



Bodenanalysen in der Stadt Freiburg, 2011–2016

Zusammenfassung der Ergebnisse

Dezember 2017



ETAT DE FRIBOURG
STAAT FREIBURG

Service de l'environnement SEn
Amt für Umwelt AfU

Direction de l'aménagement, de l'environnement et des constructions **DAEC**
Raumplanungs-, Umwelt- und Baudirektion **RUBD**

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	3	4	Schlussfolgerungen	10
2	Analysen 2011–2016	4	5	Weitere Informationen	11
2.1	Ergebnisse	4			
2.2	Quellen der Bodenbelastung	4			
2.3	Karte mit den Ergebnissen der Analysen von 2011 bis 2016	6			
3	Problematische Schadstoffe und Wirkungspfade	7			
3.1	Blei (Pb)	7			
3.2	Quecksilber (Hg)	7			
3.3	Andere Schadstoffe	7			
3.4	Wirkungspfade	8			

1 Einleitung



Nach Artikel 4 der Bundesverordnung über Belastungen des Bodens ([VBBo](#)) müssen die Kantone in den Gebieten, in denen feststeht oder zu erwarten ist, dass Belastungen des Bodens die Bodenfruchtbarkeit gefährden, für eine Überwachung der Bodenbelastung sorgen. Besonders in den Siedlungsgebieten haben sich seit Jahrzehnten Schadstoffe angesammelt. Eine zu hohe Konzentration dieser Schadstoffe im Boden kann die Gesundheit von Menschen, Tieren und Pflanzen gefährden.

Was versteht man unter «Boden»?

Das Bundesgesetz über den Umweltschutz (USG) definiert den Boden als die oberste, unversiegelte Erdschicht, in der Pflanzen wachsen können. Der Boden ist rund 1 m tief und besteht aus dem Ober- und dem Unterboden. Der Oberboden hat in der Regel Mächtigkeiten von 20 bis 30 cm. Die verschiedenen Schichten unterscheiden sich in der Farbe, haben verschiedene Eigenschaften und erfüllen spezifische Funktionen.

FRIBO

Seit 1987 gibt es das landwirtschaftliche Bodenbeobachtungsnetz [FRIBO](#). Dieses Netz wurde zwischen 2004 und 2006 durch ein urbanes Bodenbeobachtungsnetz ergänzt. Das urbane Netz umfasst 53 Standorte in 8 Agglomerationen, die regelmässig überprüft werden. Dadurch war es möglich, den Zustand der Böden sensibler Standorte zu kennen und die diffuse Verschmutzung zu beurteilen. Die Untersuchung der Familiengärten und Kinderspielflächen war dabei prioritär. Diese Analysen bestätigten, dass die Böden der Familiengärten oft viel Phosphor und Schwermetalle enthalten; sie zeigten aber auch, dass die Schadstoffgehalte unter den Prüfwerten nach VBBo (mehr zu den Grenzwerten auf Seite 7) liegen. Bei den Spielflächen wurde keine Schadstoffbelastung festgestellt.

Bodenanalysen in der Stadt Freiburg, 2011–2012

Um die Bodenqualität in der Nähe von städtischen Emissionsquellen zu überprüfen, wurden im Juli 2011 und September 2012 auf 27 Parzellen in der Stadt Freiburg zusätzliche Bodenproben genommen.

Bodenanalysen in der Stadt Freiburg, 2013–2016

Um die Bodenanalysen von 2011 und 2012 zu ergänzen und um den Gesuchen von Privatpersonen zu entsprechen, wurden 2013 und 2014 weitere Proben auf 25 neuen Parzellen im Au-, Burg- und Neustadtquartier genommen.

Im Frühjahr 2015 beauftragte das Amt für Umwelt (AfU) das Ingenieurbüro BMG Engineering AG (BMG) mit einer Studie, um mögliche Quellen der Bodenbelastung in der Stadt Freiburg genauer zu bestimmen und gestützt auf diese Abklärung die Fortsetzung der Messkampagne für das Jahr 2015 auszuarbeiten. 2015 folgte die Beprobung der Parzellen, die aufgrund dieser Studie bestimmt worden waren. Insgesamt wurden in der Altstadt und auf der Pérolles-Ebene 28 Standorte analysiert, darunter alte Gärten, die heute noch als Gärten benutzt werden.

2016 wurden 17 zusätzliche Parzellen analysiert.

2 Analysen 2011–2016

2.1 Ergebnisse

2011 und 2012 erfolgten die Probenahmen auf 27 Parzellen, die sich hauptsächlich im Platz-, Au- und Burgquartier befinden. 2013 und 2014 wurden im Au-, Burg- und Neustadtquartier 25 weitere Standorte untersucht. 2015 und 2016 wurden 45 noch nicht erfasste Parzellen im Burg-, Neustadt-, Au- und Pérollesquartier untersucht.

Die 97 analysierten Standorte lassen sich gestützt auf die Messergebnisse (Schwermetalle, PCB, PAK, Dioxine und Furane) in drei Gruppen unterteilen:

- > **34 Parzellen sind gar nicht oder nur leicht belastet** (Überschreitung des Richtwerts nach VBBo) und bedürfen keiner Massnahmen. Bei einer Überschreitung des Richtwerts nach VBBo ist die Bodenfruchtbarkeit langfristig nicht mehr gewährleistet. **Für die Gesundheit des Menschen besteht indes keine Gefahr.**
- > **37 Parzellen weisen Blei-, Cadmium-, Quecksilber-, Zink-, PAK-, PCB- oder PCDD/F-Gehalte auf, die ein potenzielles Gesundheitsrisiko für die betroffenen Personen darstellen** (Überschreitung des Prüfwerts nach VBBo¹). Bei einer solchen Belastung muss fallweise geklärt werden, welche Massnahmen getroffen werden müssen. Den betroffenen Eigentümern und Mietern wurden verschiedene Empfehlungen kommuniziert.
- > **Bei 26 Parzellen wird der Sanierungswert nach VBBo² überschritten; der Blei- und/oder Quecksilbergehalt auf diesen Parzellen muss damit als gesundheitsgefährdend qualifiziert werden.** Eine dieser Parzellen wurde 2014 saniert. Bei den anderen muss die Nutzung der belasteten Flächen als Kinderspielfläche vermieden werden. Zudem wurden den Eigentümern und Mietern dieser Parzellen Nutzungsempfehlungen für den Gemüseanbau kommuniziert.

Über alle analysierten Parzellen gesehen werden vor allem die Referenzwerte für Schwermetalle überschritten. Die Referenzwerte nach VBBo für polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe (PAK), polychlorierte Biphenyle (PCB) und Dioxine bzw. Furane (PCDD/F) hingegen werden nur bei 10 Parzellen überschritten.

2.2 Quellen der Bodenbelastung

Im Frühjahr 2015 beauftragte das Amt für Umwelt (AfU) das Ingenieurbüro BMG Engineering AG (BMG) mit einer Studie, um mögliche Quellen der Bodenbelastung in der Stadt Freiburg genauer zu bestimmen und gestützt auf diese Abklärung die Fortsetzung der Messkampagne für das Jahr 2015 auszuarbeiten. Die Studie kommt zum Schluss, dass sich die Schwermetalle in den Gärten im Verlauf der Jahre angesammelt haben; denn ein wichtiger Grund für die Bodenbelastung mit Schwermetall ist wahrscheinlich der Einsatz von Düngemitteln sowie das Austragen von Asche in den Gärten.

¹ Im Zusammenhang mit der Quecksilberbelastung beim Nahrungs- und Futterpflanzenanbau empfiehlt das BAFU in seinem Bericht *Quecksilber in Böden: Herleitung eines Sanierungswerts nach AltIV und von Prüfwerten nach VBBo* (2013), sich auf den Prüfwert von 0,5 mg/kg und den Sanierungswert von 20 mg/kg zu stützen. Diese Werte wurden nach heutigem Stand des Wissens definiert. Von den Standorten in der Stadt Freiburg, die zwischen 2011 und 2015 untersucht wurden, wiesen 22 Gärten und 2 Wiesen eine Quecksilberkonzentration auf, die über dem neuen Prüfwert lag.

² Der Konzentrationswert für die Beurteilung der Sanierungsbedürftigkeit von Böden gemäss Bundesverordnung über die Sanierung von belasteten Standorten (AltIV) wurde für Quecksilber am 1. März 2015 von 5 auf 2 mg/kg gesenkt. Weil die VBBo keinen Sanierungswert für Quecksilber festlegt, empfiehlt das BAFU in Übereinstimmung mit Artikel 5 Abs. 3 VBBo, den Wert gemäss AltIV heranzuziehen. 24 der Gärten, die in der Stadt Freiburg zwischen 2011 und 2016 untersucht wurden, wiesen eine Quecksilberkonzentration auf, die über dem neuen Sanierungswert lag.



Die allgemeine Luftbelastung, die auf das Heizen mit Kohle sowie auf die industriellen und gewerblichen Tätigkeiten auf der Pérolles-Ebene und in der Altstadt zurückzuführen ist, trug ebenfalls in hohem Mass zur Bodenbelastung bei.

Gärten sind oft durch Kupfer und Zink belastet, weil mineralische Dünger und Pflanzenschutzmittel – namentlich Fungizide – eingesetzt wurden. Da Schwermetalle nicht abgebaut werden und sich so im Boden anreichern, ist der Gehalt dieser beiden Stoffe in «alten» Gärten oft hoch.

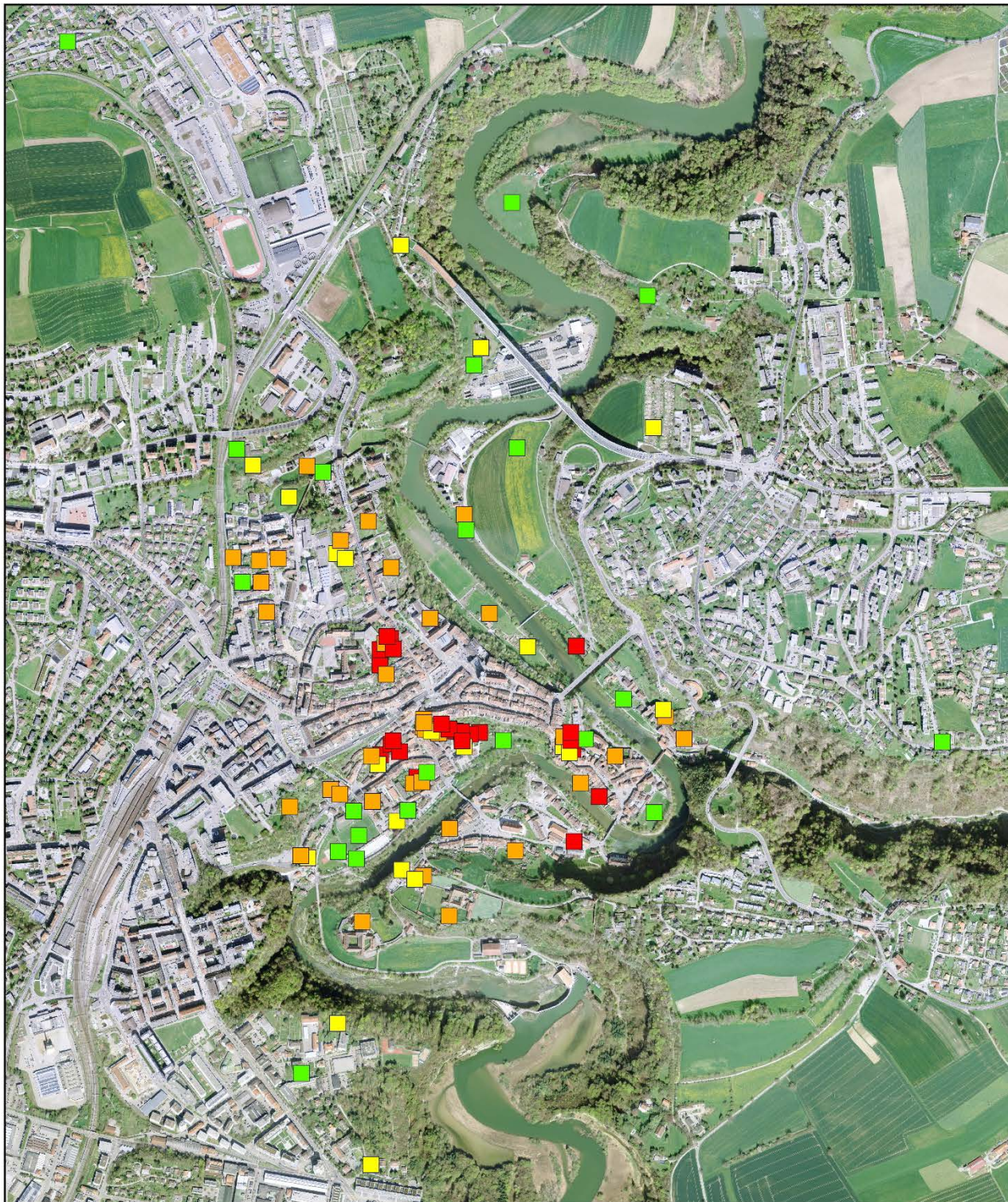
Die Bleibelastung wiederum kann von atmosphärischen Ablagerungen aus der Zeit, in der das Benzin Blei enthielt, aber auch vom Ausbringen von Asche oder Verbrennen im Freien von bleihaltigem Abfall stammen.

Bei den 4 Parzellen, bei denen der Bleigehalt über den Sanierungswerten nach VBBo liegt, ist die Belastung wahrscheinlich eine direkte Folge der spezifischen Tätigkeiten im Garten. 2014 wurde eine Parzelle mit einem Bleigehalt, der über den Sanierungswerten nach VBBo lag, saniert. Die Parzellen im Neustadt-, Au-, Platz- und Burgquartier, bei denen der Sanierungswert für Quecksilber überschritten wird, haben in der Regel auch eine hohe Bleibelastung. Die Quecksilberbelastung betrifft vor allem Gärten, die vor dem 20. Jahrhundert eingerichtet wurden und ist möglicherweise auf äusserst alte Quellen zurückzuführen.

Die Fussballplätze, Spielplätze und öffentlichen Räume sowie begrünten Flächen des Motta-Schwimmbads sind nicht belastet (wenn man von einer Parzelle absieht, bei welcher der Richtwert nach VBBo überschritten wird), wahrscheinlich weil sie vor nicht so Langem errichtet und ausschliesslich als Rasen genutzt wurden.

Wenn eine Belastung vorliegt, die auf gewerbliche Tätigkeiten vor Ort oder auf den Betrieb einer Deponie zurückzuführen ist, wird die betroffene Parzelle unter Umständen in den Kataster der belasteten Standorte aufgenommen. So werden zurzeit gewisse Standorte genauer untersucht, um zu bestimmen, ob sie im Kataster der belasteten Standorte eingetragen werden sollen.

2.3 Karte mit den Ergebnissen der Analysen von 2011 bis 2016



Überschreitung der Grenzwerte nach VBBo

- Sämtliche Grenzwerte nach VBBo werden eingehalten
- Überschreitung eines oder mehrerer Richtwerte nach VBBo
- Überschreitung eines oder mehrerer Prüfwerte nach VBBo
- Überschreitung eines oder mehrerer Sanierungswerte nach VBBo



Quellen: Bundesamt für Landestopografie und Staat Freiburg

3 Problematische Schadstoffe und Wirkungspfade

3.1 Blei (Pb)

Emissionsquellen: Strassenverkehr (Bleibenzin), Abfallverbrennung (z. B. Verbrennen von Holz mit bleihaltiger Farbe), Korrosionsschutzarbeiten, Verwendung von bleihaltiger Munition, Metallindustrie usw.

Eigenschaften: Schwermetall, metallisch, als Salz oder in Verbindungen.

Wirkung auf den Menschen: Blei ist für den Menschen giftig. Eine lange Exposition – selbst in geringen Mengen – kann negative Auswirkungen auf verschiedene Organe und insbesondere das Nervensystem haben. Bei Kindern kann dies zu einer Beeinträchtigung der intellektuellen Fähigkeiten führen.

3.2 Quecksilber (Hg)

Emissionsquellen: Abfallverbrennung, Einschmelzen von Metallschrott, Herstellung von Batterien, Chemieindustrie, Herstellung von Gold usw.

Eigenschaften: Schwermetall, kommt in verschiedenen Formen vor, namentlich als Methylquecksilber und metallisches Quecksilber.

Wirkung auf den Menschen: Die Wirkung von Quecksilber hängt unter anderem von der chemischen Verbindung und dem Wirkungsweg ab. Eine niedrig dosierte, aber langjährige Belastung durch organische Verbindungen (Methylquecksilber) und metallisches Quecksilber kann sich namentlich nachteilig auf das Nervensystem bzw. auf die Entwicklung des Nervensystems von Kindern auswirken. Ein hoher Quecksilbergehalt in anorganischer Form kann besonders die Nieren und das Herz-Kreislauf-System angreifen.

3.3 Andere Schadstoffe

Polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe (PAK): PAK entstehen bei der unvollständigen Verbrennung von Erdöl, Kohle, Holz, Zigaretten etc. Sie sind in Teer enthalten, der bis in die 1970er-Jahre häufig als Strassenbelag und Dachabdeckung benutzt wurde. Bei chronischer Belastung durch PAK erhöht sich das Krebsrisiko.

Polychlorierte Biphenyle (PCB): PCB sind synthetisch hergestellte Substanzgemische mit 209 verschiedenen Einzelsubstanzen (Kongeneren). Es handelt sich um industriell hergestellte Verbindungen, die ab den 1930er-Jahren wegen ihrer isolierenden Eigenschaften (elektrische Transformatoren) und ihrer chemischen und physikalischen Stabilität (Schneidöle, Tinte, Anstrichstoffe) verwendet wurden. Seit 1986 ist die Herstellung und Verwendung von PCB in der Schweiz verboten. Weil sie eine grosse physikalische und chemische Stabilität sowie eine geringe biologische Abbaubarkeit aufweisen und weil sie fettlöslich sind, reichern sich die PCB im Fettgewebe an. Im menschlichen Organismus reichern sich diese Moleküle vorwiegend in der Leber und im Fettgewebe an. Bei Kindern, die in geringen Mengen, doch über eine lange Zeit ausgesetzt sind, können diese Substanzen namentlich neurologische Verhaltensstörungen hervorrufen.

Dioxine und Furane (PCDD/F): Dioxine (polychlorierte Dibenzodioxine PCDD, 75 Kongenere) und Furane (polychlorierte Dibenzofurane PCDF, 135 Kongenere) sind polyzyklische aromatische Chlorkohlenwasserstoffe. Sie treten im Verlauf thermischer Prozesse auf. Sie werden hauptsächlich durch menschliche Aktivitäten erzeugt (Verkehr, Abfallverbrennung, Heizung, Industrie usw.), doch können sie auch auf natürliche Weise (z. B. Waldbrände) entstehen. 17 Kongenere sind von toxikologischer Bedeutung. Die Auswirkungen der Dioxine und Furane auf die Gesundheit sind vergleichbar mit denen der PCB.

Cadmium (Cd): Hauptquellen sind Farben mit cadmiumhaltigen Pigmenten, Batterien, Herstellung von Stahl und Zink sowie Tabakrauch. Phosphordünger enthalten ebenfalls Spuren von Cadmium. Infolge Bioakkumulation ist

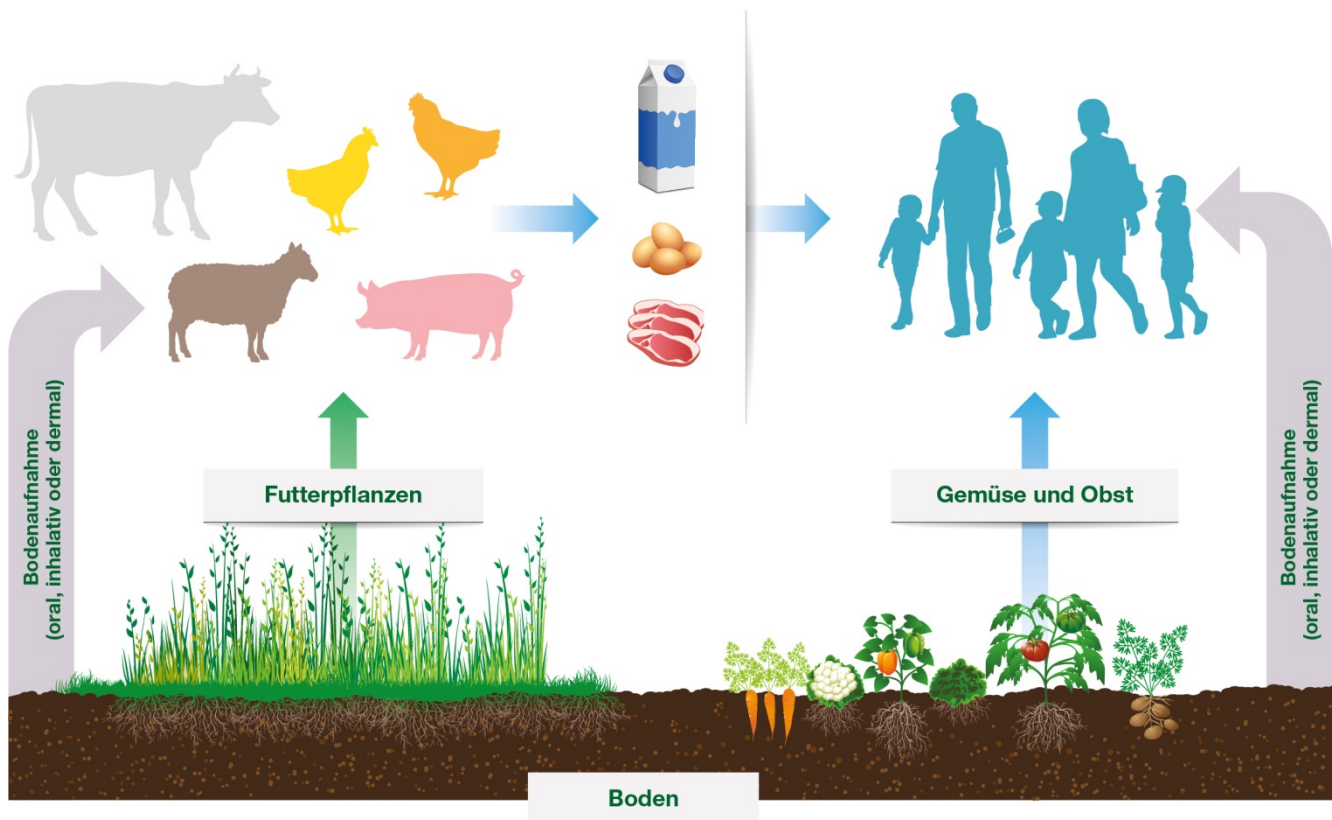
Cadmium bei chronischer Belastung bereits in geringen Mengen für Mensch und Tier toxisch. Es reichert sich vor allem in den Nieren, Leber und Muskeln an. Bei lang anhaltender Exposition können Funktionsstörungen der Nieren auftreten.

Zink (Zn): Hauptquellen dieses Schwermetalls sind die Metall verarbeitende Industrie, Korrosionsschutzarbeiten, die Verwendung von mineralischen Düngern usw. Zink ist ein lebensnotwendiges Spurenelement für den Menschen und ist nur in hohen Mengen giftig. Eine chronische Exposition führt zu einer Veränderung des Blutbilds und der Nierenfunktion sowie zu einer Abnahme der Fruchtbarkeit. Die Zinkgehalte im Boden sind nur in Ausnahmefällen so hoch, dass sie eine Gesundheitsgefährdung des Menschen darstellen.

Kupfer (Cu): Der Einsatz von Fungiziden und die Dachentwässerung (Dachrinnen aus Kupfer) sind der Hauptgrund für das Vorhandensein dieses Schwermetalls in Gärten. Kupfer ist ein lebensnotwendiges Spurenelement für Mensch und Tier. In hohen Mengen kann es aber besonders für Wiederkäuer giftig sein.

3.4 Wirkungspfade

Die verschiedenen Wege der Bodenschadstoffe



Erde

Ein belasteter Garten kann ein Gesundheitsrisiko für die Nutzer sein (Boden- oder Staubaufnahme bzw., in geringerem Ausmass, Absorption über die Haut). Die Schadstoffbelastung der Böden in der Stadt Freiburg ist zu tief, um ein Risiko einer akuten Vergiftung darzustellen. Die Gesundheitsrisiken bestehen vielmehr bei einer langen Exposition.

Kleinkinder sind bezüglich Schadstoffbelastungen besonders gefährdet, weil sie beim Spielen auf dem Boden durch Hand-Mund-Kontakt³ relativ viel Boden aufnehmen können.

Früchte und Gemüse

Der Hauptwirkungspfad für den Menschen bei Gemüsegärten ist die Aufnahme von Erde zusammen mit dem Gemüse. Des Weiteren können die Schadstoffe direkt über den Verzehr der Erzeugnisse aus dem Garten aufgenommen werden. Je nach Stoff und Pflanzenart ist die Aufnahme der Schadstoffe mehr oder weniger stark.

Einige Nahrungspflanzen nehmen vorhandene Schwermetalle in geringeren Mengen auf als andere und sind somit bei leicht belasteten Böden geeigneter für den Anbau. Geeignet sind etwa Fruchtbäume, Beeren, Mais, Fruchtgemüse (Aubergine, Tomate, Paprika, Gurke, Zucchini, Kürbis usw.) und Leguminosen (Bohnen, Erbsen usw.).

Fleischerzeugnisse, Milch und Eier

Tiere nehmen einen Teil der Schadstoffe im Boden auf, wenn Sie Pflanzen fressen oder direkt Boden aufnehmen. Vom Tier können die akkumulierten Schadstoffe in den Menschen gelangen, wenn dieser Tierprodukte konsumiert.

In der betroffenen städtischen Zone der Stadt Freiburg ist die Gefahr, Schadstoffe über den Verzehr von tierischen Produkten (Fleisch, Eier, Milch) aufzunehmen, vernachlässigbar.

Luft

Eine Person kann Schadstoffe durch das Einatmen von verschmutzter Luft aufnehmen. So ist zum Beispiel der Zigarettenrauch eine Quelle von Schwermetallen für Raucher. In Bezug auf die Belastung der Böden in der Stadt Freiburg kann festgehalten werden, dass die Luftschadstoffemissionen heute deutlich abgenommen haben (z. B. Abgase der Fahrzeuge, die vor 1986 mit Bleibenzin fuhren).



³ Den Personen, die unter dem Pica-Syndrom (Essstörung, bei der jemand über längere Zeit Dinge zu sich nimmt, die allgemein als ungeniessbar gelten) leiden, muss jegliche Tätigkeit, bei der die Möglichkeit einer Bodenaufnahme besteht, untersagt werden.

4 Schlussfolgerungen

Aus den Bodenanalysen in der Stadt Freiburg geht hervor, dass die Referenzwerte nach VBBo vielerorts überschritten werden. Die Hausgärten, die mehrheitlich schon seit Jahrzehnten bestehen, weisen namentlich hohe Quecksilber-, Blei-, Zink- und Kupfergehalte auf.

Die Emissionen von Industrie und Gewerbe, die Verkehrs- und Heizungsemissionen, das Verbrennen von Abfall im Freien, die Nutzung von Dachwasser als Giesswasser sowie der unsachgemässe Einsatz von Pflanzenschutzmitteln, Dünger und Asche haben über die Jahre zur Bodenbelastung beigetragen.

Die Belastung des Bodens der Spielplätze und öffentlichen Räume (z. B. Motta-Schwimmbad, Fussballplätze) liegt unter dem Prüfwert nach VBBo.

Den Eigentümerinnen und Eigentümern der belasteten Parzellen wurden Nutzungsempfehlungen kommuniziert. Bei den anderen Parzellen im historischen Teil der Stadt Freiburg können folgende Vorsichtsmassnahmen getroffen werden:

- > Kleinkinder nur auf geschützten Spielflächen oder auf Flächen mit grosszügiger Pflanzenbedeckung spielen lassen;
- > Früchte und Gemüse vom Garten gründlich reinigen oder schälen;
- > Versorgung diversifizieren;
- > wenig schadstoffakkumulierende Pflanzen bevorzugen wie etwa Fruchtbäume, Beeren, Mais, Fruchtgemüse (Aubergine, Tomate, Paprika, Gurke, Zucchini, Kürbis usw.) und Leguminosen (Bohnen, Erbsen usw.);
- > chemische Düngemittel und Pflanzenschutzmittel nur sehr sparsam und gezielt einsetzen.

Die Bodenbelastung in der Stadt Freiburg ist kein Einzelfall. In anderen Schweizer Agglomerationen wurde in Gemüsegärten eine vergleichbare Bodenbelastung durch Schwermetalle gemessen. Einzig die hohe Quecksilberbelastung ist ungewöhnlich für Gärten. Kommt hinzu, dass sie vor allem Gärten betrifft, die vor dem 20. Jahrhundert eingerichtet wurden. Die Quelle lässt sich nicht mehr zurückverfolgen.

Die für die betroffenen Gärten angeordneten Massnahmen richten sich nach der VBBo, weil solche Parzellen nach dem geltenden Recht nicht der Altlastengesetzgebung unterstehen. Der Kanton Freiburg machte sich indes beim BAFU für eine gewisse Vereinheitlichung stark: Er möchte, dass das in der Bundesverordnung über die Sanierung von belasteten Standorten (AltIV) festgelegte Ziel in das VBBo aufgenommen wird. Das heisst, die Sanierungspflicht soll bestehen, sobald eine Gesundheitsgefährdung für Kinder vorliegt – und zwar unabhängig vom Schadstoff. Der Kanton möchte ausserdem, dass die Sanierung von Standorten bei Haus- und Familiengärten, Kinderspielplätzen und Anlagen, auf denen Kinder regelmässig spielen, nach denselben Modalitäten finanziert wird, wie die Sanierung von belasteten Standorten. 2015 begann das BAFU mit umfassenden Überlegungen zu diesen beiden Verordnungen.

5 Weitere Informationen

Unter der Adresse www.fr.ch/sol/de/pub/dokumentation/gaerten.htm finden Sie weitere Informationen zu den Bodenanalysen in der Stadt Freiburg:

- > die Ergebnisse der Messkampagnen 2011–2016 sowie das vorliegende Dokument auf Deutsch und Französisch;
- > ein Dokument mit den Antworten zu Fragen, die Sie in Bezug auf die Bodenbelastung in der Stadt Freiburg und den gesundheitlichen Auswirkungen haben könnten;
- > ein Formular für die Einwohnerinnen und Einwohner des Platz-, Burg-, Au- und Neustadtquartiers in der Stadt Freiburg, die den Boden ihres Gartens analysieren lassen wollen; sofern bestimmte Kriterien erfüllt sind, wird der Staat eine Analyse vornehmen;
- > die Kurzfassung des BMG-Berichts.

Auskunft

Amt für Umwelt AfU

Sektion UVP, Bodenschutz und Anlagensicherheit

Impasse de la Colline 4, 1762 Givisiez

T +26 305 37 60, F +26 305 10 02
sen@fr.ch, www.fr.ch/afu

AfU / Dezember 2017