

Bodenaufbau	159
Einwirkungen auf den Boden	160
Grossräumige Bodenbelastung	161
Bodenbelastung in der Umgebung von potentiellen Emittenten	162
Kontrolle von Bodenverschiebungen	169
Langfristige Bodenbeobachtung	170
Massnahmen zum Schutze des Bodens	170

Bodenaufbau

Als Boden wird die äusserste, belebte Verwitterungsschicht der Erdoberfläche bezeichnet. Ihre Mächtigkeit beträgt im Kanton Zürich im allgemeinen zwischen 50 und 200 cm. Der Boden ist Grundlage für das Pflanzenwachstum und übernimmt vielfältige Funktionen im Wasserkreislauf, indem er das Wasser filtert (reinholt) und speichert.

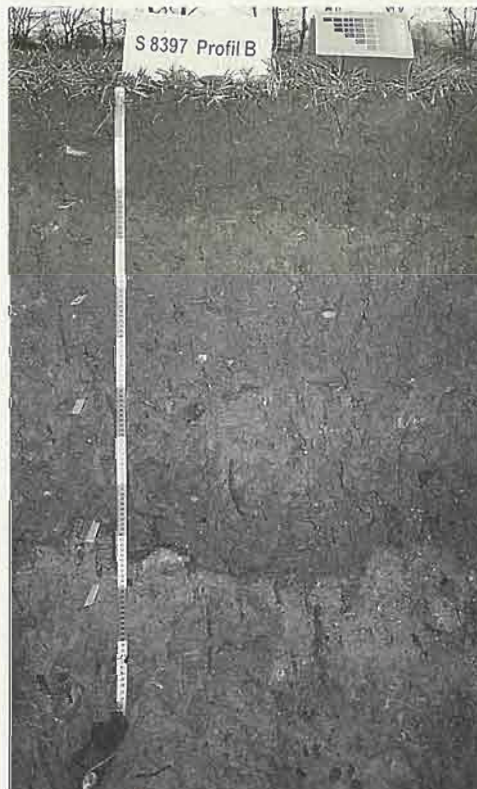


Abb. 83
Bodenprofil

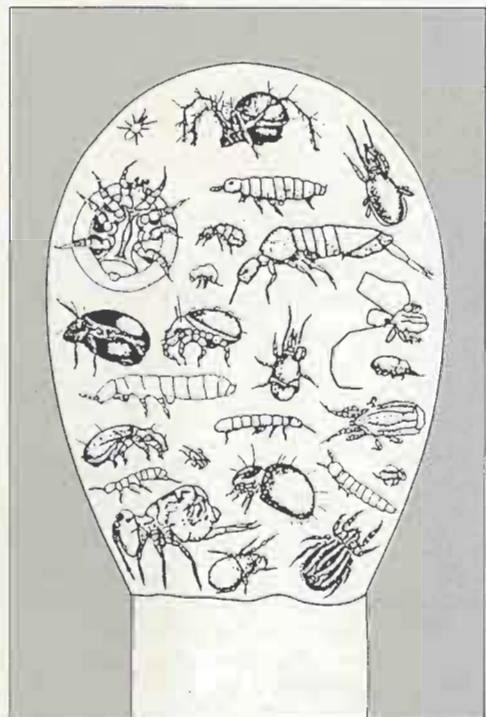
Ein Boden besteht aus einer Bodenmatrix von organischen und mineralischen Feststoffen sowie aus einem Porensystem, in dem sich neben Wasser und Luft die verschiedensten Lebewesen finden. Während die Bodenmatrix Nährstoffe bindet, speichert und unter gewissen Bedingungen an das Bodenwasser abgeben kann, regelt das Porensystem den Wasser-, Luft- und Wärmehaushalt des Bodens. Ein idealer Pflanzenstandort weist ein ausgewogenes Verhältnis von Grob-, Mittel- und Feinporen auf, so dass überschüssiges Wasser in den Grobporen schnell abfliessen kann und während Trockenzeiten in den Feinporen dennoch genügend Wasser gespeichert wird.

Abb. 84
Eine Vielzahl von
Kleinlebewesen bevölkert den
Boden

Bedeutung der Bodenlebewesen

Eine kaum vorstellbare Anzahl von Kleinlebewesen bevölkert den Boden. Allein im Volumen eines Streichholzkopfes hätten 100 Milben und Springschwänze Platz. Diese Bodenlebewesen erfüllen eine wichtige Funktion beim Aufbau der Bodenstruktur. Regenwürmer, Mikroorganismen und Kleinstinsekten verkitten Bodenpartikel zu Aggregaten. Unterstützt wird dieser Prozess durch Pilzfäden und Wurzelabscheidungen höherer Pflanzen. Kanäle abgestorbener Pflanzenwurzeln und Wurmröhren stellen stabile Grobporen dar, durch welche Wasser und Luft in tiefere Schichten gelangen können. Grössere Bodentiere – vornehmlich Regenwürmer – transportieren durch ihre Wühltätigkeit nährstoffreiche Humuspartikel von der Bodenoberfläche in die Tiefe, wodurch tiefgründige Böden mit einem stabilen Gefüge entstehen.

Der Boden beschränkt sich also keineswegs auf die Oberfläche, die das Auge wahrnimmt. Vielmehr handelt es sich dabei um einen vielfältigen Lebensraum, dessen



Quelle: Schweizer Naturschutz, Nr. 4/95

Bodenaufbau

Unversehrtheit von entscheidender Bedeutung für die Bodenfruchtbarkeit und für die Nutzung des Bodens durch Land- und Forstwirtschaft ist. Diese Funktion kann der

Boden langfristig nur dann erfüllen, wenn er vor schädlichen Einflüssen wie Stoffeinträgen und mechanischer Überbeanspruchung geschützt wird.

Einwirkungen auf den Boden

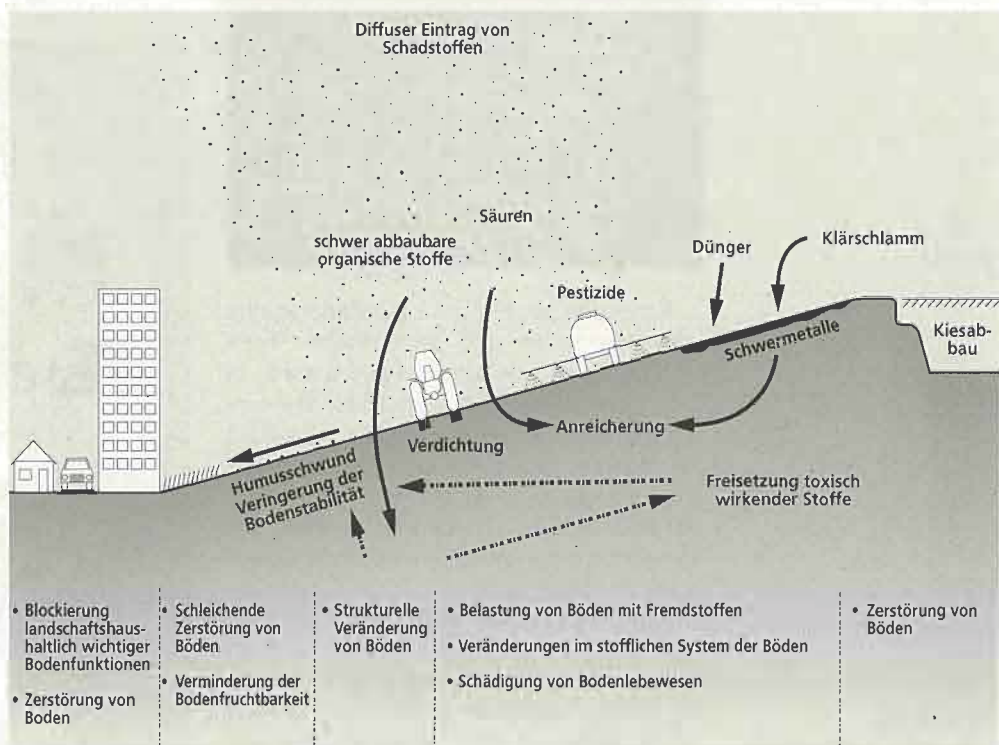
Boden als Teil der natürlichen Umwelt geht durch Überbauung sowie durch Versiegelung von Strassen und Plätzen verloren (quantitative Beanspruchung). Qualitativ kann der Boden sowohl durch Stoffeintrag wie auch aufgrund mechanischer Einwirkungen geschädigt werden. Giftig wirkende Stoffe wie Schwermetalle oder organische Schadstoffe können das Pflanzenwachstum direkt beeinflussen und die Bodenlebewesen schädigen. Schäden an der Bodenstruktur werden vor allem durch mechanisch-physikalische Einwirkungen verursacht.

Mit der Revision des Umweltschutzgesetzes (USG) wird nach dem Schutz des Bodens vor chemischen Einflüssen (Schadstoffeintrag) auch der physikalische Boden-

schutz (Schutz des Bodens vor Zerstörung durch mechanische Überbeanspruchung) geregelt.

Mechanische Beanspruchung

Der Abbau von Kies und Lehm, das Abdecken von Deponieraum, Geländeauffüllungen im Landwirtschaftsland sowie die vorübergehende Beanspruchung des Bodens beim Strassen- (Transportpisten, Installationsplätze) und beim Leitungsbau führen bei unsachgemässer Ausführung oft zu Schäden an der Bodenstruktur. Der Boden kann beim Abtrag, bei der Zwischenlagerung und bei der anschliessenden Rekultivierung durch Verschmieren oder Verdichten geschädigt werden.



Quelle: Schweizer Lexikon, Band 1, 1991, leicht verändert

Abb. 85
Bodenbelastungen durch Überbauung, Stoffeintrag und mechanisch-physikalische Beanspruchungen

Einwirkungen auf den Boden

In der Landwirtschaft führt unsachgemässe Bearbeitung des feuchten Bodens zu Verdichtung oder Verschlammung. Dadurch steigt die Gefahr, dass Niederschlagswasser oberflächlich abfließt und feine Erdpartikel mitreisst (Erosion). Die Schäden an der Bodenstruktur können auch zur Beeinträchtigung des Sauerstoff- und Wasserhaushaltes (Stauschichten, Vernässungen, oberflächliche Abschwemmungen) führen, was sowohl das Bodenleben wie auch das Wachstum der Pflanzen beeinträchtigt.

Chemische Belastung durch Stoffeinträge

Wachsende Bevölkerungszahl und erhöhter Materialumsatz pro Person vergrössern den vom Menschen verursachten Stoffeintrag in den Boden. Das Ausmass des aktuellen Eintrags von einzelnen Schadstoffen, beispielsweise von Schwermetallen und synthetisch hergestellten organischen Stoffen, ist vor allem menschlichen Aktivitäten zuzuschreiben. Ein Grossteil solcher Schadstoffe wird aus Materialverarbeitungs-, Abnützungs- und Verbrennungsprozessen über die Luft in den Boden eingetragen oder gelangt mit gartenbaulichen bzw. land- und forstwirtschaftlichen Hilfsstoffen (Dünger, Pflanzenschutzmittel) dorthin. Weitere wichtige Quellen sind: nicht angepasste Abfallbewirtschaftung (Deponien), nicht gefasste Abwässer oder solche aus beschädigten Abwasserleitungen, durch Verwitterung freigesetzte Stoffe von Bauwerken und Installations-

tionen sowie freigesetzte Stoffe aus dem Muttergestein des Bodens selbst.

Massnahmen gegen übermässigen Stoffeintrag aus der Luft wurden mit der Luftreinhalte-Verordnung (LRV) eingeleitet und kommen zunehmend zum Tragen. Verschiedene Abluftreinigungstechniken tragen dazu bei, dass der Ausstoss problematischer Stoffe aus Materialverarbeitungs- und Verbrennungsprozessen massgeblich reduziert werden kann (end of pipe-Massnahmen). Die Stoffverordnung (StoV) und die Technische Verordnung über Abfälle (TVA) führen im Sinne des Verursacherprinzips dazu, dass die Verwendung problematischer Stoffe generell an der Quelle reduziert wird.

Schadstoffabbau und Bodensanierung

Mit Hilfe entsprechender Technik gelingt es heute, Wasser- oder Luftbelastungen bei Produktions- und Entsorgungsprozessen zu reduzieren. Für belastete Böden ist dies nur in besonderen Fällen möglich und zudem ausserordentlich schwierig und teuer. Einerseits sind Bodenschadstoffe meist nur schwer abbaubar – bei Schwermetallen und Fluor findet überhaupt kein Abbau statt – andererseits ist der Austrag durch Pflanzen, welche die Schadstoffe aufnehmen oder durch Auswaschung und Verlagerung in tiefere Bodenschichten meist sehr gering. Folglich verbleiben die Schadstoffe in der Regel im Boden und können, wenn der Eintrag nicht unterbunden wird, kontinuierlich angereichert werden.

Grossräumige Bodenbelastung

Lediglich eine Problemverschiebung ergibt sich, wenn verschmutztes Bodenmaterial entfernt und durch sauberes Material ersetzt wird. Einerseits wird dazu genügend sauberes Bodenmaterial von anderen Standorten benötigt, andererseits muss das verschmutzte Bodenmaterial in geeigneten Deponien umweltgerecht entsorgt werden. Die Resultate von grossräumigen Bodenuntersuchungen (Rasternetze Kanton Zürich und Stadt Winterthur, Regionaluntersuchung Furtal) zeigen, dass je nach Region und aktueller Nutzung in 10 % bis 50 % der

Fälle mit Richtwertüberschreitungen für Schwermetalle im Oberboden (0–20 cm) gemäss Verordnung über Schadstoffe im Boden (VSBo) gerechnet werden muss.

Die Schwermetalle Blei, Cadmium und Zink sind hinsichtlich der Durchschnittsbelastung des Oberbodens und der Anzahl der Überschreitungen der Richtwerte gemäss VSBo generell problematisch. Für Kupfer trifft dies vor allem im Landwirtschafts- und Siedlungsgebiet zu. Im Wald bewirkt der oft saure Boden, dass selbst bei geringen entsprechenden Totalgehalten grö-

Grossräumige Bodenbelastung

sere Konzentrationen an im Bodenwasser gelöstem und damit pflanzenverfügbarem Cadmium und Zink auftreten. Die Spanne bis zum Erreichen der VSBo-Richtwerte ist generell geringer als früher angenommen wurde.

Detailliertere Angaben zur grossräumigen Bodenbelastung sind im Umweltbericht 1992 aufgeführt. Neuere Erkenntnisse liegen nicht vor. Im folgenden wird daher auf diejenigen Teilbereiche eingegangen, für die neue Daten vorliegen.

Bodenbelastung in der Umgebung von potentiellen Emittenten

Grossräumige Untersuchungen geben Aufschluss über die durchschnittliche, nutzungsabhängige Bodenbelastung in einem bestimmten Gebiet. Ausmass und Ausdehnung der Bodenbelastung in der Umgebung von potentiellen Emittenten, wie Kehrichtverbrennungsanlagen, Giessereien, Krematorien, und in Randbereichen von Verkehrsträgern sind nur durch gezielte Einzeluntersuchungen ermittelbar.

Quecksilber in der Umgebung der Zürcher Krematorien

Bei Kremationen verdampfen Amalgam-Zahnfüllungen, wobei erhebliche Mengen an Quecksilber in die Luft freigesetzt werden. Die Belastung des Bodens mit Quecksilber in der Umgebung der drei Zürcher Krematorien in Zürich, Winterthur und Rüti ist in Bezug auf die Richtwerte gemäss Verordnung über Schadstoffe im Boden (VSBo-Richtwerte) derzeit noch nicht kritisch. In der Umgebung der Krematorien Zürich und Winterthur ist ein Anstieg des Quecksilbergehaltes im Boden im Nahbereich (bis ca. 100 m) messbar. Eine gesundheitliche Gefährdung besteht zur Zeit kaum, zumal sich die höher belasteten Bereiche auf den Friedhofsarealen befinden.

Künftig muss mit einem weiteren Anstieg des Quecksilbergehaltes im Boden im Nahbereich der Krematorien gerechnet werden, weil die Zunahme des Quecksilberausstosses durch die steigende Kremationszahl viel stärker ins Gewicht fällt als die Abnahme durch die Wirkung der Zahnprophylaxe (vgl. Abb. 86: Dargestellt sind die prognostizierten Entwicklungsszenarien pro Jahrzehnt. Die drei berechneten Szenarien entstehen durch unterschiedliche Annahmen bezüglich des Quecksilberausstosses pro Einäscherung. Szenario 3 bezieht sich nur auf die Jahre 1994 bis 2013).

Um die Anlagen in Winterthur und Zürich muss mit einem Ansteigen des Quecksilbergehaltes (Totalgehalt) über den VSBo-Richtwert gerechnet werden, wenn der Ausstoss von Quecksilber durch die Krematorien nicht mittels geeigneter Massnahmen vermindert wird (vgl. Abb. 87: Die Bodenbelastungs-Werte basieren auf den Vorhersagen aus Abb. 86. Die Berechnung zeigt die für den Boden maximale bzw. minimale künftige Quecksilberbelastung auf. Diese ist in ppm Hg = Milligramm Quecksilber pro Kilogramm Erde angegeben).

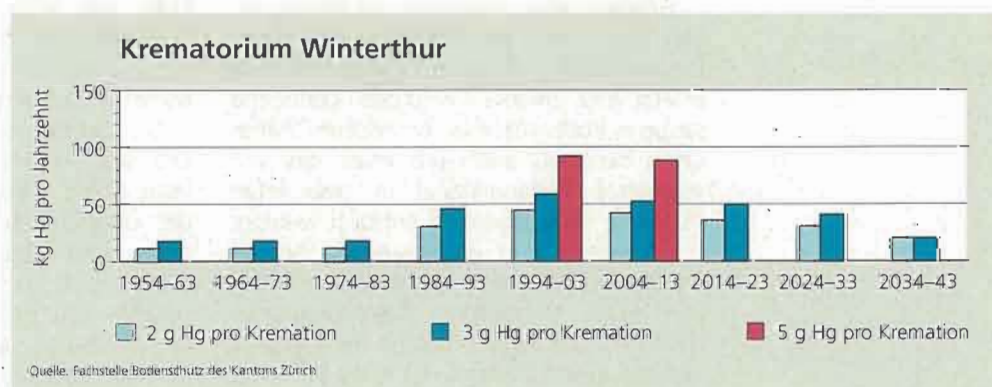


Abb. 86
Entwicklung der
Quecksilberemissionen des
Krematoriums Winterthur

Bodenbelastung in der Umgebung von potentiellen Emittenten

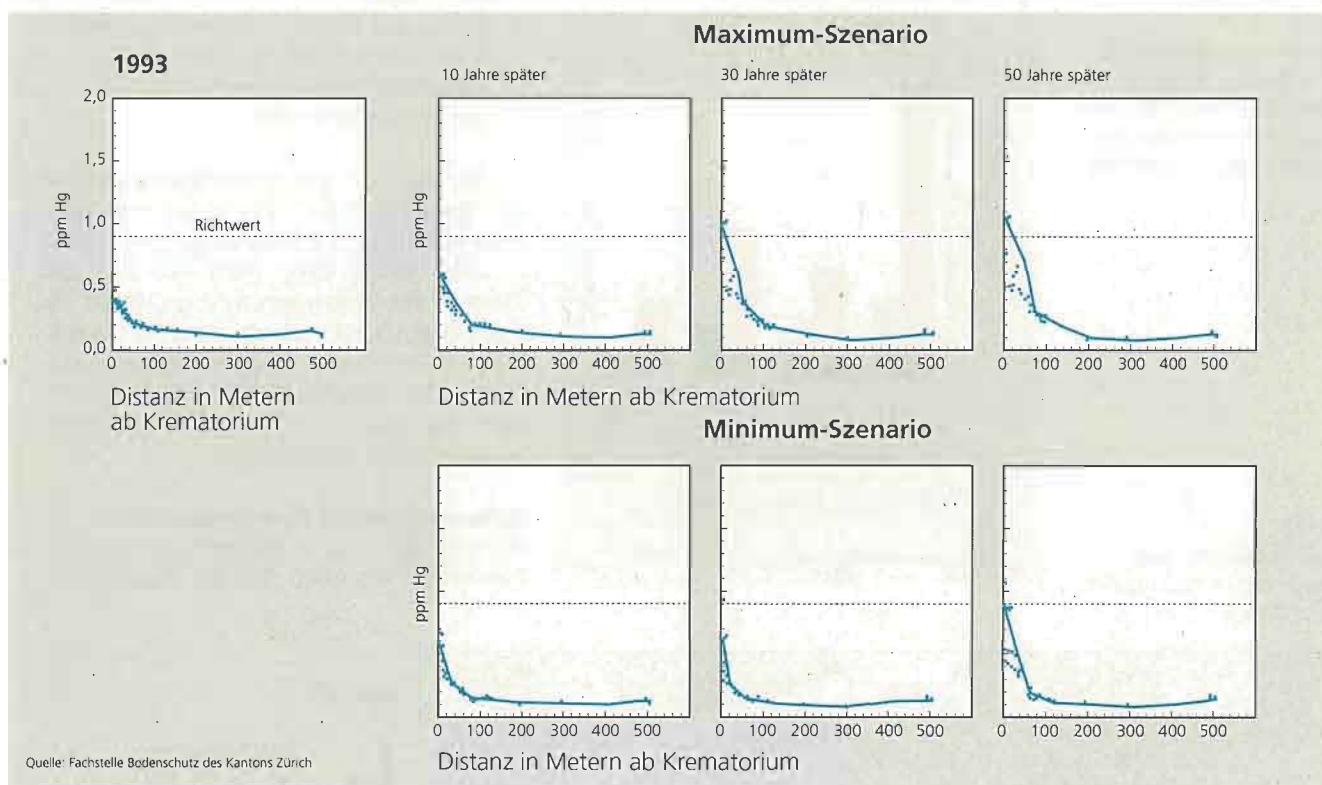


Abb. 87
Entwicklung der
Quecksilber-Bodenbelastung
in der Umgebung des
Krematoriums Winterthur in
den nächsten fünfzig Jahren.

Schwermetalle in der Umgebung der Zürcher Kehrichtverbrennungsanlagen

Bei der Verbrennung von Hausmüll werden darin enthaltene Schwermetalle freigesetzt. In der Umgebung der Kehrichtverbrennungsanlagen (KVA) Josefstrasse und Hagenholz in der Stadt Zürich sowie, in weit geringerem Masse, um die KVA Winterthur und Hinwil wurden grossflächige Bodenbelastungen durch die Schwermetalle Blei, Cadmium, Zink und Kupfer festgestellt. Diese Belastungen sind teils auf die Kaminemissionen in früheren Zeiten ohne wirksame Rauchgasreinigung, aber auch auf unsachgemässen Umschlag von Schlacke und Filterstaub bzw. auf den früher in der Umgebung praktizierten Einsatz von Kehrichtkompost und Klärschlamm als Dünger zurückzuführen.

Aufgrund von Untersuchungen und Modellrechnungen kann davon ausgegangen werden, dass nach dem neuesten Stand der Technik betriebene KVA nur ein geringes Potential als Verursacher von Bodenbelastungen mit Schwermetallen aufweisen.

Bodenbelastung mit Schwermetallen und Fluor um Giessereien

In der Umgebung der neun in den Jahren 1992–1993 untersuchten Zürcher Giessereien (fünf davon haben ihren Betrieb mittlerweile eingestellt) wurde eine messbare, historisch bedingte Bodenbelastung durch Schwermetalle festgestellt.

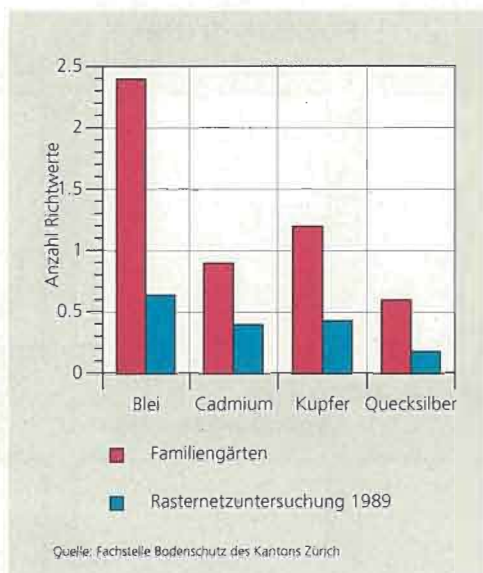
Kritische Elemente in bezug auf die Richtwerte der Verordnung über Schadstoffe im Boden (VSBo) sind Fluor, Blei und Kupfer. Als teilweise kritisch müssen die Elemente Cadmium und Zink bezeichnet werden. Vor allem diese Elemente müssen als von Giessereien emittiert eingestuft werden.

Folgende Eintragswege dürften für die Bodenbelastungen relevant gewesen sein:

- Verwehung von schwermetallhaltigen Stäuben bei unsachgemässer Lagerung und Behandlung
- Verwendung von Giessereiabfällen (Schlackensteine, Giessereisande) in privaten Hausgärten
- Indirekter Eintrag von Schwermetallen durch von der metallverarbeitenden Industrie belasteten Klärschlamm

Bodenbelastung in der Umgebung von potentiellen Emittenten

Abb. 88
Vergleich der Schwermetallbelastungen von Böden in Familiengärten mit kantonalen Durchschnittswerten gemäss Rasternetzuntersuchung 1989



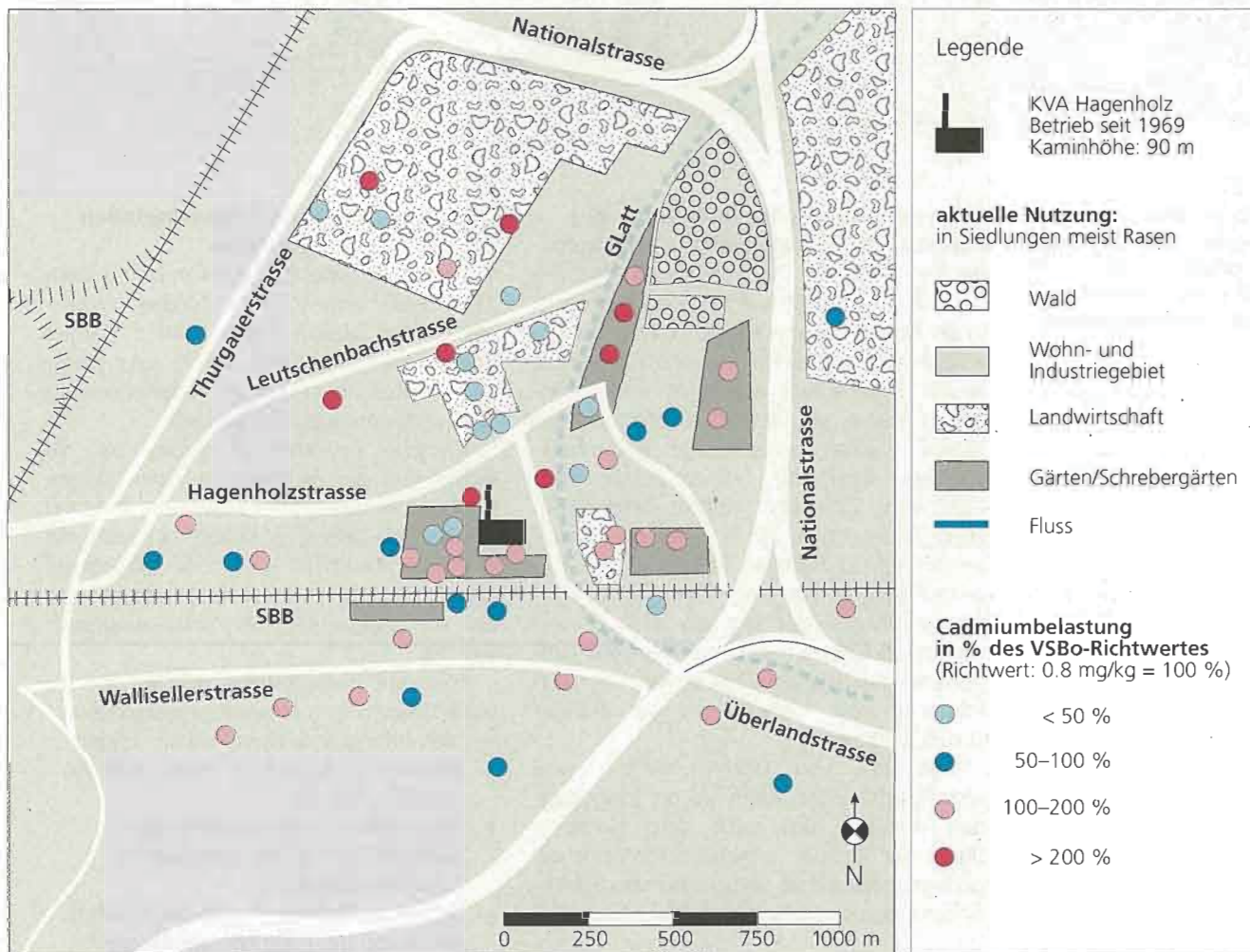
- Emissionen nicht nur über Kamine und Abluftanlagen, sondern auch über Lüftungsschlitze, offene Fenster usw. von Produktionshallen.

Die Ursachen der Bodenbelastungen in der Umgebung der Giessereien sind sehr unterschiedlich. Die Belastungen sind nicht in allen Fällen bzw. nicht nur auf die Tätigkeit der Giessereien zurückzuführen. Es muss angenommen werden, dass z. B. stark städtisch-industriell genutzte Böden durch verschiedenste menschliche Tätigkeiten (Verkehr, Industrie, Gewerbe, Gartenbau usw.) allgemein stark belastet sind.

Schwermetalle in Familiengärten

Auf über 90 % der Gartenparzellen von fünf Familiengartenarealen der Stadt Zürich über-

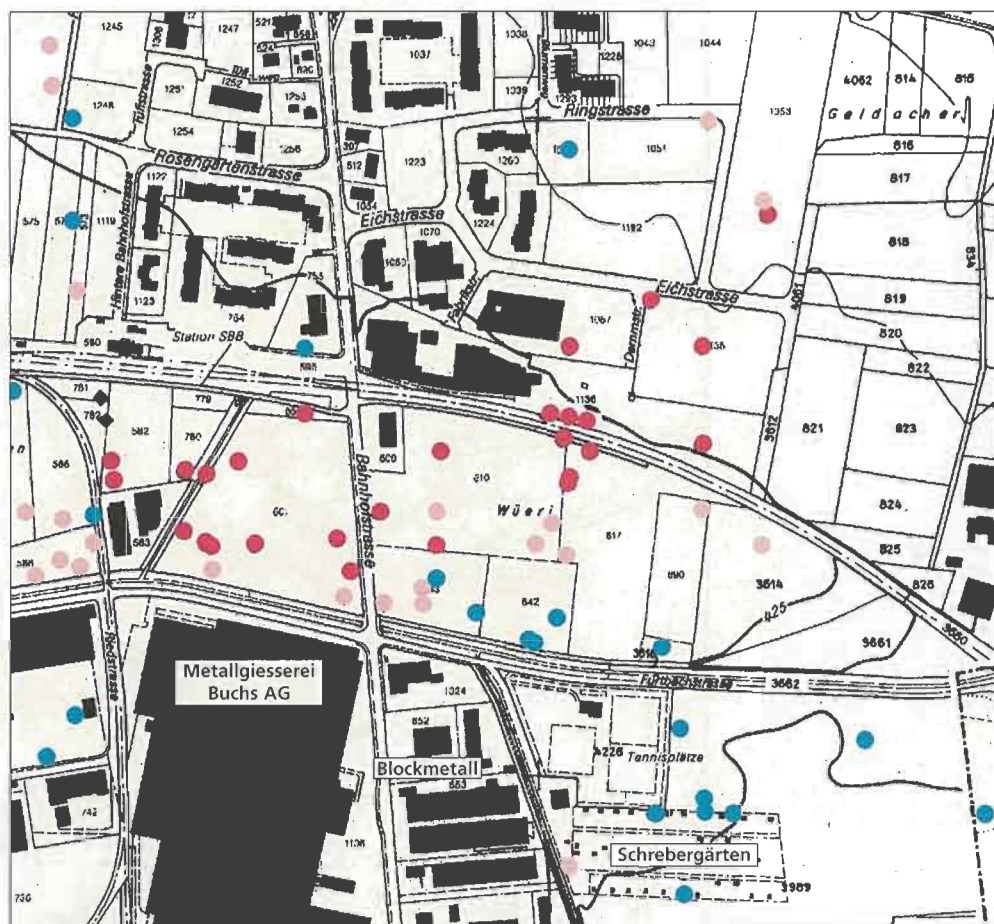
Karte 28
Cadmiumbelastung des Bodens in der Umgebung der KVA Hagenholz



Zustand der Umwelt

Bodenbelastung in der Umgebung von potentiellen Emittenten

- > 50 % und < 100 %
des Richtwertes
- > 100 % und < 200 %
des Richtwertes
- > 200 %
des Richtwertes

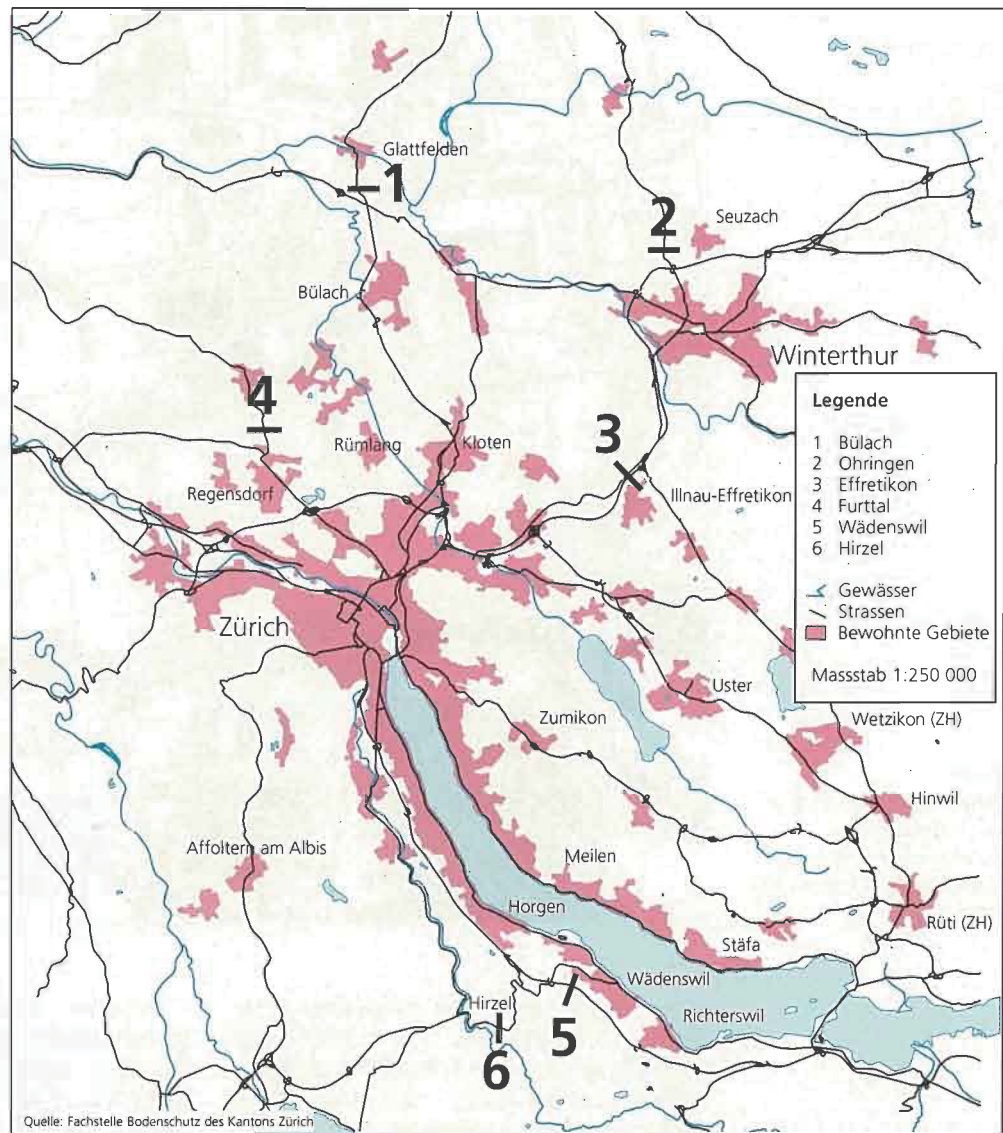


Karte 29
Kupferbelastung des Bodens
in der Umgebung der
Giessereien Blockmetall AG
und Metallgiesserei Buchs AG
in Buchs

schreitet der Totalgehalt mindestens eines Schwermetallelementes den Richtwert gemäss Verordnung über Schadstoffe im Boden (VSBö). Das bedeutet, dass die Bodenfruchtbarkeit langfristig nicht mehr gewährleistet ist. Die durchschnittlichen Gehalte sind je nach Schwermetall zwei- bis viermal so hoch wie die durchschnittlichen Werte im ganzen Kantonsgebiet (vgl. Abb. 88).

Ursachen sind die Anreicherung von Schwermetallen als Folge des langjährigen Einsatzes schwermetallhaltiger Hilfsstoffe und zum Teil der Schadstoffeintrag aus der Luft. Die höchsten gemessenen Werte sind nur durch den unsachgemässen Einsatz stark belasteter Hilfsstoffe (u. a. Klärschlamm, Kehrichtschlacke und belasteter Kompost) erklärbar.

Bodenbelastung in der Umgebung von potentiellen Emittenten



Karte 30
Übersicht über die
Untersuchungsstandorte der
Studie «PAK und
Schwermetalle an Strassen»

Die Schwermetallgehalte der angebauten Nahrungspflanzen sind generell nicht erhöht. Dies ist auf die derzeit günstigen Bodenbedingungen und die dadurch niedrigen löslichen Schwermetallgehalte zurückzuführen. Der Verzehr von Gemüse aus Stadtzürcher Familiengärten ist unbedenklich.

Cadmium in Nahrungspflanzen

Schwermetallbelastungen in Nahrungspflanzen waren in der Vergangenheit ein viel diskutiertes Thema. Meist wird festgehalten, dass Cadmium von allen Schwermetallen am ehesten die menschliche Gesundheit durch das Vorkommen in Nahrungspflanzen gefährden kann.

Erhebungen auf Landwirtschaftsböden mit Cadmiumgehalten im Bereich der kantonalen Durchschnittswerte zeigten, dass die Qualität der Nahrungspflanzen keinerlei Anlass zu Bedenken gibt. Die Cadmiumgehalte der angebauten Nahrungspflanzen lagen unterhalb der Toleranzwerte der eidgenössischen Fremd- und Inhaltsstoffverordnung (FIV).

Auf besonders belasteten Böden können jedoch auch gesundheitlich relevante Konzentrationen an Cadmium in Nahrungspflanzen vorkommen. In diesem Zusammenhang wurden im Gebiet Küssnachter Berg einzelne Landwirtschaftsparzellen, auf denen in der Vergangenheit industrielle

Bodenbelastung in der Umgebung von potentiellen Emittenten

Abfälle ausgebracht wurden, untersucht. Dabei wurden z. T. sehr hohe Cadmiumbelastungen im Boden gemessen und in einigen Fällen in Getreidekörnern Überschreitungen des Grenzwertes der FIV für Cadmium festgestellt. Als Massnahme werden Produktionsbeschränkungen für Kulturen mit einer erhöhten Aufnahmefähigkeit von Cadmium geprüft.

Polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe und Schwermetalle an Strassen

Eine erste Studie zeigt, dass die Schwermetalle Blei, Cadmium und Zink im Nahbereich (bis etwa 10 Meter) der untersuchten, stark befahrenen Strassen (vgl. Karte 30) und die polyzyklischen aromatischen Kohlenwasserstoffe (PAK) bis in eine Entfernung von 25 bis 50 Metern in Abhängigkeit vom Abstand zur Strasse deutlich angereichert sind. Hingegen ist keine Beziehung zwischen den PAK- und den Schwermetallgehalten erkennbar.

Auch ist kein deutlicher Zusammenhang zwischen der Schadstoffbelastung und der Verkehrsfrequenz oder der Betriebsdauer der Strassen festzustellen.

Überraschend sind Ausmass und Ausdehnung der Belastung beidseits der Strassen. Zu beachten ist zudem die erhebliche toxikologische und ökologische Bedeutung vor allem der hohen PAK-Belastung. Sollten sich diese ersten Ergebnisse in detaillierten Folgeabklärungen, welche die Besonder-

heiten unterschiedlicher Strassentypen und Standortsituationen berücksichtigen, bestätigen, so müssten Massnahmen im Bereich der Vorsorge und zum Schutze von weiteren Umweltgütern wie dem Grundwasser und der Nahrungsmittelproduktion geprüft werden.

Dioxinbelastung um potentielle Emittenten

In der Umgebung der Kehrichtverbrennungsanlagen (KVA) Hagenholz in Zürich und Zürcher Oberland in Hinwil sowie der Giessereien Refonda in Niederglatt und Blockmetall AG in Buchs wurden bis zu einer Entfernung von einigen hundert Metern leicht erhöhte Dioxin-Gehalte gemessen. Die Höchstwerte lagen bei allen Emittenten in der überwiegenden Mehrzahl unter 20 ng Toxizitätsequivalente pro kg Boden (1 ng = 1 Billionstel Gramm). Diese leicht erhöhten Werte stellen für Mensch und Umwelt kein Risiko dar. Nach provisorischen deutschen Richtwerten ist allerdings als Vorsorgemassnahme bei Belastungen im Bereich von 5 – 40 ng/kg auf Weidegang, Grünfütterung und Winterbrache zu verzichten. Um das Verschleppen von dioxinbelasteter Erde zu verhindern, unterliegt die Verschiebung von Bodenmaterial aus den belasteten Flächen einer Kontrolle (vgl. «Prüfperimeter Bodenverschiebungen»).

Stärker erhöhte Dioxingehalte im Oberboden (0 – 20 cm) beschränken sich auf

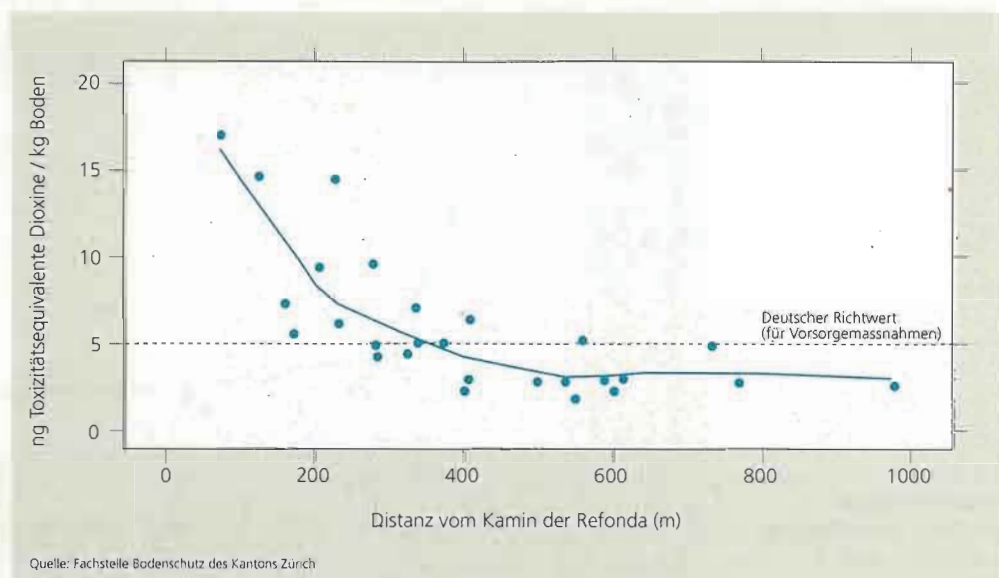


Abb. 89
Bodenbelastung durch
Dioxine in der Umgebung der
ehemaligen Giesserei Refonda
in Niederglatt

Bodenbelastung in der Umgebung von potentiellen Emittenten

kleine, abgrenzbare Flächen in der Umgebung der Blockmetall AG und der KVA Hagenholz, wo Stäube aus Abgasfiltern direkt abgelagert wurden. Diese als Altlasten geltenden Standorte wurden unmittelbar nach Vorliegen der Untersuchungsergebnisse für den öffentlichen Zutritt gesperrt und saniert. Die bestehenden Belastungen werden aufgrund der schlechten Abbaubarkeit der Dioxine für lange Zeit erhalten bleiben. Aufgrund von emissionsmindernden Luftreinhaltemassnahmen bei den KVA und den Produktionsanlagen der Blockmetall AG ist künftig keine relevante Erhöhung der Bodenbelastung mit Dioxinen zu erwarten. Die Refonda hat den Betrieb eingestellt.

Verschleppen von Bodenbelastungen

Durch unkontrolliertes Verschieben von Aushubmaterial mit erhöhtem Schadstoffgehalt auf gesunde Böden ergeben sich zusätzliche Bodenbelastungen an neuen Standorten. Im Kanton Zürich fallen bei Bautätigkeiten jährlich schätzungsweise 500'000 m³ Oberbodenmaterial («Humus») an. Davon weisen etwa 30 % oder ca. 150'000 m³ Richtwertüberschreitungen in bezug auf einen Schadstoff gemäss Verordnung über Schadstoffe im Boden (VSBo) auf, ca. 5 % liegen über dem doppelten Richtwert. Es handelt sich dabei nur im Ausnahmefall um stark schadstoffbelasteten Boden im Sinne von Altlasten, der zur Ver-

hinderung von akuten Umwelt- oder Gesundheitsschäden saniert werden müsste. Es ist jedoch davon auszugehen, dass die Fruchtbarkeit des Bodens auf den betroffenen Flächen langfristig nicht mehr gewährleistet ist.

Massnahmen im Bodenschutz dürfen sich deshalb nicht allein auf das Aufdecken und Ausschalten von Emittenten beschränken; sie müssen auch diese Art von Bodenverschmutzungen verhindern. Dazu muss Bodenmaterial mit Richtwertüberschreitungen vor einer Verschiebung erkannt und einer umweltgerechten Wiederverwertung zugeführt werden.

«Prüfperimeter Bodenverschiebungen»

Zur Umsetzung von Kontrollmassnahmen soll ein flächendeckender Kataster der erhöht schadstoffhaltigen Böden für den ganzen Kanton erstellt werden.

Um den finanziellen Aufwand möglichst gering zu halten, ist ein Kataster der Verdachtsflächen («Prüfperimeter Bodenverschiebungen») zweckmässig. Er soll alle vermutlich belasteten Flächen enthalten wie sie sich aus Einzelfalluntersuchungen sowie aufgrund einschlägiger Verdachtsmomente ergeben (vgl. Abb. 91).

Vollzug

Werden bei Bauvorhaben innerhalb des Prüfperimeters namhafte Mengen an Erde abtransportiert, müssen Prüffirmen zur Abklärung möglicher Belastungen und

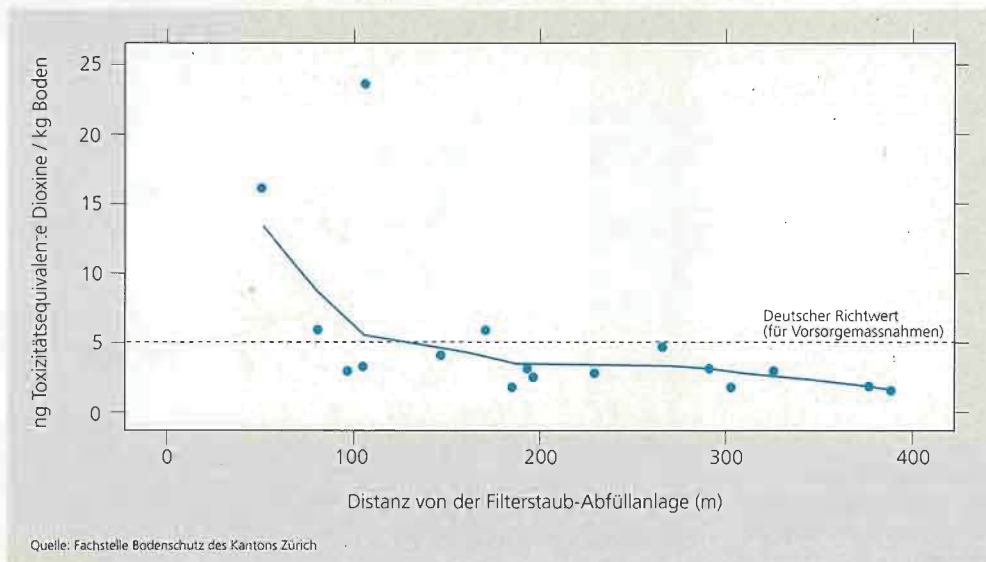


Abb. 90
Bodenbelastung durch
Dioxine in der Umgebung der
Giesserei Blockmetall AG
in Buchs

Kontrolle von Bodenverschiebungen

allenfalls zum Erarbeiten von Aushubkonzepten zugezogen werden. Analysenkosten fallen bei dieser Vorgehensweise erst dann an, wenn auch wirklich möglicherweise belasteter Boden verschoben werden soll. Während die Verschiebung von unbelastetem Boden frei gewählt werden kann, ist sie bei Überschreitung der Richtwerte gemäss VSBo nur noch eingeschränkt zulässig. Nach Möglichkeit soll belastetes Bodenmaterial an Ort und Stelle wiederverwendet werden. Zur Vermittlung geeigneter Aufbringeorte ausserhalb der jeweiligen Bauparzelle ist der Betrieb einer Bodenbörse geplant. Das Kontrollverfahren soll möglichst effizient gestaltet werden. Ziel ist

es, mit minimalem administrativem Aufwand, ohne Bauverzögerungen und mit minimalem Verbrauch von Deponievolumen den Boden vor Schadstoffbelastungen als Folge von Bodenverschiebungen bei Bauarbeiten zu schützen.

Kontrollen von Bodenverschiebungen werden im Kanton Zürich bereits heute im Einflussbereich einzelner gut untersuchter Emittenten systematisch durchgeführt. Ein kantonsweiter «Prüfperimeter Bodenverschiebungen» unter Einbezug der bereits vorhandenen Untersuchungsergebnisse ist in Bearbeitung.

Da Boden weder ein grossflächig sanierbares, noch ein erneuerbares Gut ist,

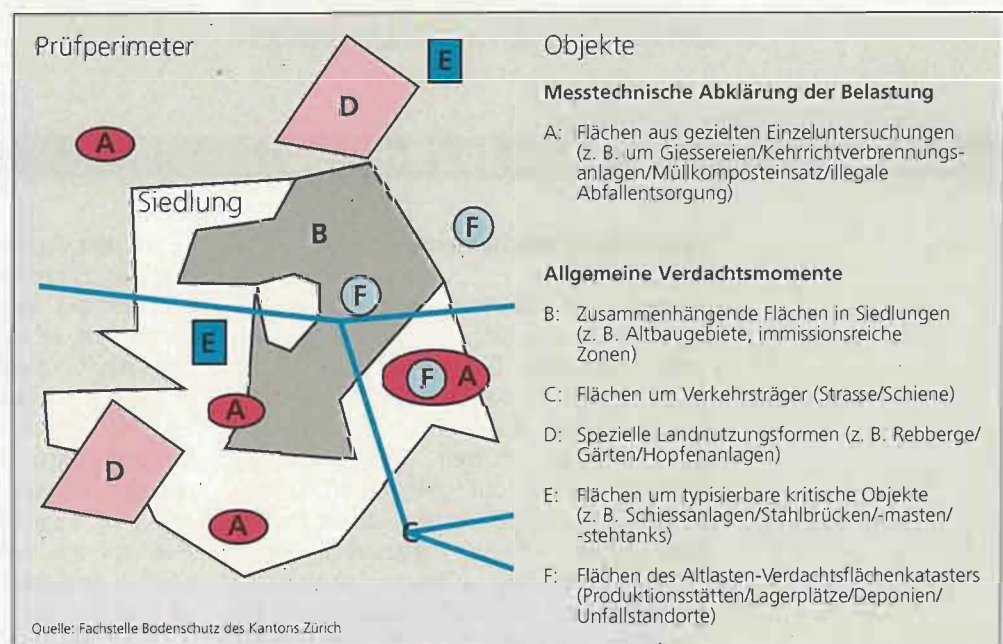


Abb. 91
Schematischer Aufbau
des «Prüfperimeters
Bodenverschiebungen»

Langfristige Bodenbeobachtung

besteht sein Schutz in erster Linie in der Prävention. Im Falle von Fehlentwicklungen müssen Massnahmen ergriffen werden, bevor eine irreversible Schädigung der Bodenfruchtbarkeit eingetreten ist. Die Früherkennung von Bodenverschlechterungen ist daher ein zentrales Anliegen des Bodenschutzes. Langsame Veränderungen der Bodenfruchtbarkeit können mit einmaligen Bodenanalysen nicht erfasst werden. Dazu sind zeitlich gestaffelte Messreihen an ausgewählten Standorten notwendig.

Zur langfristigen Überwachung der Bodenqualität ist ein Kantonales Bodenbeobachtungsnetz (KABO) vorgesehen. Dieses soll etwa 60 Standorte umfassen und im Gegensatz zu den sonst üblichen Ist-Zustands-Untersuchungen auch die tieferen Bodenschichten erfassen. Zudem soll die Zahl der zu beobachtenden Stoffe und Kenn-

zahlen auf den jeweiligen Standort abgestimmt und erweitert werden. Insbesondere sollen auch organische Schadstoffe erfasst werden. Das geplante Beobachtungsnetz wird auf weite Sicht angelegt, so dass die einzelnen Standorte auch noch nach Jahrzehnten untersucht werden können. Im Frühling 1995 bewilligte der Kantonsrat einen Rahmenkredit von 7,5 Mio. Franken für das KABO. Nachdem die Projektierungsarbeiten zu den Standorteinrichtungen und Untersuchungsverfahren auf dem entsprechenden Stand waren, wurde mit der Evaluation und Beprobung erster Standorte begonnen. Als Folge der Sparmassnahmen konnten die vorgesehenen Analysen der entnommenen Bodenproben nicht durchgeführt werden, und das KABO musste aus finanziellen Gründen sistiert werden.

Massnahmen zum Schutze des Bodens

Vermeidung mechanischer Bodenschäden

Sowohl in der Landwirtschaft als auch für Erdarbeiten und Rekultivierungen gilt derselbe Grundsatz: Der Boden darf nur in trockenem (d. h. tragfähigem) Zustand befahren werden. Auch bei geringen Terrainveränderungen müssen Rekultivierungen fachgerecht und mit geeignetem Erdmaterial durchgeführt werden, damit fruchtbarer Boden wieder hergestellt werden kann. Mit den 1991 erlassenen kantonalen Richtlinien für die Durchführung von Rekultivierungen steht eine detaillierte Anleitung zu einem bodenschonenden Vorgehen zur Verfügung. Zur Vermeidung von mechanischen Bodenschäden bei Rekultivierungen müssen diese Richtlinien konsequent befolgt und die frisch geschütteten Böden schonend bewirtschaftet werden.

Besondere Beachtung ist dem Abschluss von Deponien zu schenken, weil es dort neben der mechanischen Schädigung des Bodens auch den Schadstofftransfer aus der Deponie in den darüberliegenden Boden zu verhindern gilt. Geeignete Verfahren zur Gestaltung derartiger Abschlüsse müssen in der Praxis erprobt und auf ihre langfristige Eignung hin überprüft werden.

Für den Gasleitungsbau hat das Bundesamt für Energiewirtschaft Richtlinien zum Schutze des Bodens erlassen. Sie sollen durch eine einheitliche Regelung des Projektablaufs Konflikten vorbeugen und ein bodenschonendes Vorgehen sicherstellen. Eine detaillierte Bodenkartierung dient als Entscheidungsgrundlage für Schutzmassnahmen während des Leitungsbaus. Gestützt auf tägliche Messungen der Bodenfeuchte wird während der Bauphase laufend entschieden, welche Erdarbeiten ausgeführt werden können.

Auch bei anderen Grossbaustellen wird dieses Verfahren erfolgreich angewandt.

Schutz vor chemischen Einwirkungen

Der Schutz des Bodens liegt in erster Linie in der Prävention. Eine Abkehr vom Grenz- bzw. Richtwertdenken hin zum gleichgewichtsorientierten Bodenschutz ist notwendig, d. h. es gilt, den Schadstoffeintrag mindestens auf den Wert des Schadstoffausstrages zu reduzieren.

Voraussetzung für die Verminderung des Schadstoffeintrags aus der Luft ist eine kompromisslos nachhaltige Umsetzung der Massnahmen gemäss Luftreinhalte-Verord-

Massnahmen zum Schutze des Bodens

nung (LRV, vgl. Kapitel Luft) und Stoffverordnung (StoV).

Die in der Stoffverordnung vorgezeichneten Leitplanken für die Verwendung von landwirtschaftlichen Hilfsstoffen sind in der Praxis konsequent einzuhalten. In der Landwirtschaft und vor allem im Bereich der öffentlichen und privaten Gärten ist dabei der Einsatz von Düngern und Pflanzenschutzmitteln an die Bedürfnisse der Pflanzen und die Nährstoffversorgung der Böden anzupassen. Bei der Produktion von Lebensmitteln muss, abgestützt auf fundierte Sachkenntnisse, Ertragsmaximierung restlos durch Qualitätsoptimierung abgelöst werden.

Bei Bodenverschiebungen im Rahmen von Bauarbeiten muss verhindert werden, dass Flächen, die über eine intakte Bodenfruchtbarkeit verfügen, mit belastetem Aushubmaterial überdeckt und verunreinigt werden (Kontrolle von Bodenverschiebungen).

In Einzelfällen sind weitere Abklärungen zur Ermittlung der Bodenbelastung in der Umgebung von potentiellen Emittenten nötig. Bei erhöhten Schadstoffgehalten müssen die allfälligen Gefahren für Menschen, Tiere, Pflanzen und weitere Schutzgüter abgeklärt werden. Die hierzu erforderlichen Grundlagen müssen z. T. noch erarbeitet werden.