

Bodenbelastung in Familiengärten

Gesunder Boden – ein legitimes Bedürfnis auch im Familiengarten

Der Boden ist ein wichtiger Teil unserer Umwelt und zugleich Grundlage für alles Leben auf dem Festland. Der Mensch nutzt den Boden auf vielfältige Weise, er greift so in natürliche Regelkreise ein. Unsere Böden haben sich in Tausenden von Jahren durch Verwitterung des Gesteins und Anreicherung von pflanzlichen und tierischen Rückständen gebildet. Es gilt deshalb, dem Boden Sorge zu tragen, denn ein zerstörter oder kranker Boden lässt sich nicht über Nacht wieder gesund pflegen. Aktiver Bodenschutz steht auch für die Familiengärtner im Vordergrund. Denn sie wollen einen gesunden «Pflanzblät» erhalten, aus dem sie gesundes Gemüse und Obst ernten können. Die Boden- und Pflanzenuntersuchungen in Familiengärten der Stadt Zürich, deren Resultate hier vorgestellt werden, wurde auf Veranlassung der Fachstelle Bodenschutz des Kantons Zürich von der Liegenschaftenverwaltung der Stadt Zürich in Auftrag gegeben. Letztere ist Verpächterin von etwa 6000 Familiengartenparzellen auf Stadtgebiet.

Der Auslöser der Untersuchungen

Die Ergebnisse der Bodenuntersuchungen in Zürich-Nord im Jahr 1992 zeigten, dass die Schwermetallbelastung in den Familiengärten höher ist als der für das Gebiet typische Durchschnitt. Die damals untersuchten Gemüse ergaben in Einzelfällen erhöhte Cadmiumgehalte in Kartoffelknollen. Gemäss Beurteilung des Kantonalen Labors sollten diese Gartenprodukte «nur in beschränktem Umfang eingenommen werden».

Aus der 1992 durchgeführten Untersuchung der Fachstelle Bodenschutz (FaBo) mit der Stadt Winterthur über den Hilfsstoffeinsatz in Pünten der Stadt Winterthur und einer ähnlichen, ebenfalls 1992 durchgeführten Studie des Bundesamtes für Umwelt, Wald und Landschaft (BUWAL) geht hervor, dass bei Böden in den Familiengärten grundsätzlich mit Belastungen zu rechnen ist. Als Hauptursache werden vor allem der übermässige, den Bedarf der Pflanzen oft mehrfach übersteigende Einsatz von Düngemitteln so-

wie die häufig auftretende Überdosierung von Pflanzenbehandlungsmitteln genannt.

Aufgrund dieser Befunde hat die Stadt Zürich als Grundstückbesitzerin auf Veranlassung der Fachstelle Bodenschutz im Amt für Gewässerschutz und Wasserbau des Kantons Zürich in Zusammenarbeit mit dem kantonalen Labor eine Untersuchung in Auftrag gegeben.

Zielsetzungen der Untersuchung

- Erfassen des Ausmasses und der Variabilität der Bodenbelastung mit den ökotoxikologisch kritischen Schwermetallen Blei, Cadmium, Kupfer, Quecksilber und Zink in den Zürcher Familiengartenarealen.
- Erfassen der Schwermetallgehalte der in den Gärten produzierten Nahrungspflanzen.
- Erfassen der Beziehungen zwischen den Schwermetallkonzentrationen (insbeson-

Schwermetalle

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

Wegen ihren besonderen Eigenschaften werden die Schwermetalle industriell genutzt. Bei unkontrollierter Freisetzung (Abfall, Abwasser, Abluft usw.) in die natürliche Umwelt können sie giftig sein für Pflanze, Tier und Mensch. Sie sind durch natürliche Vorgänge nicht abbaubar und reichern sich im Boden und in lebenden Organismen an.

Redaktionelle Verantwortung

für diesen Beitrag:

Dr. Thomas Wegelin

Amt für Gewässerschutz und Wasserbau

Fachstelle Bodenschutz

8090 Zürich

Telefon 01 259 31 87

BODEN

dere Cadmium) in den Böden und Pflanzen sowie deren Abhängigkeit von den begleitenden Bodenparametern (Bodenreaktion, Humusgehalt und Kationenaustauschkapazität = Rückhaltevermögen für Nutz- und Schadstoffe des Bodens) unter Feldbedingungen.

- Beurteilung des Risikos bei erhöhten Schwermetallbelastungen des Bodens für die Umwelt.
- Beurteilung der Gesundheitsrisiken durch erhöhte Schwermetallbelastungen des Bodens sowie durch den Verzehr darauf kultivierten Gemüses.
- Bestimmung und Wertung der Ursachen für die Schwermetallbelastungen.
- Erarbeitung der Grundlagen für allfällig notwendige Massnahmen.

Probennahmekonzept

Die Beprobung der Areale wurde in drei Phasen durchgeführt:

Phase 1

Gleichmässig über die Fläche der fünf untersuchten Areale (Abb. 1) verteilte Entnahme von insgesamt 120 Bodenproben von Kartoffelbeeten.

Phase 2

Entnahme von Kartoffelknollenproben auf 50 der 120 Beete aus Phase 1. Auswahl der Beete aufgrund der Bodenbelastung mit Cadmium.

Phase 3

Entnahme von insgesamt 27 Gemüseproben (10 verschiedene Gemüse) von Beeten, die aufgrund der Cadmiumbelastung der Kartoffelbeete auf denselben Parzellen ausgewählt wurden. Parallele Entnahme von Bodenproben auf den Gemüsebeeten.

Die Bodenproben der Phase 1 hatten zum Ziel, die Bodenbelastung der ausgewählten Gartenareale zu beschreiben. In den Phasen 2 und 3 stand die Beziehung der Schwermetallgehalte in Gemüse- und Bodenproben im Vordergrund

Resultate der Bodenuntersuchungen

Die untersuchten Gartenböden sind generell humusreich, meist alkalisch und weisen hohe Kationenaustauschkapazitäten auf. Das Rückhaltevermögen für Schwermetalle ist somit hoch, die Löslichkeit und die Mobilität der Schwermetalle ist unter diesen Verhältnissen gering.

Der durchschnittliche Blei-Totalgehalt (statistisch: Median) aller Proben beträgt das



Die untersuchten Familiengartenareale und deren Standorte

2,4fache des Richtwertes gemäss Verordnung über Schadstoffe im Boden (VSBo); der durchschnittliche Zink-Totalgehalt liegt im Bereich des Richtwertes. Die durchschnittlichen Totalgehalte an Cadmium, Kupfer und Quecksilber liegen unter den entsprechenden Richtwerten. Die hier ermittelten Werte sind je nach Element ca. 2 bis 4 mal so hoch wie die durchschnittlichen Werte der 2-km-Rasternetzuntersuchung des Kantons Zürich im Jahre 1989.

Auf über 90% der Gartenparzellen überschreitet der Totalgehalt mindestens eines Elementes den Richtwert gemäss VSBo, d.h. die Bodenfruchtbarkeit ist langfristig nicht mehr gewährleistet. Die höchsten gemessenen Werte betragen bei Blei den 30fachen, bei Cadmium den 10fachen, bei Kupfer den 5fachen, bei Quecksilber den 3fachen und bei Zink den 5fachen Richtwert.

Bei 40% der untersuchten Parzellen liegen die Belastungen mindestens eines Schwermetalles über den Kategorie-Orientierungswerten des Bundes. Derartig belasteter Boden dürfte bei allfälliger Aushubtätigkeit nicht beliebig verlagert werden, sondern müsste am Ort seiner Entnahme wiederverwertet oder entsorgt werden. Bei 8% der untersuchten

Gartenparzellen wäre eine Ablagerung des Oberbodens auf einer Inertstoffdeponie aufgrund der überschrittenen Grenzwerte gemäss TVA (Technische Verordnung über Abfälle) nicht zulässig.

Angesichts der erwähnten Totalgehalte an Schwermetallen ist besonders darauf hinzuweisen, dass die bezüglich einer unmittelbaren Gefährdung von Mensch, Tier und Umwelt relevanten löslichen Gehalte an Blei, Cadmium, Kupfer und Zink im allgemeinen nicht erhöht sind. Mit Ausnahme einer Probe (Zink) werden die Richtwerte gemäss VSBo nicht überschritten.

Unterschiede zwischen den Arealen

Die Areale Friesenberg und Juchhof sind im Durchschnitt deutlich höher belastet als die Areale Susenberg und In der Au. Die Unterschiede zwischen Friesenberg und Au betragen etwa einen Faktor 1,5 (Cadmium) bis 4,3 (Blei). In den untersuchten Arealen ist die Bodenfruchtbarkeit gemäss VSBo flächendeckend langfristig nicht mehr gewährleistet (Ausnahme: Areal In der Au bei 72% der Parzellen). Relativ nahe beieinander liegende Parzellen innerhalb eines Areals sind oftmals sehr unterschiedlich hoch belastet. Im Gegen-

satz dazu ist die Variabilität der Schwermetallbelastungen zwischen den Beeten innerhalb derselben Parzellen meist gering. Das Belastungsmuster folgt den Parzellengrenzen.

Mögliche Ursachen der Bodenbelastungen in den Familiengärten

Die gegenüber der kantonalen Rasternetzuntersuchung erhöhten Durchschnittswerte in den Familiengartenarealen lassen sich grösstenteils mit den in einer Studie der Fachstelle Bodenschutz und der Stadt Winterthur ermittelten, in der Vergangenheit üblichen Bewirtschaftungspraktiken und z.T. mit den entsprechenden Emissionssituationen im Stadtbereich erklären. Modellrechnungen zum Einsatz von Düngemitteln ergeben für Kompost auf der Basis von Daten des BUWAL aus dem Jahre 1988 den höchsten Anteil (je nach Schwermetall 50-90%) am durchschnittlichen Eintrag in die Gartenböden. Beim Einsatz von Mist sind die Einträge von Kupfer und Zink nur geringfügig kleiner, die Einträge von Blei und Cadmium hingegen 15 mal bzw. 3 mal kleiner.

Der direkte Eintrag aus der Luft ist bei Cadmium mit einem Anteil von 25 % bedeutend, bei den anderen Elementen mit Anteilen von weniger als 10 % jedoch zweitrangig. Die Bedeutung der mineralischen Dünger für den Schwermetalleintrag ist bei der heute übli-

chen Bewirtschaftungspraxis im Durchschnitt gering.

Die höchsten gemessenen Schwermetallgehalte lassen sich allerdings mit diesen Überlegungen nicht erklären. Hier sind andere Ursachen wie der z.T. übermässige Einsatz stark schadstoffbelasteter Dünge- und Hilfsmittel (neben Kunstdünger, Mist, Kompost und Klärschlamm wurde früher z.T. auch Asche, Kehrriechkompost oder gar Kehrriechschlacke eingesetzt) oder Ablagerungen von kontaminiertem Erdmaterial in Betracht zu ziehen.

Neuere Untersuchungsergebnisse von Komposten ergeben zunehmende Qualitätsverbesserungen, so dass sich die Bedeutung dieses Düngemittels als Eintragsquelle für Schwermetalle laufend verringert. In der Vergangenheit eingesetzter Kompost entstand nicht nur aus Gartenabfällen, die auf den Parzellen selbst produziert wurden, sondern auch aus organischem Material aus der weiteren Umgebung (z.B. Schnittgut von Sträuchern, die unter Umständen höheren Schwermetalldepositionen aus der Luft ausgesetzt waren), aus Haushaltsabfällen, oder es wurde zugekaufter Kompost eingesetzt. Dadurch bestand die Möglichkeit zusätzlicher Schwermetalleinträge aus externen Quellen auf die Gartenbeete.

Die Gartenböden werden durch die heutige Düngungspraxis mit Nährstoffen oft über-

versorgt. Pflanzengerechtere Düngung ermöglicht je nach Element eine Reduktion des Schwermetalleintrages um einen Drittel bis nahezu die Hälfte.

Die durchschnittlichen Totalgehalte an Schwermetallen in den Zürcher Familiengärten liegen meist über entsprechenden Werten aus anderen Gartenuntersuchungen. Dies ist auf die höhere Grundbelastung im städtisch-industriell geprägten Zürich und dadurch entsprechend höhere Schwermetallgehalte in organischen Düngemitteln zurückzuführen.

Beurteilungsgrundlagen bei den Pflanzenuntersuchungen

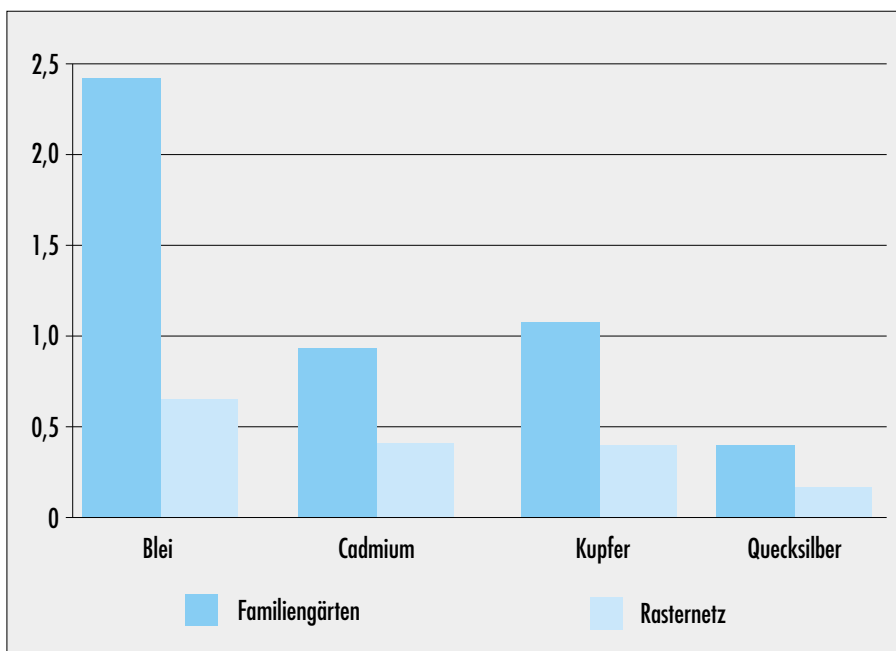
Für die Schwermetallgehalte von Gemüse bestehen in der Schweiz keine gesetzlich verbindlichen Grenzwerte. Das Bundesamt für Gesundheitswesen (BAG) stützt sich bei entsprechenden Beurteilungen auf die deutschen Richtwerte ab. Dabei haben in Deutschland diese Richtwerte für Gemüse «keinen gesetzlich bindenden, sondern einen administrativen, orientierenden Charakter». Sie sollen den für Lebensmittel zuständigen Behörden, aber auch jenen, die Lebensmittel erzeugen bzw. vermarkten, aufzeigen, wann unerwünscht hohe Schadstoffkonzentrationen in Lebensmitteln vorliegen. Für die Beurteilung der Schwermetallaufnahme beim Konsum der Gartenprodukte sowie bei direkter Aufnahme von Boden werden die Empfehlungen der WHO¹ für die maximal tolerierbare wöchentliche Schwermetallaufnahme verwendet.

Resultate der Untersuchung von Gemüse

Alle entnommenen Gemüseproben wurden bezüglich der Cadmiumgehalte analysiert. Dazu wurde bei allen Kartoffelproben und einzelnen Proben anderer Gemüse das Blei sowie bei einzelnen Gemüseproben die Elemente Kupfer, Zink, Chrom und Nickel analysiert.

Die Gehalte an Blei, Cadmium, Kupfer und Zink sind generell nicht erhöht. Bei Blei und Cadmium liegen die mittleren Werte und die Maximalwerte unter den Richtwerten für Gemüse des deutschen Bundesgesundheitsamtes (BGA). Für Kupfer und Zink gibt es keine Richtwerte.

Wegen der allgemein sehr tiefen Cadmiumgehalte in den Kartoffeln, des breiten Sortenspektrums und der geringen Probenzahl sind keine Aussagen zur Cadmiumaufnahme einzelner Kartoffelsorten möglich.



Vergleich der Schwermetallbelastungen von Böden in Familiengärten und den Böden im kantonalen Durchschnitt gemäss der Rasternetzuntersuchung von 1989. Als Massstab wurden die jeweiligen Richtwerte (Verordnung über Schadstoffe im Boden) gewählt.

In den anderen analysierten Gemüsen wird bei allen 27 Proben der Richtwert für Cadmium von 0.1 mg/kg Frischsubstanz nur bei einer Karottenprobe geringfügig überschritten. Alle anderen Cadmiumgehalte liegen unter den Richtwerten des BGA. Die Cadmiumgehalte im Gemüse liegen für Karotten und Knollensellerie im Bereich der Ergebnisse des gesamtschweizerischen Monitoring (Überwachungsprogramm).

Unter den vorherrschenden Bodenbedingungen besteht keine ausgeprägte Beziehung zwischen den Cadmiumgehalten in den Pflanzen und den Schwermetall-Totalgehalten in den Böden. Niedrige lösliche Bodengehalte äussern sich in niedrigen Gehalten im Gemüse.

Risikobeurteilung

Der FAO/WHO¹-Richtwert für die maximal tolerierbare, langfristige (Basis: 50 Jahre) Cadmiumaufnahme von 7 µg pro Kilogramm Körpergewicht und Woche wird durch den Verzehr von Gemüse aus den Zürcher Familiengärten zu knapp 10 % (Mittelwerte) resp. zu knapp 30 % (Maximalwerte) ausgeschöpft. Die Grundlage der Berechnung bildeten die durchschnittlichen Essgewohnheiten nach dem Dritten Schweizerischen Ernährungsbericht aus dem Jahre 1991.

Bei ausschliesslicher Selbstversorgung mit Gemüse aus den Zürcher Familiengärten mit durchschnittlichen Cadmiumgehalten ergibt sich – kombiniert mit anderen Risikofaktoren – nur eine geringe Erhöhung der Cadmiumaufnahme. Auch im Extremfall (ausschliesslicher Verzehr von stärkstbelastetem Gemüse), der in der Praxis kaum eintritt, wird in Kombination mit anderen Risikofaktoren der FAO/WHO¹-Richtwert für die maximal tolerierbare Cadmiumdosis nicht überschritten.

«Bodenessen» durch Kleinkinder

Geht man vom durchschnittlichen Bleigehalt von 118 ppm aus, wird die tolerierbare Wochendosis gemäss WHO/FAO¹ (25 mg/kg Körpergewicht) zu 65 % ausgeschöpft. Bei über 370 ppm liegenden Gehalten im Boden (13% der untersuchten Zürcher Familiengärten) steigt die Blei-Aufnahmerate durch «Bodenessen» von Kindern über die tolerierbare Wochendosis. Bei den höchsten in den Familiengärten gemessenen Einzelwerten von Blei



Foto Fachstelle Bodenschutz des Kantons Zürich

(1536 ppm) wird bei der als Berechnungsgrundlage verwendeten Bodenaufnahme (0.5 g/kg) durch Kleinkinder die 2.5fache tolerierbare Wochendosis überschritten. Bei den Berechnungen wird angenommen, dass die Kinder einen Tag pro Woche in den Gärten verbringen.

Keine Probleme durch «Bodenessen» ergeben die Bodenbelastungen mit den Schwermetallen Cadmium, Kupfer, Quecksilber und Zink.

Pflanzenwachstum

In den untersuchten Zürcher Familiengartenarealen wurde keine Beeinträchtigung des Pflanzenwachstums durch die im Boden gefundenen Schwermetallgehalte festgestellt. Bei Aufrechterhaltung der heutigen Bodenbedingungen ist auch künftig mit keinen Ertrageinbussen zu rechnen.

Änderungen der Bewirtschaftung können, insbesondere wenn sie Humusabbau oder Absenkungen der pH-Werte zur Folge haben, zur

Mobilisierung der derzeit an die Bodenbestandteile gebundenen Schwermetalle führen und negative Folgen, wie einen Anstieg der Schwermetallgehalte im Gemüse und Schwermetallauswaschungen ins Grundwasser bewirken.

Empfehlungen

- Die bestehende Nutzung soll beibehalten werden. Es ist durch geeignete Bewirtschaftung dafür zu sorgen, dass sich der Zustand des Bodens bezüglich Schwermetall-Rückhaltevermögen nicht verschlechtert.
- Zur Minimierung des künftigen Schwermetalleintrages und zur Aufrechterhaltung der bestehenden Bodenqualität sind den Gärtnern sachdienliche Empfehlungen bezüglich Hilfsstoffeinsatz abzugeben. Entsprechende Merkblätter und Orientierungsveranstaltungen sind in Vorbereitung.
- Alle Gartenprodukte (auch ausserhalb der Stadt Zürich sollten immer gründlich gewaschen und nötigenfalls geschält werden.
- Den Gartenbewirtschaftern wird empfohlen, Kinder unter sechs Jahren nur auf den in den Arealen vorhandenen Rasenflächen spielen und umherkriechen zu lassen.
- Zur Überwachung des Bodenzustandes sind periodische Kontrollmessungen notwendig. Der Einbezug von Gartenparzellen in das als Vorsorgeinstrument zur Gewährleistung der langfristigen Bodenfruchtbarkeit vorgesehene Kantonale Bodenbeobachtungsnetz (KABO) wird erwogen.

Weitere Auskünfte erhalten Sie bei:

Gesundheits- und Wirtschaftsamt der Stadt Zürich
 Umweltschutzfachstelle, Postfach
 8035 Zürich
 Telefon (01) 216 43 31

Amt für Gewässerschutz und Wasserbau,
 Fachstelle Bodenschutz, 8090 Zürich
 Telefon (01) 259 32 78

¹ WHO = World Health Organisation
 FAO = Food and Agriculture Organisation