



Schadstoffuntersuchungen in Gärten, Spielplätzen, Rebbergen und Wiesen des Kantons Uri

AMT FÜR UMWELTSCHUTZ



Impressum

Herausgeber: Amt für Umweltschutz Uri

Bearbeitung: Sabine Küttel, Praktikantin, Abteilung Immissionsschutz

Begleitung: Dr. Alexander Imhof, Leiter Abteilung Immissionsschutz

Bezugsquelle: Amt für Umweltschutz Uri
Abteilung Immissionsschutz
Klausenstrasse 4
6440 Altdorf

Tel. 041/ 875 24 30

Fax 041/ 875 20 88

Altdorf, im Juni 2009

Inhaltsverzeichnis

Zusammenfassung	3
1 Einleitung	6
1.1 Ausgangslage und Ziele der Untersuchungen.....	6
1.2 Gesetzliche Grundlagen	7
1.3 Bodenschutzkonzept Schweiz	8
1.4 Wirkung der untersuchten Schadstoffe auf Organismen	9
1.4.1 Blei (Pb)	9
1.4.2 Cadmium (Cd).....	9
1.4.3 Kupfer (Cu)	9
1.4.4 Zink (Zn).....	10
1.4.5 PAK.....	10
2 Vorgehen und Methoden	11
2.1 Auswahl der Standorte.....	11
2.2 Beprobung	13
2.3 Methoden.....	13
2.3.1 VBBo-Analyse	13
2.3.2 XRF-Methode.....	13
2.3.3 Abschätzung der Bodenbelastung nach Reichard & Papritz (2007).....	13
2.3.4 Gefährdungsabschätzung nach Mailänder & Hämman (2005)	13
3 Schrebergärten	13
3.1 Ergebnisse.....	13
3.1.1 Vergleich der Schrebergärten.....	13
3.1.2 Vergleich der Gartenparzellen im Herrenschachen mit Referenzflächen auf auf der Wiese neben dem Schrebergarten	13
3.1.3 Vergleich der XRF-Labormethode mit der VBBo-Analyse	13
3.1.4 Vergleich der Abschätzung der Bodenbelastung mit den Messergebnissen.....	13
3.2 Hauptaussagen.....	13
4 Hausgärten	13
4.1 Ergebnisse.....	13
4.1.1 Vergleich der Hausgärten mit den Schrebergärten.....	13
4.1.2 Vergleich aller Hausgärten	13
4.1.3 Vergleich der Hausgärten in Unterschächen mit denjenigen im Talboden	13

4.2	Gefährdungsabschätzung bei den Hausgärten	13
4.2.1	Prüfwertüberschreitung von Kupfer im Garten an der Hagenstrasse (Altdorf) ..	13
4.2.2	Prüfwertüberschreitung von Zink im Garten im Albenschitt (Attinghausen).....	13
4.2.3	Prüfwertüberschreitung von Blei im Garten in der Kolonie (Erstfeld)	13
4.3	Hauptaussagen.....	13
5	Spielplätze.....	13
5.1	Ergebnisse.....	13
5.1.1	Die Schwermetallbelastung der Spielplätze innerhalb des Altbaugesbiets	13
5.1.2	PAK-Belastung von drei untersuchten Spielplätzen.....	13
5.1.3	Spielplatz Grundmatte (Schattdorf) im Vergleich mit den anderen Plätzen.....	13
5.2	Gefährdungsabschätzung bei den Spielplätzen	13
5.2.1	Prüfwertüberschreitung von Kupfer und Benzo(a)pyren auf dem Spielplatz Matte (Flüelen).....	13
5.3	Hauptaussagen.....	13
6	Wiesen im Altbaugesbiet.....	13
6.1	Ergebnisse.....	13
6.1.1	Vergleich der Wiesen in den Gemeinden des unteren Reusstals	13
6.1.2	Schadstoffbelastung der Wiese in Göschenen	13
6.1.3	Vergleich der Wiesen in höheren Lagen mit denjenigen im Talboden	13
6.2	Hauptaussagen.....	13
7	Rebberge.....	13
7.1	Ergebnisse.....	13
7.1.1	Vergleich aller Rebberge.....	13
7.1.2	Vergleich der beiden Bodenproben in der Brickermatte.....	13
7.2	Hauptaussagen.....	13
8	Schlussfolgerung	13
9	Quellen	13
10	Abbildungen und Tabellen	13
10.1	Abbildungen.....	13
10.2	Tabellen.....	13
	Anhang 1: Tabelle der Analysenresultate	13
	Anhang 2: Fotos der Probestandorte.....	13

Zusammenfassung

Die Böden des Kantons Uri sind in besonders exponierten Gebieten schadstoffbelastet. Um einen Einblick in die Belastungssituation der Böden im Siedlungsgebiet zu erhalten, wurden Flächen in Haus- und Schrebergärten, Spielplätzen, Wiesen und Rebbergen stichprobenartig auf Schadstoffe untersucht.

Die Ziele dieser Arbeit sind:

1. Die Durchführung von Schadstoffabklärungen in besonders exponierten oder sensiblen Gebieten mittels Stichproben.
2. Die Überprüfung der vom Kanton Uri festgelegten Flächen mit vermuteten Bodenbelastungen (FvBB).
3. Die Durchführung von Gefährdungsabschätzungen an Orten, wo es notwendig ist.
4. Ein Vergleich der nasschemischen Analyse gemäss VBBo mit zwei alternativen Verfahren (Abschätzung der Bodenbelastung in Familiengärten nach Reichard & Papritz und Schadstoffmessung im Labor mit dem XRF-Gerät).

Bei den 45 untersuchten Flächen wurden insgesamt 77 Richtwert- und 5 Prüfwertüberschreitungen festgestellt. 60 % der untersuchten Flächen wiesen mindestens bei einem Schadstoff eine Richtwertüberschreitung auf. Besonders viele Belastungen wurden in den Hausgärten und auf einzelnen Spielplätzen festgestellt.

Schrebergärten (Allmeinigärten)

In den untersuchten Schrebergärten (in Uri auch Allmeinigärten genannt) wurden viele Richtwertüberschreitungen festgestellt.

Eine Abschätzung der Bodenbelastung hat vorgängig bei allen Schrebergärten eine sehr geringe Wahrscheinlichkeit von Prüfwertüberschreitungen vorausgesagt. Bei den Analysen wurden keine Werte über dem Prüfwert gemessen. Es lässt sich also sagen, dass die Abschätzung grundsätzlich zuverlässig ist. Für eine vollständige Validierung müssten aber mehr Bodenproben durchgeführt werden.

Da die Schadstoffe in den einzelnen Gartenparzellen innerhalb der Schrebergärten sehr unterschiedliche Konzentrationen auswiesen, lassen sich die Schadstoffbelastungen bei den meisten Gartenarealen auf die Bewirtschaftung zurückführen.

Nur im dreijährigen Schrebergarten in Schattdorf konnten anhand von Vergleichen mit Referenzflächen neben der Gartenfläche keine zusätzlichen Schadstoffeinträge durch die Gartenbewirtschaftung festgestellt werden.

Bei einem Vergleich der nasschemischen Analyse mit den Messergebnissen eines XRF-Geräts konnte festgestellt werden, dass die Messwerte der beiden Methoden gut miteinander korrelieren.

Hausgärten

Die Böden der sieben beprobten Hausgärten weisen deutlich höhere Belastungen auf als diejenigen der Schrebergärten. In drei Fällen wurde der Prüfwert überschritten. Die Gründe für die Belastungen sind die intensive Bewirtschaftung, die vielfältige Nutzung als Garten, Aufenthalts- und Spielort oder als Brandplatz von Abfällen aller Art sowie die vielen nahe gelegenen Schadstoffquellen (stark befahrene Strassen, Heizungen etc.)

Fünf Hausgärten befanden sich im unteren Reusstal und zwei in Unterschächen. Im Vergleich zu den Gartenböden im Talboden weisen die Hausgärten in Unterschächen in etwa die gleich hohen Bodenbelastungen auf.

In einem Garten in Erstfeld wurde der Prüfwert von Blei überschritten. Hier besteht eine grosse Gefährdung für Kinder unter sechs Jahren und es dürfen zukünftig keine Pflanzen mehr mit hohem Aufnahmevermögen von Blei gezogen werden.

Spielplätze

Alle fünf untersuchten Spielplätze im Altbauggebiet sind mit Blei, Kupfer und Zink belastet.

Der sechste Spielplatz liegt ausserhalb des Altbauggebiets in Schattdorf. Er weist keine Belastungen auf. Die Einteilung der FvBB ausserhalb des Altbauggebiets ist somit richtig.

Zwei Spielplätze weisen hohe PAK-Konzentrationen nahe am Prüfwert auf. Wie überall ist besonders hier die Situation gut zu beobachten und zu vermeiden, dass noch mehr Schadstoffe in den Boden gelangen. In einem der beiden Spielplätze hat der Benzo(a)pyren-Wert sogar den Prüfwert erreicht und es muss von einer grossen Gefährdung für Kleinkinder unter sechs Jahren ausgegangen werden.

Wiesen im Altbauggebiet

Bei den Wiesenflächen wurden fünf Flächen im Talboden und zwei in höheren Lagen beprobt. Die fünf Wiesen im Talboden weisen bei den Schwermetallen Kupfer, Zink und Cadmium keine grossen Unterschiede auf. Die Bleibelastung des Bodens im Kerngebiet von Altdorf ist aber wesentlich höher als diejenige der abgelegenen Standorte im unteren Reusstal.

Im Vergleich zu den Standorten im Talboden weisen die Wiesen in höheren Lagen ebenso hohe oder sogar höhere Schwermetallwerte auf. Die Wiese in Göschenen enthält Blei mit einem Wert knapp unter dem Prüfwert und Zink über dem Prüfwert. Diese Wiese zeigt auf, dass Wiesen im Altbauggebiet sehr hohe Schwermetallbelastungen aufweisen können und

dass die Kenntnis über die Vornutzung sehr wichtig ist. Denn auf dieser Wiese hatten jahrelang die Hühner ihren Auslauf. Es ist bekannt, dass Hühnermist einen hohen Nährstoff- und Schadstoffgehalt, vor allem Zink, aufweist.

Rebberge

Insgesamt wurden drei Rebberge in Altdorf und Bürglen untersucht. In der Brickermatte wurden zwei Flächen beprobt.

Bei allen Rebbergen wurden Richtwertüberschreitungen festgestellt. Die Kupferwerte lagen bei allen Bodenproben über dem Richtwert, was auf das kupferhaltige Pflanzenschutzmittel zurückzuführen ist.

In den Bodenproben der Brickermatte wurden bei allen Schwermetallen Richtwertüberschreitungen gemessen. Die Belastungen stammen mehrheitlich von der Vornutzung als Garten.

1 Einleitung

1.1 Ausgangslage und Ziele der Untersuchungen

Wie überall in der Schweiz sind auch im Kanton Uri Schadstoffbelastungen des Bodens in besonders exponierten Gebieten zu erwarten. Altbau- und Industriegebiete, Flächen entlang von stark befahrenen Strassen oder Eisenbahnlinien, Flächen um korrosionsgeschützte Bauten (z. B. Hochspannungsleitungen, Stahlbrücken) oder intensiv genutzte Gartenareale (z. B. Schrebergärten, Hausgärten) zählen zu diesen exponierten Gebieten. Der Grund für diese zu erwartenden Belastungen liegt einerseits bei den Schadstoffemittenten in der nahen Umgebung. Andererseits führt der Einsatz von Pflanzenschutzmitteln, Dünger und ähnlichen Produkten bei der Bodenbewirtschaftung zu einer Anreicherung der Schadstoffgehalte im Boden. Im Folgenden sind mögliche Quellen und Wege des Schadstoffeintrags dargestellt:

Schadstoffquelle	emittierte Schadstoffe	Eintragswege
Abgase und Abrieb von Strassenverkehr	Blei, Cadmium, Kupfer, PAK ¹	Luft, Auswaschung
Feuerungen, Feuer im Freien	PAK	Luft, direkt durch Ausbringen von Asche
Korrosionsgeschützte Stahlbauten	Zink, Cadmium, Kupfer	Auswaschung, direkt beim Anbringen von Korrosionsschutzmitteln
Pflanzenschutzmittel	Kupfer	direkt
Gülle, Mist	Kupfer, Zink	direkt
Kompost	Blei, Cadmium, Kupfer, Zink	direkt
Klärschlamm	Blei, Cadmium, Zink	direkt
Geschosse	Blei	direkt

Tabelle 1: Quellen der verschiedenen Schadstoffe und ihre Eintragswege

Zusätzlich zu Problemen führt die zunehmende Bautätigkeit in exponierten Gebieten. Boden wird abgeschält, verschoben und zwischengelagert. Hier besteht die Gefahr, dass belastetes Aushubmaterial an einem neuen unbelasteten Gebiet wieder ausgetragen wird. Solche unsachgemässen Verschiebungen sind zu vermeiden.

Der Kanton Uri hat eine Karte der Flächen mit vermuteten Bodenbelastungen (FvBB) erstellt. Dieses Vollzugshilfsmittel erlaubt es, auf einen Blick zu erkennen, wo bei Bauvorhaben im Umgang mit dem Boden Vorsicht geboten ist.

¹ PAK = Polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe (s. Kapitel 1.4.5)

Im Rahmen einer Praktikumsarbeit wurden in einem weiteren Schritt Flächen in Haus- und Schrebergärten, Spielplätzen, Wiesen und Rebbergen stichprobenartig auf Schadstoffe untersucht. Diese Arbeit dient dazu, einen Einblick in die tatsächliche Belastungssituation der Böden im Siedlungsgebiet zu erhalten.

Konkret wurden folgende Ziele verfolgt:

1. Die Durchführung von Schadstoffabklärungen in besonders exponierten oder sensiblen Gebieten mittels Stichproben.
2. Die Überprüfung der vom Kanton Uri festgelegten Flächen mit vermuteten Bodenbelastungen (FvBB).
3. Die Durchführung von Gefährdungsabschätzungen an Orten, wo es notwendig ist.
4. Ein Vergleich der nasschemischen Analyse gemäss VBBo mit zwei alternativen Verfahren (Abschätzung der Bodenbelastung in Familiengärten nach Reichard & Papritz und Schadstoffmessung im Labor mit dem XRF-Gerät).

Im vorliegenden Bericht werden die Vorgehensweise der Beprobung beschrieben sowie die Resultate der Analysen dargelegt, interpretiert und diskutiert.

1.2 Gesetzliche Grundlagen

Das Bundesgesetz über den Umweltschutz (USG, 7. Oktober 1983, SR 814.01) bildet die gesetzliche Grundlage zum Schutz des Bodens vor Schadstoffeinträgen. Es hat den Zweck Menschen, Tiere und Pflanzen gegen schädliche oder lästige Einwirkungen zu schützen und diese wenn nötig zu begrenzen. Auch sollen die natürlichen Lebensgrundlagen wie die biologische Vielfalt und die Fruchtbarkeit des Bodens dauerhaft erhalten werden (Art.1 USG).

Laut Artikel 35 Absatz 1 USG kann der Bundesrat zur Beurteilung der Belastungen des Bodens Richtwerte und Sanierungswerte festlegen. Gestützt auf diesen und andere Artikel des USG regelt die Verordnung über Belastungen des Bodens (VBBo, 1. Juli 1998, SR 814.12) die Beobachtung, Überwachung und Beurteilung der chemischen, biologischen und physikalischen Bodenbelastung.

Nach Artikel 4 der VBBo sind die Kantone verpflichtet, bei vermuteten oder schon feststehenden Bodenbelastungen diese zu überwachen. Die Bodenbelastung wird anhand der Richt-, Prüf- und Sanierungswerte in den Anhängen der VBBo vom Bund und den Kantonen beurteilt. Ebenso regelt die VBBo die weitergehenden Massnahmen der Kantone bei belasteten Böden (Art. 8 bis 11 VBBo).

1.3 Bodenschutzkonzept Schweiz

Zur Beurteilung der chemischen Bodenbelastung unterscheidet die VBBo zwischen Richt-, Prüf- und Sanierungswert (Abbildung 1).

Der Richtwert dient der Vorsorge. Wird er überschritten, ist die Bodenfruchtbarkeit langfristig nicht mehr gewährleistet. Menschen, Tiere oder Pflanzen sind jedoch nicht konkret gefährdet. Böden mit Schadstoffkonzentrationen über dem Richtwert werden als schwach schadstoffbelastet bezeichnet.

Wird der Prüfwert überschritten, sind Menschen, Tiere und Pflanzen, die den Boden nutzen, möglicherweise gefährdet. Die Kantone sind verpflichtet zu überprüfen, ob eine konkrete Gefährdung besteht (Art. 9 Abs. 1 VBBo). Nutzungseinschränkungen sind erst erforderlich, wenn im Einzelfall eine Gefährdung bestätigt wird. Wird eine Prüfwertüberschreitung festgestellt, gilt der Boden als stark belastet.

Bei einer Überschreitung des Sanierungswerts muss von einer Gefährdung von Menschen, Tieren und Pflanzen ausgegangen werden. Ein striktes Nutzungsverbot ist zum Schutz einzuführen oder Massnahmen zu einer Sanierung sind zu treffen (Art. 10 VBBo).

Im Gegensatz zu den Richtwerten, die für alle Böden und Bodennutzungen gelten, berücksichtigen die Prüf- und Sanierungswerte die Art der Nutzung.

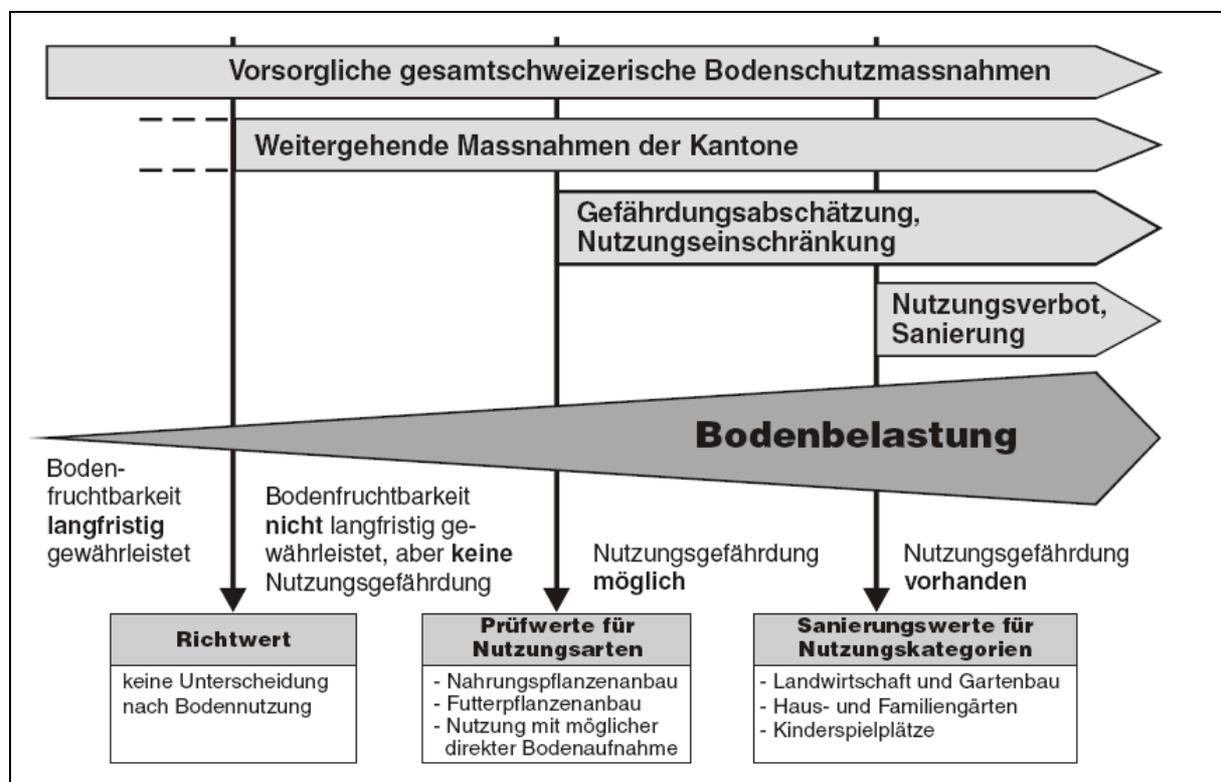


Abbildung 1: Bodenschutzkonzept Schweiz (BUWAL, 2001)

1.4 Wirkung der untersuchten Schadstoffe auf Organismen

Anorganische Schadstoffe wie Blei, Cadmium, Kupfer oder Zink gelangen durch anthropogene Einflüsse (siehe Tabelle 1) in den Boden oder sind zum Teil auch natürlich im Boden enthalten. Geogen bedingt können durch Verwitterungsvorgänge und Prozesse der Bodenentwicklung in begrenzten Bereichen erhöhte Schwermetallbelastungen auftreten. So weisen zum Beispiel Böden auf karbonatischem Grundgestein tendenziell höhere Blei- und Cadmiumgehalte auf. Da Schwermetalle im Boden nicht abgebaut oder zersetzt werden, reichern sie sich in den Böden an. Daraus können hohe Konzentrationen resultieren, die für Menschen, Tiere und Pflanzen zu negativen Auswirkungen führen können.

Im Gegensatz dazu gelangen organische Schadstoffe fast ausschliesslich durch menschliche Aktivitäten in den Boden.

Im Folgenden werden die Auswirkungen der untersuchten Schadstoffe für Menschen, Tiere und Pflanzen beschrieben.

1.4.1 Blei (Pb)

Blei ist kein lebensnotwendiges Spurenelement für Mensch und Tier. Von den Pflanzen wird das Schwermetall nur in geringem Mass aufgenommen und somit besteht meist keine Gefahr bei deren Verzehr. Bei direkter Bodenaufnahme, vor allem beim Spielen von Kleinkindern, kann jedoch eine hohe Bleibelastung mittelfristig zu gesundheitlichen Schäden führen.

Beim Menschen: Veränderung des Blutbildes, negative Auswirkung auf die Denkleistung

Beim Tier: Orientierungslosigkeit, Hyperaktivität

(BUWAL, 2002)

1.4.2 Cadmium (Cd)

Cadmium gehört zu den giftigsten und nicht lebensnotwendigen Schwermetallen. In der Natur ist es immer eng vergesellschaftet mit Zink. Es reichert sich stark in Pflanzen an, wobei zwischen den verschiedenen Pflanzenarten erhebliche Unterschiede im Anreicherungsvermögen bestehen. Von Menschen und Tieren wird Cadmium hauptsächlich durch die Nahrung aufgenommen und reichert sich in den Nieren und der Lunge an. Dies führt längerfristig zur Schädigung dieser Organe.

(BUWAL, 2002)

1.4.3 Kupfer (Cu)

Kupfer ist für Mensch und Tier in kleinen Mengen lebensnotwendig. Für den Menschen ist das Schwermetall nur in deutlich hohen Mengen giftig. Wiederkäuer (besonders Schafe) reagieren jedoch empfindlich auf hohe Konzentrationen und können schwere Gesundheitsschäden davontragen. Für Pflanzen ist Kupfer ebenfalls lebensnotwendig. Zu hohe Konzent-

rationen führen jedoch zu Schädigungen oder sogar zum Absterben der Pflanzen. Der Sanierungswert nach VBBo für Gärten wurde mit Blick auf eine Schädigung der Pflanzen und nicht des Menschen festgelegt.

Beim Mensch: Schädigung der Niere und Leber

Beim Tier: schwere Gesundheitsstörungen

(BUWAL, 2002)

1.4.4 Zink (Zn)

Wie Kupfer ist Zink für Mensch und Tier lebensnotwendig und für beide ist Zink nur in hohen Mengen giftig. Im Boden ist der Zinkgehalt nur in Ausnahmefällen so hoch, dass eine Gesundheitsgefährdung besteht. Für Pflanzen ist Zink lebensnotwendig, aber wie Kupfer in hohen Mengen schädlich. Auch bei Zink wurde der Sanierungswert nach VBBo mit Blick auf die Pflanzen und nicht auf den Menschen festgelegt.

Beim Mensch: Veränderung des Blutbildes

Beim Tier: In hohen Konzentrationen gesundheitsgefährdend

(BUWAL, 2002)

1.4.5 PAK

Polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe (PAK) ist ein Sammelbegriff für einige 100 aromatische Verbindungen. Nach der VBBo wird jedoch nur die Summe der 16 PAK-Leitverbindungen geregelt, die von der amerikanischen Umweltbehörde EPA festgelegt wurden. Einige PAK-Verbindungen wirken auf den Menschen kanzerogen. Benzo(a)pyren ist eine dieser Verbindungen. Sie gilt als hoch kanzerogen und ihr Anteil an der Gesamtmenge der relevanten PAK kann recht hoch sein. Deshalb wurden für Benzo(a)pyren eigene Normen in der VBBo festgelegt.

PAK werden vom Menschen durch die Nahrung, inhalativ oder direkt vom Boden aufgenommen. Bei einer chronischen Belastung ist das Krebsrisiko erhöht. Das Aufnahmevermögen der Pflanzen ist bei PAK sehr unterschiedlich. Besonders bodennah wachsende Blattgemüsearten nehmen PAK auf.

Beim Mensch: Krebserkrankung

2 Vorgehen und Methoden

2.1 Auswahl der Standorte

Die Standorte lassen sich in fünf verschiedene Kategorien einteilen. Es wurden vier Schrebergartenareale, sieben Hausgärten, sechs Kinderspielplätze, sieben Wiesenflächen und drei Rebberge untersucht (Abbildungen 2 bis 4). Als Grundlage für die Wahl der Beprobungsstandorte diente die FvBB. Mit Ausnahme von vier Standorten befinden sich alle Probeflächen in vermutlich belastetem Gebiet. Einzelne Flächen wurden im Schächental und in Göschenen beprobt. Mehrheitlich wurden jedoch Standorte im unteren Reusstal ausgewählt, da im Talboden die meiste Bevölkerung des Kantons lebt und hier folglich die meisten Aktivitäten (Bautätigkeit, Industrie, Strassenverkehr) stattfinden. In diesem Gebiet sind viel mehr Immissionsquellen (Verkehr, Industrie) vorhanden als in den höheren Lagen. Bei Inversionslagen ist die Luft angereichert mit Schadstoffen, die sich auf dem Boden ablagern. Die höheren Lagen liegen oft oberhalb der Inversionsschicht in der "sauberen" Luft.

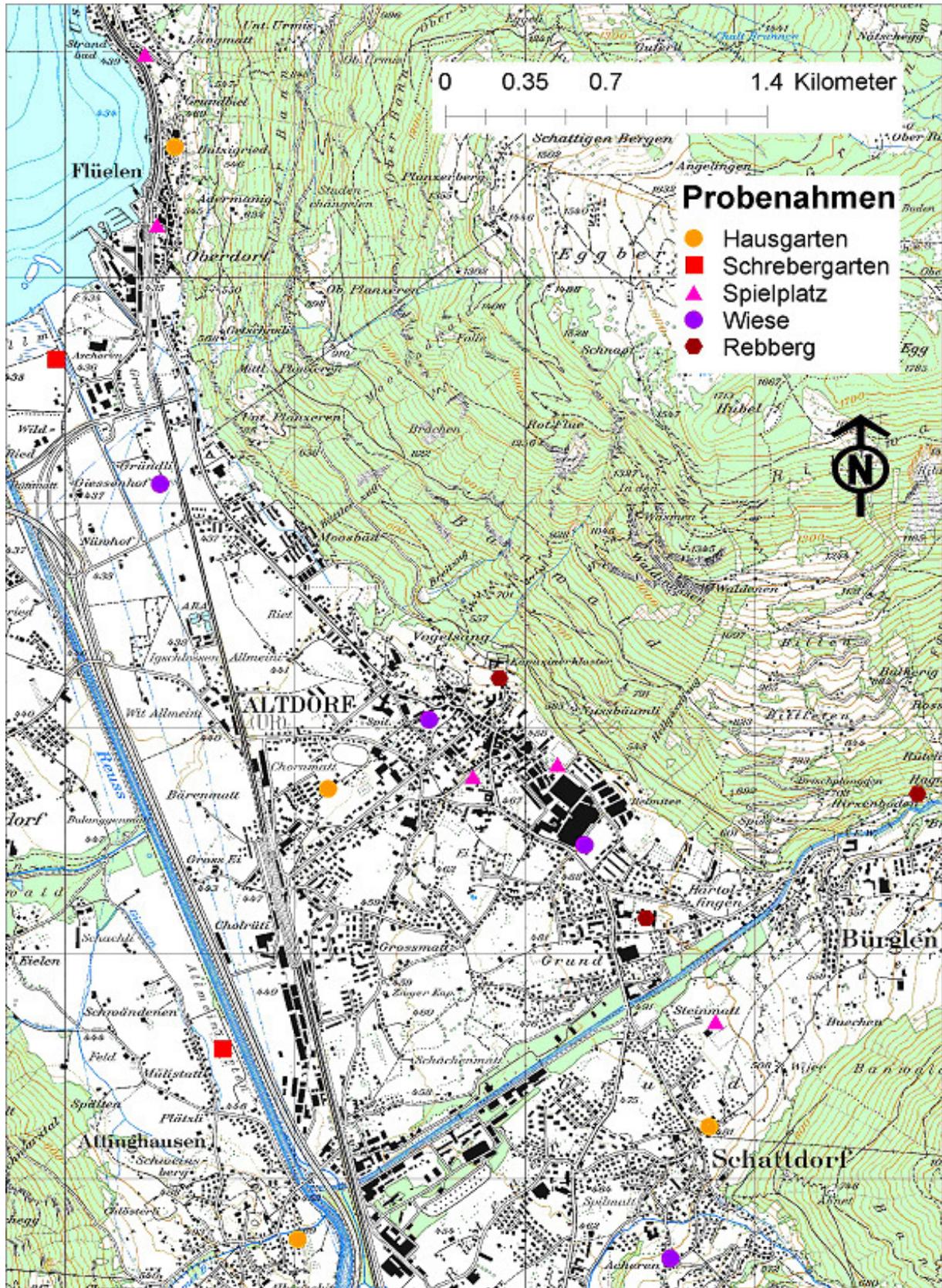


Abbildung 2: Übersichtskarte der Probestandorte in der Umgebung Altdorf

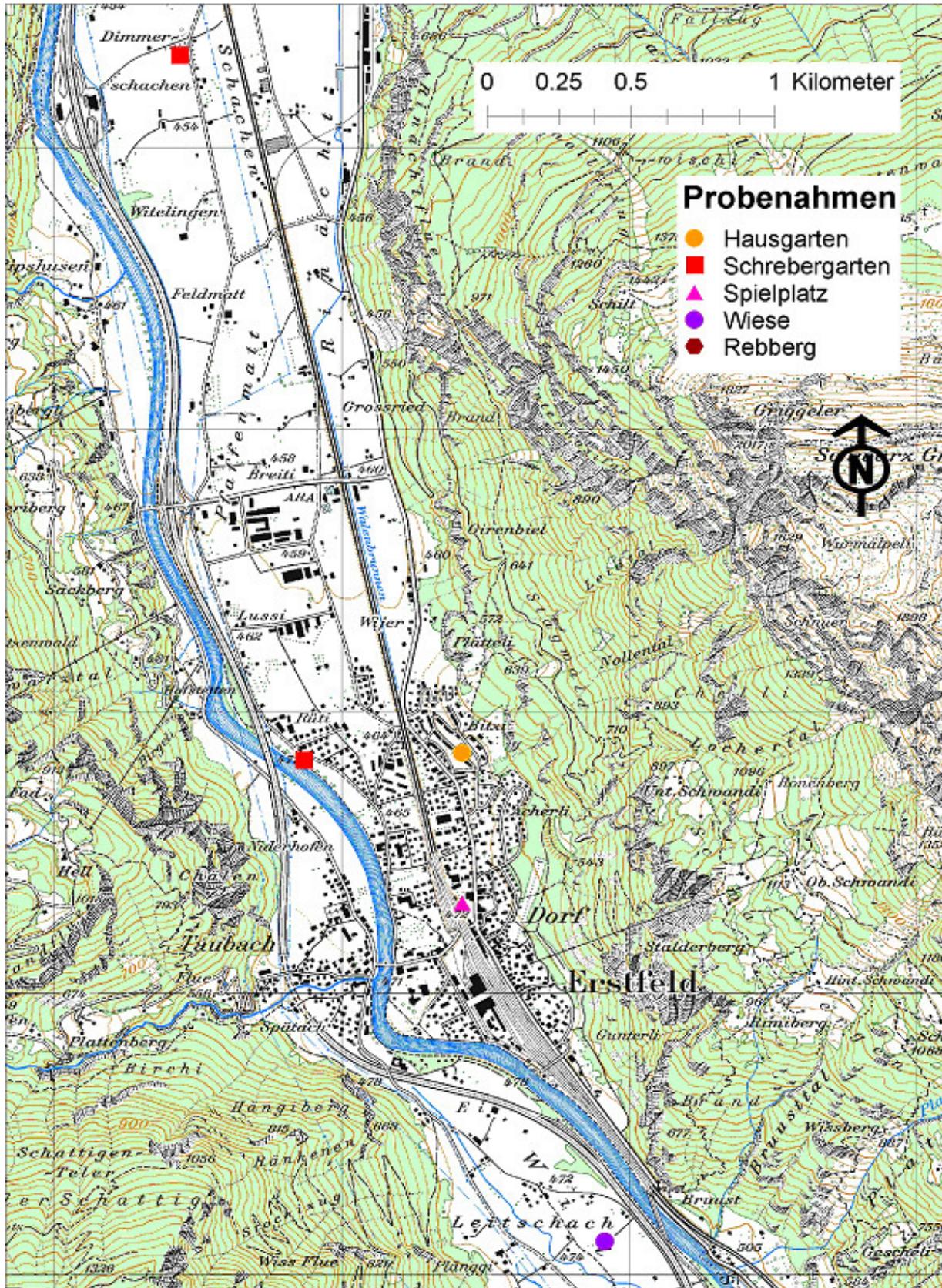
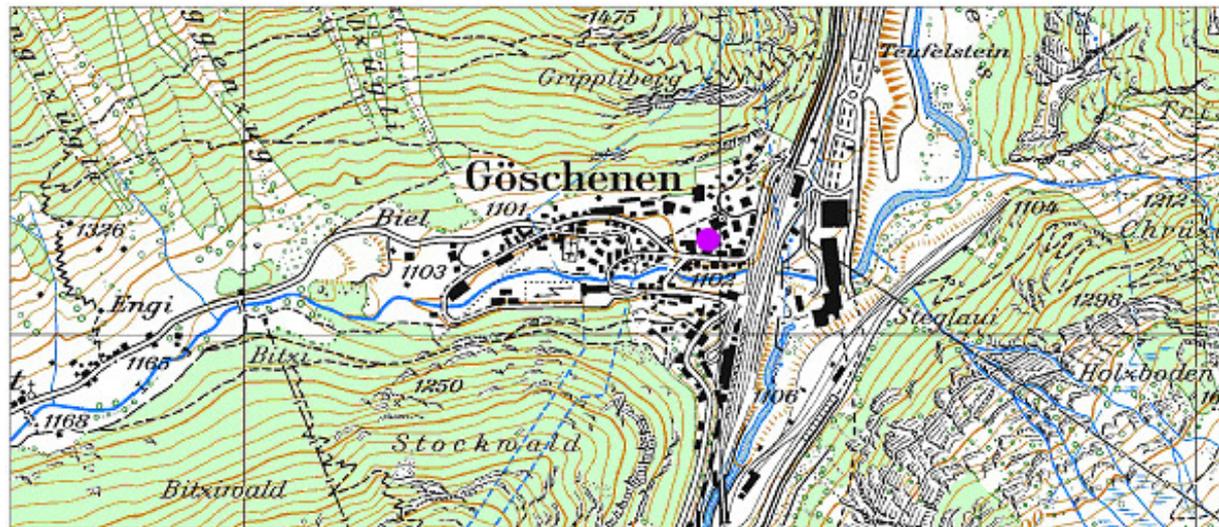
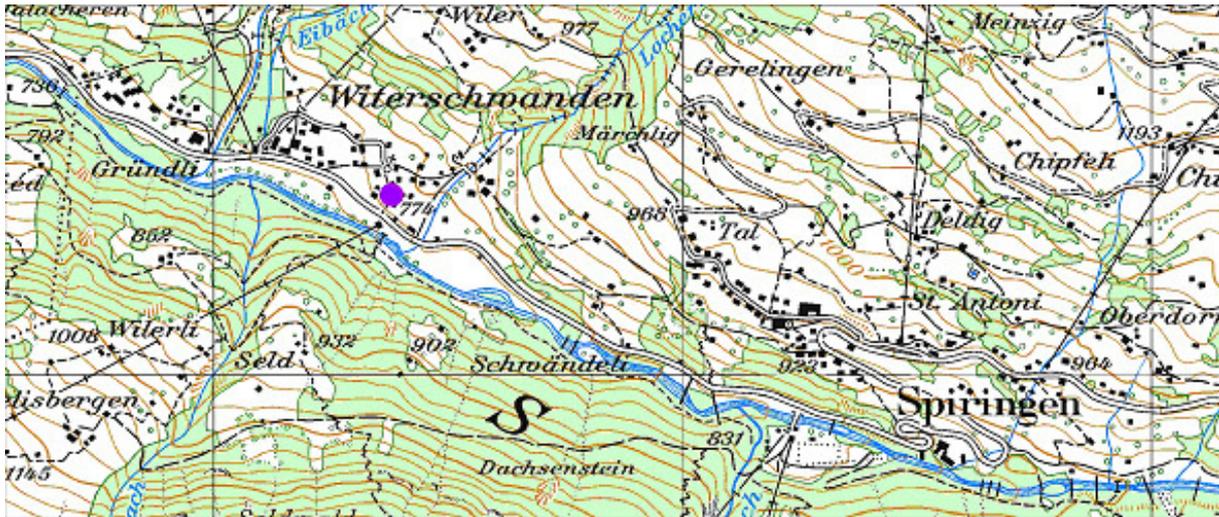


Abbildung 3: Übersichtskarte der Probestandorte in Erstfeld



0 0.2 0.4 0.8 Kilometer



Probenahmen

- Hausgarten
- Wiese

Abbildung 4: Übersichtskarte der Probestandorte in Göschenen und im Schächental

2.2 Beprobung

Alle Probenahmen (Tabelle 2) richteten sich nach den Vorgaben der VBBo und den Richtlinien des Handbuchs "Probenahme und Probenvorbereitung für Schadstoffuntersuchungen in Böden" des Bundesamts für Umwelt (BAFU). Die Standorte wurden mittels einer Flächenmischprobe untersucht. Für die einzelnen Einstiche wurde ein Hohlmeissel-Bohrer von 2 cm Durchmesser benutzt. Bei den Haus- und Schrebergärten wurden 16 Einstiche auf der ganzen Fläche der Standorte entnommen. Eine Fläche von 100 m² wurde bei den Rebbergen und den Wiesen im Altbauggebiet ausgesteckt und innerhalb dieser Fläche wurden 16 Einstiche entnommen. Da die Rebberge und Wiesen flächenmässig sehr gross und auch recht unterschiedlich sind, wurden diese Flächen ausgesteckt, um möglichst vergleichbare Ergebnisse zu erhalten. Die Probennahmetiefe wurde bei allen vier Kategorien anhand der VBBo-Richtlinien auf die obersten 20 cm des Bodens festgelegt.

Bei der fünften Kategorie, den Kinderspielplätzen, wurden nur die obersten 5 cm des Bodens beprobt. Diese Probennahmetiefe wird in der Botschaft zur VBBo für Nutzungen mit möglicher direkter Bodenaufnahme und für Kinderspielplätze vorgeschlagen. In der Botschaft zur VBBo wird dies wie folgt begründet: "Eine Tiefe von 20 cm würde in solchen Fällen kein korrektes Bild der Gesundheitsgefahren ergeben, die beispielsweise durch oberflächlich angereicherte Schadstoffe verursacht werden können." Da die Flächen der einzelnen Spielplätze sehr unterschiedlich sind, wurden auch hier Flächen von 100 m² ausgesteckt und nur diese Fläche mit 16 Einstichen beprobt.

Bei der Wahl der 100 m²-Flächen wurde darauf geachtet, dass eine für den Standort möglichst repräsentative Bodenprobe genommen wurde. So wurde zum Beispiel bei den Spielplätzen darauf geachtet, dass eine Fläche beprobt wurde, auf der sich die Kinder am meisten aufhalten.

Standort ²	Proben- tiefe in cm	Grösse der Probefläche		Analysemethode			untersuchte Schadstoffe
		Parzelle	100 m ²	VBBö	XRF	Ab- schätz- ung ³	
SG Erstfeld 1	20	x		x		x	Pb, Cu, Zn, Cd, PAK, B(a)P
SG Erstfeld 2	20	x			x	x	Pb, Cu, Zn
SG Erstfeld 3	20	x			x	x	Pb, Cu, Zn
SG Erstfeld 4	20	x			x	x	Pb, Cu, Zn
SG Erstfeld 5	20	x		x	x	x	Pb, Cu, Zn, Cd, PAK, B(a)P
SG Schattdorf 1	20	x		x		x	Pb, Cu, Zn, Cd, PAK, B(a)P
SG Schattdorf 2	20	x			x	x	Pb, Cu, Zn
SG Schattdorf 3	20	x			x	x	Pb, Cu, Zn
SG Schattdorf 4	20	x			x	x	Pb, Cu, Zn
SG Schattdorf 5	20	x		x	x	x	Pb, Cu, Zn, Cd, PAK, B(a)P
Referenz 1 SG Schattdorf	20		x	x		x	Pb, Cu, Zn, Cd
Referenz 2 SG Schattdorf	20		x	x		x	Pb, Cu, Zn, Cd, PAK, B(a)P
Referenz 3 SG Schattdorf	20		x	x		x	Pb, Cu, Zn, Cd
SG Attinghausen 1	20	x		x		x	Pb, Cu, Zn, Cd, PAK, B(a)P
SG Attinghausen 2	20	x			x	x	Pb, Cu, Zn
SG Attinghausen 3	20	x			x	x	Pb, Cu, Zn
SG Attinghausen 4	20	x			x	x	Pb, Cu, Zn
SG Attinghausen 5	20	x		x	x	x	Pb, Cu, Zn, Cd, PAK, B(a)P
SG Flüelen 1	20	x		x		x	Pb, Cu, Zn, Cd, PAK, B(a)P
SG Flüelen 2	20	x			x	x	Pb, Cu, Zn
SG Flüelen 3	20	x			x	x	Pb, Cu, Zn
SG Flüelen 4	20	x			x	x	Pb, Cu, Zn
SG Flüelen 5	20	x		x	x	x	Pb, Cu, Zn, Cd, PAK, B(a)P
HG Pfarrhaus, Flüelen	20	x		x			Pb, Cu, Zn, Cd, PAK, B(a)P
HG Hagenstrasse, Altdorf	20	x		x			Pb, Cu, Zn, Cd, PAK, B(a)P
HG Wyerstrasse, Schattdorf	20	x		x			Pb, Cu, Zn, Cd, PAK, B(a)P
HG Albenschitt, Attinghausen	20	x		x			Pb, Cu, Zn, Cd, PAK, B(a)P
HG Kolonie, Erstfeld	20	x		x			Pb, Cu, Zn, Cd, PAK, B(a)P
HG Klausenstrasse, Unter- schächen	20	x		x			Pb, Cu, Zn, Cd, PAK, B(a)P

² SG = Schrebergarten, HG = Hausgarten, SP = Spielplatz, RB = Rebberg, W = Wiese

³ Es wurde jeweils eine Abschätzung nach Reichard & Papritz für das ganze Schrebergartenareal durchgeführt.

HG Dorf, Unterschächen	20	x		x			Pb, Cu, Zn, Cd, PAK, B(a)P
SP Schloss Rudenz, Flüelen	5		x	x			Pb, Cu, Zn, Cd
SP Matte, Flüelen	5		x	x			Pb, Cu, Zn, Cd, PAK, B(a)P
SP St. Karl, Altdorf	5		x	x			Pb, Cu, Zn, Cd, PAK, B(a)P
SP Höfli, Altdorf	5		x	x			Pb, Cu, Zn, Cd
SP Grundmatte, Schattdorf	5		x	x			Pb, Cu, Zn, Cd
SP Gemeinde, Erstfeld	5		x	x			Pb, Cu, Zn, Cd, PAK, B(a)P
RB Rosenberg, Altdorf	20		x	x			Pb, Cu, Zn, Cd
RB Brickermatte neu, Altdorf	20		x	x			Pb, Cu, Zn, Cd
RB Brickermatte alt, Altdorf	20		x	x			Pb, Cu, Zn, Cd
RB Hirzenboden, Bürglen	20		x	x			Pb, Cu, Zn, Cd
W Grossried, Altdorf	20		x	x			Pb, Cu, Zn, Cd
W Turmmatt, Altdorf	20		x	x			Pb, Cu, Cd, PAK, B(a)P
W Winterberg, Altdorf	20		x				Pb, Cu, Cd, PAK, B(a)P
W Langgasse, Schattdorf	20		x				Pb, Cu, Zn, Cd
W Leitschach, Erstfeld	20		x				Pb, Cu, Zn, Cd
W Witterschwanden, Spiringen	20		x				Pb, Cu, Zn, Cd
W Gotthardstrasse, Göschenen	20		x				Pb, Cu, Zn, Cd

Tabelle 2: Standorte der Probenahmen, die Grösse der Beprobung und die Analyseart

2.3 Methoden

2.3.1 VBBo-Analyse

Der grösste Teil der Standorte wurde mittels nasschemischer Analyse nach VBBo geprüft. Es wurden bei allen Standorten die Schwermetalle Blei, Cadmium, Kupfer und Zink sowie teilweise PAK und Benzo(a)pyren gemessen (siehe Tabelle 2).

2.3.2 XRF-Methode

Für die Bodenproben der Schrebergärten wurden zwei Analyseverfahren verwendet; die nasschemische Analyse nach VBBo sowie die Messung mit einem Röntgenfluoreszenz-Gerät, kurz XRF-Gerät⁴.

Mit dem XRF-Gerät werden ohne aufwendige Probenvorbereitungen und direkt am Schüttgut die Schadstoffkonzentrationen gemessen. Dies bewirkt, dass diese Methode wesentlich günstiger durchgeführt werden kann. Aus Kostengründen können mit der VBBo-Analyse meistens nur wenige Proben untersucht werden. Mit der XRF-Methode können mit dem gleichen Budget viel mehr Proben analysiert werden. Jedoch zeigt die Erfahrung, dass nicht alle Schwermetalle - im Vergleich mit der VBBo-Analyse - gute Werte liefern. Die Analysewerte für Blei, Kupfer und Zink sind gut mit den Resultaten der VBBo-Analyse vergleichbar, aber bei anderen Schwermetallen wie Cadmium, Chrom und Quecksilber wurden sehr schlechte Korrelationen festgestellt. Deshalb wurden bei der XRF-Methode nur die Schwermetalle Blei, Kupfer und Zink gemessen.

2.3.3 Abschätzung der Bodenbelastung nach Reichard & Papritz (2007)

Auf allen Schrebergärten wurde vor den Probenahmen eine qualitative Abschätzung der Bodenbelastung nach Reichard & Papritz (2007) durchgeführt.

Anhand der Abschätzung kann die Häufigkeit von Prüfwertüberschreitungen von Blei und PAK auf Familiengartenarealen grob geschätzt werden. Es werden keine realen Bodenbelastungen bestimmt und somit auch keine Gefährdungen für Menschen aufgezeigt. Die Methode soll lediglich einen Hinweis auf die zu erwartenden Bodenbelastungen in den vier untersuchten Schrebergärten geben.

Zur Abschätzung sind Merkmale erforderlich, die einen Einfluss auf den Belastungszustand der Böden haben. Folgende Merkmale werden in die Abschätzung miteinbezogen:

- Alter

Diesem Merkmal wird in der Abschätzung eine hohe Gewichtung beigemessen, deshalb ist die Bestimmung des genauen Alters wichtig.

⁴ XRF (x-ray fluorescence) ist die englische Abkürzung für Röntgenfluoreszenz

- Vornutzung

Für die Abschätzung ist es wichtig zu wissen, ob der Boden vorher ackerbaulich genutzt wurde oder ob auf dem Standort eine Weide, Dauergrünland, ein Garten oder eine Aufschüttung war. Als Aufschüttung bezeichnet man alle Bodenbewegungen, mit welchen standortfremdes Material auf dem Ganzen oder Teilen des Familiengartenareals aufgetragen wurden.

- Strasse

Hier soll geklärt werden, ob das Gartenareal im Einflussbereich einer Strasse liegt. Befindet sich der Familiengarten im Abstand von maximal 100 Metern von einer stark befahrenen Strasse und liegt keine Bebauung oder andere Abtrennung dazwischen, so liegt ein Einfluss der Strasse vor.

Im Leitfaden von Reichard & Papritz (2007) wird eine stark befahrene Strasse als Autobahn, Autobahnzubringer, Durchgangsstrasse oder Strasse mit einem geschätzten Verkehrsaufkommen von mehr als 8 Lastkraftwagen pro Minute definiert. Für die vorliegende Schätzung wurde eine stark befahrene Strasse gleichgesetzt mit einer Strasse, deren durchschnittlicher täglicher Verkehr (DTV) mehr als 15'000 Fahrzeuge aufweist.

- Altlasten

- Fremdmaterial

Als Fremdmaterial werden alle Materialien betrachtet, die offensichtlich anthropogen in den Boden eingetragen wurden. Dazu gehören:

- Ziegel-, Plastik-, Kohle-, Schlackestücke
- Reste von Aluminiumfolie
- Asche
- Kehricht oder Bauschutt

Bei diesem Merkmal ist abzuwägen, ob das Fremdmaterial erst vor kurzem oder schon länger auf dem Boden liegt. Damit das Fremdmaterial einen Einfluss auf die Bodenbelastung hat, müssen mindestens 10 % der Parzellen des Schrebergartens Fremdmaterial im Boden aufweisen.

Anhand dieser Merkmale wird für die beiden Leitschadstoffe Blei und PAK ein Belastungsindex berechnet. Die Informationen über die Merkmale stammen von den Gartenverwaltern, dem Kataster der belasteten Standorte (KbS) sowie durch die Besichtigung der einzelnen Areale.

2.3.4 Gefährdungsabschätzung nach Mailänder & Hämman (2005)

Das vom Bundesamt für Umwelt (BAFU) publizierte Handbuch "Gefährdungsabschätzung und Massnahmen bei schadstoffbelasteten Böden" (Mailänder & Hämman, 2005) liefert die nötigen Informationen, um die Gefährdung eines belasteten Standortes abzuschätzen und auch die erforderlichen Massnahmen zu treffen. Jedoch gibt es nur Informationen für stark belastete Standorte, also Messwerten über dem Prüfwert.

Bewertung der schwach belasteten Standorte und erforderliche Massnahmen

Bei Richtwertüberschreitungen gelten die Richtlinien der VBBo. Bei diesen Überschreitungen ist die langfristige Bodenfruchtbarkeit zwar nicht mehr gewährleistet, doch es besteht keine Gefährdung für Menschen, Tiere und Pflanzen. Jedoch ist es auf keinen Fall so, dass den Böden bis zum Richtwert ohne Bedenken immer wieder Schadstoffe zugeführt werden dürfen. Das Ziel des Bodenschutzes ist es, die Belastung und auch die Zunahme der Schadstoffkonzentrationen so gering wie möglich zu halten und somit schon gar nicht in die Nähe des Richtwerts zu kommen.

Die Kantone sind nach VBBo Artikel 4 und 8 verpflichtet, die Bodenbelastung zu überwachen und geeignete Massnahmen zu ergreifen, die ermitteln, woher die belastenden Schadstoffe kommen und einen weiteren Anstieg der Belastung zu verhindern.

Beim Bodenabtrag im Rahmen von Bautätigkeiten ist es wichtig, dass darauf geachtet wird, dass das Bodenmaterial entweder vor Ort verwendet wird oder dass es untersucht wird und nur an Standorten mit gleicher Belastung neu abgelagert wird.

Bewertung der stark belasteten Standorte und erforderliche Massnahmen

Ob eine Gefährdung für Menschen, Tiere und Pflanzen vorhanden ist, muss bei Bodenbelastungen über dem Prüfwert abgeklärt werden.

Das Handbuch "Gefährdungsabschätzung und Massnahmen bei schadstoffbelasteten Böden" legt fest:

- was untersucht werden muss, um die Gefährdung abzuklären;
- wie im Einzelfall beurteilt wird, ob eine konkrete Gefährdung besteht oder nicht;
- welche Massnahmen zu treffen sind, wenn eine konkrete Gefährdung besteht.

Vor der eigentlichen Gefährdungsabschätzung muss die Bedeutung des Schadstoffs in Bezug auf die Gefährdung von Menschen, Tieren und Pflanzen und die räumliche Abgrenzung der belasteten Fläche bestimmt werden. Je nach Nutzungsart sind auch noch zusätzliche Daten zu ermitteln.

Bei alle Nutzungsarten müssen im Regelfall die Totalgehalte der anorganischen und organischen Schadstoffe gemessen werden.

Beim Nahrungs- und Futterpflanzenanbau müssen der pH-Wert, der Gehalt an organischer Substanz, der Tongehalt der Feinerde, eventuell zusätzlich der Kalkgehalt und die effektive Kationenaustauschkapazität (KAK_{eff}) bestimmt werden.

Eine Gefährdungsabschätzung erfolgt immer in zwei Schritten. Als erstes wird eine Belastungsanalyse durchgeführt. Hier wird abgeschätzt, wie gross der Schadstofftransfer Boden-Tiere-Mensch oder Boden-Pflanzen ist. In einem zweiten Schritt wird eine Belastungsbewertung durchgeführt. Mit Hilfe von Kriterien wird beurteilt, ob die Belastung eine Gefährdung darstellt. Der belastete Standort wird eingeteilt in verschiedene Gefährdungskategorien (Tabelle 3).

Belastung	Gefährdungskategorie
Es werden keine deutlich erhöhten Schadstoffgehalte (Nahrung/Futter) bzw. Schadstoffaufnahmen (Mensch und Tiere) festgestellt.	→ keine konkrete Gefährdung
Es liegen deutlich erhöhte Schadstoffgehalte (Nahrung/Futter) bzw. Schadstoffaufnahmen (Mensch und Tiere) vor. Eine Überschreitung von gesetzlichen Höchstgehalten oder wissenschaftlich anerkannten, toxikologisch begründeten Schwellenwerten wird jedoch nicht festgestellt.	→ konkrete Gefährdung möglich
Gesetzliche Höchstgehalten oder wissenschaftlich anerkannte, toxikologisch begründete Schwellenwerte (Nahrung/Futter bzw. Schadstoffaufnahmen durch Mensch und Tiere) werden überschritten.	→ konkrete Gefährdung

Tabelle 3: Zuordnung von Gefährdungskategorien zu Belastungen (Mailänder & Hämman, 2005)

Im Handbuch wird für jede Nutzungsart ein Expertensystem beschrieben, das eine mit geringem Aufwand durchführbare Gefährdungsabschätzung erlaubt. Expertensysteme gehen von Totalgehalten des Schadstoffes aus, da diese meist nach bereits durchgeführten Untersuchungen vorliegen. Als Hilfe zur Durchführung dieser Expertensysteme stehen vom BAFU vorgefertigte Tabellenkalkulationen zur Verfügung. Die stark vereinfachten Expertensysteme enthalten gewisse Unsicherheiten, jedoch sind sie so angelegt, dass sie dem im schweizerischen Umweltrecht verankerten Vorsorgeprinzip Rechnung tragen und insofern auf der "sicheren Seite" bleiben.

Liegt das Resultat der Gefährdungsabschätzung vor, müssen die geeigneten Massnahmen festgelegt werden. Tabelle 4 zeigt die Zuordnung der grundsätzlichen Massnahmen je nach Gefährdungskategorie. Je nach Randbedingungen des konkreten Falls können die Massnahmen noch modifiziert werden.

Gefährdungskategorie	Massnahmen
Keine konkrete Gefährdung	→ Überwachung (Art. 4 Abs. 1 VBBo) sowie Quellenstopp (Art. 8 VBBo)
Konkrete Gefährdung möglich	→ Nutzungsempfehlungen; zusätzlich Überwachung (Art. 4 Abs. 1 VBBo) sowie Quellenstopp (Art. 8 VBBo)
Konkrete Gefährdung	→ Nutzungseinschränkungen und Nutzungsverbote, evtl. Dekontamination; zusätzlich Überwachung (Art. 4 Abs. 1 VBBo) sowie Quellenstopp (Art. 8 VBBo)

Tabelle 4: Zuordnung von Massnahmen zu Gefährdungskategorien (Mailänder & Hämman, 2005)

3 Schreibergärten

3.1 Ergebnisse

Probe Einheit: mg/kg	VBB0				XRF			PAK	
	Pb	Cu	Zn	Cd	Pb	Cu	Zn	Summe	BaP
Erstfeld 1	47.1	33.6	134.1	0.597	-	-	-	0.46	0.041
Erstfeld 2	-	-	-	-	50.6	38.7	151.5	-	-
Erstfeld 3	-	-	-	-	61.9	39.9	162.1	-	-
Erstfeld 4	-	-	-	-	43.3	35.2	134.9	-	-
Erstfeld 5	54.6	42.5	159.0	0.508	55.7	49.6	180.5	1.05	0.098
Schattdorf 1	28.6	37.1	96.6	0.370	-	-	-	0.33	0.028
Schattdorf 2	-	-	-	-	35.1	42.6	103.7	-	-
Schattdorf 3	-	-	-	-	36.0	44.1	110.3	-	-
Schattdorf 4	-	-	-	-	43.9	39.9	118.5	-	-
Schattdorf 5	34.3	24.7	93.1	0.345	38.4	33.2	119.0	0.36	0.035
Attinghausen 1	33.7	27.6	101.8	0.410	-	-	-	0.15	0.013
Attinghausen 2	-	-	-	-	40.7	30.1	114.7	-	-
Attinghausen 3	-	-	-	-	31.2	31.2	130.1	-	-
Attinghausen 4	-	-	-	-	34.6	39.2	127.9	-	-
Attinghausen 5	41.2	27.5	114.1	0.398	43.7	33.0	137.3	0.15	0.014
Flüelen 1	34.9	28.1	112.9	0.418	-	-	-	0.46	0.045
Flüelen 2	-	-	-	-	46.0	33.9	141.5	-	-
Flüelen 3	-	-	-	-	60.7	35.7	144.0	-	-
Flüelen 4	-	-	-	-	44.0	33.7	123.9	-	-
Flüelen 5	48.4	29.6	255.7	0.506	51.1	39.7	175.0	0.58	0.049
Referenzen Schattdorf									
Referenz 1	27.6	20.8	91.0	0.352	-	-	-	-	-
Referenz 2	45.3	45.5	112.6	0.445				0.67	0.07
Referenz 3	26.2	21.5	100.3	0.387				-	-

	Messwert knapp unter Richtwert (über 80% von Richtwert)
	Messwert über Richtwert (Blei 50, Kupfer 40, Zink 150, Cadmium 0.8, PAK Summe 1, Benzo(a)pyren 0.2)
	Messwert über Prüfwert (Blei 200, Kupfer 150, Zink 300, Cadmium 2, PAK Summe 20, Benzo(a)pyren 2)

Tabelle 5: Messwerte der nasschemischen Analyse und der XRF-Labormethode der Schreibergärten

Bei allen vier Schreibergärten wurden keine Konzentrationen über dem Prüfwert gemessen, aber in drei Schreibergärten wurden Richtwertüberschreitungen festgestellt.

Der Schrebergarten in Erstfeld weist mit acht Werten über dem Richtwert die meisten Überschreitungen auf. Zudem sind acht Messwerte nur knapp unterhalb des Richtwerts. In Schattdorf sind zwei Werte über und vier Werte knapp unter dem Richtwert. In Attinghausen sind alle Messwerte unter den jeweiligen Richtwerten nach VBBo, aber sieben Werte liegen nahe am Richtwert. In Flüelen wird der Richtwert dreimal überschritten und achtmal knapp nicht erreicht.

3.1.1 Vergleich der Schrebergärten

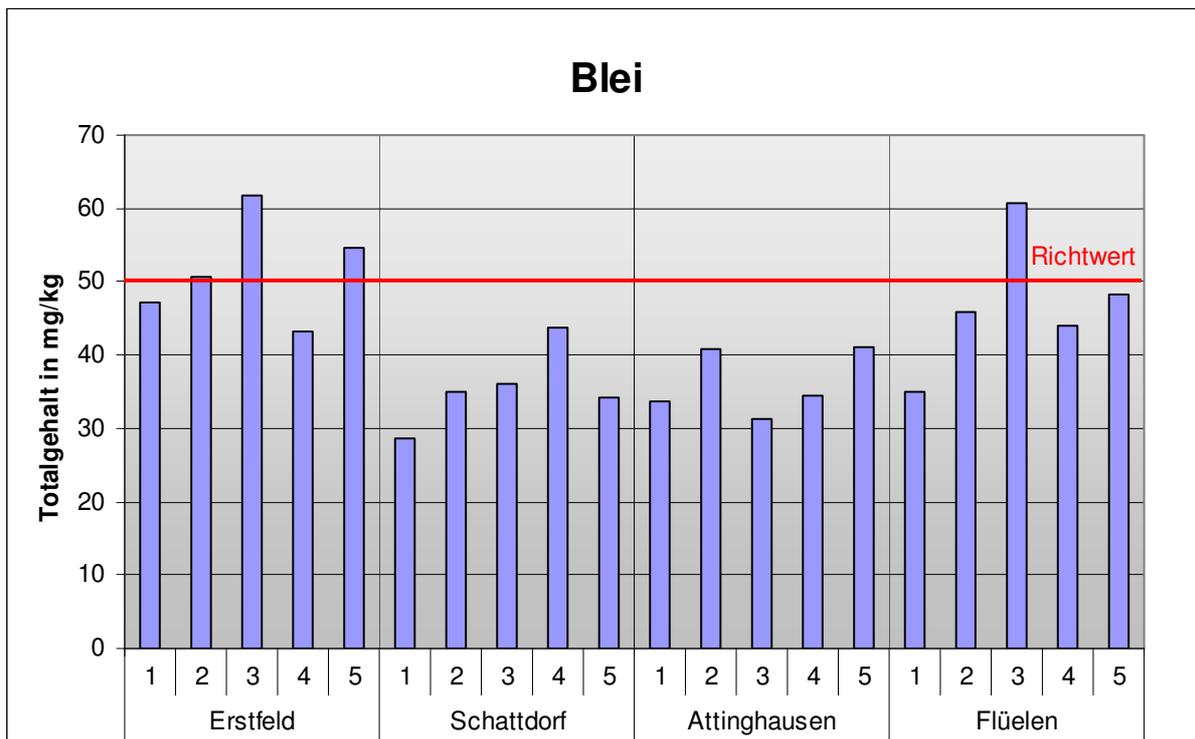


Abbildung 5: Bodenbelastung von Blei in den Schrebergartenparzellen

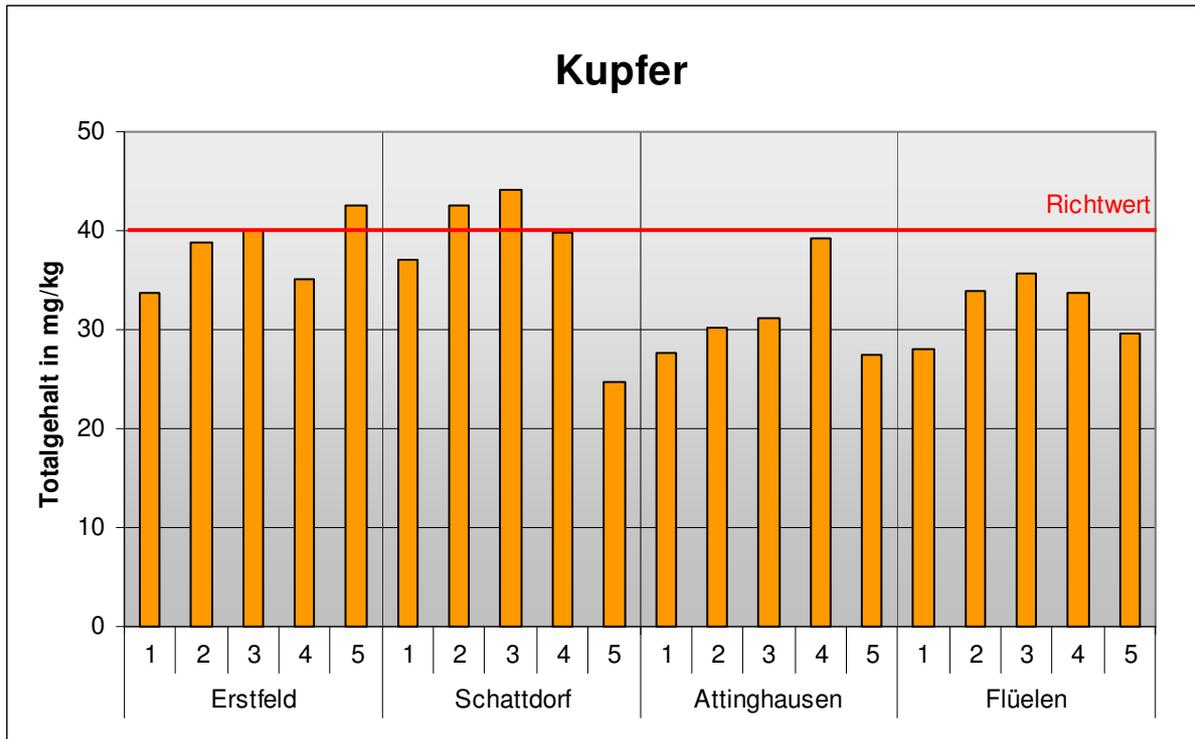


Abbildung 6: Bodenbelastung von Kupfer in den Schrebergartenparzellen

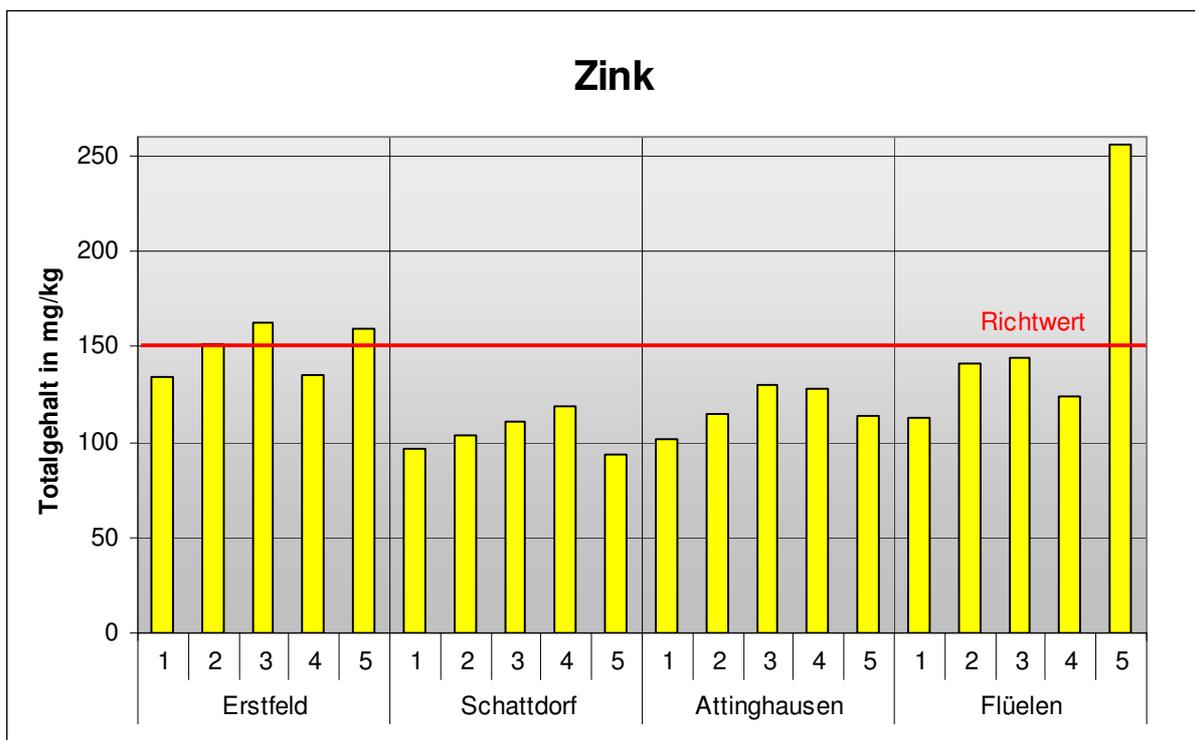


Abbildung 7: Bodenbelastung von Zink in den Schrebergartenparzellen

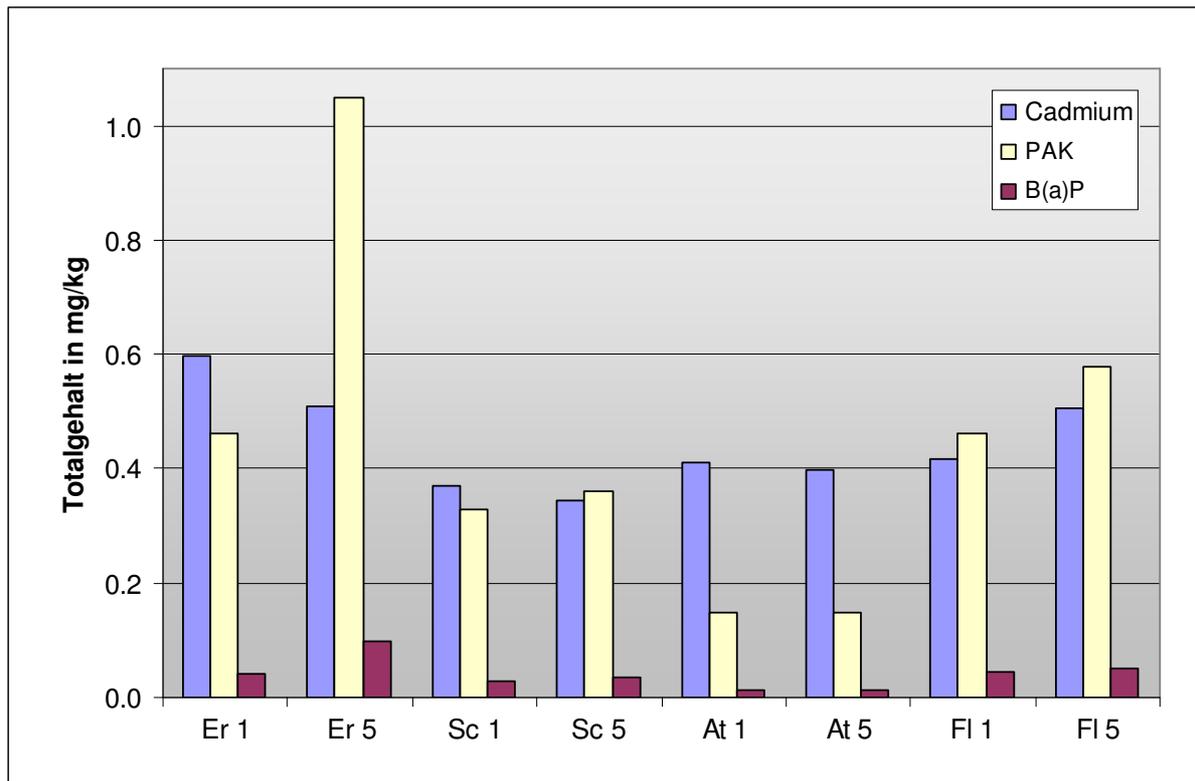


Abbildung 8: Bodenbelastung von Cadmium, Summe der 16 PAK-Leitverbindungen und Benzo(a)pyren in den Schrebergartenparzellen

In den Abbildungen 5 bis 8 sind die Resultate der Parzellen miteinander verglichen. Hier ist gut ersichtlich, dass die Werte in Erstfeld gesamthaft am höchsten sind. Auffallend ist der hohe Summenwert der PAK in der Parzelle 5.

Die Kupferwerte im Schrebergarten in Schattdorf sind vergleichbar mit jenen in Erstfeld. Zudem sind die PAK-Summenwerte in Schattdorf etwas erhöht. Die Messwerte von Blei, Zink, Cadmium und Benzo(a)pyren sind im Vergleich zu den anderen Schrebergärten tief.

Betrachtet man die Messwerte im Überblick, so lassen sich gewisse Gemeinsamkeiten in den Parzellen der einzelnen Schrebergärten feststellen. Jedoch weisen einzelne Parzellen auch grosse Abweichungen von den anderen Parzellen im gleichen Schrebergarten auf. (siehe Abbildung 7 Parzelle 5 in Flüelen). Diese Tatsache zeigt auf, dass in den Schrebergärten die Bewirtschaftung einen wesentlichen Faktor für die Bodenbelastung darstellt (Einsatz von Dünger, Pflanzenschutzmittel, Asche etc.).

Die Totalgehalte von Blei und der 16 PAK-Leitverbindungen sind in Erstfeld hoch. Hier haben die langjährige Bewirtschaftung sowie die Emissionen aus Industrie und Verkehr sicher ihren Beitrag zur Belastung beigetragen.

Die gemessenen Werte in Flüelen sind zwar tiefer als die Werte in Erstfeld, aber dennoch recht hoch. Es haben verschiedenen Quellen (Bewirtschafter, Industrie, Verkehr und Hochwasserereignisse) Schadstoffe direkt oder indirekt in den Boden eingetragen.

Die Belastungen des Schrebergartens in Attinghausen sind bei allen Schadstoffen recht tief. Das könnte man als erstaunlich betrachten, wenn man beachtet, dass der Garten schon seit dem zweiten Weltkrieg besteht. Jedoch relativiert sich das Alter des Schrebergarten Attinghausen durch das Hochwasser 1987, welches dazu führte, dass der Garten neu angelegt werden musste. Bei diesem Wiederaufbau wurde Humus zugeführt. Somit kann man den Schrebergarten als relativ jung bezeichnen und so lassen sich auch die geringen Schadstoffkonzentrationen eher erklären.

3.1.2 Vergleich der Gartenparzellen im Herrenschachen mit Referenzflächen auf der Wiese neben dem Schrebergarten

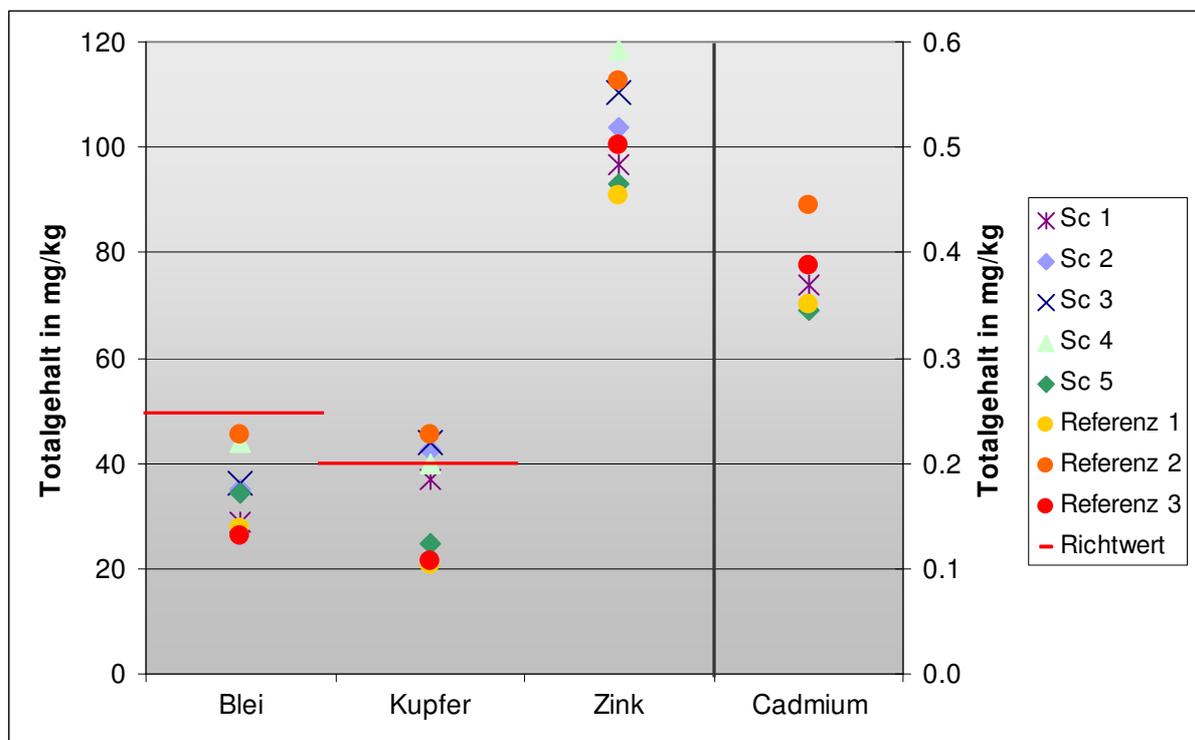


Abbildung 9: Vergleich der Parzellen im Schrebergarten in Schattdorf mit drei Flächen direkt neben dem Areal

Abbildung 9 zeigt einen Vergleich der fünf untersuchten Gartenparzellen in Schattdorf mit drei Referenzflächen auf landwirtschaftlich genutzten Wiesen direkt neben dem Schrebergarten. Es fällt auf, dass die Konzentrationen der Referenz 2 immer wesentlich höher sind als die anderen beiden Referenzen. Die Referenzen weisen recht unterschiedliche Konzentrationen auf. Aufgrund der gemessenen Konzentrationen lässt sich keine klare Zunahme der

Schadstoffe in den Gartenparzellen erkennen. Die Konzentrationsunterschiede der einzelnen Flächen lassen sich durch die natürliche Heterogenität des Bodens erklären. Die Zeit von drei Jahren, die der Garten nun besteht, ist zu kurz, um wirklich schon klare Veränderungen in der Schadstoffkonzentration festzustellen, die auf die Bewirtschaftung zurückzuführen sind.

3.1.3 Vergleich der XRF-Labormethode mit der VBBo-Analyse

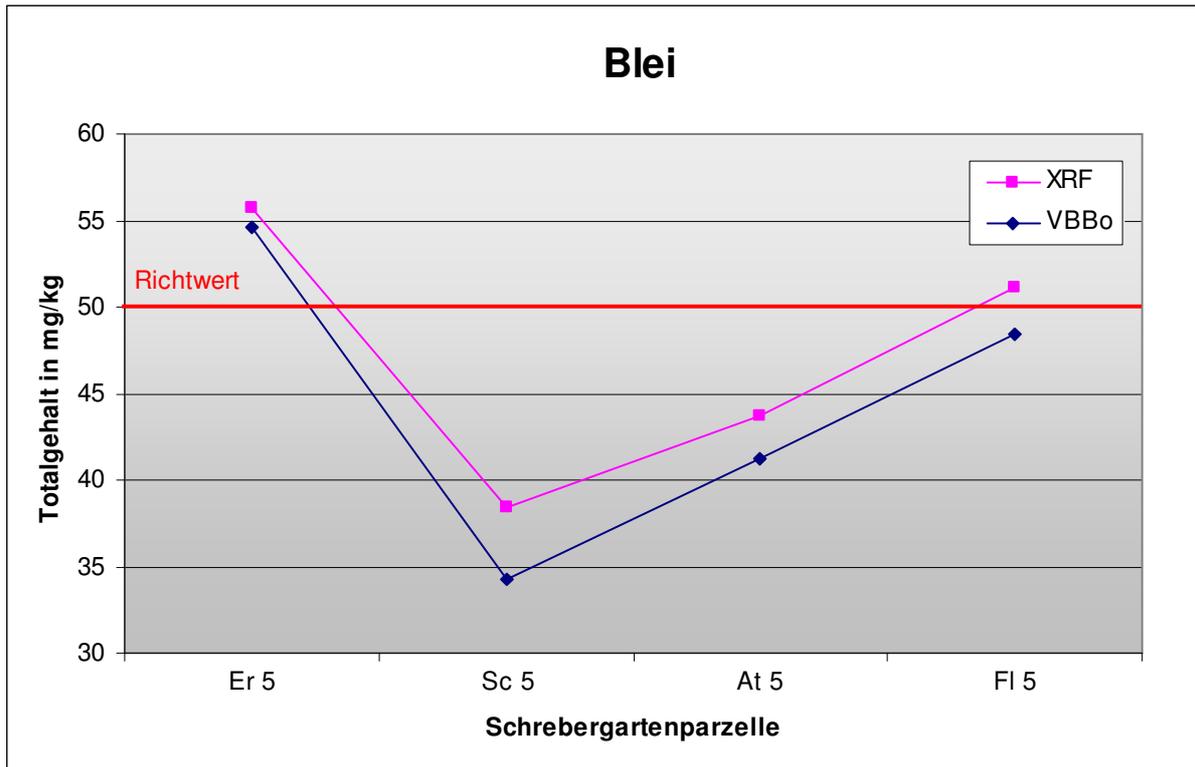


Abbildung 10: Vergleich der Messwerte von Blei mit der VBBo-Analyse und der XRF-Labormethode (rote Linie = Richtwert)

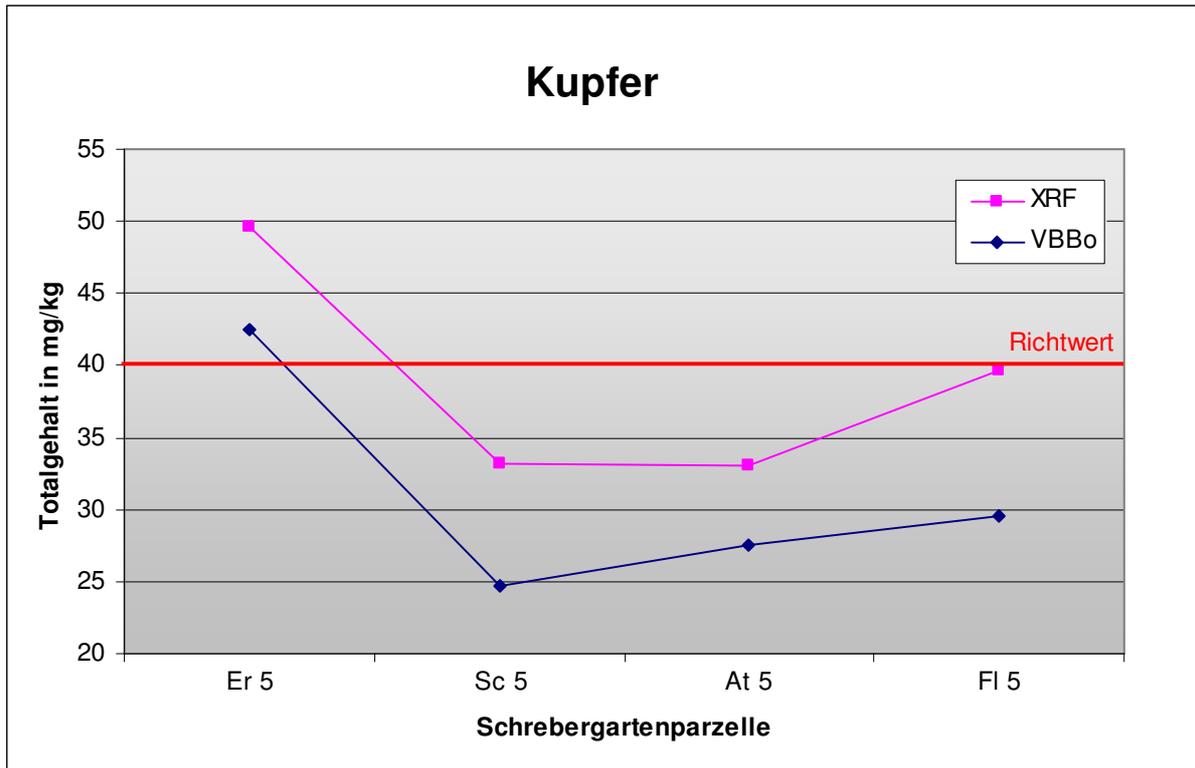


Abbildung 11: Vergleich der Messwerte von Kupfer mit der VBBö-Analyse und der XRF-Labormethode (rote Linie = Richtwert)

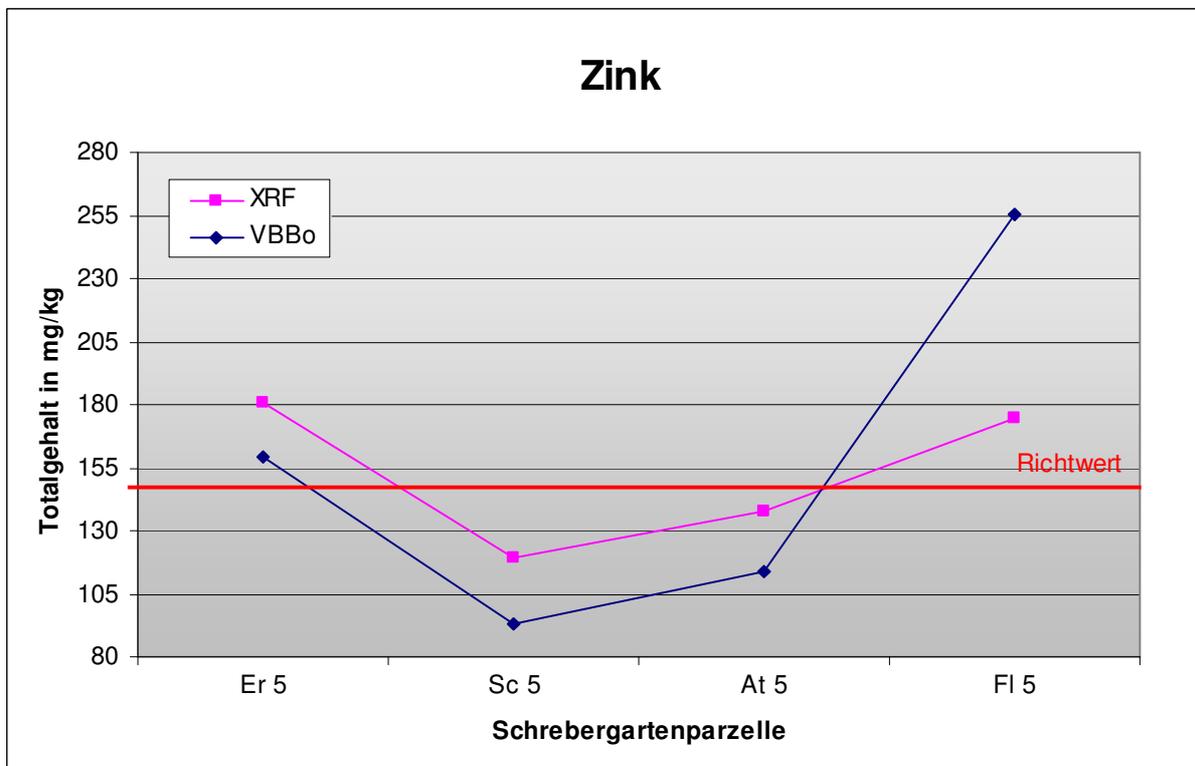


Abbildung 12: Vergleich der Messwerte von Zink mit der VBBö-Analyse und der XRF-Labormethode (rote Linie = Richtwert)

Betrachtet man die Abbildungen 10 bis 12, so ist zu vermuten, dass Messungen mit dem XRF-Gerät tendenziell höhere Werte ergeben. Dies mag in den vorliegenden Untersuchungen so sein, jedoch zeigt die Erfahrung aus anderen Untersuchungen, wie zum Beispiel bei den Untersuchungen der Familiengärten im Kanton Luzern (Ettlin, 2008), dass die Werte der XRF-Labormethode keineswegs immer höher sind als die der nasschemischen Analyse.

Sind nun Messungen mit der XRF-Methode als Ersatz für die teure VBBo-Analyse geeignet? Werden Werte um einen Grenzwert gemessen, ist Vorsicht geboten und es ist eine genauere Analyse nach VBBo empfehlenswert. Sind bei einem Bodenschutzprojekt viele Analysen notwendig und es geht um eine erste Abschätzung, kann unter Umständen mit der XRF-Labormethode ein besseres Kosten-/Nutzenverhältnis erreicht werden als mit der teuren nasschemischen Analyse.

3.1.4 Vergleich der Abschätzung der Bodenbelastung mit den Messergebnissen

Die Daten für die Merkmale können in einer Excel-Tabelle von Reichard & Papritz (2007) eingegeben und so die Prognosehäufigkeit von Prüfwertüberschreitungen von Blei und PAK abgelesen werden.

Für die Schrebergärten ergaben sich folgende Werte:

Schrebergarten Merkmale	Fiüelen	Attinghausen	Schattdorf	Erstfeld
Vor 1930	0	0	0	0
zwischen 1930 und 1955	0	1	0	1
zwischen 1955 und 1980	1	0	0	0
nach 1980	0	0	1	0
Vornutzung Garten	0	0	0	0
Vornutzung Rebberg	0	0	0	0
Vornutzung Weide	1	1	1	1
Vornutzung Landwirtschaft	0	0	0	0
Vornutzung Aufschüttung	0	0	0	0
Fremdmaterial	0	0	0	0
Altlast	0	0	0	0
Strasse	0	0	0	1

Belastungsindex Pb	-3.35	-2.41	-19.66	-2.41
Prognosehäufigkeit [%]	3	8	0	8
Belastungsindex PAK	-28.46	-7.5	-28.03	-7.5
Prognosehäufigkeit [%]	0	0	0	0

Tabelle 6: Abschätzung der Prüfwertüberschreitung der untersuchten Schrebergärten

Die Prognosen der Häufigkeit von Prüfwertüberschreitungen in den vier Schrebergärten sind für Blei bei 0 bis 8 % und für PAK liegt die Prognose bei allen Gartenarealen bei 0 %. Bei der Berechnung der Häufigkeiten war nur das Alter der Areale ausschlaggebend. Die anderen Merkmale sind bei allen Gärten gleich. Je älter ein Garten ist, desto mehr Schadstoffe können sich im Laufe der Jahre angereichert haben. Der Garten in Schattdorf existiert erst seit ca. drei Jahren. Da die Vornutzung auch keine Anreicherung an Schadstoffen erwarten lässt, werden in diesem Garten wohl kaum erhöhte Werte vorhanden sein. Die anderen drei Areale sind älter und weisen deshalb eine höhere Wahrscheinlichkeit von Prüfwertüberschreitungen auf.

Grundsätzlich kann gesagt werden, dass bei den Gartenarealen nur wenige Werte über dem Prüfwert zu erwarten sind. Im Vergleich mit den Abschätzungen der Familiengärten des Kantons Luzerns (Ettlin 2008) sind die Prognosehäufigkeiten in der vorliegenden Untersuchung sehr tief. Bei dieser umfassenden Luzerner Risikoanalyse wurden 48 Schrebergärten in Luzern abgeschätzt. Bei mehr als einem Viertel der Gartenareale wurde eine Prüfwertüberschreitung von über 25 % vorausgesagt, wobei vor allem sehr hohe Häufigkeiten (72-

100 %) bei den PAK-Werten erwartet wurden. Aber auch bei der Prognose der Bleiüberschreitungen wurden bei 4 Arealen über 50 % Prüfwertüberschreitungen prognostiziert.

Bei den untersuchten Gartenparzellen im Kanton Uri wurden keine Prüfwertüberschreitungen gemessen. Der Schluss, dass auf dem ganzen Areal keine Schadstoffkonzentrationen über dem Prüfwert vorhanden sind, wäre aber falsch. Anhand der Werte können gewisse Tendenzen der Belastungen festgestellt werden. Sind auf einem Schrebergarten viele Richtwertüberschreitungen festgestellt worden, so ist es auch gut möglich, dass auf den nicht untersuchten Parzellen auch einzelne Werte über dem Prüfwert vorhanden sind.

Die Abschätzung hat eine sehr geringe Wahrscheinlichkeit von Prüfwertüberschreitungen vorausgesagt. Diese geringe Wahrscheinlichkeit wird durch das Untersuchungsergebnis, das keine Prüfwerteüberschreitungen nachweist, bestätigt. Grundsätzlich kann somit gesagt werden, dass die Abschätzung zuverlässig ist. Um die Abschätzung genau zu validieren, müssten allerdings alle Parzellen der Schrebergärten beproben werden.

3.2 Hauptaussagen

1. Die Schadstoffbelastungen der Schrebergärten lassen sich zum grössten Teil auf die Bewirtschaftung zurückführen.
2. Im 3-jährigen Schrebergarten Herrensachsen konnten keine Belastungen durch die Bewirtschafter festgestellt werden.
3. Die Messwerte der XRF-Methode korrelieren gut mit denjenigen der VBBo-Analyse.
4. Die Abschätzung nach Reichard & Papritz ist grundsätzlich zuverlässig. Für eine vollständige Validierung müssten aber mehr Bodenproben durchgeführt werden.

4 Hausgärten

4.1 Ergebnisse

Probe Einheit: mg/kg	VBBo				PAK	
	Pb	Cu	Zn	Cd	Summe	BaP
Pfarrhaus, Flüelen	81.1	32.4	172.8	0.374	3.24	0.35
Hagenstrasse, Altdorf	94.3	171.0	278.3	0.904	8.21	0.84
Wyerstrasse, Schattdorf	93.8	71.8	252.6	0.846	0.83	0.075
Albenschitt, Attinghausen	66.6	67.3	365.4	0.882	1.11	0.093
Kolonie, Erstfeld	666.1 ⁵	78.1	218.6	1.029	0.48	0.04
Klausenstrasse, Unterschächen	41.4	34.6	108.7	0.468	0.18	0.019
Dorf, Unterschächen	99.2	71.0	232.0	0.756	2.11	0.198

	Messwert knapp unter Richtwert (über 80 % von Richtwert)
	Messwert über Richtwert (Blei 50, Kupfer 40, Zink 150, Cadmium 0.8, PAK Summe 1, Benzo(a)pyren 0.2)
	Messwert über Prüfwert (Blei 200, Kupfer 150, Zink 300, Cadmium 2, PAK Summe 20, Benzo(a)pyren 2)

Tabelle 7: Messwerte der nasschemischen Analyse der Hausgärten

In den Hausgärten wurde der Richtwert häufig überschritten, zudem wurde dreimal ein Wert über dem Prüfwert gemessen. Bei den Bleikonzentrationen lagen sechs von sieben Bodenproben über dem Richtwert von 50 mg/kg. In der Bodenprobe der Kolonie in Erstfeld wurden zudem inhomogen verteilte bleihaltige Metallteile festgestellt. Dies führte dazu, dass bei der ersten Analyse ein Wert von 666.1 mg/kg gemessen wurde. Die Kontrolluntersuchung ergab nur noch einen Wert von 68 mg/kg. Betrachtet man die Kupferwerte, fällt vor allem die hohe Konzentration (über dem Prüfwert) in der Hagenstrasse auf. Zink ist in praktisch allen Böden der Hausgärten in Konzentrationen über dem Richtwert, im Albenschitt in Attinghausen sogar über dem Prüfwert, vorhanden. Bei der Summe der 16 PAK-Leitverbindungen fällt vor allem wieder der Boden in der Hagenstrasse aus dem Rahmen. Die Konzentration von 8.21 mg/kg liegt schon in der Nähe des Prüfwerts. Die Analyse der Bodenprobe in Unterschächen an der Klausenstrasse lieferte bei allen Schadstoffen Werte unter dem Richtwert.

⁵ Diese Probe enthielt inhomogen verteilte metallische Anteile. Die zweite Analyse ergab einen Bleiwert von 68 mg/kg.

4.1.1 Vergleich der Hausgärten mit den Schrebergärten

Vergleicht man die Tabellen 5 und 7 miteinander, so stellt man fest, dass die Hausgärten insgesamt stärker belastet sind als die Schrebergärten. Auf den Schrebergärten waren ein Sechstel der gemessenen Werte über dem Richtwert. Bei zwei Drittel der Hausgärten lagen die Konzentrationen über dem Richtwert. Davon waren drei Werte sogar über dem Prüfwert. Die stärkere Belastung der Hausgärten hat mehrere Gründe. Die betrachteten Hausgärten befinden sich alle im Altbaugelände der Gemeinden. Seit langer Zeit werden hier durch Industrie, Verkehr und andere menschliche Aktivitäten Schadstoffe freigesetzt. Die Böden der Hausgärten sind somit durch Aktivitäten direkt neben den Gartenflächen belastet. Schrebergärten sind meist nicht direkt neben einer viel befahrenen Strasse, Industriestätte oder inmitten einer Siedlung und sind deshalb nicht so stark belastet. Weiter wurden vor allem in früheren Jahren viele Abfallstoffe wie Klärschlamm oder sonstige Abfälle ausgebracht oder auf den Hausgärten verbrannt. Auch beim Kompost sind hier grosse Unterschiede zu verzeichnen. Auf den Schrebergärten bestehen die Komposte zum grossen Teil aus Gartenabfällen, die während der Bewirtschaftungszeit im Garten anfallen. Im Winter werden kaum Abfälle von Zuhause auf den Kompost im Schrebergarten gebracht. Im Hausgarten werden das ganze Jahr hindurch Gartenabfälle auf dem Kompost abgelagert. Hier kommt dazu, dass auch vermehrt Abfälle von gekauften Lebensmitteln, deren Herkunft und Schadstoffgehalte man nicht weiss, auf den Kompost gelangen.

4.1.2 Vergleich aller Hausgärten

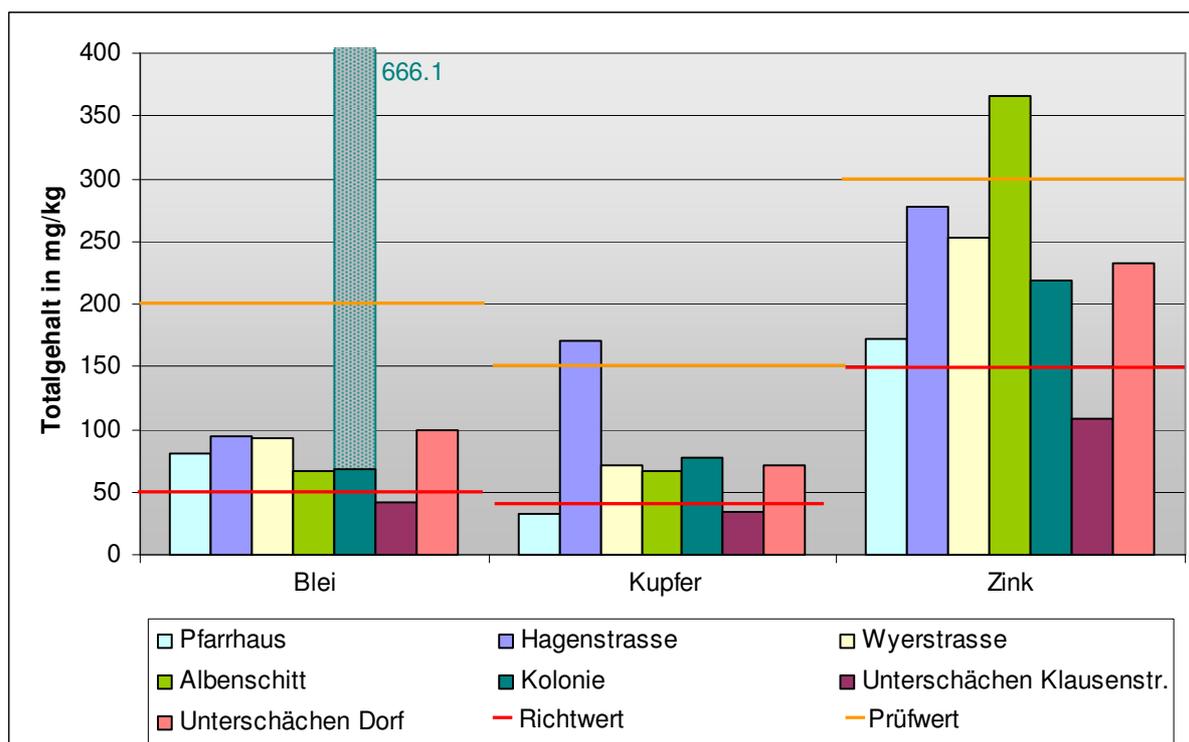


Abbildung 13: Bodenbelastung von Blei, Kupfer und Zink der Hausgärten (Grün gepunktet ist die erste Messung der Bleikonzentration in der Kolonie)

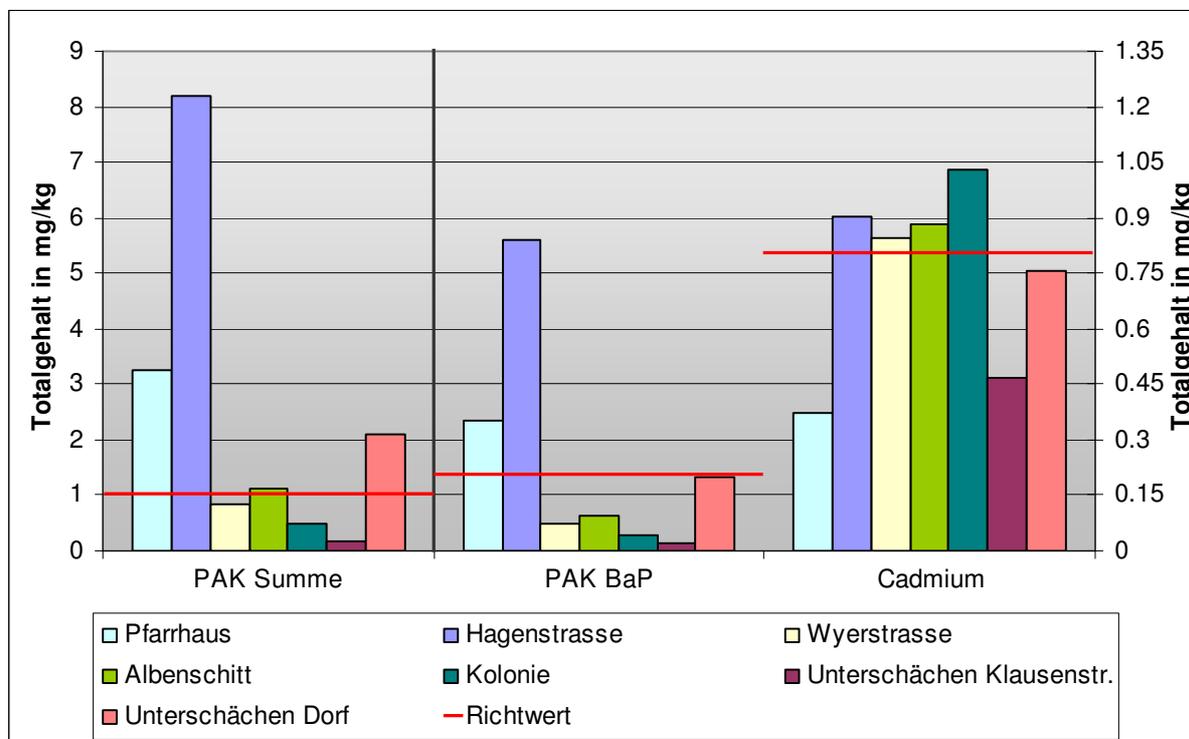


Abbildung 14: Bodenbelastung von den 16 Leitverbindungen von PAK, Benzo(a)pyren und Cadmium der Hausgärten

Betrachtet man die Abbildungen 13 und 14, so fällt der niedrige Schadstoffgehalt des Bodens an der Klausenstrasse in Unterschächen besonders auf. Dieser Garten befindet sich im Altbaugelände von Unterschächen. Wie sich aber nach der Probenahme herausstellte, wurde der Garten vor sieben Jahren mit Humus aus Attinghausen angelegt. Die Bodenprobe lässt nun darauf schliessen, dass nur unbelastetes Bodenmaterial verwendet wurde. Obwohl es die Absicht war, "richtigen" Unterschächen-Boden zu beproben, ist dies ein gutes Beispiel, wie häufig Boden verschoben wird. Vor allem sieht man hier auch, dass Humus aus dem Talboden nicht unbedingt dort in der Nähe bleibt, sondern unter Umständen auch weiter weg abgelagert wird.

Weiter fallen in den Abbildungen die hohen Konzentrationen im Garten an der Hagenstrasse in Altdorf auf. Besonders die Kupfer- und die PAK-Konzentration sind deutlich höher als bei den anderen Hausgärten. Pflanzenschutzmittel, Mist, Gülle und Kompost führen zu Einträgen von Kupfer in den Boden. Wie die hohe Kupferkonzentration zustande kam, kann nicht abschliessend erklärt werden. Der Eintrag von PAK erfolgt hauptsächlich durch Asche. Vor geraumer Zeit war Asche als wertvoller Dünger bekannt und wurde direkt oder als Zugabe im Kompost in die Gärten ausgetragen. Zwar enthält Holzasche Kalk, Mineralien und Spurenelemente, die dem Gartenboden nützlich sind, doch sie enthält auch erhebliche Mengen an PAK. Das Gebäude an der Hagenstrasse wird mit einer Holzfeuerung geheizt. Zum einen gelangen PAK durch die Luft auf den Boden und zum anderen wurde früher die Asche direkt in den Garten ausgebracht. Heutzutage weiss man über die schädliche Wirkung der Asche Bescheid und man sollte speziell in diesem Fall darauf achten, keine Asche mehr auf den Boden auszutragen. Zwar liegt die Konzentration der PAK noch unterhalb des Prüfwerts, aber bei einer Überschreitung dieses Grenzwerts ist eine Gefährdung für Menschen, Tiere und Pflanzen nicht mehr auszuschliessen. Deshalb ist es wichtig, den Eintrag von PAK so weit als möglich einzudämmen.

Bei den Konzentrationen der PAK-Summenwerte und Benzo(a)pyren fallen weiter auch die Bodenproben aus dem Pfarrhaus in Flüelen und im Dorf in Unterschächen auf. Auch hier liegt die Vermutung nahe, dass Holzheizungen zu der schwachen Belastung der Gartenböden geführt haben können.

Der extrem hohe Bleiwert in der Kolonie in Erstfeld sticht besonders ins Auge. In dieser Bodenprobe wurden bleihaltige Metallteile festgestellt, die durch Unachtsamkeit von Passanten und Gartenbenutzern direkt oder durch den Kompost in den Boden eingetragen werden können. Auch ist es möglich, dass früher schon belasteter Humus zugeführt wurde. Dieser Garten ist ein Teil einer grossen Gartenfläche, die von verschiedenen Personen bewirtschaftet wird. Ob auch in den anderen Teilen der Gartenfläche metallische Teile enthalten sind, soll in weiteren Untersuchungen ermittelt werden. Die Metallteile führten zu einer Überschrei-

tung des Prüfwerts. Deshalb musste eine Gefährdungsabschätzung durchgeführt werden. (vgl. Kapitel 4.2.3)

Die Zinkwerte der meisten Hausgärten lagen deutlich über dem Richtwert von 150 mg/kg. Im Garten im Albenschitt in Attinghausen wurde zudem der Prüfwert überschritten. Früher wurden hier Hühner gehalten und der Hühnermist wurde als Dünger in den Garten ausgetragen. Hühnermist ist bekannt für seinen hohen Nährstoff- und Schwermetallgehalt. Vor allem Zink ist in grossen Mengen enthalten, das durch Hühnerfutter in den Kreislauf gelangt. Diese Tatsache erklärt den erhöhten Zinkgehalt im Albenschitt. Die Zinkgehalte der anderen Hausgärten sind jedoch nicht auf eine bestimmte Quelle zurückzuführen. Es kommen Gülle, Mist, Kompost oder auch Korrosionsschutzmittel als Zinklieferanten in Frage. Cadmium und Zink sind oft vergesellschaftet miteinander und deshalb erstaunt es nicht besonders, dass die gleichen fünf Hausgärten auch beim Cadmium hohe Werte aufweisen. Die Überschreitungen der Richtwerte sind beim Cadmium jedoch weit geringer.

4.1.3 Vergleich der Hausgärten in Unterschächen mit denjenigen im Talboden

Da der Boden des Hausgartens an der Klausenstrasse zugeführt wurde, wird er im Vergleich mit den Hausgärten im Talboden nicht berücksichtigt.

Die gemessenen Konzentrationen der Schadstoffe im Garten in Unterschächen weisen im Vergleich zu den Gärten im unteren Reusstal keine besonders unterschiedlichen Werte auf. Die Bleikonzentration ist, wenn man die Messung in der Kolonie ausser Acht lässt, der höchst gemessene Wert. Die PAK-Werte sind ebenfalls recht hoch. In Unterschächen waren und sind auch heute noch viele Holzheizungen in Betrieb. Über die Luft und vor allem durch ausgebrachte Asche wurden PAK im Boden angereichert.

Da keine grossen Unterschiede zwischen Unterschächen und dem Talboden festgestellt wurden, könnte man nun darauf schliessen, dass die grossen Siedlungen und Industrien im Talboden gar keinen Einfluss auf die dortigen Böden haben. Jedoch muss man beachten, dass der Vergleich nur mit einem Garten durchgeführt wurde. Dieser Garten in Unterschächen kann zufällig ein stark belasteter Garten sein. Es wäre falsch, aufgrund dieser Ergebnisse anzunehmen, dass die grossen Siedlungen im Kanton Uri und die darin stattfindenden menschlichen Aktivitäten keinen Einfluss auf die Böden haben. Viel wichtiger ist jedoch die Tatsache, dass sich Bodenbelastungen nicht nur auf grosse Siedlungen im Tal beschränken, sondern auch in Berggemeinden schadstoffbelastete Böden auftreten.

4.2 Gefährdungsabschätzung bei den Hausgärten

Bei den beprobten Hausgärten wurden dreimal Werte über dem Prüfwert gemessen. Für diese Gärten müssen Gefährdungsabschätzungen vorgenommen werden. Zum einen muss die Gefährdung bezüglich dem Anbau von Nahrungspflanzen untersucht werden und zum anderen muss auch geklärt werden, ob bei direkter Bodenaufnahme von Kindern eine Gefährdung besteht.

4.2.1 Prüfwertüberschreitung von Kupfer im Garten an der Hagenstrasse (Altdorf)

Im Hausgarten an der Hagenstrasse in Altdorf wurde der Prüfwert für Kupfer überschritten. Da Kupfer für den Menschen nur in hohen Mengen toxisch wirkt, existiert für die Gefährdungsabschätzung bei direkter Bodenaufnahme in Gärten keine Berechnung. Es besteht hier keine konkrete Gefährdung. Somit ist laut Tabelle 4 eine Überwachung des Standorts nötig und ein weiterer Anstieg der Belastung ist mit geeigneten Massnahmen zu vermeiden. Die Überwachung bei keiner konkreten Gefährdung sieht vor, die Fläche in einen geeigneten Kataster einzutragen. Im Kanton Uri ist dies im Rahmen der FvBB erfolgt. Kontrollen sind in der Regel nur nötig, wenn eine wesentliche Änderung der Gefährdungssituation, zum Beispiel eine Nutzungsänderung, zu erwarten ist. Der Anstieg der Kupferbelastung kann beispielsweise durch den Verzicht von Handelsdüngern, Mist und Pflanzenschutzmitteln verringert werden.

Bei der Berechnung der Gefährdung im Nahrungspflanzenanbau müssen zusätzlich zum Totalgehalt noch der pH-Wert und allenfalls der Gehalt an organischer Substanz und der Tongehalt bekannt sein. Der pH-Wert des Bodens wurde direkt vor Ort an drei Stellen im Garten mit einem Pehameter (Modell Hellige) gemessen. Diese Messung ergab einen mittleren pH von 6.33. Laut der Gefährdungskalkulation des BAFU besteht bei dieser Kupferkonzentration und bei diesem Säuregrad, unabhängig vom Humus- und Tongehalt, keine konkrete Gefährdung für die Pflanzen.

4.2.2 Prüfwertüberschreitung von Zink im Garten im Albenschitt (Attinghausen)

Im Hausgarten im Albenschitt in Attinghausen wurde der Prüfwert für Zink überschritten. Zink ist für den Menschen nur in hoher Konzentration giftig. Zu hohe Gehalte von Zink können in Pflanzen zu Schäden bis hin zum Absterben führen.

Da Zink wie auch schon Kupfer für den Menschen nur sehr selten gesundheitsschädigend wirkt, existiert im Kalkulationstool des Gefährdungshandbuchs für die direkte Bodenaufnahme in Gärten keine Gefährdungsabschätzung für Zink. Es besteht hier keine konkrete Gefährdung, jedoch sind eine Überwachung des Standorts sowie ein Quellenstopp nötig. Der

Anstieg der Zinkbelastung kann durch den Verzicht von Kompost, Klärschlamm und Mist verhindert werden.

Für die Berechnung der Gefährdung im Nahrungspflanzenanbau wurde wiederum der pH bestimmt. Die Messungen vor Ort liessen keine abschliessende Abschätzung zu und somit wurden der pH-Wert sowie der Humus- und der Tongehalt im Labor genau bestimmt. Anhand der gemessenen Kenngrössen konnte eine konkrete Gefährdung für den Nahrungspflanzenanbau ausgeschlossen werden.

4.2.3 Prüfwertüberschreitung von Blei im Garten in der Kolonie (Erstfeld)

Im Hausgarten in der Kolonie in Erstfeld wurden inhomogen verteilte metallische Anteile festgestellt, die bei einer ersten Messung eine Bleikonzentration von 666.1 mg/kg ergab. Diese Konzentration liegt weit über dem Prüfwert für Blei. Obwohl die zweite Messung nur rund einen Zehntel der ersten gemessenen Konzentration ergab, muss hier die Gefährdung abgeschätzt werden.

Nutzung pro Woche Lebensjahre	mehr als zweimal	ein- bis zweimal	weniger als einmal
bis 3.			
4. bis 6.			
7. bis 11.			
ab 12.			

	grosse Gefährdung
	mässige Gefährdung
	keine Gefährdung

Tabelle 8: Gefährdung bei direkter Bodenaufnahme für Kinder, bei einer Vegetationsbedeckung unter 75%

Wie schon in Kapitel 1.4.1 gesagt, kann Blei durch regelmässige direkte Bodenaufnahme (z. B. von spielenden Kindern) mittelfristig zu gesundheitlichen Schäden führen. Mit Hilfe des Kalkulationstools des Gefährdungshandbuchs kann festgelegt werden, ob Kinder konkret gefährdet sind. Bei einer Vegetationsbedeckung unter 75 % sind Kinder bis zu einem Alter von elf Jahren gefährdet. Dies bedeutet, dass in diesem Garten der Aufenthalt von Kindern unter elf Jahren zu verbieten ist.

Da das Blei in den Metallteilen gebunden ist, werden nur bei saurem Boden kleine Mengen an Blei im Boden gelöst. Wie gross die Menge an gelöstem Blei wirklich ist, lässt sich nicht sagen. Deshalb kann man auch keine klaren Angaben über die von den Pflanzen aufge-

nommenen Bleimengen machen. Vorsorglich sollten in dem Garten keine Pflanzen mehr gezogen und gegessen werden, die ein grosses Aufnahmevermögen von Blei besitzen. Unter diese Kategorie fallen Karotten, Knollensellerie, Radieschen, Endivie, Lollo Rosso, Spinat und Mangold. Pflanzen mit mittlerem Aufnahmevermögen wie Kopfsalat, alle Kohlar-ten, Broccoli, Schwarzwurzeln, Zwiebeln, Lauch, Küchenkräuter, Kartoffeln und Rhabarber. Diese sollten nur noch sparsam gezogen und verzehrt werden. Ohne Bedenken können weiterhin Tomaten, Kürbis, Zucchini, Bohnen, Erbsen, Gurken, Zuckermais, Peperoni, Obst und Beeren angepflanzt und gegessen werden.

Der beprobte Garten befindet sich auf einer grossen Gartenfläche mit mehreren Gärten. Damit Klarheit geschaffen werden kann, ob die ganze Gartenfläche metallische Anteile beinhaltet, werden weitere Proben veranlasst.

4.3 Hauptaussagen

1. Die Böden der Hausgärten weisen deutlich höhere Belastungen auf als diejenigen der Schrebergärten.
2. Gründe für die Belastung sind: Die intensive Bewirtschaftung, die vielfältige Nutzung als Garten, Aufenthalts- oder Spielort, Brandplatz oder auch die Zufuhr von belastetem Boden bei Gartengestaltungen sowie die vielen nahe gelegenen Schadstoffquellen.
3. Der Boden der Hausgärten in Unterschächen weist in etwa gleich hohe Bodenbelastungen auf wie in den Hausgärten des Talbodens.
4. Im Garten der Kolonie in Erstfeld besteht eine Gefahr für Kinder unter elf Jahren. Diese Kinder dürfen sich nicht im Garten aufhalten. Zudem dürfen keine Pflanzen mit hohem Aufnahmevermögen von Blei gezogen werden.

5 Spielplätze

Die ausgewählten Kinderspielplätze sind alle stark frequentiert. Deshalb ist es zum Schutz der Kinder wichtig zu wissen, wie stark der Boden mit Schadstoffen belastet ist. Beim Spielen auf dem Boden gelangen Kinder direkt in Berührung mit dem Bodenmaterial. Sie essen Erde oder nehmen sie über die verschmutzten Hände und das Spielzeug durch den Mund auf.

5.1 Ergebnisse

Probe Einheit: mg/kg	VBBo				PAK	
	Pb	Cu	Zn	Cd	Summe	BaP
Schloss Rudenz ⁶ , Flüelen	174.3	71.0	211.2	0.611	-	-
Matte, Flüelen	237.5 ⁷	265.2	192.9	0.743	7.94	0.996
St. Karl, Altdorf	95.5	61.2	152.9	0.532	0.85	0.091
Höfli, Altdorf	91.0	42.7	172.3	0.574	-	-
Grundmatte, Schattdorf	30.5	34.7	93.4	0.419	-	-
Gemeinde, Erstfeld	90.7	50.9	225.0	0.718	7.89	0.76

	Messwert knapp unter Richtwert (über 80 % von Richtwert)
	Messwert über Richtwert (Blei 50, Kupfer 40, Zink 150, Cadmium 0.8, PAK Summe 1, Benzo(a)pyren 0.2)
	Messwert über Prüfwert (Blei 300, Kupfer 150, Zink 300, Cadmium 10, PAK Summe 10, Benzo(a)pyren 1)

Tabelle 9: Messwerte der nasschemischen Analyse der Spielplätze

Die Tabelle zeigt, dass alle Schwermetallwerte beim Spielplatz in der Grundmatte bei Schattdorf unterhalb des Richtwerts liegen. Demgegenüber wurden bei den anderen Spielplätzen meist deutliche Richtwertüberschreitungen bei Blei, Kupfer und Zink festgestellt. Im Boden des Spielplatzes in der Matte in Flüelen wurde sogar der Prüfwert von Kupfer überschritten und es wurden inhomogen verteilte bleihaltige Metallteile in der Bodenprobe

⁶ Bei dieser Bodenprobe handelt es sich genau genommen um Material von der Wiese direkt neben dem mit Holzschnitzeln bedeckten Spielplatz. Der Einfachheit halber wird in diesem Bericht trotzdem vom Spielplatz beim Schloss Rudenz gesprochen.

⁷ Diese Probe enthielt inhomogen verteilte metallische Anteile. Die zweite Analyse ergab einen Bleiwert von 130 mg/kg.

festgestellt. Dies ist auch der Grund, weshalb die erste Analyse einen Bleiwert von 237.5 mg/kg ergab, die zweite jedoch nur einen solchen von 130 mg/kg.

Auf drei Spielplätzen wurden die Bodenproben zusätzlich noch auf den PAK-Summenwert und Benzo(a)pyren hin analysiert. Die PAK-Werte des Spielplatzes beim St. Karl-Schulhaus in Altdorf lagen unterhalb der jeweiligen Richtwerte, die Konzentrationen der anderen beiden Spielplätze fielen jedoch erstaunlich hoch aus. Auf dem Spielplatz Matte wurde mit 0.996 mg/kg eine Benzo(a)pyren-Konzentration gemessen, die nur gering vom Prüfwert von 1 mg/kg abweicht. Diese Abweichung liegt innerhalb des Messfehlers.

5.1.1 Die Schwermetallbelastung der Spielplätze innerhalb des Altbaugebiets

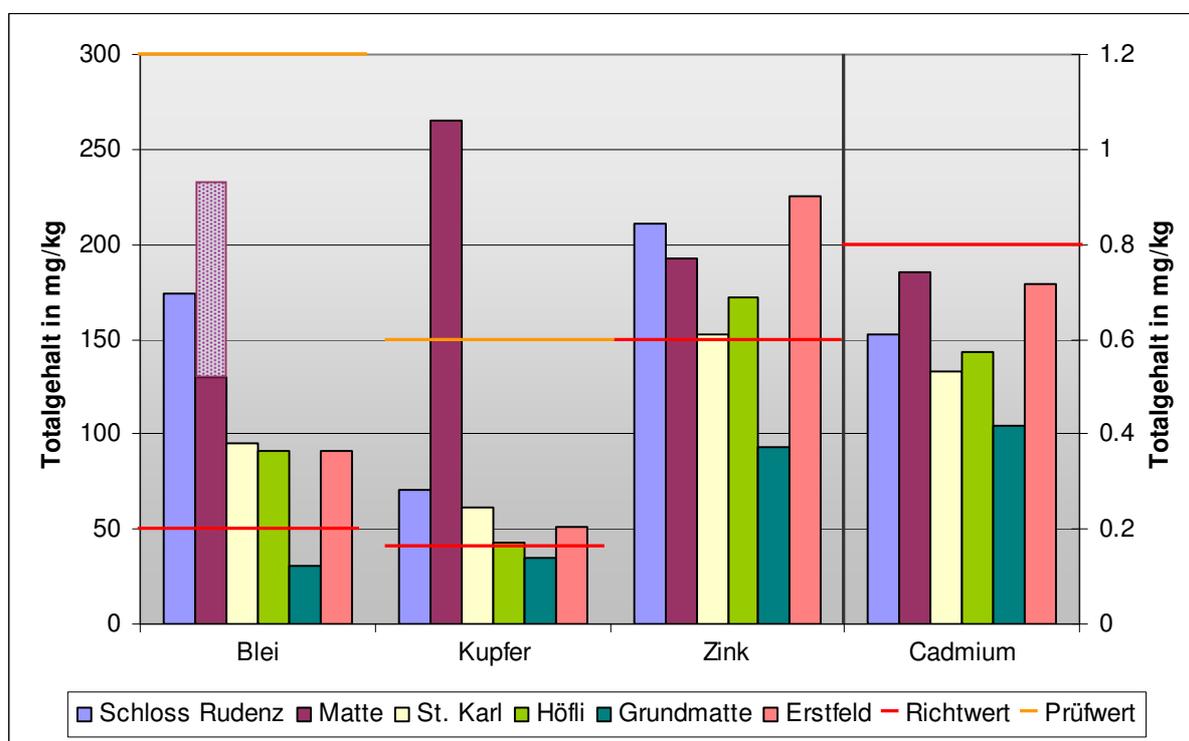


Abbildung 15: Bodenbelastung der untersuchten Spielplätze (Violett gepunktet ist die erste Messung der Bleikonzentration des Spielplatzes Matte)

Die Spielplätze sind aufgrund ihrer Lage vielen Emissionen ausgesetzt. Die beiden Spielplätze in Altdorf liegen beide mitten im Altbaugebiet. Der Spielplatz im Höfli ist zusätzlich noch industriellen Emissionsquellen ausgesetzt.

Beim Schloss Rudenz verläuft direkt neben dem Spielplatz die Hauptstrasse, auf der vor dem Bau des Flüeler Tunnels der ganze Transitverkehr der Axenstrasse durchfuhr. Vor allem in der hohen Bleikonzentration spiegelt sich dies wieder. Der Spielplatz in der Matte liegt zwar auch in der Nähe der Axenstrasse, jedoch liegt die Probefläche mehr als 35 m

vom Fahrbahnrand entfernt. Somit ist er laut den Kriterien der FvBB klar nicht mehr im Einflussbereich der Strasse, sondern nur im Altbaugbiet.

Zieht man all diese Tatsachen in die Bewertung mit ein, so sind die Belastungen auf den Plätzen in Altdorf und Flüelen immer noch verhältnismässig hoch. Vor allem beim Boden auf dem Spielplatz Matte ist die hohe Schadstoffkonzentration nicht nur mit den Emissionen der Siedlung zu erklären. Zusätzlich ist zu erwähnen, dass wenn Spielplätze errichtet werden, oft zusätzlicher Humus zugeführt wird. Es ist möglich, dass dieses zusätzliche Bodenmaterial bereits schadstoffbelastet ist und dies zu einer Belastung am neuen Standort führt. Im Sinne des Bodenschutzes ist dies unbedingt zu vermeiden. Zudem darf besonders Bodenmaterial, das auf Spielplätzen ausgetragen wird, keine Schadstoffbelastungen mit Gefährdungspotenzial für Kinder aufweisen. Vorgängige Abklärungen bei zugeführtem Bodenmaterial sind daher zwingend erforderlich. Folglich ist das Schadstoffbelastetes Bodenmaterial, das eventuell zugeführt wurde, eine mögliche Erklärung für die relativ hohen Werte der untersuchten Spielplätze in Flüelen und Altdorf.

Beim Spielplatz in Erstfeld kommen zu den Emissionen des Altbaugbiets und der Industrie zusätzlich noch die Emissionen der direkt angrenzenden Eisenbahnlinie und die Hauptstrasse hinzu. Aufgrund der vielen Emissionsquellen wurden bei diesem Spielplatz hohe Messwerte erwartet. Vergleicht man sie nun mit den Resultaten der anderen Plätze, ist der Blei- und der Kupferwert relativ tief, aber die PAK-Werte sind hoch (Abbildungen 15 und 16).

5.1.2 PAK-Belastung von drei untersuchten Spielplätzen

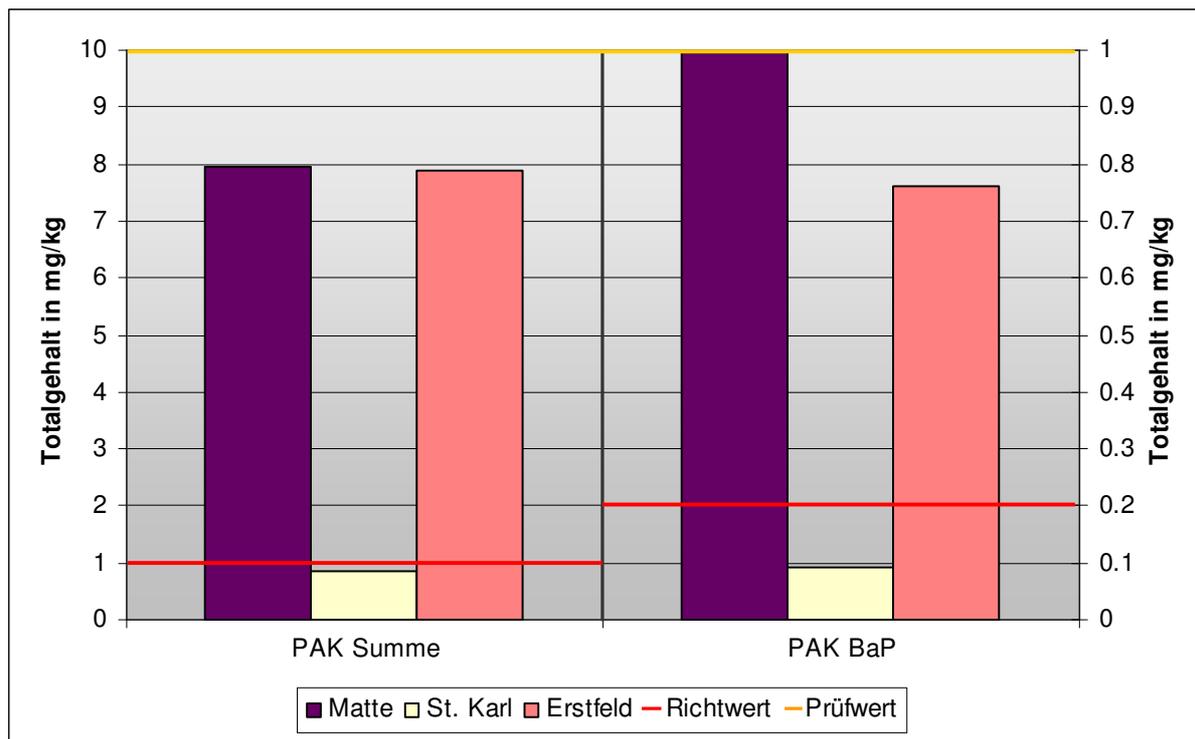


Abbildung 16: PAK-Belastung der Spielplätze Matte, St. Karl und Erstfeld

Im Vergleich zu den Messwerten beim St. Karl-Schulhaus sind die PAK-Werte in Flüelen und Erstfeld markant höher. Die Ergebnisse in Erstfeld sind mit Blick auf den Strassenverkehr, die Industrie und die direkt an den Spielplatz angrenzende Eisenbahnlinie erklärbar. Die Bahnlinie ist seit einigen Jahren mit einer Schutzwand abgetrennt und so gelangen weniger PAK auf den Platz. Dies ist eine erste gute Lösung, den Eintrag von PAK zu verringern. Der Spielplatz muss in Zukunft gut überwacht werden und die Emissionen müssen so gut als möglich vermieden werden. Es ist zu verhindern, dass die Konzentration ansteigt. Ist der Prüfwert erreicht, ist bereits eine Gefährdung von Kindern jünger als sechs Jahren, die sich mehr als zweimal pro Woche dort aufhalten, möglich.

In Flüelen sind die PAK-Werte sogar etwas höher als diejenigen in Erstfeld. Die Benzo(a)pyren-Konzentration hat mit 0.996 mg/kg praktisch den Prüfwert erreicht. Bei dieser sehr geringen Abweichung zum Prüfwert, die innerhalb des Messfehlers liegt, und unter Berücksichtigung der Kanzerogenität von Benzo(a)pyren, muss man davon ausgehen, dass eine Gefährdung möglich ist (siehe Kapitel 5.2.1). Wie die hohe PAK-Konzentration zustande kam, ist nicht abschliessend zu erklären. Es sind keine offensichtlichen Schadstoffquellen in unmittelbarer Nähe zum Spielplatz ersichtlich. Eine mögliche Erklärung könnte wiederum das zugeführte belastete Bodenmaterial sein.

5.1.3 Spielplatz Grundmatte (Schattdorf) im Vergleich mit den anderen Plätzen

Der Spielplatz in der Grundmatte in Schattdorf ist laut FvBB vermutlich unbelastet, da er in einem Gebiet liegt, dass von grösseren Immissionen befreit ist. Die Werte des Spielplatzes liegen bei allen untersuchten Schwermetallen meist deutlich unterhalb des Richtwerts. In Abbildung 15 ist zudem ersichtlich, dass die anderen untersuchten Spielplätze bei allen Schwermetallen höhere Konzentrationen aufweisen. Anhand dieser Ergebnisse lässt sich sagen, dass die Einteilung der FvBB auch in diesem Fall richtig ist.

5.2 Gefährdungsabschätzung bei den Spielplätzen

5.2.1 Prüfwertüberschreitung von Kupfer und Benzo(a)pyren auf dem Spielplatz Matte (Flüelen)

Kupfer

Beim Spielplatz in der Matte in Flüelen wurde beim Kupfer der Prüfwert überschritten. Bei Spielplätzen muss die Gefährdung bei direkter Bodenaufnahme vom Menschen überprüft werden. Wie schon im Kapitel 4.2.1 erklärt, wirkt Kupfer für den Menschen nur in hohen Mengen toxisch und ist somit in der Tabellenkalkulation des Gefährdungsbandbuchs nicht berücksichtigt. Man geht von keiner konkreten Gefährdung aus. Der Standort muss überwacht werden und es muss darauf geachtet werden, dass die Kupferkonzentration nicht ansteigt. Besonders bei Nutzungsänderungen ist Vorsicht geboten. Eine Gefährdung kann zwar für den Menschen ausgeschlossen werden, aber bei Tieren (besonders Wiederkäuern) und Pflanzen ist eine Gefährdung möglich.

Benzo(a)pyren

Nutzung pro Woche Lebensjahre	mehr als zweimal	ein- bis zweimal	weniger als einmal
bis 3.			
4. bis 6.			
7. bis 11.			
ab 12.			

	grosse Gefährdung
	mässige Gefährdung
	keine Gefährdung

Tabelle 10: Gefährdung bei direkter Bodenaufnahme für Kinder, bei einer Vegetationsbedeckung unter 75 %

Benzo(a)pyren gefährdet bei Konzentrationen von 1 mg/kg Kleinkinder. Um die Spielgeräte des Spielplatzes Matte bedeckt die Vegetation im Frühjahr weniger als 75 % des Bodens. Bei Kleinkindern bis zum 3. Lebensjahr besteht eine Gefährdung, wenn sie sich mehr als einmal pro Woche auf dem Spielplatz aufhalten. Auch Kinder vom 4. bis zum 6. Lebensjahr, die sich mehr als zweimal pro Woche auf dem Platz aufhalten, besteht eine grosse Gefährdung.

Selbst eine Begrünung des Bodens um die Spielgeräte würde nur eine kleine Verbesserung bringen. Für die oben genannten Kinder würde immer noch eine mittlere Gefährdung bestehen.

Auf dem Spielplatz Matte ist ein Ersatz des Bodens um die Spielgeräte mit unbelastetem Bodenmaterial dringend zu empfehlen.

5.3 Hauptaussagen

1. Alle Spielplätze im Altbaugbiet sind mit Blei, Kupfer und Zink belastet.
2. Der Spielplatz in der Grundmatte in Schattdorf weist keine Belastungen auf. Somit ist die Einteilung der FvBB (ausserhalb des Altbaugbiets) richtig.
3. Die Spielplätze in Erstfeld und in der Matte in Flüelen weisen hohe PAK-Konzentrationen auf.
4. In der Matte muss von einer grossen Gefährdung für Kinder unter sechs Jahren ausgegangen werden.
5. Die hohen Schadstoffbelastungen sind höchstwahrscheinlich auf unsachgemässe Zufuhr von belastetem Bodenmaterial bei der Spielplatzherstellung zurückzuführen.

6 Wiesen im Altbaugesbiet

6.1 Ergebnisse

Probe	VBBo				PAK	
	Einheit: mg/kg	Pb	Cu	Zn	Cd	Summe
Grossried, Altdorf (Einzelhof)	40.5	40.0	134.5	0.445	-	-
Turmmatt, Altdorf (Kerngebiet)	72.4	42.5	-	0.620	0.6	0.07
Winterberg, Altdorf (Kerngebiet)	71.9	38.4	-	0.510	0.7	0.06
Langgasse, Schattdorf	34.1	19.8	134.1	0.459	-	-
Leitschach, Erstfeld (Einzelhof)	46.8	41.3	125.1	0.780	-	-
Witerschwanden, Spiringen	71.1	62.8	237.6	0.542	-	-
Gotthardstrasse, Göschenen	240.8	62.8	421.0	0.598	-	-

	Messwert knapp unter Richtwert (über 80 % von Richtwert)
	Messwert über Richtwert (Blei 50, Kupfer 40, Zink 150, Cadmium 0.8, PAK Summe 1, Benzo(a)pyren 0.2)
	Messwert über Prüfwert (Blei 300, Kupfer 150, Zink 300, Cadmium 10, PAK Summe 10, Benzo(a)pyren 1)

Tabelle 11: Messwerte der nasschemischen Analyse der Wiesenflächen

Insgesamt betrachtet, sind die Wiesenflächen vor allem mit Blei und Kupfer belastet. Die Bleikonzentration wurde bei zwei Proben knapp unter und bei vier Bodenproben über dem Richtwert gemessen. Zudem sind fünf der untersuchten Flächen schwach mit Kupfer belastet. Es sind zwar nur zwei Wiesen mit Zink belastet, jedoch sind diese Belastungen hoch. In Spiringen liegt die Zinkkonzentration klar über dem Richtwert und in Göschenen sogar deutlich über dem Prüfwert. Auch die drei anderen Standorte weisen Zinkkonzentrationen nur knapp unter dem Richtwert auf. Die Messwerte für Cadmium liegen bei allen Wiesen unter dem Richtwert. In Erstfeld wurde aber eine Konzentration knapp unter dem Richtwert festgestellt.

Bei den Wiesen in der Turmmatt und im Winterberg wurden die PAK-Konzentrationen gemessen. Die Werte des PAK-Summenwerts sowie von Benzo(a)pyren sind gering und deutlich unterhalb des jeweiligen Richtwerts.

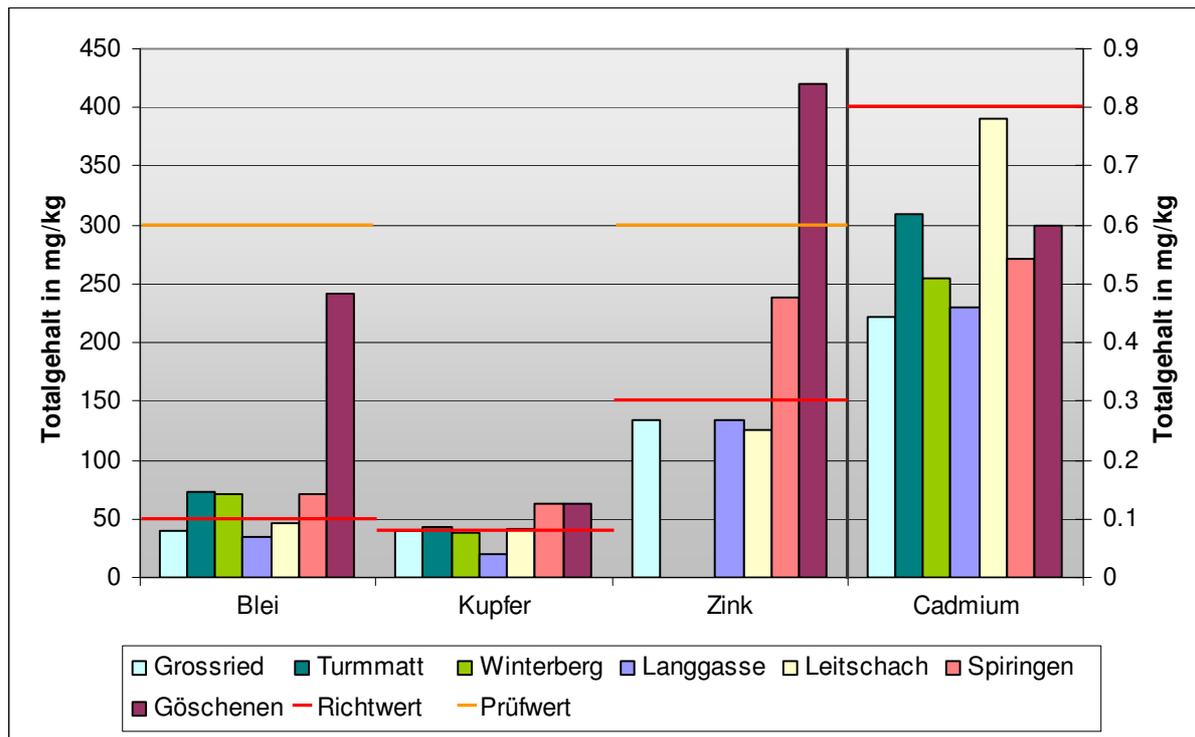


Abbildung 17: Schwermetallbelastung der Wiesen im Altbauggebiet

6.1.1 Vergleich der Wiesen in den Gemeinden des unteren Reusstals

Vergleicht man die Bleikonzentrationen der Wiesen im Talboden miteinander, so stellt man fest, dass die Wiesen um die Einzelhöfe Grossried und Leitschach sowie das Haus an der Langgasse weniger belastet sind als die zwei Flächen im Kerngebiet von Altdorf. Die beiden Wiesen in Altdorf wurden wahrscheinlich vor allem durch den Verkehr und den Staub, der von den Menschen aufgewirbelt wurde, belastet. Diese Schadstoffquellen sind in den anderen drei Standorten weniger vorhanden. Bei den Kupferkonzentrationen sieht man bei den meisten Standorten keine klaren Unterschiede. Was hier auffällt, ist die tiefe Konzentration in der Langgasse. Bei den Einzelhöfen Grossried und Leitschach wurde Kupfer durch die landwirtschaftliche Nutzung eingetragen. Im Kerngebiet von Altdorf sind verschiedene Einflüsse des Siedlungsgebiets für den Eintrag verantwortlich. Da das Haus an der Langgasse ausserhalb des Kerngebiets von Schattdorf liegt, sind keine grossen Siedlungseinflüsse als Schadstoffquellen vorhanden. Auch die Landwirtschaft stellt hier keine Schadstoffquelle dar.

Die Zink- und Cadmiumkonzentrationen unterscheiden sich wiederum nicht markant. Die beiden Wiesen im Winterberg und der Turmmatt wurden in einer Untersuchung im Jahr 2002 beprobt. Damals wurde die Zinkkonzentration nicht gemessen.

Bei den Flächen in der Turmmatt und im Winterberg geht man davon aus, dass PAK nur über die Luft von eher weiter entfernten Quellen eingetragen wird. Denn direkter Ascheaustrag als Düngemittel oder Abgase einer nahe gelegenen Strasse (weniger als 10 m entfernt) kommen hier nicht als PAK-Quellen in Frage. Die untersuchten Probestandorte mit hohen PAK-Werten liegen in dieser Untersuchung entweder direkt neben der Eisenbahnlinie (Spielplatz Erstfeld) oder die hohen PAK-Konzentrationen lassen sich durch den direkten Eintrag durch Asche erklären (Hausgärten). Daraus kann man schliessen, dass hohe PAK-Belastungen vorwiegend durch Asche oder direkt angrenzenden Strassen- oder Eisenbahnverkehr zu Stande kommen.

Generell lässt sich sagen, dass sich die Flächen im Kerngebiet von Altdorf vor allem bei der Bleibelastung stark von den drei Standorten abseits des Dorfkerns unterscheiden.

6.1.2 Schadstoffbelastung der Wiese in Göschenen

In der Wiese in Göschenen haben sich viele Schwermetalle angereichert. Besonders die Blei- und die Zinkkonzentration sind alarmierend. Der Bleiwert liegt zwar unter dem Prüfwert für Wiesen mit direkter Bodenaufnahme, bei einer Nutzung als Garten wäre der Prüfwert jedoch auf 200 mg/kg angesetzt und somit wäre beim Nahrungspflanzenanbau eine Gefährdung nicht ausgeschlossen. Bei einer Umnutzung dieser Fläche ist deshalb besondere Vorsicht geboten.

Der Zinkwert liegt über dem Prüfwert. Da aber, wie schon in Kapitel 4.2.2 erwähnt, Zink für den Menschen nur in hohen Mengen giftig ist, besteht keine konkrete Gefährdung für den Menschen.

Zieht man die Geschichte dieses Standorts mit ein, so lassen sich diese hohen Werte erklären. Über Jahrzehnte hinweg wurde die jetzige Wiese als Auslauf für Hühner verwendet. Es ist, wie schon bei den Hausgärten erwähnt, allgemein bekannt, dass besonders Hühnermist hohe Nährstoff- und Schwermetallanteile besitzt.

Mit Blick auf die Hühnerhaltung ist diese Wiese genau genommen kein ideales Beispiel für eine Wiese im Altbaugesbiet. Jedoch zeigt dieser Fall auf, dass durch heute nicht mehr sichtbare Nutzungen hohe Schadstoffbelastungen in die Böden des Altbaugesbiets gelangt sein könnten. Ist die frühere Nutzung einer Fläche im Altbaugesbiet nicht bekannt, sind Bodenuntersuchungen vor einer Umnutzung sehr wichtig.

6.1.3 Vergleich der Wiesen in höheren Lagen mit denjenigen im Talboden

Betrachtet man alle Bodenproben der Wiesen zusammen, so stellt man fest, dass die Werte der höher gelegenen Standorte im Vergleich mit den Orten im unteren Reusstal gleich hohe oder sogar höhere Konzentrationen aufweisen. Wie im vorherigen Kapitel beschrieben, ist

der Standort in Göschenen durch die langjährige Hühnerhaltung stark belastet. Jedoch lassen sich die Blei-, Kupfer- sowie die Cadmiumkonzentrationen nicht nur durch die Hühner erklären. Sicher haben auch andere Aktivitäten der Menschen zu Einträgen von Schadstoffen gesorgt.

Auch die Wiese in Spiringen weist erstaunlich hohe Schwermetallkonzentrationen auf. Die Bleikonzentration ist etwa gleich hoch wie diejenigen in der Kernzone von Altdorf. Zwar liegt die Klausenstrasse als eine Schadstoffquelle relativ nahe, aber nur durch diesen Emittenten lassen sich die hohen Werte nicht erklären. Früher lag an diesem Standort ein Garten. Höchstwahrscheinlich wurden während der Bewirtschaftung die Schwermetalle in den Boden eingetragen.

6.2 Hauptaussagen

1. Die Bleibelastung des Bodens im Kerngebiet von Altdorf ist wesentlich höher als diejenige von den abgelegenen Standorten im unteren Reusstal.
2. Die Wiese in Göschenen zeigt auf, dass Wiesen im Altbaugesbiet sehr hohe Schwermetallbelastungen aufweisen können und dass die Kenntnis über die Vornutzung sehr wichtig ist.
3. Im Vergleich zu den Standorten im Talboden weisen die Wiesen in höheren Lagen ebenso hohe oder höhere Schwermetallwerte auf.

7 Rebberge

7.1 Ergebnisse

Probe Einheit: mg/kg	VBBo			
	Pb	Cu	Zn	Cd
Rosenberg, Altdorf	78.9	58.2	99.0	0.364
Brickermatte neu, Altdorf	86.3	98.3	249.8	0.836
Brickermatte alt, Altdorf	88.1	115.3	217.7	0.844
Hirzenboden, Bürglen	95.8 ⁸	60.8	151.1	0.529

	Messwert knapp unter Richtwert (über 80 % von Richtwert)
	Messwert über Richtwert (Blei 50, Kupfer 40, Zink 150, Cadmium 0.8)
	Messwert über Prüfwert (Blei 200, Kupfer 150, Zink 300, Cadmium 2)

Tabelle 12: Messwerte der nasschemischen Analyse der Rebberge

Bei allen Rebbergen gibt es Richtwertüberschreitungen. Die beiden Bodenproben in der Brickermatte weisen bei allen untersuchten Schwermetallen Konzentrationen über dem Richtwert auf. Beim Rebberg Rosenberg ist der Boden schwach mit Blei und Kupfer belastet. Die Schwermetallbelastung beim Zink und Cadmium ist weit unterhalb des Richtwerts. Im Hirzenboden ist der Boden schwach mit Kupfer und Zink belastet. Zudem wurden in der Bodenprobe inhomogen verteilte Bleiteile gefunden. Dies führte dazu, dass die erste Messung einen Bleiwert von 95.8 mg/kg ergab. Bei einer Kontrollmessung resultierte mit 43 mg/kg eine Konzentration knapp unter dem Richtwert.

7.1.1 Vergleich aller Rebberge

Zur Bekämpfung von Pilzkrankheiten und Schädlingen werden im Rebbau kupferhaltige Pflanzenschutzmittel eingesetzt. Deshalb ist es nicht verwunderlich, dass die Kupferkonzentrationen der Böden bei allen Rebbergen über dem Richtwert liegen. Vergleicht man jedoch die Resultate mit anderen Untersuchungen in Rebbergen, so sind die gemessenen Konzentrationen sehr gering. Diese grossen Unterschiede sind vor allem darauf zurück zu führen, dass die untersuchten Rebberge im Kanton Uri erst seit wenigen Jahrzehnten bewirtschaftet werden. Denn vor allem in den 1930er Jahren wurden in den Rebbaugebieten maximale

⁸ Diese Probe enthielt inhomogen verteilte Bleiteile. Die erste Analyse ergab einen Bleiwert von 43 mg/kg.

Mengen von 50 kg Kupfer pro Hektare und Jahr eingesetzt. Heute werden noch ca. 3 kg Kupfer pro Hektare verwendet.

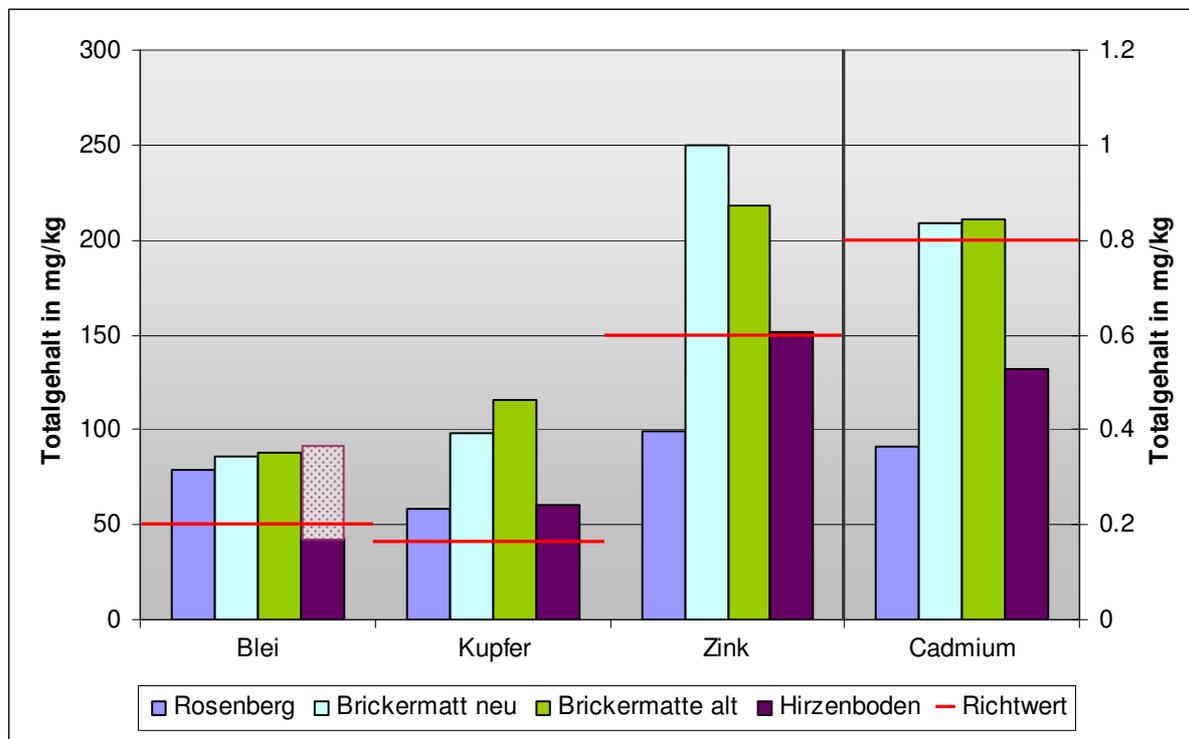


Abbildung 18: Bodenbelastung der Rebberge (Violett gepunktet ist die erste Messung der Bleikonzentration im Hirzenboden)

Betrachtet man die Abbildung 18, fällt auf, dass die Messwerte der beiden Bodenproben in der Brickermatte bei allen Schwermetallen am höchsten sind. Vor der Nutzung als Rebberg diente die gesamte Fläche lange Zeit als Garten. Durch Düngen mit Kompost, Mist oder Klärschlamm gelangten in den vielen Jahren Schadstoffe in den Boden. Durch diese Vornutzung waren die Böden wahrscheinlich schon vorher belastet. Die Flächen der beiden anderen Rebberge wurden vor der jetzigen Nutzung nicht intensiv genutzt. Deshalb wurden nur geringe Mengen an Schadstoffen durch menschliche Aktivitäten in den Boden eingetragen. Der Rebberg im Rosenberg besteht seit acht Jahren. Vor der Pflanzung der Reben wurde auf diesem Gebiet Humus zugeführt. Beachtet man das Alter sowie die Tatsache des zugeführten Bodens, lassen sich die tiefen Belastungen im Verhältnis zu den anderen Rebbergen erklären.

Der Boden im Hirzenboden enthält bleihaltige Metallteile. Diese Metallstücke stammen vom nahen Kugelfang der Schiessanlage von Bürglen. Solche Beobachtungen sind aus anderen Schadstoffuntersuchungen in der Nähe von Schiessanlagen bereits bekannt.

7.1.2 Vergleich der beiden Bodenproben in der Brickermatte

Im Rebberg bei der Brickermatte wurden zwei Bodenproben entnommen. Da die Fläche des Rebbergs vor rund 10 Jahren erweitert wurde, werden auf den beiden unterschiedlich alten Teilflächen nicht dieselben Schadstoffwerte erwartet.

Die Messwerte der beiden Bodenproben der Brickermatte unterscheiden sich beim Kupfer und Zink merklich voneinander. Die Blei- und Cadmiumwerte unterscheiden sich jedoch kaum voneinander. Der jüngere Rebbergteil weist zwar tiefere Kupferkonzentrationen auf, jedoch sind die Werte für Zink höher. Bei der langjährigen Nutzung als Rebberg wurden wahrscheinlich zur Bekämpfung von Pilzkrankheiten, wie dem falschen Mehltau, mehrmals kupferhaltige Pflanzenschutzmittel auf dem älteren Teil eingesetzt. Auf dem jüngeren Teil des Rebbergs wurden sicherlich auch solche Mittel eingesetzt, aber noch nicht so häufig. Zusätzlich ist zu beachten, dass in jüngerer Zeit eher konservativer mit Pflanzenschutzmitteln umgegangen wird und somit auch weniger Kupfer in den Boden gelangen konnte. Der höhere Zinkwert lässt sich dadurch erklären, dass die jüngere Rebbergfläche bis vor 10 Jahren als Garten genutzt wurde. Durch Klärschlamm, Mist oder Kompost gelangte Zink in den Boden der Gärten. Auf dem älteren Rebbergteil werden schon fast 40 Jahre keine derartigen Dünger eingesetzt.

7.2 Hauptaussagen

1. Kupferhaltige Pflanzenschutzmittel führten auf allen Rebbergen zu schwachen Kupferbelastungen.
2. In den Bodenproben der Brickermatte wurden bei allen Schwermetallen Richtwertüberschreitungen gemessen. Die Belastungen stammen mehrheitlich von der Vornutzung als Garten.

8 Schlussfolgerung

Die vorliegenden Schadstoffuntersuchungen sollten einen Einblick in die Belastungssituation von exponierten und sensiblen Gebieten des Kantons Uri geben. Anhand der insgesamt 45 beprobten Standorte konnte nicht nur die Situation im grössten Siedlungsraum zwischen Erstfeld und Flüelen, sondern auch diejenige in einzelnen Berggemeinden betrachtet werden. Die Analysen zeigen, dass sich starke Belastungen nicht nur auf grosse Siedlungsgebiete beschränken, sondern auch kleine abgelegene Gebiete Schadstoffe im Boden aufweisen können. Hohe Bodenbelastungen entstehen oft durch direkten Eintrag eines Schadstoffs bei intensiver Bewirtschaftung. Je nach Bewirtschaftung sind so nicht selten zwei direkt aneinander grenzende Bodenflächen unterschiedlich belastet.

Weiter haben die Untersuchungen gezeigt, dass die Flächen mit vermuteten Bodenbelastungen (FvBB) richtig klassiert wurden. Wie die Untersuchungen aber auch gezeigt haben, gibt es immer wieder Flächen, die in der FvBB als vermutlich belastet klassiert sind und in Wirklichkeit keine Belastungen aufweisen. So wurde der Schrebergarten in Attinghausen als vermutlich belastet klassiert, effektiv wurden aber keine Messwerte über dem Richtwert gemessen.

Die vorliegenden Ergebnisse bieten zusammen mit der FvBB eine gute Grundlage für eine einheitliche Strategie der kantonalen und der kommunalen Verwaltungen im Umgang mit vermutlich belastetem Boden. Anhand der FvBB können bei Baugesuchen vermutliche Bodenbelastungen einfach erkannt werden und falls nötig Bodenanalysen angefordert werden. Bei grösseren Bodenverschiebungen sind neben der Abklärung über die FvBB immer Schadstoffanalysen erforderlich. So können unsachgemässe Bodenverschiebungen effektiver vermieden werden.

Massnahmen für eine nachhaltige Nutzung des Bodens sind aber nicht nur auf Seiten der Behörden nötig. Auch bei den Privatpersonen muss das Wissen und Bewusstsein über anthropogen verursachte Bodenbelastungen gefördert werden. Im Umgang mit den Bewirtschaftern, Grundeigentümern oder Passanten von Standorten hat sich immer wieder gezeigt, welcher Handlungsbedarf im Hinblick auf die nachhaltige Bodennutzung noch besteht. Vielen ist es gar nicht bewusst, dass sie mit ihrem alltäglichen Handeln auch zu Schadstoffeinträgen in den Boden beitragen. So ist zum Beispiel manchem Autofahrer nicht klar, dass der Strassenverkehr nicht nur die Luft, sondern auch den Boden verschmutzt. Zudem wissen viele Gartenbewirtschaftler gar nicht, wie viele Schadstoffe sie mit ihren Kompost- oder Mistgaben dem Boden zuführen. Nicht bekannt ist auch, dass Boden meist irreversibel verschmutzt wird und sich die Schadstoffe nicht abbauen oder auswaschen lassen.

Für einen vorsorglichen Umgang mit dem Boden ist das Bewusstsein dieser und anderer Tatsachen wichtig.

9 Quellen

Zitierte Quellen:

AMT FÜR UMWELTSCHUTZ URI (2000): Bodenschutzkonzept. AfU Uri, Altdorf.

BUNDESAMT FÜR UMWELT, WALD UND LANDSCHAFT (BUWAL) (2001): Erläuterungen zur Verordnung vom 1. Juli 1998 über Belastungen des Bodens (VBBo). Vollzug Umwelt, Abteilung Recht und Abteilung Stoffe, Boden Biotechnologie des BUWAL, Bern.

DASSELBE: (BUWAL) (2002) Handbuch, Gefährdungsabschätzung und Massnahmen bei schadstoffbelasteten Böden, Bern.

ETTLIN FELIX (2008): Bodenbelastung im Bereich von Familiengärten im Kanton Luzern, Sachbericht. Amt für Umwelt und Energie (UWE), Luzern.

MAILÄNDER REINER A., HÄMMANN MARKUS (2005): Gefährdungsabschätzung und Massnahmen bei schadstoffbelasteten Böden, Handbuch Gefährdungsabschätzung Boden. Vollzug Umwelt, Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft (BUWAL), Bern.

REICHARD PETRA U., PAPRITZ ANDREAS (2007): Qualitative Abschätzung der Bodenbelastung in Kleingärten, Fachbericht zum TUSEC-IP-Projekt (Koordination Schweiz). Institut für terrestrische Ökosysteme, ETH Zürich, Zürich.

REICHARD PETRA U., PAPRITZ ANDREAS (2007): Benutzerleitfaden, Anleitung zur Benutzung der optimierten Prognosemethode für die qualitative Abschätzung von Bodenbelastungen in Kleingärten. Institut für terrestrische Ökosysteme, ETH Zürich, Zürich.

VBBo (1998): Verordnung vom 1. Juli über Belastungen des Bodens, SR 814.12.

USG (1983): Bundesgesetz über den Umweltschutz vom 7. Oktober, SR 814.01

Nicht zitierte Quellen:

AFFOLTER, RETO (1998): Schadstoffbelastung von Hausgärten in der Stadt Olten, Volkswirtschaftsdepartement des Kantons Solothurn. Amt für Umweltschutz, Abteilung Bodenschutz, Bericht Nr. 20, Solothurn.

BUNDESAMT FÜR GESUNDHEIT (BAG) (2008): Factsheet Polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe. Bern.

HERRMAN, ANDRÉ (2008): Angewandte Analytik - Ausgewählte Probleme der Umwelt- und Lebensmittelanalytik. Gesundheitsdepartement Basel-Stadt, Bereich Gesundheitsschutz, Basel.

HEYMANN URSULA, ROSENKE DIETMAR (2008) : Bodenschutz in Hannovers Kleingärten, Landeshauptstadt Hannover, Fachbereich Umwelt und Stadtgrün, Hannover.

MEYER, JÖRG (2009): XRF Flächen-Screen für Schwermetalle im Oberboden. Niutec AG, Labor für Industrie und Umwelt, Winterthur.

10 Abkürzungsverzeichnis

AfU	Amt für Umweltschutz Uri
Art.	Artikel
BAFU	Bundesamt für Umwelt
BUWAL	Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft
Cd	Cadium
cm	Zentimeter
Cu	Kupfer
DTV	durchschnittlicher täglicher Verkehr
FvBB	Flächen mit vermuteten Bodenbelastung
HG	Hausgarten
KAK _{eff}	Kalkgehalt und die effektive Kationenaustauschkapazität
kbS	Kataster der belasteten Standorte
kg	Kilogramm
PAK	Polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe
Pb	Blei
pH	Pondus hydrogenii
RB	Rebberg
SG	Schrebergarten
SP	Spielplatz
USG	Bundesgesetz über den Umweltschutz vom 7. Oktober 1983, SR 814.01
VBo	Verordnung über die Belastung des Bodens vom 1. Juli 1998, SR 814.12
W	Wiese
XRF	X-ray fluorescence spectroscopy
Zn	Zink

11 Abbildungen und Tabellen

11.1 Abbildungen

Abbildung 1: Bodenschutzkonzept Schweiz (BUWAL, 2001).....	8
Abbildung 2: Übersichtskarte der Probestandorte in der Umgebung Altdorf	12
Abbildung 3: Übersichtskarte der Probestandorte in Erstfeld.....	13
Abbildung 4: Übersichtskarte der Probestandorte in Göschenen und im Schächental.....	13
Abbildung 5: Bodenbelastung von Blei in den Schrebergartenparzellen	13
Abbildung 6: Bodenbelastung von Kupfer in den Schrebergartenparzellen	13
Abbildung 7: Bodenbelastung von Zink in den Schrebergartenparzellen	13
Abbildung 8: Bodenbelastung von Cadmium, Summe der 16 PAK-Leitverbindungen und Benzo(a)pyren in den Schrebergartenparzellen.....	13
Abbildung 9: Vergleich der Parzellen im Schrebergarten in Schattdorf mit drei Flächen direkt neben dem Areal.....	13
Abbildung 10: Vergleich der Messwerte von Blei mit der VBBo-Analyse und der XRF-Labormethode	13
Abbildung 11: Vergleich der Messwerte von Kupfer mit der VBBo-Analyse und der XRF-Labormethode	13
Abbildung 12: Vergleich der Messwerte von Zink mit der VBBo-Analyse und der XRF-Labormethode	13
Abbildung 13: Bodenbelastung von Blei, Kupfer und Zink der Hausgärten.....	13
Abbildung 14: Bodenbelastung von den 16 Leitverbindungen von PAK, Benzo(a)pyren und Cadmium der Hausgärten.....	13
Abbildung 15: Bodenbelastung der untersuchten Spielplätze	13
Abbildung 16: PAK-Belastung der Spielplätze Matte, St. Karl und Erstfeld.....	13
Abbildung 17: Schwermetallbelastung der Wiesen im Altbauggebiet.....	13
Abbildung 18: Bodenbelastung der Rebberge	13

11.2 Tabellen

Tabelle 1: Quellen der verschiedenen Schadstoffe und ihre Eintragswege	6
Tabelle 2: Standorte der Probenahmen, die Grösse der Beprobung und die Analyseart	13
Tabelle 3: Zuordnung von Gefährdungskategorien zu Belastungen (Mailänder & Hämman, 2005).....	13
Tabelle 4: Zuordnung von Massnahmen zu Gefährdungskategorien (Mailänder & Hämman, 2005).....	13

Tabelle 5:	Messwerte der nasschemischen Analyse und der XRF-Labormethode der Schrebergärten.....	13
Tabelle 6:	Abschätzung der Prüfwertüberschreitung der untersuchten Schrebergärten .	13
Tabelle 7:	Messwerte der nasschemischen Analyse der Hausgärten.....	13
Tabelle 8:	Gefährdung bei direkter Bodenaufnahme für Kinder, bei einer Vegetationsbedeckung unter 75 %	13
Tabelle 9:	Messwerte der nasschemischen Analyse der Spielplätze	13
Tabelle 10:	Gefährdung bei direkter Bodenaufnahme für Kinder, bei einer Vegetationsbedeckung unter 75 %	13
Tabelle 11:	Messwerte der nasschemischen Analyse der Wiesenflächen	13
Tabelle 12:	Messwerte der nasschemischen Analyse der Rebberge.....	13

Anhang 1: Tabelle der Analysenresultate

Standort	Element Methode Einheit	Pb	Cu	Zn	Cd	Pb	Cu	Zn	PAK BaP	PAK	pH Wert	Humus	Org.	Ton	Schluff
		VBBo mg/kg TS	VBBo mg/kg TS	VBBo mg/kg TS	VBBo mg/kg TS	XRF mg/kg TS	XRF mg/kg TS	XRF mg/kg TS	GC-MS mg/kg TS	GC-MS mg/kg TS	CaCl2 -	%	%	%	%
SG_Er 1		47.1	33.6	134.1	0.597	-	-	-	0.041	0.46	-	-	-	-	-
SG_Er 2		-	-	-	-	50.6	38.7	151.5	-	-	-	-	-	-	-
SG_Er 3		-	-	-	-	61.9	39.9	162.1	-	-	-	-	-	-	-
SG_Er 4		-	-	-	-	43.3	35.2	134.9	-	-	-	-	-	-	-
SG_Er 5		54.6	42.5	159.0	0.508	55.7	49.6	180.5	0.098	1.05	-	-	-	-	-
SG_Sc 1		28.6	37.1	96.6	0.370	-	-	-	0.028	0.33	-	-	-	-	-
SG_Sc 2		-	-	-	-	35.1	42.6	103.7	-	-	-	-	-	-	-
SG_Sc 3		-	-	-	-	36.0	44.1	110.3	-	-	-	-	-	-	-
SG_Sc 4		-	-	-	-	43.9	39.9	118.5	-	-	-	-	-	-	-
SG_Sc 5		34.3	24.7	93.1	0.345	38.4	33.2	119.0	0.035	0.36	-	-	-	-	-
SG_Sc ref		27.6	20.8	91.0	0.352	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
SG_Sc_ref 2		45.3	45.5	112.6	0.445	-	-	-	0.07	0.67	-	-	-	-	-
SG_Sc_ref 3		26.2	21.5	100.3	0.387	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
SG_At 1		33.7	27.6	101.8	0.410	-	-	-	0.013	0.15	-	-	-	-	-
SG_At 2		-	-	-	-	40.7	30.1	114.7	-	-	-	-	-	-	-
SG_At 3		-	-	-	-	31.2	31.2	130.1	-	-	-	-	-	-	-
SG_At 4		-	-	-	-	34.6	39.2	127.9	-	-	-	-	-	-	-
SG_At 5		41.2	27.5	114.1	0.398	43.7	33.0	137.3	0.014	0.15	-	-	-	-	-
SG_FI 1		34.9	28.1	112.9	0.418	-	-	-	0.045	0.46	-	-	-	-	-
SG_FI 2		-	-	-	-	46.0	33.9	141.5	-	-	-	-	-	-	-
SG_FI 3		-	-	-	-	60.7	35.7	144.0	-	-	-	-	-	-	-

SG_FI 4		-	-	-	-	44.0	33.7	123.9	-	-	-	-	-	-	-
SG_FI 5		48.4	29.6	255.7	0.506	51.1	39.7	175.0	0.049	0.58	-	-	-	-	-
HG 1	Pfarrhaus, Flüelen	81.1	32.4	172.8	0.374	-	-	-	0.35	3.24	-	-	-	-	-
HG 2	Hagenstrasse, Altdorf	94.3	171.0	278.3	0.904	-	-	-	0.84	8.21	-	-	-	-	-
HG 3	Wyerstrasse, Schattdorf	93.8	71.8	252.6	0.846	-	-	-	0.075	0.83	-	-	-	-	-
HG 4	Albenschitt, Attinghausen	66.6	67.3	365.4	0.882	-	-	-	0.093	1.11	6.4	6.46	3.74	23.4	34.1
HG 5	Kolonie, Erstfeld	666.1 / 68	78.1	218.6	1.029	-	-	-	0.04	0.48	-	-	-	-	-
HG 6	Klausenstr., Unterschächen	41.4	34.6	108.7	0.468	-	-	-	0.019	0.18	-	-	-	-	-
HG 7	Dorf, Unterschächen	99.2	71.0	232.0	0.756	-	-	-	0.198	2.11	-	-	-	-	-
RB 1	Rosenberg, Altdorf	78.9	58.2	99.0	0.364	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
RB 2	Brickermatte neu, Altdorf	86.3	98.3	249.8	0.836	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
RB 3	Brickermatte alt, Altdorf	88.1	115.3	217.7	0.844	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
RB 4	Hirzenboden, Bürglen	95.8 / 43	60.8	151.1	0.529	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
SP 1	Schloss Rudenz, Flüelen	174.3	71.0	211.2	0.611	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
SP 2	St. Karl, Altdorf	95.5	61.2	152.9	0.532	-	-	-	0.091	0.85	-	-	-	-	-
SP 3	Höfli, Altdorf	91.0	42.7	172.3	0.574	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
SP 4	Grundmatte, Schattdorf	30.5	34.7	93.4	0.419	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
SP 5	Gemeinde, Erstfeld	90.7	50.9	225.0	0.718	-	-	-	0.76	7.89	-	-	-	-	-
SP 6	Matte, Flüelen	237.5/130	265.2	192.9	0.743	-	-	-	0.996	7.94	-	-	-	-	-
W1	Grossried, Altdorf	40.5	40.0	134.5	0.445	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
W2	Langgasse, Schattdorf	34.1	19.8	134.1	0.459	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
W3	Leitschach, Erstfeld	46.8	41.3	125.1	0.780	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
W4	Witerschwenden, Spiringen	71.1	62.8	237.6	0.542	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
W5	Gotthardstr., Göschenen	240.8	62.8	421.0	0.598	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

	Messwert knapp unter Richtwert (über 80% von Richtwert)
	Messwert über Richtwert (Blei 50, Kupfer 40, Zink 150, Cadmium 0.8, PAK Summe 1, Benzo(a)pyren 0.2)
	Messwert über Prüfwert (Blei 200 / 300 (Spielplatz), Kupfer 150, Zink 300, Cadmium 2 / 10 (Spielplatz), PAK Summe 10 / 20 (Nahrungspflanzenanbau), Benzo(a)pyren 1 / 2 (Nahrungspflanzenanbau))

Anhang 2: Fotos der Probestandorte

Schrebergarten Erstfeld, Parzellen 1- 5



Schrebergarten Schattdorf, Parzellen 1- 5



Schrebergarten Attinghausen, Parzellen 1- 5



Schrebergarten Flüelen, Parzellen 1- 5



Referenzen 1- 3, Schrebergarten Schattdorf



Hausgärten



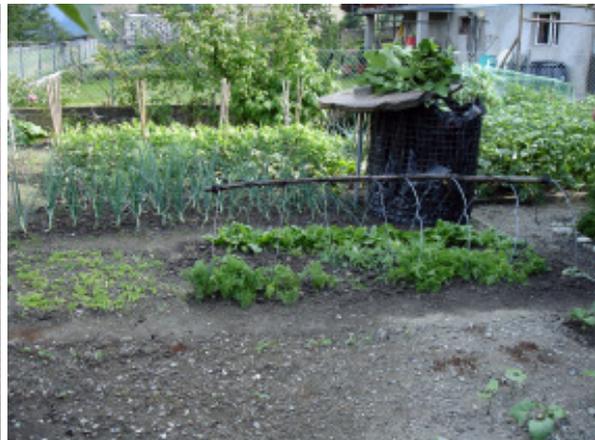
Pfarrhaus, Flüelen



Hagenstrasse, Altdorf



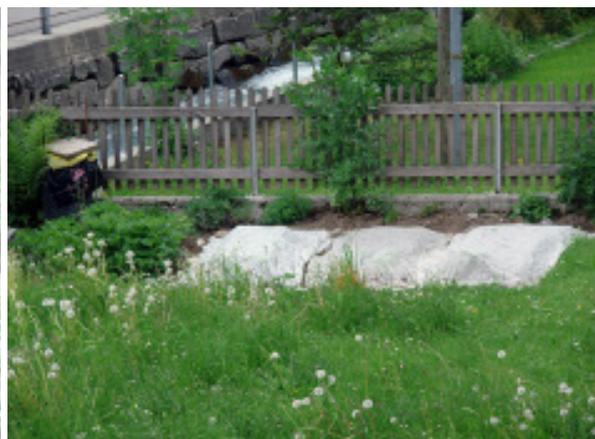
Wyerstrasse, Schattdorf



Albenschitt, Attinghausen



Kolonie, Erstfeld



Klausenstrasse, Unterschächen



Dorf, Unterschächen

Rebberge



Rosenberg, Altdorf



Brickermatte (neuer Teil), Altdorf



Brickermatte (alter Teil), Altdorf



Hirzenboden, Bürglen

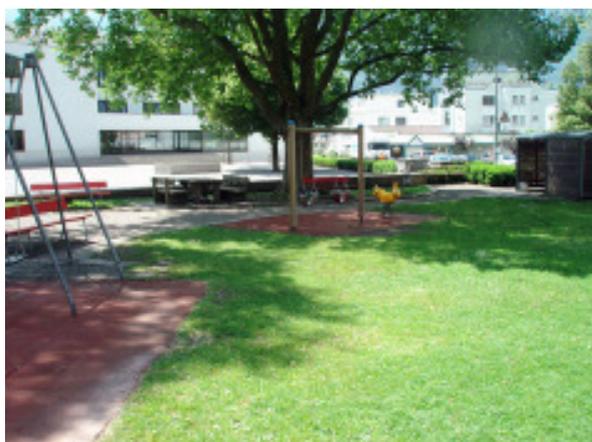
Spielplätze



Schloss Rudenz, Flüelen



Matte, Flüelen



St. Karl, Altdorf



Höfli, Altdorf



Grundmatte, Schattdorf



Gemeinde, Erstfeld

Wiesen



Grossried, Altdorf



Langgasse, Schattdorf



Leitschach, Erstfeld



Witerschwenden, Spiringen



Gotthardstrasse, Göschenen