

Benutzerleitfaden

**Anleitung zur Benutzung der optimierten Prognosemethode für die qualitative
Abschätzung von Bodenbelastungen in Kleingärten**

P.U. Reichard & A. Papritz

März 2007

Inhaltsverzeichnis

1.	Einleitung.....	2
2.	Kurzbeschreibung der Prognosemethode	3
3.	Merkmale	4
3.1	Hinweise zur Beschaffung von Daten zu den Merkmalen.....	5
4.	Beurteilung der Merkmale	6
4.1	Erläuterungen zu den Beurteilungen der einzelnen Merkmale.....	6
4.2	Beurteilung von Merkmalen bei unvollständiger Information	10
5.	Eintrag der Bewertungen der Merkmale in die Excel-Datei.....	14
6.	Interpretation der Ergebnisse	15
7.	Literatur.....	16

1. Einleitung

In der Fallstudie „Umgang mit Bodenbelastungen in Familiengärten der Stadt Zürich“ der ETH Zürich von 2003/04 (Christl *et al.*, 2004) hat eine Gruppe von Studierenden eine Prognosemethode erarbeitet, die es erlaubt, die Bodenbelastung in Familiengärten mit kostengünstig erhebbaren Merkmalen grob abzuschätzen. Für die Erstellung der Prognosemethode wurden 9 Familiengartenareale aus der Stadt Zürich ausgewählt und für jedes Areal wurde anhand eines Merkmalkatalogs bestimmt, ob Situationen, von welchen man annehmen kann, dass sie die Bodenbelastung beeinflussen, (z.B. Nutzungsdauer als Familiengarten, Vornutzung des Areals, Nähe zu potentiellen Schadstoffquellen, wie Strassen, Eisenbahn, emittierende Industrie, Kläranlagen, etc.) eine Rolle spielen. Die einzelnen Merkmale des Katalogs wurden gewichtet und über die Gewichtungen wurden die Areale in die drei Belastungsstufen „gering“, „mässig“ und „stark belastet“ eingeteilt. Eine ausführliche Beschreibung der Prognosemethode ist dem Fallstudienbericht (Christl *et al.*, 2004) und dem Fachbericht über die aktuelle Studie (Reichard, P.U. & Papritz, A., 2007) zu entnehmen. Da die Prognosemethode in der Fallstudie nicht mit unabhängigen Datensätzen auf ihre Güte hin überprüft werden konnte, wurde sie innerhalb dieses Projektes mit unabhängigen, schweizweit erhobenen Datensätzen validiert und für organische Schadstoffe (PAK, Summe der 16 wichtigsten Vertreter der polyzyklischen aromatischen Kohlenwasserstoffe) erweitert. In der aktuellen Studie wurde die Prognosemethode der Fallstudie mit Hilfe von statistischen Methoden zudem optimiert. Durch die Bereitstellung der optimierten Methode (sie wird im folgenden Text abgekürzt als „Prognosemethode“ bezeichnet) in Form einer Excel-Tabelle ist eine einfache Handhabung gewährleistet.

Die vorliegende Dokumentation zeigt, wie für ein beliebiges Familiengartenareal mit der Prognosemethode abgeschätzt werden kann, ob damit zurechnen ist, dass die Schadstoffgehalte des Familiengartenbodens die Prüfwerte der Verordnung über Belastungen des Bodens (VBBo) übersteigen. Die Dokumentation beinhaltet im Folgenden eine Beschreibung, wie die relevanten Merkmale eines Familiengartenareals bestimmt, wie diese Daten in die Excel-Tabelle eingegeben werden müssen und gibt Hilfe bei der Interpretation der berechneten Ergebnisse.

2. Kurzbeschreibung der Prognosemethode

Die Prognosemethode ist geeignet, die Häufigkeit von Prüfwertüberschreitungen durch zwei Leitschadstoffe in einem Familiengartenareal abzuschätzen. Bei den zwei ausgewählten Leitschadstoffen handelt es sich zum einen um Blei (Pb) (Leitschadstoff für die Schwermetalle) und zum anderen um PAK (Leitsubstanz für organische Schadstoffe). Eine ausführliche Beschreibung des Auswahlverfahrens der Leitschadstoffe ist Abschnitt 3.2 des Fachberichts zu entnehmen. Mit der Prognosemethode lassen sich daher nur die Häufigkeit der Prüfwertüberschreitungen für Pb bzw. für PAK vorhersagen. Da diese Leitschadstoffe aber unter anderem aufgrund ihrer hohen Sensitivität als Anzeiger für Bodenbelastungen ausgewählt wurden, liefern sie einen guten Anhaltspunkt über die Gesamtbelastung mit Schadstoffen.

Um die Schadstoffbelastung der Böden in einem Familiengartenareal zu charakterisieren, wird mit der Prognosemethode für Pb oder für PAK je ein „Belastungsindex“ (einheitenlos) berechnet. Daraus wird dann für den jeweiligen Schadstoff (Pb oder PAK) die Häufigkeit von Prüfwertüberschreitungen (in Prozent) vorhergesagt. Um die Indexe zu berechnen, müssen für das Areal sogenannte Merkmale beurteilt werden. Die Merkmale charakterisieren Situationen, die einen verstärkenden oder vermindernden Einfluss auf die Schadstoffbelastung der Böden des Areals haben können. Die Auswahl der Merkmale wurde mittels statistischen Methoden getroffen und unterscheidet sich für Pb und PAK. Für die beiden Leitschadstoffe ergeben sich deshalb unterschiedliche „Belastungsindexe“ und unterschiedliche Häufigkeiten von Prüfwertüberschreitungen. Zur Berechnung der „Belastungsindexe“ muss für jedes Merkmal entschieden werden, ob ein Einfluss auf die Bodenbelastung des Familiengartenareals wahrscheinlich ist (= „1“) oder nicht (= „0“). Eine Beschreibung der Merkmale und ihrer Beurteilung findet sich in den anschliessenden Abschnitten 3 und 4. Zur Berechnung der „Belastungsindexe“ wird jedes Merkmal gewichtet. Die Gewichtungsfaktoren der einzelnen Merkmale wurden ebenfalls mit statistischen Methoden bestimmt (vgl. Abschnitt 3.5 des Fallstudienberichts).

3. Merkmale

Bei den Merkmalen handelt es sich vorwiegend um „äussere“ Faktoren, die mit einiger Wahrscheinlichkeit einen Einfluss auf den Belastungszustand der Böden des betrachteten Familiengartenareales haben. Für die Berechnung des „Belastungsindex“ von Pb und die Vorhersage von Prüfwertüberschreitungen sind die Merkmale „Alter“, „Strasse“, „Weide“, „Landwirtschaft“, „Garten“, „Rebberg“, „Aufschüttung“ und „Altlast“ zu beurteilen, für PAK die Merkmale „Alter“, „Garten“, „Weide“, „Fremdmaterial“ und „Altlast“ (siehe Tabelle 1).

Tabelle 1: Auflistung der Merkmale, die beurteilt werden müssen, um mit der Prognosemethode Prüfwertüberschreitungen für Pb bzw. PAK vorhersagen zu können.

<i>Merkmale</i>	<i>Zur Vorhersage von Prüfwertüberschreitungen durch Pb zu beurteilen</i>	<i>Zur Vorhersage von Prüfwertüberschreitungen durch PAK zu beurteilen</i>
Alter des Familiengartens	✓	✓
Vornutzung Weide	✓	✓
Vornutzung Landwirtschaft	✓	-
Vornutzung Garten	✓	✓
Vornutzung Rebberg	✓	-
Aufschüttung	✓	-
Strasse	✓	-
Altlast	✓	✓
Fremdmaterial	-	✓

Es handelt sich dabei um Merkmale, die charakterisieren, seit wann das Areal als Familiengarten genutzt wird („Alter“) und in welcher Form es vorher genutzt wurde („Weide“, „Landwirtschaft“, „Garten“, „Rebberg“, „Aufschüttung“). Des Weiteren geht seine Lage in Bezug auf vielbefahrene Strassen ein („Strasse“), seine Nähe zu Flächen, auf welchen sich gemäss Altlastenverdachtsflächenkataster oder dem Kataster belasteter Standorte (möglicherweise) eine Altlast befindet („Altlast“), aber auch der Anteil an Fremdstoffen, der in den Böden der Familiengartenareale zu finden ist („Fremdmaterial“).

3.1 Hinweise zur Beschaffung von Daten zu den Merkmalen

Zur Erfassung des Alters kann vielfach auf archivierte Pachtverträge zurückgegriffen werden, in denen der Beginn der vertraglichen Nutzung als Familiengarten festgehalten ist. Zum Teil liegen auch Dokumente zur ersten Vertragsabwicklung bei den das Areal verwaltenden Familiengartenvereinen vor. Wurde ein Areal schon lange vor der Übernahme durch einen Verein als Familiengarten genutzt, so kann es unter Umständen schwierig sein, alte Verträge ausfindig zu machen. In solchen Fällen kann für die Bestimmung des Alters eines Areals auch die Einsicht in alte Karten (z.B. Siegfriedkarten) oder Luftbilder und archivierte Dokumente (z.B. Stadtarchive) hilfreich sein. Unter Umständen können auch Stadtchroniken oder andere historische Bücher Aufschluss über die ehemalige Nutzung geben. Vielfach kann auch auf „Augenzeugenberichte“ von Familiengartenbewirtschaftern zurückgegriffen werden, so dass auch hier eine direkte Anfrage beim das Areal verwaltenden Familiengartenverein sinnvoll ist. Die Suche nach Angaben über die Nutzung eines Areals vor der Errichtung des Familiengartens erfolgt ebenso über Recherche in Archiven, Durchsicht von Verträgen, Ansicht alter Karten (Siegfried-, Wildkarten), etc.

Ob ein Familiengartenareal in direktem Einfluss einer vielbefahrenen Strasse steht, kann zum einen aus Karten ersehen werden, zum anderen durch eine Besichtigung des Areals und seiner direkten Umgebung in Erfahrung gebracht werden. Eine Besichtigung des Areals ist ebenso angezeigt, um Aufschluss über den Anteil an Fremdmaterial in den Böden des Familiengartenareals zu erhalten. Als Fremdmaterial werden all jene Materialien betrachtet, die offensichtlich anthropogen in den Boden eingetragen wurden.

Dazu sind zu zählen: Ziegelstücke, Plastikstücke, Reste von Aluminiumfolie, Kohlestücke, Aschereste, Schlackestücke, andere Kehrreichtreste (z.B. Batterien, Papierreste, Küchenabfallreste), Bauschuttreste (z.B. Betonstückchen) und Vergleichbares. Hierzu zählen jedoch nicht mit Ziegelstücken ausgelegte Wege und Wegbegrenzungen.

Zur Erfassung von Altlasten auf oder direkt neben dem Familiengartenareal ist in der Regel eine Anfrage beim für Altlastenangelegenheiten zuständigen kantonalen Amt erforderlich. Allenfalls kann diese Information auch über das aus Kartendarstellungen des Altlastenverdachtsflächen-Kastasters und des Katasters belasteter Standorte (GIS-Browser der zuständigen Kantone) gewonnen werden.

4. Beurteilung der Merkmale

Um mit der Prognosemethode Prüfwertüberschreitungen vorherzusagen, müssen die Merkmale numerisch kodiert werden. Die Beurteilung erfolgt dabei nach dem Schlüssel „0 = kein Einfluss bzw. nicht zutreffend“ und „1 = mässig bis starker Einfluss bzw. teilweise bis vollständig zutreffend“.

4.1 Erläuterungen zu den Beurteilungen der einzelnen Merkmale

Alter des Familiengartens

Diese Gruppe umfasst vier Merkmale, die Intervalle bezeichnen, die rund 25 Jahre umfassen:

1. „vor 1930 errichtet“
2. „zwischen 1930 und 1955 errichtet“
3. „zwischen 1956 und 1980 errichtet“
4. „nach 1980 errichtet“.

Sollte das genaue Alter nicht bekannt sein, so muss es geschätzt werden. Das sollte in den meisten Fällen möglich sein. Der Schlüssel zur Beurteilung dieser Merkmale ist:

1	Erschliessung in diesem Zeitraum
0	keine Erschliessung in diesem Zeitraum

Zur Eingabe in das Modell müssen alle vier Merkmale beurteilt werden: Das Merkmal, das für das Areal zutrifft, wird mit einer „1“ belegt. Die restlichen drei Merkmale müssen dann auf „0“ gesetzt werden. Da den Merkmalen dieser Gruppe bei der Modellrechnung zur Abschätzung der Bodenbelastungen eine relativ hohe Gewichtung beigemessen wird, ist eine möglichst genaue Bestimmung des Alters eines Areals nötig. Ist bekannt, dass bestimmte Arealteile ein anderes Alter aufweisen, so sollte, um eine genauere Vorhersage zu ermöglichen, jeder Arealteil gleichen Alters wie ein eigenständiges Areal betrachtet und somit die Prognose für diese Arealteile auch eigenständig berechnet werden.

Vornutzung

Zu dieser Gruppe gehören die Merkmale „Weide“, „Landwirtschaft“, „Garten“, „Rebberg“ und „Aufschüttung“. Der jeweilige Schlüssel zur Beurteilung der Merkmale ist:

Rebberg

- 1 Areal liegt ganz oder teilweise auf ehemaligem Rebberg
- 0 Areal liegt nicht auf ehemaligem Rebberg

Landwirtschaftlich genutzt

- 1 früher ganz oder teilweise landwirtschaftlich genutzte Anbaufläche (keine Weide oder Dauergrünland)
- 0 nicht als landwirtschaftliche Anbaufläche genutzt

Weide

- 1 früher ganz oder teilweise Nutzung als Weide bzw. Dauergrünland
- 0 keine frühere Nutzung als Weide bzw. Dauergrünland

Garten

- 1 früher ganz oder teilweise als Garten genutzt
- 0 keine Nutzung als Garten

Aufschüttung

- 1 Areal liegt ganz oder teilweise auf einer Aufschüttung
- 0 Areal liegt nicht auf einer Aufschüttung

Selbst wenn eine Vornutzung nicht kontinuierlich vor Errichtung des Familiengartens bestanden hat, so ist das Merkmal trotzdem mit „1“ zu belegen. Dies gilt auch, wenn nur Teile des Areals von einer dieser Vornutzungen betroffen waren. Lassen sich allerdings den einzelnen Arealteilen mit Sicherheit sowohl unterschiedliche Vornutzungen als auch definitiv andere Alter zuordnen, so sollten diese Arealteile als eigenständige Areale behandelt werden.

Unter der Vornutzung „Landwirtschaft“ wird eine ackerbauliche Bearbeitung einer Fläche verstanden, die nicht die Nutzung als Weide oder als Dauergrünland beinhaltet. Eine Nutzung als Weide bzw. als Dauergrünland wird als eigenständiges Merkmal („Weide“) gewertet, ebenso wie die Nutzung als Selbstversorgergarten eines Bauernhauses („Garten“).

Das Merkmal „Garten“ charakterisiert eine Nutzung als nicht vertraglich geregelte Familiengartenanlage, eine Nutzung als Schul-, Haus- oder Bauerngarten. Auch hier gilt, dass eine teilweise, d. h. nicht kontinuierliche Nutzung als Garten bis zur Errichtung eines Familiengartenareals mit „1“ zu bewerten ist.

Zur Beurteilung des Merkmals „Aufschüttung“ sollten alle Bodenbewegungen in Betracht gezogen werden, mit welchen standortfremdes Material auf der ganzen Fläche bzw. auf grossen Teilflächen des Familiengartenareals aufgetragen wurden. Dabei kann es sich um das grossflächige Auftragen von Boden zur Errichtung des Familiengartenareals handeln oder um Bodenverschiebungen im Zuge einer Bautätigkeit auf oder in der Nähe des Areals, wenn dieses aufgrund solcher Aktivitäten zeitweise aufgehoben wurde. Weiter fallen darunter Verfüllungen von ehemaligen Ton-, Lehm-, Sand- oder Kiesgruben, welche dem Steine-, Erden- und Industriemineral-Abbau gedient haben. Des Weiteren werden mit dem Merkmal „Aufschüttung“ Angaben über verfüllte ehemalige Kehricht- und Reststoffdeponien, einschliesslich von Bauschuttgruben, für die Vorhersage berücksichtigt. Wenn standortfremder Boden durch die einzelnen Bewirtschafter zur

Bodenverbesserung nur parzellenweise aufgetragen wurde, sollte dies beim Merkmal „Aufschüttung“ mit der Stufe „0“ bewertet werden.

Umgebung

Zu dieser Gruppe gehören die Merkmale „Strasse“ und „Altlasten“. Der jeweilige Schlüssel zur Beurteilung der Merkmale ist:

Strassen

- | | |
|---|---|
| 1 | Areal in der Nähe (Abstand <100 m) der Autobahn, einer Durchgangsstrasse oder einer Strasse mit viel Verkehr, ohne dazwischen liegende Bebauung |
| 0 | Areal fern von verkehrsreichen Strassen (Entfernung >100 m) und/oder zusätzlich abtrennende Bebauung |

Altlastenverdachtsfall

- | | |
|---|---|
| 1 | Areal liegt auf oder grenzt direkt an Verdachtsfläche |
| 0 | keine Verdachtsfläche in der Nähe |

Bei der Beurteilung der Merkmale dieser Gruppe wurde vorwiegend die aktuelle Situation bewertet. Ist aus historischen Quellen bekannt, dass das Areal lange Zeit (> 20 Jahre) im Einflussbereich einer vielbefahrenen Strasse war (z.B. an ehemaliger Durchgangsstrasse), so ist dies in die Beurteilung miteinzubeziehen. Um das Merkmal „Strasse“ zu beurteilen, muss zunächst festgestellt werden, ob es Strassen in der Umgebung eines Familiengartenareals gibt und wenn ja, wie stark befahren diese Strassen sind. Strassen wird nur dann ein Einfluss auf die Bodenbelastung zugeschrieben, wenn sie sehr stark befahren sind, nicht weiter als 100 m vom Areal entfernt liegen und weder eine Bebauung noch eine andere Abtrennung (z.B. eine hohe Hecke) die Strasse vom Areal trennt. Als „stark befahren“ wurden Autobahnen, Autobahnzubringer, Durchgangsstrassen und Strassen mit einem geschätzten Verkehrsaufkommen von mehr als 8 Lastkraftwagen pro Minute eingestuft.

Zur Beurteilung des Merkmals „Altlast“ sind vor allem der Altlastenverdachtsflächen-Kataster (ALVFK) und der Kataster belasteter Standorte (KbS) von Bedeutung.

Besteht nach KbS bzw. ALVFK für die Fläche des heutigen Familiengartens eine Altlast bzw. ist eine Altlastenverdachtsfläche eingezeichnet oder grenzt das Familiengartenareal direkt an eine Altlast bzw. an eine Altlastenverdachtsfläche, so ist für das betreffende Areal das Merkmal „Altlast“ mit „1“ zu bewerten. Ist auf dem Areal des Familiengartens zwar keine Altlast bzw. Altlastenverdachtsfläche eingetragen, aber es ist bekannt, dass auf dem heutigen Areal ehemals eine Mülldeponie, bzw. eine Bauschuttgrube lag, so ergibt dies ebenfalls eine Bewertung mit „1“. Sind auf dem Areal des Familiengartens keinerlei Altlasten bzw. Altlastenverdachtsflächen eingetragen, grenzt es nicht direkt an solche und liegt das Areal auch nicht auf einer ehemaligen Mülldeponie oder Bauschuttgrube so ist das Merkmal „Altlast“ mit „0“ zu bewerten.

Fremdmaterial

Das Merkmal „Fremdmaterial“ wird nach folgendem Schlüssel bewertet:

Fremdmaterial (Plastik, Scherben, etc.)

- | | |
|---|---|
| 1 | Fremdmaterial gesehen (im Boden von mindestens 10 % der Parzellen des Areals) |
| 0 | kein Fremdmaterial |

Bei der Beurteilung des Fremdstoffanteils ist abzuwägen, ob es sich beim gesehenen Material um gerade erst ausgebrachtes Material handelt (vereinzelte Plastikreste vom Umtopfen von Setzlingen, Ziegelbruchstücke als Wegabgrenzungen, etc.) oder ob es sich um Material handelt, das bereits seit längerem vorhanden ist. Der Anteil an Fremdstoffen scheint z.T. auch die Bewirtschaftungsphilosophie der Gärtner widerzuspiegeln, insofern, dass in Gärten mit grossem Fremdstoffanteil vermutlich nicht darauf geachtet wird, was in den Boden gelangt und so die Sorglosigkeit im Umgang mit anderen Stoffen, die z.B. organische Schadstoffe enthalten, möglicherweise ebenso erhöht ist.

4.2 Beurteilung von Merkmalen bei unvollständiger Information

Sollte es aufgrund fehlender Information nicht möglich sein, ein Merkmal nach dem Schlüssel „0“ oder „1“ zu bewerten, so kann eine „worst-case“-Bewertung durchgeführt werden. „Worst-case“ bedeutet hier, dass den Merkmalen, die einen positiven Gewich-

tungsfaktor haben, die Belastungsstufe „1“, denen, die einen negativen Gewichtungsfaktor haben „0“ zugeordnet wird (vgl. Tabelle 4 des Fachberichts). Dies gilt für alle Merkmale, ausser für die der Kriteriengruppe „Alter des Gartens“. Innerhalb dieser Gruppe ist bei einem „worst-case“-Szenario das Merkmal „vor 1930 errichtet“ mit „1“ zu belegen, da die Böden von Arealen, die dieser Altersgruppe zugeordnet werden, die grössten Belastungen aufweisen (vgl. Abbildung 1 und 2; Abschnitt 3.5 und Tabelle 4 des Fachberichts). Für die Berechnung eines „worst-case“-Szenario sind die unbekanntenen Merkmale also gemäss Tabelle 2 zu beurteilen. Bei Blei hat das Merkmal „Fremdmaterial“, bei PAK haben die Merkmale „Landwirtschaft“, „Rebberg“, „Aufschüttung“ und „Strasse“ keinen Einfluss auf die Berechnung.

Tabelle 2: Beurteilung der Merkmale für den „worst-case“ für Pb oder PAK. Merkmale, die keinen Einfluss auf die Berechnung haben sind in der Tabelle mit (-) gekennzeichnet.

<i>Merkmal</i>	<i>„worst-case“ für Pb</i>	<i>„worst-case“ für PAK</i>
vor 1930 errichtet	1	1
zwischen 1930-55 errichtet	0	0
zwischen 1956-80 errichtet	0	0
nach 1980 errichtet	0	0
Vornutzung Weide	0	0
Vornutzung Landwirtschaft	0	(-)
Vornutzung Garten	0	1
Vornutzung Rebberg	1	(-)
Vornutzung Aufschüttung	1	(-)
Umgebung Strasse	1	(-)
Umgebung Altlast	1	1
Fremdmaterial	(-)	1

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R
1			Abschätz-Kriterien												Prognose			
2			Alter				Vornutzung					Eindruck	Umgebung		Pb		PAK	
3	No.	Arealbezeichnung	vor 1930	1930 - 1955	1956 - 1980	1981 - heute	Garten	Rebberg	Weide	Landwirtschaft	Aufschüttung	Fremdmaterial	Altlast	Strasse	Belastungsindex Pb	Prognose Häufigkeit [%]	Belastungsindex PAK	Prognose Häufigkeit [%]
4	1	"worst case" Pb	1	0	0	0	0	1	0	0	1	0	1	1	4.66	99	-1.84	14
5	2	"worst case" PAK	1	0	0	0	1	0	0	0	0	1	1	0	-1.50	18	22.49	100
6	3																	

Abbildung 1.

Version 1. Die Darstellung zeigt die in Abschnitt 4 beschriebene Eingabe für die Berechnung eines „worst-case“-Szenarios für die Schadstoffe Pb und PAK.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
1	Areal: "worst case" Pb												
2													
3								Belastungsindex			Belastungsindex		
4								Pb			PAK		
5	Alter												
6	vor 1930 <input type="radio"/>							4.66			-1.84		
7	1930 - 1955 <input type="radio"/>												
8	1956 - 1980 <input type="radio"/>												
9	nach 1980 <input type="radio"/>												
10								Prognose Häufigkeit			Prognose Häufigkeit		
11								Prüfwertüberschreitungen			Prüfwertüberschreitungen		
12								für Pb [%]			für PAK [%]		
13													
14	Vornutzung												
15	Garten <input type="checkbox"/>							99			14		
16	Rebberg <input checked="" type="checkbox"/>												
17	Weide <input type="checkbox"/>												
18	Landwirtschaft <input type="checkbox"/>												
19	Aufschüttung <input checked="" type="checkbox"/>												
20													
21													
22													
23													
24													
25													
26	Eindruck												
27	Fremdmaterial <input type="checkbox"/>												
28													
29													
30													
31	Umgebung												
32	Altlast <input checked="" type="checkbox"/>												
33	Strasse <input checked="" type="checkbox"/>												
34													
35													
36													

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
1	Areal: "worst case" PAK												
2													
3								Belastungsindex			Belastungsindex		
4								Pb			PAK		
5	Alter												
6	vor 1930 <input type="radio"/>							-1.50			22.49		
7	1930 - 1955 <input type="radio"/>												
8	1956 - 1980 <input type="radio"/>												
9	nach 1980 <input type="radio"/>												
10								Prognose Häufigkeit			Prognose Häufigkeit		
11								Prüfwertüberschreitungen			Prüfwertüberschreitungen		
12								für Pb [%]			für PAK [%]		
13													
14	Vornutzung												
15	Garten <input checked="" type="checkbox"/>							18			100		
16	Rebberg <input type="checkbox"/>												
17	Weide <input type="checkbox"/>												
18	Landwirtschaft <input type="checkbox"/>												
19	Aufschüttung <input type="checkbox"/>												
20													
21													
22													
23													
24													
25													
26	Eindruck												
27	Fremdmaterial <input checked="" type="checkbox"/>												
28													
29													
30													
31	Umgebung												
32	Altlast <input checked="" type="checkbox"/>												
33	Strasse <input type="checkbox"/>												
34													
35													
36													

Abbildung 2. Version 2. Die Darstellung zeigt die in Abschnitt 4 beschriebene Eingabe für die Berechnung eines „worst-case“-Szenarios für die Schadstoffe Pb und PAK.

5. Eintrag der Bewertungen der Merkmale in die Excel-Datei

Um eine Prognose der Häufigkeit von Prüfwertüberschreitungen für die Schadstoffe Pb oder PAK zu berechnen, stehen zwei Excel-Tabellen zur Verfügung (siehe Datenträger im Anhang des Fachberichts). Version 1 basiert auf der normalen Darstellung in Tabellenform (Abbildung 1). In dieser Version werden die Bewertungen der Merkmale direkt als Zahlenwert „0“ oder „1“ in eine Tabelle eingetragen. Im rechten Teil der Tabelle werden die „Belastungsindexe“ für Pb bzw. PAK und die Prognosen der Häufigkeit von Prüfwertüberschreitungen angezeigt. Da bei der Merkmalgruppe „Alter des Areal“ nur eine Spalte mit einer „1“ belegt werden kann, wechseln diese vier Felder ihre Farbe, wenn irrtümlicherweise zwei oder mehr Felder davon mit einer „1“ belegt werden. Wird die Eingabe korrigiert, so werden die Felder wieder normal angezeigt. Wird bei der Eingabe der Werte für die übrigen Merkmale irrtümlicherweise ein Feld nicht mit „0“ oder „1“ belegt, so erscheint eine Fehlermeldung, die zur Wiederholung der Eingabe auffordert. Diese Tabelle bietet den Vorteil, dass gleichzeitig Daten von mehreren Arealen eingetragen und die Prognosen für diese Areale miteinander verglichen werden können.

In Version 2 (nur lauffähig für PCs mit Microsoft Windows Betriebssystem) sind die einzelnen Merkmale gemäss den Gruppen „Alter“, „Vornutzung“ und „Umgebung“ angeordnet (Abbildung 2). Hier werden die Werte der Merkmale nicht numerisch eingetragen, sondern sie werden per Mausclick angewählt. Das Anwählen eines Merkmals entspricht einer Bewertung mit „1“. Nicht angewählte Merkmale entsprechen einer Bewertung mit „0“. Auf der rechten Seite werden gleichzeitig die Belastungsindexe“ für Pb bzw. PAK und die zugehörigen Prognosen der Häufigkeiten von Prüfwertüberschreitungen für den jeweiligen Schadstoff errechnet. In dieser Version sind die Ergebnisse für die Prognose der Häufigkeit von Prüfwertüberschreitungen farblich unterlegt, wobei eine vorhergesagte Häufigkeit von Prüfwertüberschreitungen bis zu 5 % grün, über 5 % mit rot unterlegt ist.

Die beiden Versionen sind passwortgeschützt, so dass keine Änderungen an der Formatierung oder an den mathematischen Formeln zur Berechnung der „Belastungsindexe“ ohne Passworteingabe vorgenommen werden können. Soll der Schutz aufge-

hoben werden, da vom Benutzer Änderungen vorgesehen sind, so ist als Passwort „Kleingarten“ einzugeben (Grossschreibung beachten).

6. Interpretation der Ergebnisse

Mit der Prognosemethode werden primär die „Belastungsindexe“ für Pb bzw. für PAK berechnet und daraus sekundär die Häufigkeit von Prüfwertüberschreitungen durch diese Schadstoffe. Ist man an der Frage interessiert, ob in einem Familiengartenareal überhaupt mit Prüfwertüberschreitungen zu rechnen ist (d.h., ob die Häufigkeit derselben „signifikant“ grösser als Null ist), dann muss man für den „Belastungsindex“ einen Schwellenwert definieren. Ist für ein Familiengartenareal der errechnete Index grösser als der Schwellenwert, so muss man mit Prüfwertüberschreitungen rechnen, ist der Index kleiner, so bleiben solche unwahrscheinlich.

Bei der statistischen Optimierung der Prognosemethode (s. Abschnitt 3.5 des Fachberichts) zeigte sich, dass mit einem Schwellenwert für den Belastungsindex von -3 (dies entspricht einer vorhergesagten Häufigkeit von Prüfwertüberschreitungen von 5 %) rund 80 % (Pb) bzw. 90 % (PAK) der Familiengartenareale bezüglich des Auftretens von Prüfwertüberschreitungen richtig klassiert wurden.

Bei der Wahl eines kleineren Schwellenwerts wurde v.a. bei Blei eine grössere Anzahl Areale, für welche keine Überschreitungen des Prüfwerts nachgewiesen worden waren, falsch klassiert. Mit einem grösseren Schwellenwert wuchs dagegen die Anzahl falsch klassierter Areale, in welchen es Prüfwertüberschreitungen gab. Ein Schwellenwert von -3 maximierte die Anzahl richtig klassierter Areale. Wir empfehlen diesen Wert deshalb bei Anwendungen in der Praxis, in welchen entschieden werden muss, ob in einem Familiengartenareal mit Prüfwertüberschreitungen zu rechnen ist und somit relativ teure Bodenuntersuchungen gerechtfertigt sind.

Bei der Benutzung der Prognosemethode ist ferner zu beachten, dass die Abschätzungen im strengen Sinne nur für die beiden Schadstoffe Pb und PAK gelten. Die Methode liefert lediglich eine Angabe, wie wahrscheinlich das Auftreten von Prüfwertüberschreitungen innerhalb eines Areals für die beiden Schadstoffe Pb bzw. PAK ist. Aus diesen Angaben kann nicht mit Sicherheit abgeleitet werden, ob andere Schadstoffe die

Prüfwerte überschreiten. Bei der Analyse von Schadstoffdaten über rund 40 Familiengartenareale aus der ganzen Schweiz hat sich aber gezeigt, dass Pb und PAK als Leitschadstoffe gelten können (vgl. Fachbericht Abschnitte 3.2 und 4). Bei erhöhten Konzentrationen der Leitschadstoffe ist davon auszugehen, dass andere Schadstoffe ebenfalls in erhöhten Gehalten, im Boden vorhanden sind.

In Einzelfällen ist es nicht auszuschliessen, dass die Vorhersage stark von der tatsächlichen Belastung abweicht. Gemittelt über eine Vielzahl von Arealen, liefert die Prognosemethode jedoch Vorhersagen mit relativ hoher Trefferwahrscheinlichkeit (vgl. Fachbericht Abschnitt 3.5). Weiter ist zu beachten, dass mit der Prognosemethode keine parzellengenauen Vorhersagen von Prüfwertüberschreitungen berechnet werden können. Es kann nur für das Areal als Ganzes eine Prognose gemacht werden, nicht aber für einzelne Parzellen. Weiter können mit der Prognosemethode auch keine quantitativen Aussagen zum Gehalt an Pb bzw. PAK gemacht werden.

7. Literatur

- Christl, I., Gulz, P., Kretzschmar, R. und Schulin, R. (2004). Umgang mit Bodenbelastungen in Familiengärten der Stadt Zürich. Abschlussbericht der Fallstudie des Departements Umwelt- und Naturwissenschaften, Wintersemester 2003/04, Institut für terrestrische Ökologie, ETH Zürich, Schlieren.
- Reichard, P.U. & Papritz, A. (2007). Qualitative Abschätzung von Bodenbelastungen in Kleingärten. Fachbericht zum TUSEC-IP (Koordination Schweiz)-Projekt, Institut für terrestrische Ökosysteme, ETH Zürich, Zürich.