwackenzone) untersucht.



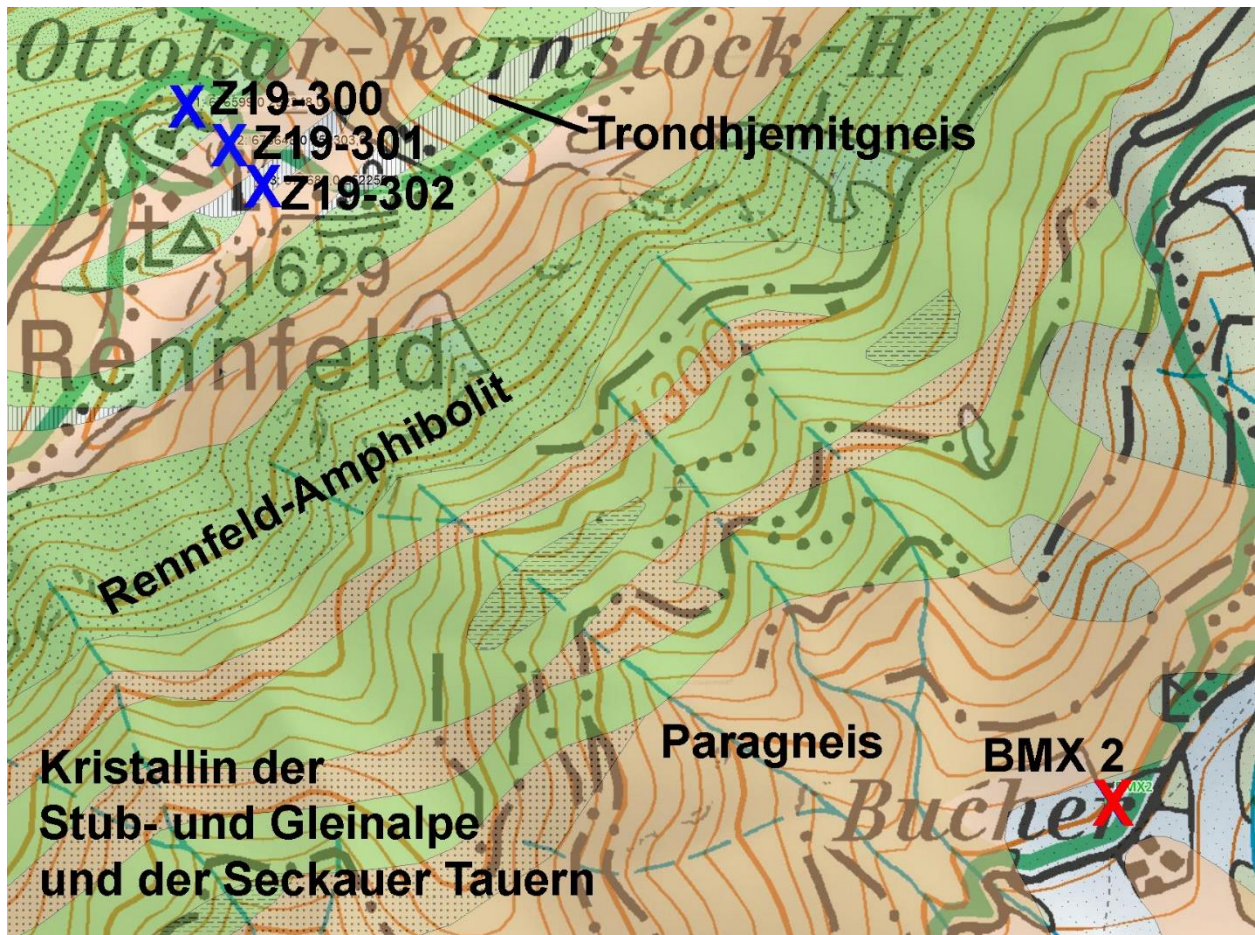
Die Schwermetallgehalte (mg/kg) der Oberböden im Untersuchungsgebiet:

Standorte	Cu	Zn	Pb	Cr	Ni	Co	Mo	Cd	Hg	As
BMB 3	42,7	137,9	17,9	69,2	32,7	13,8	3,75	0,47	0,11	25,4
Z19-140	23,8	92,5	23,3	77,1	30,5	15,3	1,56	0,30	0,16	9,9
Z19-141	13,0	64,8	24,3	13,9	14,4	6,4	1,09	0,27	0,18	12,0
BMX 28	18,8	102,4	20,5	35,6	17,1	11,1	1,36	0,32	0,18	12,8
Normalwerte	60	160	50	80	70	30	1,6	0,5	0,3	40

Die erhöhten Mo-Gehalte am Standort **BMB 3** sind aus keiner der beiden Zusatzuntersuchungen ableitbar. Sie dürften somit aus einer nur kleinräumigen Vererzung stammen und über das kristalline Schwemmmaterial des Grabens nördlich des Untersuchungsstandortes eingebracht worden sein.

Rennfeld

An der Südostseite des Rennfelds liegt der Untersuchungsstandort **BMX 2**. Sein bodenbildendes Ausgangsmaterial ist Gneis aus dem Kristallin der Stub- und Gleinalpe und der Seckauer Tauern. Der Chromgehalt des Grünlandstandortes ist leicht erhöht und geogener Herkunft. Andere im Umfeld liegenden Untersuchungsstellen weisen beim Chrom keine Normalwertüberschreitungen auf. Daher wurde durch drei Zusatzuntersuchungen (**Z19 300-302**) in unterschiedlichen Gesteinen (Rennfeld-Amphibolit, Paragneis und Trondhjemitgneis) versucht die Herkunft und Ausbreitung des Schwermetalls zu erklären.



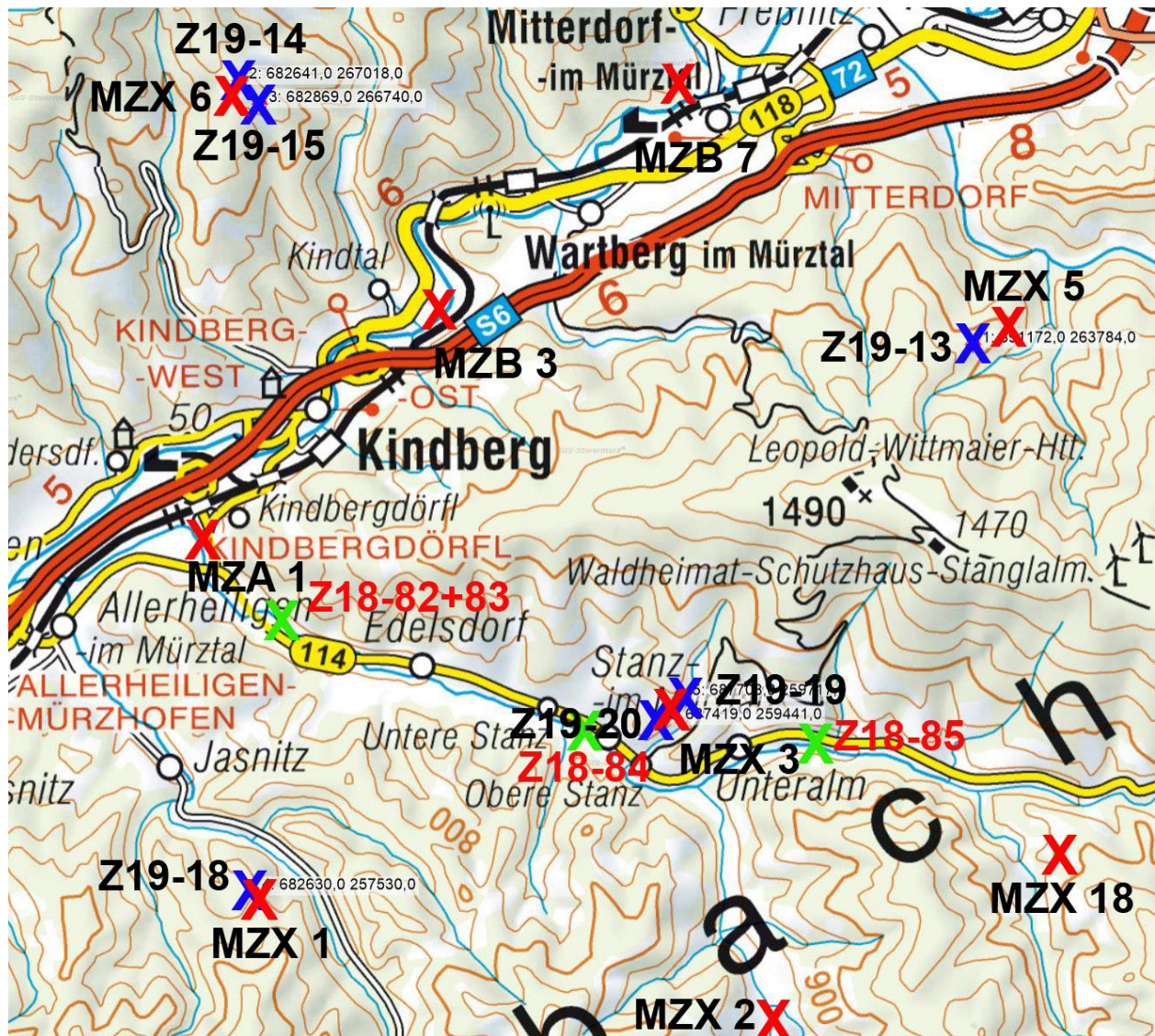
Die Schwermetallgehalte (mg/kg) der Oberböden im Untersuchungsgebiet:

Standorte	Cu	Zn	Pb	Cr	Ni	Co	Mo	Cd	Hg	As
BMX 2	29,1	99,8	15,8	84,3	34,0	15,7	0,77	0,33	0,07	22,0
Z19-300	34,8	137,9	103,6	123,8	80,8	11,1	1,24	0,78	0,63	10,4
Z19-301	27,4	42,8	69,3	45,1	17,0	7,3	0,76	0,39	0,61	6,3
Z19-302	21,5	47,4	67,7	65,0	25,1	7,3	1,03	0,45	0,56	7,9
Normalwerte	60	160	50	80	70	30	1,6	0,5	0,3	40

Die Schwermetallmuster der drei Zusatzuntersuchungen passen nicht zu jenem vom Bodenschutzstandort **BMX 2**. Kleinräumige Vererzungen von Chrom und anderen Schwermetallen kommen aber, wie man am Standort **Z19-300** sieht, im Untersuchungsgebiet scheinbar öfter vor.

Raum Kindberg - Stanztal

Im Raum Kindberg-Stanz kommt es bei verschiedenen Schwermetallen zu Normalwert-überschreitungen. Ausgangsmaterial der Böden sind zumeist verschiedene kristalline Gesteine, das Grazer Paläozoikum und am Standort **MZX 3** zentralalpine Sedimente. Mit Hilfe einiger zusätzlichen Untersuchungen wurde versucht Herkunft und Ausbreitung der Schwermetalle näher zu erklären.



Ergebnis – Interpretation: Vergleiche nachstehende Tabellen.

Es sind selbst innerhalb derselben Gesteinsformationen große Unterschiede in den Schwermetallgehalten festzustellen. Normalwertüberschreitungen unterschiedlicher Elemente sind überall möglich und offensichtlich auf kleinräumige Vererzungen zurückzuführen. Eine Ausnahme bildet **Arsen**, das nördlich von Stanz (**MZX 3**, **Z19-19+20**), im Tal des Fochnitz- (**Z18-85**) und Stanzbach (**Z18 82-84** und **MZA 1**) erhöhte Gehalte aufweist. Der erhöhte Arsengehalt am Standort **MZX 5** dürfte aus einer kleinräumigeren Vererzung stammen.

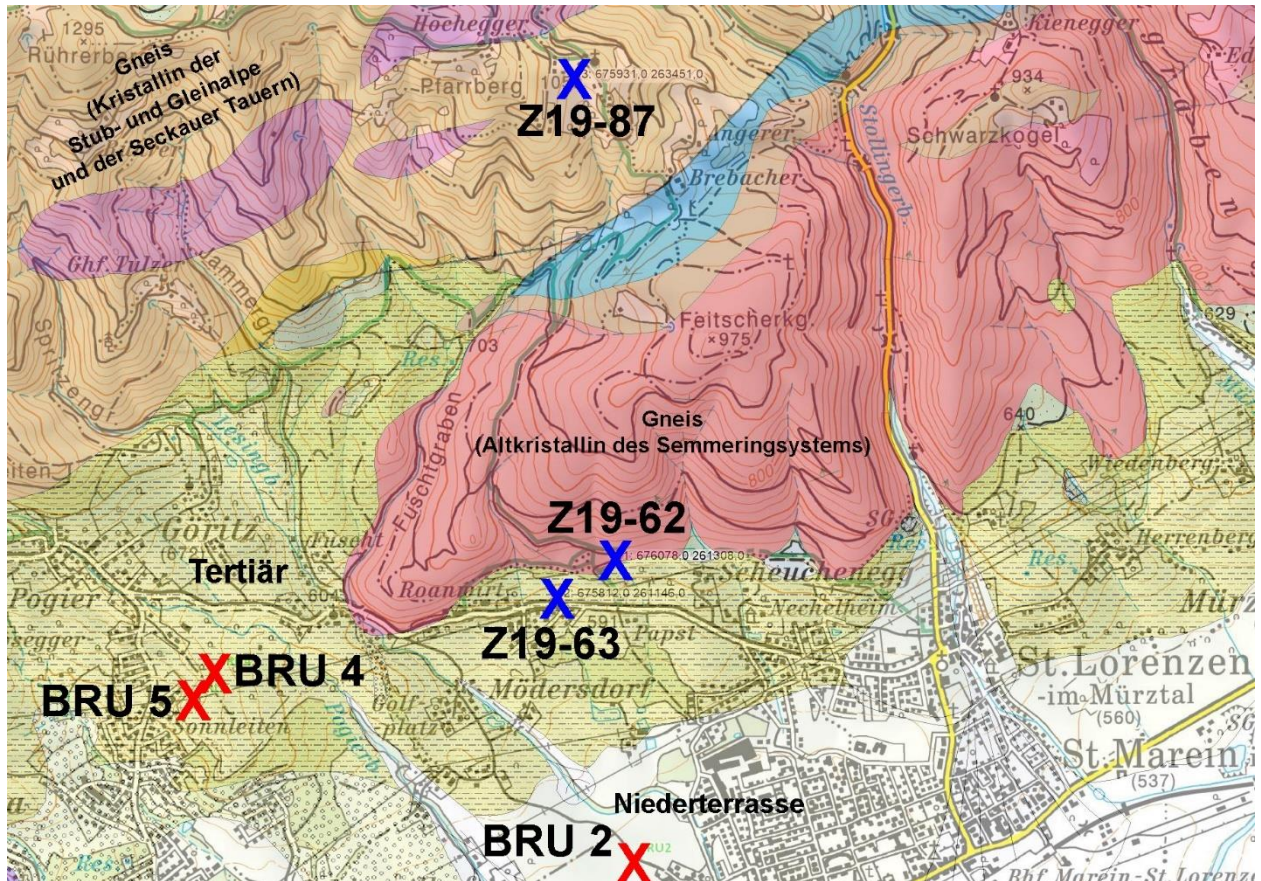
Standorte	Geologie
MZX 6	Phyllit, Glimmerschiefer (Altkristallin des Semmeringsystems)
Z19-14	Schiefer, Kalk, Dolomit (Zentralalpine Sedimente)
Z19-15	Gneis (Altkristallin des Semmeringsystems)
MZA 1	Auboden
Z18-82	Auboden
Z18-83	Auboden
Z18-84	Auboden
Z18-85	Auboden
MZB 3	Auboden
MZB 7	Schutt aus Gneis (Altkristallin des Semmeringsystems)
MZX 5	Phyllit, Glimmerschiefer (Altkristallin des Semmeringsystems)
Z19-13	Gneis (Altkristallin des Semmeringsystems)
MZX 1	Orthogneis (Kristallin der Stub- und Gleinalpe und der S.T.)
Z19-18	Paragneis (Kristallin der Stub- und Gleinalpe und der S.T.)
MZX 3	Marmor (Zentralalpine Sedimente)
Z19-19	Rauhwanke, Gips (Zentralalpine Sedimente)
Z19-20	Paragneis (Kristallin der Stub- und Gleinalpe und der S.T.)
MZX 2	Schwemmfächer (Grazer Paläozoikum)
MZX 18	Hangschutt (Angerkristallin)

Die Schwermetallgehalte (mg/kg) der Oberböden in der Untersuchungsregion:

Standorte	Cu	Zn	Pb	Cr	Ni	Co	Mo	Cd	Hg	As
MZX 6	27,0	171,5	45,0	100,0	19,9	13,2	1,66	0,61	0,12	10,3
Z19-14	38,9	129,2	40,3	69,2	37,9	21,5	1,44	0,43	0,11	26,7
Z19-15	35,3	134,4	50,2	32,5	22,6	6,8	1,58	0,47	0,16	11,7
MZA 1	40,7	128,5	22,5	81,7	58,1	17,8	1,54	0,29	0,10	68,4
Z18-82	40,9	146,0	42,8	79,6	60,2	21,0	1,30	0,32	0,06	93,5
Z18-83	43,1	85,7	45,1	72,8	55,9	21,4	1,07	0,21	0,06	193,7
Z18-84	64,3	108,4	56,0	121,5	89,8	30,9	1,27	0,25	0,07	169,0
Z18-85	37,3	96,8	41,2	51,1	53,6	21,9	0,97	0,22	0,07	61,5
MZB 3	24,5	116,7	39,9	24,1	19,0	7,6	0,86	0,48	0,14	21,5
MZB 7	11,8	200,5	53,4	20,2	6,6	5,5	1,51	0,38	0,10	6,7
MZX 5	26,6	209,0	142,1	33,4	16,7	13,0	0,95	0,52	0,13	85,2
Z19-13	12,6	77,5	57,3	7,7	4,9	3,3	0,44	0,28	0,11	15,3
MZX 1	32,0	113,7	17,2	67,5	18,5	9,5	4,30	0,31	0,06	12,2
Z19-18	40,1	123,6	38,0	49,9	42,2	15,5	0,93	0,26	0,13	2,7
MZX 3	25,9	105,0	31,7	25,1	14,4	11,5	1,33	0,24	0,09	107,2
Z19-19	35,2	106,3	35,4	21,9	21,8	13,3	1,55	0,21	0,15	106,8
Z19-20	35,4	131,8	37,0	41,1	29,7	18,6	2,32	0,37	0,10	124,1
MZX 2	37,5	130,4	26,0	60,7	50,6	17,8	1,18	0,28	0,12	22,5
MZX 18	86,8	126,6	17,7	101,9	89,0	39,3	2,18	0,30	0,15	7,1
Normalwerte	60	160	50	80	70	30	1,6	0,5	0,3	40

Pogier - Sankt Lorenzen im Mürztal

Auch in dieser Region, nur wenige Kilometer von der Einmündung des Stanzbaches in die Mürz talabwärts, findet man erhöhte Arsen- und Molybdängehalte. Die Standorte **BRU 2, 4** und **5** wurden schon 1986 im Zuge der Bodenzustandsinventur eingerichtet; ihre Böden sind aus Tertiär-, beziehungsweise noch jüngerem Schwemmmaterial einer Niederterrasse entstanden. Durch drei Zusatzuntersuchungen wird versucht Herkunft und Ausbreitung der Schwermetalle zu erkennen.



Die Schwermetallgehalte (mg/kg) der Oberböden im Untersuchungsgebiet:

Standorte	Cu	Zn	Pb	Cr	Ni	Co	Mo	Cd	Hg	As
BRU 4	32,4	119,4	32,8	44,9	29,6	25,0	2,54	0,33	0,09	46,0
BRU 5	34,8	130,7	25,5	57,1	32,3	17,1	1,91	0,41	0,09	40,1
BRU 2	27,9	105,4	22,6	44,0	22,5	15,1	2,39	0,34	0,10	45,0
Z19-62	6,6	39,3	22,4	7,4	5,8	2,1	1,37	0,16	0,07	49,0
Z19-63	7,7	32,0	18,5	9,7	5,4	3,3	0,86	0,13	0,06	66,6
Z19-87	14,4	55,8	14,9	14,7	9,3	6,0	0,72	0,23	0,09	52,9
Normalwerte	60	160	50	80	70	30	1,6	0,5	0,3	40

Die erhöhten Molybdängehalte sind nur zu einem kleinen Teil anthropogen bedingt (Eisenindustrie), der Großteil ist vermutlich auf kleinräumige Vererzungen zurückzuführen. Die erhöhten Arsengehalte hingegen treten großflächig und unabhängig von den untersuchten geologischen Formationen auf.



Die Untersuchungsstelle **Z19-63** auf Tertiärmaterial.



Der Standort **Z19-87** aus kristallinem Ausgangsmaterial (Gneis).

Bezirke Graz und Graz-Umgebung

Der ehemalige Bergbau in Schrems bei Frohnleiten

Das Gestein der Lagerstätte Schrems zählt zu den Blei-Zink-Vererzungen, wie sie im Grazer Paläozoikum häufig vorkommen. Vergleichbare historische Bergbaue sind Arzberg-Haufenreith, Arzwaldgraben und Rabenstein und wurden in den Bodenschutzberichten 1999 und 2018 bereits behandelt, die Untersuchungen zur Ausdehnung der Schwermetalle im Boden sind auch Thema in diesem Bericht.

Die erhöhten Schwermetallgehalte der Böden im ehemaligen Bergbaubereich Schrems sind lokal begrenzt und so kleinräumig, dass sie vom 4x4-km Raster des Bodenschutzprogrammes ursprünglich nicht erfasst wurden.



Die Ergebnisse der Bodenzustandsinventur der Schrems-nahen Standorte sind:

Standorte (mg/kg)	Cu	Zn	Pb	Cr	Ni	Co	Mo	Cd	Hg	As
GUC 3	25,6	97,5	41,0	34,9	20,3	11,9	0,64	0,26	0,22	12,8
GUX 2	35,0	114,3	36,7	48,3	41,9	21,3	1,42	0,40	0,20	10,8
GUX 5	23,7	155,5	36,6	30,6	31,0	11,3	0,91	0,57	0,31	12,6
GUX 11	24,7	74,4	23,1	37,9	30,6	12,9	0,98	0,22	0,14	11,8
Normalwerte	60	160	50	80	70	30	1,6	0,5	0,3	40

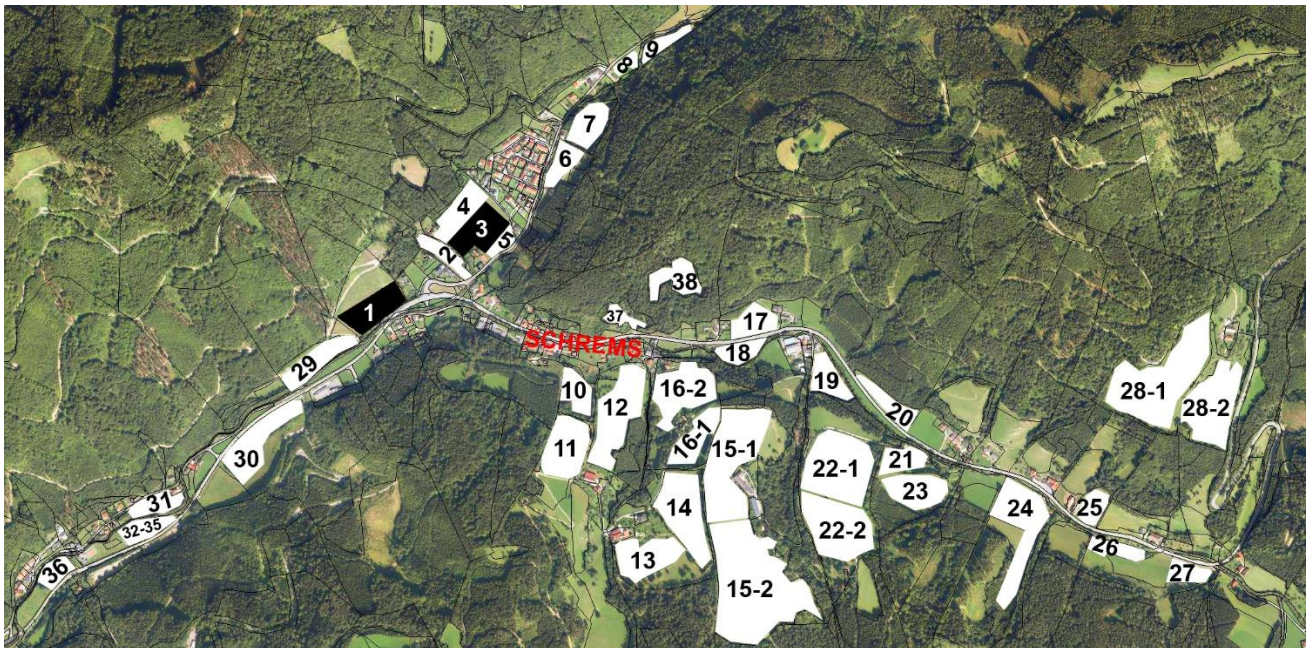
Die Schwermetallgehalte sind bis auf minimal erhöhte Cd- und Hg-Gehalte am Standort **GUX 5** unauffällig und als normal einzustufen.

Mit Bekanntwerden von erhöhten Schwermetallgehalten im ehemaligen Bergbaugebiet Schrems im Herbst 2018 wurden an 39 landwirtschaftlichen Nutzflächen ergänzende Boden- und Pflanzenuntersuchungen durchgeführt.



Schrems

Lage der untersuchten Landwirtschaftsflächen:

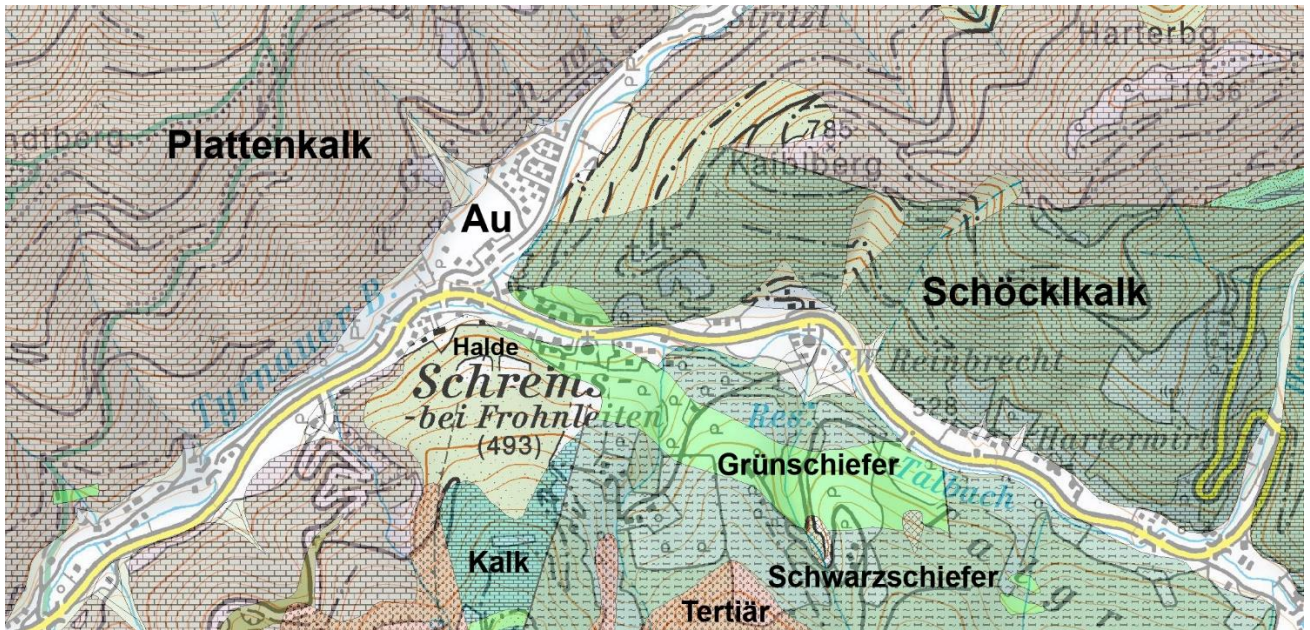


Die Standorte 1 und 3 sind Ackerflächen, der Rest wird als Grünland genutzt.

Schwermetalle in den Böden der landwirtschaftlichen Nutzflächen: (mg/kg)

Standorte	Cu	Zn	Pb	Cr	Ni	Co	Mo	Cd	Hg	As
1	37,3	308,1	606,0	22,9	28,7	13,9	1,01	1,16	0,49	12,1
2	31,0	241,8	358,3	17,4	26,0	12,3	0,89	0,88	0,46	14,9
3	24,7	113,8	121,9	15,9	23,5	10,9	0,74	0,40	0,24	11,8
4	26,6	107,3	87,6	21,0	24,4	12,8	0,76	0,39	0,20	10,6
5	24,8	117,7	139,2	16,9	22,3	10,4	0,70	0,48	0,34	15,3
6	28,5	109,2	125,5	38,5	36,8	16,4	0,93	0,40	0,26	17,4
7	25,8	95,0	59,0	28,1	28,2	12,4	0,81	0,37	0,24	15,0
8	25,8	138,8	166,4	15,6	20,8	9,3	0,87	0,57	0,49	14,7
9	22,6	78,1	48,7	19,5	25,6	11,3	0,98	0,32	0,40	33,4
10	70,2	312,2	714,6	39,8	48,8	28,6	1,03	1,32	0,50	18,6
11	51,2	173,4	94,4	29,2	44,0	20,6	1,45	0,57	0,77	26,2
12	71,9	323,9	234,6	45,9	52,8	28,6	1,45	1,26	0,83	16,4
13	48,4	170,6	72,3	46,3	54,7	23,3	1,39	0,54	0,30	14,6
14	57,8	232,9	249,9	27,1	39,9	23,8	1,22	0,99	0,41	13,0
15-1	60,0	300,5	192,0	37,1	46,1	29,4	1,07	1,05	0,29	12,8
15-2	51,6	259,7	114,6	30,7	45,1	22,3	1,49	0,77	0,25	13,0
16-1	70,5	306,3	213,8	52,1	61,6	41,3	0,72	0,93	0,62	12,5
16-2	42,2	263,1	269,2	41,6	47,3	25,4	0,88	0,76	0,50	14,7
17	34,8	186,6	141,3	21,9	32,5	14,2	0,84	0,55	0,29	9,3
18	48,3	311,4	194,7	43,0	49,9	24,1	0,88	0,84	0,36	13,7
19	51,5	591,6	262,5	42,2	47,8	21,8	1,10	2,03	0,75	14,5
20	30,6	143,7	81,6	21,9	34,1	14,8	0,87	0,44	0,29	11,8
21	67,9	409,5	212,6	61,2	49,8	27,5	1,17	1,23	0,26	13,5
22-1	73,0	373,2	159,5	28,7	45,9	23,0	1,78	1,24	0,24	18,1
22-2	58,0	203,9	175,3	97,2	61,4	33,2	0,78	0,60	0,18	11,8
23	71,1	479,7	187,2	65,6	53,6	27,8	1,21	1,47	0,29	14,4
24	42,2	205,0	111,3	41,9	51,3	23,9	1,02	0,51	0,28	13,5
25	48,3	173,1	61,5	36,1	52,9	22,4	1,18	0,32	0,28	12,7
26	42,5	158,1	120,4	37,6	48,4	21,5	1,22	0,34	0,30	15,2
27	45,9	149,3	61,8	41,1	51,9	20,8	1,47	0,31	0,39	17,4
28-1	34,7	115,7	42,9	29,6	45,0	18,6	1,10	0,20	0,30	13,7
28-2	36,8	126,4	44,6	34,2	49,6	20,7	1,14	0,17	0,27	14,5
29	27,6	229,1	400,5	14,2	19,4	8,7	0,90	0,87	0,55	8,1
30	51,1	599,9	1394,0	31,8	41,2	18,7	1,25	2,15	0,93	17,8
31	36,4	436,4	704,5	22,2	27,1	12,3	1,03	1,48	0,88	13,3
32 - 35	37,6	346,6	531,0	27,0	30,0	13,1	1,12	1,26	0,67	12,7
36	30,1	157,9	172,4	23,2	30,1	12,7	0,96	0,52	0,45	14,7
37	76,6	944,2	2626,4	33,9	51,6	24,6	1,17	3,39	3,04	21,3
38	46,4	207,4	188,1	33,2	48,6	19,4	1,21	0,58	0,39	12,3
Normalwerte	60	160	50	80	70	30	1,6	0,5	0,3	40

Geologie:



Ergebnisse:

Wie aus der Tabelle ersichtlich findet man die häufigsten Normalwertüberschreitungen wie erwartet beim Blei und den geologisch vergesellschafteten Schwermetallen Zink und Cadmium. Auch Kupfer, Chrom, Cobalt, Molybdän und Quecksilber weisen fallweise erhöhte Gehalte auf. Die Bodengehalte von Nickel und Arsen sind unauffällig.

Die Schwermetalle der Standorte **28-1** und **28-2** liegen alle im Normalbereich.

Die höchsten Schwermetallgehalte findet man bei den Standorten **30** und **37**. Trotzdem sind die Gehalte der Böden der untersuchten landwirtschaftlichen Nutzflächen deutlich niedriger als jene der im Ortsgebiet gelegenen Hausgärten unmittelbar im Zentrum des ehemaligen Bergbaues. Dort erreichen die Bleigehalte der Böden Werte von 20.000 mg/kg.

Um eine mögliche Pflanzenaufnahme der Metalle aus dem Boden zu kontrollieren, wurden an den Grünlandstandorten Grasschnitte auf ihre Schwermetallgehalte außer Chrom, Kobalt und Molybdän untersucht. An den beiden Ackerstandorten **1** und **3** erfolgte eine Analyse der aktuell angebauten Maiskolben.

Die gefundenen Pflanzengehalte sind hinsichtlich der Futtermittel-Richtlinien unbedenklich.

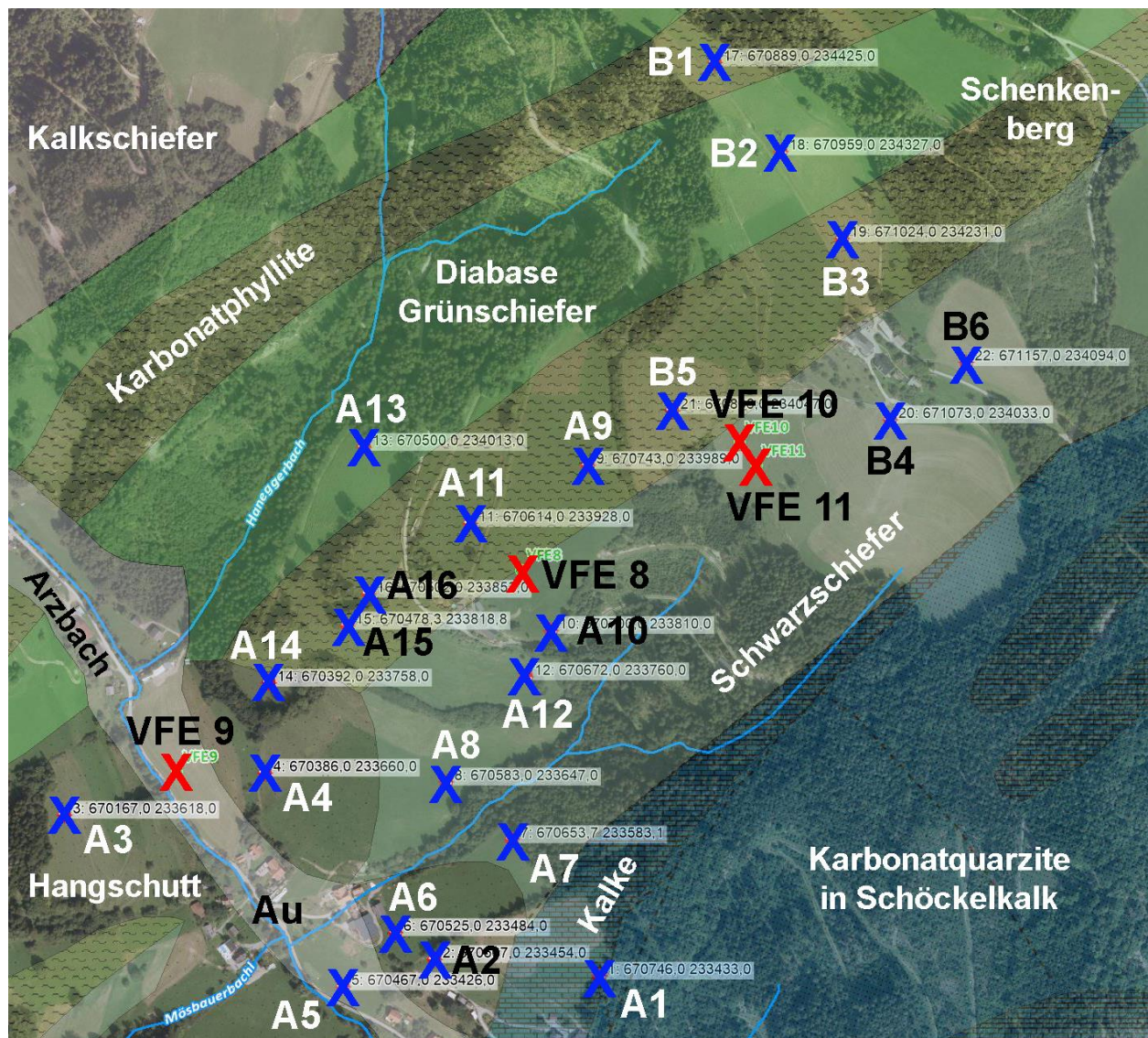
Zusammenfassend kann aus dem derzeitigen Stand der Untersuchungen festgestellt werden, dass die landwirtschaftliche Nutzung durch die erhöhten Schwermetallgehalte im Boden nicht beeinträchtigt wird.

Der ehemalige Bergbau Arzwaldgraben - Rabenstein

Das ehemalige Bergbaugelände **Arzwaldgraben** liegt ca. 2 km nördlich des Ortes Waldstein. Es erstreckt sich vom Arzbachgraben in nordöstlicher Richtung den Schenkenberg hinauf und wurde 1997 durch die Einrichtung von vier Bodenschutzstandorten (**VFE 8 - 11**) erstmals untersucht. Der Standort **VFE 9** musste mittlerweile aufgegeben werden.

Der Bergbau von **Rabenstein** stellt geologisch die Fortsetzung aus dem Arzwaldgraben dar und liegt auf der Murtalseite des Schenkenberges. Die Bergbautätigkeiten beider Gebiete sind eng miteinander verknüpft. Das ehemalige Abbaugelände ist heute fast ausschließlich forstwirtschaftlich genutzt. In der Nähe des mittlerweile aufgelassenen Bodenschutzstandortes **VFE 12** befand sich früher eine Aufbereitungsanlage.

Erwartungsgemäß wurden bei den Bodenuntersuchungen bei mehreren Schwermetallen teils stark erhöhte Gehalte festgestellt. 2019 erfolgten einige zusätzliche Untersuchungen um das Gebiet der erhöhten Schwermetalle besser abgrenzen und eventuell geologische Zusammenhänge erkennen zu können. Zur besseren Darstellbarkeit werden die Gebiete zum Arzbach bzw. zur Mur hin getrennt dargestellt.



Das Untersuchungsgebiet vom Arzbachgraben zum Schenkenberg hinauf.

Standorte	Geologie
A1	Schöcklkalk
A2	Hangschutt
A3	Hangschutt
A4	Hangschutt
A5	Au
A6	Hangschutt
A7	Schwarzschiefer
A8	Schwarzschiefer
A9	Karbonatphyllite
A10	Schwarzschiefer
A11	Karbonatphyllite

Standorte	Geologie
A12	Schwarzschiefer
A13	Diabase, Schiefer
A14	Hangschutt
A15	Karbonatphyllite
A16	Karbonatphyllite
B1	Karbonatphyllite
B2	Diabase, Schiefer
B3	Karbonatphyllite
B4	Schwarzschiefer
B5	Karbonatphyllite
B6	Schwarzschiefer

Das geologische Ausgangsmaterial an den Bodenschutzstandorten **VFE 8 - 11** ist laut Geländebefund Kalkschiefer (**VFE 8 + 10**), Haldenmaterial (**VFE 11**) und Schwemmmaterial vom Hanegger- und Arzbach (**VFE 9**).

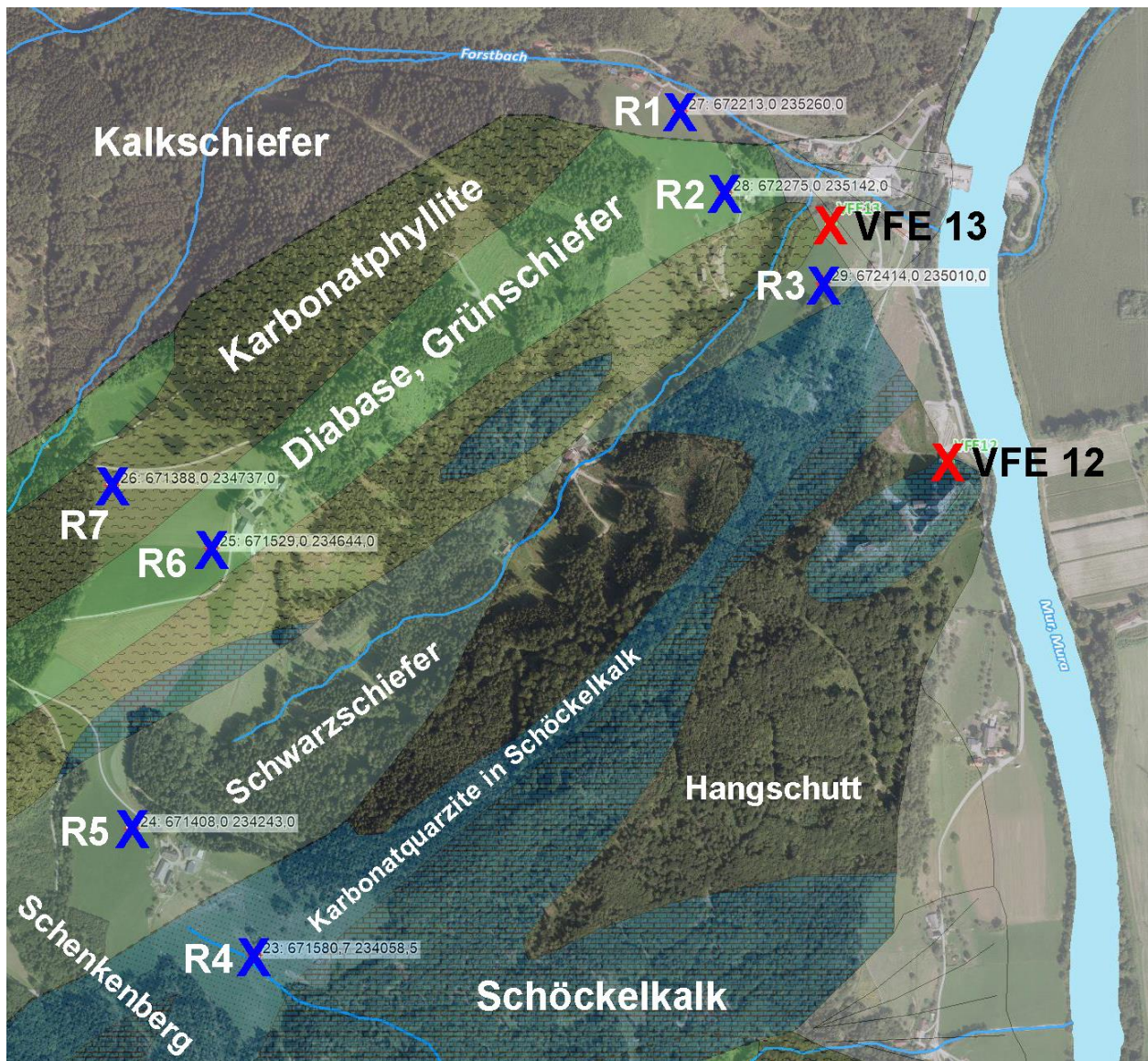
Die Ergebnisse der Bodenuntersuchungen in ehemaligen Bergbaug Gebiet Arzwaldgraben:

Standorte	Cu	Zn	Pb	Cr	Ni	Co	Mo	Cd	Hg	As
A1	29,2	103,7	40,4	14,6	34,2	15,5	1,05	0,28	0,15	25,9
A2	33,8	110,3	41,4	24,8	38,9	18,2	0,97	0,24	0,13	14,2
A3	52,7	360,6	90,3	109,6	66,4	36,0	0,69	1,49	1,93	11,4
A4	75,6	201,9	104,0	49,6	68,0	28,4	2,43	0,73	0,49	15,1
A5	44,0	256,0	295,7	44,8	53,0	23,8	0,91	0,79	0,67	14,5
A6	40,9	161,7	65,1	42,7	51,1	21,2	1,13	0,38	0,25	23,2
A7	41,7	123,9	40,2	37,1	53,6	22,4	1,17	0,28	0,34	12,4
A8	55,1	142,8	76,3	36,3	52,7	30,7	1,38	0,41	0,23	11,1
A9	36,9	599,0	2101,0	21,4	34,9	35,5	0,72	1,87	0,76	14,6
A10	40,6	351,0	1066,7	30,3	42,6	37,6	0,78	1,42	0,67	11,4
A11	69,6	178,4	190,5	96,2	90,3	46,8	0,68	0,63	0,46	5,2
A12	42,3	132,3	134,3	34,9	47,9	31,2	0,91	0,42	0,21	7,0
A13	55,0	673,2	1290,9	87,6	66,4	38,8	0,63	2,86	5,81	5,9
A14	91,0	260,2	157,6	114,3	95,7	42,0	1,07	0,93	0,50	14,4
A15	79,3	177,5	113,1	303,4	185,0	48,3	0,35	0,64	0,40	6,5
A16	79,3	301,8	313,3	160,0	113,8	46,1	0,56	1,17	1,48	7,3
VFE 8	36,9	173,7	194,5	14,7	24,3	35,0	0,79	0,79	0,22	7,0
VFE 9	40,5	551,5	864,9	95,0	60,8	24,2	1,36	2,10	2,08	9,5
VFE 10	49,8	964,0	6144,9	40,6	83,3	49,2	0,83	3,64	0,64	41,6
VFE 11	46,0	1898,0	3509,9	17,1	53,9	22,9	2,85	6,39	0,40	38,4
B1	51,7	211,8	67,8	23,0	44,9	24,1	1,22	0,80	0,46	18,9
B2	47,1	105,4	47,3	40,3	50,7	33,5	3,22	0,37	0,26	17,4
B3	57,1	144,2	49,5	53,2	69,0	46,5	0,86	0,41	0,18	4,2
B4	41,0	164,5	66,9	36,8	51,4	21,3	0,96	0,31	0,20	7,4
B5	41,9	511,9	1275,0	22,9	54,2	39,6	1,00	1,76	0,63	25,4
B6	32,1	181,1	84,1	28,0	36,9	27,6	0,99	0,42	0,17	9,3
Normalwerte	60	160	50	80	70	30	1,6	0,5	0,3	40

Die höchsten Schwermetallgehalte (insbesondere Blei und Zink, fallweise auch Cadmium und Quecksilber) findet man an den Untersuchungsstellen **VFE 9,10+11, A9,10+13**, sowie **B5**, wobei **A9, B5** und **VFE 10+11** benachbart sind und auf eine größere zusammenhängende Fläche von ähnlichem bodenbildendem Ausgangsmaterial hinweisen. **A10** und **A13** sind offensichtlich kleinere Flächen mit erhöhten Schwermetallgehalten; ihre benachbarten Untersuchungsstellen haben deutlich niedrigere Werte (**A11+12**).

Die Schwermetallgehalte der Untersuchungsstellen **A1,2+7** (sie liegen außerhalb des Einflusses der ehemaligen Bergbautätigkeiten) sind alle im Normalbereich üblicher Bodenwerte.

Eine Abgrenzung der erhöhten Schwermetallgehalte im Oberboden über die jeweiligen geologischen Formationen ist nicht möglich, da die erhöhten Gehalte auf die anthropogenen Tätigkeiten des historischen Bergbaus (Abbau, Verhüttung, Haldenablagerung) zurückzuführen sind.



Das Untersuchungsgebiet vom Schenkenberg in Richtung Murtal.

Standorte	Geologie
VFE 12	Au (laut Geländebefund)
VFE 13	Phyllit (laut Geländebefund)
R1	Kalkschiefer
R2	Diabase, Schiefer
R3	Schwarzschiefer, dunkle Phyllite
R4	Karbonatquarzite im Schöcklkalk
R5	Schwarzschiefer, dunkle Phyllite
R6	Diabase, Schiefer
R7	Karbonatphyllite

Die Ergebnisse der Bodenuntersuchungen in ehemaligen Bergbaug Gebiet Rabenwald:

Standorte	Cu	Zn	Pb	Cr	Ni	Co	Mo	Cd	Hg	As
VFE 12	22,6	137,4	72,2	32,9	28,6	11,3	1,00	0,52	0,16	11,4
VFE 13	42,6	442,7	302,4	30,3	40,2	28,5	1,33	1,83	0,63	17,4
R1	35,2	128,9	72,2	30,5	37,2	21,8	1,04	0,40	0,25	15,0
R2	36,7	162,9	68,9	36,1	33,0	26,6	0,81	0,50	0,21	8,1
R3	47,8	542,5	380,0	29,8	40,1	32,6	0,53	2,23	0,96	15,9
R4	20,6	111,2	55,9	20,5	27,0	13,4	0,76	0,29	0,13	15,0
R5	42,0	419,0	119,1	20,3	43,1	22,6	1,33	1,03	0,18	16,1
R6	39,2	192,2	52,5	13,7	24,8	24,3	0,53	0,81	0,26	6,1
R7	35,7	242,0	76,6	28,8	29,7	26,2	1,06	0,84	0,46	10,1
Normalwerte	60	160	50	80	70	30	1,6	0,5	0,3	40

Generell sind die Schwermetallgehalte auf dieser Seite des Schenkenberges niedriger, als auf der zuvor besprochenen. Die Böden mit den höchsten Schwermetallgehalten (VFE 13, R3+5) liegen alle in der geologischen Formation der Schwarzschiefer und dunklen Phyllite. Dies dürfte aber ein Zufallsbefund sein, da die Standorte derselben Geologie auf der Arzbach-Seite völlig andere Schwermetallgehalte aufweisen.

Generell ist auch in dieser Untersuchungsregion festzustellen, dass die lokale Inhomogenität der Böden sehr hoch ist und ihre Schwermetallgehalte innerhalb geringer Entfernungen stark variieren können.

Die Untersuchungsstelle R3 bei Rabenstein im Murtal (Schwarzschiefer und dunkle Phyllite):



Die ehemalige Schmelzhütte Deutschfeistritz

Das Areal der ehemaligen Schmelzhütte (Blei und Silber) liegt ca. 600 m westlich von Deutschfeistritz in einer Schlinge des Übelbaches. Sie wurde vermutlich nur kurz in der zweiten Hälfte des 18. Jahrhunderts betrieben. Später wurde auf dem Areal der Kleinhammer eines Sensenwerkes errichtet, welcher in späterer Zeit durch ein noch heute in Betrieb befindliches Sägewerk ersetzt wurde. Da das ehemalige Hüttenareal heute verbaut ist, wurde 1997 im benachbarten Ackerland der Untersuchungsstandort **VFE 14** eingerichtet. 2019 wurden zur Abklärung der Ausbreitung erhöhter Schwermetallgehalte weitere Untersuchungen (**D1-6**) in den angrenzenden Ackerflächen durchgeführt.



Standorte	Cu	Zn	Pb	Cr	Ni	Co	Mo	Cd	Hg	As
VFE 14	31,4	163,6	319,4	39,1	27,2	14,1	0,92	0,82	0,25	9,1
D1	37,1	145,3	138,2	43,1	35,6	20,6	0,77	0,53	0,28	12,3
D2	52,8	189,8	138,9	40,9	35,1	18,5	0,64	0,68	0,33	13,1
D3	46,2	160,5	108,2	45,7	41,0	21,9	0,71	0,60	0,26	15,5
D4	39,1	295,7	216,0	36,4	30,9	16,0	0,70	1,11	0,50	10,6
D5	41,7	164,2	115,2	44,8	40,3	21,0	0,78	0,66	0,27	15,1
D6	38,8	141,9	113,3	41,9	35,3	19,0	0,67	0,52	0,36	11,1
Normalwerte	60	160	50	80	70	30	1,6	0,5	0,3	40

Die Ergebnisse der Untersuchungen zeigen, dass an dem der ehemaligen Schmelzhütte am nächsten gelegenen Standort **VFE 14** zwar die höchsten Bleigehalte zu finden sind, jedoch auch die Schwermetallgehalte der angrenzenden Prüfstellen **D1-6** erhöht sind. Zur genauen Abgrenzung des vom Bergbau beeinflussten Areal sind daher weitere Untersuchungen notwendig.



Die Untersuchungsstelle **D5**. Das Areal der ehemaligen Schmelzhütte Deutschfeistritz liegt in der Bildmitte dahinter (Entfernung ca. 300 m).

Quecksilbervererzungen im Grazer Paläozoikum

Kleine unergiebige Quecksilbervorkommen in den Kalken des Grazer Paläozoikums sind schon seit langem bekannt. So wurden Quecksilbererze in historischen Bergschurfen unter anderem am **Marxenkogel** nördlich von Graz und beim **Tallakkogel** (früher: Dallakkogel) bei Gratwein abgebaut. Auch in der Region **Plesch** westlich von Gratwein wurde Zinnober (Quecksilbersulfid) gefunden.

Und so ist es nicht weiter verwunderlich, dass auch bei der Bodenzustandsinventur der Steiermark immer wieder erhöhte Quecksilbergehalte in den Böden dieses geologischen Großraums gefunden wurden. Beispielhaft soll nun der Raum Gratwein/Gratkorn und Umgebung näher betrachtet werden. Speziell die eingangs erwähnten Gebiete sollen durch Zusatzuntersuchungen besser beschrieben werden.



Standorte	Cu	Zn	Pb	Cr	Ni	Co	Mo	Cd	Hg	As
GUX 18	29,3	87,4	31,4	35,9	37,5	12,8	0,97	0,38	1,00	31,4
GUB 10	47,8	119,3	35,6	40,9	47,5	24,8	1,28	0,36	0,38	14,5
GUX 19	20,4	121,3	38,4	32,8	27,2	10,1	0,73	0,33	0,20	13,1
GUX 6	18,9	80,4	44,3	15,2	11,3	5,0	0,87	0,36	0,16	8,2
GUX 10	32,5	71,8	31,6	33,1	43,0	20,1	2,58	0,29	0,77	39,7
GUX 9	15,4	74,4	25,7	39,4	28,9	14,2	0,82	0,27	0,23	12,5
GUB 7	27,6	88,1	25,3	50,7	23,1	10,9	0,71	0,37	0,21	10,7
GUB 6	32,9	128,6	45,0	48,5	32,9	22,1	1,07	0,30	0,21	18,5
GUC 1	22,0	75,3	33,5	40,0	25,2	18,1	0,89	0,37	0,72	18,3
VFI 1	22,7	68,9	30,6	38,9	26,2	12,2	0,57	0,22	0,12	11,4
GRA 8	21,0	69,2	77,5	25,5	21,1	7,3	2,26	0,36	1,61	18,5
GRA 9	11,4	40,9	70,4	20,4	13,3	4,6	1,33	0,14	0,27	9,0
GRA 10	29,5	307,3	69,2	32,9	29,7	10,9	2,40	0,60	0,69	14,4
GUX 25	31,1	141,1	32,9	51,5	31,0	19,1	0,76	0,24	0,15	9,7
Normalwerte	60	160	50	80	70	30	1,6	0,5	0,3	40

Die Ergebnisse der Bodenzustandsinventur in der betrachteten Region weisen, vor allem beim Quecksilber, mehrere erhöhte Schwermetallgehalte in den untersuchten Böden auf. Es fällt auf, dass die Standorte außerhalb der drei näher betrachteten Gebiete bis auf einen minimal erhöhten Quecksilberwert bei **GUB 10** allesamt im Normalbereich liegen. Dies ist teilweise darauf zurückzuführen, dass die Standorte **GUB 6 + 7**, **VFI 1** und **GUX 25** Tertiärböden sind und **GUX 6** aus dem Schwemmmaterial einer Niederterrasse besteht.

Die Geologie der Untersuchungsstandorte:

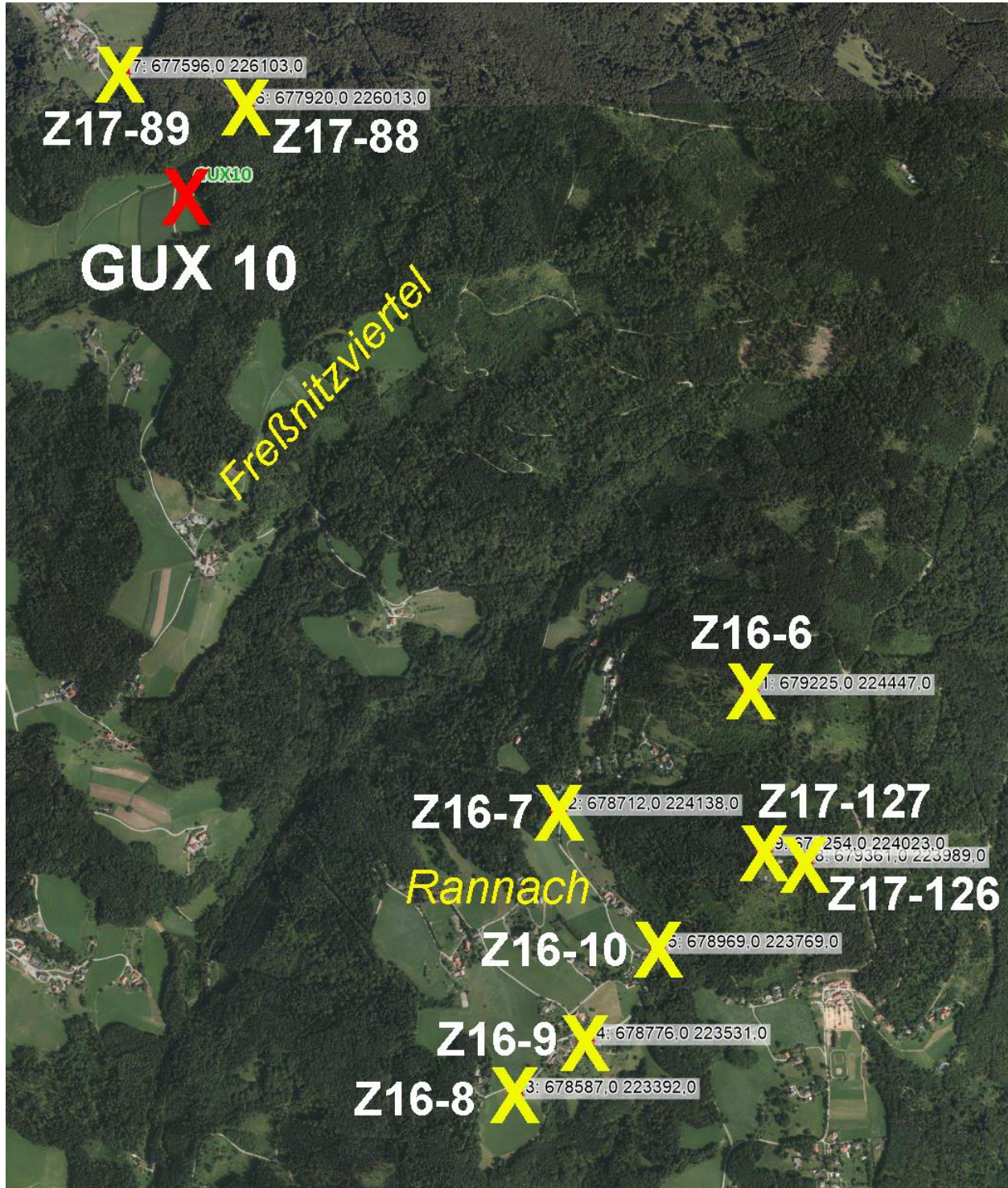
Standorte	Geologie
GUX 18	Kalkhältiges Hangschuttmaterial
GUB 10	Schichten von Kehr
GUX 19	Dolomite
GUX 6	Niederterrasse
GUX 10	Hangschutt
GUX 9	Schöcklkalk
GUB 7	Tertiär
GUB 6	Tertiär
GUC 1	Tertiär
VFI 1	Tertiär
GRA 8	Dolomite
GRA 9	Dolomite
GRA 10	Dolomite
GUX 25	Tertiär



Der Bodenschutzstandort **GUB 10**
(sogenannte *Schichten von Kehr* aus dem Grazer Paläozoikum).

Marxenkogel:

Es wurden im Gipfelbereich des Marxenkogels zwei Zusatzstandorte (**Z17-126+127**), am Rannachbauerkogel der Standort **Z16-6**, in Rannach vier Prüfstellen (**Z16 7-10**) und im Freßnitzviertel die zusätzlichen Untersuchungsstellen **Z17-88+89** untersucht.



Die Geologie der Untersuchungsstandorte:

Standorte	Geologie
GUX 10	Hangschutt
Z17-88	Barrandei-Schichten
Z17-89	Dolomite
Z16-6	Kanzelkalk
Z16-7	Kalk des Platzkogels
Z16-8	Dolomite
Z16-9	Dultschichten (Tonschiefer)
Z16-10	Barrandei-Schichten
Z17-126	Kalk des Platzkogels
Z17-127	Kalk des Platzkogels

Die Ergebnisse der Bodenuntersuchungen:

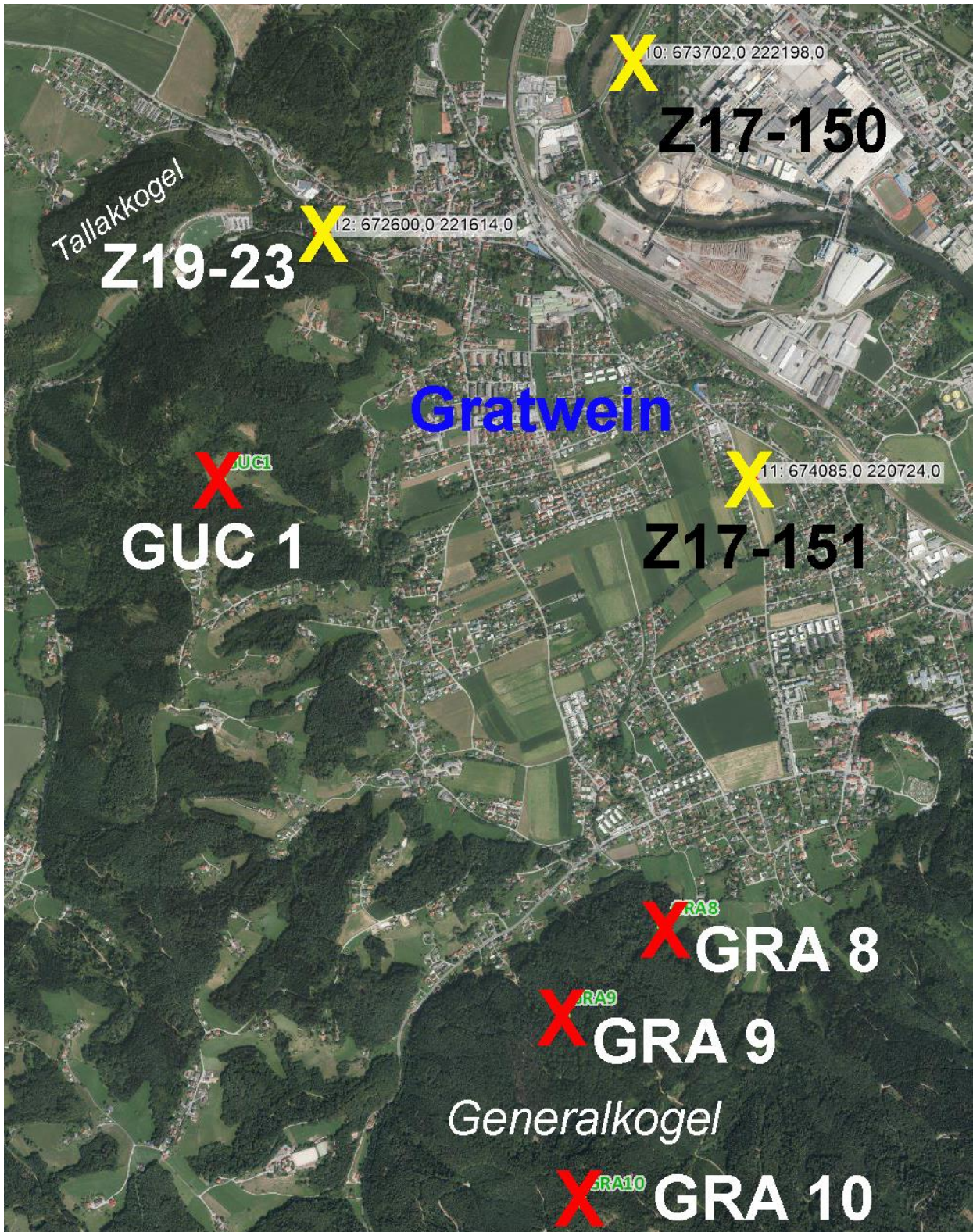
Standorte	Cu	Zn	Pb	Cr	Ni	Co	Mo	Cd	Hg	As
GUX 10	32,5	71,8	31,6	33,1	43,0	20,1	2,58	0,29	0,77	39,7
Z17-88	25,2	52,9	51,7	28,2	41,1	18,2	2,77	0,22	0,42	21,0
Z17-89	34,6	64,2	16,3	34,8	37,3	15,8	0,16	0,12	0,13	14,2
Z16-6	21,1	93,2	44,3	28,1	23,1	10,0	1,10	0,99	1,52	19,1
Z16-7	24,6	60,0	16,9	24,9	29,9	12,9	0,87	0,36	0,33	53,5
Z16-8	20,6	63,5	22,0	16,6	23,4	9,7	1,60	0,39	0,39	22,3
Z16-9	30,1	71,0	25,5	15,9	25,3	12,1	1,12	0,37	0,84	48,3
Z16-10	24,6	60,3	23,1	22,9	28,6	11,6	1,44	0,56	0,48	49,6
Z17-126	29,1	109,5	68,6	55,0	47,8	18,1	1,53	0,93	0,57	24,8
Z17-127	32,0	216,6	108,6	52,3	55,5	18,7	2,73	1,41	1,30	34,0
Normalwerte	60	160	50	80	70	30	1,6	0,5	0,3	40

Das bodenbildende Hangschuttmaterial am Bodenschutzstandort **GUX 10** dürfte aufgrund des ähnlichen Mo-Gehaltes aus den Barrandei-Schichten (**Z17-88**) stammen und nicht aus den danebenliegenden Dolomiten (**Z17-89**), deren Schwermetallgehalte keine Auffälligkeiten aufweisen. Auch der zweite Standort mit dolomitischem Ausgangsmaterial (**Z16-8**) hat nur geringfügig erhöhte Hg-Gehalte.

Ansonsten lassen sich aus den geologischen Formationen des Grazer Paläozoikums keine Schwermetallmuster erkennen, die eine Abgrenzung der erhöhten Schwermetallgehalte zulassen würden. Kleinräumige Vererzungen von Quecksilber, Molybdän oder Arsen sind überall im Untersuchungsgebiet möglich.

Gratwein - Tallakkogel:

Die Waldstandorte **GRA 8-10** lassen in der Profilanalyse der Elemente Pb, Mo, Cd und Hg deutliche Anreicherungen im Oberboden erkennen, was auf teilweise anthropogene Einträge hinweist. Sie dürften auf den „Auskämmeffekt“ des Waldes zurückzuführen sein. Beim nahe liegenden Grünlandstandort **GUC 1** sind die Schwermetallanreicherungen nicht so ausgeprägt.



Um die Verbreitung des Schwermetalls Quecksilber in der Region besser einschätzen zu können, wurden im Einflussbereich des Tallakkogels (**Z19-23**), in der Mur-Au (**Z17-150**) und auf einer Niederterrasse bei Gratwein (**Z17-151**) zusätzliche Bodenuntersuchungen durchgeführt.

Die Geologie der Untersuchungsstandorte:

Standorte	Geologie
GRA 8-10	Dolomite
GUC 1	Tertiär
Z17-150	Au
Z17-151	Niederterrasse
Z19-23	Au

Die Ergebnisse der Bodenuntersuchungen:

Standorte	Cu	Zn	Pb	Cr	Ni	Co	Mo	Cd	Hg	As
GRA 8	21,0	69,2	77,5	25,5	21,1	7,3	2,26	0,36	1,61	18,5
GRA 9	11,4	40,9	70,4	20,4	13,3	4,6	1,33	0,14	0,27	9,0
GRA 10	29,5	307,3	69,2	32,9	29,7	10,9	2,40	0,60	0,69	14,4
GUC 1	22,0	75,3	33,5	40,0	25,2	18,1	0,89	0,37	0,72	18,3
Z17-150	31,9	87,2	63,9	39,0	35,3	13,2	0,42	0,36	0,22	20,2
Z17-151	25,3	64,0	36,1	38,1	29,0	15,9	0,43	0,22	0,13	12,1
Z19-23	26,5	126,9	25,5	20,4	22,3	9,1	0,90	0,28	0,85	11,0
Normalwerte	60	160	50	80	70	30	1,6	0,5	0,3	40

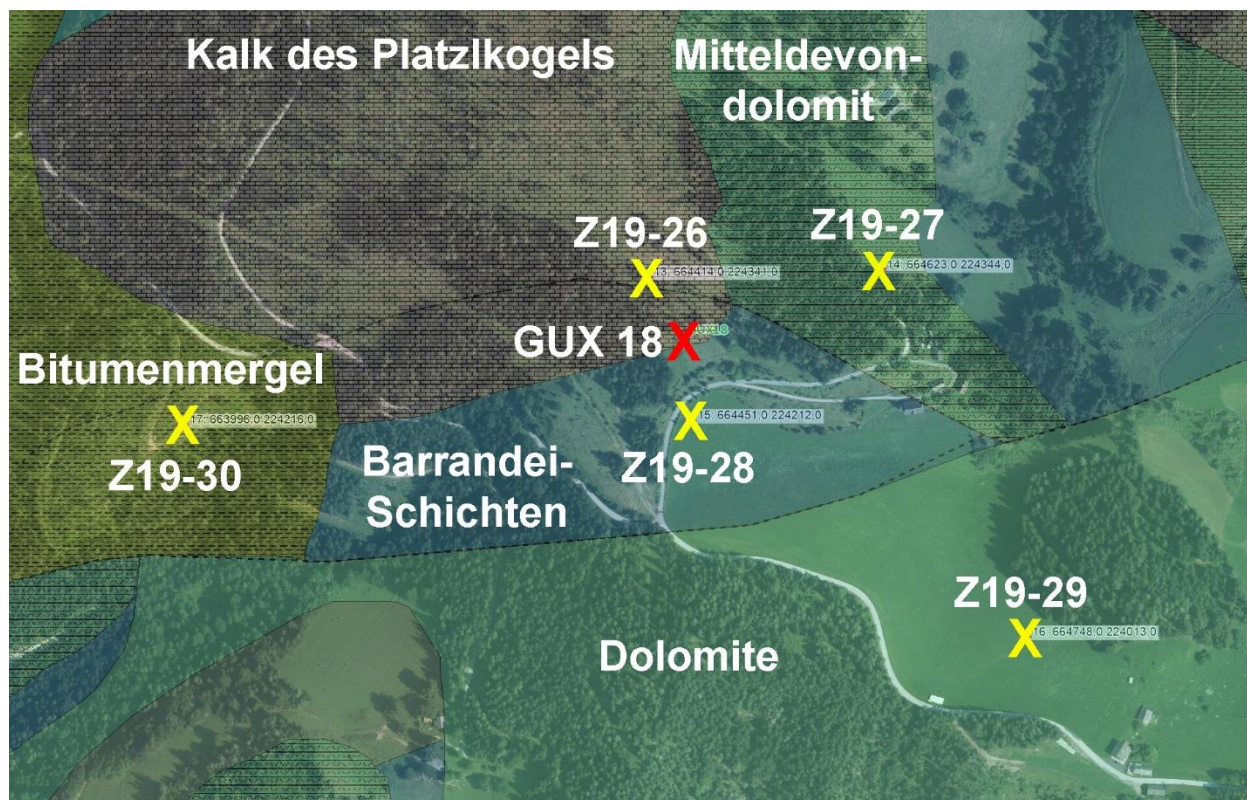
Die beiden Ackerstandorte **Z17-150** und **Z17-151** weisen normale Hg-Gehalte auf, die Werte am Grünland **Z19-23**, dessen bodenbildendes Ausgangsmaterial vermutlich vom Hg-reichen Gestein am Tallakkogel beeinflusst wird, sind leicht erhöht. Somit beschränken sich die Schwermetallerhöhungen hauptsächlich auf die Böden des Generalkogels.



Der Auboden **Z19-23** östlich des Tallakkogels.

Plesch:

Auch in der Region Plesch findet man Quecksilbervererzungen in den Gesteinen des Grazer Paläozoikums. Daher wurden im Bereich des Bodenschutzstandortes **GUX 18** sechs Zusatzuntersuchungen in verschiedenen geologischen Formationen durchgeführt.



Die Geologie der Untersuchungsstandorte:

Standorte	Geologie
GUX 18	Hangschutt, Kalk des Platzkogels
Z19-26	Kalk des Platzkogels
Z19-27	Mitteldevon-Dolomit
Z19-28	Barrandei-Schichten
Z19-29	Dolomite
Z19-30	Bitumenmergel (Kainacher Gosau)

Die Ergebnisse der Bodenuntersuchungen:

Standorte	Cu	Zn	Pb	Cr	Ni	Co	Mo	Cd	Hg	As
GUX 18	29,3	87,4	31,4	35,9	37,5	12,8	0,97	0,38	1,00	31,4
Z19-26	31,9	81,4	61,6	28,1	30,8	9,3	0,84	0,73	1,67	45,1
Z19-27	20,8	67,7	31,1	39,3	32,3	11,3	0,80	0,50	1,06	23,2
Z19-28	31,5	100,2	38,7	37,3	42,7	18,3	0,97	0,33	1,28	28,9
Z19-29	27,5	83,4	43,3	38,9	50,1	14,8	1,24	0,39	0,84	14,3
Z19-30	28,6	54,7	69,8	28,2	43,4	12,7	5,44	0,43	0,24	189,6
Normalwerte	60	160	50	80	70	30	1,6	0,5	0,3	40

Die Schwermetallgehalte der Zusatzuntersuchungen **Z19 26-29** sind unabhängig von der jeweiligen geologischen Formation jenen des Standortes **GUX 18** sehr ähnlich. Ihr bodenbildendes Ausgangsmaterial stammt aus dem Grazer Paläozoikum.

Als gänzlich anders erweist sich die Elementverteilung an der Prüfstelle **Z19-30**. Hier liegen die Hg-Gehalte im Normalbereich, dafür sind die Schwermetalle Molybdän und Arsen deutlich erhöht. Das Bodenmaterial ist Bitumenmergel aus der sogenannten **Kainacher Gosau**. Gosasedimente wurden rund 100 Millionen Jahre vor heute in der Kreidezeit des Erdmittelalters abgelagert und sind damit wesentlich jünger als die paläozoischen Gesteine der übrigen hier betrachteten Standorte.

Wie weit die erhöhten Molybdän- und Arsengehalte im Bereich der Kainacher Gosau verbreitet sind, müsste erst durch zusätzliche Untersuchungen abgeklärt werden. Es ist aber anzunehmen, dass es sich um eine kleinräumige Vererzung handelt, da die nächsten Bodenschutzstandorte in rund vier Kilometer Entfernung bereits wieder normale Schwermetallgehalte aufweisen.



Die Untersuchungsstelle **Z19-30** (Boden aus Bitumenmergel der Kainacher Gosau).

Weitere Schwermetallvererzungen

Pfangberg und Platte bei Graz:

Der Bodenschutzstandort **GZA 3** ist aus verschiedenen paläozoischen Gesteinen (div. Grüngesteine, Schiefer, Schwarzschiefer, Phyllite, Quarzite) entstanden. Diese haben, anders als die bisher besprochenen quecksilberreichen Kalke und Dolomite, erhöhte Chrom- und Molybdängehalte. Ihre im Bodenprofil annähernd gleichmäßigen bzw. nach unten hin steigenden Gehalte bezeugen die naturgegebene, geogene Herkunft.

GZA 3	Cu	Zn	Pb	Cr	Ni	Co	Mo	Cd	Hg	As
0-5 cm	42,5	141,9	41,4	122,7	60,1	25,7	3,32	0,41	0,16	16,6
5-20 cm	44,7	143,8	39,7	112,4	54,7	27,9	2,69	0,33	0,12	18,3
20-50 cm	46,7	196,8	54,4	98,2	54,7	25,4	4,33	0,23	0,07	22,5
Normalwerte	60	160	50	80	70	30	1,6	0,5	0,3	40

Um die Ausbreitung der Schwermetalle zu verfolgen, wurden im rund einen Kilometer entfernten Bereich der Platte zwei benachbarte Böden (**Z19-24** und **Z19-25**), einer aus derselben geologischen Formation, einer aus tertiärem Ausgangsmaterial, untersucht.



Die Ergebnisse der Bodenuntersuchungen:

Standorte	Cu	Zn	Pb	Cr	Ni	Co	Mo	Cd	Hg	As
GZA 3	42,5	141,9	41,4	122,7	60,1	25,7	3,32	0,41	0,16	16,6
Z19-24	46,0	160,7	25,7	40,5	55,2	26,7	1,63	0,29	0,10	16,1
Z19-25	11,7	58,0	37,2	21,2	16,9	12,2	0,57	0,14	0,14	7,8
Normalwerte	60	160	50	80	70	30	1,6	0,5	0,3	40

Der ebenfalls aus paläozoischen Gesteinen entstandene Boden der Prüfstelle **Z19-24** hat zwar auch erhöhte Schwermetallgehalte, jedoch auf deutlich niedrigerem Niveau als der Standort **GZA 3**. Der Tertiärboden **Z19-25** ist wie erwartet unauffällig.

Aus den Ergebnissen erkennt man, dass eine Abgrenzung der Verbreitung von Schwermetallen anhand ihrer geologischen Herkunft zwar prinzipiell möglich ist, dass aber innerhalb ein- und derselben geologischen Formation mit einer großen Schwankungsbreite der Gehalte (hohe lokale Variabilität) gerechnet werden muss.



Die Untersuchungsstelle **Z19-24** (Grazer Paläozoikum).
Rechts unterhalb des Hofes liegt **Z19-25** (Tertiär).



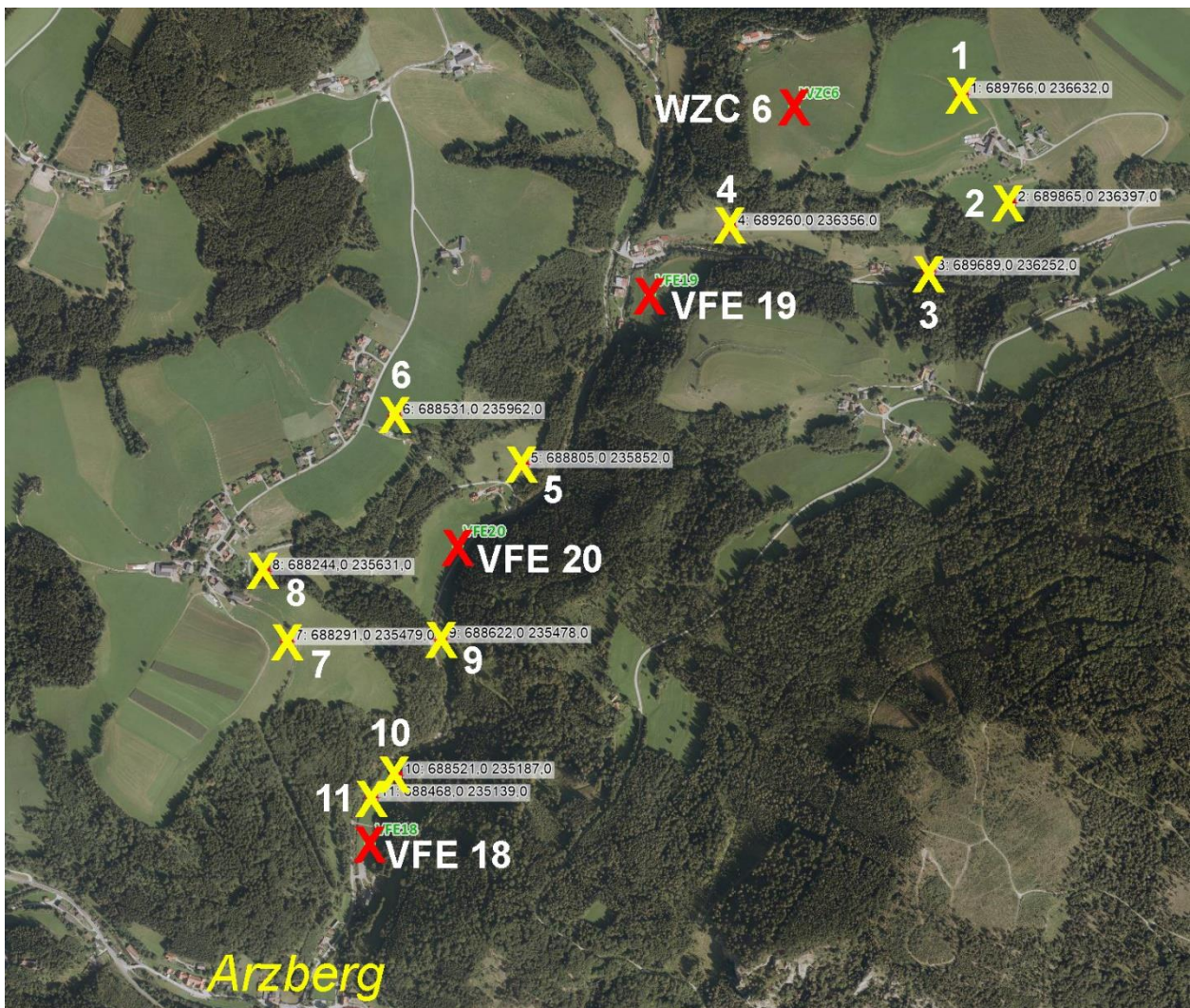
Paläozoischer Grünschiefer aus der Rettenbachklamm, südöstlich der Platte.

Bezirk Weiz

Das ehemalige Bergbaugebiet Arzberg – Haufenreith

Der Erzreichtum dieser ehemaligen Bergbauregion stellt die östliche Fortsetzung der bereits besprochenen Bergbauten von Schrems und Arzwaldgraben-Rabenstein dar, eine Blei-Zink-Vererzung des Grazer Paläozoikums.

In diesem Bericht wird - ausgehend von den schon 1997 und früher eingerichteten Standorten der steiermärkischen Bodenzustandsinventur - mit Hilfe zusätzlicher Bodenuntersuchungen versucht, die Ausbreitung erhöhter Schwermetallgehalte besser abschätzen zu können. Zur besseren kartografischen Darstellbarkeit wird das Untersuchungsgebiet in einen nördlichen und einen südlichen Bereich aufgeteilt.



Der Untersuchungsbereich Arzberg-Nord.

Die Geologie der Untersuchungsstandorte:

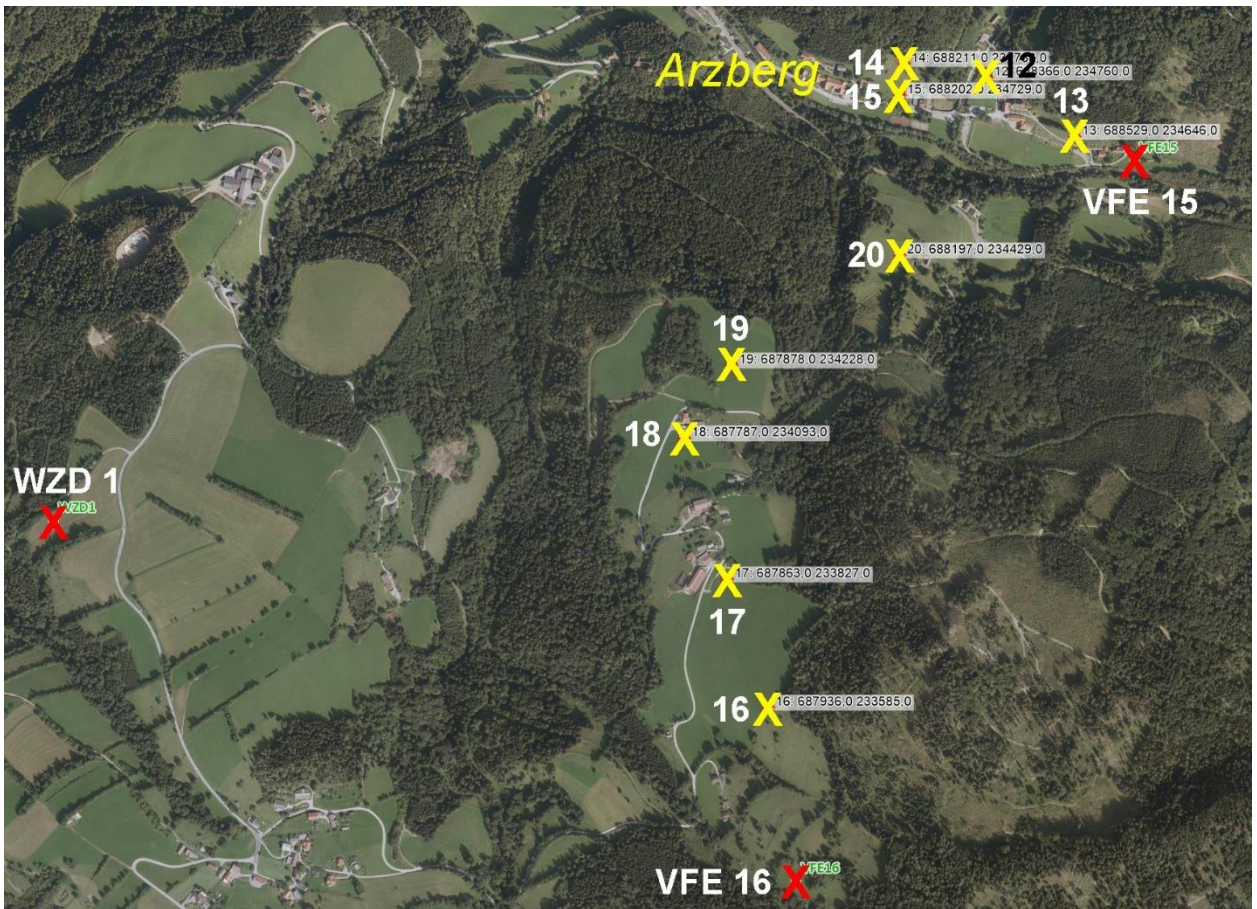
Standorte	Geologie
WZC 6	Arzbergsschichten
VFE 18	Au
VFE 19	Arzbergsschichten
VFE 20	Au
1	Arzbergsschichten
2	Arzbergsschichten, Kalk
3	Kalk
4	Arzbergsschichten

Standorte	Geologie
5	Arzbergsschichten
6	Arzbergsschichten
7	Arzbergsschichten
8	Arzbergsschichten
9	Au
10	Au
11	Au

Die Ergebnisse der Bodenuntersuchungen:

Standorte	Cu	Zn	Pb	Cr	Ni	Co	Mo	Cd	Hg	As
WZC 6	39,8	202,1	208,3	46,6	40,4	18,8	0,61	0,72	0,13	18,7
VFE 18	34,5	657,2	458,9	33,3	36,0	21,3	1,26	1,95	0,29	16,8
VFE 19	29,5	184,5	67,5	36,8	24,6	32,6	0,78	0,56	0,13	7,8
VFE 20	38,5	1684,0	882,0	35,4	31,6	19,0	1,42	4,88	0,55	14,7
1	40,9	109,6	63,3	41,6	33,7	23,4	1,82	0,38	0,11	16,2
2	59,5	117,4	44,3	72,5	82,2	30,9	0,97	0,53	0,30	41,6
3	37,8	121,3	48,3	45,8	48,5	29,2	0,72	0,39	0,13	16,3
4	50,8	399,4	671,9	55,1	37,4	44,2	0,07	1,56	0,29	10,2
5	56,8	398,6	2126,8	37,4	39,3	20,8	1,74	1,33	0,28	25,0
6	50,8	212,0	50,9	49,8	51,1	40,0	1,32	0,88	0,10	12,3
7	89,1	205,1	103,7	31,5	58,8	35,9	2,89	1,08	0,17	40,4
8	36,8	165,5	61,6	57,0	32,8	23,5	0,20	0,79	0,26	13,8
9	42,8	504,3	409,5	35,1	40,9	24,2	1,12	1,59	0,37	22,8
10	48,1	405,2	303,0	41,7	44,1	24,3	0,99	1,23	0,33	18,9
11	41,3	410,8	289,5	34,1	39,4	21,7	0,98	1,21	0,31	17,9
Normalwerte	60	160	50	80	70	30	1,6	0,5	0,3	40

Das Leitelement der Untersuchungsregion ist erwartungsgemäß Blei, gefolgt von Zink und Cadmium. Die anderen Schwermetalle sind nur sporadisch erhöht. Der höchste Blei-gehalt wurde an der Prüfstelle **5** festgestellt, gefolgt vom Standort **VFE 20**. Die Untersuchungsstellen befinden sich südlich der ehemaligen Erzaufbereitungsanlage Haufenreith und einer dem Bachverlauf folgenden Halde. Geologisch gesehen liegen fast alle Prüfstellen im Bereich der Arzbergsschichten (Schwarzschiefer, Karbonatphyllite, untergeordnet Grünschiefer) des Grazer Paläozoikums, wobei innerhalb der geologischen Formation große Schwankungen in den Schwermetallgehalten auftreten. Die hohen Schwermetallgehalten folgen ungefähr dem Verlauf der Raab, die östlich und westlich dieser Linie gelegenen Standorte **1-3** (Schönberg-Ost) und **6-8** (Wiedenbergr) weisen deutlich niedrigere Schwermetallgehalten auf.



Der Untersuchungsbereich Arzberg-Süd.

Die Geologie der Untersuchungsstandorte:

Standorte	Geologie
WZD 1	Passailer Phyllit
VFE 15	Planieboden
VFE 16	Arzbergsschichten
12	Au
13	Arzbergsschichten
14	Arzbergsschichten

Standorte	Geologie
15	Au
16	Arzbergsschichten
17	Passailer Phyllit
18	Schöckelkalk
19	Passailer Phyllit
20	Arzbergsschichten

Die Ergebnisse der Bodenuntersuchungen:

Standorte	Cu	Zn	Pb	Cr	Ni	Co	Mo	Cd	Hg	As
WZD 1	32,0	134,7	39,4	59,5	28,8	12,9	1,01	0,38	0,15	25,8
VFE 15	29,2	350,9	361,2	32,3	31,2	17,7	0,78	1,42	0,31	13,1
VFE 16	24,2	302,0	134,8	79,2	34,8	32,3	0,29	0,65	0,10	9,9
12	54,8	786,2	926,7	34,7	42,3	24,3	1,29	2,25	0,45	24,9
13	56,8	281,7	377,4	76,9	49,2	41,6	0,52	0,87	0,36	36,9
14	59,0	153,9	146,1	74,2	64,9	35,3	1,28	0,48	0,15	13,4
15	61,2	172,2	583,5	84,9	60,0	29,8	1,91	0,66	0,24	15,9
16	38,7	182,3	53,8	44,1	35,9	36,8	1,10	0,48	0,47	58,2
17	38,3	177,4	98,3	48,9	34,3	26,8	1,04	0,56	0,18	26,6
18	59,4	135,5	76,6	71,8	70,9	34,1	0,74	0,78	0,27	29,4
19	61,6	150,2	81,8	70,4	66,4	42,8	1,73	0,62	0,41	21,2
20	72,5	124,2	55,9	62,6	64,6	32,5	3,84	0,62	0,17	23,7
Normalwerte	60	160	50	80	70	30	1,6	0,5	0,3	40

Der Standort **VFE 15** ist eine als mehrschnittige Wiese genutzter Haldenboden vor dem alten Erbstollen in Arzberg. Hier und im angrenzenden Ortsgebiet (Prüfstellen **12-15**) findet man auch die höchsten Schwermetallgehalte des Untersuchungsgebietes, die Untersuchungsstellen **16-20** (Berghang südlich des Ortes) liegen niedriger. Erst der neben einer alten Halde gelegene Bodenschutzstandort **VFE 16** weist wieder etwas höhere Gehalte auf.

Der bei Burgstall liegende Rasterstandort des Bodenschutzprogrammes **WZD 1** (Bild rechts) hat Schwermetallgehalte, wie sie dem Normalbereich steirischer Böden entsprechen.

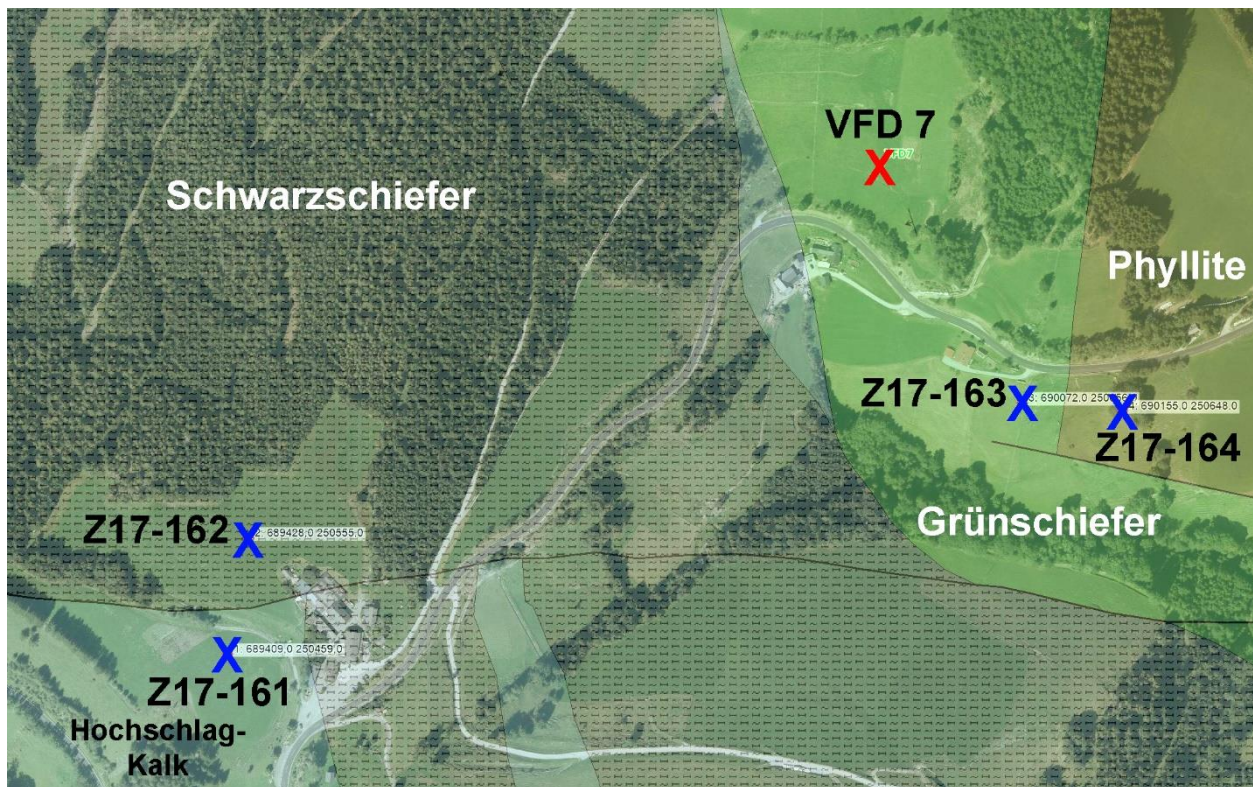


Der ehemalige Arsen-Bergbau am Straßegg

Das alte Arsenbergbaugebiet Gasen – Straßegg befindet sich nordwestlich der Ortschaft Gasen, im Bereich des Straßeggsattels. Erste Hinweise auf Bergbautätigkeiten gibt es um 1400. Ende des 15. Jahrhunderts zählte der Bergbau „Zuckenhut“ (alter Name dieses Gebietes) zu den bekanntesten Silberbergbauen der Ostalpen. Am Anfang des 16. Jahrhunderts erlangte neben Silber und Gold auch der Abbau des Arsenkieses wirtschaftliches Interesse. Als Begleitminerale findet man unter anderem Pyrit, Bleiglanz, Kupferkies und Zinkblende.

Die bergbaulichen Tätigkeiten wurden am Anfang des 19. Jahrhunderts eingestellt.

Das ehemalige Bergbaugebiet ist heute fast ausschließlich forstwirtschaftlich genutzt. Die Einrichtung des Untersuchungsstandortes **VFD 7** erfolgte 1997 in einer an den Haldenbereich angrenzenden landwirtschaftlichen Nutzfläche. 2017 wurden zur Abgrenzung des Bereiches mit erhöhten Schwermetallgehalten noch vier zusätzliche Bodenuntersuchungen in verschiedenen geologischen Formationen des Grazer Paläozoikums durchgeführt (**Z17 161-164**).



Die Ergebnisse der Bodenuntersuchungen:

Standorte	Cu	Zn	Pb	Cr	Ni	Co	Mo	Cd	Hg	As
VFD 7	72,9	101,3	356,2	516,0	266,5	41,0	1,31	0,26	0,13	1820,0
Z17-161	52,2	123,8	38,9	32,8	53,3	20,4	2,16	0,28	0,17	71,3
Z17-162	39,6	125,6	42,0	40,1	47,9	19,1	2,10	0,25	0,18	63,8
Z17-163	110,9	98,0	653,9	778,1	488,3	72,6	0,28	0,40	0,12	1273,7
Z17-164	138,9	101,7	48,1	1049,3	713,5	88,0	0,22	0,40	0,14	633,1
Normalwerte	60	160	50	80	70	30	1,6	0,5	0,3	40

Die hohen Schwermetallgehalte des Bodenschutzstandortes **VFD 7** sind offensichtlich an die Grünschiefer-Formation (**Z17-163**) gebunden. Aber auch im benachbarten Phyllit (**Z17-164**) findet man noch hohe Schwermetallgehalte. Der Unterschied zwischen Grünschiefer und Phyllit als bodenbildendes Ausgangsmaterial zeigt sich am besten in den unterschiedlichen Pb-Gehalten, welche im Grünschiefer mehr als zehnmal so hoch sind. Der Abstand der beiden Zusatzuntersuchungen beträgt dabei nur ca. 80 m. Der ursprüngliche Standort VFD 7 liegt ca. 250 m nordwestlich der beiden Zusatzuntersuchungsstellen.

Die Böden auf Hochschlag-Kalk (**Z17-161**) und Schwarzschiefer (**Z17-162**) westlich des Straßeggsattels haben deutlich niedrigere Arsengehalte. Dafür ist in diesen beiden geologischen Formationen Molybdän leicht erhöht.

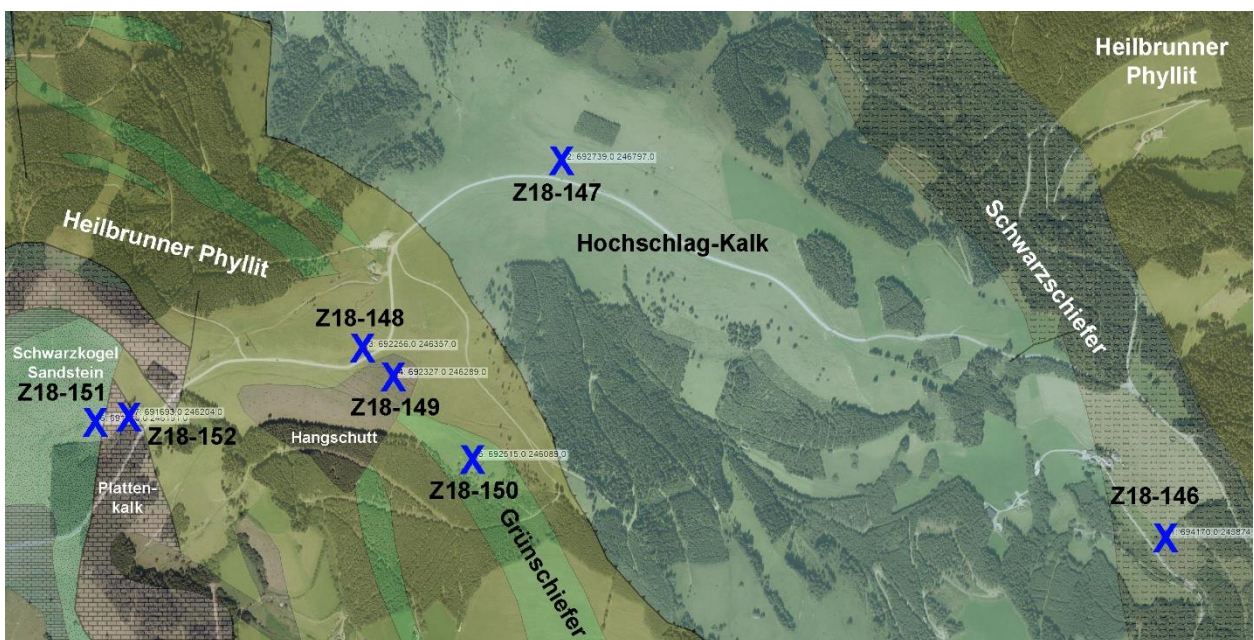
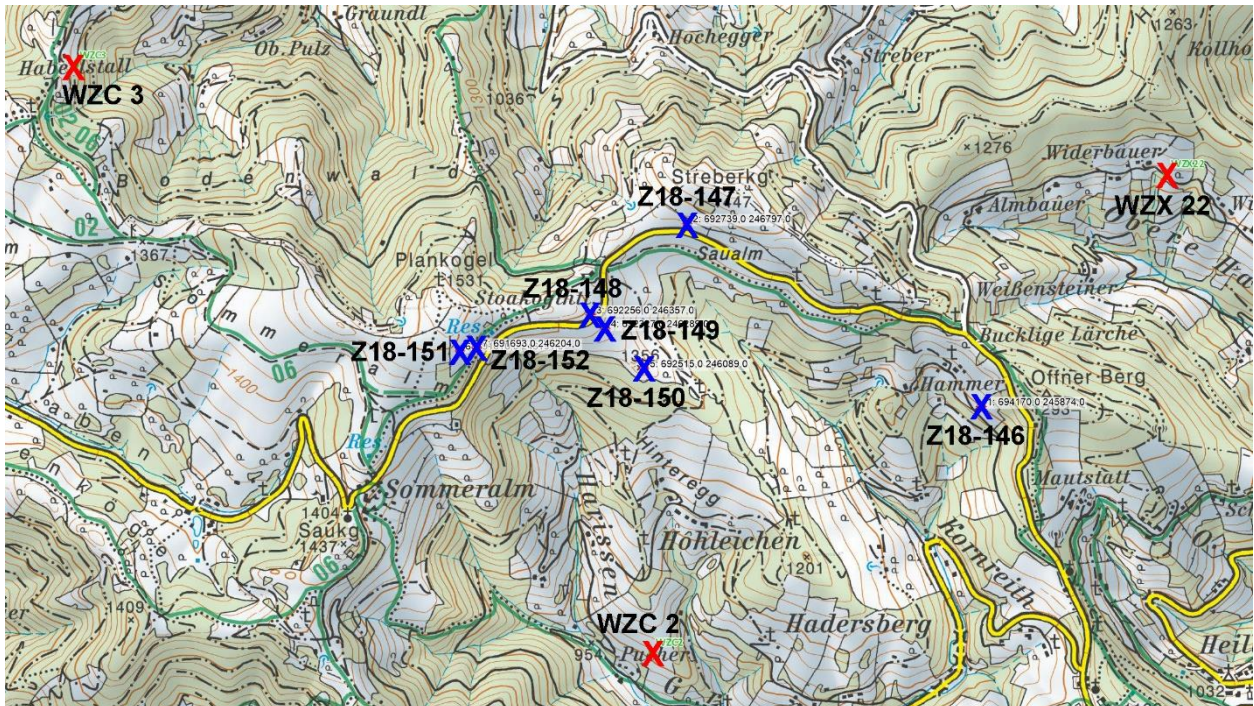


Die Untersuchungsstelle **Z17-164** (Phyllite, Grazer Paläozoikum).

Weitere Schwermetallvererzungen im Grazer Paläozoikum

Wie schon mehrfach in der Steiermark festgestellt, finden sich auch im Bezirk Weiz in den Böden mit paläozoischem Ausgangsmaterial immer wieder erhöhte Schwermetallgehalte. Im Folgenden wird mit Hilfe einiger Zusatzuntersuchungen in den drei Gebieten **Steinkogelalm**, **St. Kathrein am Offenegg** und **Anger** untersucht, ob es zwischen geologischen Formationen und Schwermetallgehalten einen Zusammenhang gibt.

Steinkogelalm:



Die geologischen Formationen der Zusatzstandorte Z18 146-152.

Die Geologie der Untersuchungsstandorte:

Geologie	Standorte
Schwarzschiefer	Z18-146
Hochschlag-Kalk	Z18-147
Heilbrunner Phyllit	Z18-148, WZC 2 und WZX 22
Hangschutt aus Heilbrunner Phyllit	Z18-149
Grünschiefer	Z18-150
Schwarzkogel-Sandstein	Z18-151
Plattenkalk	Z18-152, WZC 3

Die Ergebnisse der Bodenuntersuchungen:

Standorte	Cu	Zn	Pb	Cr	Ni	Co	Mo	Cd	Hg	As
WZC 3	20,4	96,4	33,0	24,7	22,8	10,7	1,03	0,37	0,14	9,7
WZX 22	32,9	131,8	28,0	99,0	39,8	13,9	0,92	0,40	0,09	21,7
WZC 2	55,1	153,1	32,2	36,0	48,8	24,5	5,60	0,37	0,10	43,9
Z18-146	58,1	103,4	36,6	309,1	132,2	39,8	0,84	0,31	0,08	46,7
Z18-147	24,3	85,1	61,7	15,7	27,9	16,7	1,03	0,24	0,12	16,3
Z18-148	26,0	115,7	137,3	49,1	21,3	8,4	2,64	0,37	0,21	41,3
Z18-149	23,3	102,2	79,6	17,8	17,2	8,8	3,59	0,38	0,27	69,4
Z18-150	48,7	107,0	77,7	49,3	31,6	25,2	1,86	0,48	0,18	28,1
Z18-151	13,6	57,4	56,9	19,9	12,5	6,0	1,15	0,28	0,17	10,0
Z18-152	11,3	58,2	58,6	16,2	16,0	8,4	1,19	0,31	0,15	10,3
Normalwerte	60	160	50	80	70	30	1,6	0,5	0,3	40

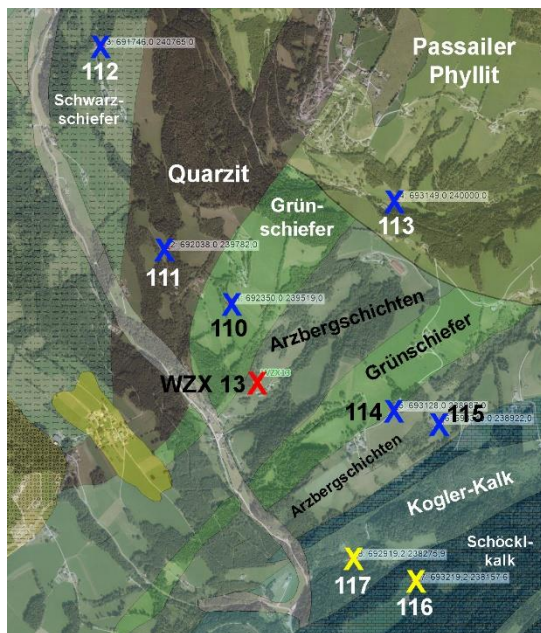
Betrachtet man die leicht erhöhten Bleigehalte, so scheinen sich diese eher auf ein kleines geografisches Gebiet zu beschränken, als auf ein bestimmtes geologisches Ausgangsmaterial.



Die Prüfstelle **Z18-147** (Hochschlagkalk, Grazer Paläozoikum).

Die Geologie der Untersuchungsstandorte:

Geologie	Standorte
Schwarzkogel-Sandstein	WZX 14
Grünschiefer	Z17-110 und Z17-114
Quarzit	Z17-111
Schwarzschiefer	Z17-112
Passailer Phyllit	Z17-113 und WZX 21
Arzbergsschichten	Z17-115 , WZX 12 und WZX 13
Schöcklkalk	Z17-116
Kogler-Kalk	Z17-117



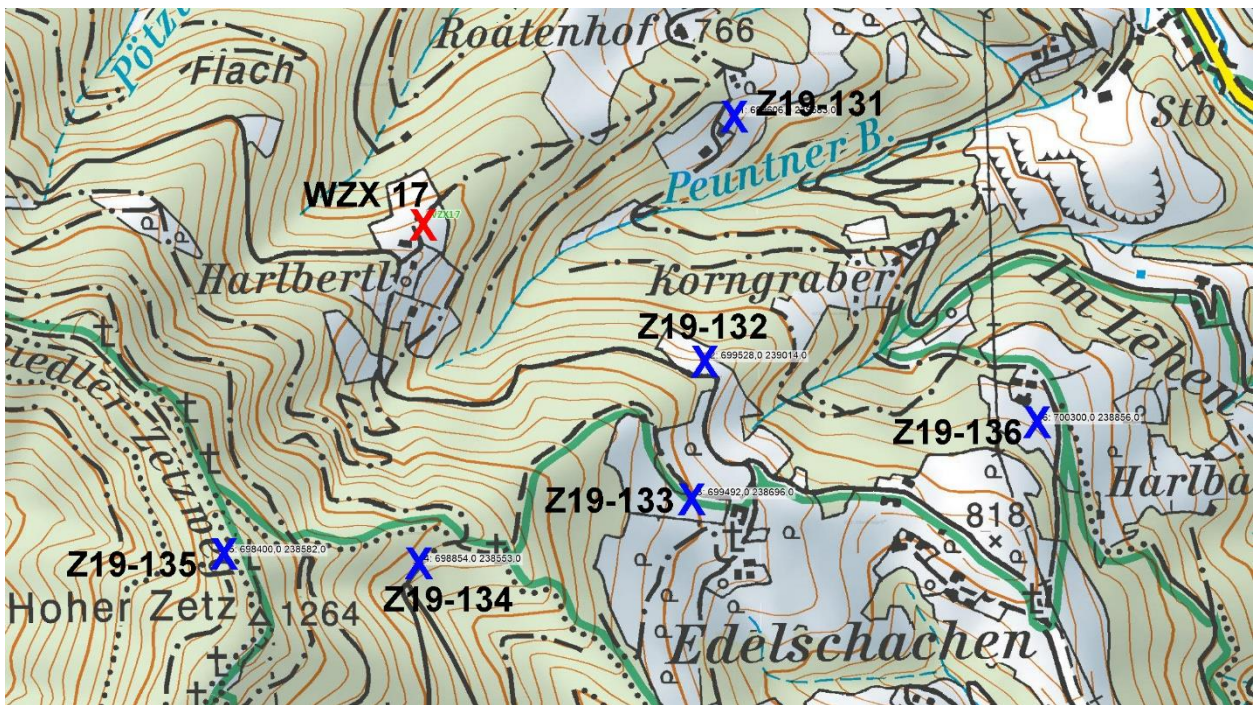
Die Untersuchungsregion ist kleinräumig in viele verschiedene geologische Formationen untergliedert.

Die Ergebnisse der Bodenuntersuchungen:

Standorte	Cu	Zn	Pb	Cr	Ni	Co	Mo	Cd	Hg	As
WZX 12	50,1	231,3	69,5	44,9	61,7	24,6	1,30	0,59	0,16	19,4
WZX 13	59,2	190,6	219,2	51,2	46,8	35,0	2,84	0,68	0,12	24,7
WZX 14	10,2	71,9	39,2	13,4	10,7	3,8	0,81	0,45	0,15	8,6
WZX 21	48,3	216,5	44,5	36,4	42,1	18,9	4,58	0,71	0,10	34,5
Z17-110	43,4	114,8	33,6	103,3	57,3	29,0	1,83	0,55	0,10	14,2
Z17-111	58,4	111,6	58,3	76,8	56,0	22,2	6,74	0,60	0,17	33,0
Z17-112	39,2	111,1	31,3	25,0	50,6	21,1	1,39	0,16	0,12	20,2
Z17-113	73,6	127,8	38,9	48,3	70,3	28,9	4,33	0,39	0,10	24,1
Z17-114	99,1	85,8	21,3	567,6	206,3	44,0	0,04	0,15	0,03	2,6
Z17-115	81,6	104,0	31,0	142,8	95,0	37,3	0,09	0,37	0,05	13,1
Z17-116	35,7	114,5	54,7	35,4	40,3	18,3	1,40	0,77	0,81	22,6
Z17-117	26,2	103,3	39,5	17,4	38,8	12,6	3,04	0,77	0,79	33,9
Normalwerte	60	160	50	80	70	30	1,6	0,5	0,3	40

Auch innerhalb gleicher geologischer Formationen lässt sich keine einheitliche Schwermetallverteilung erkennen.

Anger:



Die geologischen Formationen der Untersuchungsstandorte.

Die Geologie der Untersuchungsstandorte:

Standorte	Geologie
WZX 17	Hochschlag-Kalk
Z19-131	Schwarzschiefer
Z19-132	Hochschlag-Kalk
Z19-133	Phyllit
Z19-134	Dolomite
Z19-135	Schöcklkalk
Z19-136	Glimmerschiefer (Angerkristallin)

Das bodenbildende Ausgangsmaterial der Böden stammt bis auf jenes der Prüfstelle **Z19-136** aus dem Grazer Paläozoikum, dieses besteht aus Glimmerschiefern des Angerkristallins.

Die Ergebnisse der Bodenuntersuchungen:

Standorte	Cu	Zn	Pb	Cr	Ni	Co	Mo	Cd	Hg	As
WZX 17	41,7	116,5	28,0	95,8	57,0	25,8	1,00	0,38	0,17	5,4
Z19-131	60,0	121,2	30,2	35,8	49,1	21,0	2,22	0,36	0,08	11,5
Z19-132	31,5	82,6	35,9	27,8	39,2	16,8	0,57	0,37	0,07	7,4
Z19-133	29,6	78,3	30,9	31,3	33,6	18,2	0,58	0,26	0,08	6,8
Z19-134	25,5	137,4	65,6	16,1	29,7	14,4	1,18	1,03	0,31	16,3
Z19-135	19,5	105,0	91,7	30,5	33,8	15,4	1,65	1,20	0,39	28,8
Z19-136	41,5	117,4	31,8	56,8	51,0	21,0	0,68	0,64	0,09	5,4
Normalwerte	60	160	50	80	70	30	1,6	0,5	0,3	40

Die Schwermetallgehalte der Untersuchungsregion sind im Vergleich zu den beiden zuvor besprochenen niedriger, an den Prüfstellen **Z19-132** und **Z19-133** liegen sie sogar allesamt im Normalbereich. Korrelationen des Schwermetallmusters mit geologischen Formationen sind innerhalb der drei zuletzt besprochenen Gebiete nicht zu erkennen.

Zusammenfassend kann gesagt werden, dass im Grazer Paläozoikum erhöhte Schwermetallgehalte bei unterschiedlichen Elementen immer wieder vorkommen können. Sie sind auf kleinräumige Vererzungen zurückzuführen und eine naturgegebene Eigenschaft der Böden.

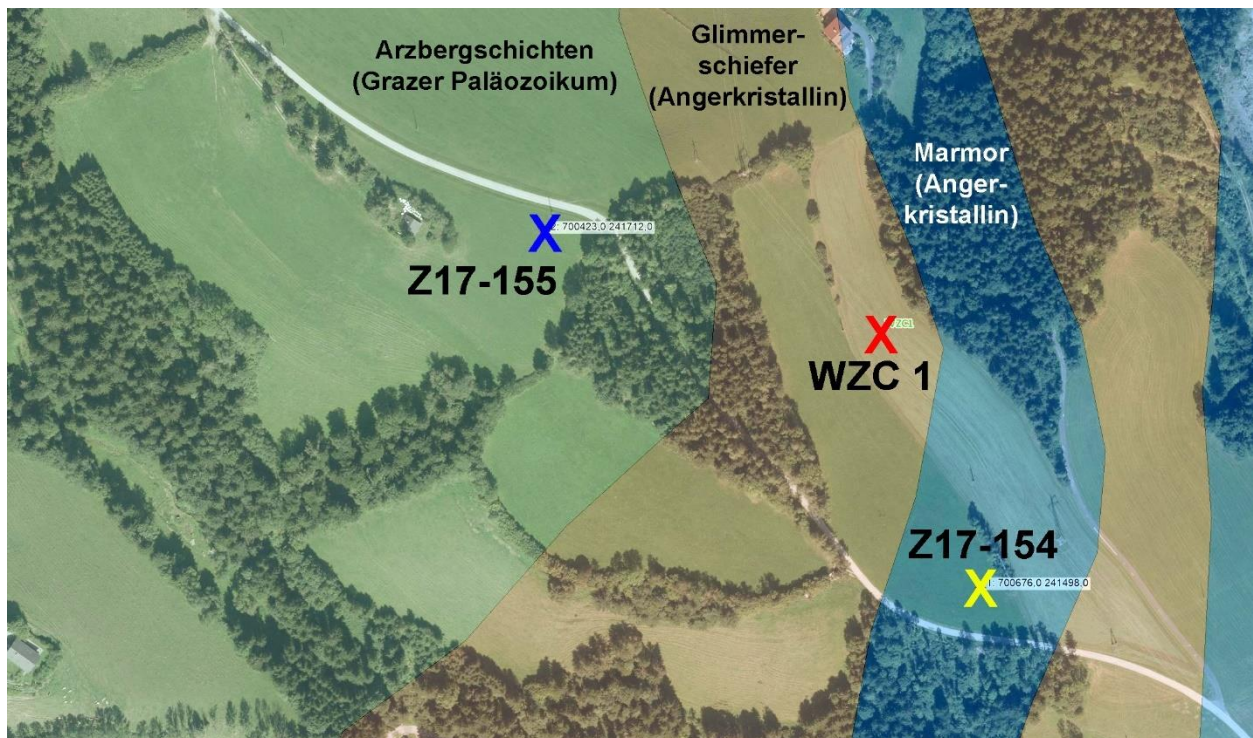
Die Prüfstelle **Z19-133** (Phyllit, Grazer Paläozoikum).



Schwermetalle in kristallinen Gesteinen

Anger-Nord:

Der Untersuchungsstandort **WZC 1** weist bei mehreren Schwermetallen Überschreitungen der Normalgehalte auf, welche auf Grund der nach unten hin ansteigenden beziehungsweise gleichmäßigen Verteilung geogener Herkunft sind. Das bodenbildende Ausgangsmaterial sind Glimmerschiefer des Angerkristallins. Es wurden zwei Zusatzuntersuchungen in den angrenzenden geologischen Formationen durchgeführt (**Z17-154+155**).



Ergebnisse der Bodenuntersuchungen (mg/kg):

Standorte	cm	Cu	Zn	Pb	Cr	Ni	Co	Mo	Cd	Hg	As
WZC 1	0-5	52,9	144,0	27,5	164,4	97,4	32,6	1,12	0,45	0,08	17,5
WZC 1	5-20	55,6	147,7	22,9	84,0	99,7	31,4	1,21	0,39	0,08	18,7
WZC 1	20-50	67,6	161,1	21,4	106,8	104,8	31,9	0,81	0,56	0,07	20,7
Z17-154	0-5	46,4	103,2	34,7	82,8	63,2	45,1	0,47	0,70	0,15	9,5
Z17-155	0-5	51,4	102,0	24,6	61,9	44,9	27,1	1,38	0,40	0,11	5,9
Normalwerte:		60	160	50	80	70	30	1,6	0,5	0,3	40

Die Zusatzuntersuchung **Z17-154** im Marmor des Angerkristallins passt besser zum Standort **WZC 1** (Glimmerschiefer, Angerkristallin) als jene aus den Arzbergschichten des Grazer Paläozoikums (**Z17-155**). Das bedeutet, dass das Angerkristallin in dieser Region höhere Schwermetallgehalte aufweist als das Grazer Paläozoikum, aber auch innerhalb des Angerkristallins eine hohe lokale Variabilität der Schwermetallgehalte in den Böden angenommen werden muss.

Teufelstein:

Am Bodenschutzstandort **WZX 27** ist nur der Arsengehalt erhöht. Auch hier ist durch die Profilanalyse eine rein geogene Herkunft des Schwermetalls belegt. Das bodenbildende Ausgangsmaterial der Untersuchungsregion ist großflächig Birkfelder Quarzphyllit aus dem Altkristallin des Semmeringsystems. Mit Hilfe von vier Zusatzuntersuchungen (**Z19 91-94**) wird versucht die Verbreitung der erhöhten Arsengehalte abzuschätzen.



Ergebnisse der Bodenuntersuchungen (mg/kg):

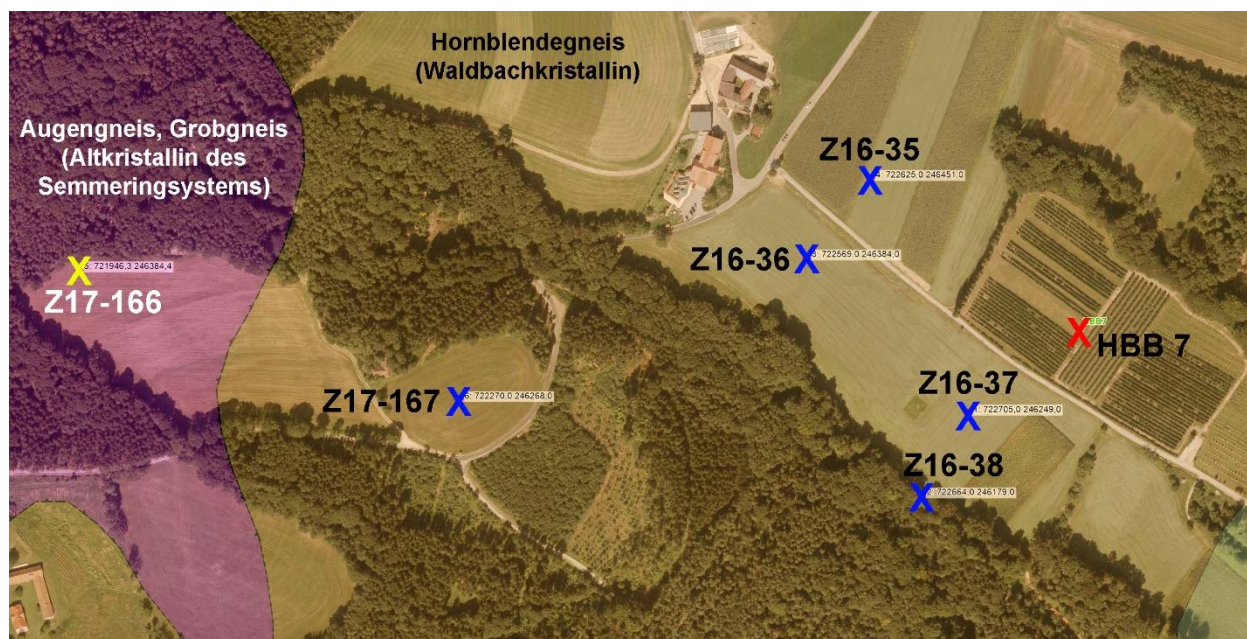
Standorte	cm	Cu	Zn	Pb	Cr	Ni	Co	Mo	Cd	Hg	As
WZX 27	0-5	16,1	70,7	36,2	22,0	10,2	4,2	1,04	0,22	0,16	47,6
WZX 27	5-20	17,4	71,5	32,8	23,3	12,0	4,8	0,94	0,16	0,08	53,2
WZX 27	20-50	18,6	69,2	21,7	25,3	16,5	6,9	0,90	0,06	0,05	54,2
Z19-91	0-5	10,8	26,3	38,2	18,4	4,8	0,8	0,61	0,31	0,29	18,4
Z19-92	0-5	16,0	63,6	43,3	16,0	14,1	5,4	0,94	0,22	0,23	12,2
Z19-93	0-5	19,8	59,2	29,3	20,6	14,3	7,7	0,77	0,23	0,15	91,0
Z19-94	0-5	24,0	59,6	13,6	42,5	20,3	16,4	0,69	0,26	0,09	24,5
Normalwerte:		60	160	50	80	70	30	1,6	0,5	0,3	40

Die meisten Schwermetallgehalte der untersuchten Böden sind innerhalb der üblichen Schwankungsbreite relativ gut vergleichbar. Von den vier Zusatzstandorten wurde nur an der Prüfstelle **Z19-93** ein erhöhter Arsengehalt festgestellt, ansonsten liegen die Schwermetallgehalte im Normalbereich. Da die nächsten Bodenschutzstandorte des Bezirkes beim Arsen keine Auffälligkeiten zeigen, dürfte es sich im Bereich **WZX27** und **Z19-93** um eine kleinräumige Arsenvererzung halten. Weitere erhöhte Arsengehalte wurden erst in der Stanz, in rund 8 km Entfernung, nachgewiesen (siehe Seiten 144 f.).

Bezirk Hartberg-Fürstenfeld

Auch in den kristallinen Gesteinen dieses Bezirkes findet man gelegentlich erhöhte Arsen- bzw. Molybdängehalte. Sie sind naturgegeben und stammen aus kleinräumigen Vererzungen. Ergänzend zum groben Raster der Bodenzustandsinventur wurde mit Hilfe einiger Zusatzuntersuchungen versucht die Verbreitung der Schwermetalle besser abschätzen und eventuelle Korrelationen zu geologischen Formationen erkennen zu können.

Grafendorf - Nordwest:



Die Ergebnisse der Bodenuntersuchungen:

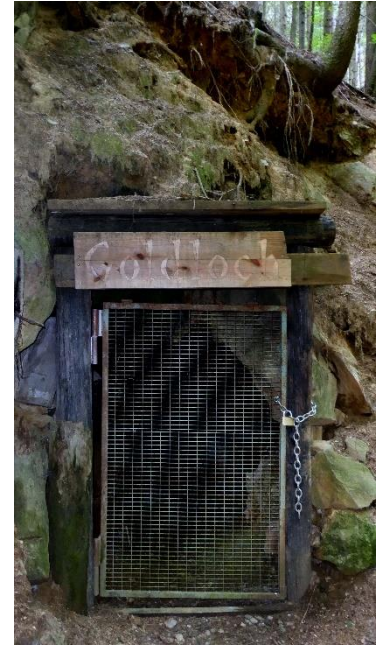
Standorte	Cu	Zn	Pb	Cr	Ni	Co	Mo	Cd	Hg	As
HBB 7	38,7	62,9	10,4	35,8	12,5	10,5	2,19	0,26	0,07	124,7
Z16-35	21,1	49,7	7,6	29,1	19,9	11,1	0,61	0,21	0,04	267,2
Z16-36	16,5	39,9	8,2	25,9	15,6	12,0	0,56	0,15	0,04	264,0
Z16-37	12,5	31,5	8,7	16,9	10,2	8,5	0,60	0,15	0,04	128,3
Z16-38	23,0	47,6	12,0	23,7	19,4	9,3	0,78	0,17	0,08	78,5
Z17-166	15,5	34,5	17,0	24,6	16,6	8,6	0,58	0,17	0,07	160,8
Z17-167	24,2	43,4	13,0	22,7	19,7	8,1	0,55	0,15	0,07	56,4
Normalwerte	60	160	50	80	70	30	1,6	0,5	0,3	40

Man findet im gesamten Untersuchungsgebiet unabhängig von geologischer Herkunft erhöhte Arsengehalte, welche von ihrer Höhe her auf engem Raum stark variieren. Die Gehalte der nächsten nur rund 4 km entfernten Standorte der Bodenzustandsinventur liegen im Normalbereich.

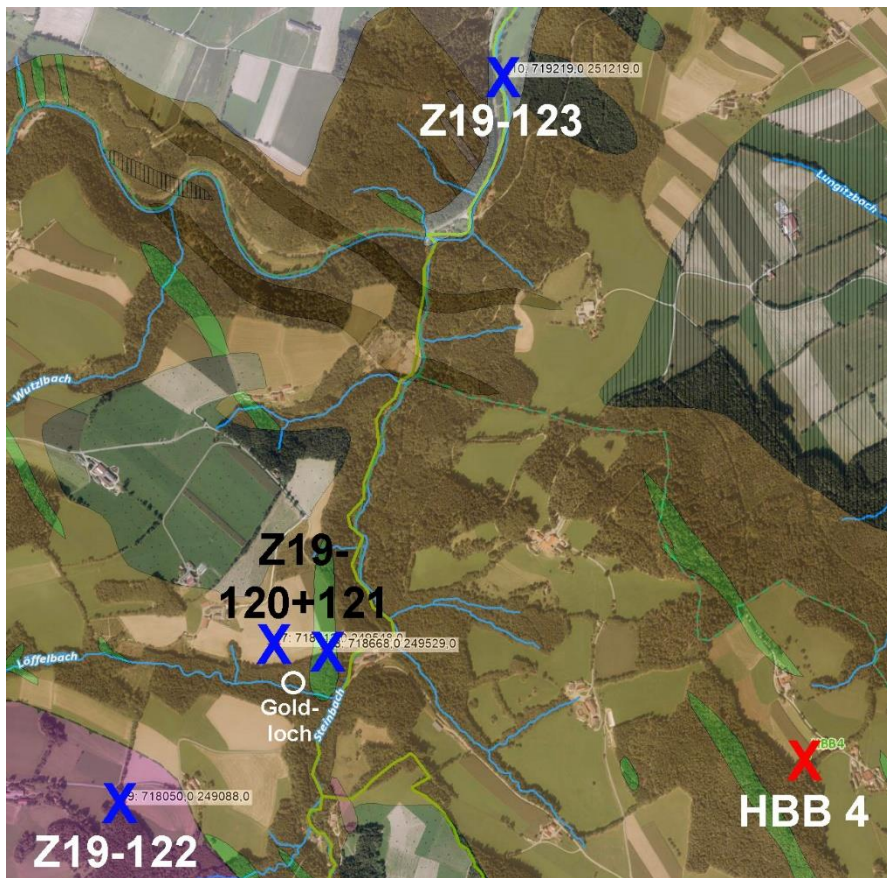
Der ehemalige Bergbau im Goldloch bei Vorau:

Bereits um 1300 wurde hier Arsenkies (Arsenopyrit), ein Eisen-Arsen-Sulfid, abgebaut. Diesem sind oft in geringen Mengen Silber und Gold beigemischt, wobei die im Goldloch gewonnenen geringen Goldmengen zur Vergoldung der Figuren in der Vorauer Stiftskirche Anwendung fanden. Heute arbeitet der Klub „Sub Terra Vorau“ daran, Teile des acht Kilometer langen Stollens für die Öffentlichkeit wieder zugänglich zu machen.

Um herauszufinden, ob auch in den dem Goldloch benachbarten landwirtschaftlich genutzten Böden erhöhte As-Gehalte vorkommen, wurden an vier Standorten (**Z19 120-123**) Bodenuntersuchungen durchgeführt. Der vom Goldloch rund 1,5 km entfernte Bodenschutzstandort **HBB 4** weist bei allen Schwermetallen völlig normale Bodengehalte auf.



Standorte	Cu	Zn	Pb	Cr	Ni	Co	Mo	Cd	Hg	As
HBB 4	20,3	49,4	11,9	41,7	14,4	12,9	0,81	0,16	0,10	14,0
Z19-120	33,9	64,7	25,4	26,7	16,8	12,5	2,77	0,17	0,06	34,1
Z19-121	53,8	184,1	31,4	31,5	17,5	15,6	3,41	0,38	0,10	258,8
Z19-122	7,2	28,3	23,0	6,9	5,2	3,0	0,35	0,13	0,05	17,9
Z19-123	15,3	31,9	14,7	13,7	13,2	8,2	0,52	0,09	0,02	21,1
Normalwerte	60	160	50	80	70	30	1,6	0,5	0,3	40



Nur der rund 150 Meter nordöstlich des Goldloches gelegene Standort **Z19-121** weist deutlich erhöhte Arsenwerte auf. Ob das Vorkommen an das bodenbildende Ausgangsmaterial Amphibolit gebunden ist, kann aus dieser einen Untersuchung heraus nicht gesagt werden. Der nebenliegende Standort **Z19-120** (Hornblende-gneis des Waldbachkristallins) ist, wie **Z19-122** (Gneis aus dem Altkristallins des Semmeringsystems) und der Auboden **Z19-123**, unauffällig.

Erhöhte Molybdängehalte im Bezirk Hartberg-Fürstenfeld:

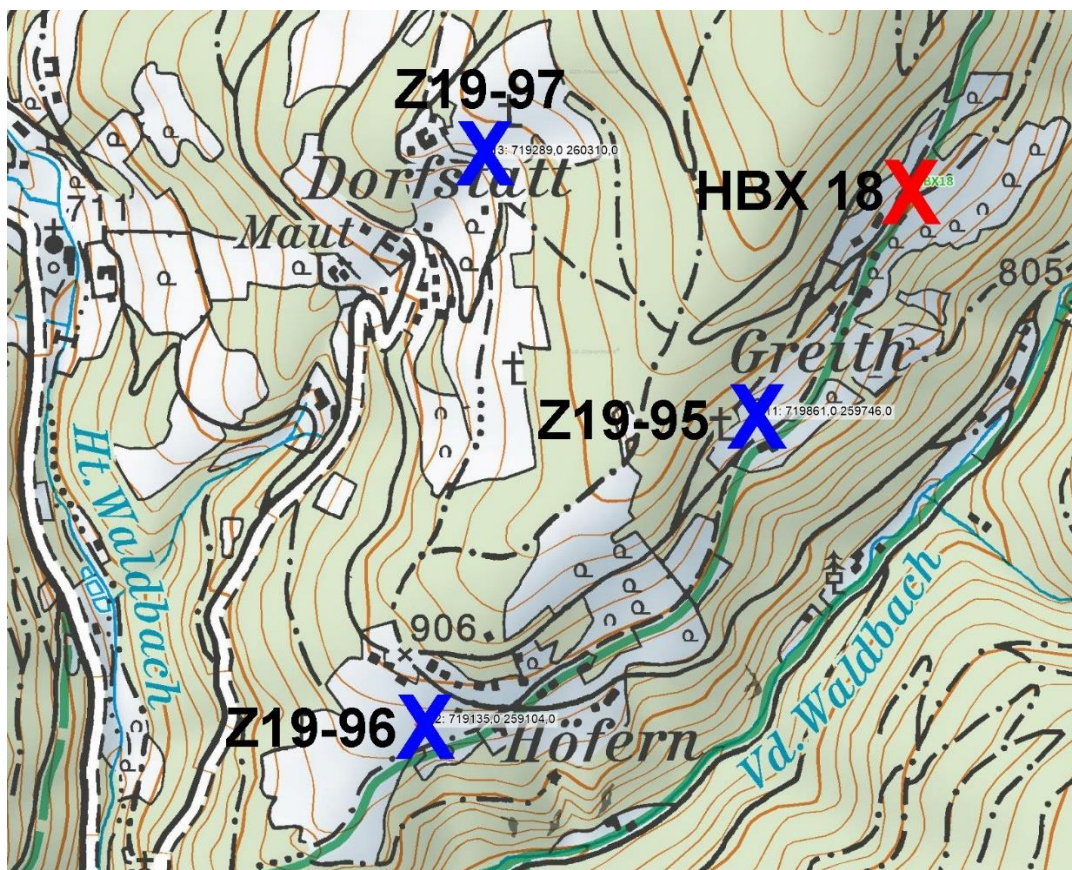
Vier Standorte des Steiermärkischen landwirtschaftlichen Bodenschutzprogrammes im Bezirk Hartberg-Fürstenfeld haben erhöhte Molybdängehalte im Oberboden. Sie liegen geografisch weit voneinander entfernt und stehen in keinem unmittelbaren geologischen Zusammenhang.

Standorte	Lage bei	Geologie
HBC 4	Stubenberg am See	Amphibolite, Grünschiefer, Metagabbro (Altkristallin des Semmeringsystems)
HBB 7	Grafenberg	Hornblendegneis (Waldbachkristallin)
HBB 2	Waldbach	Waldbacher Phyllit (Waldbachkristallin)
HBX 18	Bruck an der Lafnitz	Wechselgneis (Wechselkristallin)

Standorte	Cu	Zn	Pb	Cr	Ni	Co	Mo	Cd	Hg	As
HBC 4	35,8	75,9	12,2	60,7	34,7	18,8	2,70	0,39	0,07	3,8
HBB 7	38,7	62,9	10,4	35,8	12,5	10,5	2,19	0,26	0,07	124,7
HBB 2	34,8	93,0	14,9	44,3	26,7	19,0	1,89	0,36	0,11	18,0
HBX 18	24,8	72,2	12,0	47,2	12,9	6,3	5,44	0,45	0,07	9,5
Normalwerte	60	160	50	80	70	30	1,6	0,5	0,3	40

Der Standort **HBB7** ist von der Arsen thematik her schon bekannt.

Die höchsten Mo-Gehalte des Bezirkes finden wir am Standort **HBX 18**. In den landwirtschaftlich genutzten Flächen seiner Umgebung wurden drei zusätzliche Bodenuntersuchungen (**Z19 95-97**) durchgeführt. Das bodenbildende Ausgangsmaterial ist einheitlich Wechselgneis.



Die Ergebnisse der Bodenuntersuchungen (mg/kg):

Standorte	Cu	Zn	Pb	Cr	Ni	Co	Mo	Cd	Hg	As
HBX 18	24,8	72,2	12,0	47,2	12,9	6,3	5,44	0,45	0,07	9,5
Z19-95	17,0	58,2	17,7	17,6	14,5	9,4	1,32	0,31	0,06	12,3
Z19-96	19,8	61,9	13,0	23,1	15,3	10,3	1,13	0,24	0,05	5,7
Z19-97	28,1	53,1	17,3	20,8	11,9	5,2	11,78	0,27	0,06	23,3
Normalwerte	60	160	50	80	70	30	1,6	0,5	0,3	40

Im Boden der Prüfstelle **Z19-97** wurden doppelt so hohe Mo-Gehalte gefunden als am Bodenschutzstandort **HBX 18**. Die Bodengehalte sind naturgegeben und stammen aus einer kleinräumigen Vererzung. Die beiden südlich gelegenen Prüfstandorte **Z19-95** und **Z19-96** weisen bei allen Schwermetallen unauffällige Bodengehalte auf.



Die Untersuchungsstelle **Z19-96** (Wechselgneis).

Bezirk Voitsberg

Salla:

Der Bodenschutzstandort **VOX 17** weist einige erhöhte Schwermetallgehalte auf, welche eigentlich ins Kalkalpin passen würden. Sein bodenbildendes Ausgangsmaterial ist aber Gneis und Glimmerschiefer aus dem Kristallin der Koralpe.

VOX 17	Cu	Zn	Pb	Cr	Ni	Co	Mo	Cd	Hg	As
0-5 cm	22,1	225,6	111,4	37,5	29,8	13,4	0,65	0,70	0,36	5,9
5-20 cm	20,7	210,0	124,1	37,1	30,7	14,4	0,64	0,69	0,36	5,8
20-50 cm	21,1	172,8	91,7	38,9	32,5	15,1	0,48	0,47	0,28	4,5
Normalwerte:	60	160	50	80	70	30	1,6	0,5	0,3	40

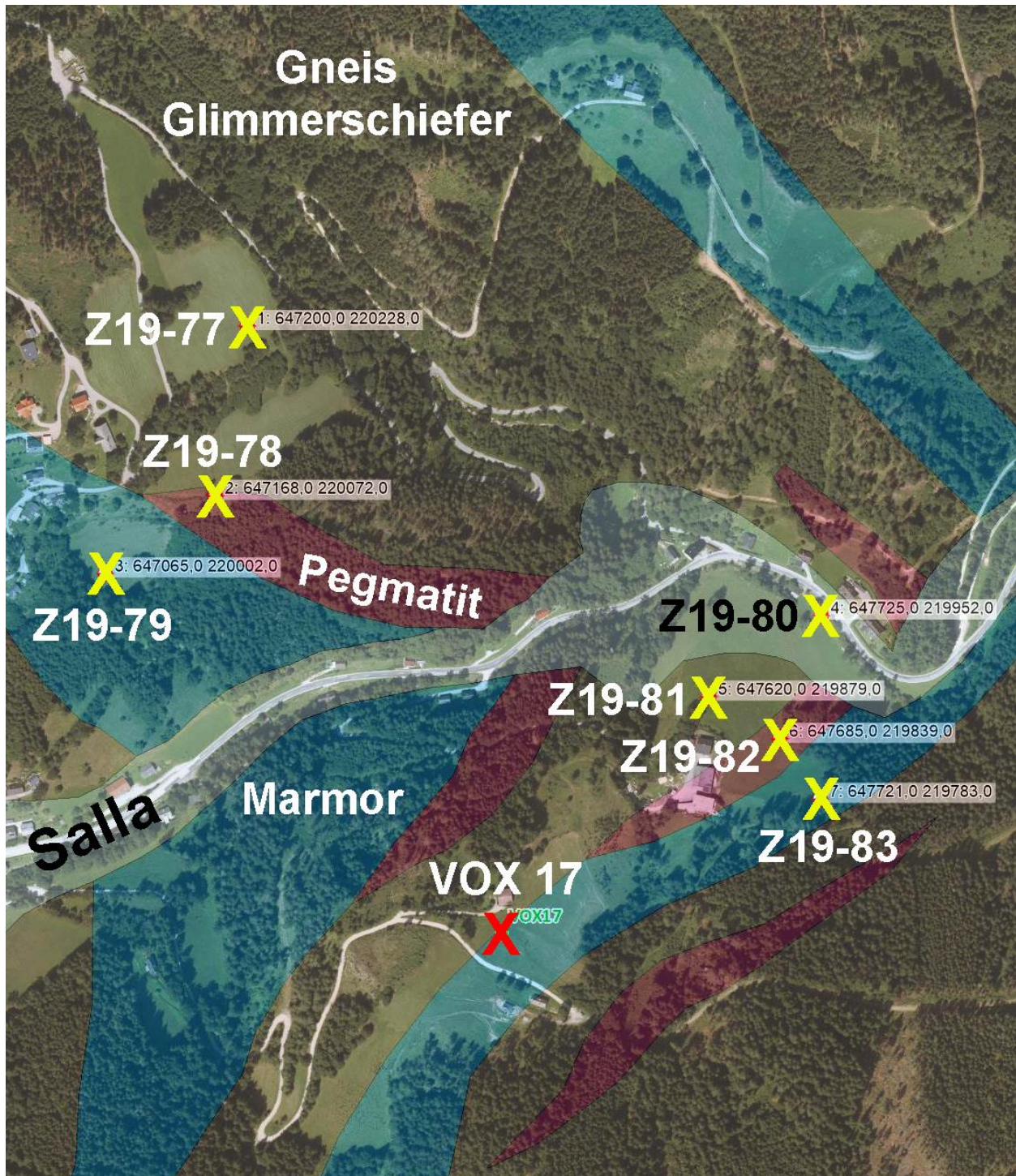
Die erhöhten Schwermetallgehalte sind Großteils geogenen Ursprungs, mit geringen Anteilen aus der ubiquitären Umweltbelastung. Um Herkunft und Verbreitung der Schwermetalle besser einschätzen zu können wurden nördlich (**Z19 77-79**) und südlich (**Z19 81-83**) des Sallabaches je drei Zusatzuntersuchungen in den vorherrschenden geologischen Formationen der Region vorgenommen. Eine weitere Prüfstation liegt im Aubereich des Sallabaches (**Z19-80**).

Das geologische Ausgangsmaterial der untersuchten Böden sind Gneis und Glimmerschiefer, sowie Pegmatit aus dem Kristallin der Koralpe und Marmor aus dem Kristallin der Stub- und Gleinalpe und der Seckauer Tauern.

Die Ergebnisse der Bodenuntersuchungen (mg/kg):

Standorte	Cu	Zn	Pb	Cr	Ni	Co	Mo	Cd	Hg	As
VOX 17	22,1	225,6	111,4	37,5	29,8	13,4	0,65	0,70	0,36	5,9
Z19-77	24,7	73,4	23,6	30,5	30,0	12,6	0,93	0,26	0,10	5,7
Z19-78	22,4	44,7	30,5	24,2	26,5	7,8	0,80	0,21	0,14	6,6
Z19-79	25,7	85,1	26,9	32,8	32,0	13,2	0,80	0,39	0,11	10,3
Z19-80	22,1	74,6	20,6	26,3	22,2	9,5	0,84	0,34	0,29	6,9
Z19-81	30,4	84,4	29,3	41,8	36,6	14,8	0,83	0,40	0,14	6,8
Z19-82	23,8	103,2	30,0	35,3	26,0	11,3	1,11	0,42	0,10	5,7
Z19-83	16,6	58,7	27,8	37,6	23,8	10,8	0,88	0,15	0,11	6,8
Normalwerte	60	160	50	80	70	30	1,6	0,5	0,3	40

Die Schwermetallgehalte aller Zusatzuntersuchungen liegen im Normalbereich. Die untypischen Normalwertüberschreitungen am Bodenschutzstandort **VOX 17** sind weiterhin nicht erklärbar.



Die Lage der Untersuchungsstandorte und ihre geologischen Formationen.

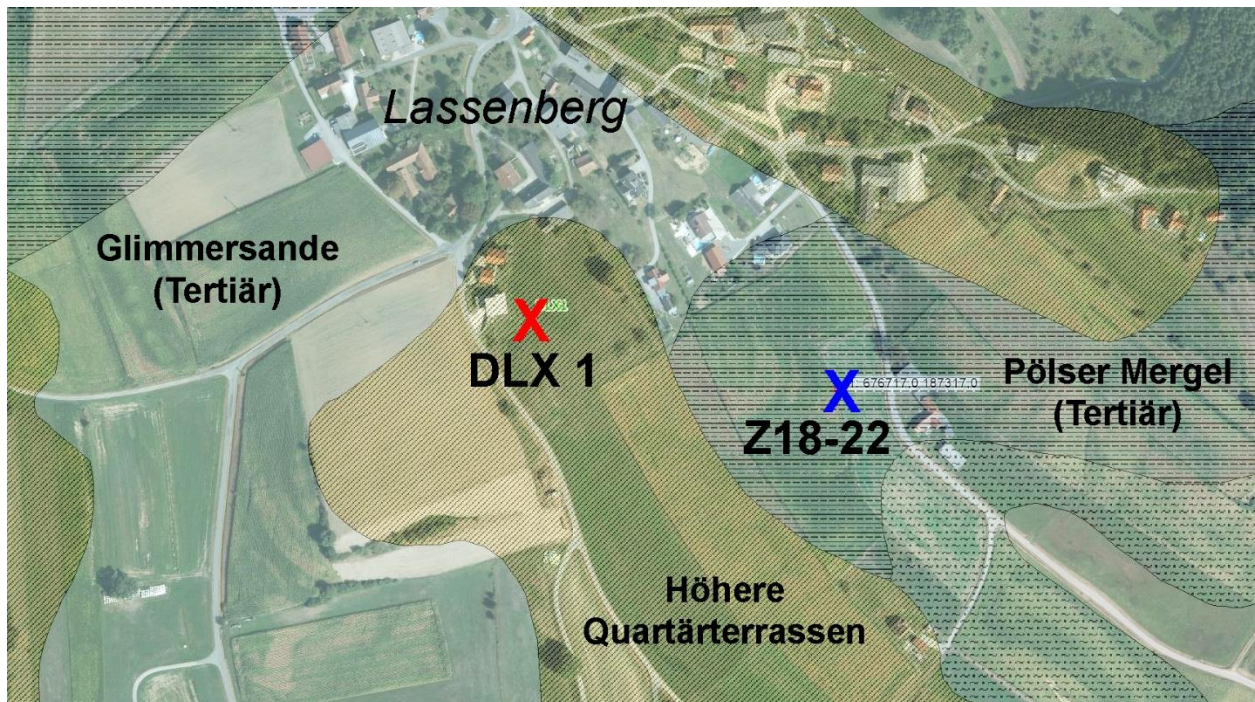
Schwermetalle im Känozoikum der Steiermark

Das Erdzeitalter **Känozoikum**, auch als Erdneuzeit bezeichnet, begann vor 66 Millionen Jahren und dauert bis heute. Es wurde früher in Quartär und Tertiär untergliedert, heute in Quartär (0-2,6 mya), Neogen (2,6-23 mya) und Paläogen (23-66 mya).

Die Gesteine dieses Zeitalters sind das bodenbildende Ausgangsmaterial der landwirtschaftlich bedeutendsten Böden der Steiermark (Talböden, Hügelland). Erhöhte Schwermetallgehalte sind hier die Ausnahme und werden daher anschließend nur exemplarisch und der Vollständigkeit halber erwähnt.

Lassenberg (Bezirk Deutschlandsberg)

Der Bodenschutzstandort **DLX 1** liegt auf einer sogenannten Höheren Terrasse, einem Relikt einer vergangenen Eiszeit und weist erhöhte Molybdängehalte im Boden auf. Das Schwermetall ist von natürlicher, geogener Herkunft. Mit Hilfe einer Zusatzuntersuchung (**Z18-22**) im angrenzenden Tertiärmaterial wird seine Verbreitung untersucht.



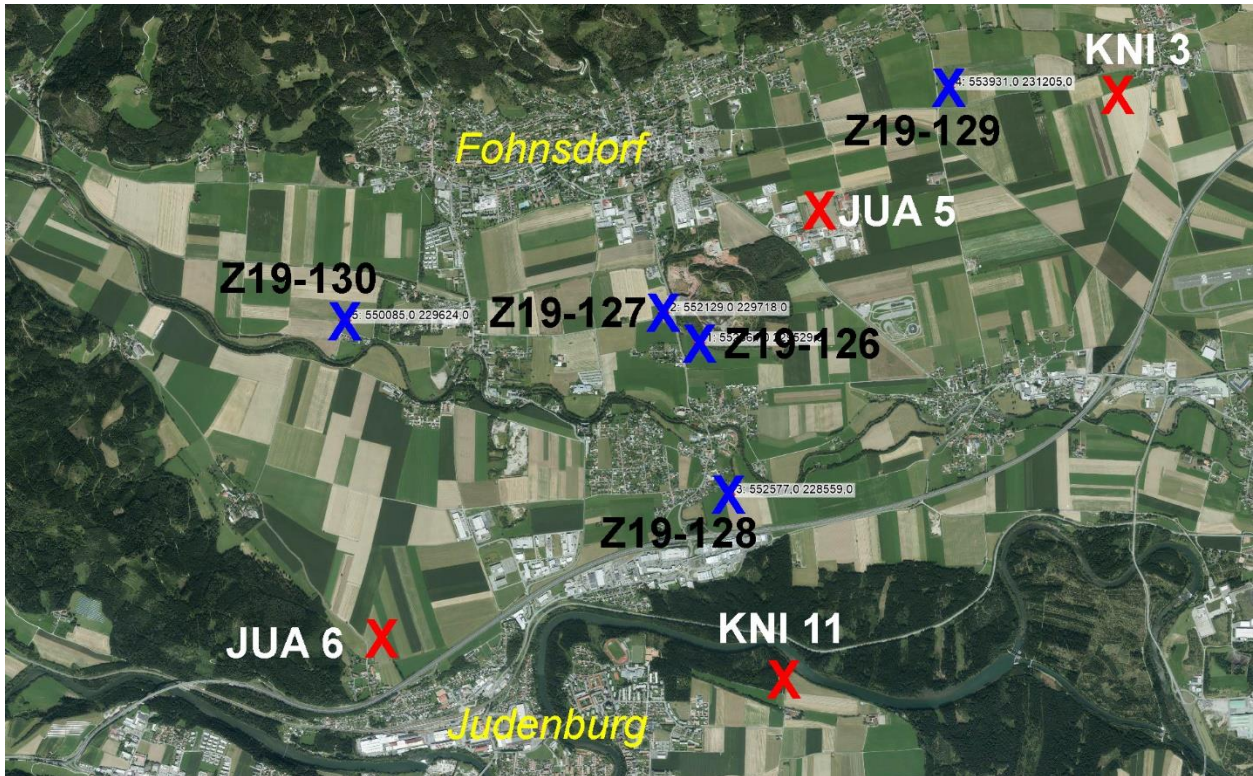
Die Ergebnisse der Bodenuntersuchungen (mg/kg):

Standorte	Cu	Zn	Pb	Cr	Ni	Co	Mo	Cd	Hg	As
DLX 1	27,9	83,0	22,4	64,8	49,0	14,2	2,82	0,26	0,10	11,7
Z18-22	26,5	104,7	25,8	69,0	74,5	16,1	0,70	0,22	0,06	12,3
Normalwerte	60	160	50	80	70	30	1,6	0,5	0,3	40

Die erhöhten Molybdängehalte sind offensichtlich auf die Quartärterrasse beschränkt, im Tertiärmaterial findet man stattdessen minimal erhöhte Nickelgehalte.

Fohnsdorf (Bezirk Murtal)

Auch im Boden des Standortes **JUA 5** sind die Molybdängehalte erhöht, hier aber mit einer deutlichen Anreicherung im Oberboden, was auf einen teilweise anthropogenen Ursprung hindeutet. Die drei Untersuchungsstellen **KNI 3 + 11** und **JUA 6** weisen normale Molybdängehalte auf. Zur näheren Abklärung der Schwermetallverteilung wurden fünf weitere Prüfstellen (**Z19 126-130**) untersucht.



Die Ergebnisse der Bodenuntersuchungen (mg/kg):

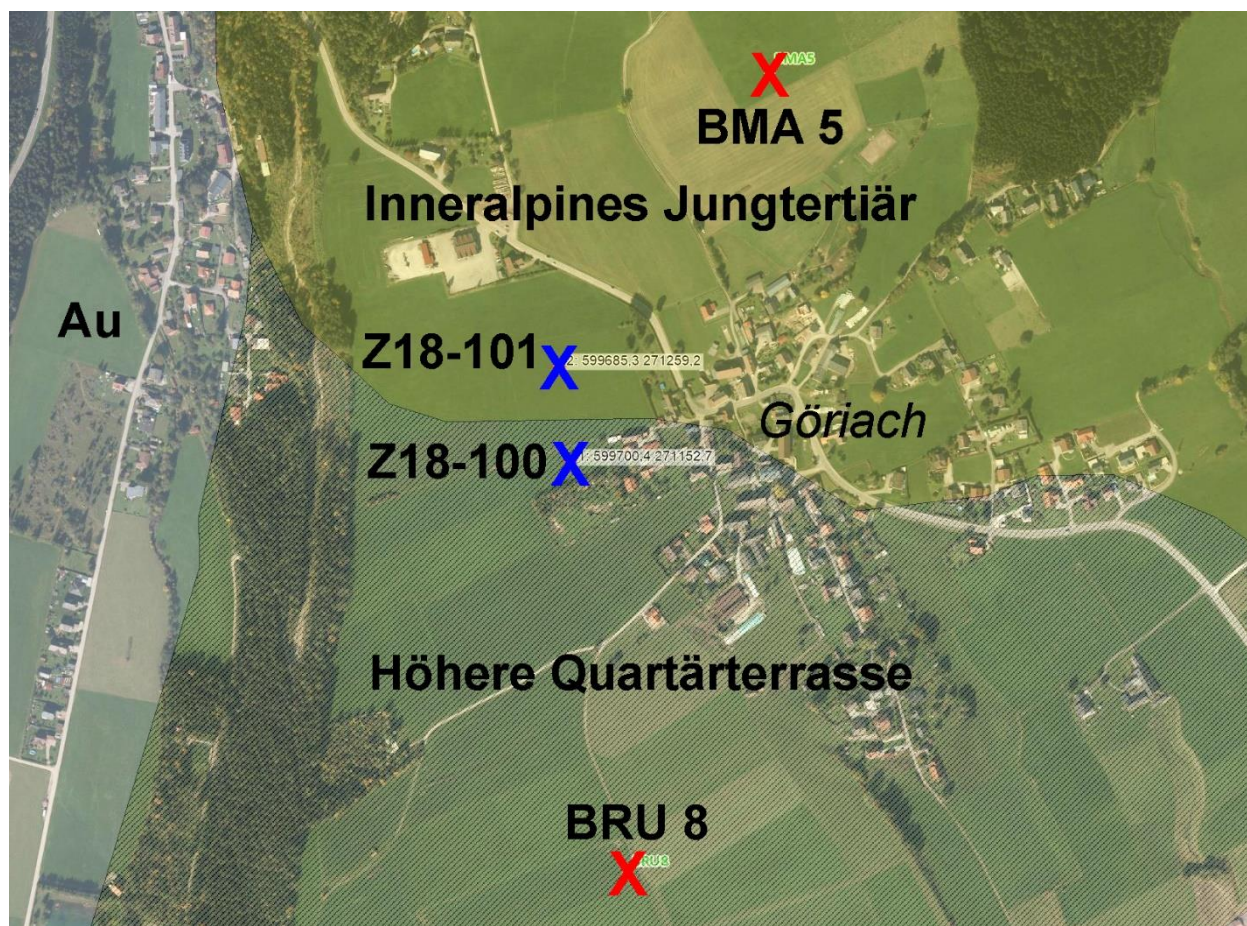
Standorte	Cu	Zn	Pb	Cr	Ni	Co	Mo	Cd	Hg	As
KNI 3	33,6	81,2	32,4	47,4	27,6	16,2	1,42	0,28	0,12	29,8
KNI 11	17,1	69,6	50,4	32,8	23,4	7,2	1,08	0,15	0,21	17,1
JUA 5	35,4	137,6	36,2	59,2	41,6	18,0	3,47	0,27	0,13	18,4
JUA 6	32,2	125,8	28,6	50,4	41,1	18,3	1,51	0,20	0,11	17,2
Z19-126	71,7	125,6	37,8	54,3	50,3	23,5	4,59	0,24	0,24	39,4
Z19-127	46,6	118,4	45,9	49,3	41,0	19,4	3,90	0,33	0,15	31,2
Z19-128	39,0	97,7	38,3	43,2	36,9	17,7	1,53	0,23	0,13	33,3
Z19-129	54,9	113,8	50,3	44,3	43,3	21,7	2,64	0,32	0,18	17,3
Z19-130	40,0	99,4	37,3	48,5	38,4	17,3	3,10	0,25	0,15	19,0
Normalwerte	60	160	50	80	70	30	1,6	0,5	0,3	40

Der Bereich erhöhter Mo-Gehalte beschränkt sich offensichtlich auf das Gebiet südlich von Fohnsdorf bis zum Pölsbach und könnte zumindest teilweise auf Einträge aus dem ehemaligen Kohlebergbau zurückzuführen sein.

Göriach und Fölzgraben (Bezirk Bruck-Mürzzuschlag)

Obwohl der Standort **BRU 8** auf einer quartären Terrasse liegt, weist er typische erhöhte Schwermetallgehalte des kalkalpinen Bereiches auf (Cd, Pb, Zn). Der nur rund 900 m weiter nördlich gelegene Standort **BMA 5** ist unauffällig. Sein bodenbildendes Ausgangsmaterial ist inneralpines Jungtertiär.

Um abzuklären ob die erhöhten Schwermetallgehalte an das Quartärsediment gebunden sind, wurden in den betreffenden Zonen zwei nur 100 m voneinander entfernte Zusatzuntersuchungen durchgeführt (**Z18-100+101**).

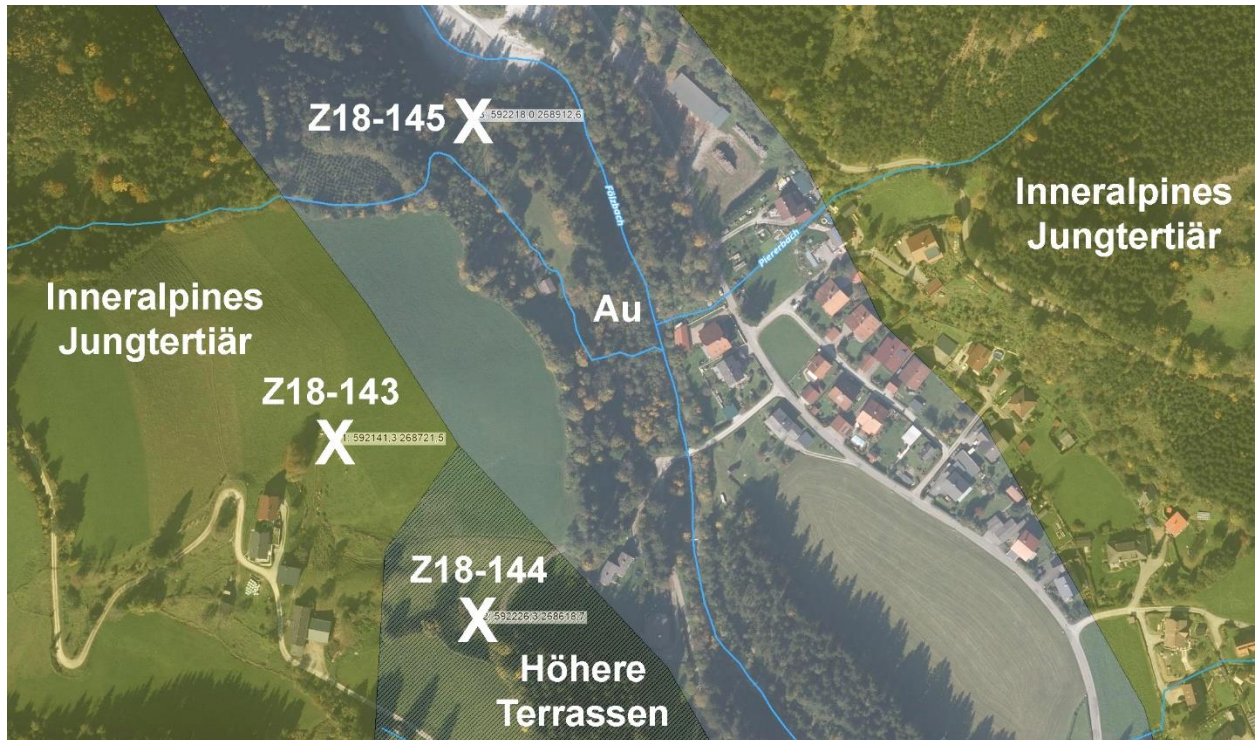


Die Ergebnisse der Bodenuntersuchungen (mg/kg):

Standorte	Cu	Zn	Pb	Cr	Ni	Co	Mo	Cd	Hg	As
BMA 5	15,3	98,0	20,7	24,7	21,5	9,0	0,84	0,24	0,09	9,4
Z18-101	9,8	80,9	26,4	20,0	16,7	8,2	0,78	0,28	0,07	8,2
Z18-100	13,3	87,8	51,8	27,1	21,7	9,3	0,87	0,37	0,09	10,6
BRU 8	23,2	173,8	59,7	42,8	30,1	16,3	0,84	1,65	0,15	10,6
Normalwerte	60	160	50	80	70	30	1,6	0,5	0,3	40

Man erkennt, dass die erhöhten Schwermetallgehalte aus dem Terrassensediment bei **BRU 8** stammen und nach Norden hin rasch abnehmen. Die Schwermetalle der Tertiärstandorte liegen im Normalbereich.

Im rund 8 km Luftlinie entfernten Fölzgraben findet man eine vergleichbare geologische Situation und auch die Möglichkeit in unmittelbarer Nähe im Aubereich des Fölzbaches eine Untersuchung durchzuführen.



Die Ergebnisse der Bodenuntersuchungen (mg/kg):

Standorte	Cu	Zn	Pb	Cr	Ni	Co	Mo	Cd	Hg	As
Z18-143	20,4	87,1	51,7	32,2	25,8	10,5	1,48	0,47	0,17	7,2
Z18-144	27,6	121,2	66,5	34,6	33,6	10,4	1,03	1,51	0,17	13,1
Z18-145	21,1	69,0	49,3	22,8	21,4	10,4	0,97	0,52	0,13	7,5
Normalwerte	60	160	50	80	70	30	1,6	0,5	0,3	40

Auch hier zeigt sich, dass der Boden auf dem quartären Terrassensediment (**Z18-144**) bei fast allen Schwermetallen höhere Gehalte aufweist, als der Tertiär- (**Z18-143**) bzw. Auboden (**Z18-145**).

Der Untersuchungsstandort **Z18-143** (Inneralpines Jungtertiär).



Schwermetalle im Schwemmmaterial der großen Flüsse

Die Bodenzustandsinventur der Steiermark hat gezeigt, dass die Böden entlang von Flüssen oft erhöhte Schwermetallgehalte aufweisen, was häufig auf eine geogene Beeinflussung durch eingetragenes Schwemmmaterial aus den benachbarten geologischen Zonen zurückzuführen ist. Zudem erfolgt durch wiederholte Hochwässer offensichtlich ein höherer Eintrag von umweltrelevanten Schadstoffen im Oberboden als es der herkömmlichen ubiquitären Umweltbelastung entsprechen würde.

Beispiel: Grünlandstandort **MZA 6** (Kalkhaltiger Braunlehm aus feinem und grobem Schwemmmaterial, Talboden der Mürz).

cm	Cu	Zn	Pb	Cr	Ni	Co	Mo	Cd	Hg	As
0 - 5	20,0	233,0	86,7	40,0	25,1	12,2	1,10	1,64	0,25	17,3
5 - 20	19,0	231,6	90,3	48,5	29,3	13,2	0,83	1,55	0,22	18,6
20 - 50	12,1	175,2	68,8	39,5	31,7	12,2	0,74	1,04	0,11	16,3
Normalwerte	60	160	50	80	70	30	1,6	0,5	0,3	40

Der Standort weist die für den kalkalpinen Bereich typisch hohen Gehalte der Elemente Zn, Pb und Cd auf. Diese Schwermetalle sind ebenso wie Cu, Mo und Hg nach oben hin angereichert, was auf einen zusätzlichen Anteil von umweltrelevanten Stoffen schließen lässt. Die Elemente Cr, Ni, Co und As weisen innerhalb der analytischen Schwankungsbreite eine Gleichverteilung über alle Bodenhorizonte auf. Sie sind offensichtlich rein geogener Herkunft.

Eine Erklärung warum die Böden entlang von Flüssen höhere Schwermetallgehalte (und auch organische Schadstoffe wie PAH) im Oberboden aufweisen als es dem landesweiten Durchschnitt entsprechen würde, basiert auf der Annahme, dass die an Staubpartikel gebundenen, luftgetragenen Schadstoffe (aus ubiquitärer Umweltbelastung und lokalen Quellen) durch Regen und Oberflächenwässer in Fließgewässer gelangen und von diesen bei Überschwemmungsereignissen flussnah abgelagert werden.

Die Untersuchung von Böden aus flussnahen Sedimenten könnte daher Rückschlüsse auf Schwermetallquellen aus dem Einzugsgebiet ihrer Gewässer und etwaigen Umwelteinflüssen liefern. In den folgenden Beiträgen werden die Böden entlang der großen steirischen Flüsse **Enns**, **Mürz** und **Mur** näher betrachtet.

Enns

Der Fluss betritt bei Mandling die Steiermark und verlässt sie nach rund 130 km bei Altenmarkt wieder. Die Böden des Ennstals werden landwirtschaftlich stark genutzt. Das bodenbildende Schwemmmaterial wird anfangs hauptsächlich durch kristallines und paläozoisches, selten durch kalkalpines Material beeinflusst. Ab Admont bestimmen faktisch nur mehr kalkalpine Sedimente die Bodenbildung.

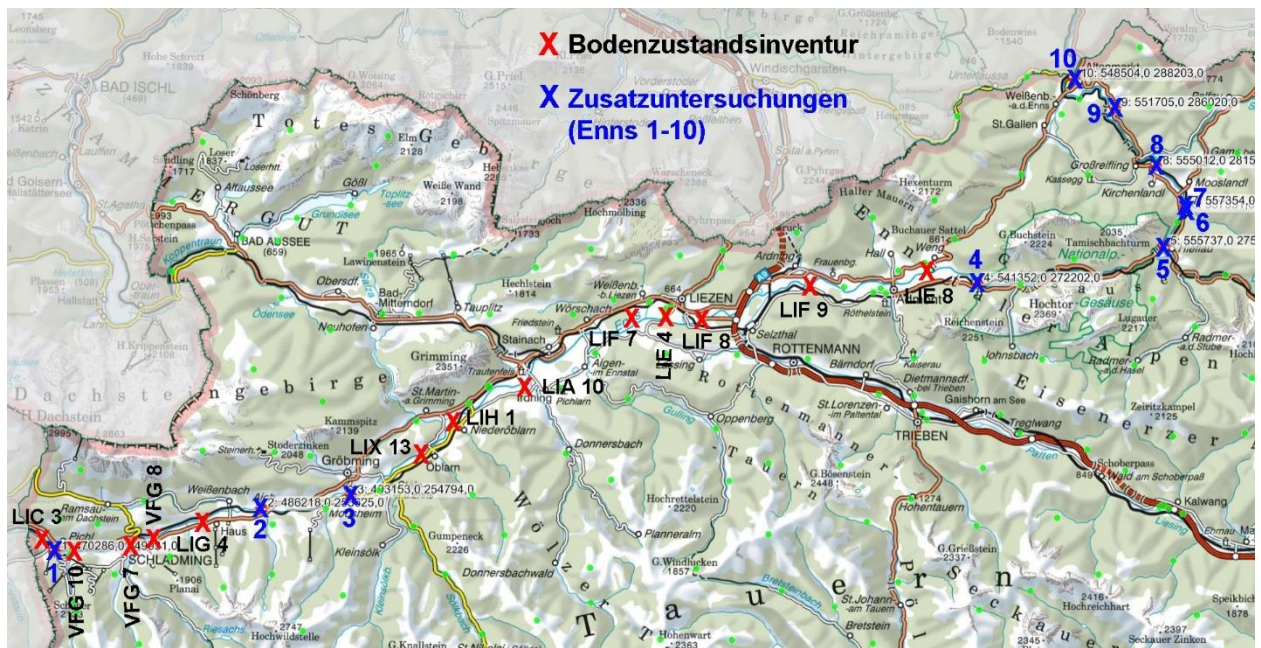
Die Schwermetallgehalte der Böden werden durch 13 Standorte der Bodenzustandsinventur und 10 zusätzliche Prüfstellen (Enns 1-10) beschrieben: Angaben in mg/kg

~ km	Standorte	Cu	Zn	Pb	Cr	Ni	Co	Mo	Cd	Hg	As
1,5	LIC 3	20,0	96,7	30,5	28,7	20,7	8,1	0,60	0,62	0,08	11,6
2,8	Enns 1	31,1	80,6	39,6	23,4	27,1	14,4	0,64	0,24	0,10	19,6
4,4	VFG 10	30,3	92,7	62,1	56,5	33,7	13,3	0,59	0,27	0,17	22,6
9,2	VFG 7	36,5	88,7	59,5	32,4	27,8	13,0	0,58	0,27	0,18	22,2
11,5	VFG 8	38,1	84,8	114,6	38,1	33,7	16,8	0,58	0,29	0,20	32,7
15,6	LIG 4	43,9	111,4	34,8	104,2	64,2	24,5	1,49	0,21	0,10	52,8
20,6	Enns 2	32,4	99,3	35,2	27,1	31,5	14,4	1,02	0,21	0,09	26,7
28,7	Enns 3	31,7	112,7	37,8	32,3	35,3	15,4	1,00	0,21	0,09	27,4
35,5	LIX 13	44,7	115,4	41,8	51,4	40,9	23,5	1,27	0,42	0,13	77,4
39,5	LIH 1	60,1	115,5	38,0	51,5	39,5	17,3	0,80	0,28	0,14	31,6
46,3	LIA 10	62,2	152,0	47,6	56,6	48,7	19,7	0,65	0,48	0,12	40,8
57,3	LIF 7	41,6	96,8	28,0	47,4	37,6	15,7	0,76	0,26	0,10	23,9
59,8	LIE 4	59,3	137,4	38,5	62,7	49,7	21,9	0,84	0,39	0,09	32,6
62,8	LIF 8	40,2	104,2	23,4	48,4	42,1	17,1	0,90	0,23	0,10	34,4
72,8	LIF 9	30,0	71,4	20,9	37,1	27,8	12,1	0,57	0,20	0,07	16,2
83,3	LIE 8	26,9	78,5	25,0	32,2	26,7	14,1	0,77	0,40	0,08	21,9
87,7	Enns 4	15,8	116,1	39,4	26,9	20,8	9,3	0,45	0,46	0,09	13,8
104,6	Enns 5	8,9	53,7	0,6	11,4	15,3	4,9	0,35	0,12	0,02	7,5
108,4	Enns 6	15,3	136,7	40,9	25,4	18,5	8,4	1,27	0,52	0,21	14,4
108,8	Enns 7	25,6	158,7	61,6	28,1	22,2	8,6	1,37	0,60	0,27	17,8
113,1	Enns 8	49,5	116,0	31,3	44,2	47,8	19,3	0,66	0,30	0,11	19,5
120,8	Enns 9	26,6	102,4	6,3	22,5	16,9	11,6	0,74	0,36	0,14	16,3
128,0	Enns 10	14,7	59,1	1,4	19,5	22,0	7,3	0,35	0,11	0,03	9,5
Normalwerte		60	160	50	80	70	30	1,6	0,5	0,3	40

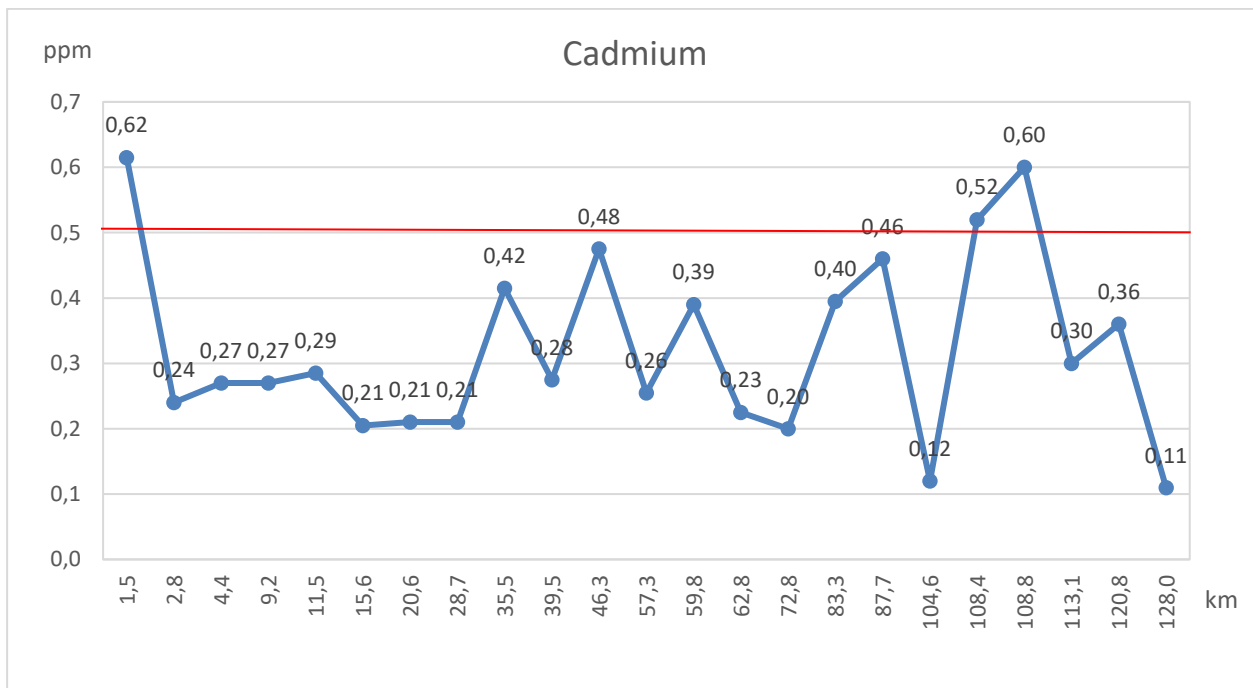
Ennstal
aus der
Schneeegrube
des Grimmings:



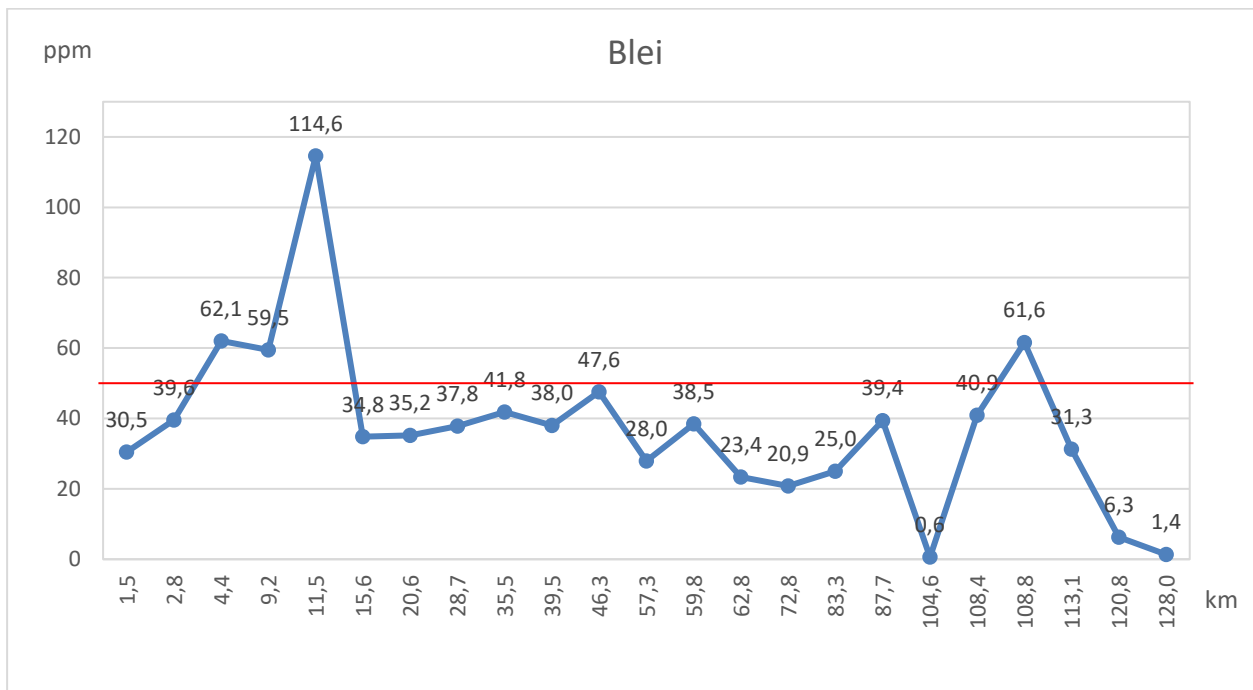
Die Untersuchungsstellen der Ennsböden:



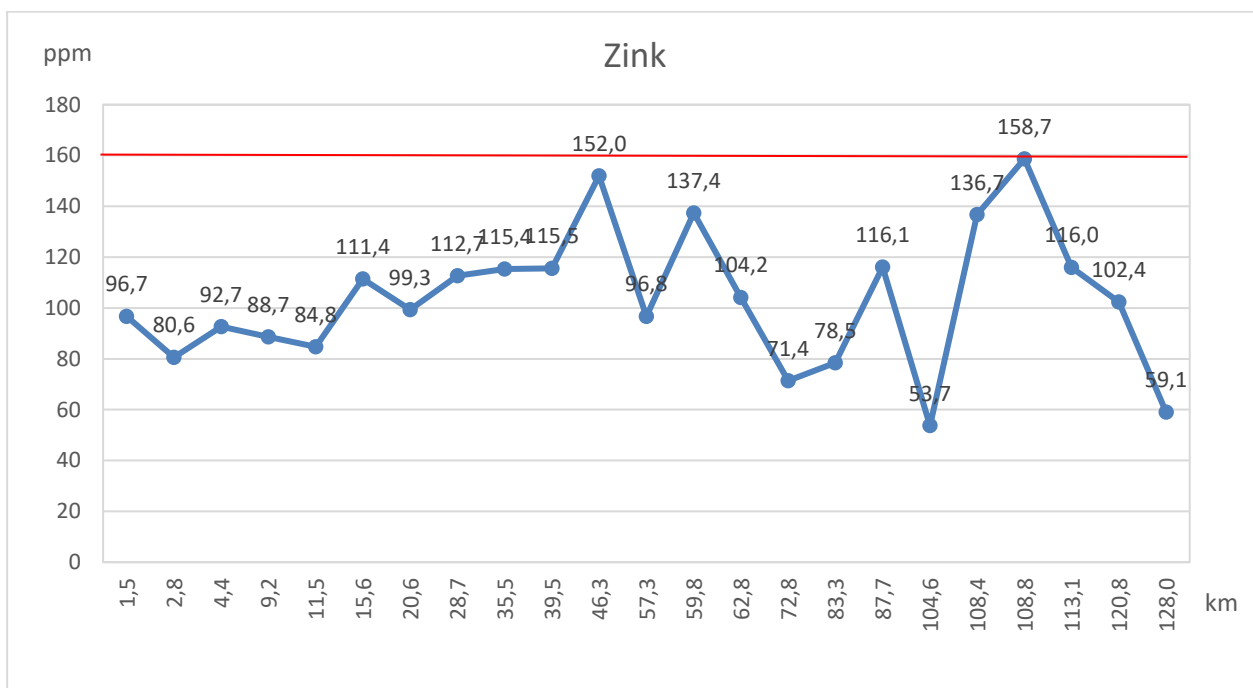
Die Verteilung der Schwermetalle in den Böden entlang der Enns:



Zwischen Mandling und Gleiming durchbricht das Ennstal eine geologische Zone aus Ramsaudolomit der nördlichen Kalkalpen, was sich am Bodenschutzstandort **LIC 3** (bei 1,5 km) in einem leicht erhöhten **Cadmiumgehalt** widerspiegelt. Schon 1,3 km weiter liegen die Schwermetallgehalte wieder im Normalbereich und sind erst nach dem Gesäuse wieder leicht erhöht (**Enns-Standorte 6 und 7** bei etwa 108 km).

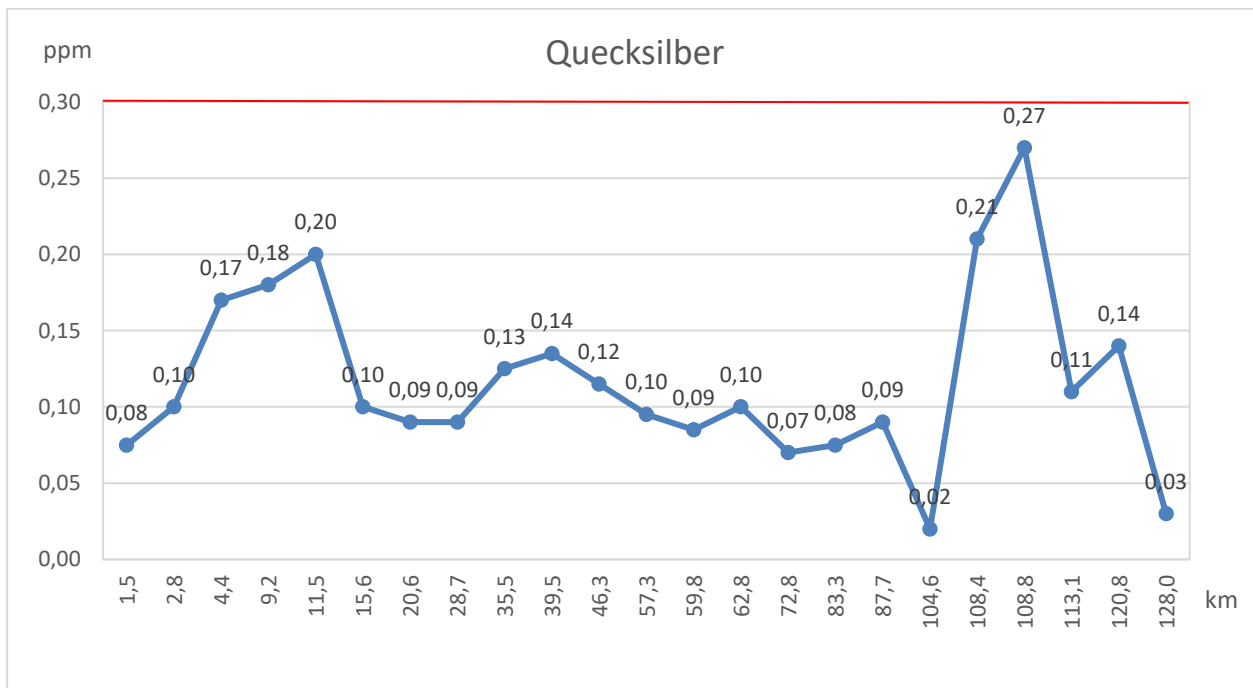
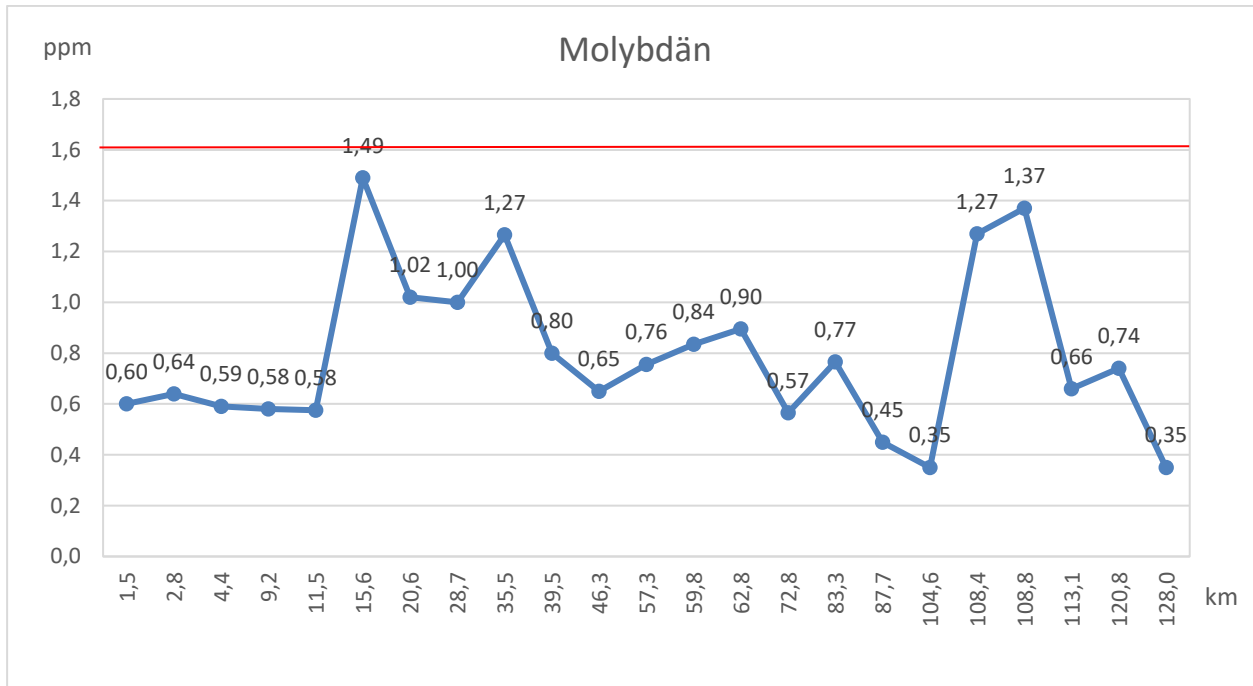


Beim **Blei** findet man von 4,4 bis 11,5 km (Standorte **VFG 10, 7** und **8**) erhöhte Gehalte, welche auf Einträge aus der ehemaligen Bergbauregion Schladming zurückzuführen sind. Der leicht erhöhte Bleigehalt bei 108,8 km (**Enns-Standort 7**) stammt aus dem dortigen kalkalpinen Gestein.

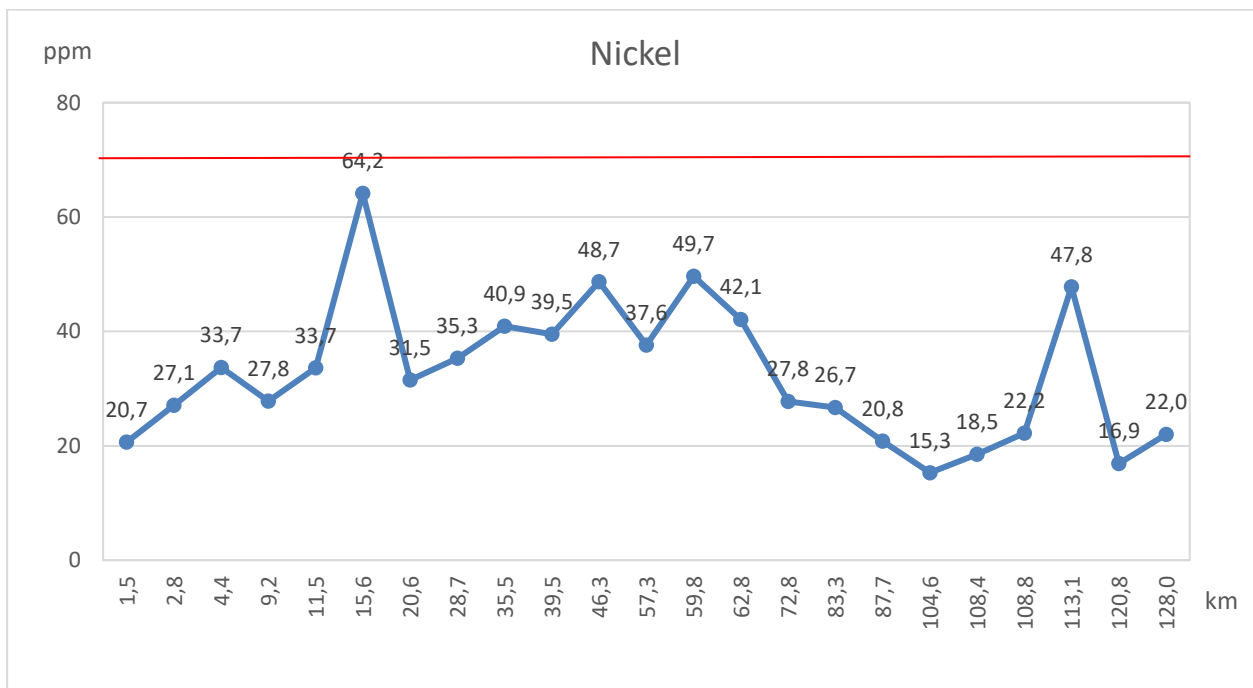
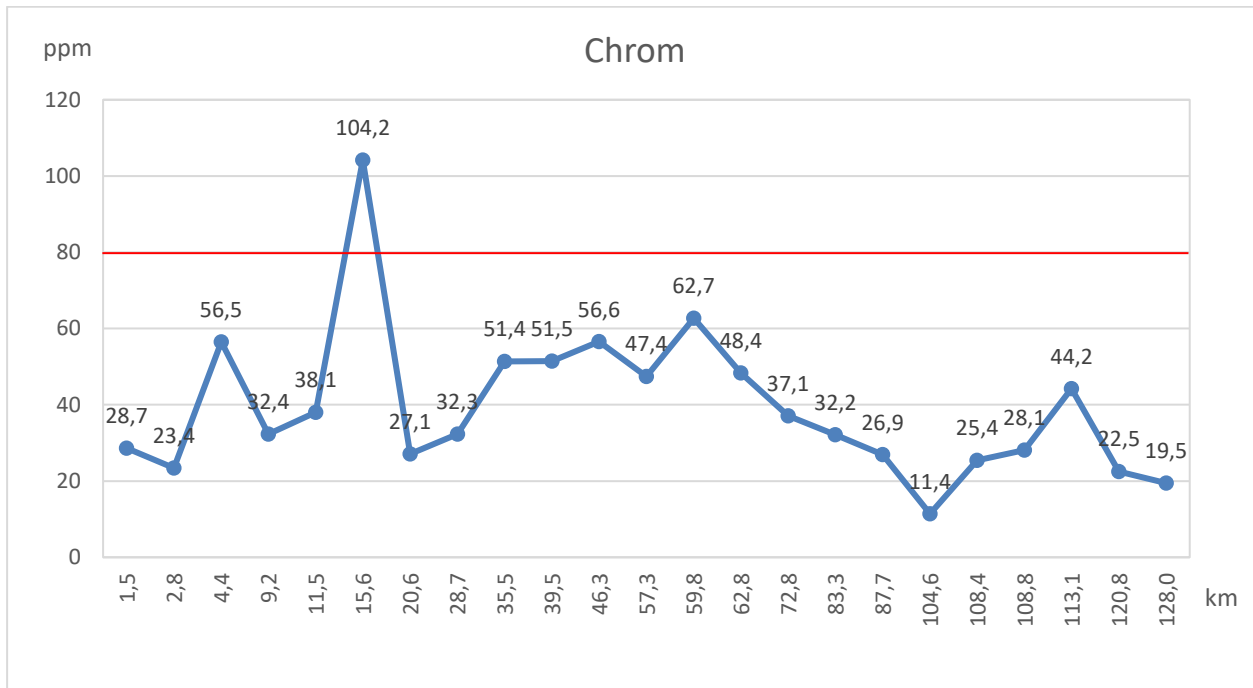


Der Kurvenverlauf beim **Zink** ist bis auf die Bergbau-spezifischen Einträge bei Schladming dem Blei sehr ähnlich (kalkalpine Charakteristik), überschreitet aber nie den Normalwert.

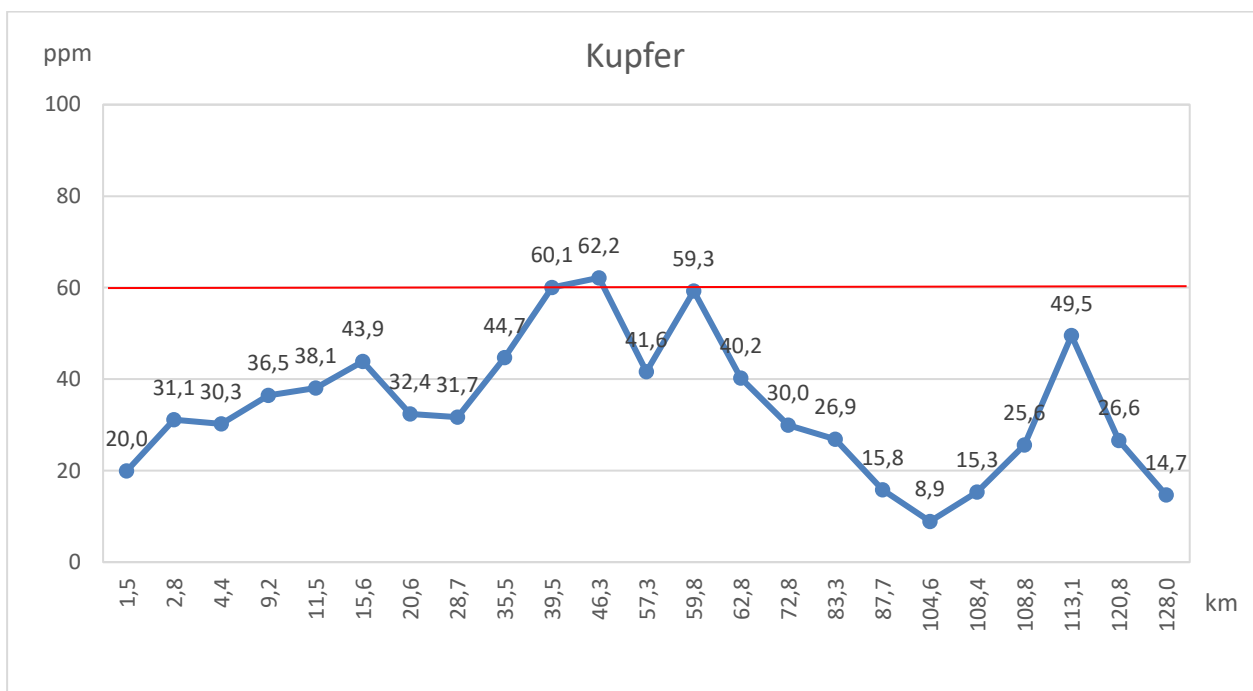
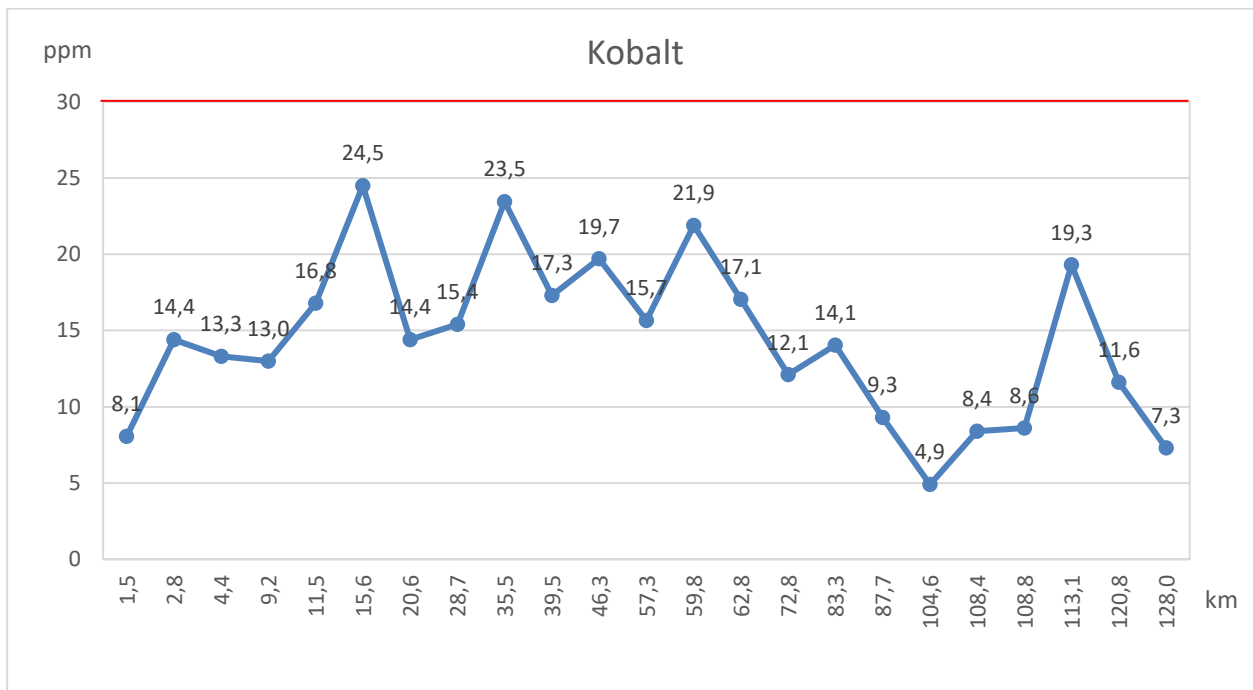
Auch **Molybdän** und **Quecksilber** haben im kalkalpinen Bereich des Gesäuses bei rund 108 km Maxima, aber ebenfalls auf niedrigem Niveau.



Die Schwermetallgehalte von **Chrom** und **Nickel** liegen bis auf den Standort **LIG 4** (15,6 km) im Normalbereich. Die Schwermetalle dürften hier aus den südlich angrenzenden paläozoischen Gesteinen bei Oberhaus und Haus stammen.

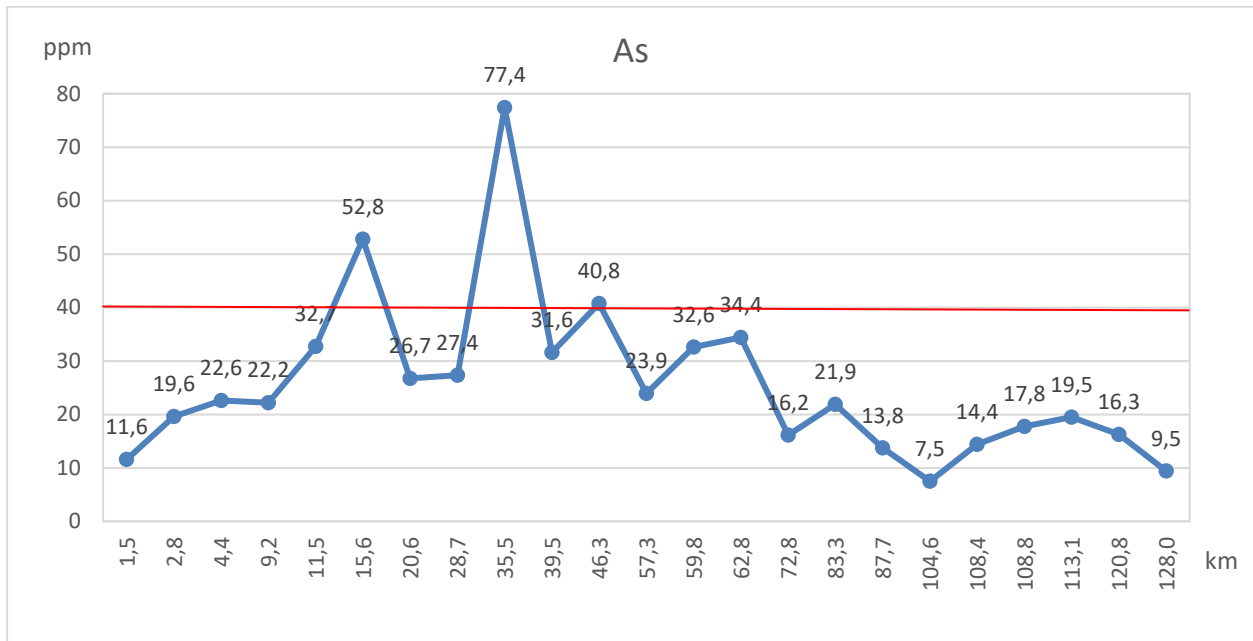


Das kleine Peak-Maximum bei 113,1 km ist ungeklärt. Da es auch bei den Elementen **Kobalt** und **Kupfer** auftritt, wird eine geringfügige lokale Vererzung angenommen.



Beim **Kupfer** findet man abgesehen von der zuvor angesprochenen geringfügigen Schwermetallanreicherung bei 113,1 km auch bei den Standorten **LIH 1** und **LIA 10** (bei 39,5 und 46,3 km) leicht erhöhte Gehalte, die vermutlich auf den Einfluss der die Enns begleitenden Grauwackenzone zurückzuführen sind.

Das Element **Arsen** weist an den Standorten **LIG 4** (15,6 km), **LIX 13** (35,5) und **LIA 10** (46,3 km) erhöhte Gehalte auf. Auch hier wird ein Einfluss der paläozoischen Gesteine der Grauwackenzone angenommen.



Der Untersuchungsstandort **LIG 4** (Auboden - 15,6 km Enns-abwärts) mit Blick gegen Süden zur den Talböden begrenzenden Grauwackenzone.

Zusätzlich zu den soeben besprochenen Enns-nahen Untersuchungsstandorten wurden noch im Bereich der Salza-Mündung, sowie bei Stainach-Irdning-Aigen und Liezen ergänzende Bodenuntersuchungen durchgeführt:

Bereich Einmündung der Salza in die Enns:



Ergebnisse in mg/kg:

Standorte	Cu	Zn	Pb	Cr	Ni	Co	Mo	Cd	Hg	As
LIH 1 (39,5 km)	60,1	115,5	38,0	51,5	39,5	17,3	0,80	0,28	0,14	31,6
Salza 1	84,5	109,9	71,0	51,0	55,6	19,4	0,77	0,38	0,09	31,9
Salza 2	74,1	126,8	80,2	74,1	64,7	22,7	0,69	0,37	0,10	36,5
Salza 3	37,0	100,5	61,4	44,0	43,2	11,2	0,85	0,89	0,15	17,3
Normalwerte:	60	160	50	80	70	30	1,6	0,5	0,3	40

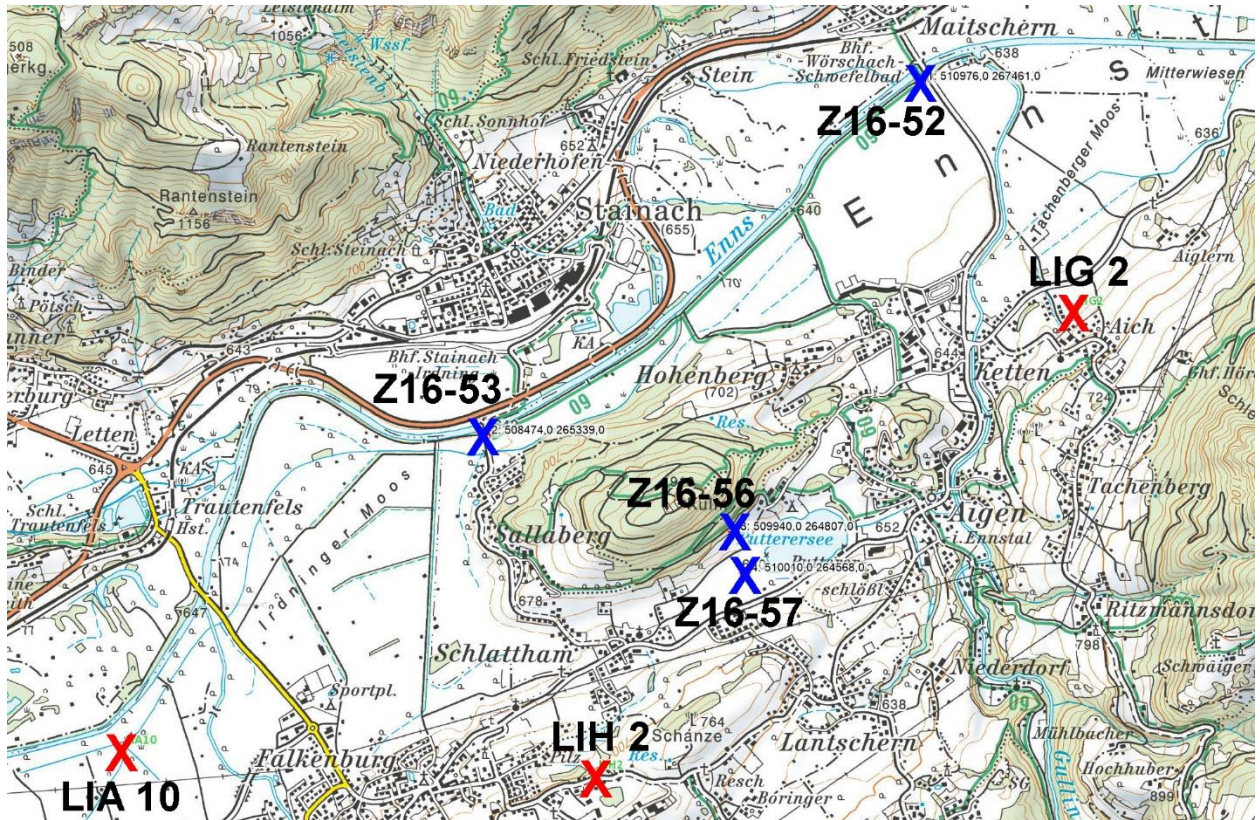
Zwischen Salza und Enns liegt ein schmaler paläozoischer Bereich der Grauwackenzone mit den Gesteinen Grünschiefer und Phyllit, der vermutlich für die minimal erhöhten **Kupfergehalte** verantwortlich ist.

Die Herkunft des **Cadmiums** an der Prüfstelle „Salza 3“ dürfte auf Schwemmmaterial der Nördlichen Kalkalpen zurückzuführen sein.

Beim **Blei** ist die Angelegenheit nicht so einfach zu beantworten, da es aus beiden geologischen Großräumen stammen kann.

Generell sind die Schwermetallgehalte jedoch als geringfügig einzustufen und bedürfen keiner weiteren Abklärung.

Bereich Stainach-Irdning-Aigen:



Ergebnisse in mg/kg:

Standorte	Cu	Zn	Pb	Cr	Ni	Co	Mo	Cd	Hg	As
LIA 10	62,2	152,0	47,6	56,6	48,7	19,7	0,65	0,48	0,12	40,8
LIH 2	26,9	74,1	24,7	51,9	27,3	12,7	0,88	0,23	0,18	19,1
LIG 2	47,9	98,1	22,7	69,9	73,8	21,4	1,53	0,24	0,12	19,4
Z16-52	32,6	61,2	20,7	23,0	24,8	10,4	0,51	0,24	0,74	22,8
Z16-53	44,4	80,2	24,9	29,2	32,2	14,0	0,73	0,31	0,32	32,0
Z16-56	20,3	71,7	20,9	11,8	21,3	8,4	0,69	0,25	0,04	8,8
Z16-57	30,2	67,3	21,1	27,4	25,8	9,8	0,82	0,42	0,51	27,5
Normalwerte:	60	160	50	80	70	30	1,6	0,5	0,3	40

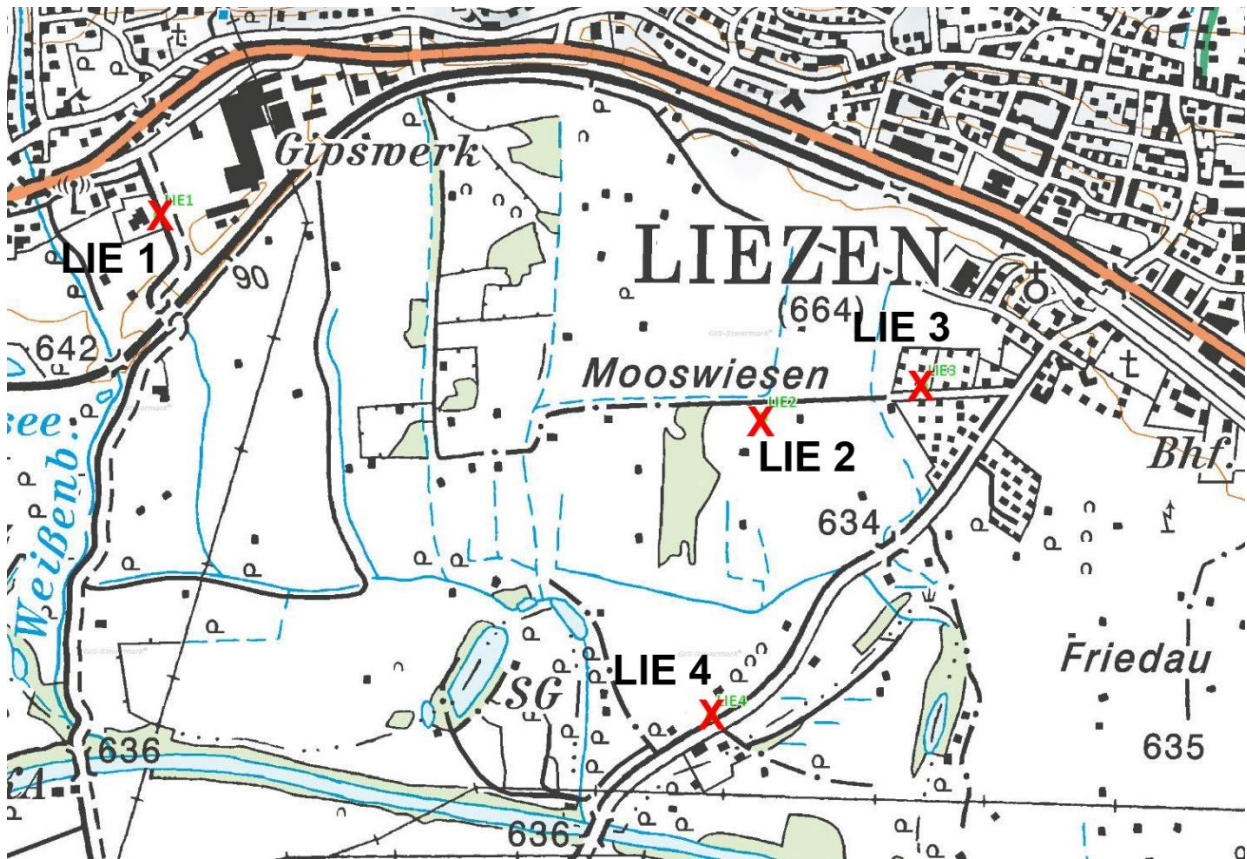
Das bodenbildende Ausgangsmaterial der Standorte **LIH 2** (Phyllit) und **Z16-56** (erzführender Kalk) ist paläozoischer Herkunft, **LIA 10**, **Z16-52** und **Z16-53** liegen im Aubereich der Enns; die Prüfstellen **LIG 2** und **Z16-57** werden von beiden geologischen Bereichen beeinflusst.

Die fallweise leicht erhöhten Schwermetallgehalte lassen sich aufgrund der lokalen Variabilität der Bodenparameter nicht abgrenzen und treten sporadisch und kleinräumig auf.

Bereich Liezen:

Die vier Grünlandstandorte **LIE 1 - 4** weisen, obwohl sie alle vom Schwemmmaterial der Enns beeinflusst sind, recht unterschiedliche Schwermetallgehalte auf.

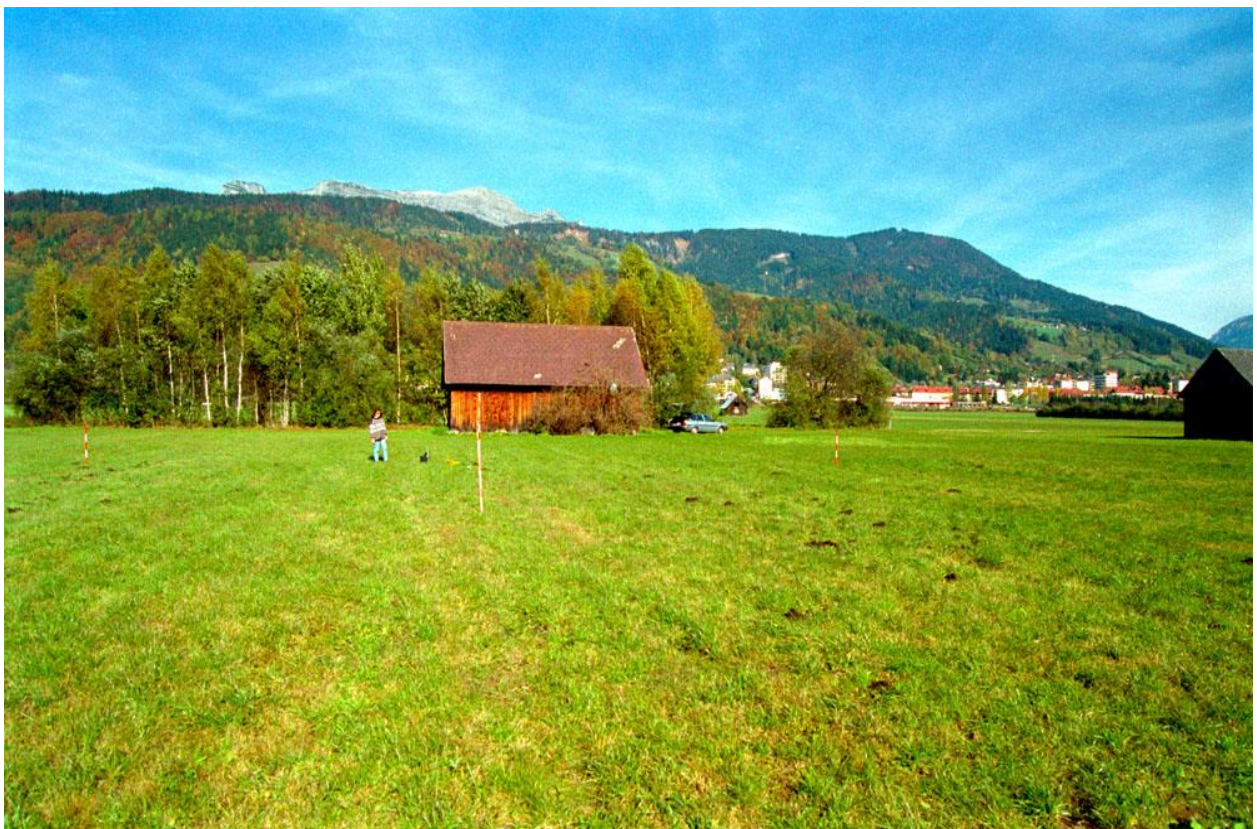
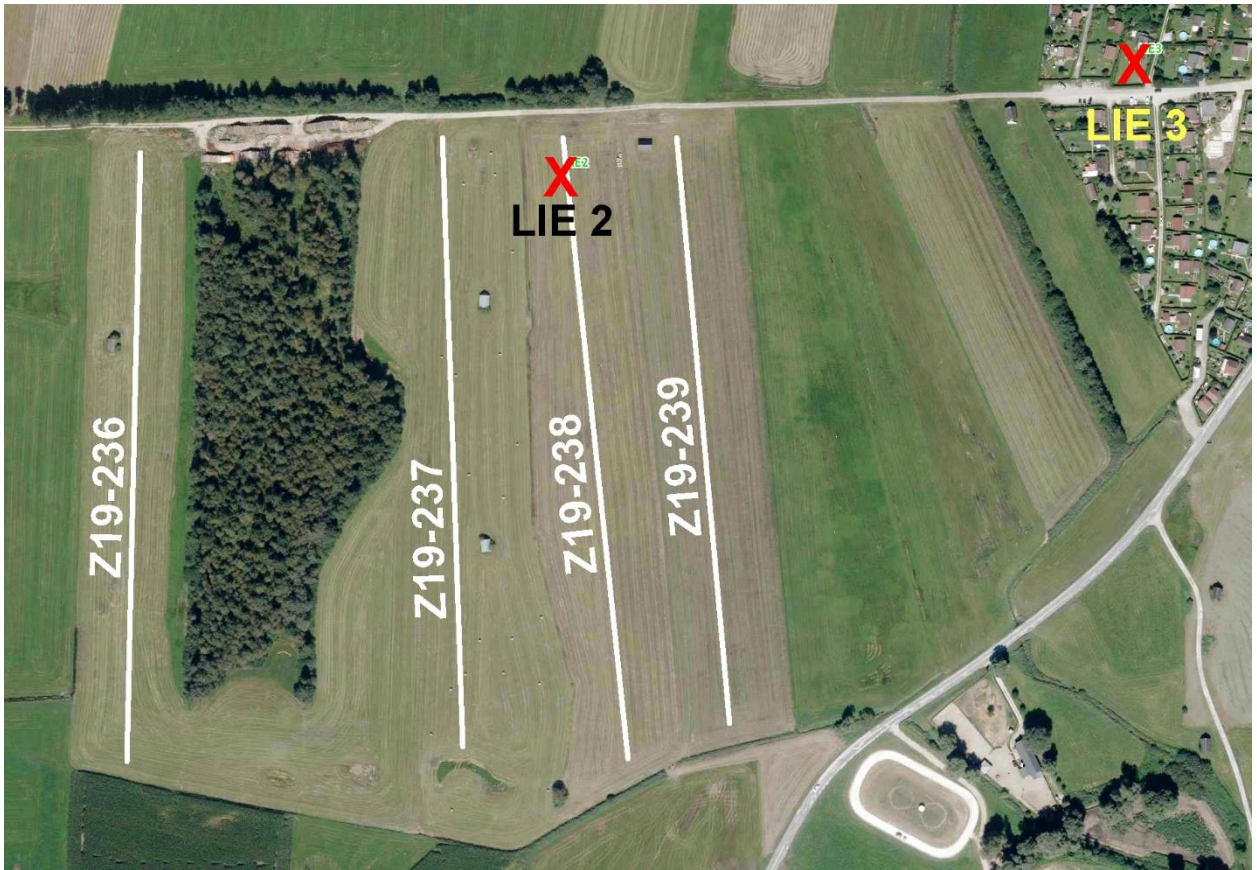
Im Bereich des Standortes **LIE 2** (entwässertes Niedermoor aus organischen Sedimenten) wurden zusätzlich vier flächenhafte Bodenuntersuchungen durchgeführt.



Ergebnisse in mg/kg:

Standorte	Cu	Zn	Pb	Cr	Ni	Co	Mo	Cd	Hg	As
LIE 1	21,6	94,1	29,4	39,7	31,1	11,3	0,73	0,57	0,11	15,3
LIE 2	35,8	73,4	86,9	24,9	10,6	5,7	0,65	1,06	0,63	9,9
LIE 3	28,3	72,2	48,8	39,6	25,4	12,9	1,03	0,45	0,70	18,5
LIE 4	59,3	137,4	38,5	62,7	49,7	21,9	0,84	0,39	0,09	32,6
Z19-236	24,7	68,8	57,5	23,5	15,6	6,3	0,77	0,68	0,34	10,2
Z19-237	39,9	105,3	102,0	25,2	19,5	7,2	0,67	0,73	0,61	10,0
Z19-238	42,6	84,5	77,7	25,0	17,4	6,8	0,64	0,60	0,87	10,4
Z19-239	27,3	59,0	77,1	22,2	16,0	6,5	0,63	0,50	0,44	11,1
Normalwerte:	60	160	50	80	70	30	1,6	0,5	0,3	40

Obwohl die flächenhaft durchgeführten Probenahmen (**Z19 236-239**) innerhalb eines Bereiches von nur 400 Metern durchgeführt wurden, ist auch hier eine sehr hohe Schwankungsbreite der Schwermetallgehalte festzustellen (hohe lokale Variabilität). Bodenuntersuchungen sind auf derartigen Flächen nur bei ausreichender Anzahl an Einzelproben (mind. 25 Einstiche) und guter Homogenisierung der Mischprobe sinnvoll!



Der Bodenschutzstandort **LIE 2**.

Mürz

Die Mürz hat zwei Quellflüsse, die Stille und die Kalte Mürz, welche sich in Neuwald im obersten Mürztales vereinigen. Die **Stille Mürz** entspringt in Niederösterreich, die **Kalte Mürz** in der Steiermark nördlich der Schneealpe.



Zusammenfluss der Kalten (links) und Stillen Mürz in Neuwald.

Die landwirtschaftliche Nutzung entlang des Mürztales ist anfangs durch die Enge des Tales und später durch Industrie, Verkehr und Verbauung nur eingeschränkt möglich.

Die Schwermetallgehalte der Böden entlang des Flusses werden im Oberlauf durch die Nördlichen Kalkalpen, später durch die Gesteine des Kristallins, der Grauwackenzone und der Zentralalpinen Sedimente, sowie industrielle Tätigkeiten beeinflusst.

In der nachstehenden Tabelle der Untersuchungsergebnisse fallen insbesondere die erhöhten **Cadmium**-Gehalte im Oberlauf des Flusses auf. Sie stammen aus den Gesteinen der Nördlichen Kalkalpen (siehe auch Seiten 82 ff.).

Ab dem Standort „**Mürz 15**“ bei Mürzzuschlag findet man häufig erhöhte **Molybdän**-Gehalte aus der Schwerindustrie.

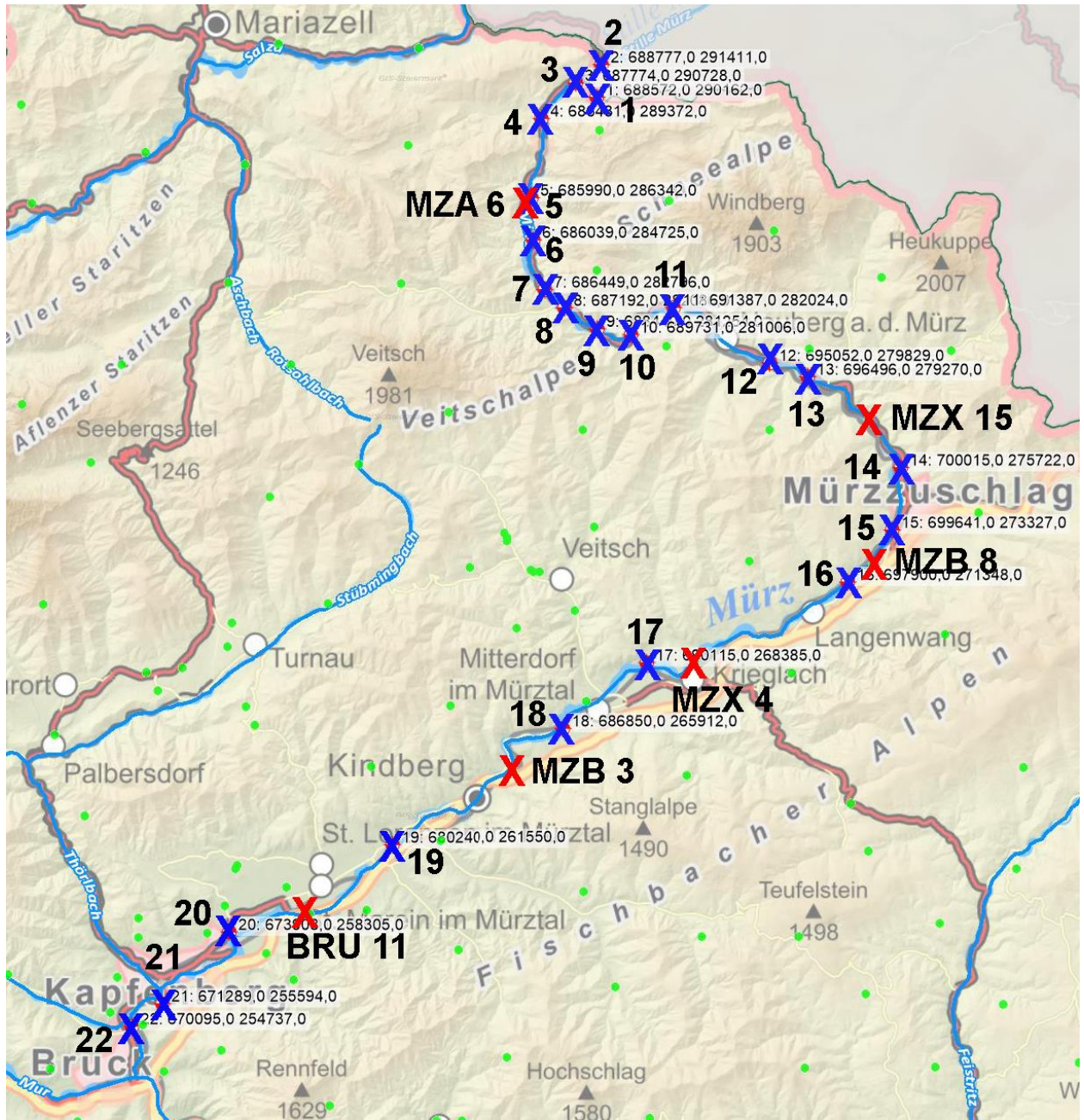
Die übrigen erhöhten Schwermetalle stammen vermutlich aus kleinräumigen Vererzungen und/oder der ubiquitären Umweltbelastung.

Die Böden des Mürztales werden durch 6 Standorte der Bodenzustandsinventur und 22 zusätzliche Prüfstellen (Mürz 1-22) beschrieben: Angaben in mg/kg

~ km	Standorte	Cu	Zn	Pb	Cr	Ni	Co	Mo	Cd	Hg	As
-0,8	Mürz 1	1,2	19,6	5,0	3,2	2,2	0,2	0,48	0,56	0,02	2,7
-0,9	Mürz 2	22,1	82,8	49,5	35,7	26,1	10,1	0,63	1,46	0,18	12,2
0,5	Mürz 3	17,9	72,2	70,5	63,7	22,8	8,6	1,49	0,35	0,13	14,7
2,5	Mürz 4	22,9	168,7	130,0	25,6	29,1	10,0	0,83	0,96	0,08	14,0
6,2	Mürz 5	5,7	36,0	17,0	8,4	8,7	2,3	0,38	0,54	0,03	5,1
6,4	MZA 6	20,0	233,0	86,7	40,0	25,1	12,2	1,10	1,64	0,25	17,3
8,2	Mürz 6	10,7	165,9	47,0	14,2	10,8	3,8	0,35	0,88	0,10	7,0
10,6	Mürz 7	4,5	39,8	34,7	7,4	6,8	1,8	0,38	0,59	0,04	7,6
11,8	Mürz 8	9,8	58,8	30,3	10,8	9,0	2,4	0,39	0,67	0,15	7,6
13,6	Mürz 9	9,1	58,4	32,4	13,3	11,3	3,4	0,43	0,78	0,08	8,7
15,6	Mürz 10	16,8	147,5	70,8	32,5	22,4	9,2	0,75	1,80	0,68	18,1
17,9	Mürz 11	15,7	110,4	49,0	10,4	6,9	1,6	0,76	0,76	0,14	7,4
23,1	Mürz 12	19,6	48,4	28,7	11,2	10,7	3,6	0,66	0,58	0,18	9,7
25,0	Mürz 13	21,8	108,7	44,0	20,5	16,8	6,3	1,01	0,96	0,24	13,8
28,6	MZX 15	12,6	72,4	30,0	14,4	10,4	4,4	0,79	0,58	0,08	9,8
31,2	Mürz 14	21,6	58,1	29,9	12,6	13,1	4,6	0,84	0,45	0,21	15,2
34,2	Mürz 15	72,6	174,4	83,5	41,6	30,3	8,4	3,64	0,77	0,19	39,5
36,0	MZB 8	15,9	112,5	44,0	22,6	16,8	6,9	2,33	0,71	0,16	23,9
37,3	Mürz 16	20,0	55,9	25,5	47,9	24,4	6,0	3,62	0,50	0,10	19,8
45,6	MZX 4	22,1	123,1	45,5	29,9	16,7	7,1	1,43	0,55	0,11	21,5
48,4	Mürz 17	24,1	92,5	32,8	17,7	15,6	6,5	1,34	0,41	0,09	17,4
53,6	Mürz 18	28,3	87,3	33,2	27,2	21,7	7,6	2,22	0,54	0,12	20,7
57,6	MZB 3	24,5	116,7	39,9	24,1	19,0	7,6	0,86	0,48	0,14	21,5
64,3	Mürz 19	29,9	62,7	25,1	66,1	34,0	11,8	3,65	0,31	0,11	22,1
69,6	BRU 11	22,6	78,0	19,7	39,7	30,9	9,3	1,26	0,29	0,06	20,1
72,7	Mürz 20	32,4	94,3	27,3	53,5	61,0	15,7	2,24	0,44	0,19	55,3
78,4	Mürz 21	37,1	148,1	55,8	62,4	47,5	15,8	3,47	0,59	0,22	53,1
81,0	Mürz 22	26,3	69,3	19,1	40,4	33,6	13,1	2,12	0,27	0,10	17,1
	Normalwerte	60	160	50	80	70	30	1,6	0,5	0,3	40

Die Untersuchungsstelle „**Mürz 1**“ ist ein Auboden am Ufer der Kalten Mürz, der Boden „**Mürz 2**“ liegt an der Stillen Mürz. „**Mürz 3**“ ist die erste Prüfstelle der Mürz nach dem Zusammenfluss der beiden Quellflüsse.

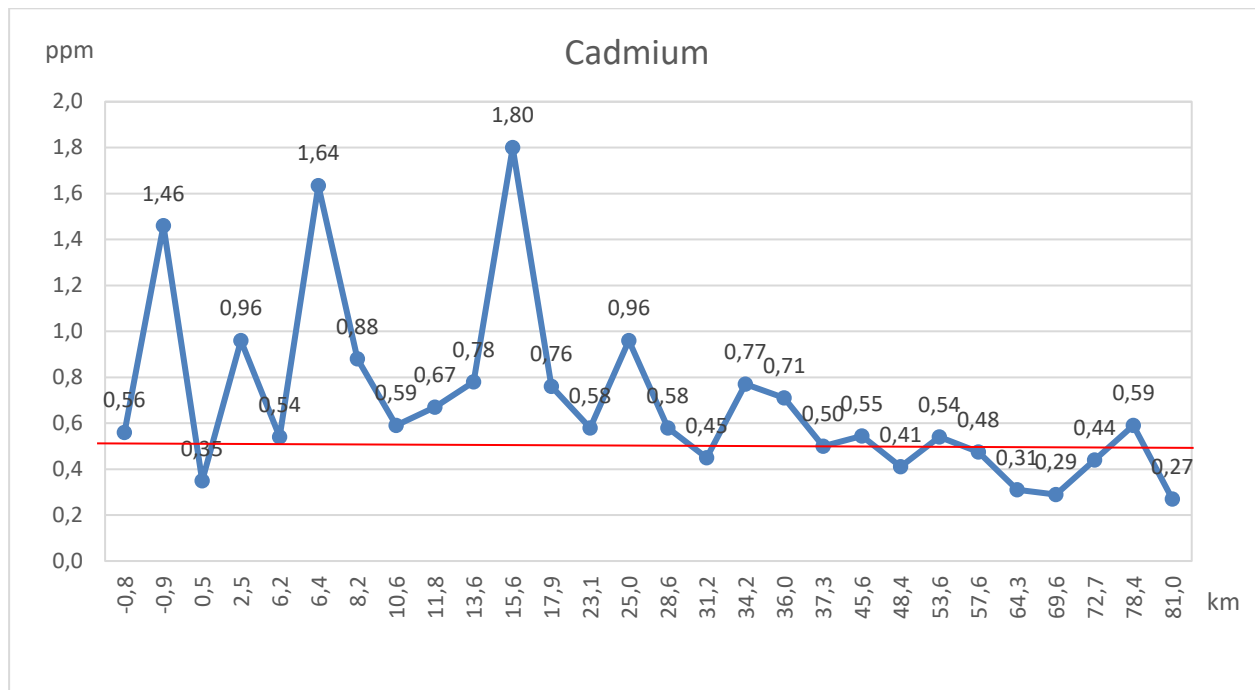
Die Lage der Untersuchungsstandorte:



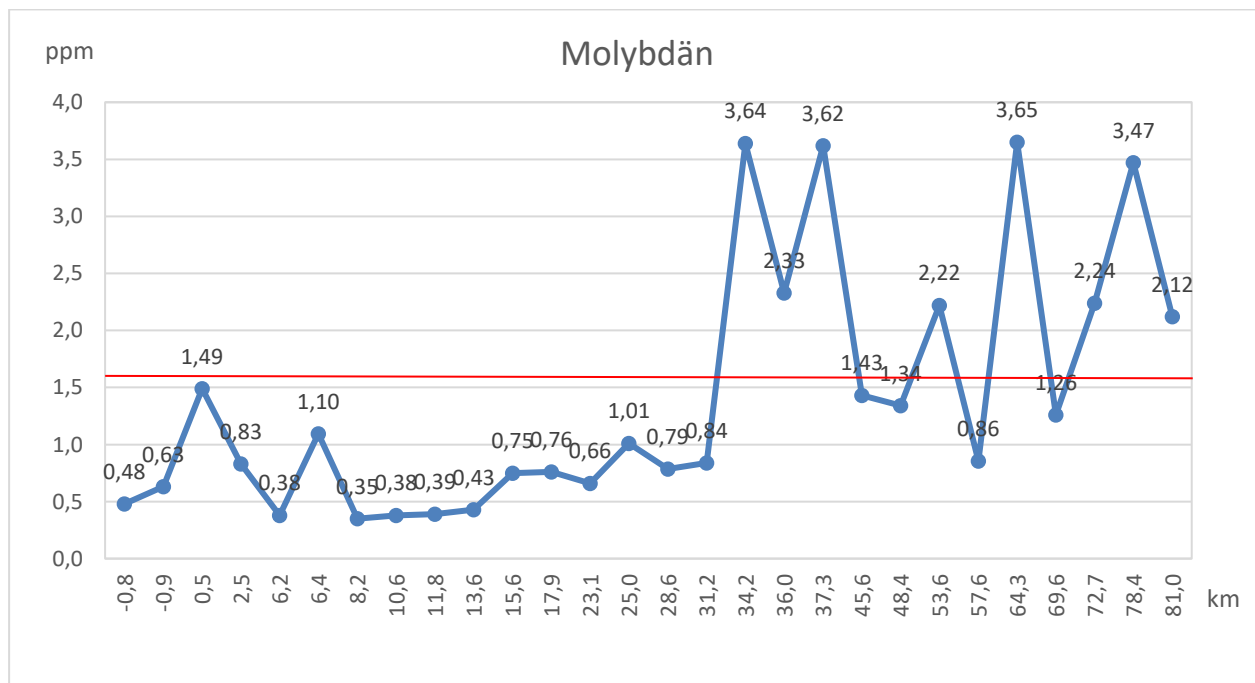
Der Standort „Mürz 3“:



Die Verteilung von Cadmium und Molybdän in den Böden entlang der Mürz:



Der Mittelwert der **Cadmium**-Gehalte innerhalb der ersten 18 km der Mürz liegt bei rund 1 mg/kg. Danach verlässt der Fluss den kalkalpinen Bereich, und die Gehalte sinken kontinuierlich auf etwa den Normalwert von 0,5 mg/kg ab.



Beim **Molybdän** verhält es sich gegenläufig. Hier steigen die Bodengehalte ab Mürzzuschlag (34,2 km) etwa um einen Faktor drei an. Verantwortlich dafür sind Einträge aus der Schwerindustrie im unteren Mürztal.

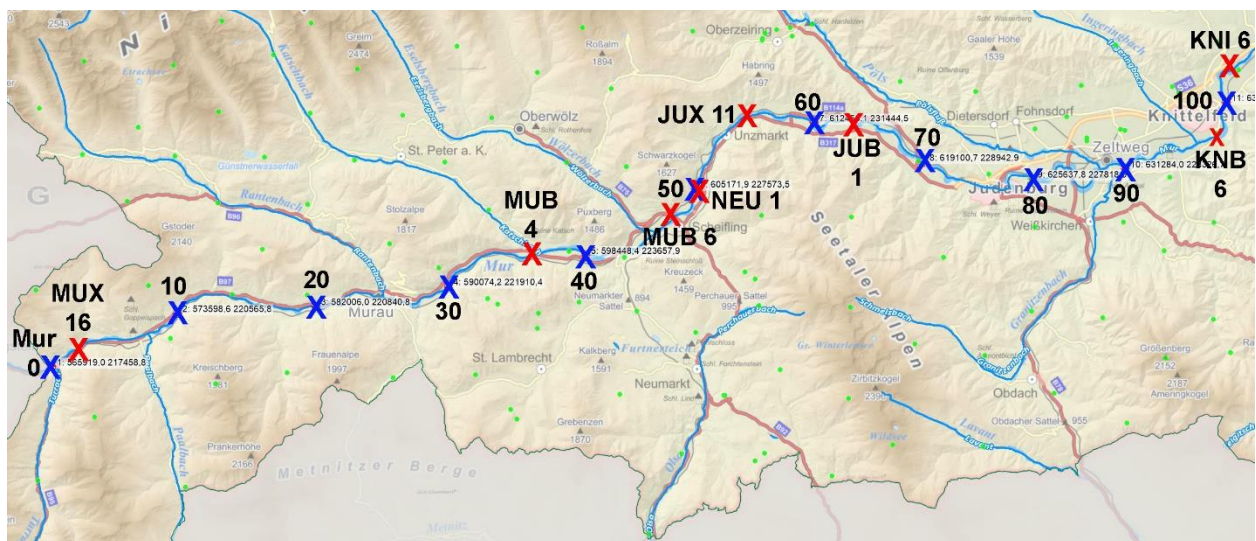
Mur

Die Mur entspringt im Salzburger Lungau und fließt bei Predlitz in die Steiermark. Nach ungefähr 160 km mündet bei Bruck die Mürz in die Mur, nach 220 km durchfließt sie die Landeshauptstadt und verlässt nach rund 300 km bei Radkersburg die Steiermark. Dort, beim sogenannten „Einserstein“ liegt mit 200 m Seehöhe der niedrigste Punkt des Landes. Die Böden entlang des Flusstales sind fruchtbar und werden intensiv landwirtschaftlich genutzt.

Die Schwermetallgehalte der Böden werden durch 26 Standorte der Bodenzustandsinventur und 31 zusätzliche, im Abstand von 10 km eingerichtete, Prüfstellen („Mur 0-299“) beschrieben. Zur besseren Darstellbarkeit wird die Mur in drei Bereiche aufgeteilt.

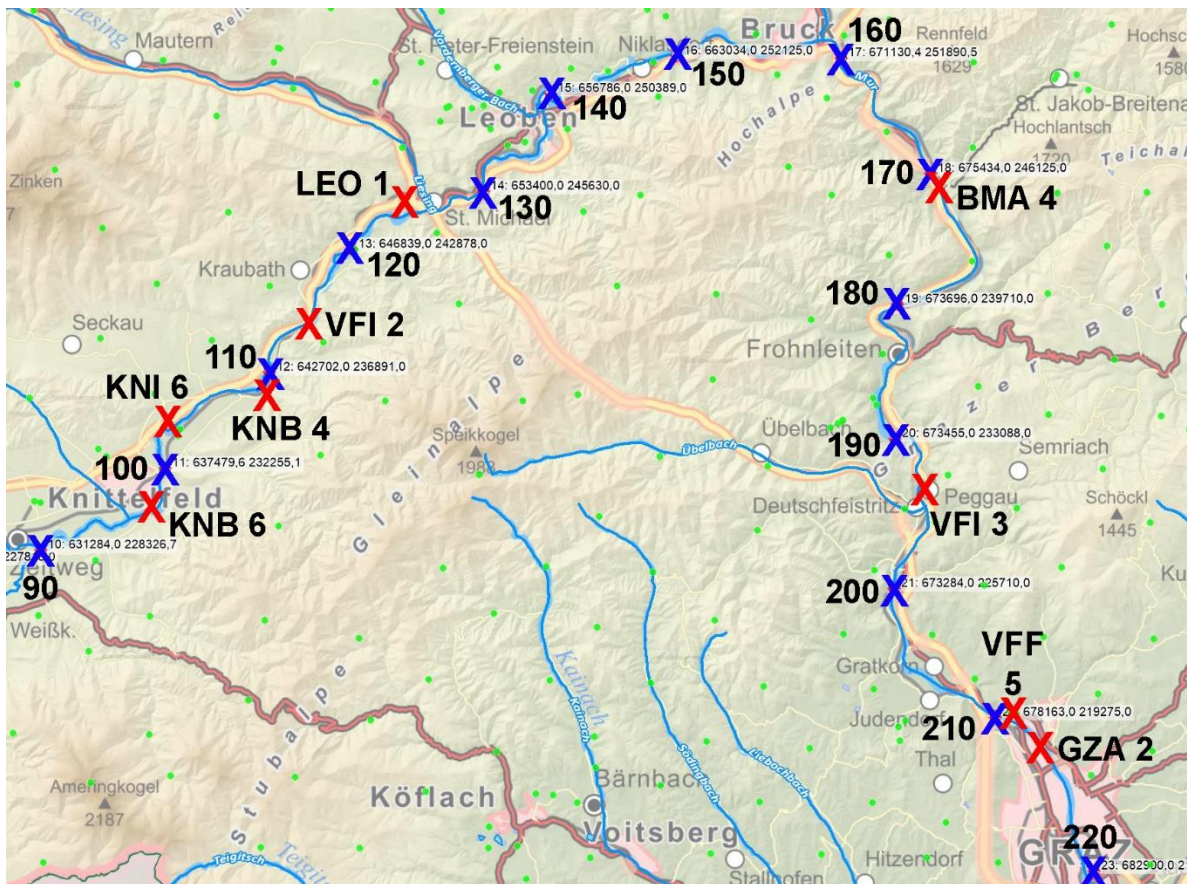
Ergebnisse der Bodenuntersuchungen in mg/kg: **Predlitz bis Knittelfeld**

~ km	Standorte	Cu	Zn	Pb	Cr	Ni	Co	Mo	Cd	Hg	As
0,0	Mur 0	30,3	104,3	98,1	33,0	26,0	12,2	1,21	0,54	0,18	16,8
2,5	MUX 16	30,5	144,8	81,4	45,5	29,9	14,5	1,39	0,41	0,10	12,3
10,0	Mur 10	27,6	85,5	36,4	26,6	29,7	12,4	1,07	0,29	0,07	7,8
20,0	Mur 20	38,1	78,8	20,7	76,3	51,8	25,6	0,48	0,14	0,05	8,8
30,0	Mur 30	29,5	79,1	40,1	34,5	36,3	15,2	0,87	0,23	0,06	16,1
35,5	MUB 4	27,8	92,2	27,4	39,8	36,7	15,0	0,73	0,23	0,06	18,6
40,0	Mur 40	22,1	55,4	11,7	26,1	28,9	12,1	0,39	0,11	0,02	11,6
46,5	MUB 6	45,0	114,9	41,7	52,4	52,4	19,4	0,99	0,31	0,11	18,0
49,5	NEU 1	41,9	113,7	35,6	46,5	47,6	17,8	1,33	0,35	0,14	21,5
50,0	Mur 50	63,2	104,6	33,7	48,5	60,2	24,3	1,12	0,37	0,12	32,9
57,0	JUX 11	34,5	137,6	79,8	40,3	34,2	14,8	1,01	0,45	0,09	22,4
60,0	Mur 60	31,3	130,7	104,2	38,0	35,6	15,2	0,57	0,73	0,09	15,5
64,0	JUB 1	37,5	142,7	39,3	49,9	44,3	18,2	1,00	0,44	0,14	32,8
70,0	Mur 70	33,5	75,5	28,1	39,1	35,8	14,9	0,75	0,18	1,08	16,9
80,0	Mur 80	35,6	83,8	29,9	41,4	38,6	17,1	1,18	0,19	0,27	12,4
90,0	Mur 90	22,7	59,3	30,0	26,3	26,2	10,4	0,61	0,19	0,06	12,3



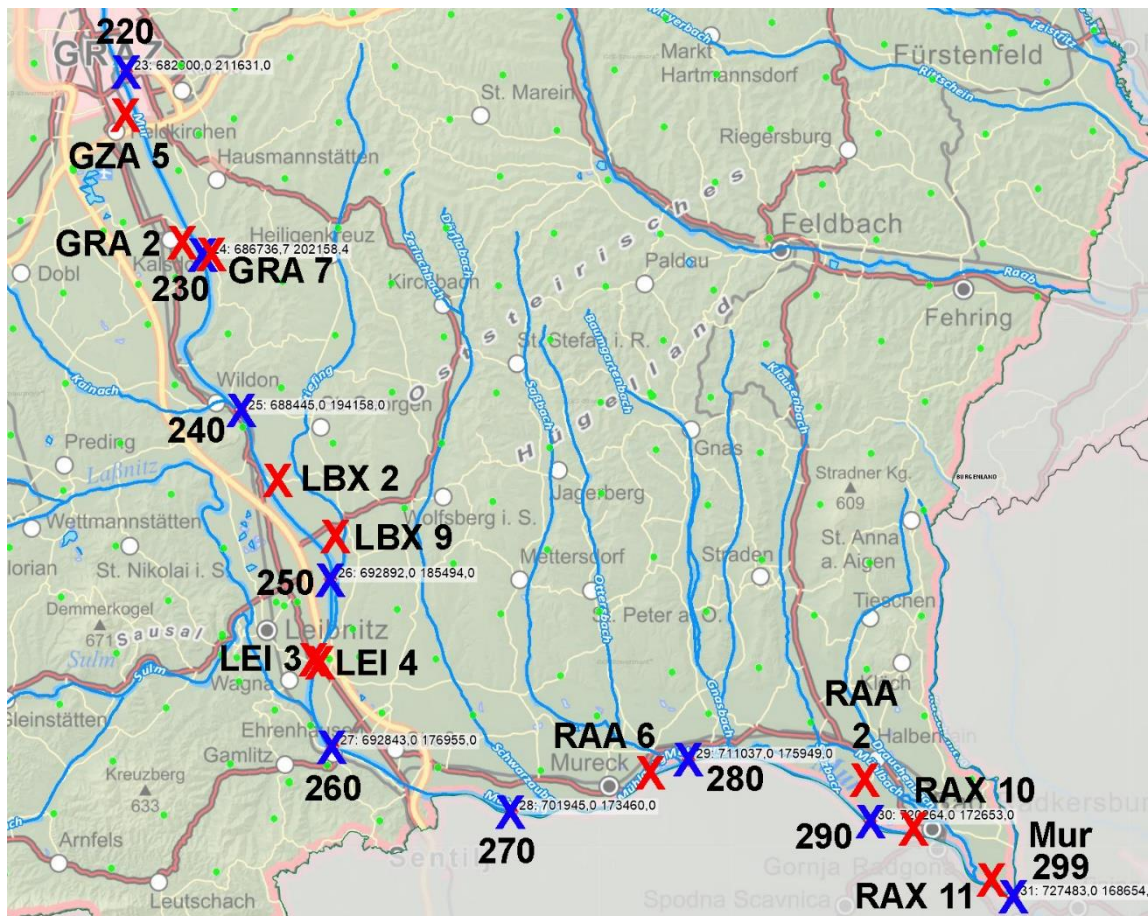
Ergebnisse der Bodenuntersuchungen in mg/kg: Knittelfeld bis Graz

~ km	Standorte	Cu	Zn	Pb	Cr	Ni	Co	Mo	Cd	Hg	As
98,0	KNB 6	35,3	124,9	27,6	46,4	32,2	14,9	1,40	0,24	0,17	49,9
100,0	Mur 100	36,6	90,1	29,6	40,8	40,0	12,9	1,03	0,28	0,11	9,2
103,0	KNI 6	32,9	88,6	32,9	43,0	33,9	16,4	0,92	0,35	0,10	23,0
108,5	KNB 4	29,9	83,7	12,9	42,1	16,9	10,9	0,58	0,29	0,06	4,2
110,0	Mur 110	33,7	75,9	35,5	39,4	37,5	14,3	0,46	0,24	0,14	16,1
114,0	VFI 2	27,7	75,7	29,7	60,8	129,6	19,0	0,56	0,25	0,13	15,9
120,0	Mur 120	18,4	52,4	13,4	27,8	28,1	10,3	0,19	0,08	0,00	5,7
125,0	LEO 1	53,1	114,9	25,3	51,0	43,3	17,7	1,33	0,29	0,12	22,9
130,0	Mur 130	18,4	65,7	25,0	32,1	24,4	11,7	0,57	0,35	0,13	9,1
140,0	Mur 140	33,4	83,7	50,2	30,4	34,4	12,1	0,96	0,24	0,25	14,2
150,0	Mur 150	45,1	101,8	32,7	60,4	55,5	22,3	1,14	0,30	0,21	12,3
160,0	Mur 160	38,8	92,6	31,3	40,9	44,8	15,0	1,14	0,23	0,11	13,0
170,0	Mur 170	28,7	46,9	12,5	210,8	203,1	23,3	0,30	0,17	0,07	11,3
171,0	BMA 4	25,6	94,0	16,3	79,7	58,1	12,7	1,09	0,24	0,20	7,9
180,0	Mur 180	45,7	65,5	29,6	29,0	25,7	10,6	0,91	0,34	0,20	8,7
190,0	Mur 190	24,7	95,0	41,4	50,4	30,8	12,0	0,92	0,26	0,10	10,2
193,5	VFI 3	31,6	111,2	89,6	48,9	37,7	13,3	0,80	0,37	0,19	18,7
200,0	Mur 200	28,0	79,5	54,5	36,9	35,1	13,8	0,34	0,35	0,15	13,0
210,0	Mur 210	40,9	157,0	61,9	33,3	31,6	11,9	1,33	0,55	0,18	15,2
211,0	VFF 5	33,1	80,4	33,3	44,1	36,1	13,5	0,73	0,27	0,12	14,7
212,5	GZA 2	40,6	125,4	58,4	31,6	24,2	9,7	0,71	0,28	0,30	13,4

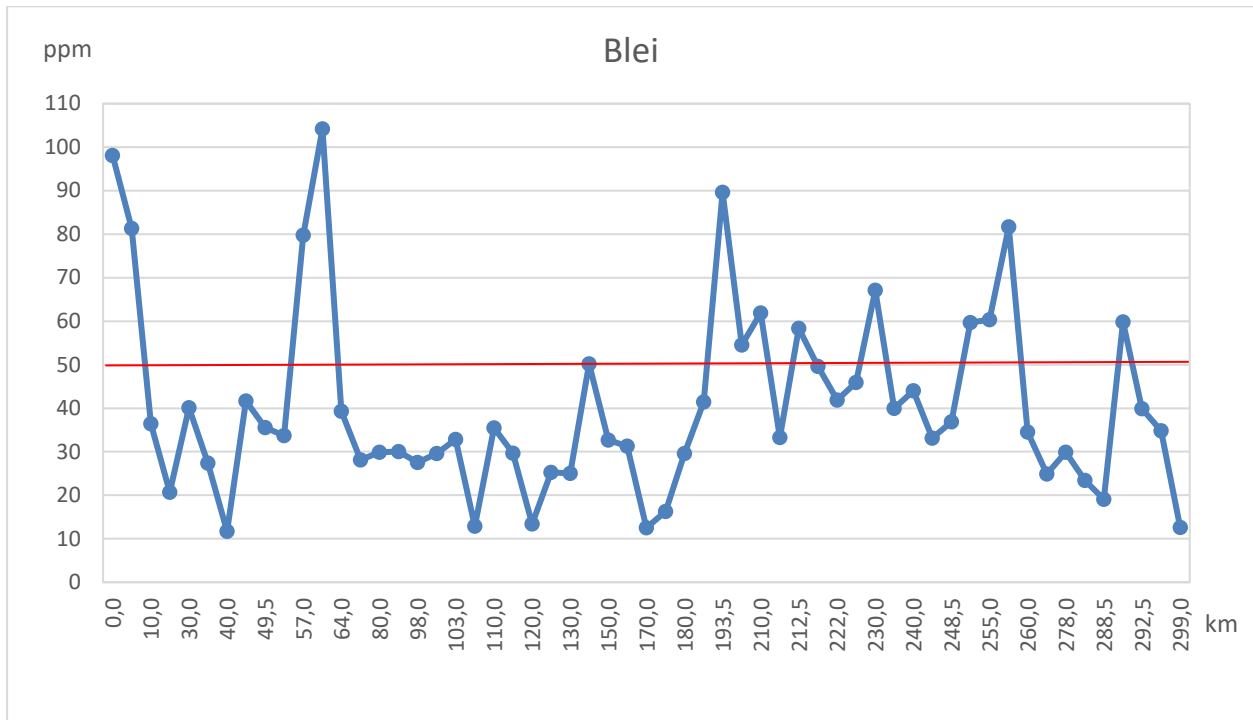


Ergebnisse der Bodenuntersuchungen in mg/kg: **Graz bis Landesgrenze**

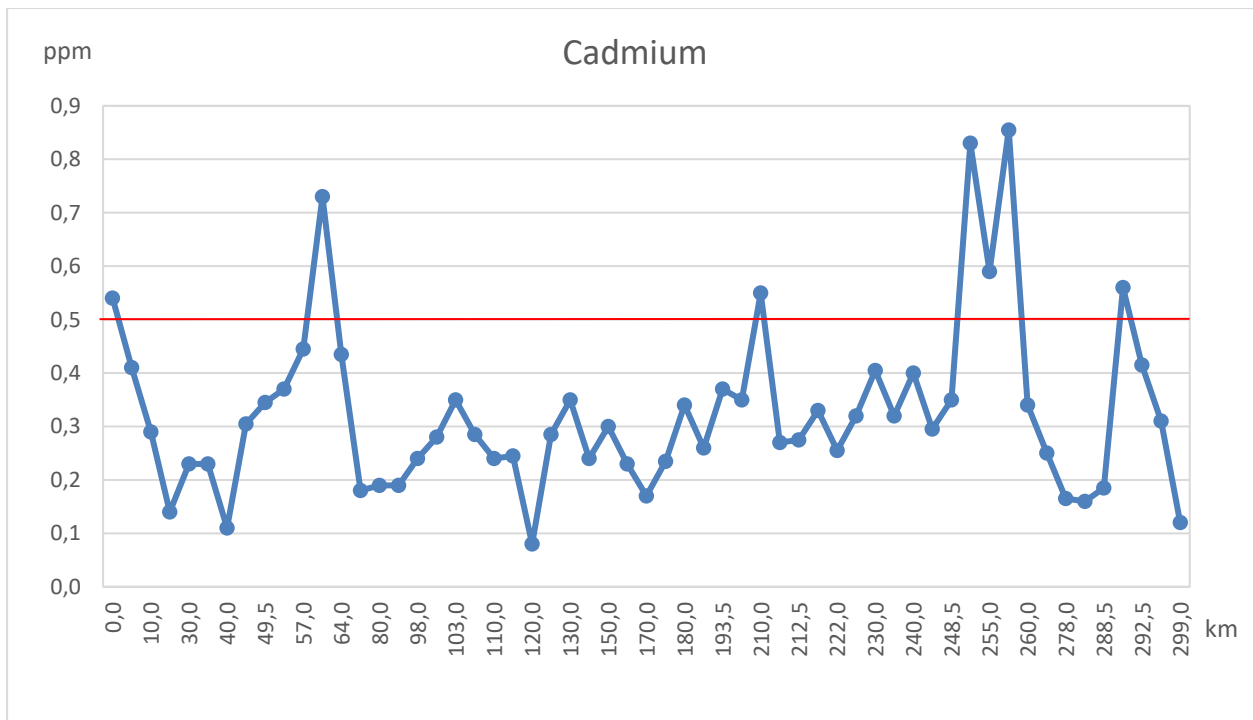
~ km	Standorte	Cu	Zn	Pb	Cr	Ni	Co	Mo	Cd	Hg	As
220,0	Mur 220	37,4	87,2	49,6	39,2	36,6	15,0	0,27	0,33	0,42	13,3
222,0	GZA 5	20,9	98,2	41,9	28,0	21,3	9,3	0,37	0,26	0,19	12,0
229,5	GRA 2	34,5	121,6	46,0	47,5	44,3	13,5	0,93	0,32	0,22	20,3
230,0	GRA 7	27,9	121,9	67,2	30,7	28,1	13,2	0,61	0,41	0,25	11,4
230,0	Mur 230	21,9	73,8	40,0	26,1	25,4	9,8	0,41	0,32	0,18	12,4
240,0	Mur 240	25,0	91,8	44,0	22,7	22,8	9,0	0,88	0,40	0,25	12,7
244,5	LBX 2	18,8	75,4	33,1	37,4	24,2	10,8	0,47	0,30	0,09	12,3
248,5	LBX 9	34,4	100,7	36,9	52,6	36,2	15,7	0,53	0,35	0,14	16,8
250,0	Mur 250	28,9	158,5	59,7	26,2	27,3	10,9	0,99	0,83	0,52	20,7
255,0	LEI 3	53,1	177,3	60,4	44,4	37,1	13,6	1,64	0,59	0,40	23,6
255,5	LEI 4	68,2	226,4	81,7	73,5	57,6	20,2	2,11	0,86	0,52	34,1
260,0	Mur 260	29,2	88,9	34,5	35,4	36,4	11,3	1,09	0,34	0,20	10,6
270,0	Mur 270	24,8	80,4	24,9	26,2	25,3	9,2	1,47	0,25	0,10	7,7
278,0	RAA 6	20,6	81,8	29,9	29,7	23,6	9,5	0,42	0,17	0,09	10,1
280,0	Mur 280	12,2	46,2	23,4	18,9	19,1	7,6	0,28	0,16	0,10	8,8
288,5	RAA 2	23,8	84,9	19,1	34,9	27,0	11,3	0,66	0,19	0,08	12,0
290,0	Mur 290	38,1	127,2	59,8	35,0	35,0	13,2	1,24	0,56	0,36	19,7
292,5	RAX 10	34,5	119,3	39,9	37,5	28,0	11,4	0,51	0,42	0,17	10,5
298,0	RAX 11	25,7	89,1	34,8	36,6	29,2	11,4	0,43	0,31	0,12	13,9
299,0	Mur 299	12,8	43,8	12,6	16,2	17,6	6,2	1,15	0,12	0,04	6,6

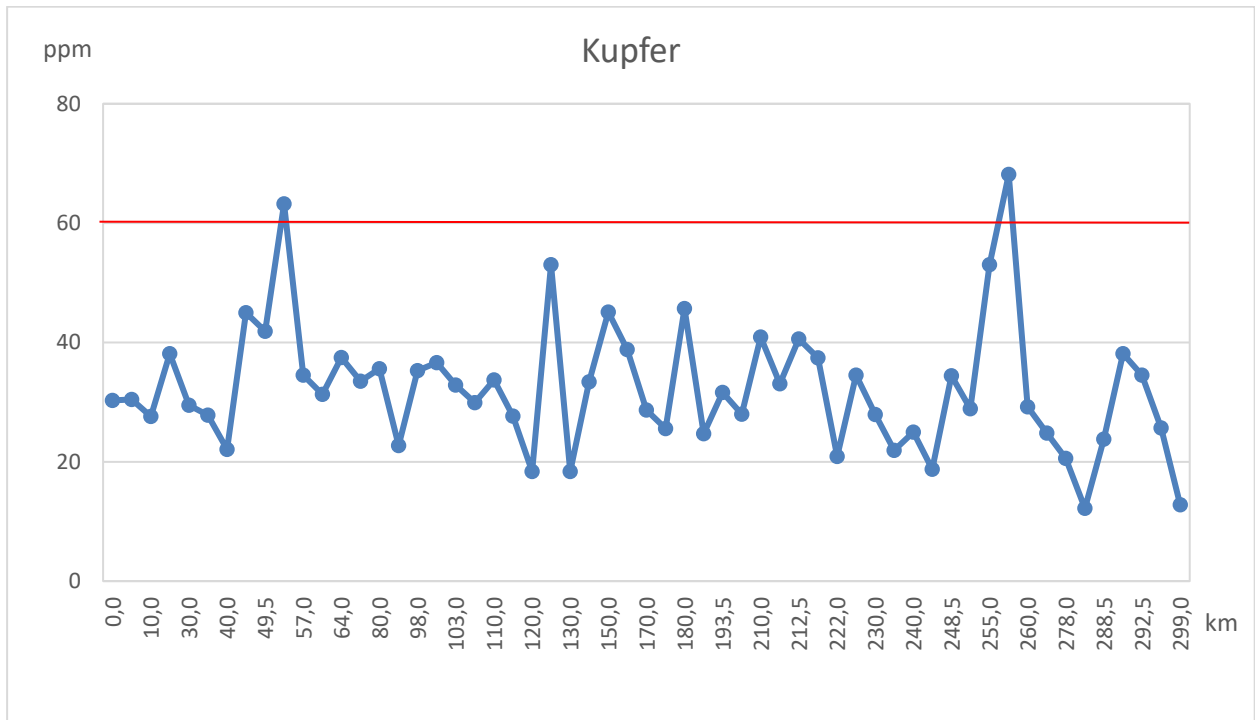


Die Verteilung der Schwermetalle in den Böden entlang der Mur: Angaben in mg/kg (ppm)

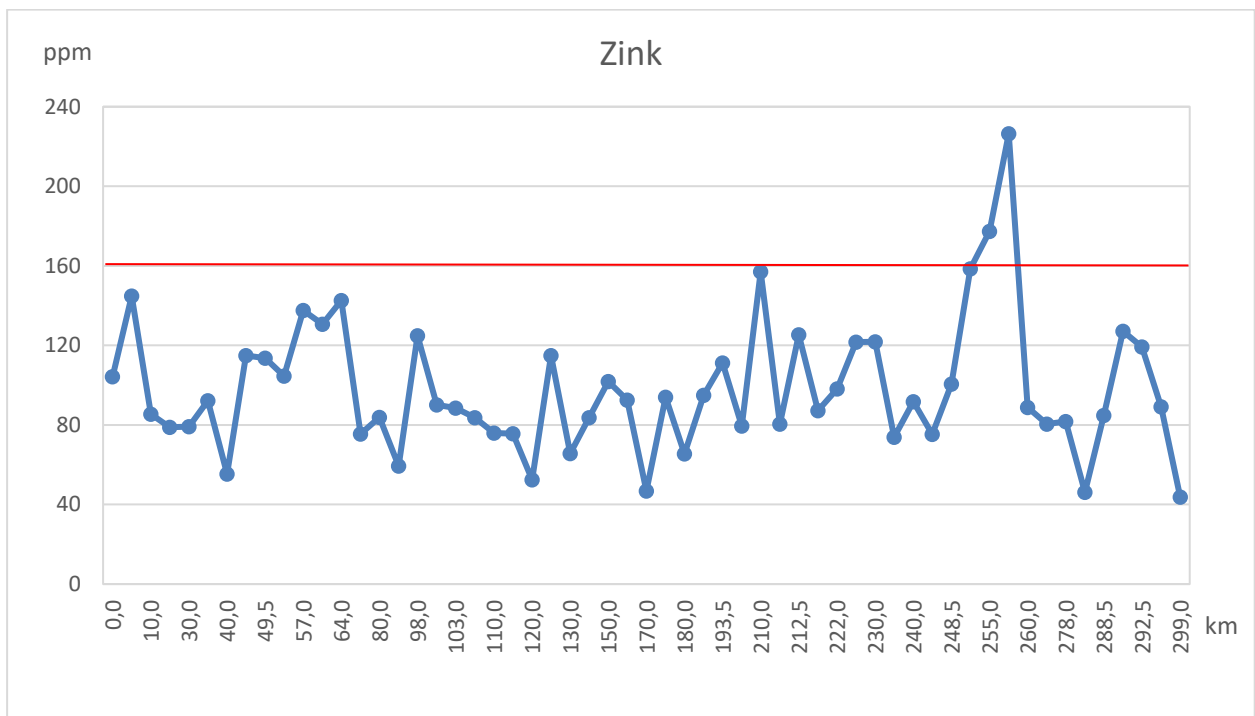


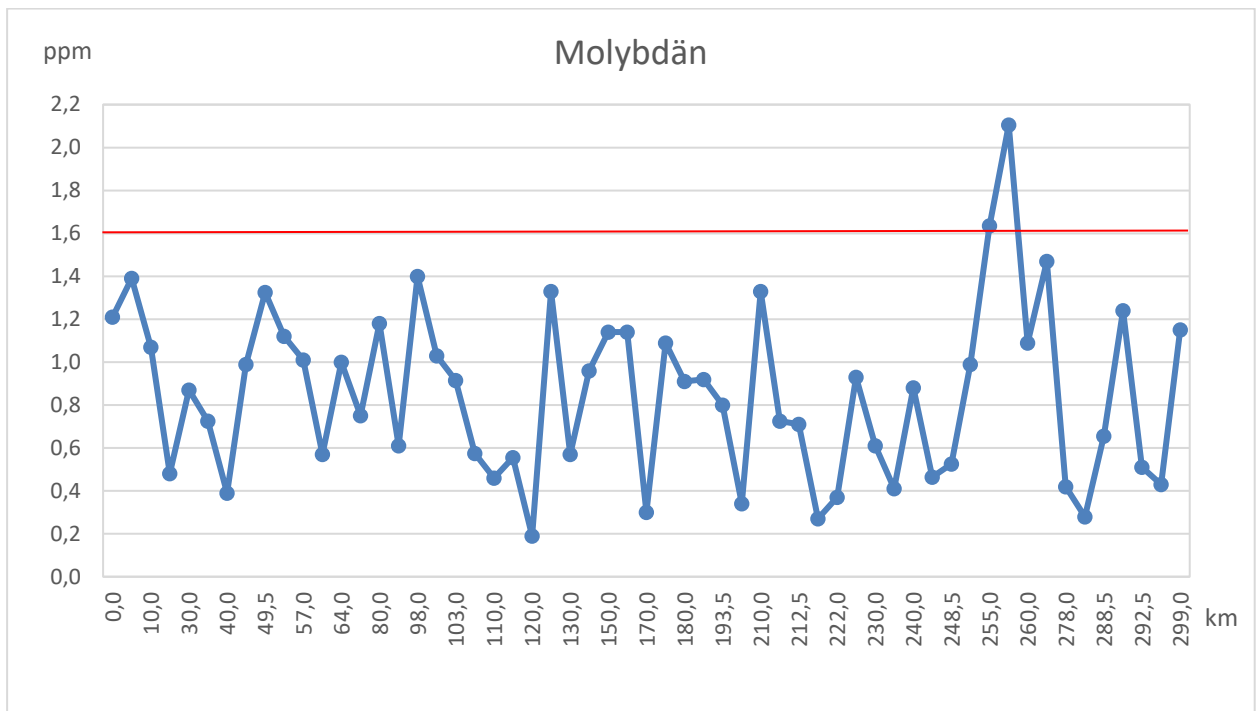
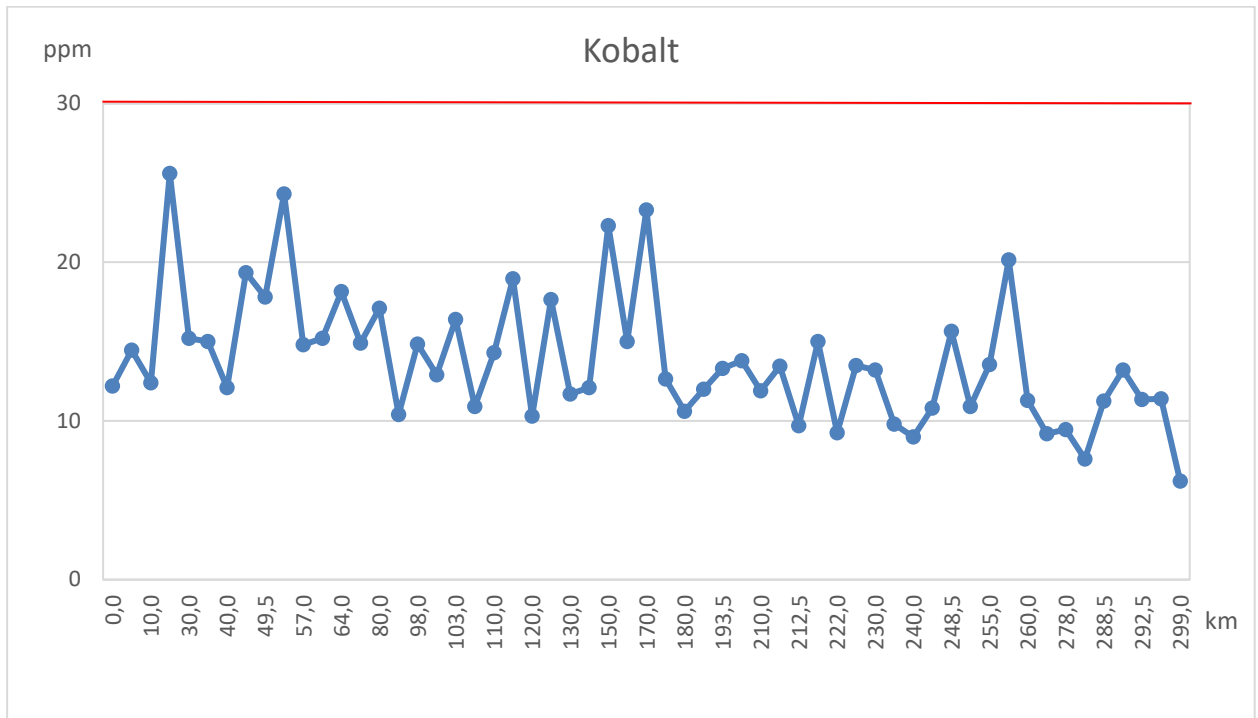
Bei Predlitz durchbricht die Mur das Wölzer Kristallin und wie die Profilanalyse am Standort **MUX 16** (2,5 km) zeigt, ist das bodenbildende Ausgangsmaterial bleihaltig. Gleiches gilt für die Standorte **JUX 11** (57 km) und **Mur 60**. Die immer wieder leicht erhöhten Blei-gehalte ab dem Standort **VFI 3** (193,5 km) stammen aus den Gesteinen des Grazer Paläozoikums bzw. nicht näher definierten anthropogenen Quellen. Auch die fallweise leicht erhöhten Cadmiumgehalte haben eine sowohl geogene als auch anthropogene Herkunft.

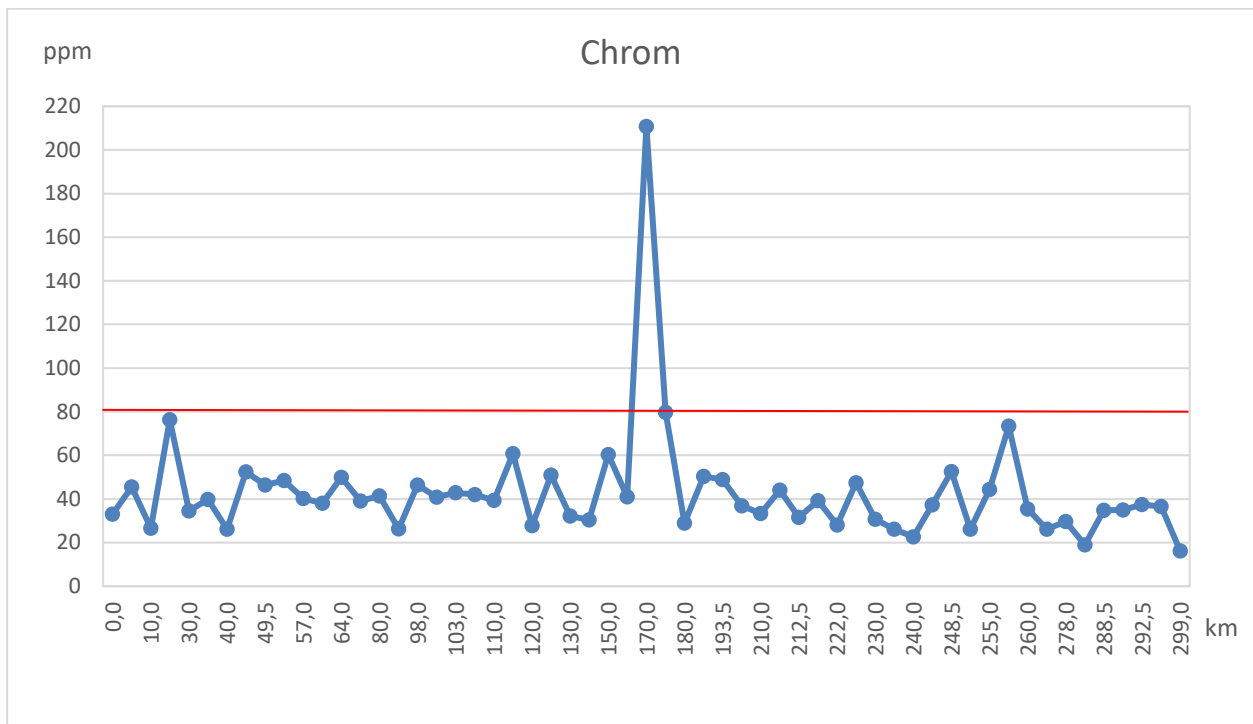




Der leicht erhöhte Kupfergehalt bei „**Mur 50**“ ist vernachlässigbar und stammt vermutlich aus einer kleinräumigen Vererzung. Ansonsten sind die Schwermetalle bis auf den Bereich zwischen 250 und 260 km unauffällig. Da dort alle Schwermetalle Maxima aufweisen, wurden im Leibnitzer Feld Zusatzuntersuchungen durchgeführt.

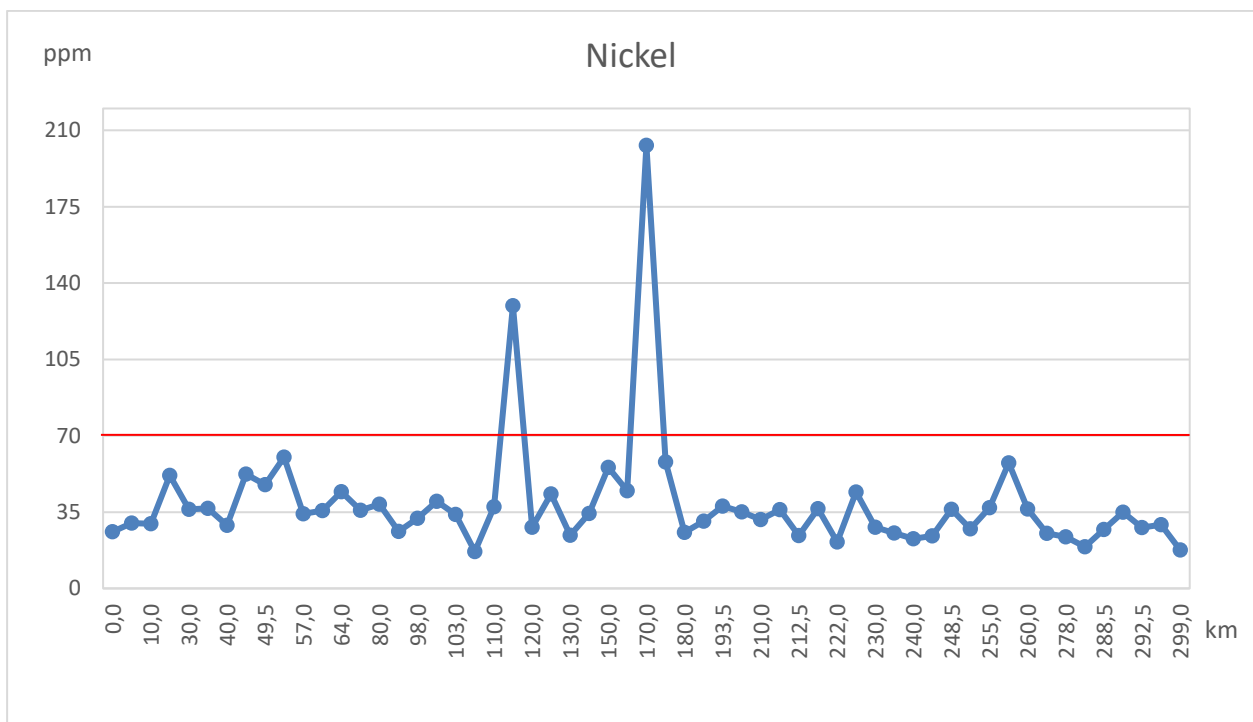


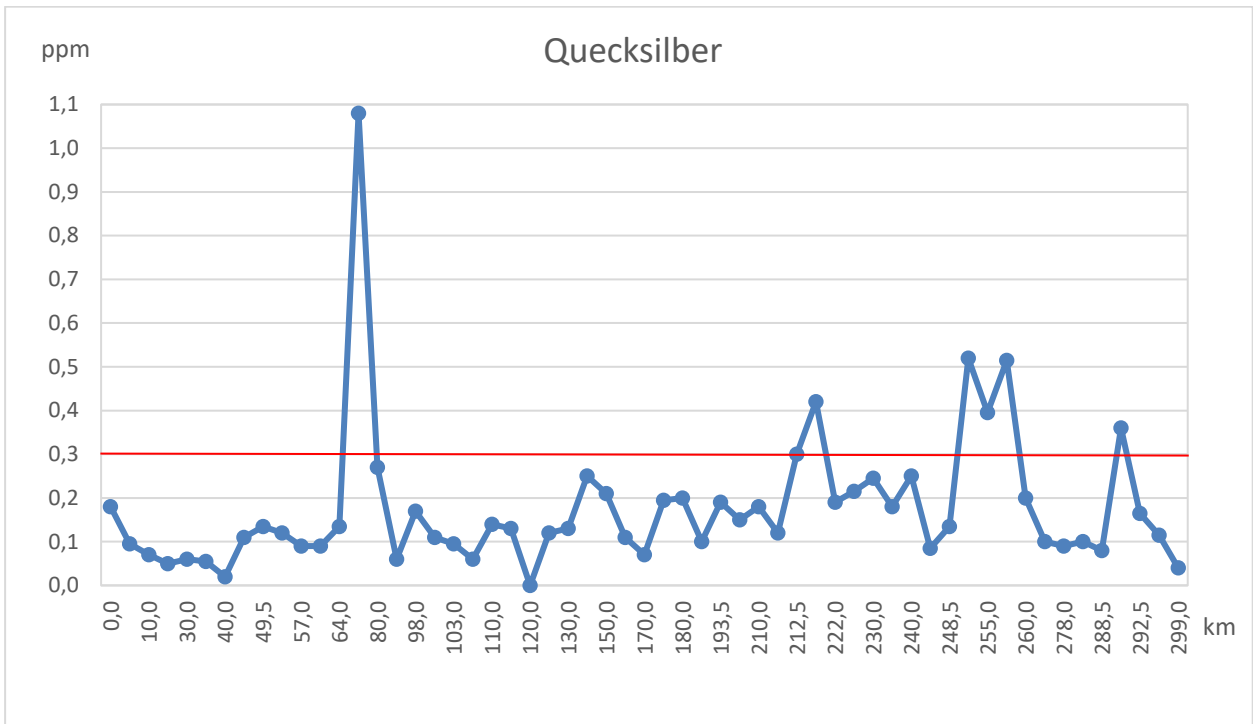




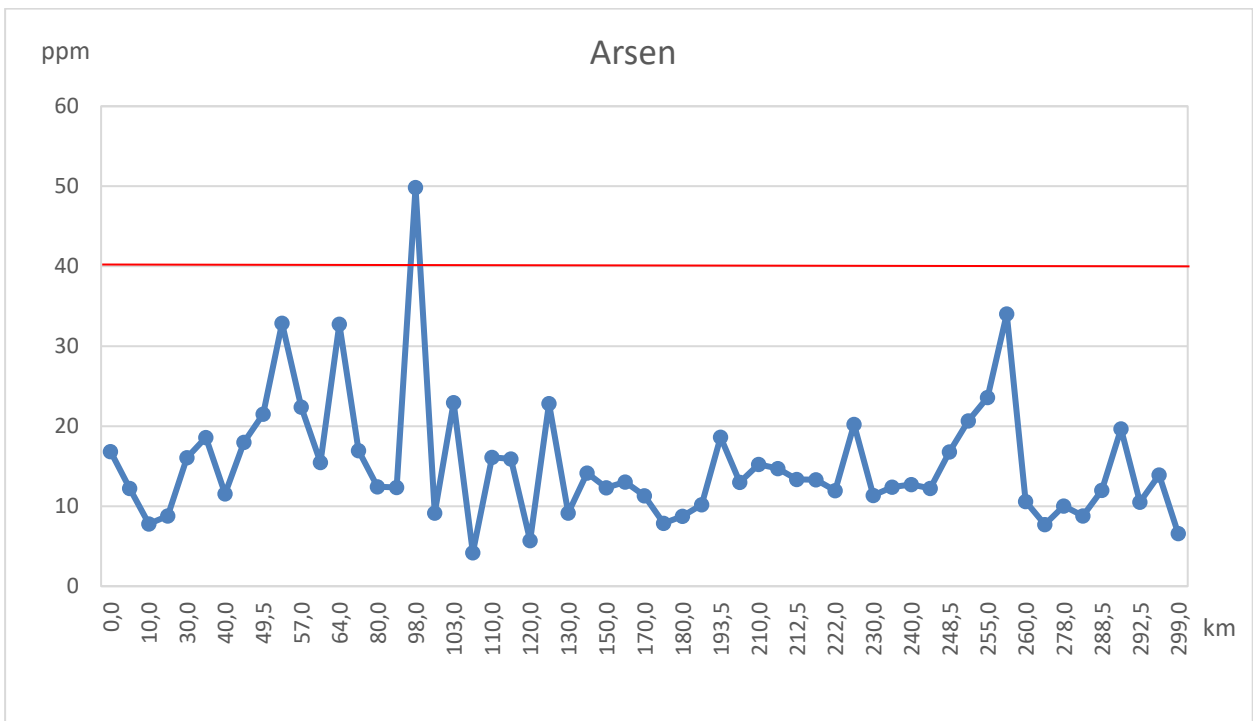
Beim Chrom und Nickel findet man an der Prüfstelle „**Mur 170**“ ein ausgeprägtes Maximum. Die Schwermetalle stammen aus dem Serpentinitt des westlich angrenzenden Kristallins der Stub- und Gleinalpe und der Seckauer Tauern. Zur Abklärung der Verbreitung der Schwermetalle wurden in diesem Bereich von Pernegg an der Mur einige Zusatzuntersuchungen durchgeführt.

Der vermutlich ebenfalls auf das Gestein Serpentinitt zurückzuführende kleinere Nickel-Peak an der Untersuchungsstelle **VFI 2** (114 km) ist durch Staubimmissionen des nahen Hartsteinwerkes Preg erklärbar.





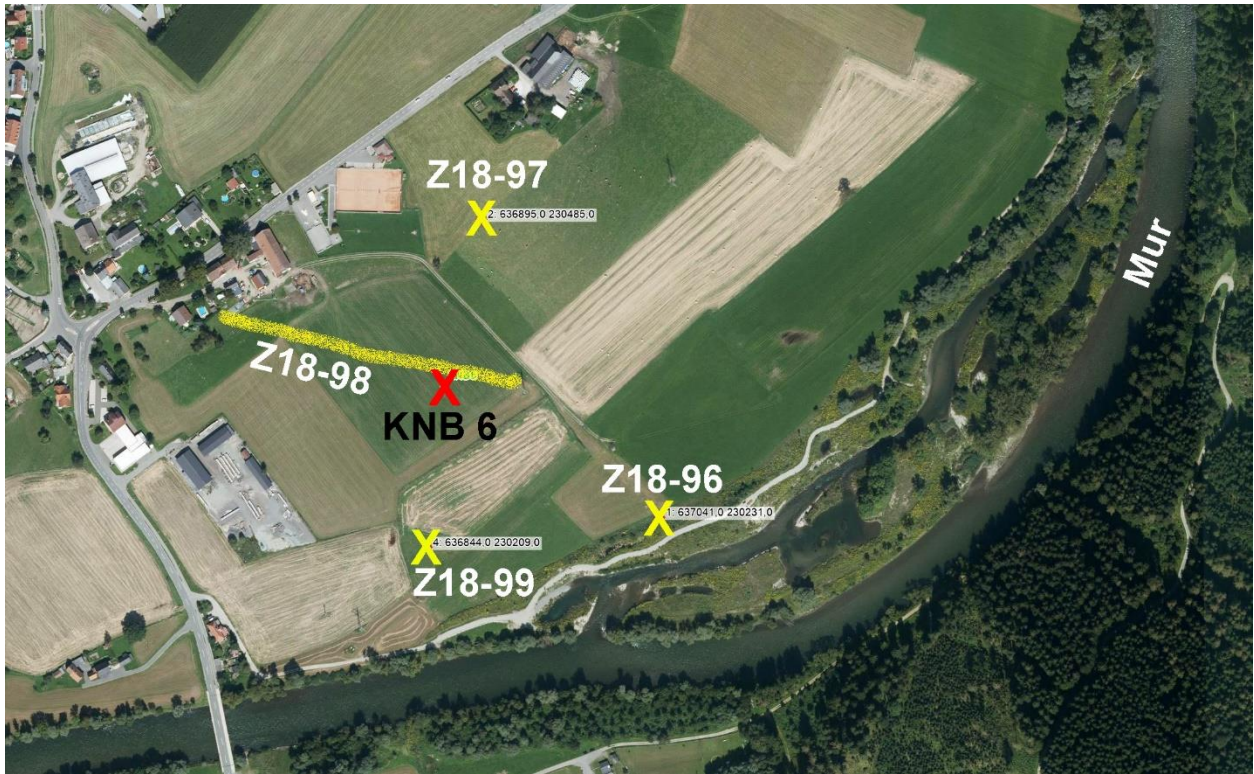
Beim erhöhten Quecksilbergehalt an der Untersuchungsstelle „**Mur 70**“ dürfte es sich um eine sehr kleinräumige Belastung handeln. Alle angrenzenden Untersuchungsstandorte sind unauffällig. Generell sind die Gehalte des Elementes in den Böden entlang der Mur vernachlässigbar niedrig.



Die einzige Prüfstelle (**KNB 6**) mit leicht erhöhtem Arsengehalt in Landschach bei Knittelfeld wurde mit einigen Zusatzstandorten näher untersucht.

Landschach:

Der Grünlandstandort **KNB 6** weist leicht erhöhte Arsengehalte auf, deren Verbreitung mit einigen Zusatzuntersuchungen näher abgeklärt werden soll. Drei Untersuchungen erfolgten in den angrenzenden Grundstücken (**Z18 96, 97 + 99**), eine Probenahme wurde flächenmäßig, entlang einer Geraden entnommenen Mischprobe, durchgeführt (**Z18-98**).

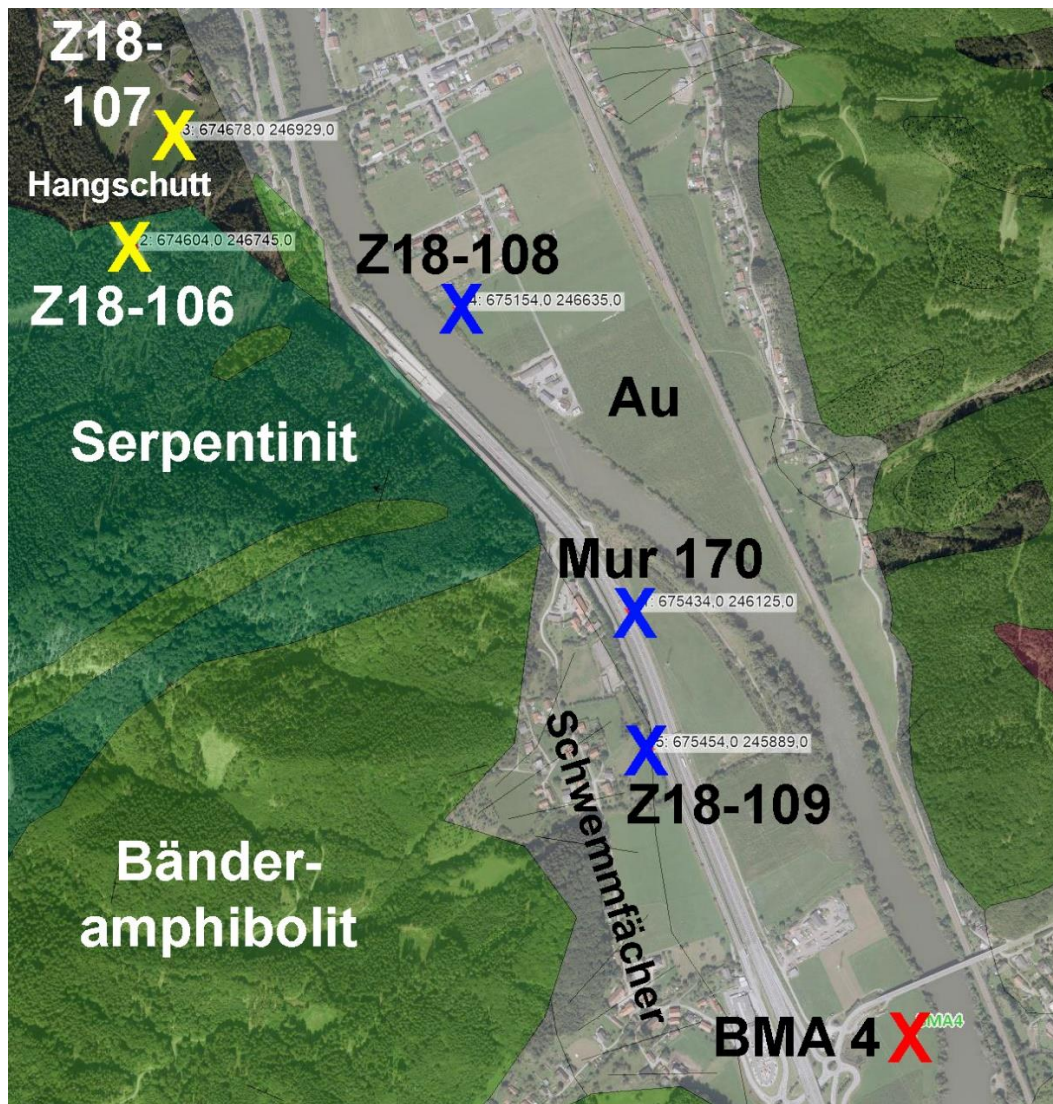


Untersuchungsergebnisse (mg/kg):

Standorte	Cu	Zn	Pb	Cr	Ni	Co	Mo	Cd	Hg	As
KNB 6	35,3	124,9	27,6	46,4	32,2	14,9	1,40	0,24	0,17	49,9
Z18-96	44,9	86,7	54,9	48,5	63,8	19,8	0,81	0,21	0,10	21,9
Z18-97	35,4	97,0	43,6	45,1	41,4	15,4	0,76	0,22	0,12	26,1
Z18-98	33,9	104,9	45,3	45,6	39,8	16,1	1,13	0,23	0,09	40,9
Z18-99	33,0	81,6	39,1	42,3	39,4	16,2	0,63	0,19	0,07	23,3
Normalwerte	60	160	50	80	70	30	1,6	0,5	0,3	40

Da nur in der Mischprobe **Z18-98** der betreffenden Grünfläche ähnlich erhöhte Arsengehalte wie am Bodenschutzstandort **KNB 6** gefunden wurden, ist das Vorkommen des Elementes als kleinräumig und vernachlässigbar anzusehen. Die Herkunft ist derzeit noch ungeklärt.

Pernegg an der Mur:



Untersuchungsergebnisse (mg/kg):

Standorte	Cu	Zn	Pb	Cr	Ni	Co	Mo	Cd	Hg	As
Mur 170	28,7	46,9	12,5	210,8	203,1	23,3	0,30	0,17	0,07	11,3
Z18-106	4,9	64,9	64,4	954,8	1363,3	99,8	0,48	0,24	0,15	4,5
Z18-107	19,4	70,2	50,8	661,3	1056,7	71,1	1,21	0,27	0,09	7,0
Z18-108	28,4	64,6	40,8	42,1	43,1	9,2	0,66	0,18	0,11	10,4
Z18-109	47,0	75,0	50,8	478,1	447,9	41,4	0,60	0,28	0,11	12,5
BMA 4	25,6	94,0	16,3	79,7	58,1	12,7	1,09	0,24	0,20	7,9
Normalwerte	60	160	50	80	70	30	1,6	0,5	0,3	40

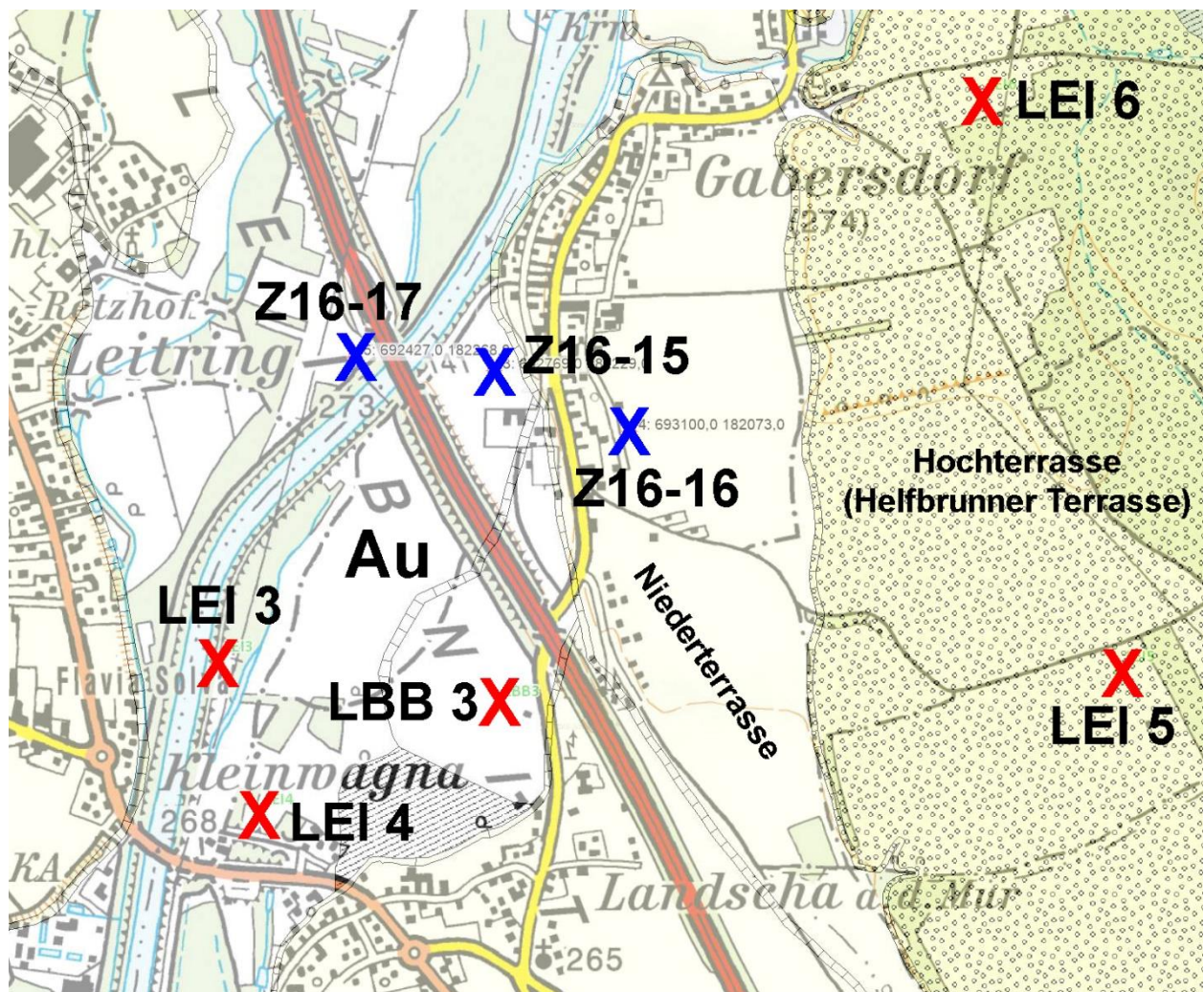
Die höchsten Schwermetallgehalte findet man erwartungsgemäß an den Prüfstellen auf Serpentinit und dessen Hangschutt (**Z18-106+107**). Die Untersuchungsstelle **Z18-109** weist wie „**Mur 170**“ erhöhte Werte auf. Ob der oberhalb des Standortes vorkommende Bänderamphibolit ebenfalls Chrom und Nickel enthält, oder ob in den betreffenden Bereichen Serpentinit-hältiges Fremdmaterial aufgebracht wurde, müsste erst untersucht werden. Die Standorte **BMA 4** und **Z18-108** sind unauffällig.

Leibnitzer Feld:

In diesem landwirtschaftlich intensiv genutzten Gebiet findet man an den Mur-nahen Untersuchungsstellen „Mur 250“ und **LEI 3 + 4** bei mehreren Schwermetallen erhöhte Schwermetallgehalte. Die Höhe der Normalwertüberschreitungen ist zwar nicht besonders hoch, aber die ungewöhnliche Häufung mehrerer erhöhter Schwermetalle macht eine nähere Betrachtung hinsichtlich Ausmaßes und Herkunft notwendig.

Neben den bestehenden Standorten der Bodenzustandsinventur **LEI 3-6** und **LBB 3** wurden in einem ersten Schritt die Zusatzstandorte **Z16 15-17** untersucht.

Die Standorte **LEI 5** und **6** liegen auf einer quartären Hochterrasse (während der Riß-Kaltzeit entstanden), **Z16-16** auf einer jüngeren Niederterrasse (aus der Würm-Kaltzeit), der Rest im Aubereich der Mur.



An den beiden Standorten mit erhöhten Schwermetallgehalten **LEI 3 + 4** zeigt die Profilanalyse, dass am Ackerstandort **LEI 3** nur Molybdän nach oben hin angereichert ist, die übrigen Schwermetalle sind über alle untersuchten Horizonte gleichverteilt. Am Grünlandstandort **LEI 4** hingegen sind alle Schwermetalle im Oberboden angereichert, was auf eine anthropogene Ursache hindeutet.

Untersuchungsergebnisse (mg/kg):

Standorte	Cu	Zn	Pb	Cr	Ni	Co	Mo	Cd	Hg	As
LEI 3	53,1	177,3	60,4	44,4	37,1	13,6	1,64	0,59	0,40	23,6
LEI 4	68,2	226,4	81,7	73,5	57,6	20,2	2,11	0,86	0,52	34,1
LEI 5	24,3	84,7	24,9	40,7	28,8	14,0	1,10	0,26	0,10	12,9
LEI 6	28,5	108,1	26,3	45,4	26,6	14,2	0,72	0,34	0,13	13,6
LBB 3	23,7	101,1	33,8	41,6	29,4	11,7	0,58	0,22	0,11	13,7
Z16-15	34,6	109,8	37,9	25,9	23,0	9,3	1,19	0,45	0,29	20,6
Z16-16	20,4	69,5	12,9	22,7	18,9	8,7	0,53	0,17	0,05	8,6
Z16-17	36,6	117,5	39,2	25,9	24,2	9,6	1,08	0,46	0,32	19,9
Normalwerte	60	160	50	80	70	30	1,6	0,5	0,3	40

Abgesehen von den Standorten **LEI 3 + 4** und einem vernachlässigbaren Quecksilberwert an der Prüfstelle **Z16-17** liegen alle untersuchten Schwermetalle im Normalbereich.

Die eingangs erwähnten erhöhten Schwermetalle am Untersuchungsstandort „**Mur 250**“, nördlich der hier betrachteten Prüfstellen, hängen offensichtlich nicht mit diesen zusammen und sind getrennt zu beurteilen.

Ausgehend von diesen Ergebnissen erfolgten im Bereich von **LEI 3 + 4** weitere Untersuchungen.

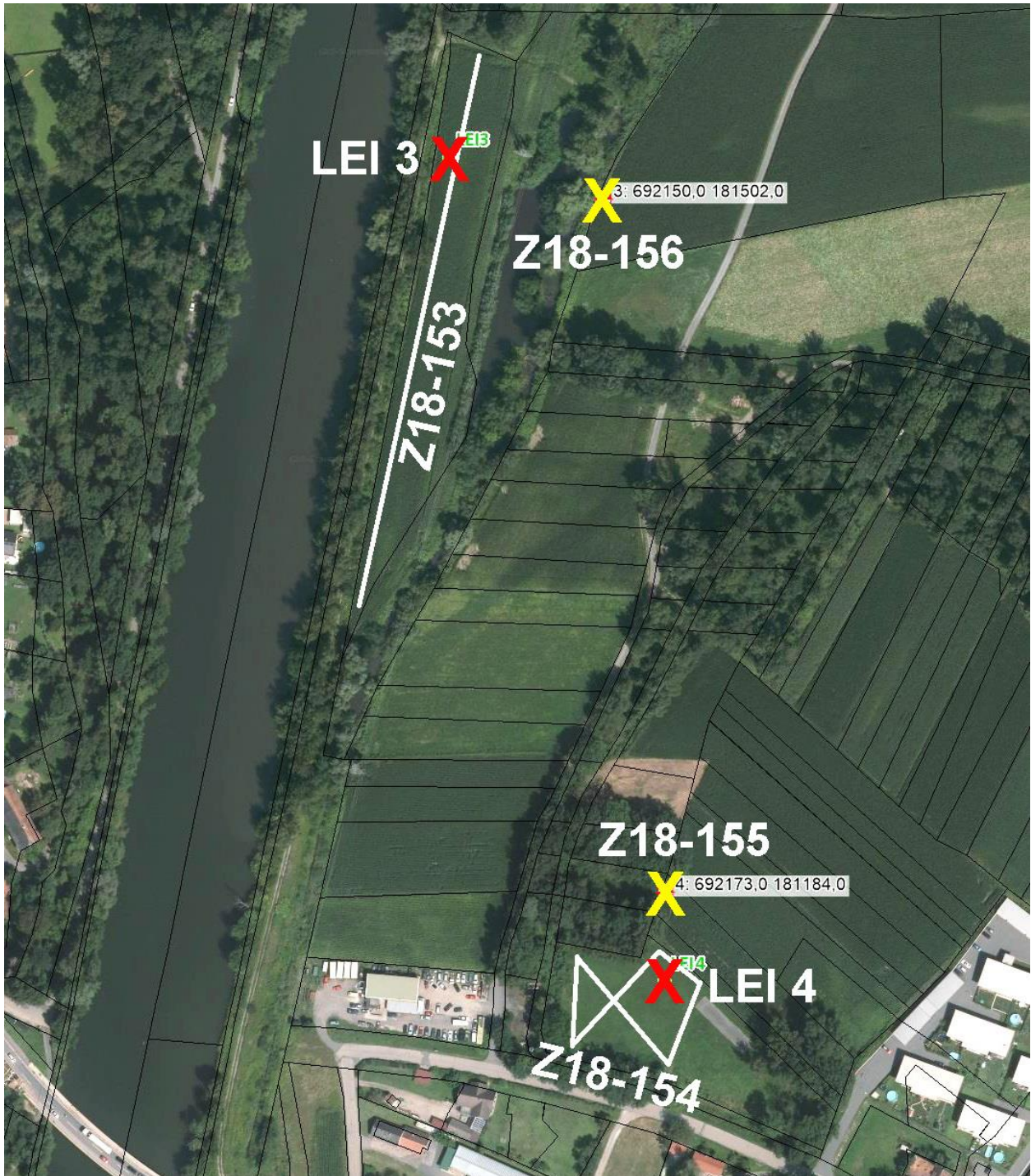
LEI 3



LEI 4



Auf den Flächen der Standorte **LEI 3** und **LEI 4** wurden, um die Homogenität der Schwermetallverteilung abschätzen zu können, zusätzlich flächenhafte Probenahmen durchgeführt (**Z18-153** und **Z18-154**). Zwei weitere Bodenuntersuchungen erfolgten in angrenzenden Ackerflächen (**Z18-155** und **Z18-156**).



An der Vielzahl der Parzellengrenzen im Untersuchungsgebiet erkennt man, dass beim Vergleich der Bodenuntersuchungen zusätzlich zur lokalen Variabilität der Bodenparameter mit einem Einfluss aus unterschiedlichen Bewirtschaftungsweisen gerechnet werden muss.

Untersuchungsergebnisse (mg/kg):

Standorte	Cu	Zn	Pb	Cr	Ni	Co	Mo	Cd	Hg	As
LEI 3	53,1	177,3	60,4	44,4	37,1	13,6	1,64	0,59	0,40	23,6
Z18-153	59,6	132,8	65,1	45,2	41,5	15,0	1,35	0,42	0,21	18,5
Z18-156	72,4	174,8	88,7	50,8	47,1	15,9	1,52	0,52	0,26	22,4
LEI 4	68,2	226,4	81,7	73,5	57,6	20,2	2,11	0,86	0,52	34,1
Z18-154	95,4	304,8	112,6	56,2	54,1	18,5	2,22	0,65	0,36	27,2
Z18-155	53,8	170,4	86,2	44,1	43,7	17,0	0,97	0,59	0,29	26,1
Normalwerte	60	160	50	80	70	30	1,6	0,5	0,3	40

Der Vergleich der flächenhaft gezogenen Bodenproben (**Z18-153** und **Z18-154**) mit den betreffenden Bodenschutzpunkten **LEI 3** und **LEI 4** zeigt keine gravierenden Unterschiede, sodass die Schwermetalle innerhalb der üblichen Bodeninhomogenität relativ gleichmäßig in den Untersuchungsflächen verteilt sind.

Die Gehalte der Schwermetalle in den angrenzenden Grundstücken (**Z18-156** und **Z18-155**) sind ähnlich hoch. Hier sind zur Abgrenzung der Schwermetallverbreitung in der Untersuchungsregion noch weitere Untersuchungen erforderlich.



Die Untersuchungsstelle **Z18-156**.

[Ergebnisse der Bodenzustandsinventur](#)

Die Ergebnisse der Untersuchungen der Bodenzustandsinventur aller 1.000 Untersuchungsstandorte wurden den betreffenden Grundstückseigentümern bzw. Pächtern schriftlich mitgeteilt.

Die Diskussion bzw. Präsentation der Untersuchungsergebnisse in der Öffentlichkeit wurde durch den jährlich erscheinenden Bodenschutzbericht gewährleistet, der auch im Internet als pdf-File aufgerufen werden kann.

Die **Internet - Adresse** zu allen Untersuchungsdaten lautet:

www.bodenschutz.steiermark.at

Die Abfrage von Untersuchungsergebnissen erfolgt folgendermaßen:

1. Den Link „Untersuchungsergebnisse“ oder die Karte anklicken
2. Im neuen Fenster links neben Karte „Bodenschutzprogramm“ ankreuzen
3. Eventuell mit der „+“-Lupe in die Karte hineinzoomen
4. Hotlink-Werkzeug (Symbol „i“) wählen
5. Im neuen Fenster die Abfrage „Bodenschutzpunkte“ auswählen
6. Gewünschten Standort anklicken
7. In der nun erscheinenden Zeile unten „Beurteilung“ wählen
8. Im neuen Fenster der verbalen **Beurteilung** sind auch die bodenkundliche **Profilbeschreibung** und die **Analysedaten** des gewählten Standortes zugänglich.

Weitere vielfältige Informationen zum Thema Umweltschutz in der Steiermark sind im Landes-Umwelt-Informationssystem (LUIS) unter **www.umwelt.steiermark.at** abrufbar.

Bodenschutzberichte

Seit dem Jahr **1988** wurde entsprechend der gesetzlichen Vorgabe dem Landtag Steiermark jährlich ein Bodenschutzbericht zur Kenntnis gebracht.

Bodenschutzberichte 1988 - 1997:

Die ersten zehn Jahre der Berichtslegung behandelten den damals aktuellen Stand der Untersuchungen des Bodenschutzprogrammes.

Bodenschutzbericht 1998 (Steiermark-Raster):

Die Ergebnisse der Bodenzustandsinventur im 4x4 km - Raster (392 Standorte). Erste Grundlagen für Beurteilungskriterien (Normalwerte, Analysenfehler).

Bodenschutzbericht 1999 (Potentielle Kontaminationsflächen):

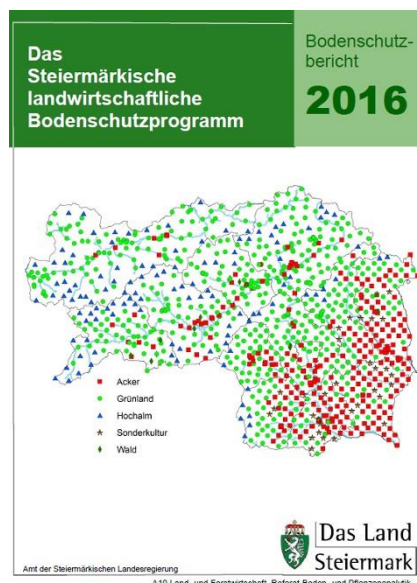
Bodenbelastungen auf Grund von geologischen Besonderheiten und Umwelteinflüssen menschlichen Ursprungs (historischer Bergbau, Industrie, Verkehr, Tontaubenschießplätze).

Bodenschutzbericht 2000 (Die Variabilität von Bodenparametern):

Erste Ergebnisse zur Bodendauerbeobachtung (10-Jahreskontrolle von 109 Nichttrasterstandorten) und Ergebnisse des einjährigen Projektes "Untersuchungen zur zeitlichen und örtlichen Variabilität von Bodenparametern".

Bodenschutzberichte 2001 - 2015:

Bezirksweise Zusammenfassung der Ergebnisse der Bodenzustandsinventur.



Bodenschutzbericht 2016:

Zusammenfassung des Steiermärkischen landwirtschaftlichen Bodenschutzprogrammes aller 1.000 Untersuchungsstandorte.

Das Steiermärkische landwirtschaftliche Bodenschutzprogramm

Bodenschutzbericht
2017

1. Jahr	10. Jahr	20. Jahr	30. Jahr
1986	1996	2006	2016
1987	1997	2007	2017
1988	1998	2008	2018
1989	1999	2009	2019
1990	2000	2010	2020
1991	2001	2011	2021
1992	2002	2012	2022
1993	2003	2013	2023
1994	2004	2014	2024
1995	2005	2015	2025
1996	2006	2016	2026
1997	2007	2017	2027
1998	2008	2018	2028
1999	2009	2019	2029
2000	2010	2020	2030
2001	2011	2021	2031
2002	2012	2022	2032
2003	2013	2023	2033
2004	2014	2024	2034
2005	2015	2025	2035
2006	2016	2026	2036

BODEN-DAUER-BEOBACHTUNG

Das Land Steiermark

Amt der Steiermärkischen Landesregierung
A10 Land- und Forstwirtschaft, Referat Boden- und Pflanzenanalytik

Bodenschutzbericht 2017:

Der Bericht präsentiert ein Konzept zur Auswertung der Untersuchungsergebnisse der Bodendauerbeobachtung, die 1996 in Form von Kontrollen im Zehn-Jahresabstand begonnen wurde. Zur Beurteilung der bisherigen Ergebnisse wird ein statistisches Verfahren vorgestellt, welches Trends der ermittelten Bodenparameter erkennt (**temporäre Variabilität**).

Das Steiermärkische landwirtschaftliche Bodenschutzprogramm

Bodenschutzbericht
2018

Potentielle Kontaminationsflächen in der Steiermark

Bodendauerbeobachtung der Schadstoffe und Ausdehnung der belasteten Bereiche

Das Land Steiermark

Amt der Steiermärkischen Landesregierung
A10 Land- und Forstwirtschaft, Referat Boden- und Pflanzenanalytik

Bodenschutzbericht 2018:

Potentielle Kontaminationsflächen in der Steiermark

Der Bericht präsentiert die Ergebnisse der Bodendauerbeobachtung von Schadstoffbelastungen an den 1997 eingerichteten Standorten mit potentiellen Kontaminationen (historische Bergbauggebiete, Industriegebiete, verkehrsnahen Flächen und Tontaubenschießplätze). Darüber hinaus wurde durch Zusatzuntersuchungen versucht die Ausdehnung der belasteten Bereiche abzuschätzen (**lokale Variabilität**).

Anforderung von Berichten in Papierform (soweit vorhanden):

Frau Mag.^a Dr.ⁱⁿ Gertrude Billiani
Tel.: 0316-877-6651
E-mail: gertrude.billiani@stmk.gv.at

Alle Bodenschutzberichte ab 1998 sind als pdf-Files im Internet unter <http://www.umwelt.steiermark.at/cms/beitrag/10215574/2998692/> zugänglich.

Weiteres Vorgehen und offene Fragen

- Fortführung der Bodendauerbeobachtung aller 1.000 Standorte, zumindest bis zum Jahr 2026, sodass alle Standorte über wenigstens zwei Dekaden untersucht werden. Danach ist anhand der Ergebnisse zu entscheiden, ob eine Fortführung im Abstand von zehn Jahren sinnvoll ist, oder ob die temporären Veränderungen im Vergleich zur lokalen Variabilität zu gering sind und ein längerer Zeitraum (zum Beispiel: 100 Jahre) zielführender ist. Auch eine kontinuierliche Bodendauerbeobachtung von ausgewählten Standorten ist denkbar.
- Ergänzende Untersuchungen der vier Einzelproben eines Standortes im Rahmen der Bodendauerbeobachtung zur genaueren Ermittlung des für den betreffenden Standort charakteristischen Vertrauensbereiches aller Untersuchungsparameter.
- Fortführung der Abgrenzung der Schwermetallverteilung von Standorten mit erhöhten Schwermetallgehalten anhand der Ergebnisse des vorliegenden Berichtes.
- Wissenschaftliche Abklärung zur Thematik der Anreicherung von Schwermetallen im Oberboden: Ist die heute übliche Annahme, dass diese immer ein Indiz für anthropogene Einträge ist, richtig? In welcher Form werden Schwermetalle am Humuskomplex gebunden? Inwieweit können natürliche Entkalkungsvorgänge zu einer Kumulation von Schwermetallen (Cd) im Boden führen?
- Diskussion der Ergebnisse der Schwermetallgehalte in Pflanzen.
- Zusatzuntersuchungen zur Abgrenzung und Herkunftsermittlung der großen Gruppe organischer Schadstoffe (PAH, HCB, DDT).

Erläuterung der Abkürzungen

Cu	Kupfer	Ni	Nickel	Hg	Quecksilber
Zn	Zink	Co	Kobalt	As	Arsen
Pb	Blei	Mo	Molybdän		
Cr	Chrom	Cd	Cadmium		

PAH, PAK Polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe

ppm „part per million“, z. B.: mg/kg (Milligramm pro Kilogramm)

ppb „part per billion“, z. B.: µg/kg (Mikrogramm pro Kilogramm)

mya million years ago

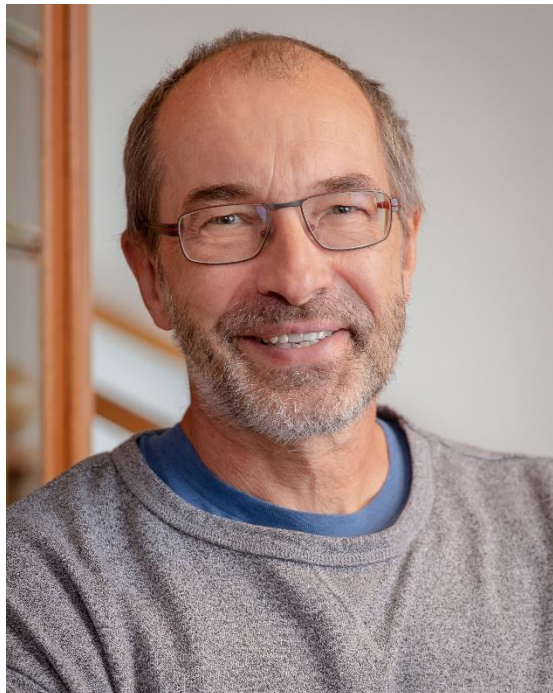
Verwendete Literatur, Karten und Fotos

Literatur: Steirische Bodenschutzberichte 1988 - 2018.

Karten: © GIS-Steiermark → www.gis.steiermark.at



Fotos (außer Seiten 226 und 227): Mag. Dr. Wolfgang Krainer





Referat Boden- und Pflanzenanalytik

Michael Hirtl, Anita Beck, Bernhard Swatek, Christine Weinmüller,
Mag.^a Dr.ⁱⁿ Gertrude Billiani, Manfred Lammer, Renate Stollmayer,
Josef Schmid, Mag. Dr. Wolfgang Krainer, Andreas Wanner,
Rudolf Weinhandl, Dietmar Wagner, Peter Münzer
(nicht im Bild: Bettina Höller, Elisabeth Weber, Waltraud Wastian).

Das Bodenprobenarchiv der Steiermark

Im Referat Boden- und Pflanzenanalytik der A 10 Land- und Forstwirtschaft des Amtes der Steiermärkischen Landesregierung in der Ragnitzstrasse 193 - Graz, befindet sich das Archiv aller im Rahmen des Steiermärkischen landwirtschaftlichen Bodenschutzprogrammes gezogenen Boden- und Pflanzenproben.

Die Herkunft der Proben ist durch Lagebeschreibungen, Skizzen, Fotos, GPS-Koordinaten und Vermarkung in der Natur gesichert.

Die Bodenproben dieses Archivs sind die Basis dieser und aller zukünftigen Untersuchungen zur Bodendauerbeobachtung und zu umweltrelevanten Fragestellungen, wenn vergleichende Daten zu bereits gemessenen oder noch nicht erhobenen Parametern relevant werden (man erinnere sich nur an die Reaktorkatastrophe von Tschernobyl 1986, wo leider keine unbelasteten Vergleichsproben der Vorjahre vorhanden waren).

Egal, ob heute, in einigen Jahren, oder einigen Jahrhunderten, sorgfältig archivierte Bodenproben werden mit zunehmendem Alter immer wertvoller!



Bewahren und Erweitern

Es ist eine wichtige Aufgabe dieser und der kommenden Generationen, die Bodenproben dieses Archivs zu bewahren und zu erweitern, damit der Schutz unserer Lebensgrundlage Boden durch kontrollierende Maßnahmen weiterhin gewährleistet werden kann.

IMPRESSUM

Herausgegeben von:

Abteilung 10 Land- und Forstwirtschaft
Abteilungsleiter Mag. Franz Grießer

Inhalt:

A10, Referat Boden- und Pflanzenanalytik
Mag. Dr. Wolfgang Krainer

Druck:

A2- Zentrale Dienste