

Die Fachstelle Bodenschutz im AGW und ihre Aufgaben:

Damit uns der Boden als Lebensgrundlage auch langfristig erhalten bleibt

Über zeitlich und räumlich klar eingegrenzte Untersuchungen zur Bodenbelastung mit bestimmten Schadstoffen (beispielsweise Schwermetalle wie Quecksilber in der Umgebung von Krematorien oder KVA) hat die «Zürcher UmweltPraxis» in letzter Zeit in verschiedenen Ausgaben berichtet (ZUP Nrn. 3, 4 und 8). Ausgelöst, betreut und überwacht bzw. durchgeführt wurden diese Studien stets von der Fachstelle Bodenschutz (FaBo) beim Amt für Gewässerschutz und Wasserbau (AGW). Es ist ihr eine umfassende Aufgabe im Dienste des Bodens und seiner Erhaltung übertragen. Denn unser Boden ist Lebensgrundlage für Pflanzen, Tiere und den Menschen, eine Ressource, die sich weder vermehren noch erneuern lässt.

Der umfassende Auftrag der Fachstelle Bodenschutz (FaBo) leitet sich direkt aus der Verordnung des Bundes über die Schadstoffe im Boden (VSBo) her. Sie wurde vom Bundesrat am 1. September 1986 in Kraft gesetzt und bildet die rechtliche Grundlage für einen konstruktiven Bodenschutz.

Die VSBo nimmt die Kantone in die Pflicht

Die Kantone wurden in der VSBo verpflichtet, auf dem Gebiet des Bodenschutzes tätig zu werden. Sie haben Flächen mit erhöhtem Schadstoffgehalt ausfindig zu machen, die Belastungsursachen festzustellen und abzuklären, ob die Vorschriften des Bundes genügen, um einen weiteren Anstieg der Schadstoffgehalte zu verhindern. Falls notwendig, sind nach Artikel 35 des Umweltschutzgesetzes (USG) weitergehende Massnahmen zu ergreifen.

Ziel der VSBo ist die langfristige Erhaltung der Bodenfruchtbarkeit. Ein Boden gilt als fruchtbar, wenn er «eine artenreiche und biologisch aktive Tier- und Pflanzenwelt besitzt, das ungestörte Wachstum und die Ent-

wicklung natürlicher und vom Menschen beeinflusster Pflanzen und Pflanzengesellschaften ermöglicht sowie gewährleistet, dass pflanzliche Erzeugnisse eine gute Qualität aufweisen und für Menschen und Tiere verträglich sind.» Bodenfruchtbarkeit darf also nicht mit landwirtschaftlicher Ertragsfähigkeit gleichgesetzt werden.

Was ist überhaupt unter Boden zu verstehen?

Als Boden wird der oberste Teil der Erdkruste bezeichnet, welcher nach unten durch Gestein und nach oben durch eine Vegetationsschicht begrenzt wird (Mächtigkeit: normalerweise etwa 30 bis 150 cm). Boden entsteht durch Verwitterung des Ausgangsgesteins und durch die biologische Zersetzung organischer Substanz aus abgestorbenen Pflanzenteilen und Tierresten.

Böden setzen sich aus folgenden Bestandteilen zusammen:

- 1 anorganische, mineralische Stoffe,
- 1 abgestorbene und umgewandelte organische Bestandteile,
- 1 Bodenlebewesen,
- 1 Bodenwasser und Bodenluft.

Boden ist vielfältig und erfüllt vielfältige Funktionen

Aus den aufgeführten Bestandteilen ergibt sich in wechselnder Zusammensetzung eine Vielzahl von Bodentypen, denn Ausgangsgestein, Klima, Relief, Dauer der Bodenentwicklung, Pflanzenbewuchs und Eingriffe von Lebewesen bilden unterschiedliche Rahmenbedingungen, unter denen ein bestimmter Boden entstand bzw. entsteht. Somit ist jedes Stück Boden einzigartig.

Die Funktionen des Bodens sind vielfältig:

- 1 Er regelt die natürlichen Kreisläufe des Wassers, der organischen und minerali-

Redaktionelle Verantwortung für diesen Beitrag:

Amt für Gewässerschutz und Wasserbau – AGW

Fachstelle Bodenschutz – FaBo

Dr. Thomas Wegelin

8090 Zürich

Telefon 01 259 32 78

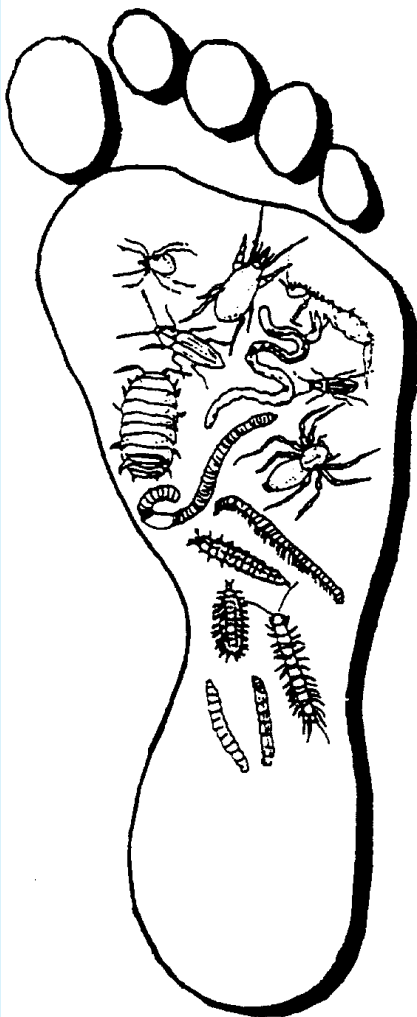
BODEN

schen Stoffe, er filtert, lagert, baut ab und um.

- 1 Er ist Lebensgrundlage und Lebensraum für Menschen, Tiere, Pflanzen und Mikroorganismen.
- 1 Er bildet die Grundlage für die land- und forstwirtschaftliche Nutzung und dient als Standort für Bauten.

Unter der Fläche eines mittelgrossen menschlichen Fusses leben im Boden Billionen von Lebewesen:

1 Assel	1900 Springschwänze
2 Käfer	19 Millionen Pilze
1 Spinne	und Algen
1 Schnecke	190'000 Fadenwürmer
5 Fliegenlarven	11 Billionen Bakterien
1 Hundertfüssler	9 Millionen Einzeller
4 Tausendfüssler	2850 Milben
475 Ringelwürmer	



Quelle: BUWAL Umweltbericht 1993 (Nicht massstäblich)

Der Boden als eine unserer Lebensgrundlagen ist bedroht...

Durch Einträge von Schadstoffen aus der Luft und aus Niederschlägen sowie durch mechanische Beeinflussung wird der Boden stark beansprucht.

...durch stoffliche Bodenbelastung

Der Austrag von Schwermetallen aus dem Boden geschieht sehr langsam und ist z. B. beim Element Cadmium sogar weniger gross als der grossräumige Eintrag aus der Luft. Schwermetalle, die einmal im Boden sind, bleiben dort Jahrtausende. Bei anderen Schadstoffen dauert es sehr lange, bis sie abgebaut sind. Mit Schadstoffen belastete Böden weisen, wie erodierte oder verdichtete, eine geringere Bodenfruchtbarkeit auf.

...durch mechanische Bodenbelastung

Neben chemischen Belastungen (Einträge von Stoffen) ist der Boden auch mechanischen Belastungen ausgesetzt. Von grosser Bedeutung sind dabei Bodenverdichtung, Erosion und Humusschwund.

Der gesunde Boden ist keine einheitliche Masse, sondern besitzt einen klaren Aufbau: Die Bodenteilchen sind so angeordnet, dass zwischen ihnen ausreichend grosse Zwischenräume – sogenannte Poren – bestehen, in denen Luft zirkuliert und Wasser gespeichert wird. Diese Struktur wird zerstört, sobald die Hohlräume zusammengepresst oder mit feinen Bodenteilchen aufgefüllt werden.

Was sind Schwermetalle?

Schwermetalle sind metallische, im Gestein normalerweise in sehr geringen Mengen vorkommende Elemente (z. B. Blei, Kupfer, Zink, Cadmium, Chrom, Cobalt, Molybdän, Nickel, Quecksilber, Thallium). Einige der Schwermetalle sind für Menschen, Tiere und Pflanzen als Spurenelemente lebensnotwendig (z. B. Kupfer, Zink, Molybdän), wirken aber in höheren Konzentrationen giftig.

Vom totalen Gehalt an Schwermetallen im Boden können Pflanzen nur einen gewissen Teil aufnehmen. Dieser Anteil wird als pflanzenverfügbar bezeichnet. Bei den meisten Schwermetallen steigt die Pflanzenverfügbarkeit bei sinkendem Säuregrad (pH-Wert) des Bodens stark an. Für die pflanzenverfügbaren Gehalte gelten die in der VSBo aufgeführten Richtwerte für lösliche Gehalte.

Der Boden ist dann verdichtet, das Wasser fliesst nicht mehr ab, und infolge Sauerstoffmangels werden Ernterückstände nicht mehr abgebaut. Die Fruchtbarkeit des Bodens ist gestört.

Böden werden verdichtet, wenn sie bei Bauarbeiten oder bei der landwirtschaftlichen Nutzung in zu feuchtem Zustand mit schweren Maschinen und Geräten befahren werden. Meist ist Bodenverdichtung ein lokales oder gar auf die Fahrspuren der Fahrzeuge beschränktes Phänomen.

Bei Bodenerosion wird Feinerde durch Wasser oder Wind abgetragen. Verschiedene Faktoren wie Gefälle, Länge der Felder, angebaute Kulturen, Bewirtschaftung und Regenintensität können Erosion begünstigen. An Standorten, welche von Erosion betroffen sind, wird die Bodenfruchtbarkeit durch den reduzierten Wurzelraum, die geringeren Nährstoffreserven und die schlechtere Wasserspeicherfähigkeit gemindert.

Aufgaben im Bodenschutz

Um den Boden als Lebensgrundlage in seinen vielfältigen Funktionen langfristig zu erhalten und ihn möglichst unbelastet an die nächsten Generationen weiterzugeben, bedarf er daher unseres besonderen Schutzes.

Stand früher die Bedeutung des Bodens als Grundlage unserer Ernährung im Vordergrund, so muss heute seinem Schutz zur Sicherung von sauberem Trinkwasser und einer intakten Umwelt besondere Aufmerksamkeit geschenkt werden. Dabei hat die FaBo folgende Hauptbereiche des Bodenschutzes zu beachten und aktiv zu betreuen:

- 1 Stoffliche Einträge (Luftverschmutzung, Abfallentsorgung, Einsatz landwirtschaftlicher Hilfsstoffe)
- 1 Mechanische Belastung (Bodenverdichtung und -erosion, Humusschwund).

Durch die zentrale Stellung des Bodens im Ökosystem ist Bodenschutz niemals isoliert zu betrachten, sondern betrifft eine Vielzahl von Bereichen wie Luftreinhaltung, Abfallwirtschaft und Landwirtschaft.

Neben dem durch die FaBo abgedeckten «qualitativen» steht der «quantitative» Bodenschutz, der durch die Raumplanung wahrgenommen wird.

Ziel des Bodenschutzes soll es sein, Belastungen zu vermeiden bzw. zu minimieren.

Organische Schadstoffe

Nach der VSBo gehören organische Verbindungen zu den Bodenschadstoffen, falls sie naturfremd sind, sich im Boden anreichern und dadurch die Bodenfruchtbarkeit beeinträchtigen.

Generell können organische Schadstoffe im Boden abgebaut werden, wobei der Zeitbedarf für einen vollständigen Abbau sehr gross sein kann. Gefährlich wird die Situation, wenn die Konzentration giftiger Stoffe im Boden so stark ansteigt, dass die Aktivität von Bodenorganismen gehemmt oder gar gestoppt wird. Dieser Zustand muss unter allen Umständen verhindert werden.

Wegen ihrer schlechten Abbaubarkeit gelten die Gruppen der polyzyklischen aromatischen Kohlenwasserstoffe (PAK) und der organischen Halogenverbindungen, wie Dioxine und polychlorierte Biphenyle (PCB), als besonders gefährlich. In der Schweiz existieren keine Richtwerte für diese Stoffe. Gemäss den Erläuterungen zur VSBo weist schon alleine das Vorhandensein dieser Stoffe auf eine mögliche Gefährdung der Bodenfruchtbarkeit hin.

Diese vorsorgerische Denkweise ergibt sich aus der Erkenntnis, dass sich einmal belastete Böden auch mit grösstem technischem Aufwand nicht wieder in einen natürlichen Zustand zurückführen lassen.

Die Schadstoffbelastung des Bodens im Kanton Zürich

Um einen Überblick über den Schadstoffgehalt der Böden im Kanton Zürich zu erhalten, wurde 1988/89 auf der Grundlage eines über das Kantonsgebiet gelegten Rasternetzes durch die Fachstelle Bodenschutz (FaBo) alle zwei Kilometer eine Probe entnommen. Es folgten weitere, räumlich eingegrenzte bzw. gezielte Untersuchungen, unter anderem in der Umgebung bekannter und vermuteter Schadstoffquellen. Insgesamt entnahm die FaBo an über 6'000 Standorten Bodenproben und untersuchte sie auf verschiedene Schadstoffe.

Aus den Rasternetz-Untersuchungen des Kantons Zürich (1989) ergeben sich für Flächen unterschiedlicher Nutzung verschiedene Schadstoffgehalte im Boden. Diese Durchschnittsbelastung setzt sich zusammen aus dem Grundanteil, der aus dem verwitterten Ausgangsgestein stammt, und aus dem durch Menschen verursachten Eintrag.

Durchschnittliche Bodenbelastung im Kanton Zürich

(Vergleiche dazu Richtwerte der VSBo auf Seite 22)

	Siedlung	Landwirtschaft	Wald
Blei (Pb):	48.0	29.5	33.0
Cadmium (Cd):	0.38	0.36	0.27
Chrom (Cr):	28.1	30.7	26.5
Fluor:	355	356	343
Kupfer (Cu):	33.6	24.6	13.2
Nickel (Ni):	32.4	29.8	31.7
Quecksilber (Hg):	0.22	0.11	0.15
Zink (Zn):	81.4	62.1	51.9
Cobalt (Co):	7.8	8.0	8.5
Thallium (Tl):	50	53	60
Molybdän (Mo):	0.27	0.24	0.25

Alle Werte in mg/kg = Milligramm / Kilogramm

Herkunft, Verfügbarkeit und Wirkung einiger Schwermetalle

Wegen ihrer besonderen Eigenschaften werden Schwermetalle industriell genutzt und in Gütern des täglichen Gebrauchs eingesetzt. Bei unkontrollierter Freisetzung (Abfall, Abwasser, Abluft usw.) in die natürliche Umwelt können sie für Pflanze, Tier und Mensch giftig sein. Sie sind nicht abbaubar und reichern sich im Boden und in lebenden Organismen an. Obwohl die Freisetzung von Schwermetallen

heute eine rückläufige Tendenz aufweist, muss die Bodenbelastung mit Schwermetallen auch in Zukunft beachtet werden.

Die Aufnahme von Schadstoffen aus dem Boden durch den Menschen kann durch direkte Einnahme von Boden oder auch indirekt, über die Nahrung, erfolgen.

Die direkte Einnahme von Boden kann bei spielenden Kindern oder auch beim Genuss von mangelhaft gewaschenem Wurzelgemüse geschehen. Mit Schwermetallen sehr hoch belasteter Boden auf Spielplätzen stellt für Kinder ein Gesundheitsrisiko dar. Besonders zu beachten sind dabei vegetationslose Flächen (z. B. Sandkästen). Die Aufnahme von in Pflanzen angereicherten Schadstoffen in geringer Konzentration über einen längeren Zeitraum kann zu einer Schädigung verschiedener Organe des Menschen führen, so z. B. der Nieren, der Leber oder des Nervensystems. Blei, Cadmium und Quecksilber sind hier die problematischsten Elemente.

Beurteilungsmassstäbe

Damit der Boden seine vielfältigen Funktionen auch langfristig erfüllen kann, dürfen (neben anderen Kriterien) gewisse Schadstoffgehalte nicht überschritten werden. Richtwerte für einzelne Schwermetalle (und

Informationen zu einigen problematischen VSBo-Bodenschadstoffen

Blei

Blei stammte zu einem grossen Teil aus dem Strassenverkehr. Seine Verfügbarkeit für Pflanzen ist gering. Die Aufnahme durch die Nahrung ist deshalb allgemein klein. Weil Blei auch oberflächlich angelagert wird (Erde und Staub aus der Luft), empfiehlt es sich, zumindest in Ballungsgebieten, Gemüse immer gut zu waschen.

Cadmium

Hohe Cadmiumgehalte werden häufig auf landwirtschaftlichen Flächen gefunden, die früher mit Abfalldüngern (Klärschlamm, Kehrriektkompost, Schlacke) aus dem Einzugsgebiet von problematischen Industriebetrieben (z. B. Galvanisierbetriebe) gedüngt wurden. Die Verfügbarkeit für Pflanzen nimmt mit abnehmendem pH-Wert zu.

Kupfer

Kupfer wurde insbesondere in früheren Zeiten in grossen Mengen im Obst-, Reb-, und Kartoffelanbau als Spritzmittel angewandt. Weitere Kupfer-

quellen stellen Abfalldünger, Metallrecycling und Eisenbahnlagen dar. An solchen Standorten sind teilweise sehr hohe Kupfergehalte zu finden. Die löslichen Kupfergehalte liegen meist unter dem Richtwert.

Zink

Zink wird häufig in der Umgebung von Industrieanlagen und von Strassen gefunden. Seine Pflanzenverfügbarkeit nimmt mit abnehmendem pH-Wert rasch zu.

Fluor

Fluor ist kein Schwermetall, sondern ein nichtmetallischer Schadstoff. In geringen Mengen ist Fluor ein wichtiges Element beim Aufbau von Knochen und Zähnen, eine zu hohe Aufnahme führt aber zu gesundheitlichen Schäden. Der Fluorgehalt im Boden ist stark vom Gehalt im Ausgangsgestein abhängig. Hohe Fluorgehalte stehen daher nicht immer im Zusammenhang mit einer durch Menschen verursachten Verschmutzung.

Fluor) sind in der VSBo festgelegt. Sie beurteilen das Risiko der langfristigen Gefährdung der Bodenfruchtbarkeit.

In der VSBo wird zwischen den löslichen und den totalen Gehalten unterschieden. Die Totalgehalte bezeichnen Gesamtmengen an Schwermetallen im Boden. Die löslichen Gehalte sind ein Mass für den pflanzenverfügbaren Anteil. Dieser Anteil kann von Pflanzen aufgenommen werden, direkt auf diese wirken oder in die Nahrungskette gelangen.

An Standorten mit Schadstoffgehalten unter den Richtwerten der VSBo kann davon ausgegangen werden, dass die Bodenfruchtbarkeit bei unveränderten Rahmenbedingungen langfristig gewährleistet ist. Aufgrund der langfristigen Betrachtungsweise sind die VSBo-Richtwerte Vorsorgewerte.

Richtwerte der VSBo für Schadstoffgehalte des Bodens

Schadstoffe	Totalgehalte	Lösliche Gehalte
Blei (Pb):	50	1.0
Cadmium (Cd):	0.8	0.03
Chrom (Cr):	75	–
Fluor:	400	25
Kupfer (Cu):	50	0.7
Nickel (Ni):	50	0.2
Quecksilber (Hg):	0.8	–
Zink (Zn):	200	0.5
Cobalt (Co):	25	–
Thallium (Tl):	1	–
Molybdän (Mo):	5	–

Alle Werte in mg/kg = Milligramm / Kilogramm

Neben den erwähnten Vorsorgewerten existieren Handlungswerte, welche zu konkreten Massnahmen führen. Die Orientierungswerte der «VSBo-Mitteilung Nr. 4» für Bodenverschiebungen regeln den Umgang mit belastetem Bodenaushubmaterial bei Bautätigkeiten. Ähnliche Funktion haben die Grenzwerte der «Technischen Verordnung über Abfälle» (TVA), welche die Ablagerung von stark belastetem Aushub in Deponien regeln.

Mangels Grundlagen aus der Schweiz werden zur Beurteilung der Bodenbelastung auf Spielplätzen die «Nordrhein-Westfälischen Richtwerte für Metalle auf Kinderspielplätzen», die sich auf das vegetationslose Sandkastenumfeld beziehen, herangezogen. Werden diese Werte überschritten, muss das «Boden-Essen» von spielenden Kleinkindern verhindert werden.

Ermittlung der Schadstoffgehalte: Entnahme von Bodenproben und Analytik



In der Regel erfolgt die Probenentnahme auf einer Fläche von 10 mal 10 m (bzw. 20 mal 20 m im Wald). Es werden 16 Einstiche aus 0 bis 20 cm Tiefe (wo erforderlich auch aus andern Tiefen) mit einem Hohlmeissel entnommen und zu einer Mischprobe vereinigt. Bei der Probenaufbereitung werden die Bodenproben getrocknet, anschliessend zerkleinert und gesiebt.

Bodenproben werden im Normalfall auf die in der VSBo erwähnten Schadstoffe untersucht. Zusätzlich werden der Säuregrad (pH-Wert), die effektive Kationenaustauschkapazität und der Gehalt an organischem Kohlenstoff bestimmt. Die Verarbeitung von Bodenproben orientiert sich an der Wegleitung zur VSBo. Für die chemische Analyse werden komplizierte technische Apparate benötigt.

Ihr Beitrag zum Bodenschutz

Unser Boden stellt für viele Schadstoffe die letzte Senke dar. Durch die grosse Anzahl an Schadstoffquellen tragen verschiedenste Tätigkeiten langfristig zum Bodenschutz bei:

- 1 Abfallvermeidung
- 1 Verringerung der Luftbelastung
- 1 Berücksichtigung des Bodenschutzes bei Bautätigkeiten
- 1 Bodenschonender Umgang in der Landwirtschaft

Um die Ziele des Bodenschutzes zu erreichen, bedarf es der breiten Zusammenarbeit aller, denn aktiver Bodenschutz fängt bei uns selber an und alle sind aufgefordert, ihren Beitrag zur Erhaltung und zur Gesundheit unseres Bodens zu leisten. Das Verhalten von uns allen bewirkt, wie unser Boden in Zukunft aussieht.

Quellen:

- VSBo: Eidg. Verordnung über Schadstoffe im Boden. SR 814.12 vom 9. Juni 1986.
- Verwertung von abgeschältem Oberboden. Mitteilungen Nr. 4 zum qualitativen Bodenschutz und zur Verordnung über Schadstoffe im Boden, Bern 1993.
- Schadstoffbelastung des Bodens im Kanton Zürich. Resultate des kantonalen Bodenrasternetzes 1989; Fachstelle Bodenschutz, Zürich.
- TVA: Eidgenössische technische Verordnung über Abfälle, SR 814.015 vom 10. Dez. 1990.
- Metalle auf Kinderspielplätzen, Erlass des Ministers für Arbeit, Gesundheit und Soziales des Landes Nordrhein-Westfalen, VB40292.5.3, Düsseldorf 1990.