



IST-Stand am 06.11.2025:

- Im oberen mit dem Pfeil gekennzeichneten Bereich sind weder Wallanlagen noch Haufwerke vorhanden. Aktuell ist dort eine Flachfläche.
- Im unteren mit dem Pfeil gezeigten Bereich sind noch Wallanlagen vorhanden.

Probelöcher Nr. (4) und (6) sind im Plan dargestellt. Die Labor-Prüfsergebnisse liegen vor.

Weiler Energy GmbH

Kruppstr. 82-100
45145 Essen**Prüfbericht: 568638**

Preetz, den 19.11.2025, 09:00

Bodenanalyse Altlast (Schwermetalle)

Kundennr.	376987
Auftragsnr. / Planungsnr.	568638 / -
Bearbeitungszeitraum	15.11.2025 bis 19.11.2025
Auftragstyp	UAZ Boden Altlast SM
Bezeichnung/Bemerkung	Ziekoer Landstr. 4; Ziekower Landstr. 4

PLZ Ort	
Strasse, Hausnummer	
Entnahmestelle	Ziekoer Landstr. 4
Entnahmedatum, Uhrzeit	06.11.2025 14:30 Uhr
Probenehmer	
Probenahmeverfahren	Auswahl einer Probe aus Wurzeltiefe nach Entnahme des Bodens mittels Spaten
Anzahl Proben	1
Entnahmemuster	k.A.
beprobte Fläche	bis 100 qm
Düngung bisher	
zusätzl. Angaben	

Probetyp	Boden
----------	-------

Die Prüfergebnisse beziehen sich auf die Probe wie erhalten. Dieser Prüfbericht dient ausschließlich der Eigenkontrolle.
Die Prüfergebnisse beziehen sich nur auf die oben angeführten Prüfgegenstände. Auszüge aus dem Prüfbericht dürfen nur mit Zustimmung des Prüflabors veröffentlicht werden.

Inhaltsverzeichnis

Im vorliegenden Ergebnis der Bodenanalyse finden Sie:

- Ihr Analyseergebnis im Überblick
- Erläuterungen zu Ihrem Analyseergebnis
- Ausführliche Beschreibung der analysierten Bodenparameter
- Literatur

Einleitung

Ihre Bodenprobe wurde in unserem Labor analysiert und Sie erhalten heute das Ergebnis Ihres Analyseauftrags, für den wir uns noch einmal herzlich bedanken. Die verschiedenen Einzelstoffe können der Tabelle mit den untersuchten Parametern entnommen werden. Dort finden Sie alle Messergebnisse in Relation zu den Einschätzungen der genannten Literatur.

Ihre luftgetrocknete Bodenprobe wurde auf 2 mm gesiebt. Die Probe wurde anschließend für die verschiedenen Analyseverfahren vorbereitet. Hierbei wurden i.A. anerkannte Verfahren nach VD-Lufa verwendet. Welches Verfahren im Einzelnen eingesetzt wurde, können Sie den jeweiligen Ergebnistabellen entnehmen (Hausmethode = salpetersaurer Auszug).

Die vorliegende Schadstoffanalyse gibt darüber Auskunft, ob Ihr Boden Schadstoffe wie Blei oder Cadmium enthält, die zu Nutzungseinschränkungen führen sollten.

Ihr Analyseergebnis im Überblick

Schwermetalle	Verfahren	Messwert Einheit	Bewertung	Maßnahme
Kupfer	BBodSchV; 4.1 Vorsorgewerte für Metalle	23,6 mg/kg	unauffällig	-
Blei	BBodSchV; 4.1 Vorsorgewerte für Metalle	24,7 mg/kg	unauffällig	-
Cadmium	BBodSchV; 4.1 Vorsorgewerte für Metalle	0,322 mg/kg	unauffällig	-
Chrom	BBodSchV; 4.1 Vorsorgewerte für Metalle	8,73 mg/kg	unauffällig	-
Nickel	BBodSchV; 4.1 Vorsorgewerte für Metalle	9,91 mg/kg	unauffällig	-
Quecksilber	BBodSchV; 4.1 Vorsorgewerte für Metalle	0,0923 mg/kg	unauffällig	-
Arsen	BBodSchV; 4.1 Vorsorgewerte für Metalle	7,41 mg/kg	unauffällig	-
Antimon	BBodSchV; 4.1 Vorsorgewerte für Metalle	0,593 mg/kg	sehr niedrig	-
Thallium	BBodSchV; 4.1 Vorsorgewerte für Metalle	0,139 mg/kg	unauffällig	-
Uran	BBodSchV; 4.1 Vorsorgewerte für Metalle	4,73 mg/kg	unauffällig	-
Zink	BBodSchV; 4.1 Vorsorgewerte für Metalle	83,6 mg/kg	unauffällig	-

Legende

Die Beurteilung der Messwerte für die Schwermetalle erfolgt in den Kategorien: Sehr niedrig, unauffällig, überdurchschnittlich, auffällig und sehr hoch.

	Der Stoff wurde nur in äußerst geringen Mengen im Boden nachgewiesen.
--	---

unauffällig	Der Stoff wurde in geringen Mengen im Boden nachgewiesen.
überdurchschnittlich	Die ermittelte Konzentration liegt nicht im Optimalbereich.
auffällig	Der Stoff wurde in erhöhter Menge im Boden nachgewiesen.
sehr hoch	Der Stoff wurde in stark erhöhter Menge im Boden nachgewiesen.

Erläuterungen zu Ihrem Analyseergebnis

Kupfer

Ihr Messergebnis: 23,6 mg/kg



Der Boden enthält wenig Kupfer gem. LAGA M 20 Z0 für mittlere Böden: Zuordnungswerte für den uneingeschränkten Einbau – Verwertung von Bodenmaterial in bodenähnlichen Anwendungen.

Blei

Ihr Messergebnis: 24,7 mg/kg



Der Boden enthält wenig Blei gem. LAGA M 20 Z0 für mittlere Böden: Zuordnungswerte für den uneingeschränkten Einbau – Verwertung von Bodenmaterial in bodenähnlichen Anwendungen.

Cadmium

Ihr Messergebnis: 0,322 mg/kg



Der Boden enthält wenig Cadmium gem. LAGA M 20 Z0 für mittlere Böden: Zuordnungswerte für den uneingeschränkten Einbau – Verwertung von Bodenmaterial in bodenähnlichen Anwendungen.

Chrom

Ihr Messergebnis: 8,73 mg/kg



Der Boden enthält wenig Chrom gem. LAGA M 20 Z0 für mittlere Böden: Zuordnungswerte für den uneingeschränkten Einbau – Verwertung von Bodenmaterial in bodenähnlichen Anwendungen.

Nickel

Ihr Messergebnis: 9,91 mg/kg



Der Boden enthält wenig Nickel gem. LAGA M 20 Z0 für mittlere Böden: Zuordnungswerte für den uneingeschränkten Einbau – Verwertung von Bodenmaterial in bodenähnlichen Anwendungen.

Quecksilber

Ihr Messergebnis: 0,0923 mg/kg



Der Boden enthält wenig Quecksilber gem. LAGA M 20 Z0 für mittlere Böden: Zuordnungswerte für den uneingeschränkten Einbau – Verwertung von Bodenmaterial in bodenähnlichen Anwendungen.

Arsen

Ihr Messergebnis: 7,41 mg/kg



Der Boden enthält wenig Arsen gem. LAGA M 20 Z0 für mittlere Böden: Zuordnungswerte für den uneingeschränkten Einbau – Verwertung von Bodenmaterial in bodenähnlichen Anwendungen.

Antimon

Ihr Messergebnis: 0,593 mg/kg



Der Boden enthält sehr wenig Antimon. Somit ergibt sich keine Nutzungseinschränkung.

Thallium

Ihr Messergebnis: 0,139 mg/kg



Der Boden enthält wenig Thallium gem. LAGA M 20 Z0 für mittlere Böden: Zuordnungswerte für den uneingeschränkten Einbau – Verwertung von Bodenmaterial in bodenähnlichen Anwendungen.

Uran

Ihr Messergebnis: 4,73 mg/kg



Der Boden enthält wenig Uran.

Zink

Ihr Messergebnis: 83,6 mg/kg



Der Boden enthält wenig Zink gem. LAGA M 20 Z0 für mittlere Böden: Zuordnungswerte für den uneingeschränkten Einbau – Verwertung von Bodenmaterial in bodenähnlichen Anwendungen.

Ausführliche Beschreibung der gemessenen Bodenparameter

Schwermetalle

Kupfer

Kupfer ist einerseits ein essentielles Element, zum anderen ist es ein für den Menschen weniger giftiges Schwermetall. Der Bedarf eines Erwachsenen liegt bei 1-2 mg Tag. Eine stark überhöhte Kupferzufuhr über Wasser oder Nahrungsmittel kann bei Säuglingen und Kleinkindern, deren Kupferstoffwechsel noch nicht vollständig ausgebildet ist, zur frühkindlichen Leberzirrhose führen. Über einen stark belasteten Boden kann sich Kupfer auch im Übermaß in pflanzlichen Lebensmitteln anreichern. Die Bewertung erfolgt in Anlehnung zur TR Boden der LAGA M20.

Blei

Blei ist ein Schwermetall, das heute ubiquitär in der Umwelt vor. Eine akute Bleivergiftung führt zu Atembeschwerden, Erbrechen, Kopfschmerzen, Magenkrämpfen, Schläfrigkeit, Übelkeit, Hirnschäden und Nierenversagen. Da Blei jedoch nicht sehr gut vom Körper aufgenommen wird, sind akute Vergiftungen eher selten. Chronisch schädigt Blei das zentrale und das periphere Nervensystem was sich mit Lähmungserscheinungen, Kopfschmerzen, Müdigkeit, Tremor, Schwindel und Krampfanfällen äußern kann. Auch wird die Blutbildung beeinträchtigt und es kommt zu Magen-Darm-Beschwerden und Nierenschäden. Außerdem tritt häufig eine gelbgraue Blässe der Haut auf, das sogenannte „Bleikolorit“. Bleiverbindungen sind bis auf Ausnahmen als

fortpflanzungsgefährdend eingestuft. Die Bewertung erfolgt in Anlehnung zur TR Boden der LAGA M20.

Cadmium

Das ubiquitär vorkommende Cadmium gilt als ein Umweltgift. Über belastete Böden kann Cadmium in die Nahrungskette gelangen. Relative hohe Konzentrationen von Cadmiumverbindungen werden im Klärschlamm von Kläranlagen gefunden. Wird dieser zum Düngen benutzt, besteht die Gefahr der Einschleusung von Cadmium in die Nahrungskette. Bei einer Zufuhr von Cadmium mit der Nahrung werden nur ca. 5% aufgenommen, allerdings steigt die Resorptionsquote bei Patienten mit Eisen- oder Calciummangel. Resorbiertes Cadmium kumuliert durch Bindung an cysteinreiche Proteine, zunächst in der Leber und später vor allem in der Nierenrinde. Die Halbwertszeit der Cadmium/Proteinkomplexe im Körper ist außerordentlich hoch (~ 25 Jahre). Bei einer Konzentration über 200 µg/g Nierenrinde kommt es zu Nierenschäden. Bei der chronischen Cadmiumvergiftung beobachtet man anhaltenden Husten und Schnupfen, ferner Nierenschädigungen mit Proteinurie (Proteine im Harn), Glucosurie (Zucker im Harn), Aminoazidurie (Aminosäuren im Harn) sowie gestörte Calcium- und Phosphatausscheidung, die durch einer Beeinflussung von intrazellulären Transportmechanismen durch Cadmium herrühren. Ferner beeinflusst Cadmium den Vitamin D-Stoffwechsel in der Niere und kann so Osteoporose verursachen. Charakteristisch für eine chronische Cadmiumvergiftung ist ein gelber Saum an den Zähnen, verursacht durch Cadmiumsulfid. In Tierversuchen erwiesen sich Cadmiumverbindungen als kanzerogen und auch für den Menschen besteht ein kanzerogenes Risiko, insbesondere für Brust-, Lungen-, Bauchspeicheldrüsen-, Prostata- und non-Hodgkins Lymphdrüsenkrebs. Die Bewertung erfolgt in Anlehnung zur TR Boden der LAGA M20.

Chrom

Chrom kommt in der Natur in Form von verschiedenen Mineralien vor, das wichtigste ist der Chromeisenstein (FeCr_2O_4). In diesem Mineral hat Chrom drei von seinen Elektronen abgegeben und somit die Oxidationszahl +3 (Cr^{3+}). Cr^{3+} ist die stabilste Oxidationsstufe des Chroms. Neben der Oxidationszahl Cr^{3+} gibt es auch noch Cr^{6+} . Cr^{6+} -Verbindungen sind starke Oxidationsmittel, für den Menschen sind sie giftig und kanzerogen eingestuft. Die Symptome akuter Vergiftungen mit Cr^{6+} sind gastrointestinale Beschwerden, hämatologische Veränderungen, Niereninnsuffizienz, sowie Leberschäden. 1 – 2 g Chromoxid (CrO_3), oral aufgenommen, wird als letale Dosis für den Menschen angegeben. Cr^{3+} wird kontrovers diskutiert, ob es als Spurenelement für den menschlichen Organismus von Bedeutung ist. Es gibt Hinweise darauf, dass Cr^{3+} eine Bedeutung im Kohlenhydrat- und Fettstoffwechsel von Säugetieren haben könnte und sich positiv bei Typ 2 Diabetes auswirkt. Es gibt verschiedene ernährungswissenschaftlichen Studien, die sich mit der ergänzenden Aufnahme von Chrom mit der Nahrung und dessen Auswirkung auf den Verlauf von Typ 2 Diabetes beschäftigen, mit den unterschiedlichsten Ergebnissen. Die Bewertung erfolgt in Anlehnung zur TR Boden der LAGA M20.

Nickel

Nickel ist ein in Spuren ubiquitär vorkommendes Element. Seine Emissionsquellen sind der natürliche Vulkanismus und in neuerer Zeit Verbrennungs- und Verhüttungsprozesse. Auch kann Nickel aus nickelhaltigen Metalllegierungen freigesetzt werden. Nickel ist für einige Pflanzen ein essentielles Spurenelement. Ob es für den Menschen essentiell ist, ist noch nicht geklärt. In seiner zweiwertigen Oxidationsstufe kann Nickel in bestimmten Enzymen andere Metalle ersetzen, ohne die Funktion der Enzyme zu beeinträchtigen. Es sind aber noch keine Enzyme oder biochemische Prozesse im Menschen identifiziert, die unbedingt Nickel für ihre Funktion benötigen. Die Aufnahme von Nickel erfolgt hauptsächlich mit der Nahrung und dem Trinkwasser. Wenn Nickel ein essentielles Spurenelement für den Menschen sein sollte, ist die nahrungsbedingte Aufnahme jedenfalls ausreichend für einen funktionierenden Stoffwechsel. Ein

weiterer Expositionsweg für Nickel für den Menschen sind nickelhaltige Schmuckstücke, aus denen bei Hautkontakt Nickelionen herausgelöst werden, die besonders bei nickelempfindlichen Menschen Dermatitis auslösen können. Experten gehen davon aus, dass 10 – 20% der Bevölkerung sensibel auf Nickel reagieren. Dabei zeigen junge Frauen wesentlich häufiger Nickelallergien als Männer und ältere Menschen. In Tierversuchen konnte gezeigt werden, dass orale Verabreichung von Nickelsalzen zu allergischen Reaktionen der Haut führen kann. Symptome chronischer Vergiftungen durch Nickelverbindungen werden in der Literatur nicht beschrieben. Nickel und seine anorganischen Verbindungen gelten aber als starke Kanzerogene. Die Bewertung erfolgt in Anlehnung zur TR Boden der LAGA M20.

Quecksilber

In der Neuzeit fand Quecksilber Einzug in einer Vielzahl von technischen und chemischen Prozessen und damit wurden von Quecksilber verursachte Krankheiten bei Arbeitern als Berufskrankheiten anerkannt. Ferner wurden Quecksilberverbindungen als Desinfektionsmittel, Holzkonservierungsmittel und Saatbeizmittel eingesetzt und mit der unsachgemäßen Produktion und Verwendung solcher Verbindungen nahm auch die Anzahl der Unfälle und Umweltkatastrophen, ausgelöst durch Quecksilberverbindungen, zu. Aufgrund dieser Fakten ist die Toxikologie des Quecksilbers gut erforscht und bekannt. Quecksilber ist aufgrund der Vielzahl an chemischen Prozessen, bei denen Quecksilber eine Rolle spielt, dem natürlichen Vulkanismus und den Verbindungen, die in der Landwirtschaft und Medizin eingesetzt wurden, ubiquitär in der Umwelt vorhanden. Weitere wichtige Emittenten von Quecksilber sind Kohlekraftwerke und Abfallverbrennungsanlagen. Die Hauptexpositionsquellen für den Menschen sind Nahrungsmittel. Zur Giftigkeit von Quecksilber und seinen Verbindungen ist zu sagen, dass sie ganz unterschiedlich bewertet werden müssen und eine Vielzahl an Faktoren bei der Giftung des Quecksilbers eine Rolle spielen. So ist z.B. oral aufgenommenes metallisches Quecksilber nur schwach giftig, da es vom Magen-Darm-Trakt so gut wie gar nicht resorbiert wird, im Gegensatz zu inhalierten metallischem Quecksilber, das rasch durch das Lungengewebe seinen Weg in den Körper findet und daher als hochtoxisch gilt. Bei der Exposition durch Dämpfe kann es bereits in der Lunge zu Entzündungen der Bronchien kommen, meist mit Atemnot und Zyanose verbunden. Über die Resorption von anorganischen Quecksilbersalzen gibt es wenig Information. Von Quecksilber(I)-chlorid (Hg_2Cl_2 , Kalomel), das früher vielfältige Anwendung in der Medizin fand, weiß man, dass es auf Grund seiner Schwerlöslichkeit fast gar nicht im Verdauungstrakt resorbiert wird, im Gegensatz zu Quecksilber(II)-chlorid, dessen Resorptionsquote nach oraler Aufnahme mit 2 – 15 % angegeben wird. Organische Quecksilberverbindungen werden aufgrund ihrer Lipophilie sehr gut vom Körper aufgenommen (Resorptionsquote bis zu 100%) und überwinden leicht die Blut-Gehirn- und Blut-Plazenta-Schranke, genauso wie metallisches Quecksilber. Im Gehirn wird Quecksilber zu Quecksilber(II)-Salzen oxidiert, die auch aus organischen Quecksilberverbindungen freigesetzt werden. Diese reichern sich im Gehirn an und werden nur sehr schlecht wieder aus dem Gehirn ausgeschleust. Bei chronischen Vergiftungen durch Quecksilber stehen daher Symptome, die das zentrale Nervensystem betreffen, im Vordergrund. Symptome zeigen sich in Form von Zittern und Wesensveränderungen, aber auch in Verminderungen des Kurzzeitgedächtnisses. Auch treten Polyneuropathien auf. Ebenfalls ist die Niere, die 50 – 70 % der Körperlast an Quecksilber speichert, ein Zielorgan und wird geschädigt. Quecksilber gilt als fruchtschädigend, bezüglich einer mutagenen bzw. kanzerogen Wirkung von Quecksilber liegen keine eindeutigen Hinweise vor. Die Bewertung erfolgt in Anlehnung zur TR Boden der LAGA M20.

Arsen

Arsen ist ein Halbmetall und kommt in geringen Mengen ubiquitär in der Umwelt vor. Über belastete Böden kann Arsen in die Nahrungskette gelangen. In der Natur findet man Arsen häufig in Begleitung von anderen Metallen, z.B. sind Kupfererze häufig mit Arsen verunreinigt. Ob Arsen ein für den Menschen wichtiges Spurenelement ist, ist bisher nicht geklärt. Hühner und Ratten zeigen bei arsenfreier Nahrung eindeutige Wachstumsstörungen. Die Ursachen hierfür sind noch nicht bekannt, da bisher noch keine biochemischen Vorgänge oder Proteine/Enzyme identifiziert worden sind, die Arsen als Co-Faktor benötigen. Wenn Arsen ein essentielles Element für den

Menschen sein sollte, ist der Bedarf aber sehr gering, sodass die über die Nahrung aufgenommene Menge auf jedenfalls ausreichend ist. Da Arsenverbindungen schon seit der Antike als Gifte und auch als Heilmittel Verwendung fanden, sind die Symptome einer akuten Arsenvergiftung bekannt und gut beschrieben. Akute Arsenvergiftungen führen zu Krämpfen, Übelkeit, Erbrechen, inneren Blutungen, Durchfall und Koliken, bis hin zu Nieren- und Kreislaufversagen. Der Tod tritt innerhalb von mehreren Stunden bis wenigen Tagen durch Nieren- und Herz-Kreislauf-Versagen ein. Die letale Dosis wird mit 60 - 170 mg Arsenik für den Menschen angegeben. Hier ist zu erwähnen, dass nur Arsenverbindungen in der Oxidationsstufe +3 sehr giftig sind, wie z.B. Arsen in der natürlich vorkommenden Sauerstoffverbindung Arsenik vorliegt. Metallisches Arsen hat nur eine geringe Giftigkeit. Chronische Vergiftungen mit Arsen können Schäden an den Blutgefäßen und der Haut hervorrufen, sowie zu bösartigen Tumoren der Haut, Lunge, Leber und Harnblase führen. Somit ist Arsen als starkes Kanzerogen anzusehen. Die Bewertung erfolgt in Anlehnung zur TR Boden der LAGA M20.

Antimon

Antimon ist ein selten vorkommendes Element, das hauptsächlich aus seinem schwefelhaltigen Mineral Grauspießglanz gewonnen wird. Antimon kommt ubiquitär in der Umwelt vor. Der Mensch nimmt mit der Nahrung ungefähr 5 µg Antimon pro Tag auf. Antimon ist kein essentielles Spurenelement, das der Mensch für einen funktionierenden Stoffwechsel benötigt und höhere Dosen wirken akut giftig, wobei Fallbeschreibungen von akuten Antimonvergiftungen in der Literatur kaum zu finden sind. Symptome chronischer Vergiftungen durch Antimon und seiner Verbindungen kennt man von Arbeitern, die beruflich mit Antimon zu tun und in der Regel Antimon inhalativ aufgenommen hatten. Die Symptome sind Schleimhautreizungen, Herzrhythmusstörungen, Leberfunktionsstörungen mit Gelbsucht, Muskel- und Gelenksbeschwerden und Anämien. Eine reproduktionstoxische Wirkung von Antimon ist bisher nicht festgestellt worden. Eine kanzerogene Wirkung am Menschen kann nicht ausgeschlossen werden, da sich in Tierversuchen bestimmt Antimonverbindungen als krebserregend herausgestellt haben. Die Bewertung erfolgt in Anlehnung zur TR Boden der LAGA M20.

Thallium

Thallium ist ein giftiges Schwermetall und ist ubiquitär in geringen Konzentrationen in der Umwelt vorhanden. Es ist ein Begleitelement in Kupfer-, Blei-, Zink- und anderen Erzen und wird bei der Verhüttung der Erze in der Schlacke oder dem Flugstaub angereichert. Aus diesen wird dann das reine Thallium gewonnen. Aufgrund seiner Giftigkeit hat Thallium keinen besonders großen Anwendungsbereich und seine wirtschaftliche und technische Bedeutung ist gering. Die Hauptexpositionsquelle für Thallium für den Menschen ist daher die tägliche Nahrung, besonders Gemüse. Oral aufgenommenes Thallium wird im Magen-Darm-Trakt schnell und vollständig absorbiert und im Körper verteilt. Auch über die Haut und bei Inhalation über die Schleimhäute wird Thallium leicht vom Körper aufgenommen. Der Transport in Gewebe und Organe erfolgt auf dem gleichen Weg wie bei Kalium, da beide Elemente einen ähnlichen Ionenradius besitzen und Thallium durch K^+/Na^+ -Pumpen auch in die Zellen hineintransportiert wird. Hauptspeicherorte im Körper sind Niere, Herz, Leber, Knochen, Knorpel, Muskulatur, endokrine Drüsen und ZNS sowie Haare, Fuß- und Fingernägel. Wird es in größeren Mengen aufgenommen, kann es Kalium ersetzen und so bestimmte Stoffwechselfvorgänge stören. Somit richtet sich die toxische Wirkung des Thalliums hauptsächlich gegen das zentrale und periphere Nervensystem, Herzmuskel, Leber, Niere und die glatte Muskulatur (Magen, Darm). Symptome akuter Vergiftungen sind anfangs mehr oder weniger diffus und sind Missempfindungen, Appetitlosigkeit, metallischem Geschmack im Mund, Übelkeit, Erbrechen und Schmerzen im Bauchraum. Nach etwa zwei Tagen entwickeln sich schwere Störungen des peripheren und zentralen Nervensystems. Betroffen sind dann auch das Herz-Kreislauf- und Atemsystem sowie Niere, Haut und Augen. Es kann zu Haarausfall kommen. Im weiteren Verlauf verstärken sich die nervösen und mentalen Störungen über Depression, Halluzinationen, Delirium und Krämpfe bis hin zum Koma und Tod. Chronische Vergiftungen führen zu Gastroenteritis, Leberzirrhose sowie zu Nierenentzündung, Degenerationserscheinungen in den Nebennieren und im peripheren sowie zentralen Nervensystem. Eine teratogene, mutagene und kanzerogene Wirkung des Thalliums sind beim

Menschen nicht bewiesen. Die Bewertung erfolgt in Anlehnung zur TR Boden der LAGA M20.

Uran

Uran ist ein toxisches Schwermetall, d.h. seine Schadwirkung geht in erster Linie von seiner Toxizität und nicht von seiner Radioaktivität aus. Uran gilt als Zellgift, wobei in erster Linie die Nieren betroffen sind. Phosphathaltige Düngemittel können zum Teil erhebliche Mengen an Uran enthalten, wobei die Konzentrationen etwa zwischen 20 und 200 mg/kg liegen, gelegentlich kommen auch Gehalte bis 500 mg/kg vor. Nach der Düngerausbringung gelangt das Uran durch Bewässerung oder den Einfluss des Niederschlags in die Bodenlösung. Unter oxidierten Bedingungen herrscht das Uran in seiner 6-wertigen Form als Uranyl-Ion in der wässrigen Phase vor. Aus der Bodenlösung kann es von den Pflanzen aufgenommen werden und dann im pflanzlichen Gewebe akkumulieren. Außerdem finden im Boden Immobilisierungsprozesse statt, wobei besonders die Bindung an Tonminerale und die organische Substanz eine Rolle spielen. Unter reduzierten Bedingungen herrscht das Uran als U(IV) vor, was weniger mobil ist als U(VI). U(IV) bildet relativ schwer lösliche Minerale und kann deshalb besser zurückgehalten werden. Ein Teil des gelösten Urans verbleibt in der Lösung und kann in das Grundwasser ausgewaschen werden. Um den Eintrag von Uran in das Grundwasser zu reduzieren und vor allem auch die Anreicherung von Uran in der Nahrungskette (über Grundwasser oder Pflanzen) zu mindern, müssen in erster Linie die Uranfrachten in die Böden reduziert werden. Maßnahmen dafür sind z.B. die Verwendung organischer Dünger, die Einführung gesetzlicher Regelungen zur Limitierung des Urangehaltes in Düngemitteln und Böden und die Extraktion von Uran bei der Düngemittelherstellung. Der Schutz des Grundwassers vor dem Eintrag toxischer Stoffe, wie beispielsweise das Uran, kann nur über den Bodenschutz gewährleistet werden. Die Bewertung erfolgt in Anlehnung zur TR Boden der LAGA M20.

Zink

Zink ist einerseits ein essentielles Element, zum anderen ist es ein für den Menschen weniger giftiges Schwermetall. Der Bedarf eines Erwachsenen liegt bei 12-15 mg Tag. Eine Zufuhr von mehr als 100 mg pro Tag ist nicht empfehlenswert, ab 200 mg können Symptome wie Übelkeit, Erbrechen oder auch Durchfall auftreten. Beim Menschen führt die Aufnahme von Zink ab etwa 2 g zu akuten Vergiftungserscheinungen. Über einen stark belasteten Boden kann sich Zink auch im Übermaß in pflanzlichen Lebensmitteln anreichern. Die Bewertung erfolgt in Anlehnung zur TR Boden der LAGA M20.

Weitere Informationen zu Bodenschadstoffen

Mögliche Ursachen für Bodenbelastungen

Schwermetalle im Boden gehören zu den nicht bzw. sehr langsam abbaubaren Schadstoffen, die sich in Böden anreichern können. In sehr geringen Konzentrationen sind Schwermetalle in allen Gartenböden natürlicherweise vorhanden. Diese Gehalte sind regional und lokal unterschiedlich. Schwermetalle gelangen zusätzlich über unterschiedliche Wege in den Boden, z.B. durch die Industrie, die im Verkehr entstehenden Abgase und Abriebstoffe (Zink, Kupfer, Blei und Cadmium), verlagerte Schlammmassen in Überschwemmungsgebieten oder durch die Nutzung von belastetem Bodenaushub. „Risikostandorte“ für Gärten sind: in Straßennähe, in der Einflugschneise, im (Innen)Stadtgebiet, auf einer ehemaligen Industrie- oder Deponiefläche, in der Nähe einer Industrieanlage.

Wie nimmt der Mensch Schadstoffe aus dem Boden auf?

Schadstoffe im Boden können u.a. über belastete Nahrungspflanzen oder über die direkte

Aufnahme von Erde (z.B. Verschlucken, Einatmen) in den Körper gelangen.

Pflanzenverfügbare Schadstoffe

Schadstoffe können über die Wurzel, durch Verunreinigung von Blättern, Stängeln und Früchten mit Staub und Erde oder durch das Einwachsen von Bodenpartikeln in unterirdische Pflanzenteile in oder an ein Gewächs gelangen.

Nur bei hoher Bodenbelastung ist das „Einwachsen“ von Bodenpartikeln ein Grund für höhere Schadstoffgehalte in Pflanzen.

Schwermetalle werden vielmehr hauptsächlich über die Wurzel aufgenommen. Jedoch können Pflanzen nicht die gesamte Menge der Schwermetalle im Boden aufnehmen. Die Aufnahme hängt in großem Maße vom pH-Wert und dem Nährstoffgehalt des Bodens ab. Bei niedrigerem pH-Wert und geringem Nährstoffgehalt steigt die Verfügbarkeit der Schadstoffe. Gleichzeitig verhalten sich die Stoffe auch unterschiedlich im Boden: während Cadmium, Zink und Nickel stärker von Pflanzen aufgenommen werden, sind Chrom, Blei und Quecksilber weniger mobil und reichern sich daher in geringererem Maße an.

Aufgrund neuerer Erkenntnisse geht man davon aus, dass bei belastetem Boden und einseitiger Ernährung vor allem bei Blei und Cadmium die Grenzwerte, die die WHO für die Schwermetallaufnahme vorgibt, überschritten werden. Hier eine Übersicht über das Aufnahmevermögen verschiedener Pflanzen:

Blei

Hohe Anreicherung

Endivie
Erdbeeren
Johannisbeeren
Karotten
Lollo rosso
Petersilie
Radieschen
Rettich
Stachelbeeren

Mäßige Anreicherung

Apfel
Blumenkohl
Brokkoli
Chinakohl
Feldsalat
Grünkohl
Kohlrabi
Lauch
Mangold
Rhabarber
Rosenkohl
Rote Bete
Rotkohl
Sauerkirsche
Schnittlauch
Schwarzwurzel
Sellerie
Spinat
Spitzkohl
Weißkohl
Wirsing
Zwiebel

Niedrige Anreicherung

Bohne
Erbsen
Gurke
Kartoffel
Kopfsalat
Tomate
Wein
Zucchini

Cadmium

Hohe Anreicherung

Endivie
Lollo rosso
Mangold
Schnittlauch
Sellerie

Mäßige Anreicherung

Blumenkohl
Brokkoli
Chinakohl
Erdbeere
Grünkohl
Johannisbeere
Karotten
Kohlrabi
Kopfsalat
Lauch
Meerrettich
Petersilie
Rhabarber
Rote Bete
Schwarzwurzel
Spinat
Tomate

Niedrige Anreicherung

Apfel
Birne
Bohne
Erbse
Feldsalat
Gurke
Holunderbeere
Kartoffel
Kürbis
Paprika
Radieschen
Rettich
Rosenkohl
Rotkohl
Sauerkirsche
Spitzkohl
Tomate
Wein
Weißkohl
Wirsing
Zucchini
Zwiebel

Die gleiche Information zu weiteren Schadstoffen oder Pflanzen liegt leider nicht vor.

Ausschlaggebend für die Belastung des Körpers sind jedoch Art und Umfang des Gesamtverzehrs und nicht der einzelne Gehalt der Lebensmittel.

Die Anlagerung von Schadstoffen an der Oberfläche der Pflanzen hängt stark von der jeweiligen Art ab. Arten mit großen, rauen und behaarten Blättern (z.B. Grünkohl, Petersilie, Salat und Spinat) lagern tendenziell mehr Schadstoffe an als Arten mit glatten und kleinen Blättern. Prinzipiell nimmt die Schadstoffbelastung in folgender Reihenfolge ab:

Wurzel > Spross > Knolle > Blätter > Früchte > Samen

Allgemein betrachtet reichern Blatt- und Wurzelgemüse am meisten Schadstoffe an, während in Baum- und Strauchobst meist keine oder nur eine geringe Belastung messbar ist. Stärker

belastet sind Pflanzenarten, die bodennah wachsen, eine raue Oberfläche und/oder eine lange Wachstumszeit haben.

Direkte Aufnahme von Bodenpartikeln

Beim Aufenthalt, spielen und gärtnern im Garten kann der Mensch belasteten Boden auch direkt über Einatmen, Verschlucken oder die Haut aufnehmen. Das Einatmen und die Aufnahme über die Haut werden von Experten als weniger relevant für die Gesundheit eingestuft. Jedoch sind besonders Kinder durch das absichtliche oder unabsichtliche Verschlucken von Erde von der Aufnahme von Bodenschadstoffen betroffen.

Was tun bei Schadstoffen im Boden?

Verringerung der Schwermetallaufnahme mit der Nahrung

1. Richtige Bodenpflege: Für eine verringerte Schwermetallaufnahme sollte der pH-Wert des Bodens bei ca. 7 liegen. Ist dies nicht der Fall, sollte der Boden entsprechend eingestellt werden. Gleichzeitig sollte ein hoher Humusgehalt angestrebt werden, da dies ebenfalls die Aufnahme von Schwermetallen verringert.
2. Geeignete Nahrungspflanzen auswählen: Je nach Schadstoffbelastung sollten gewisse Pflanzen nicht angebaut werden, wenn diese dafür bekannt sind, die vorhandenen Schadstoffe in besonderem Maße anzureichern (siehe Tabelle oben).
3. Bodenabdeckung: Mit einer Abdeckung des Bodens, z.B. mit Stroh oder Mulch, kann verhindert werden, dass sich Bodenpartikel äußerlich an Pflanzenteilen ablagern.
4. Anlage von Hochbeeten: Hochbeete können mit unbelasteter Erde angelegt werden, sodass Nutzpflanzen darauf ohne Einschränkung angepflanzt werden können.
5. Pflanzen waschen und schälen: Vor dem Verzehr sollten vor allem bodennahe und unterirdisch wachsende Pflanzenteile gründlich gewaschen bzw. geschält und Hüllblätter von Blattgemüse entfernt werden, um anhaftende Bodenpartikel zu entfernen.
6. Folientunnel anlegen: Unter einem Folientunnel sind Gewächse in stark belasteten Gebieten vor der Ablagerung von Schadstoffen über die Luft und Niederschläge geschützt.
7. Bodenaustausch: Im äußersten Fall kann es angeraten sein, den belasteten Oberboden auszutauschen oder abzudecken.

Schutz von Kindern

Aufgrund ihrer Verhaltensmuster (Bodenessen) und ihrer Empfindlichkeit gegenüber Umweltbelastungen sollten Kinder besonders vor Bodenschadstoffen geschützt werden. Mit einer dichten Vegetationsdecke/Grasnarbe kann belasteter Boden soweit abgedeckt und verdichtet werden, dass die Aufnahme von Bodenpartikeln deutlich reduziert werden kann.

Zusätzlich kann ein Sandkasten mit unbelasteter Füllung errichtet werden, der nach unten mit einer Grabesperre und seitlich mit einer Barriere vom restlichen Gartenboden abgegrenzt werden kann.

Nach dem Spielen im Garten ist es auch wichtig, mit Erde verschmutzte Schuhe und Kleidung nicht mit ins Haus zu nehmen, und Gesicht und Hände gut zu waschen.

Verhinderung weiterer Schadstoffeinträge

Sie selbst können dazu beitragen, den Eintrag von (weiteren) Schadstoffen in den Gartenboden zu verringern. Hier einige Vorschläge:

1. Verzichten Sie beim Anlegen eines Komposts auf das Laub, das Sie in unmittelbarer Straßennähe aufgesammelt haben. Haushaltsabfälle nicht auf den Kompost werfen.
2. Bringen Sie nur schadstoffgeprüften Dünger und keine Asche im Gemüsegarten auf.
3. Erde, die bei Baumaßnahmen anfällt, nicht im Nutzgarten verteilen.
4. Hecken als Abgrenzung zur Straße anpflanzen und ihr Rückhalte- und Reinigungspotenzial ausnutzen.

Literatur

VDLufa-Methodenbuch, VDLUFA-Verlag, Darmstadt Vierte Auflage 1991
Handbuch der Bodenuntersuchung, Wiley-VCH, Beuth

LAGA-Methodensammlung Abfalluntersuchung
TR Boden der LAGA M20
Verordnung über Deponien und Langzeitlager (Deponieverordnung - DepV)
Bundes-Bodenschutz- und Altlastenverordnung (BBodSchV)

Scheffer/Schachtschabel Lehrbuch der Bodenkunde, 15. Aufl., 2002
Baumgärtel et al. 2010, Empfehlungen zur Stickstoffdüngung nach der Nmin-Methode,
Feller, C.; Fink M.; Laber, H.; Maync, A.; Paschold, P.; Scharpf, H.C.; Schlaghecken, J.;
Strohmeyer, K.; Weier, U.; Ziegler, J. (2011) Düngung im Freilandgemüsebau. In: Fink, M.
(Hrsg.): Schriftenreihe des Leibniz-Instituts für Gemüse- und Zierpflanzenbau (IGZ), 3. Auflage,
Heft 4, Großbeeren

Thüringer Landesanstalt für Landwirtschaft Richtwerte zur Einstufung der Mikronährstoffgehalte
in Böden bei Anwendung der CAT-Methode

Dr. Jürgen Zander, Landwirtschaftskammer Schleswig-Holstein, Abteilung Pflanzenbau
Spurenelementbestimmung im Boden nach der CAT-Methode schont den Geldbeutel

Düngung in Thüringen 2007 nach "Guter fachlicher Praxis Schriftenreihe Heft 7 / 2007

Sachsen-Anhalt, Ministerium für Landwirtschaft und Umwelt, Sachgemäße Düngung
im Haus- und Kleingarten

Landwirtschaftliches Technologiezentrum Augustenberg Landesanstalt für Landwirtschaftliche
Chemie Universität Hohenheim: Einstufung pflanzenverfügbarer Spurennährstoffgehalte im
Boden
in Gehaltssklassen (Stand: Februar 2006) Untersuchung mit der CAT-Methode

Landesarbeitskreis Düngung BADEN-WÜRTTEMBERG INFORMATIONEN ZUR DÜNGUNG
FÜR HANDEL UND GENOSSENSCHAFTEN 4. Auflage 2010

Bezirksamt Spandau von Berlin (Hrsg.): Mein Garten in der Großstadt. Bodenverbessernde
Maßnahmen, Bodenschutz und Bodenpflege. Fassung von 2014.

Landesumweltamt Nordrhein-Westfalen: Schadstoffe im Boden. Teil 2: Was tun bei Schadstoffen
im Garten? 2003.

Gesundheitsamt Landkreis Goslar: Hinweise und Empfehlungen zur Bearbeitung und Nutzung
schwermetallkontaminierter Gartenböden. 2005

GfRS Gesellschaft für Ressourcenschutz mbH (Hrsg.): Leitfaden Umweltschadstoffe in der
Landbau-Praxis. Bundesprogramm Ökologischer Landbau, 2010.

Abkürzungen:

<: Wert liegt unter der angezeigten Bestimmungsgrenze; BBodSchV: Bundes-Bodenschutz- und Altlastenverordnung ; EN: Europäische Norm; i.A.: im Allgemeinen

Weiler Energy GmbH

Kruppstr. 82-100
45145 Essen**Prüfbericht: 568637**

Preetz, den 19.11.2025, 09:00

Bodenanalyse Schadstoff

Kundennr.	376987
Auftragsnr. / Planungsnr.	568637 / -
Bearbeitungszeitraum	15.11.2025 bis 19.11.2025
Auftragstyp	UAZ Boden Schadstoff
Bezeichnung/Bemerkung	Ziekoer Landstr. 6
PLZ Ort	
Strasse, Hausnummer	
Entnahmestelle	Ziekoer Landstr. 6
Entnahmedatum, Uhrzeit	06.11.2025 14:45 Uhr
Probenehmer	
Probenahmeverfahren	Auswahl einer Probe aus Wurzeltiefe nach Entnahme des Bodens mittels Spaten
Anzahl Proben	k.A.
Entnahmemuster	k.A.
beprobte Fläche	k.A.
Düngung bisher	
zusätzl. Angaben	
Probetyp	Boden

Die Prüfergebnisse beziehen sich auf die Probe wie erhalten. Dieser Prüfbericht dient ausschließlich der Eigenkontrolle.
Die Prüfergebnisse beziehen sich nur auf die oben angeführten Prüfgegenstände. Auszüge aus dem Prüfbericht dürfen nur mit Zustimmung des Prüflabors veröffentlicht werden.

Inhaltsverzeichnis

Im vorliegenden Ergebnis der Bodenanalyse finden Sie:

- Ihr Analyseergebnis im Überblick
- Erläuterungen zu Ihrem Analyseergebnis
- Ausführliche Beschreibung der analysierten Bodenparameter
- Literatur

Einleitung

Ihre Bodenprobe wurde in unserem Labor analysiert und Sie erhalten heute das Ergebnis Ihres Analyseauftrags, für den wir uns noch einmal herzlich bedanken. Die verschiedenen Einzelstoffe können der Tabelle mit den untersuchten Parametern entnommen werden. Dort finden Sie alle Messergebnisse in Relation zu den Einschätzungen der genannten Literatur.

Ihre luftgetrocknete Bodenprobe wurde auf 2 mm gesiebt. Die Probe wurde anschließend für die verschiedenen Analyseverfahren vorbereitet. Hierbei wurden i.A. anerkannte Verfahren nach VD-Lufa verwendet. Welches Verfahren im Einzelnen eingesetzt wurde, können Sie den jeweiligen Ergebnistabellen entnehmen (Hausmethode = salpetersaurer Auszug).

Die vorliegende Schadstoffanalyse gibt darüber Auskunft, ob Ihr Boden Schadstoffe wie Blei oder Cadmium enthält, die zu Nutzungseinschränkungen führen sollten.

Ihr Analyseergebnis im Überblick

Schwermetalle leicht verfügbar	Verfahren	Messwert	Einheit	Bewertung	Maßnahme
Blei	Hausmethode	6,04	mg/kg	unauffällig	-
Cadmium	Hausmethode	0,0565	mg/kg	sehr niedrig	-
Chrom	Hausmethode	0,578	mg/kg	unauffällig	-
Nickel	Hausmethode	0,164	mg/kg	sehr niedrig	-
Quecksilber	Hausmethode	0,04040	mg/kg	unauffällig	-
Zink	Hausmethode	6,66	mg/kg	unauffällig	-
Kupfer	Hausmethode	2,81	mg/kg	unauffällig	-

Legende

Die Beurteilung der Messwerte für die Schwermetalle erfolgt in den Kategorien: Sehr niedrig, unauffällig, überdurchschnittlich, auffällig und sehr hoch.

sehr niedrig	Der Stoff wurde nur in äußerst geringen Mengen im Boden nachgewiesen.
unauffällig	Der Stoff wurde in geringen Mengen im Boden nachgewiesen.
überdurchschnittlich	Die ermittelte Konzentration liegt nicht im Optimalbereich.
auffällig	Der Stoff wurde in erhöhter Menge im Boden nachgewiesen.
sehr hoch	Der Stoff wurde in stark erhöhter Menge im Boden nachgewiesen.

Erläuterungen zu Ihrem Analyseergebnis

Blei

Ihr Messergebnis: 6,04 mg/kg



Es wurde nur relativ wenig extrahierbares Blei gefunden, was durch Pflanzen aufgenommen werden könnte. Somit ergibt sich kein Hinweis auf einen erhöhten Gesamtgehalt. Die Einschätzungen wurden abgeleitet aus eigenen Extraktionsversuchen und in Relation zur TR Boden der LAGA M20 bewertet.

Cadmium

Ihr Messergebnis: 0,0565 mg/kg



Es wurde nur sehr wenig extrahierbares Cadmium gefunden, was durch Pflanzen aufgenommen werden könnte. Somit ergibt sich kein Hinweis auf einen erhöhten Gesamtgehalt. Die Einschätzungen wurden abgeleitet aus eigenen Extraktionsversuchen und in Relation zur TR Boden der LAGA M20 bewertet.

Chrom

Ihr Messergebnis: 0,578 mg/kg



Es wurde nur relativ wenig extrahierbares Chrom gefunden, was durch Pflanzen aufgenommen werden könnte. Somit ergibt sich kein Hinweis auf einen erhöhten Gesamtgehalt. Die Einschätzungen wurden abgeleitet aus eigenen Extraktionsversuchen und in Relation zur TR Boden der LAGA M20 bewertet.

Nickel

Ihr Messergebnis: 0,164 mg/kg



Es wurde nur sehr wenig extrahierbares Nickel gefunden, was durch Pflanzen aufgenommen werden könnte. Somit ergibt sich kein Hinweis auf einen erhöhten Gesamtgehalt. Die Einschätzungen wurden abgeleitet aus eigenen Extraktionsversuchen und in Relation zur TR Boden der LAGA M20 bewertet.

Quecksilber

Ihr Messergebnis: 0,04040 mg/kg



Es wurde nur relativ wenig extrahierbares Quecksilber gefunden, was durch Pflanzen aufgenommen werden könnte. Somit ergibt sich kein Hinweis auf einen erhöhten Gesamtgehalt. Die Einschätzungen wurden abgeleitet aus eigenen Extraktionsversuchen und in Relation zur TR Boden der LAGA M20 bewertet. Die Einschätzungen wurden abgeleitet aus eigenen Extraktionsversuchen und in Relation zur TR Boden der LAGA M20 bewertet.

Zink

Ihr Messergebnis: 6,66 mg/kg



Der Boden gibt relativ wenig Zink ab. Somit ergibt sich kein Hinweis auf einen erhöhten Gesamtgehalt. Die Einschätzungen wurden abgeleitet aus eigenen Extraktionsversuchen und in Relation zur TR Boden der LAGA M20 bewertet. Die Einschätzungen wurden abgeleitet aus eigenen Extraktionsversuchen und in Relation zur TR Boden der LAGA M20 bewertet.

Kupfer

Ihr Messergebnis: 2,81 mg/kg



Der Boden gibt relativ wenig Kupfer ab. Somit ergibt sich kein Hinweis auf einen erhöhten Gesamtgehalt. Die Einschätzungen wurden abgeleitet aus eigenen Extraktionsversuchen und in Relation zur TR Boden der LAGA M20 bewertet.

Ausführliche Beschreibung der gemessenen Bodenparameter

Schwermetalle leicht verfügbar

Blei

Blei ist ein toxisches Schwermetall. Es blockiert die Enzyme in den Pflanzen (auch bei Mensch und Tier) und führt so durch Stoffwechselstörungen zu Schädigungen.

Cadmium

Cadmium ist ein toxisches Schwermetall. Es blockiert die Enzyme in den Pflanzen (auch bei Mensch und Tier) und führt so durch Stoffwechselstörungen zu Schädigungen.

Chrom

Chrom ist ein toxisches Schwermetall. Inwieweit es wie bei vielen Organismen auch für Pflanzen in Spuren essentiell ist, ist nicht bekannt.

Nickel

Nickel ist ein toxisches Schwermetall. Es blockiert die Enzyme in den Pflanzen (auch bei Mensch und Tier) und führt so durch Stoffwechselstörungen zu Schädwirkungen.

Quecksilber

Quecksilber ist ein toxisches Schwermetall. Es blockiert die Enzyme in den Pflanzen (auch bei Mensch und Tier) und führt so durch Stoffwechselstörungen zu Schädwirkungen.

Zink

Zink ist ein essentielles Spurenelement. In größeren Mengen wirkt es toxisch auf Pflanzen. Viele Tiere und auch die Menschen sind weitaus toleranter gegenüber Zink.

Kupfer

Kupfer ist ein essentielles Spurenelement. In höheren Dosen wirkt es toxisch. Die Bedeutung der Aufnahme über Pflanzen ist eher gering, da Pflanzen einen Schutzmechanismus gegen zuviel Aufnahme von Kupfer besitzen. Daher verwendet man Kupfer auch als Pflanzenschutzmittel.

Weitere Informationen zu Bodenschadstoffen

Mögliche Ursachen für Bodenbelastungen

Schwermetalle im Boden gehören zu den nicht bzw. sehr langsam abbaubaren Schadstoffen, die sich in Böden anreichern können. In sehr geringen Konzentrationen sind Schwermetalle in allen Gartenböden natürlicherweise vorhanden. Diese Gehalte sind regional und lokal unterschiedlich. Schwermetalle gelangen zusätzlich über unterschiedliche Wege in den Boden, z.B. durch die Industrie, die im Verkehr entstehenden Abgase und Abriebstoffe (Zink, Kupfer, Blei und Cadmium), verlagerte Schlammmassen in Überschwemmungsgebieten oder durch die Nutzung von belastetem Bodenaushub. „Risikostandorte“ für Gärten sind: in Straßennähe, in der Einflugschneise, im (Innen)Stadtgebiet, auf einer ehemaligen Industrie- oder Deponiefläche, in der Nähe einer Industrieanlage.

Wie nimmt der Mensch Schadstoffe aus dem Boden auf?

Schadstoffe im Boden können u.a. über belastete Nahrungspflanzen oder über die direkte Aufnahme von Erde (z.B. Verschlucken, Einatmen) in den Körper gelangen.

Pflanzenverfügbare Schadstoffe

Schadstoffe können über die Wurzel, durch Verunreinigung von Blättern, Stängeln und Früchten mit Staub und Erde oder durch das Einwachsen von Bodenpartikeln in unterirdische Pflanzenteile in oder an ein Gewächs gelangen.

Nur bei hoher Bodenbelastung ist das „Einwachsen“ von Bodenpartikeln ein Grund für höhere Schadstoffgehalte in Pflanzen.

Schwermetalle werden vielmehr hauptsächlich über die Wurzel aufgenommen. Jedoch können Pflanzen nicht die gesamte Menge der Schwermetalle im Boden aufnehmen. Die Aufnahme hängt in großem Maße vom pH-Wert und dem Nährstoffgehalt des Bodens ab. Bei niedrigerem pH-Wert und geringem Nährstoffgehalt steigt die Verfügbarkeit der Schadstoffe. Gleichzeitig verhalten sich die Stoffe auch unterschiedlich im Boden: während Cadmium, Zink und Nickel stärker von Pflanzen aufgenommen werden, sind Chrom, Blei und Quecksilber weniger mobil und reichern sich daher in geringerem Maße an.

Aufgrund neuerer Erkenntnisse geht man davon aus, dass bei belastetem Boden und einseitiger Ernährung vor allem bei Blei und Cadmium die Grenzwerte, die die WHO für die Schwermetallaufnahme vorgibt, überschritten werden. Hier eine Übersicht über das Aufnahmevermögen verschiedener Pflanzen:

Blei

Hohe Anreicherung

Endivie
Erdbeeren
Johannisbeeren
Karotten
Lollo rosso
Petersilie
Radieschen
Rettich
Stachelbeeren

Mäßige Anreicherung

Apfel
Blumenkohl
Brokkoli
Chinakohl
Feldsalat
Grünkohl
Kohlrabi
Lauch
Mangold
Rhabarber
Rosenkohl

Rote Bete
Rotkohl
Sauerkirsche
Schnittlauch
Schwarzwurzel
Sellerie
Spinat
Spitzkohl
Weißkohl
Wirsing
Zwiebel

Niedrige Anreicherung

Bohne
Erbsen
Gurke
Kartoffel
Kopfsalat
Tomate
Wein
Zucchini

Cadmium

Hohe Anreicherung

Endivie
Lollo rosso
Mangold
Schnittlauch
Sellerie

Mäßige Anreicherung

Blumenkohl
Brokkoli
Chinakohl
Erdbeere
Grünkohl
Johannisbeere
Karotten
Kohlrabi
Kopfsalat
Lauch
Meerrettich

Petersilie
Rhabarber
Rote Bete
Schwarzwurzel
Spinat
Tomate

Niedrige Anreicherung

Apfel
Birne
Bohne
Erbse
Feldsalat
Gurke
Holunderbeere
Kartoffel
Kürbis
Paprika
Radieschen

Rettich
Rosenkohl
Rotkohl
Sauerkirsche
Spitzkohl
Tomate
Wein
Weißkohl
Wirsing
Zucchini
Zwiebel

Die gleiche Information zu weiteren Schadstoffen oder Pflanzen liegt leider nicht vor.

Ausschlaggebend für die Belastung des Körpers sind jedoch Art und Umfang des Gesamtverzehr und nicht der einzelne Gehalt der Lebensmittel.

Die Anlagerung von Schadstoffen an der Oberfläche der Pflanzen hängt stark von der jeweiligen Art ab. Arten mit großen, rauen und behaarten Blättern (z.B. Grünkohl, Petersilie, Salat und Spinat) lagern tendenziell mehr Schadstoffe an als Arten mit glatten und kleinen Blättern. Prinzipiell nimmt die Schadstoffbelastung in folgender Reihenfolge ab:

Wurzel > Spross > Knolle > Blätter > Früchte > Samen

Allgemein betrachtet reichern Blatt- und Wurzelgemüse am meisten Schadstoffe an, während in Baum- und Strauchobst meist keine oder nur eine geringe Belastung messbar ist. Stärker belastet sind Pflanzenarten, die bodennah wachsen, eine raue Oberfläche und/oder eine lange Wachstumszeit haben.

Direkte Aufnahme von Bodenpartikeln

Beim Aufenthalt, spielen und gärtnern im Garten kann der Mensch belasteten Boden auch direkt über Einatmen, Verschlucken oder die Haut aufnehmen. Das Einatmen und die Aufnahme über die Haut werden von Experten als weniger relevant für die Gesundheit eingestuft. Jedoch sind besonders Kinder durch das absichtliche oder unabsichtliche Verschlucken von Erde von der Aufnahme von Bodenschadstoffen betroffen.

Was tun bei Schadstoffen im Boden?

Verringerung der Schwermetallaufnahme mit der Nahrung

1. Richtige Bodenpflege: Für eine verringerte Schwermetallaufnahme sollte der pH-Wert des Bodens bei ca. 7 liegen. Ist dies nicht der Fall, sollte der Boden entsprechend eingestellt werden. Gleichzeitig sollte ein hoher Humusgehalt angestrebt werden, da dies ebenfalls die Aufnahme von Schwermetallen verringert.
2. Geeignete Nahrungspflanzen auswählen: Je nach Schadstoffbelastung sollten gewisse Pflanzen nicht angebaut werden, wenn diese dafür bekannt sind, die vorhandenen Schadstoffe in besonderem Maße anzureichern (siehe Tabelle oben).
3. Bodenabdeckung: Mit einer Abdeckung des Bodens, z.B. mit Stroh oder Mulch, kann verhindert werden, dass sich Bodenpartikel äußerlich an Pflanzenteilen ablagern.
4. Anlage von Hochbeeten: Hochbeete können mit unbelasteter Erde angelegt werden, sodass Nutzpflanzen darauf ohne Einschränkung angepflanzt werden können.
5. Pflanzen waschen und schälen: Vor dem Verzehr sollten vor allem bodennahe und unterirdisch wachsende Pflanzenteile gründlich gewaschen bzw. geschält und Hüllblätter von Blattgemüse entfernt werden, um anhaftende Bodenpartikel zu entfernen.
6. Folientunnel anlegen: Unter einem Folientunnel sind Gewächse in stark belasteten Gebieten vor der Ablagerung von Schadstoffen über die Luft und Niederschläge geschützt.
7. Bodenaustausch: Im äußersten Fall kann es angeraten sein, den belasteten Oberboden auszutauschen oder abzudecken.

Schutz von Kindern

Aufgrund ihrer Verhaltensmuster (Bodenessen) und ihrer Empfindlichkeit gegenüber Umweltbelastungen sollten Kinder besonders vor Bodenschadstoffen geschützt werden. Mit einer dichten Vegetationsdecke/Grasnarbe kann belasteter Boden soweit abgedeckt und verdichtet werden, dass die Aufnahme von Bodenpartikeln deutlich reduziert werden kann. Zusätzlich kann ein Sandkasten mit unbelasteter Füllung errichtet werden, der nach unten mit einer Grabesperre und seitlich mit einer Barriere vom restlichen Gartenboden abgegrenzt werden kann.

Nach dem Spielen im Garten ist es auch wichtig, mit Erde verschmutzte Schuhe und Kleidung nicht mit ins Haus zu nehmen, und Gesicht und Hände gut zu waschen.

Verhinderung weiterer Schadstoffeinträge

Sie selbst können dazu beitragen, den Eintrag von (weiteren) Schadstoffen in den Gartenboden zu verringern. Hier einige Vorschläge:

1. Verzichten Sie beim Anlegen eines Komposts auf das Laub, das Sie in unmittelbarer Straßennähe aufgesammelt haben. Haushaltsabfälle nicht auf den Kompost werfen.
2. Bringen Sie nur schadstoffgeprüften Dünger und keine Asche im Gemüsegarten auf.
3. Erde, die bei Baumaßnahmen anfällt, nicht im Nutzgarten verteilen.
4. Hecken als Abgrenzung zur Straße anpflanzen und ihr Rückhalte- und Reinigungspotenzial ausnutzen.

Weiterführende Laboranalyse bei Schadstoffbelastung

Falls bei Ihrer Analyse überdurchschnittliche, auffällige oder sehr hohe Werte ermittelt wurden, können die Gehalte mittels einer Analyse mit Königswasseraufschluss (VDLUFA A2.4.3.1) genauer untersucht werden. Der Aufschluss mit Königswasser bietet im Vergleich zum Salpetersäureaufschluss bei Bodenanalysen die Möglichkeit einer tiefergehenden Extraktion. Dies bedeutet, dass mit Königswasser mehr Schadstoffe aus der Bodenprobe herausgelöst werden können als mit Salpetersäure. So erhält man einen noch genaueren Aufschluss darüber, wie viele Schadstoffe sich im Boden befinden.

Geht es bei der Bodenanalyse vorrangig um pflanzenverfügbare Schadstoffe, ist die Extraktion mit Salpetersäure meist ausreichend, da Pflanzen in aller Regel selbst nur eingeschränkt gefährliche Stoffe aus dem Boden extrahieren können.

Sprechen Sie uns bei Interesse auf eine Analyse mit Königswasseraufschluss an.

Literatur

VDLufa-Methodenbuch, VDLUFA-Verlag, Darmstadt Vierte Auflage 1991
Handbuch der Bodenuntersuchung, Wiley-VCH, Beuth

LAGA-Methodensammlung Abfalluntersuchung
TR Boden der LAGA M20
Verordnung über Deponien und Langzeitlager (Deponieverordnung - DepV)
Bundes-Bodenschutz- und Altlastenverordnung (BBodSchV)

Scheffer/Schachtschabel Lehrbuch der Bodenkunde, 15. Aufl., 2002
Baumgärtel et al. 2010, Empfehlungen zur Stickstoffdüngung nach der Nmin-Methode,
Feller, C.; Fink M.; Laber, H.; Maync, A.; Paschold, P.; Scharpf, H.C.; Schlaghecken, J.;
Strohmeier, K.; Weier, U.; Ziegler, J. (2011) Düngung im Freilandgemüsebau. In: Fink, M.
(Hrsg.): Schriftenreihe des Leibniz-Instituts für Gemüse- und Zierpflanzenbau (IGZ), 3. Auflage,
Heft 4, Großbeeren

Thüringer Landesanstalt für Landwirtschaft Richtwerte zur Einstufung der Mikronährstoffgehalte
in Böden bei Anwendung der CAT-Methode

Dr. Jürgen Zander, Landwirtschaftskammer Schleswig-Holstein, Abteilung Pflanzenbau
Spurenelementbestimmung im Boden nach der CAT-Methode schont den Geldbeutel

Düngung in Thüringen 2007 nach "Guter fachlicher Praxis Schriftenreihe Heft 7 / 2007

Sachsen-Anhalt, Ministerium für Landwirtschaft und Umwelt, Sachgemäße Düngung
im Haus- und Kleingarten

Landwirtschaftliches Technologiezentrum Augustenberg Landesanstalt für Landwirtschaftliche
Chemie Universität Hohenheim: Einstufung pflanzenverfügbarer Spurennährstoffgehalte im
Boden
in Gehaltsklassen (Stand: Februar 2006) Untersuchung mit der CAT-Methode

Landesarbeitskreis Düngung BADEN-WÜRTTEMBERG INFORMATIONEN ZUR DÜNGUNG
FÜR HANDEL UND GENOSSENSCHAFTEN 4. Auflage 2010

Bezirksamt Spandau von Berlin (Hrsg.): Mein Garten in der Großstadt. Bodenverbessernde
Maßnahmen, Bodenschutz und Bodenpflege. Fassung von 2014.

Landesumweltamt Nordrhein-Westfalen: Schadstoffe im Boden. Teil 2: Was tun bei Schadstoffen
im Garten? 2003.

Gesundheitsamt Landkreis Goslar: Hinweise und Empfehlungen zur Bearbeitung und Nutzung
schwermetallkontaminierter Gartenböden. 2005

GfRS Gesellschaft für Ressourcenschutz mbH (Hrsg.): Leitfaden Umweltschadstoffe in der Landbau-Praxis. Bundesprogramm Ökologischer Landbau, 2010.

Abkürzungen:

<: Wert liegt unter der angezeigten Bestimmungsgrenze; BBodSchV: Bundes-Bodenschutz- und Altlastenverordnung ; EN: Europäische Norm; i.A.: im Allgemeinen