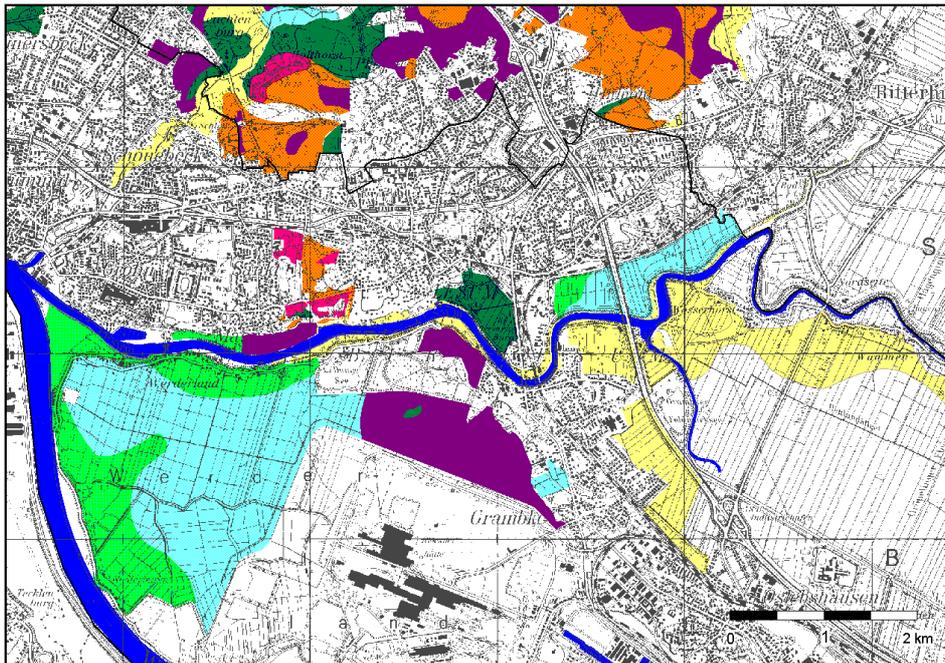


ERFASSUNG UND DOKUMENTATION DER BODENSITUATION IM LANDE BREMEN



Bodenmessprogramm Bremen

- Schwermetalle und Bodenfruchtbarkeit -



FREIE HANSESTADT BREMEN
DER SENATOR FÜR BAU UND UMWELT

Herausgeber: Der Senator für Bau und Umwelt, Ansgaritorstr.2, 28195 Bremen
(<http://umwelt.bremen.de>)
Dezember 1999

Redaktion: Kai Stepper und Lutz Weihermüller

Auftragnehmer: K. Eberlein, E. Pluquet, J. Kues beim Niedersächsischen Landesamt
für Bodenforschung / Bodentechnologisches Institut Bremen

Karten: Topographische Karten mit Erlaubnis des Herausgebers: Kataster-
und Vermessung Bremen vom 27.11.1995, Az.: 84071-31-5/31014
bzw. Kataster- und Vermessungsamt Bremerhaven

Inhaltsverzeichnis	Seite
1. EINLEITUNG UND ZIELSETZUNG	7
2. UNTERSUCHUNGSGEBIET	8
3. METHODIK DES MESSPROGRAMMS	8
3.1 PROBENAHME	8
3.2 KARTIERUNG	8
3.3 ANALYTIK	9
3.4 STATISTIK	9
4. ERGEBNISSE	11
4.1 SCHWERMETALLE	11
4.1.1 CADMIUM	11
4.1.2 CHROM	15
4.1.3 KUPFER	15
4.1.4 NICKEL	18
4.1.5 BLEI	20
4.1.6 ZINK	22
4.1.7 QUECKSILBER	24
4.1.8 ARSEN	24
4.1.9 THALLIUM	27
4.2 PARAMETER DER BODENFRUCHTBARKEIT	28
4.2.1 PH-WERT	28
4.2.2 KOHLENSTOFF UND GESAMT-STICKSTOFF	28
4.2.3 PHOSPHOR UND KALIUM	30
5 ZUSAMMENFASSUNG	33
6. LITERATUR	36

ANHANG 1	39
NUTZUNGSMÖGLICHKEITEN DER DATEN AUS DEM BREMER BODENMESSPROGRAMM	39
ANHANG 2	43
ÜBERSICHTSKARTEN DER BODENTYPEN BREMENS UND ERLÄUTERUNG UND BODENKUNDLICHER FACHAUSDRÜCKE	43
ÜBERSICHTSKARTE DER BODENTYPEN BREMENS	44
ÜBERSICHTSKARTE DER BODENTYPEN BREMERHAVENS	45
BODENTYPEN (HORIZONTFOLGEN ZUM TEIL VEREINFACHT)	46
Marschen	46
Moore	47
Auenböden	48
Gleye und Pseudogleye:	48
Böden der trockenen Standorte	49
Anthropogene Böden	49
Übergangsbodentypen	50
HORIZONTBEZEICHNUNGEN	51

Karten-, Abbildungs- und Tabellenverzeichnis

Inhalt:	Seite:
Karte 1 Cadmiumgehalte im Boden (Stadt Bremen)	13
Karte 2 Cadmiumgehalte im Boden (Stadt Bremerhaven)	13
Abb. 1 Relative Häufigkeitsverteilung der Cadmiumgehalte in den Bodenproben des Untersuchungsgebietes	11
Karte 3 Gewichtsbezogene Cadmiumgehalte im Boden (Blockland)	14
Karte 4 Volumenbezogene Cadmiumgehalte im Boden (Blockland)	14
Abb. 2 Relative Häufigkeitsverteilung der Chromgehalte in den Bodenproben des Untersuchungsgebietes	15
Karte 5 Chromgehalte im Boden (Stadt Bremen)	16
Karte 6 Chromgehalte im Boden (Stadt Bremerhaven)	16
Karte 7 Kupfergehalte im Boden (Stadt Bremen)	17
Karte 8 Kupfergehalte im Boden (Stadt Bremerhaven)	17
Abb. 3 Relative Häufigkeitsverteilung der Kupfergehalte in den Bodenproben des Untersuchungsgebietes	18
Karte 9 Nickelgehalte im Boden (Stadt Bremen)	19
Karte 10 Nickelgehalte im Boden (Stadt Bremerhaven)	19
Abb. 4 Relative Häufigkeitsverteilung der Nickelgehalte in den Bodenproben des Untersuchungsgebietes	18
Abb. 5 Relative Häufigkeitsverteilung der Bleigehalte in den Bodenproben des Untersuchungsgebietes	20
Karte 11 Bleigehalte im Boden (Stadt Bremen)	21
Karte 12 Bleigehalte im Boden (Stadt Bremerhaven)	21
Abb. 6 Relative Häufigkeitsverteilung der Zinkgehalte in den Bodenproben des Untersuchungsgebietes	22
Karte 13 Zinkgehalte im Boden (Stadt Bremen)	23
Karte 14 Zinkgehalte im Boden (Stadt Bremerhaven)	23
Abb. 7 Relative Häufigkeitsverteilung der Quecksilbergehalte in den Bodenproben des Untersuchungsgebietes	24
Karte 15 Quecksilbergehalte im Boden (Stadt Bremen)	25
Karte 16 Quecksilbergehalte im Boden (Stadt Bremerhaven)	25
Karte 17 Arsengehalte im Boden (Stadt Bremen)	26
Karte 18 Arsengehalte im Boden (Stadt Bremerhaven)	26
Abb. 8 Relative Häufigkeitsverteilung der Arsengehalte in den Bodenproben des Untersuchungsgebietes	27
Abb. 9 Relative Häufigkeitsverteilung der pH-Werte in den Bodenproben des Untersuchungsgebietes	28
Karte 19 Gesamt-Stickstoff von mehr als 1,25 % in den Bodenproben des Untersuchungsgebietes (Stadt Bremen)	29

Karte 20	Gesamt-Stickstoff von mehr als 1,25 % in den Bodenproben des Untersuchungsgebietes (Stadt Bremerhaven)	29
Karte 21	Phosphorgehalte im Boden (Stadt Bremen)	31
Karte 22	Phosphorgehalte im Boden (Stadt Bremerhaven)	31
Karte 23	Kaliumgehalte im Boden (Stadt Bremen)	32
Karte 24	Kaliumgehalte im Boden (Stadt Bremerhaven)	32
Tab. 1	Statistische Kennzahlen der Elementgehalte in Bremer Böden	33
Tab. 2	Mediane der Elemente nach verschiedenen Nutzungen	34
Karte 25	Beurteilung des natürlichen Produktionspotentials der Böden	40
Karte 26	Empfindlichkeit der Böden gegenüber Winderosion	40
Karte 27	Verdichtungsempfindlichkeit der Böden	41
Karte 28	Bindungsstärke des Oberbodens gegenüber eingetragenen Schwermetallen (Cadmium) bei Grünlandnutzung	41
Karte 29	Bindungsstärke des Oberbodens gegenüber eingetragenen Schwermetallen (Cadmium) bei Ackernutzung	42

1. EINLEITUNG UND ZIELSETZUNG

Böden in Städten und deren Umgebung sind bedingt durch menschliche Aktivitäten vielfältigen Belastungen ausgesetzt. Abfallwirtschaft, Industrie, Verkehr und Hausbrand haben dazu geführt, daß die Böden in urban verdichteten Räumen relativ stark mit Schadstoffen angereichert wurden. Weiterhin ist der natürliche Bodenaufbau in diesen Räumen häufig durch tiefgreifende Veränderungen (wie z.B. Ablagerungen nicht natürlicher Substrate) gestört bzw. überdeckt. Dies führt oftmals dazu, daß Böden ihre natürlichen Funktionen großflächig nicht mehr voll erfüllen können.

Im Rahmen des Bremer Bodenmeßprogramms „Erfassung und Dokumentation der Bodensituation im Lande Bremen“ wurde das Niedersächsische Landesamt für Bodenforschung/Bodentechnologisches Institut Bremen (NLfB) beauftragt, durch eine Rasterbeprobung (Rasterweite 500 m) den Gehalt der Schwermetalle Cadmium, Chrom, Kupfer, Nickel, Blei, Zink, Quecksilber, Arsen und Thallium und ausgewählte Parameter zur Bodenfruchtbarkeit (pH-Wert, Humusgehalt, Stickstoff, lösliches Kalium und Phosphor) zu untersuchen. Dadurch wurde ein fundierter Überblick sowohl über die Belastungssituation der Böden des Landes Bremen mit Schwermetallen als auch deren Fruchtbarkeit gewonnen.

Bei der Auswahl der untersuchten Schwermetalle wurden Aspekte ihrer Persistenz (Beständigkeit), Toxizität und Verbreitung in Böden ebenso berücksichtigt wie die Vorgaben aus dem „Mindestuntersuchungsprogramm Kulturboden“ der Landesanstalt für Ökologie, Landschaftsentwicklung und Forstplanung Nordrhein-Westfalen (1988) sowie der Bodenschutzkonzeption der Bundesregierung (Bundesministerium des Innern 1985).

Im Rahmen des Meßprogramms wurde neben der Rasterbeprobung eine intensive Untersuchung der Kleingartenanlagen des Landes Bremen durchgeführt, da kleingärtnerisch genutzte Gebiete einerseits einen hohen Freizeit- und Erholungswert besitzen und andererseits gerne zum Anbau von Obst und Gemüse genutzt werden.

Kleingärten, Kinderspielplätze, Parks und landwirtschaftlich genutzte Flächen gelten als Gebiete, deren Böden potentiell mit Schadstoffen höher belastet sein können, da sie intensiv genutzt werden und häufig innerhalb oder am Rand des Siedlungsgebietes und/oder in der Nähe von Emittenten, z. B. stark befahrener Straßen liegen. Neben der allgemeinen Umweltbelastung unterliegen Kleingärten und landwirtschaftlich genutzte Flächen auch der nutzungsbedingten Belastung z.B. durch den Einsatz von Dünge- und Pflanzenschutzmitteln oder den Eintrag von bodenfremden Materialien.

Mit dem Bodenmeßprogramm wurde eine breite Datenbasis geschaffen, die für den Vollzug im Bodenschutz erforderlich ist und die für fortführende Arbeiten und Auswertungen zur Verfügung steht. Der Aufbau eines Fachinformationssystems Bodenschutz zur effektiven Nutzung der Daten wurde begonnen.

2. UNTERSUCHUNGSGEBIET

Das Untersuchungsgebiet erstreckt sich über das gesamte Bundesland Bremen. Areale dichter Bebauung in den Zentren von Bremen, Bremen-Nord und Bremerhaven wurden nicht bearbeitet.

Insbesondere wurden die landwirtschaftlich genutzten Flächen, Parks, Kinderspielplätze und die Kleingartenanlagen des Landes Bremen untersucht und dafür 3134 Oberbodenproben analysiert. Davon entfielen 2846 Proben auf Bremen und 288 auf Bremerhaven.

Die Untersuchungen in den Kleingartenanlagen des Landes Bremen erstrecken sich über die dem Bezirksverband der Gartenfreunde Bremerhaven Wesermünde e.V. und dem Landesverband der Gartenfreunde Bremen e.V. angeschlossenen Kleingartenvereine (insg. 1100 ha mit ca. 20 000 Parzellen).

3. METHODIK DES MESSPROGRAMMS

3.1 Probenahme

Die Auswahl der Beprobungspunkte erfolgte im 500 m Raster. Die Probenahme wurde in Abhängigkeit von der Bodennutzung und vom Profilaufbau festgelegt. Die Probenahmetiefe beträgt bei ackerbaulich und als Grabeland genutzten Flächen von Klein- und Hausgärten 20 cm. Rasenflächen und landwirtschaftlich genutztes Grünland wurden bis in eine Tiefe von 10 cm beprobt.

3.2 Kartierung

An jedem Probenahmepunkt wurde auch der Bodentyp¹ auf der Grundlage von Handbohrungen bis zu 2 m Tiefe beschrieben. Eine Auflistung und Kurzbeschreibung der wichtigsten Bodentypen Bremens, die Horizontbezeichnungen sowie die Übersichtskarte der Bodentypen befindet sich in **Anhang 2**.

Aus diesen (und zum Teil zusätzlichen) Bohrungen und unter Einbezug bereits vorliegender Kartenwerke wurden die Bodenkarten für die neu zu kartierenden Flächen (vorwiegend Kleingärten) erstellt.

Die Horizontbeschreibung und Bodenklassifikation wurde nach einem speziell für Kartierzwecke des NLFb entworfenen Schema (Müller, Lüders & Benzler 1984) sowie in Anlehnung an die Systematik der Böden der Bundesrepublik Deutschland (Arbeitskreis für Bodensystematik der Deutschen Bodenkundlichen Gesellschaft 1985) und der Bodenkundlichen Kartieranleitung (Arbeitsgruppe Bodenkunde 1982) vorgenommen.

¹ Bodentyp: Faßt Böden mit ähnlicher Entwicklung und ähnlichen mehr oder weniger parallel zur Erdoberfläche verlaufende Lagen im Boden (Horizonte) zusammen. Die Benennung der Bodentypen erfolgt meist nach einer auffälligen oder dominanten Eigenschaft wie der Farbe (z.B. Schwarzerde, Braunerde), nach Landschaften (Marsch, Moor) oder nach ausländischen Bezeichnungen, z.B. Gley (russ.).

Für die schwerpunktmäßige Kartierung und Beprobung der Kleingärten mußte vom 500 - Meter - Raster abgewichen werden. Um möglichst flächenhaft repräsentative Aussagen zur Schwermetallbelastung zu ermöglichen, erfolgte die Beprobung soweit möglich in gleichen Abständen. Die Maschenweite des Beprobungsrasters variiert dabei in Abhängigkeit von der Größe der Gartenanlage beträchtlich. In großflächig zusammenhängenden Kleingartengebieten, wo meist mehrere Vereine ansässig sind (z.B. Osterfeuerberg), beträgt die Rasterweite etwa 250 bis 350 m. In Anlagen mit sehr kleiner Grundfläche (< 5 ha) beträgt sie 50 m und weniger, damit auch für diese Gartenanlagen aus statistischen Gründen mehrere Proben für die Auswertung zur Verfügung standen. Insgesamt wurden in Bremen aus etwa 101 Vereinsgebieten 1425 Oberbodenproben sowie in Bremerhaven aus 15 Kleingartenvereinen 136 Oberbodenproben entnommen.

3.3 Analytik

Die Analysen wurden beim Bodentechnologischen Institut in Bremen durchgeführt. Die Bodenanalysen wurden am lufttrockenen Feinboden (< 2 mm) in zweifacher Wiederholung (Doppelbestimmung) durchgeführt. Dabei kamen folgende Methoden zur Anwendung:

- Kohlenstoff (organisch): konduktometrisch in der WÖSTHOFF-Apparatur (SCHLICHTING & BLUME, 1966)
- Gesamt Stickstoff: nach KJELDAHL (VDLUFA - METHODENBUCH, Bd. 1, 1991)
- pH-Wert: elektrometrisch in 0.01 mol/l CaCl_2 (VDLUFA - METHODENBUCH, Bd. 1)
- Calciumcarbonat: gasvolumetrisch nach SCHEIBLER (VDLUFA - METHODENBUCH, Bd. 1, 1991)
- Phosphor und Kalium: Doppellactat-Auszug (VDLUFA - METHODENBUCH, Bd. 1)
- Schwermetalle und Arsen: Königswasserauszug (VDLUFA - METHODENBUCH, Bd. 1, 1991), Messung mit der Flammen - AAS bzw. Quecksilber und Arsen mit der Hydridtechnik
- Thallium: Extraktion mit konzentrierter HNO_3 und Bestimmung mit Zeeman-Graphitrohr-AAS nach (Scholl, 1981)

Die ausführlichen Analyseverfahren sind in der Dokumentation der Labordatenbank des NLFb (Ruschinski & Kanitzki 1991) nachzulesen. Alle entnommenen Proben des Projektes (seit 1985) werden für eventuell anfallende weitere Analysen lufttrocken im Bodentechnologischen Institut Bremen gelagert.

3.4 Statistik

Stoffgehalte werden in Böden entweder standortbezogen als Einzelwert oder durch statistische Kenngrößen angegeben. Dabei dienen die statistischen Kenngrößen einerseits der Beschreibung eines mittleren zu erwartenden Gehalts und andererseits zur Charakterisierung der Variabilität. Um beurteilen zu können, inwieweit die Stichprobe repräsentativ für die

Gesamtheit der Böden ist, muß der Stichprobenumfang n (Anzahl der Einzelwerte) angegeben werden.

Die in dieser Arbeit angewendeten statistischen Kenngrößen sind der Mittelwert, der Median (50-Perzentil), das 90-Perzentil sowie der Minimal- und der Maximalwert.

Der Mittelwert ist die Summe der Einzelwerte, die durch die Anzahl der Stichproben n geteilt wird. Er stellt einen Durchschnitt dar, der jedoch insbesondere beim Auftreten von einzelnen Extremwerten und bei kleinem Stichprobenumfang keinen repräsentativen Wert für die Gesamtheit darstellt.

Eine andere Möglichkeit, die Gesamtheit durch einen einzigen Wert zu repräsentieren, ist durch den Median gegeben, der sich gegenüber Extremwerten "robuster" verhält. Der Median ist derjenige Meßwert, der die Stichprobe in eine Hälfte mit größeren und eine Hälfte mit kleineren Werten aufteilt. Bei symmetrischen Verteilungen (Gauß'sche - Normalverteilung) fallen der Mittelwert und der Median zusammen.

Der Perzentilwert dient dazu, auf einfache Weise die Bandbreite der Werte zu beschreiben. In dieser Arbeit wurde auf das 90-Perzentil zurückgegriffen. Zur Ermittlung werden alle Meßwerte der Größe nach geordnet und der erste Meßwert, der größer ist als 90 Prozent der geordneten Daten stellt das 90-Perzentil dar. Mit dem so ermittelten Wert kann die Aussage gemacht werden, daß 90 Prozent der Meßwerte unterhalb dieses Schwellenwertes liegen. Im Sinne dieser Definition ist der Median das 50-Perzentil, das Minimum (der kleinste Wert) das 0-Perzentil sowie das Maximum (höchster Wert) das 100-Perzentil.

4. ERGEBNISSE

4.1 Schwermetalle

Die Maßangaben für die Schwermetalle sind in Milligramm pro Kilogramm Boden in Trockensubstanz (mg/kg TS) angegeben. Für die Darstellung der Klassen in den folgenden **Karten 1–18** wurde aus Gründen der Übersichtlichkeit als niedrigster Wert (grün) der Vorsorgewert² für Lehm der Bundes-Bodenschutz- und Altlastenverordnung (BbodSchV) gewählt. Die Obergrenze der mittleren Klasse (gelb) ist der Prüfwert für Kinderspielplätze der BodSchV und die höchste Klasse (rot) zeigt alle Messwerte die darüber liegen. Eine detailliertere Auswertung der Daten ist bei Einzelfragen möglich, würde aber den Rahmen dieses Berichts sprengen.

4.1.1 Cadmium

Die Cadmiumgehalte in den Böden des gesamten Untersuchungsgebietes liegen zwischen 0.01 und 10.9 mg/kg TS, bei einem Mittelwert von 0,53 mg/kg TS. Aus der Häufigkeitsverteilung (**Abb. 1**) ist ersichtlich, daß 88 % der Bodenproben Cadmiumgehalte unterhalb von 1 mg/kg TS erreichen. Der Cadmiumgehalt von mehr als 10 mg/kg TS wird nur in einem Fall (0,03 %) überschritten. Der 90-Perzentilwert für Cadmium liegt bei 1,2 mg/kg TS. Der Median (50-Perzentil) der untersuchten Proben beträgt 0,3 mg/kg TS. Die **Karten 3** und **4** zeigen die Lage der Meßpunkte sowie die ermittelten Cadmiumgehalte. Zunächst ist zu erkennen,

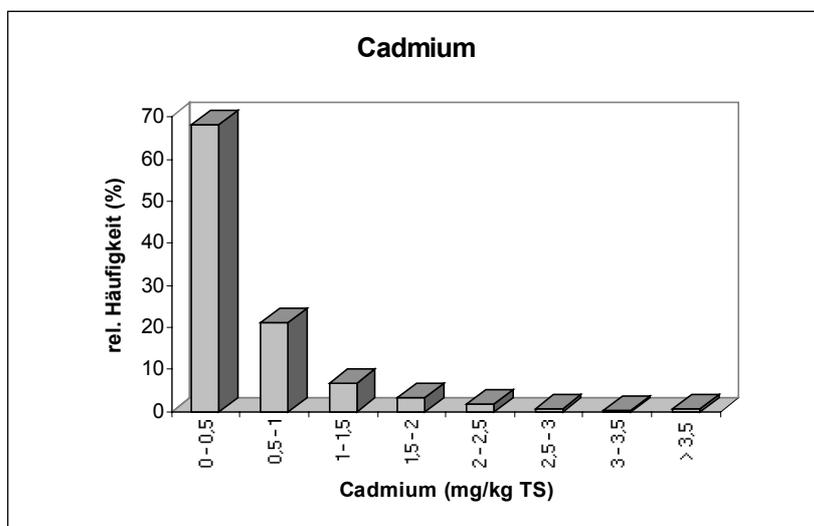


Abb.1: Relative Häufigkeitsverteilung der Cadmiumgehalte in den Bodenproben des Untersuchungsgebietes

daß in den Niederungsgebieten der Hamme-Wümmen-Marsch die höheren Cadmiumgehalte vorgefunden werden. Die Ursachen dafür können zunächst einmal darin gesehen werden,

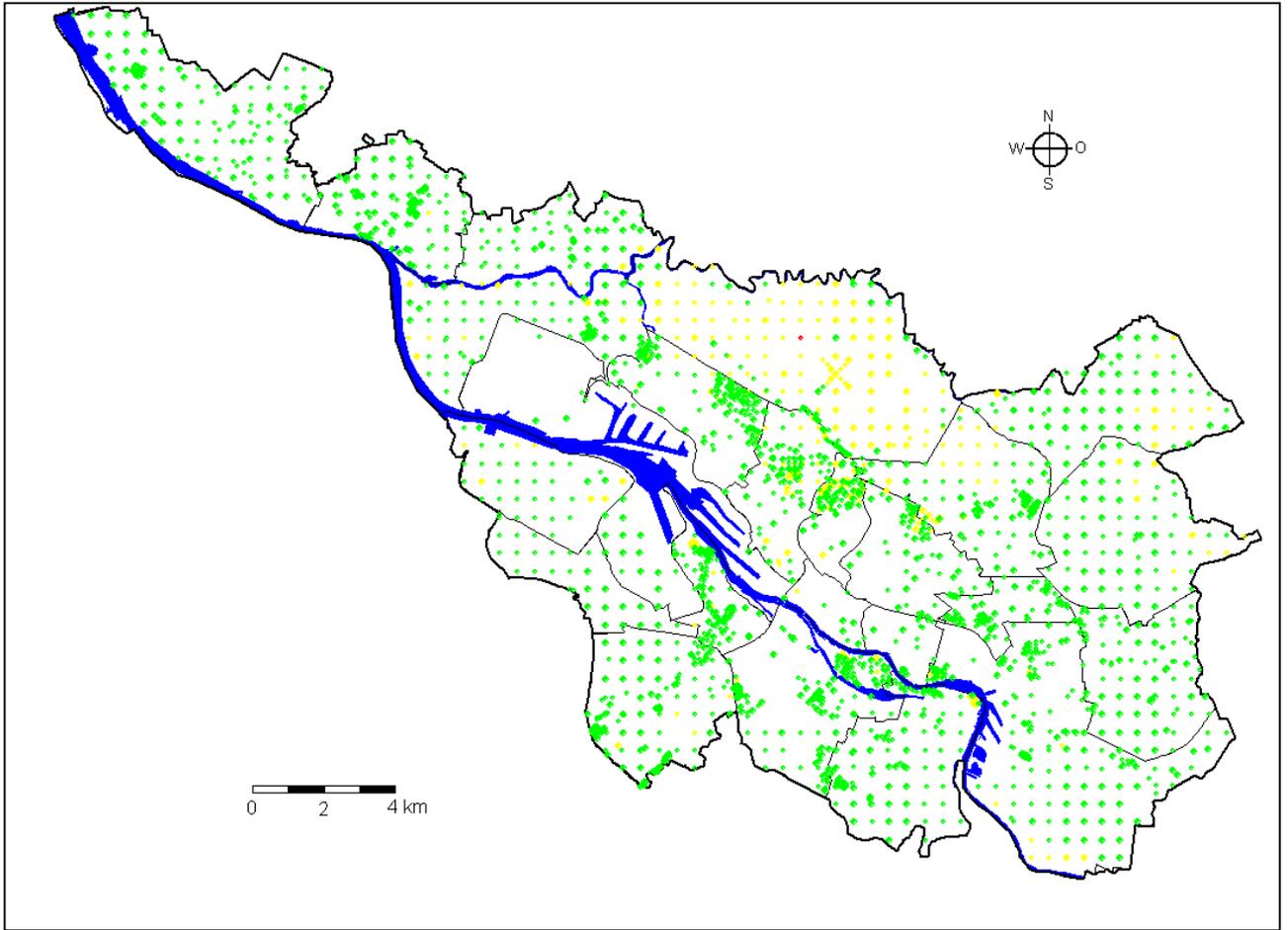
² Vorsorgewerte der Bundes-Bodenschutz- und Altlastenverordnung (BbodSchV) dienen dem vorsorgenden Schutz der Bodenfunktionen bei empfindlichen Nutzungen und werden nach den Bodenarten Sand, Lehm, Ton unterteilt.

daß organische Böden (hier überwiegen Moormarschen) häufig wesentlich geringere Rohdichten aufweisen als Mineralböden. Vergleicht man die gewichtsbezogene Darstellung mit der volumenbezogenen Darstellung (**Karte 3** und **Karte 4**) so wird deutlich, daß bei gewichtsbezogener Betrachtung, ca. 25 % der Proben hinsichtlich ihres Cadmiumgehaltes überbewertet werden. Beim Volumenbezug verringern sich die Probenahmestellen mit mehr als 1.0 mg/l TS um knapp 18 % gegenüber der gewichtsbezogenen Betrachtung. Die **Karte 4** zeigt, daß trotz der volumenbezogenen Auswertung der Cadmiumgehalte im Boden des Blocklands immer noch eine erkleckliche Anzahl von Meßpunkten über 1 mg/l TS liegt. An diesen Stellen ist es offensichtlich zu einer Cadmiumanreicherung gekommen, die nicht auf die geringe Rohdichte des Bodens zurückzuführen ist. Die Ursache dafür ist sicherlich überwiegend auf anthropogene Eintragspfade zurückzuführen. So war das Bremer Blockland vielfältigen Belastungen wie z.B. Überflutungen, Abwasserverrieselung, Lee-Lage des Stadtgebietes, der Klöckner-Hütte, der Müllverbrennungsanlage und den Emissionen der Bundesautobahn ausgesetzt.

Aus **Karte 1** werden punktuell weitere Standorte mit erhöhten Cadmiumgehalten in den Böden ersichtlich. Im Süden Bremens sind die Böden der Weser-Aue im Außendeichsbereich mit erhöhten Werten zu erkennen. Die Ursachen dafür liegen in den ehemaligen Bergbauaktivitäten im Harz. Über die Nebenflüsse der Weser gelangte schwermetallhaltiges Bodenmaterial bis nach Bremen und wurde dort in z.T. sehr mächtigen Auelehmpaketen abgelagert (ORTLAM, 1989). Die erhöhten Cadmiumgehalte im Niedervieland entstammen Bodenproben, welche auf den dortigen Hafenschlickspülfeldern entnommen wurden. Geringe Anreicherungen wurden in den Bodenproben des ehemaligen Überflutungsbereichs der Weser und Lesum festgestellt. Die restlichen erhöhten Cadmiumgehalte wurden lokal begrenzt meistens in Haus- oder Kleingärten ermittelt. Diese Böden sind überwiegend aus Aufschüttungen mit Bauschutt oder anderen technologischen Substraten entstanden.

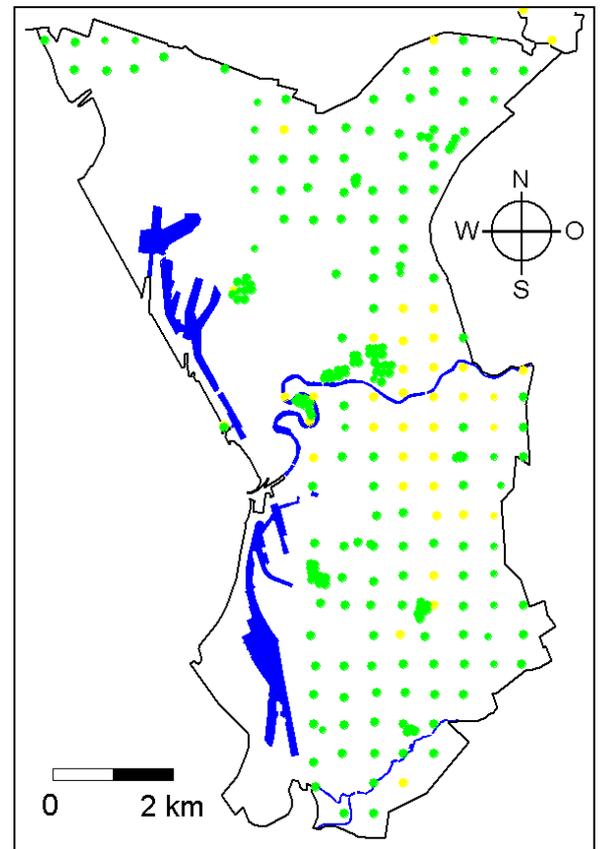
Karte 2 zeigt die Cadmiumbelastung im Stadtgebiet von Bremerhaven. Es wird deutlich, daß es vorwiegend im ehemaligen Überflutungsbereich der Geeste mit den Böden der Brack-Seemarsch und der Organomarsch zu vergleichsweise höheren Cadmiumgehalten kommt. Die Ursachen dieser Anreicherungen können in der Bodenentwicklung selbst gesehen werden, da es bei der Sedimentation der Ton- und Feinschluffpartikel zu einer Adsorption von Schwermetallen an deren Oberfläche kommt. Die Böden der Organomarsch weisen verhältnismäßig geringe Rohdichten auf, was zusätzlich zu einer relativen Schwermetallanreicherung auf diesen Standorten führt. Dies trifft noch stärker für Hochmoorböden zu (z.B. Fehrmoor). Weiterhin kommen auch hier als Belastungsursachen, wie in Bremen, die Lee-Lage des Stadtgebietes, die Bundesautobahn und die Müllverbrennungsanlage in Frage.

Insgesamt sind die Cadmiumgehalte in den Böden des Landes Bremen bis auf einige wenige punktuelle bzw. lokale Anreicherungen für einen dichtbesiedelten Raum als unproblematisch anzusehen. Gemessen an vergleichbaren Untersuchungen z.B. in Hamburg (Lux 1986) liegen die Cadmiumgehalte durchschnittlich in einem niedrigeren Gehaltsbereich. Insgesamt wird allerdings auch deutlich, daß fast 50 % der ermittelten Cadmiumgehalte im Boden oberhalb des natürlichen (geogenen) Gehalts an Cadmium im Boden liegen (Fleige & Hindel 1992; Sauer & Walter 1998).

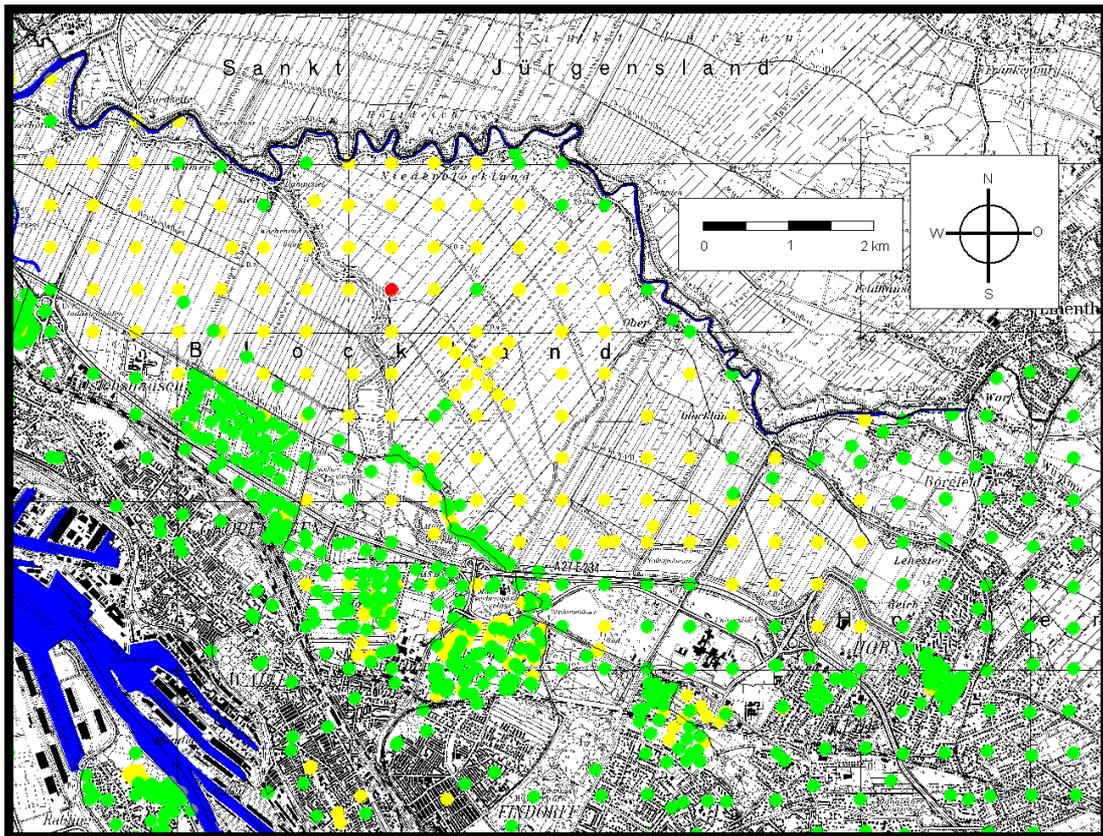


Karte 1

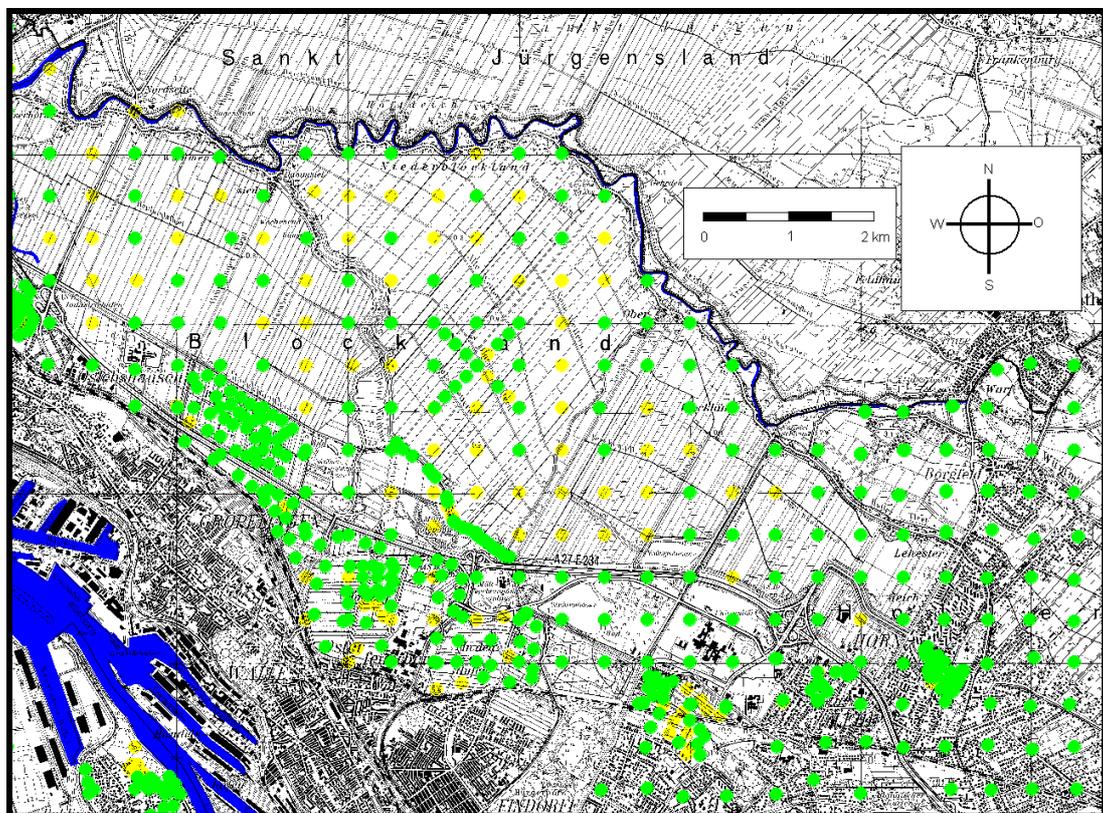
Cadmiumgehalte im Boden	
●	< 1 mg/kg TS
●	1 - 10 mg/kg TS
●	> 10 mg/kg TS



Karte 2



Karte 3: Gewichtsbezogene Cadmiumgehalte im Boden in mg/kg TS (Blockland) ¹



Karte 4: Volumenbezogene Cadmiumgehalte im Boden in mg/l TS (Blockland) ¹

¹ Legende siehe Karte 3 und Karte 4

4.1.2 Chrom

In den Bodenproben des Untersuchungsgebietes wurden Chromgehalte mit einer Streuung von 0,1 bis 616 mg/kg TS nachgewiesen, wobei der Mittelwert 29,3 mg/kg TS entspricht.

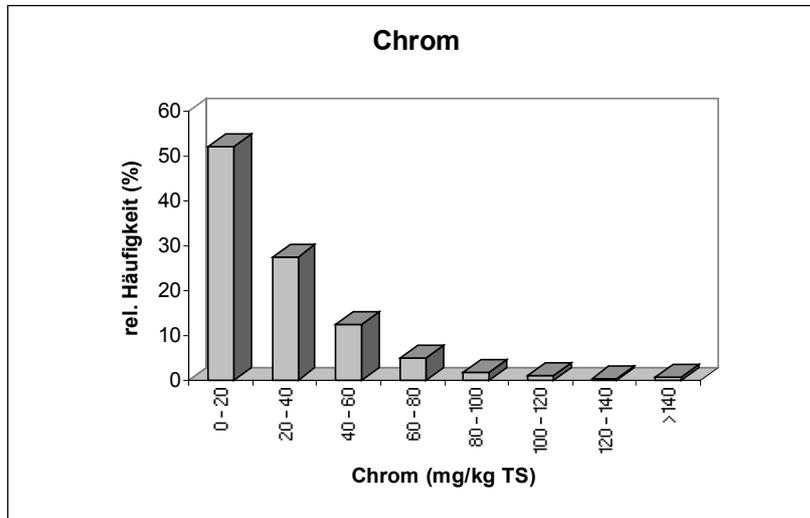


Abb.2: Relative Häufigkeitsverteilung der Chromgehalte in den Bodenproben des Untersuchungsgebietes

Aus der Häufigkeitsverteilung (**Abb. 2**) ist ersichtlich, daß 91 % der Meßwerte unterhalb 60 mg/kg TS liegen. In nur vier Fällen (0,13 %) übersteigt die Chrombelastung 200 mg/kg TS. Der 90-Perzentilwert entspricht 59 mg/kg TS und der Median beträgt 22 mg/kg TS. Aus der Häufigkeitsverteilung ist ebenfalls ersichtlich, daß Chrom in den entnommenen Bodenproben nur in verhältnismäßig geringen Konzentrationen vorkommt.

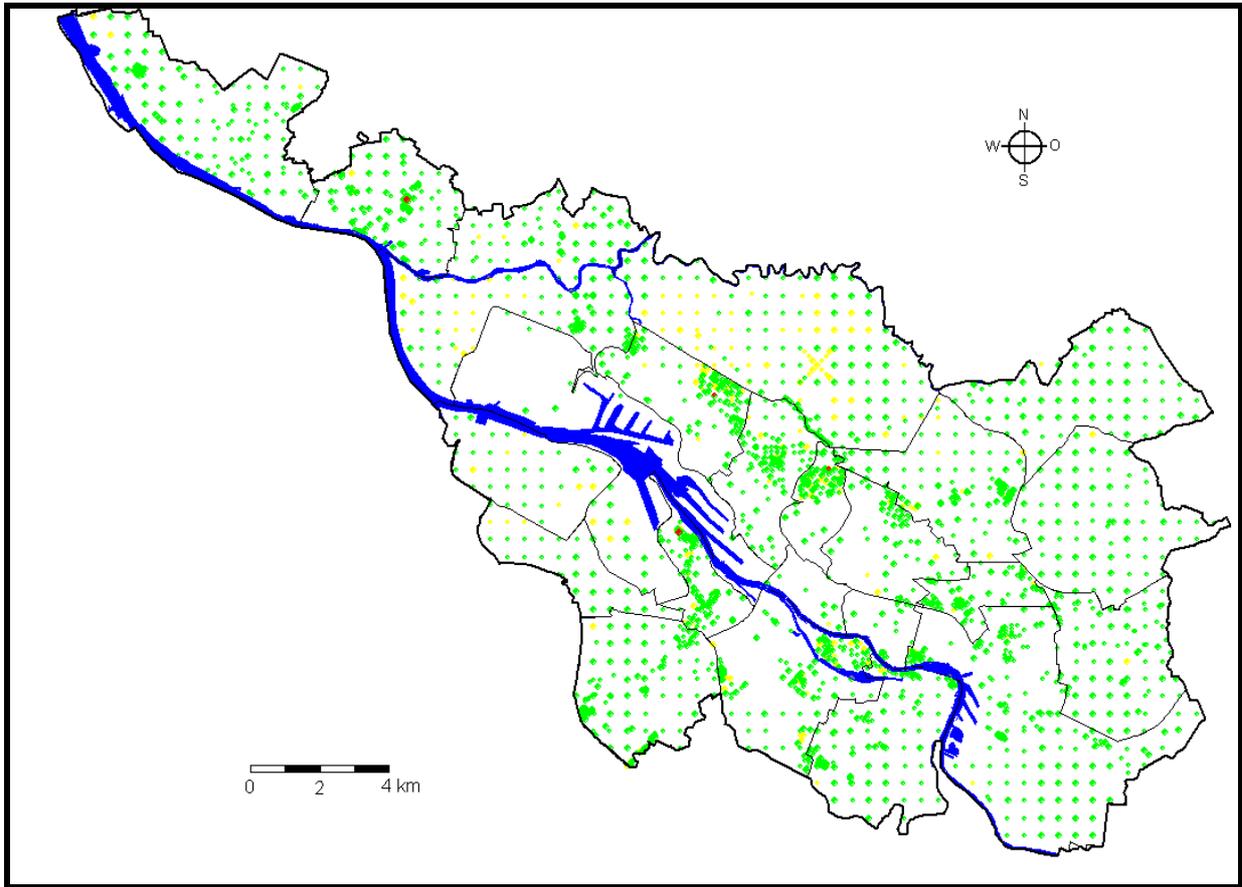
Die **Karte 5** verdeutlicht, daß vorwiegend im Bremer Blockland und im Werderland leicht erhöhte Chromgehalte gefunden wurden, die bei der vorwiegend landwirtschaftlichen Bodennutzung als nicht problematisch anzusehen sind. Punktuelle Chromanreicherungen in den Kleingartengebieten können u.U. auf den ehemaligen Einsatz von Hausbrandaschen als Düngemittel zurückgeführt werden.

Bei den in Bremerhaven entnommenen Bodenproben konnten keine erhöhten Chromgehalte festgestellt werden (**Karte 6**).

4.1.3 Kupfer

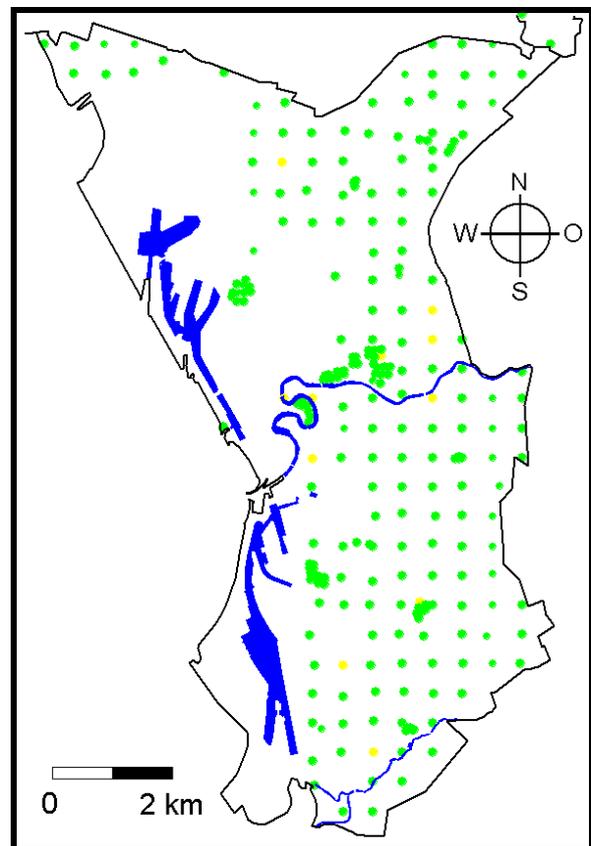
Die Kupfergehalte der Bodenproben Bremens und Bremerhavens liegen mit durchschnittlich 31,7 mg/kg TS in einem niedrigen Gehaltsbereich. Im Untersuchungsgebiet reicht die Spannweite der Werte von 0,1 bis 8400 mg/kg TS (vgl. **Abb. 3**). Bei einem 90-Perzentil von 54 mg/kg TS und einem Median von 18 mg/kg TS wird deutlich, daß Kupfer nur vereinzelt in den Böden angereichert ist. Diese Annahme wird verstärkt dadurch, daß 85 % der Proben einen Kupfergehalt von weniger als 40 mg/kg TS aufweisen. In 74 Fällen (2,37 %) wird der Wert von 100 mg/kg TS jedoch überschritten.

Punktuelle Anreicherungen im Stadtgebiet Bremens (**Karte 7**), besonders in Böden der Haus- und Kleingärten, können vermutlich auf den früheren Einsatz von kupferhaltigen Pflanzenschutzmitteln zurückgeführt werden. Da diese Standorte in der Regel pH-Werte von > 6,3 aufweisen, sind bei Kupfergehalten oberhalb von 75 mg/kg TS keine Probleme

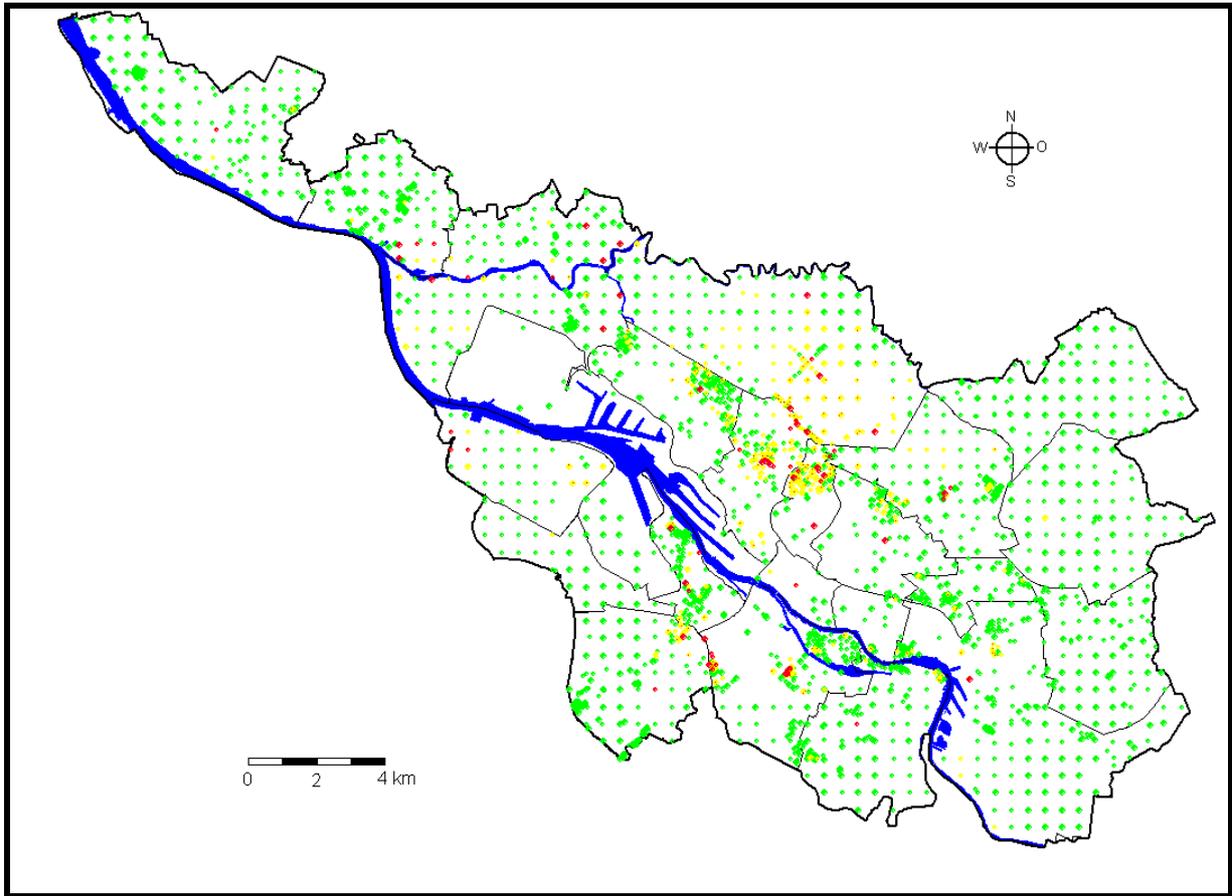


Karte 5

Chromgehalte im Boden	
●	< 60 mg/kg TS
●	60-200 mg/kg TS
●	> 200 mg/kg TS

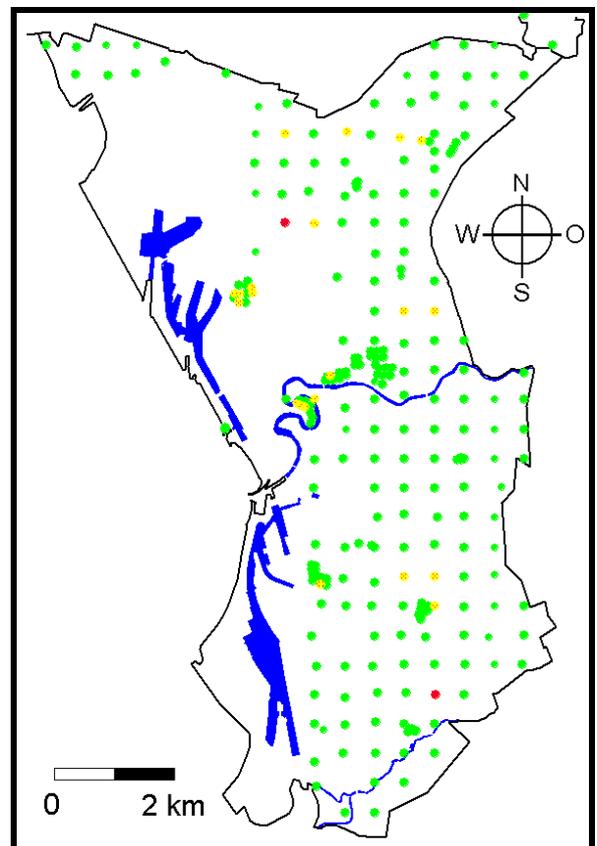


Karte 6



Karte 7

Kupfergehalte im Boden	
●	< 40 mg/kg TS
●	40 - 100 mg/kg TS
●	> 100 mg/kg TS



Karte 8

für den Menschen beim Verzehr von Gemüse von diesen Standorten oder für das Grundwasser zu erwarten. Bei Weidenutzung durch Schafe sollte überprüft werden, ob auf den angereicherten Standorten der Wert von 200 mg/kg TS im Boden nicht überschritten wird. Bei Kupfergehalten ab etwa 150 mg/kg TS ist mit einer verringerten biologischen Aktivität im Boden zu rechnen.

Im ehemaligen Abwasserverrieselungsgebiet im Bremer Blockland deutet sich eine Tendenz zu erhöhten Kupfergehalten an. Einzelne erhöhte Kupfergehalten entlang der Lesum könnten durch Überschwemmungen verursacht worden sein. In Bremerhaven sind keine problematischen Kupfergehalten in den Bodenproben festgestellt worden (**Karte 8**).

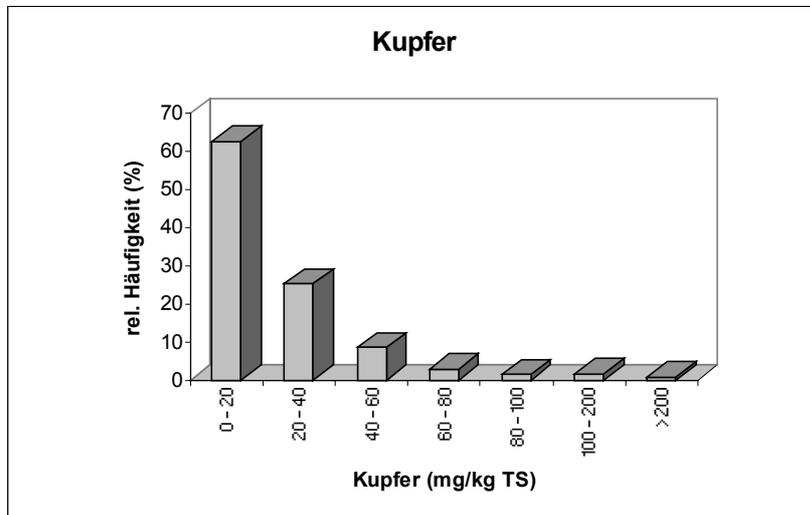


Abb.3: Relative Häufigkeitsverteilung der Kupfergehalten in den Bodenproben des Untersuchungsgebietes

4.1.4 Nickel

Nickel ist in den Böden des gesamten Untersuchungsgebietes nur in geringen Konzentrationen enthalten.

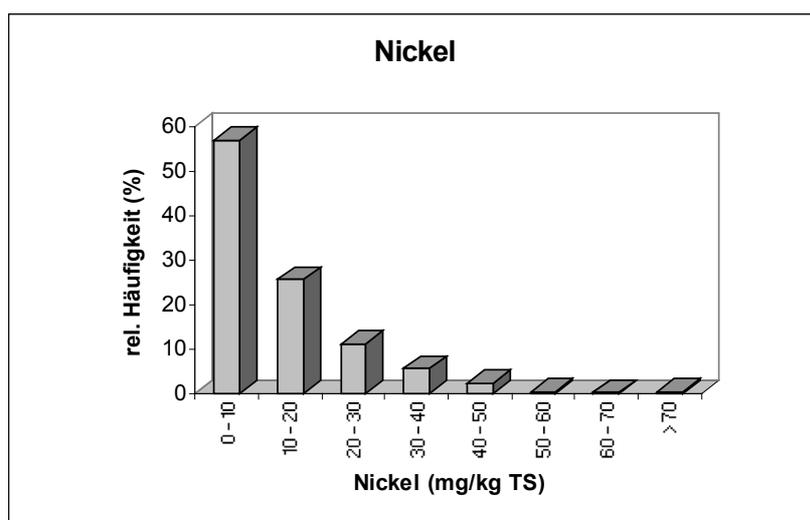
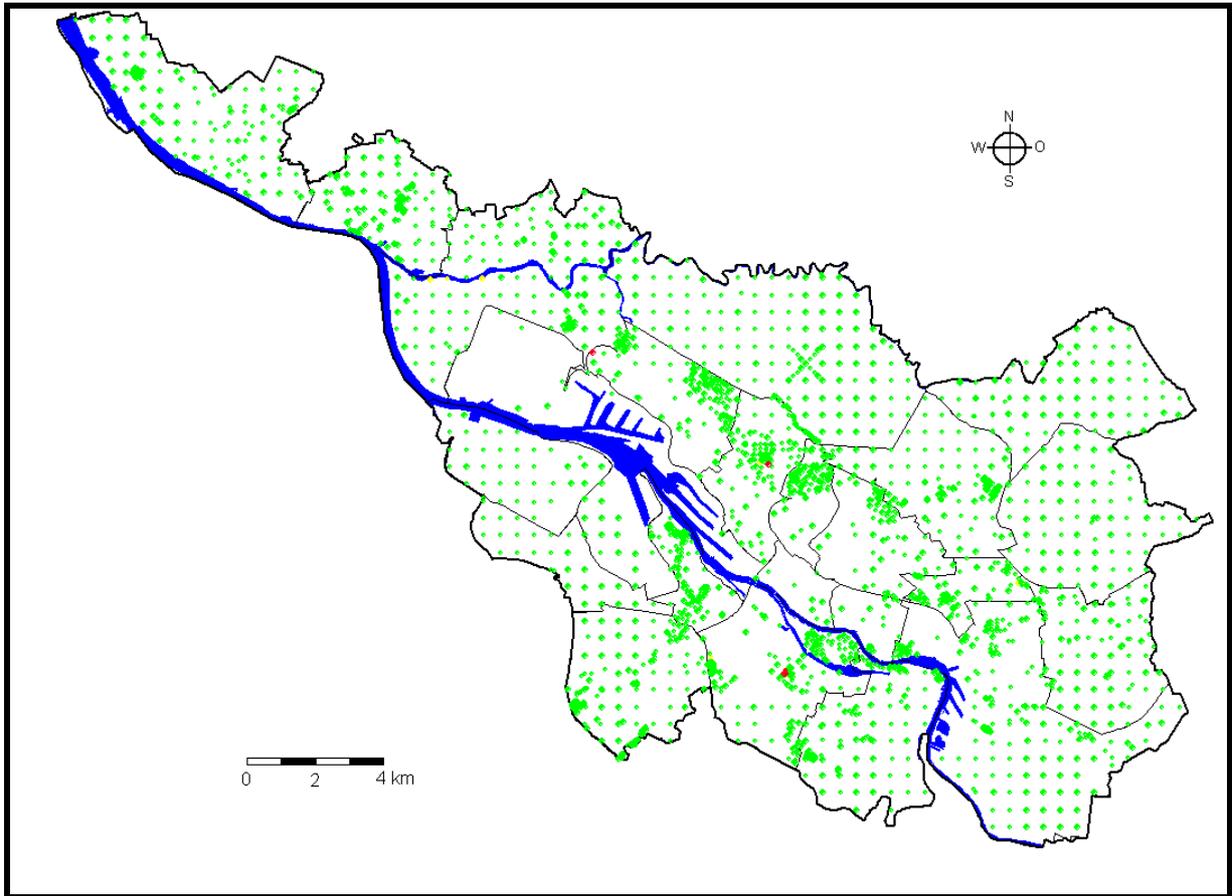


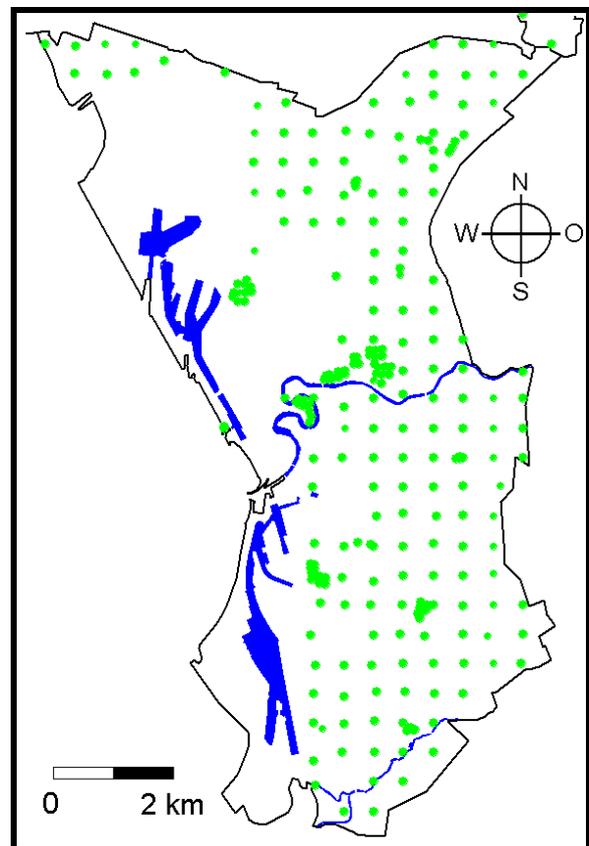
Abb.4: Relative Häufigkeitsverteilung der Nickelgehalten in den Bodenproben Untersuchungsgebietes

Der Mittelwert in den Böden beträgt 12,9 mg/kg TS, bei einer Streubreite von 0,8 bis 108 mg/kg TS. Der 90-Perzentilwert liegt bei 28,8 mg/kg TS. Der Median beträgt 9,9 mg/kg TS (**Abb.4**). Die Annahme einer geringen Nickelkonzentration in Bremer Böden wird dadurch gestärkt, daß 99 % der Proben einen Nickelgehalt von weniger als 50 mg/kg TS aufweisen.



Karte 9

Nickelgehalte im Boden	
●	< 50 mg/kg TS
●	50 - 70 mg/kg TS
●	> 70 mg/kg TS



Karte 10

Demgegenüber stehen lediglich 6 Proben (0,19 %) mit einem Nickelgehalt von mehr als 70 mg/kg TS.

Aus **Karte 9** ist ersichtlich, daß es nur im Überflutungsbereich der Lesum vereinzelt zu höheren Nickelgehalten in den Böden kommt. Diese Gehalte liegen aber noch in einer Größenordnung, welche als nicht problematisch anzusehen ist. In den Böden Bremerhavens wurden ebenfalls nur geringe Nickelgehalte nachgewiesen (siehe **Karte 10**).

4.1.5 Blei

Der Mittelwert für Blei der Bodenproben des Untersuchungsgebietes liegt bei 81,3 mg/kg TS. Der Median beträgt 57,5 mg/kg TS. Der Streubereich der Proben erstreckt sich von 1 bis 1335 mg/kg TS. Das 90-Percentil der untersuchten Proben liegen bei 160 mg/kg TS. Dabei weisen lediglich 64 % der Proben eine Bleikonzentration unterhalb von 70 mg/kg TS auf. In 139 Fällen (4,44 %) wird eine Bleikonzentration von 200 mg/kg TS überschritten (vgl. **Abb. 5**).

Aus diesen Daten, und der Häufigkeitsverteilung ist ersichtlich, daß die Böden Bremens und

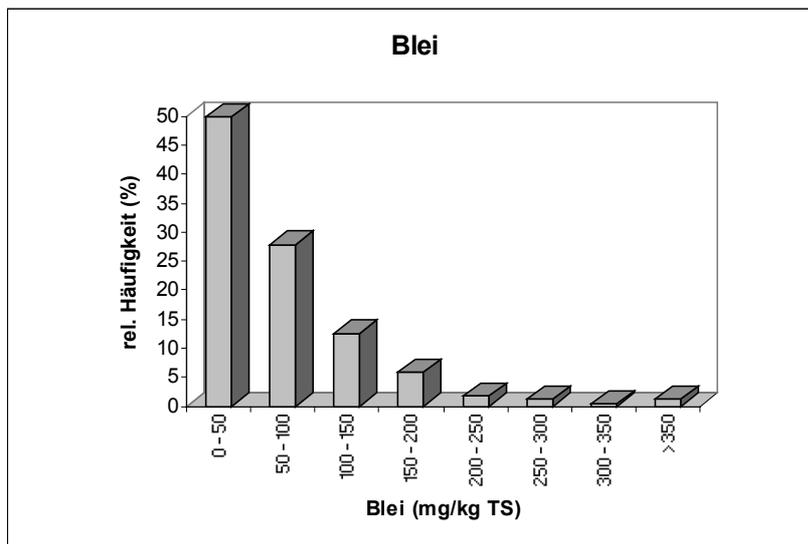
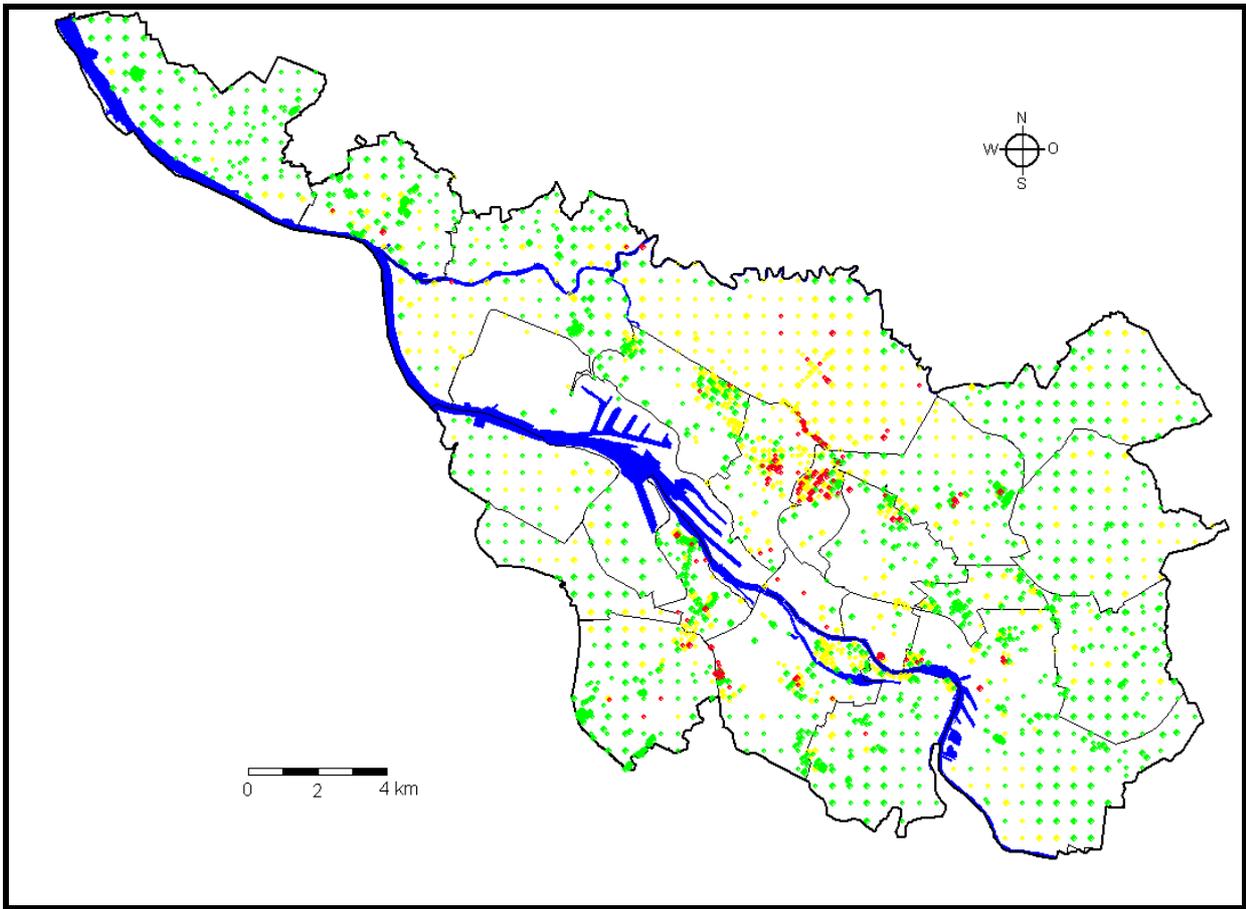


Abb.5: Relative Häufigkeitsverteilung der Bleigehalte in den Bodenproben des Untersuchungsgebietes

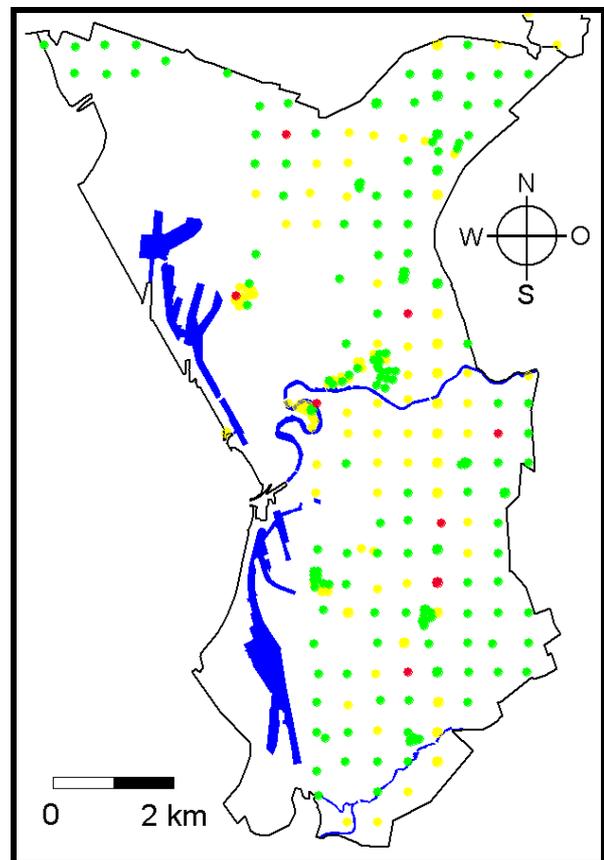
Bremerhavens deutlich mit Blei angereichert sind, wenn man dabei berücksichtigt, daß der natürliche Hintergrundgehalt für Blei unter 100 mg/kg TS liegt (FLEIGE & HINDEL 1990). Andere Autoren gehen für die natürlichen (geogenen) Backgroundwerte in der Wesermarsch von 17,5 mg/kg TS aus (SAUER & WALTER 1998). Flächenhaft mit Blei belastet sind, ähnlich wie beim Cadmium, das Blockland, das Werderland sowie Teile der We-

sermarsch und Kleingartenparzellen. Hier machen sich in erster Linie die jahrzehntelangen Bleiemissionen des Kraftfahrzeugverkehrs bemerkbar. Als weitere Ursachen kommen überwiegend anthropogene Eintragspfade in Frage, wie Abwasserverrieselung, Lee-Lage des Stadtgebietes, Industrie, Müllverbrennung, Überflutungen sowie individuelle Einträge in den Boden durch die Gartennutzer.

Die flächenhafte Verbreitung der Bleigehalte in den Böden des Stadtgebietes Bremens und Bremerhavens zeigen **Karte 11** und **Karte 12**. Die verhältnismäßig diffuse Verteilung der Gehalte über das gesamte Gebiet zeigt, daß erhöhte Bleikonzentrationen im Boden ein typisch urbanes Umweltproblem darstellen. Die Bleibelastungen lassen sich nicht ausschließ-



Karte 11



Karte 12

Bleigehalte im Boden	
●	< 70 mg/kg TS
●	70 - 200 mg/kg TS
●	> 200 mg/kg TS

lich auf eine Quelle zurückführen, sondern sind sicherlich immer durch mehrere Ursachen entstanden.

Da das Blei in den Böden nur sehr wenig mobil ist, kann davon ausgegangen werden, daß keine Gefährdung über die Nahrungskette besteht. Wurzelgemüse und Gemüse mit großen rauhen Blättern sollten jedoch bei hohen Bodenbleigehalten vor dem Verzehr gründlich von anhaftenden Bodenteilchen durch Waschen befreit werden.

4.1.6 Zink

In den Bodenproben des Untersuchungsgebietes wurden Zinkgehalte zwischen 1 und 4160 mg/kg TS gefunden. Der Mittelwert beträgt 153,8 mg/kg TS, der Median 109 mg/kg TS. Das 90-Perzentil weist einen Wert von 302,5 mg/kg TS auf. Aus der Häufigkeitsverteilung wird ersichtlich, daß 68,4 % der Bodenproben eine Zinkkonzentration von mehr als 150 mg/kg TS aufweisen. Es wird aber auch deutlich, daß in 255 Fällen (8,23 %) die Zinkkonzentration von 300 mg/kg TS überschritten wird, was auf eine relativ große Anzahl von hohen bis sehr hohen Zinkgehalten, mit einigen Extremwerten bis zu 4160 mg/kg TS, hinweist (vgl. **Abb. 6**).

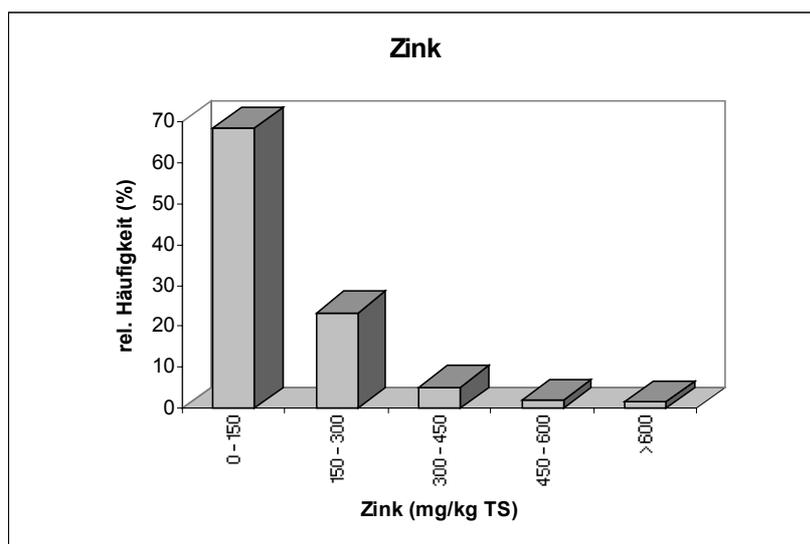
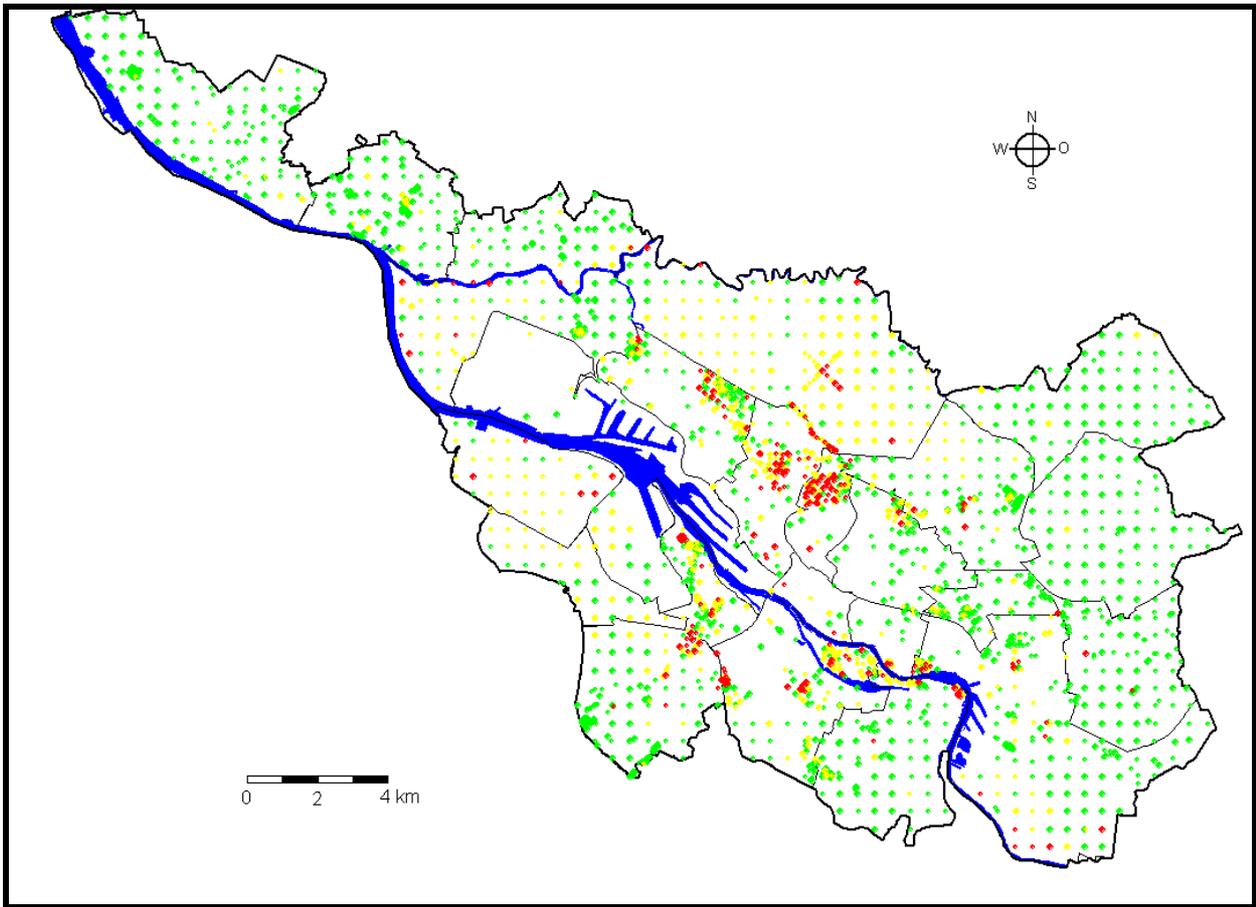


Abb.6: Relative Häufigkeitsverteilung der Zinkgehalte in den Bodenproben des Untersuchungsgebietes

Wie **Karte 13** und **Karte 14** zeigen, sind diese Gehalte vorwiegend in den Böden der Kleingartenanlagen, im Blockland, im Werderland, entlang der Lesum und in der Wesermarsch anzutreffen. Im Bereich des Bremer Blocklandes kommen neben dem Einfluß der Abwasserverrieselung wiederum als Ursachen überwiegend anthropogene Eintragspfade in Frage, wie die Lee-Lage des

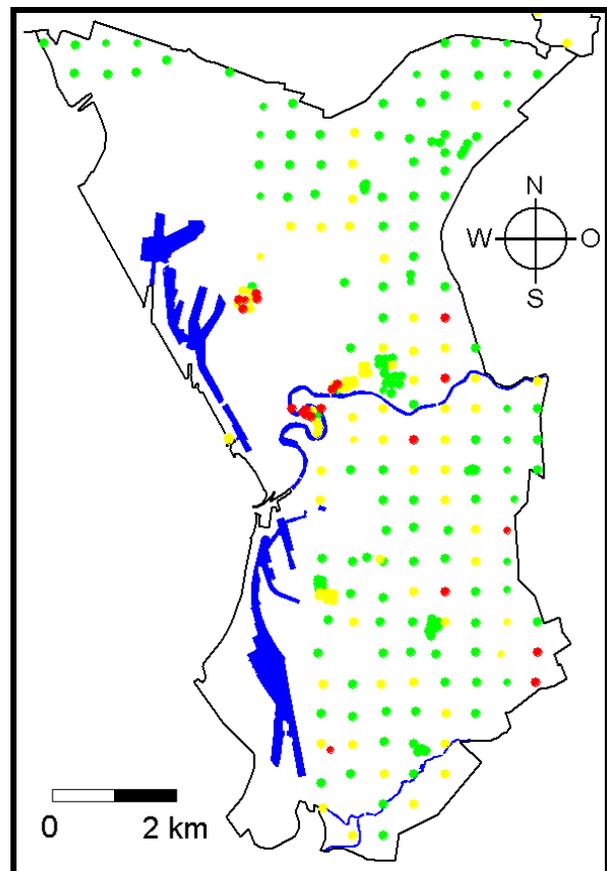
Stadtgebietes, Industrie, Müllverbrennung, Überflutungen sowie individuelle Einträge in den Boden durch die Nutzer von Gärten. Bis auf wenige hohe Werte kann bei den in Bremerhaven entnommenen Bodenproben eine Zinkanreicherung nicht festgestellt werden. Insgesamt ist die Zinkbelastung der Böden ein typischer Hinweis auf einen dichtbesiedelten Raum, da Zink natürlicherweise im Boden nur in geringeren Konzentrationen vorkommt.

Zink ist ein lebensnotwendiges Spurenelement und in den gemessenen Konzentrationen unkritisch für den Menschen (für Zink existiert in der BodSchV kein Prüfwert „Kinderspielplatz“ deswegen wurde hier das 90-Perzentil als obere Begrenzung der mittleren Klasse ge-



Karte 13

Zinkgehalte im Boden	
●	< 150 mg/kg TS
●	150 - 300 mg/kg TS
●	> 300 mg/kg TS



Karte 14

wählt). Ein Problem kann Zink allerdings für Pflanzen darstellen, da höhere Zinkkonzentrationen im Boden das Wachstum beeinträchtigt.

4.1.7 Quecksilber

Quecksilber wurde in den Bodenproben des Untersuchungsgebietes mit durchschnittlich 0,34 mg/kg TS gefunden. Der niedrige Median von 0,15 mg/kg TS und das 90-Percentil von 0,58 mg/kg TS deuten darauf hin, daß es für die Gesamtheit der Bodenproben des Landes

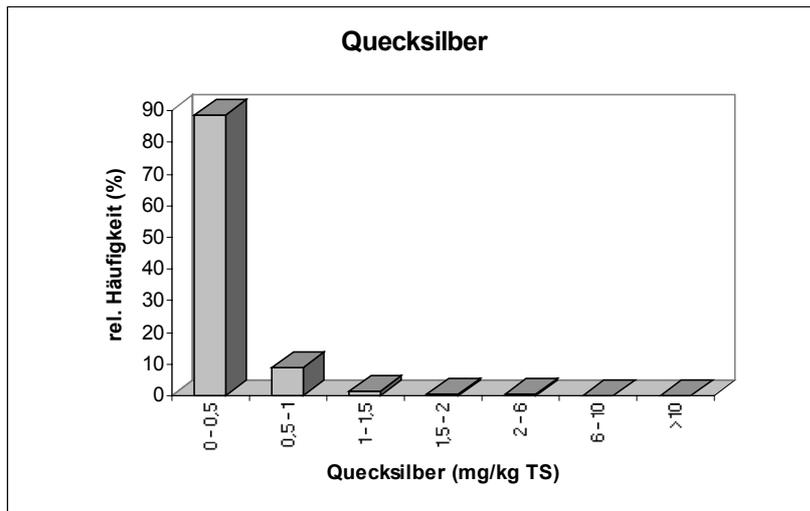


Abb.7: Relative Häufigkeitsverteilung der Quecksilbergehalte in den Bodenproben des Untersuchungsgebietes

Bremen keine problematische Quecksilberanreicherung gibt. Diese Annahme kann dadurch bekräftigt werden, daß 88,6 % der Proben eine Quecksilberkonzentration von weniger als 0,5 mg/kg TS aufweisen. In nur drei Fällen (0,10 %) wird eine Quecksilberkonzentration von 10 mg/kg TS überschritten (vgl. **Abb. 7**).

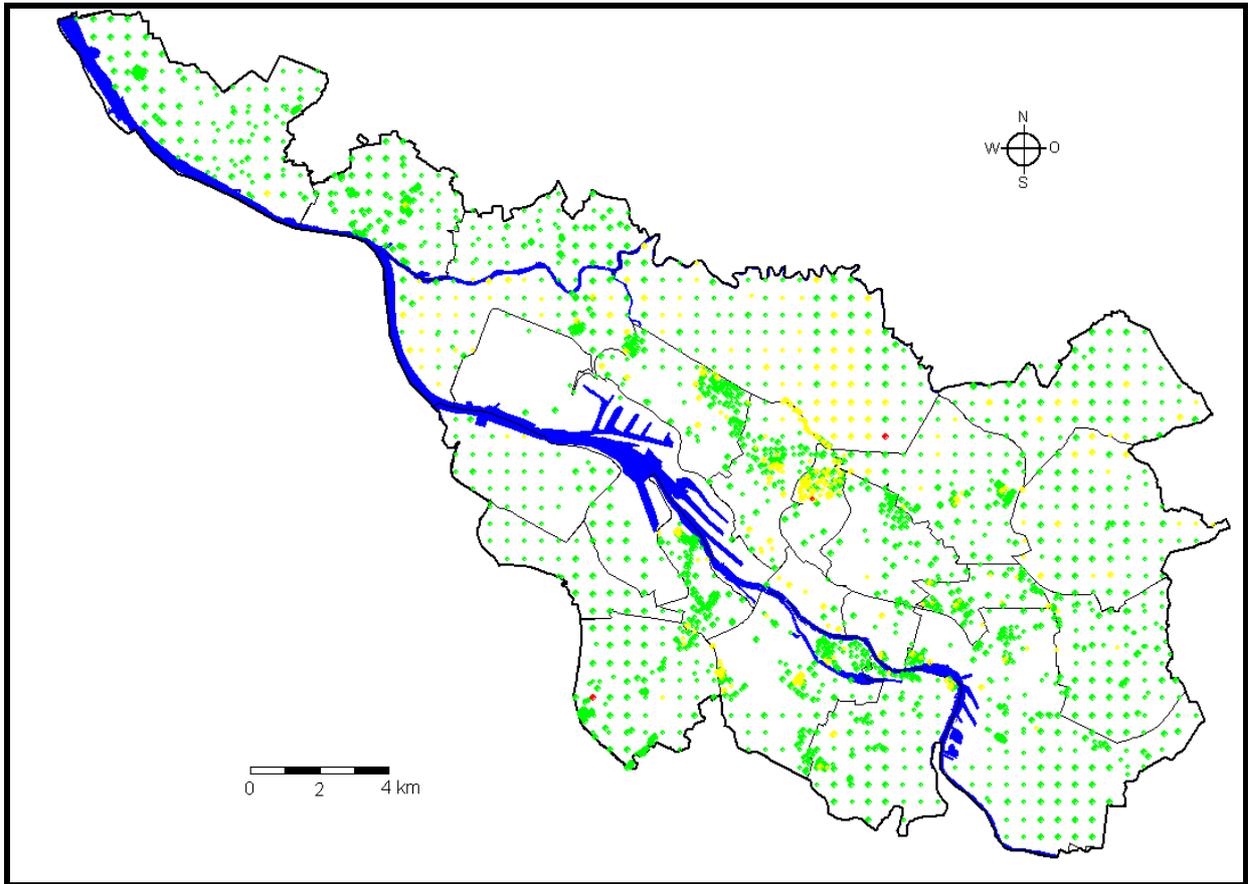
Die flächenhafte Darstellung der Quecksilbergehalte in den Böden des

Stadtgebietes von Bremen (**Karte 15**) zeigt eine auffällige Quecksilberakkumulation der Proben aus dem Gebiet der Abluffahne der Müllverbrennungsanlage.

Ein in einem Hausgarten in Huchting gefundener hoher Wert von über 18 mg/kg TS wurde überprüft und konnte nicht bestätigt werden. Eine Bodenprobe mit dem Quecksilbergehalt von ca. 8 mg/kg TS entstammt einem Hafenschlickspülfeld aus Seehausen. Die Quecksilberkonzentrationen für das Stadtgebiet Bremerhavens sind aus **Karte 16** zu entnehmen.

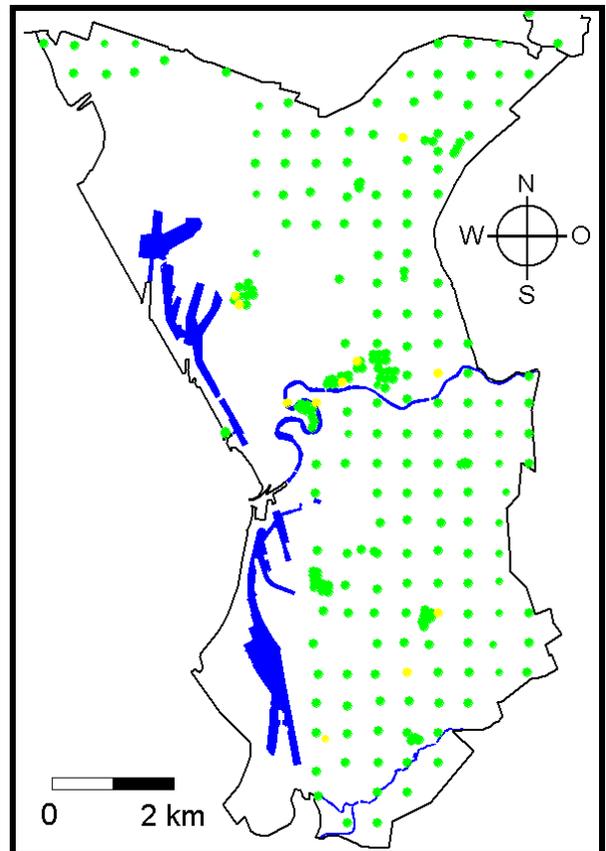
4.1.8 Arsen

Die im Untersuchungsgebiet analysierten Bodenproben enthielten im Durchschnitt 6,48 mg/kg TS Arsen, bei einem verhältnismäßig breitem Streubereich von 0,01 bis 93,6 mg/kg TS. Das 90-Percentil beträgt 13,1 mg/kg TS und der Median liegt bei 5,02 mg/kg TS. In 89,4 % der Fälle wird eine Arsenkonzentration von 12,5 mg/kg TS unterschritten. Dagegen werden in nur 15 Fällen (0,53 %) Arsenkonzentrationen größer als 25 mg/kg TS erreicht (vgl. **Abb. 8**).

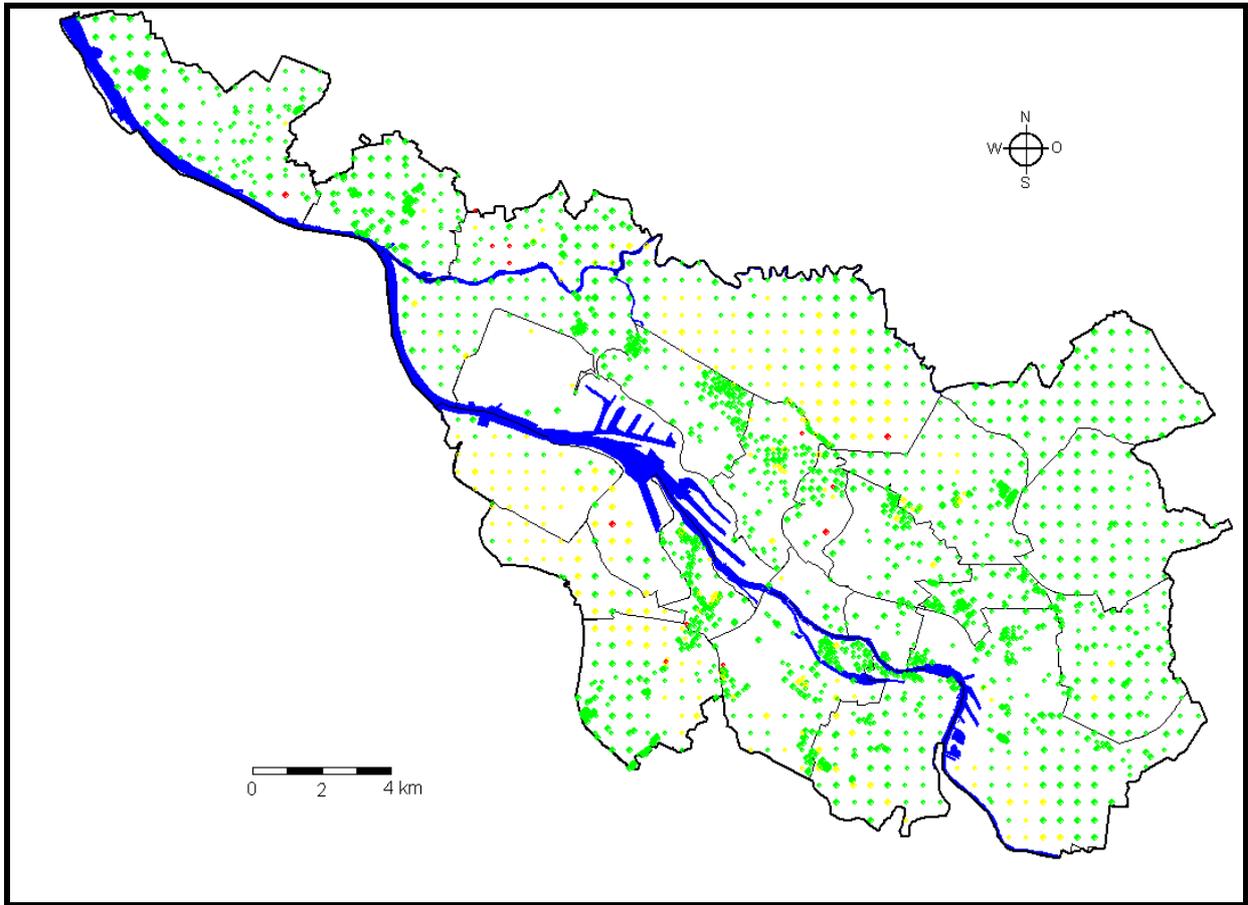


Karte 15

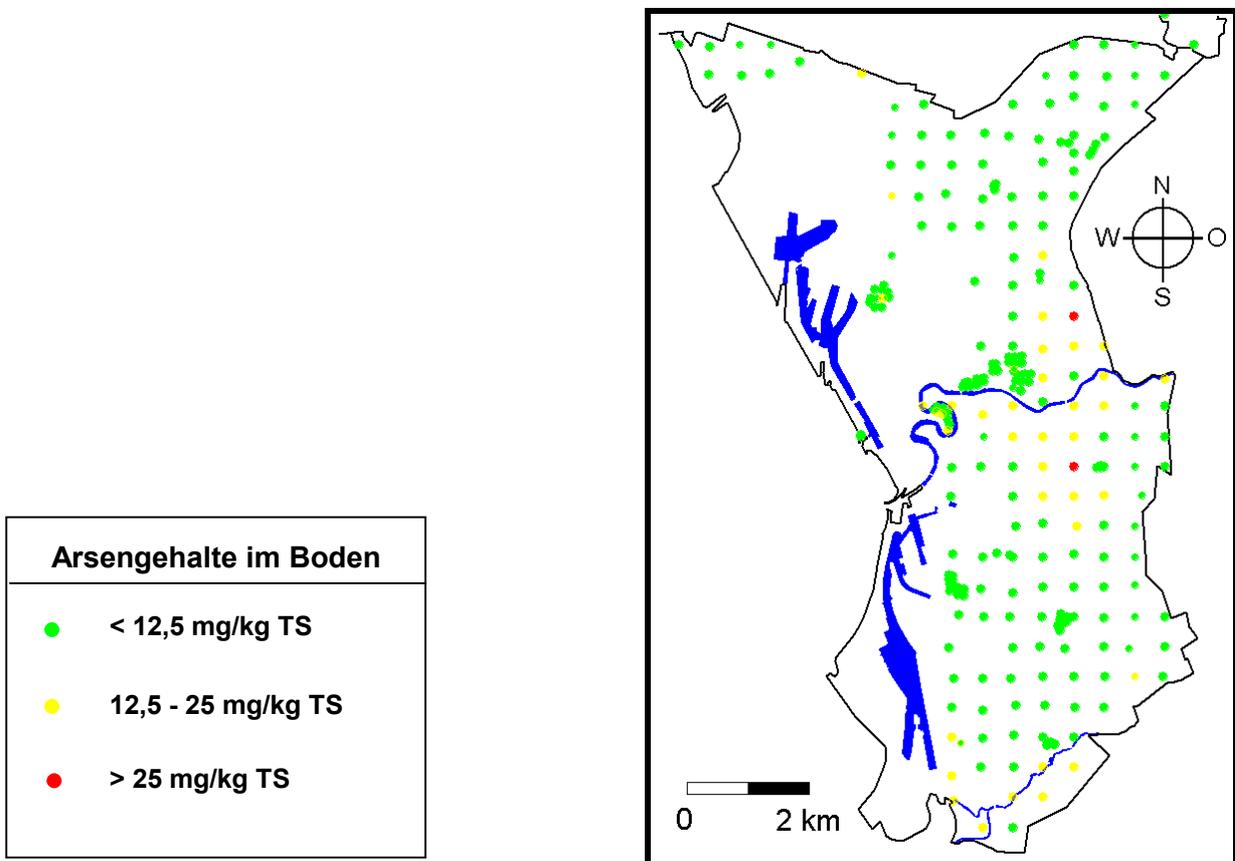
Quecksilbergehalte im Boden	
●	< 0,5 mg/kg TS
●	0,5 - 10 mg/kg TS
●	> 10 mg/kg TS



Karte 16



Karte 17



Karte 18

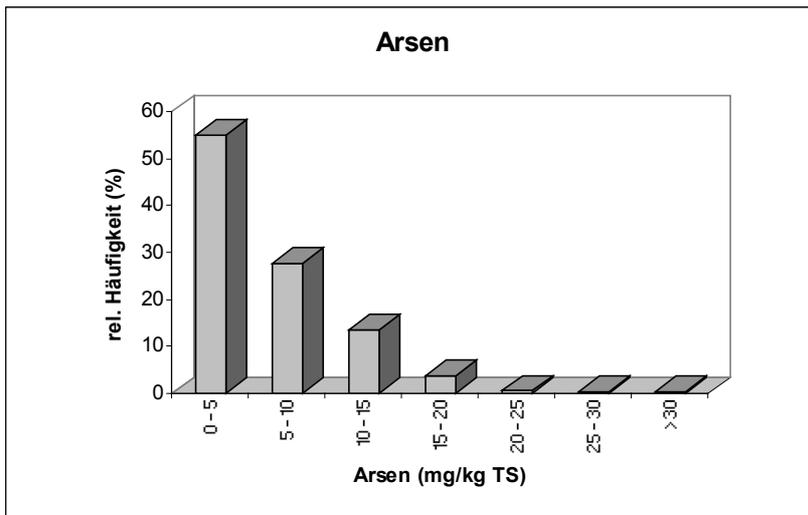


Abb.8: Relative Häufigkeitsverteilung der Arsengehalte in den Bodenproben des Untersuchungsgebietes

Die Lage der Bodenmeßpunkte und ihre Arsengehalte sind in **Karte 17** und **Karte 18** dargestellt. Deutlich lassen sich drei Anreicherungsgebiete erkennen. Im Umfeld der Müllverbrennungsanlage besteht vereinzelt die Tendenz zu höheren Arsengehalten in den Böden. Die beiden anderen Areale können hinsichtlich der Herkunft des Arsens in den Böden nicht eindeutig eingeordnet werden. Es

wird z.T. in der Literatur über Arsenanreicherungen in einigen Geschiebelehmen und auch in Fluß- und Seemarschen berichtet. Wenn man von einem für Bremer Böden natürlicher Gehalt an Arsen von ca. 7 - 12 mg/kg TS ausgeht, so sind die ermittelten Gehalte in den überwiegenden Fällen nicht erhöht.

4.1.9 Thallium

Die im Untersuchungsgebiet entnommenen Bodenproben zeigen erwartungsgemäß keine wesentlich erhöhten Thalliumgehalte. Der Mittelwert der Bodenproben liegt bei 0,11 mg/kg TS, mit einem Streubereich von "nicht nachweisbar" bis 1,59 mg/kg TS. Der Median liegt bei 0,10 mg/kg TS. Der 90-Perzentilwert ist mit 0,3 mg/kg TS ebenfalls als sehr gering einzustufen. Insgesamt kann davon ausgegangen werden, daß von erhöhten Thalliumgehalten in den Böden des Untersuchungsgebietes nicht gesprochen werden darf. Aus diesen Gründen wurde davon abgesehen, eine flächenhafte Darstellung der Thalliumkonzentrationen in diesem Bericht aufzunehmen.

4.2 Parameter der Bodenfruchtbarkeit

Die Bodenfruchtbarkeit ist eine der wichtigsten Eigenschaften von Böden und beschreibt ihre natürliche Fähigkeit Pflanzenerträge nachhaltig zu gewährleisten. Die wichtigsten Parameter zur Bestimmung der Bodenfruchtbarkeit sind der pH-Wert, der Kohlenstoffgehalt, als Maß für den Humusgehalt des Bodens sowie die Hauptnährstoffgehalte. Die Maßangaben für Kalium und Phosphor werden in Milligramm pro 100 Gramm Boden in Trockensubstanz (mg/100g TS) angegeben, die für Stickstoff- und Kohlenstoffgehalte in Prozent.

4.2.1 pH-Wert

Die pH-Werte der entnommenen Bodenproben in Bremen und Bremerhaven liegen zwischen 2.6 und 8.6. Aus **Abb. 9** ist zu entnehmen, daß sich die pH-Werte etwa gleichmäßig,

zu je einem Drittel auf die pH-Bereiche zwischen 4 bis 5, 5 bis 6 und 6 bis 7 verteilen.

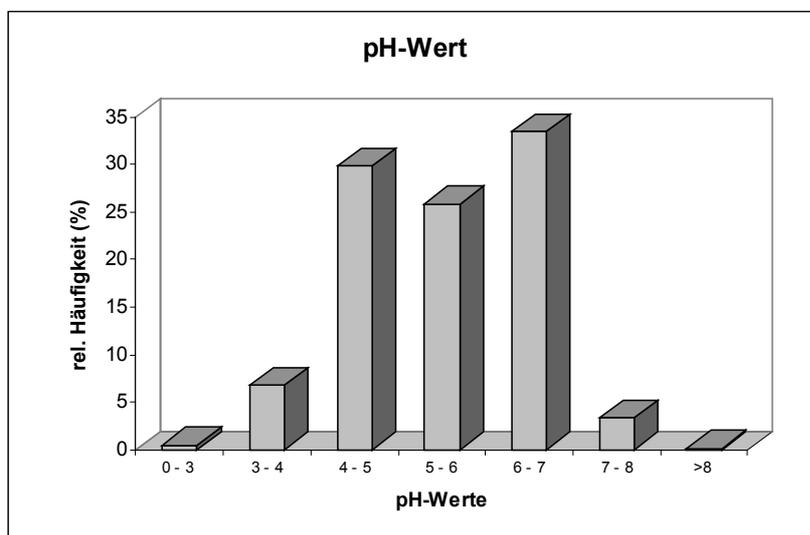
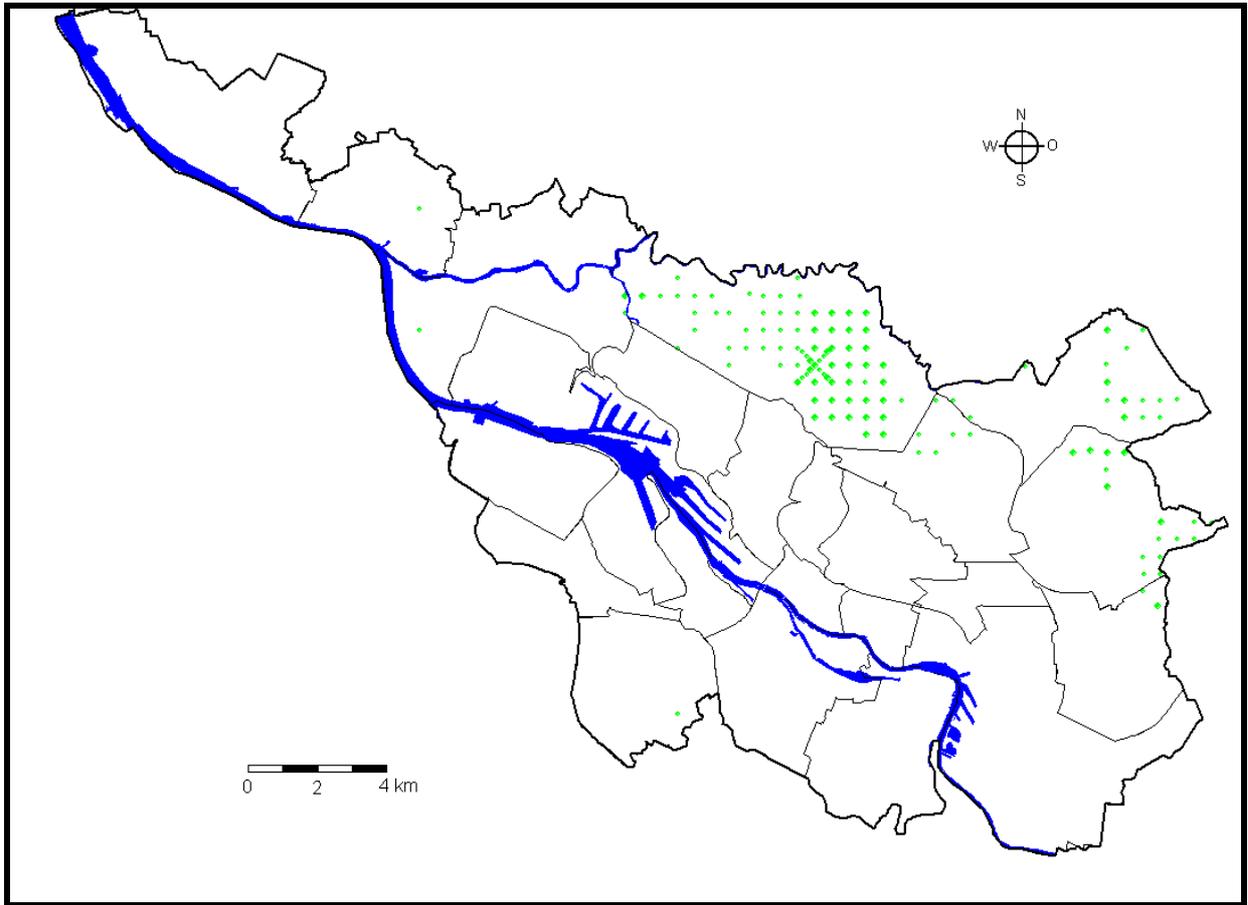


Abb.9: Relative Häufigkeitsverteilung der pH-Werte in den Bodenproben des Untersuchungsgebietes

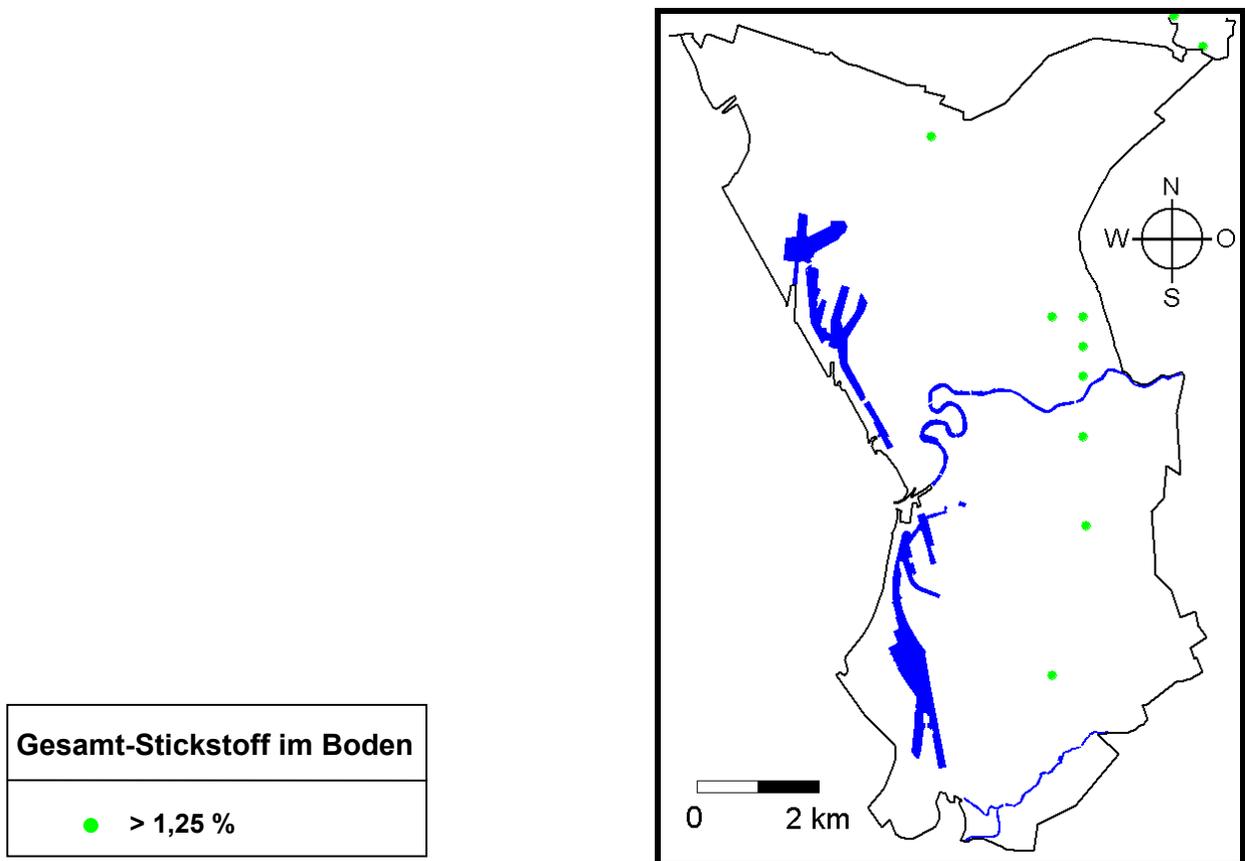
Damit liegen die pH-Werte für die im Untersuchungsgebiet vorkommenden Böden in typischen und anzustrebenden pH-Wert Bereichen. Überhöhte pH-Werte wurden vorwiegend in den Klein- und Hausgärten gefunden.

4.2.2 Kohlenstoff und Gesamt-Stickstoff

Der Kohlenstoffgehalt in den entnommenen Bodenproben liegt zwischen 'nicht nachweisbar' und 46,5 % bei einem Mittelwert von 4,59 % und einem Median von 3,04 %. Das 90-Perzentil liegt bei 8,95 %. Dies macht deutlich, daß in Bremen und Bremerhaven mit 5 % (152 Proben) ein hoher Anteil organogener ($> 15\% C_{org}$) Böden vorliegt. Dies hat unmittelbare Auswirkungen auf den Gesamt-Stickstoffgehalt der Böden, da der Stickstoff im Boden sehr eng mit dem Gehalt an Kohlenstoff korreliert. Die Gesamt-Stickstoffgehalte schwanken zwischen 0 und 12 % bei einem Mittelwert von 0.34 % und einem 90-Perzentil von 0,71 %.



Karte 19



Gesamt-Stickstoff im Boden	
●	> 1,25 %

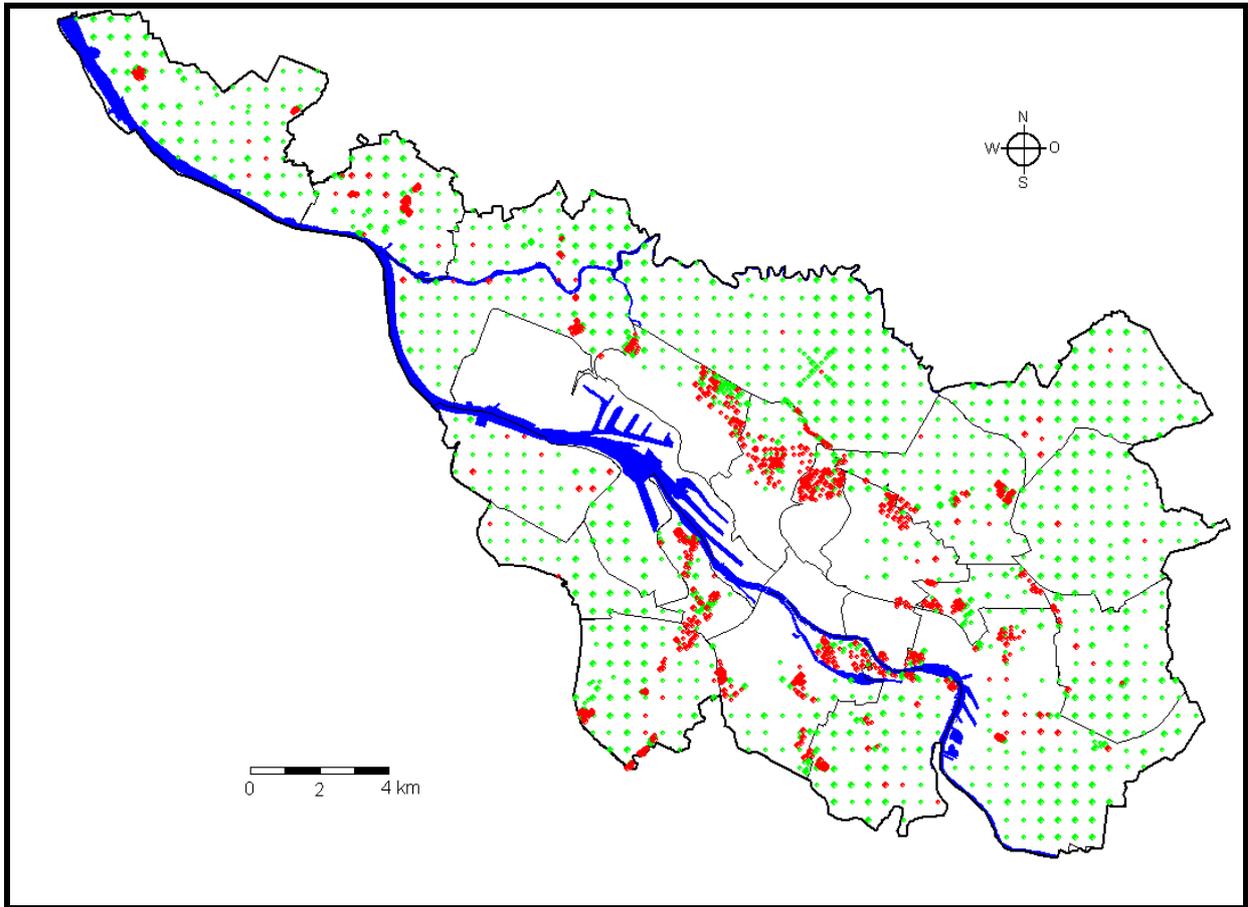
Karte 20

Die Verbreitung der Bodenproben mit Gesamt-Stickstoffgehalten von mehr als 1.25 % (**Karte 19** und **Karte 20**) zeigen die enge Beziehung zu den organogenen Böden der Hamme-Wümme-Marsch.

4.2.3 Phosphor und Kalium

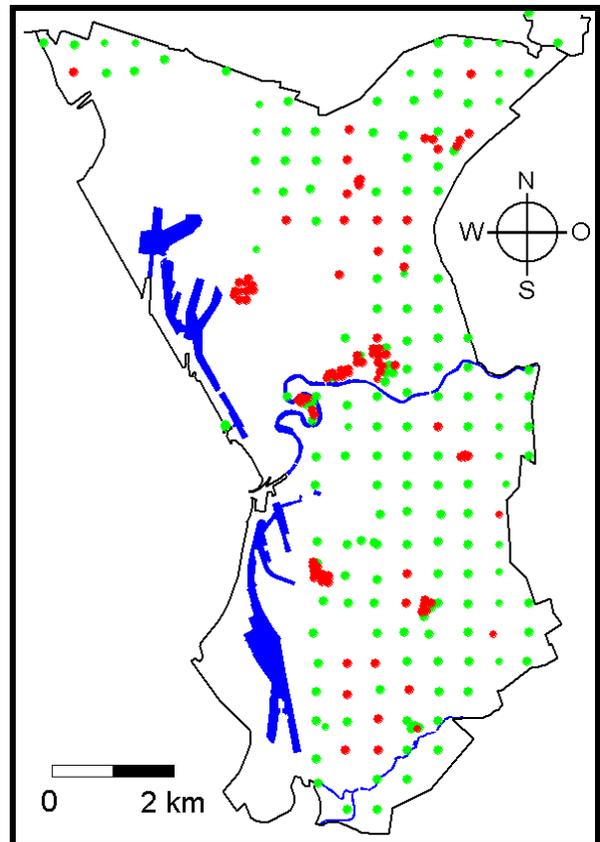
Die Phosphorgehalte der Bodenproben im Untersuchungsgebiet liegen zwischen 0,1 und 355 mg/100g TS bei einem Mittelwert von 22,6 mg/100g TS und einem Median von 18 mg/100g TS. Das 90-Perzentil weist einen Wert von 56 mg/100g TS auf. Die Phosphorgehalte der Böden in Bremen und Bremerhaven zeigen **Karte 21** und **Karte 22**. Aus den Karten wird ersichtlich, daß nahezu alle Böden der Kleingartenanlagen Bremens und Bremerhavens mit Phosphor übertersorgt (> 25 mg/100g TS) sind. Auf diesen Flächen sollte ein weiteres Einbringen von phosphorhaltigen Düngern unterbleiben, da eine Phosphorübertersorgung zu einer einseitigen Mineralstoffversorgung der Pflanzen und damit zu Wachstumsstörungen beitragen kann. Darüber hinaus wird durch die Phosphordüngung, je nach Herkunft der Rohphosphate, eine mehr oder weniger große Menge an Cadmium eingetragen.

Der Kaliumgehalt der Bodenproben des Untersuchungsgebietes liegt zwischen 0,1 mg/100g TS und maximal 276 mg/100g TS bei einem Mittelwert von 16,3 mg/100g TS und einem Median von 13 mg/100g TS. Das 90-Perzentil liegt bei 39 mg/100g TS. Die Kaliumgehalte der Böden in Bremen und Bremerhaven werden in **Karte 23** und **Karte 24** dargestellt. Wie aus den Karten ersichtlich wird, ist es zu einer deutlichen Kaliumanreicherung insbesondere in den Kleingärten des Landes Bremen gekommen. Besonders auf den schon hoch angereicherten Böden (mehr als 20 mg/100g TS) sollte zukünftig von einer weiteren Zufuhr von Kalium verzichtet werden, da salzempfindliche Gemüsepflanzen geschädigt werden könnten.

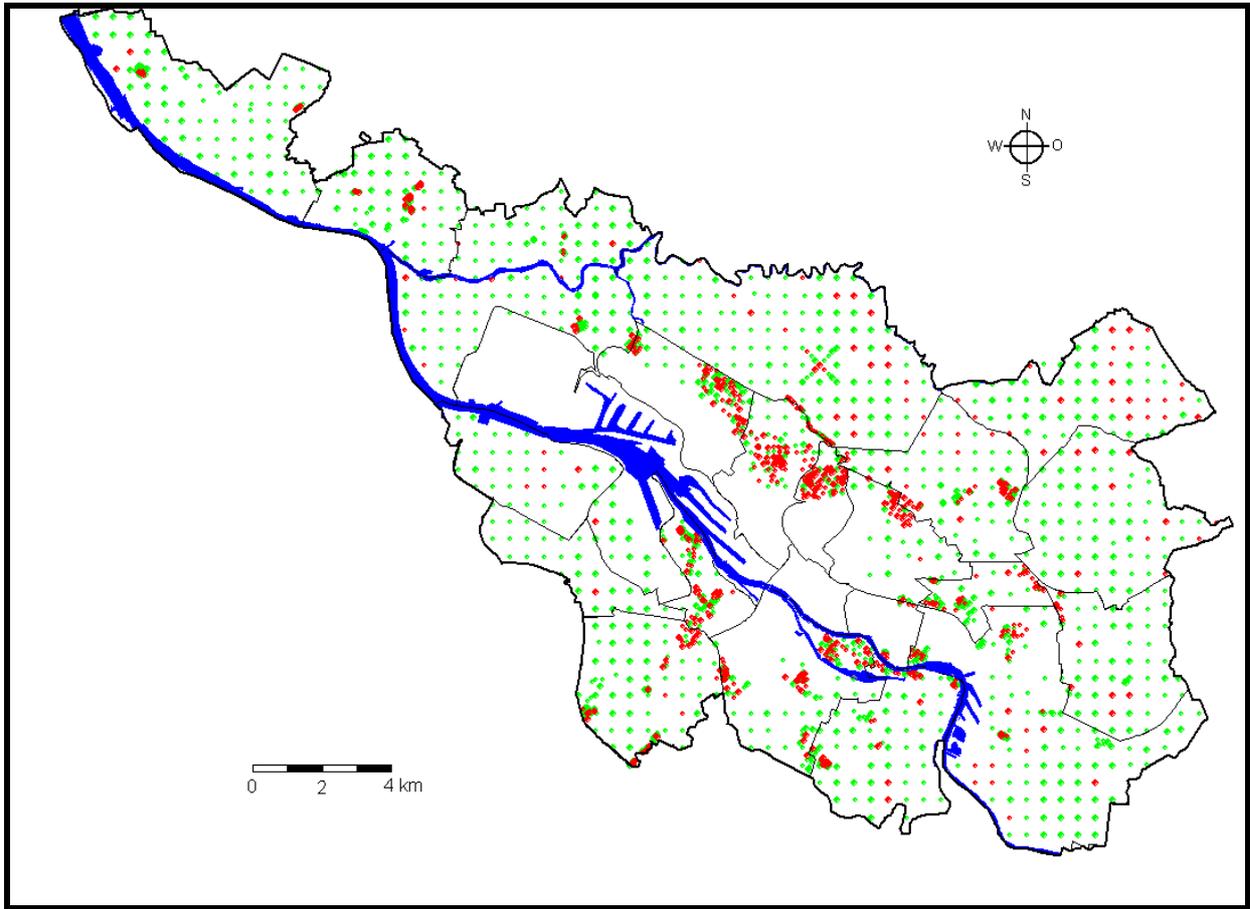


Karte 21

Phosphorgehalte im Boden	
●	< 25 mg/100g TS
●	> 25 mg/100g TS

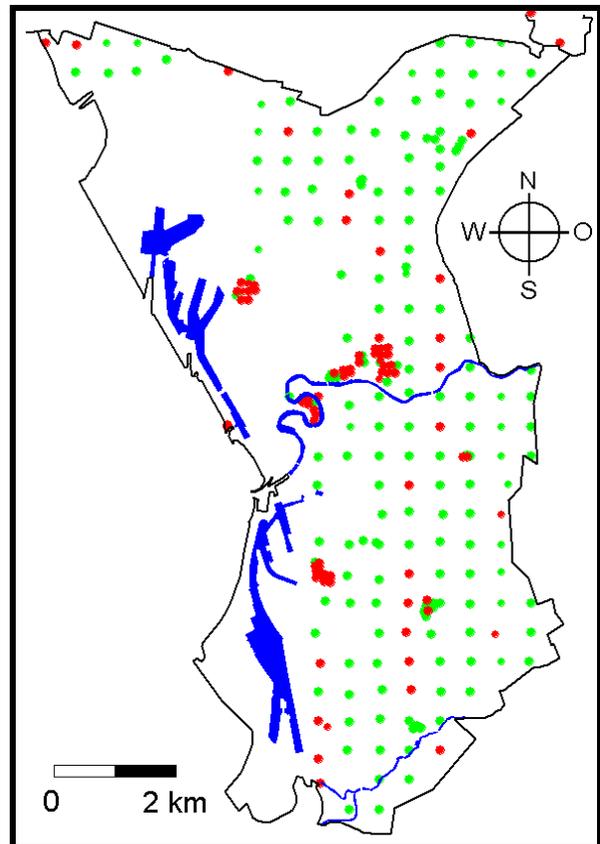


Karte 22



Karte 23

Kaliumgehalte im Boden	
●	< 20 mg/100g TS
●	> 20 mg/100g TS



Karte 24

5 Zusammenfassung

Im Rahmen des Bremer Bodenmessprogramms (Erfassung und Dokumentation der Bodensituation des Landes Bremen) wurden insgesamt 3134 Bodenproben bodenchemisch untersucht. Neben den Schwermetallen Cadmium, Chrom, Kupfer, Nickel, Blei, Zink und Quecksilber wurden Arsen, Thallium, pH-Wert, Kohlenstoff, Stickstoff, dazu doppellaktatlösliches Kalium und Phosphor in den Proben bestimmt. Es wurden insbesondere landwirtschaftlich genutzte Flächen, Kinderspielplätze, Grünflächen und Kleingärten untersucht.

Beispiele für die Nutzungsmöglichkeiten der Daten aus dem Bremer Bodenmessprogramm werden im **Anhang 1** dargestellt.

Da über vorhandene Belastungsschwerpunkte in Bremen und Bremerhaven während der Durchführung des Projektes nur sehr geringe Vorkenntnisse bestanden, können lokale, durch das Beprobungsraaster nicht erfaßte Belastungen nicht ausgeschlossen werden.

Die Bodenproben des gesamten Programmes werden im Bodentechnologischen Institut des Niedersächsischen Landesamtes für Bodenforschung in Bremen für eventuelle weitere Untersuchungen aufbewahrt.

Die wichtigsten der ermittelten bodenchemischen Daten sind in **Tabelle 1** zusammengefaßt. Wie bereits bei den einzelnen Elementen beschrieben, ist die Schwermetallbelastung der Bremer Böden für einen dicht besiedelten Raum insgesamt noch in einem unproblematischen Bereich. Das kann allerdings nicht darüber hinwegtäuschen, daß die Böden in vielen

Element:	Mittelwert:	Median:	90-Perzentil:
Cadmium [mg/kg TS]	0,53	0,3	1,2
Chrom [mg/kg TS]	29,3	22	59
Kupfer [mg/kg TS]	31,7	18	54
Nickel [mg/kg TS]	12,9	9,9	28,8
Blei [mg/kg TS]	81,3	57,5	160
Zink [mg/kg TS]	153,8	109	302,5
Quecksilber [mg/kg TS]	0,34	0,15	0,58
Arsen [mg/kg TS]	6,48	5,02	13,1
Thallium [mg/kg TS]	0,11	0,10	0,3
Stickstoff [%]	0,34	0,22	0,71
Kohlenstoff [%]	4,59	3,04	8,95
Kalium [mg/100g TS]	16,3	13	39
Phosphor [mg/100g TS]	22,6	18	56

Tab.1 Statistische Kennzahlen der Elementgehalte in Bremer Böden

Element:	Kleingärten	Grünland	Acker
Cadmium [mg/kg]TS]	0,4	0,7	0,1
Chrom [mg/kg TS]	26,7	39,5	14
Kupfer [mg/kg TS]	23	23	8
Nickel [mg/kg TS]	11	22,3	4
Blei [mg/kg TS]	69	79	24
Zink [mg/kg TS]	153,8	138	37
Quecksilber [mg/kg TS]	0,17	0,18	0,06
Arsen [mg/kg TS]	5,9	10,05	3,35
Thallium [mg/kg TS]	0,08	0,2	0,07
Kalium [mg/100g TS]	22	11	14
Phosphor [mg/100g TS]	39	8	14

Tab. 2 Mediane der Elemente nach verschiedenen Nutzungen

Fällen mit Schadstoffen angereichert sind, die über ihren natürlichen Gehalt hinausgehen. Die Ursache dafür ist auf anthropogene Einflüsse zurückzuführen, wie große Siedlungsdichte, lokale und diffuse Emissionen, Eintrag von Dünger und anderen Materialien und Stoffen. Das Ziel muß es daher sein, zukünftig den Stoffeintrag in die Böden so gering wie möglich zu halten.

Bei der Betrachtung der Schwermetallgehalte bei unterschiedlichen Nutzungen der Böden als Kleingarten, Grünland oder Acker (s. **Tabelle 2**) ergibt sich folgendes Bild:

Ackerböden weisen wegen der regelmäßige Bodenbearbeitung und Kulturmaßnahmen in der Regel die geringsten Schwermetallgehalte auf. In Grünlandböden werden Schwermetalle dagegen im Oberboden angereichert, da sie nicht gepflügt werden. Diese Schadstoffanreicherung gilt auch häufig für Grünland, das im Bereich von Überschwemmungsgebieten liegt. (LABO 1995)

Die Schwermetallbelastung der Böden von Kleingärten liegen im Mittel in der Größenordnung der Belastung von Grünland.

Ganz anders ist dagegen die Situation der Nährstoffgehalte. Die Phosphor- und Kaliumgehalte der kleingärtnerisch genutzten Böden liegen weit oberhalb dessen, was in Acker- und Grünlandböden gefunden wurde. Dies zeigt, daß in Kleingärten wesentlich zu viel gedüngt wird. Es muß deshalb, neben dem allgemeinen Ziel, den Stoffeintrag auf möglichst niedrigem Niveau zu halten, weiter darauf hingewirkt werden, den zu hohen Eintrag von Nährstoffen in Kleingartenböden zu reduzieren. Auf dieses Problem wurde bereits in der Broschüre "Bodenschutz im Garten" (1998) detailliert hingewiesen und es wurden Empfehlungen entwickelt zur Verringerung des Eintrags von Nähstoffen in Gartenböden

Die mit diesem Bericht vorgelegten Untersuchungsergebnisse werden für den Vollzug des Bundes-Bodenschutzgesetz (Bundes-Bodenschutzgesetz,1998) und der Bundes-Bodenschutz- und Altlastenverordnung (Bundes-Bodenschutz- und Altlastenverordnung 1999) einen wichtigen Beitrag leisten, da neben der Ermittlung der anorganischen Schadstoffgehalte in den Böden des Landes Bremen eine für den Vollzug des Gesetzes und der Verordnung ebenfalls erforderliche umfangreiche bodenkundliche Grunddatenerhebung vorgenommen wurde.

Abgesehen vom eigentlichen Vollzug der gesetzlichen Grundlagen im Bodenschutz werden die Daten aber auch bei allen Stellungnahmen des Bodenschutzes gegenüber Vorhaben, die in den Boden eingreifen oder Fragen der Bodennutzung berühren eine wesentliche Bedeutung erlangen. Detailliertere Auswertung der Daten, z.B. in Bezug auf die Vorsorgewerte, können bei der geschilderten Datenlage ebenfalls vorgenommen werden.

Als Voraussetzung für die oben genannten Arbeiten und zur Unterstützung einer effektiven Projektabwicklung wird das Fachinformationssystem Bodenschutz (FIBOB) für das Land Bremen aufgebaut. Damit ist der jeweilige Datenbestand stets voll verfügbar und für Bremen zukünftig nutzbar. Gleichzeitig bietet das FIBOB die Gewähr für die schnelle Bereitstellung der Informationsgrundlagen als eine der Voraussetzungen zum Vollzug der Bodenschutzgesetzgebung.

6. LITERATUR

- ARBEITSGRUPPE BODENKUNDE (1982): Bodenkundliche Kartieranleitung. 331 S., 19 Abb., 98 Tab., 1 Beil.; Hannover (3. Aufl.).
- ARBEITSKREIS FÜR BODENSYSTEMATIK DER DEUTSCHEN BODENKUNDLICHEN GESELLSCHAFT (1985): Systematik der Böden der Bundesrepublik Deutschland (Kurzfassung) . Mitt. Dtsch. Bodenkdl. Ges., 44: 191 S., Göttingen
- BENZLER, J.H. & UNBEHAUN, E. (1975): Bodenkarte von Niedersachsen 1:25.000, Blatt 2717 Schwanewede. Hannover (NLfB).
- BENZLER, J.H. & SPONAGEL, H. (1975): Bodenkarte von Niedersachsen 1:25.000, Blatt 2818 Lesum. Hannover (NLfB).
- BENZLER, J.H. & SPONAGEL, H. (1976): Bodenkarte von Niedersachsen 1:25.000, Blatt 2918 Bremen. Hannover (NLfB).
- BENZLER, J.H. & KLAUSING, C. (1982): Bodenkarte von Niedersachsen 1:25.000, Blatt 2817 Vegesack. Hannover (NLfB).
- BENZLER, J.H. & SPONAGEL, H. (1976): Bodenkarte von Niedersachsen 1:25.000, Blatt 2819 Lilienthal. Hannover (NLfB).
- BENZLER, J.H. & SPONAGEL, H. (1977): Bodenkarte von Niedersachsen 1:25.000, Blatt 2919 Bremen Ost. Hannover (NLfB).
- BENZLER, H.J. & LÜDERS, R. (1978): Bodenkundliche Standortkarte 1:200.000, Blatt Bremen. Hannover (NLfB).
- BENZLER, J.H.(1971): Bodenkarte von Niedersachsen 1:25000 Blatt 2417 Bremerhaven. Hannover (NLfB).
- BENZLER, J.H. & LÜDERS, R. (1977): Bodenkundliche Standortkarte 1:200.000, Blatt Oldenburg. Hannover (NLfB).
- BUNDESANSTALT FÜR LANDESKUNDE UND RAUMFORSCHUNG (1962): Geographische Landesaufnahme 1:200.000, Naturräumliche Gliederung Deutschlands, Blatt 39 Bremerhaven. Bad Godesberg.
- BUNDESANSTALT FÜR LANDESKUNDE UND RAUMFORSCHUNG (1959): Geographische Landesaufnahme 1:200.000, Naturräumliche Gliederung Deutschlands, Blatt 56 Bremen. Bad Godesberg.
- BUNDES-BODENSCHUTZGESETZ (1998) In: Bundesgesetzblatt, Jhg. 1998 Teil I Nr. 16, Bonn.
- BUNDES-BODENSCHUTZ- UND ALTLASTEN-VERORDNUNG (1999) In: Bundesgesetzblatt, Jhg. 1999 Teil I Nr. 36, Bonn

- BUNDESMINISTERIUM DES INNERN (1985): Bodenschutzkonzeption der Bundesregierung. Bundestags-Drucksache 10/2977 vom 7. März 1985, Verlag W. Kohlhammer, Stuttgart.
- CORDES, H. (1967): Moorkundliche Untersuchungen zur Entstehung des Blocklandes bei Bremen. Abh. Naturw. Verein Bremen, 37 (2): 147-196. Bremen.
- EBERLEIN, K. (1992): Aufbau eines Schwermetallkatasters und Bodeninformationssystems für die Stadt Bremen unter Einsatz DV-gestützter Verfahren. Mitt. Dt. Bodenkdl. Ges. [in Druckvorbereitung].
- EBERLEIN, K. (1994): Schwermetallgehalte kleingärtnerisch genutzter Standorte in Abhängigkeit von der Nutzungsdauer - Untersuchungen an ausgewählten Kleingartenanlagen Bremens-. Dissertation Universität Erlangen. Nürnberg, 166.S.
- FLEIGE, H. & HINDEL, R. (1992): Kennzeichnung der Empfindlichkeit der Böden gegenüber Schwermetallen unter Berücksichtigung von Grundgehalten, geogener- und pedogener Anreicherungen sowie anthropogener Zusatzbelastungen. - Bericht zum UBA-Forschungsvorhaben 10701001, Bd.1.
- LABO BUND/LÄNDER-ARBEITSGEMEINSCHAFT BODENSCHUTZ (Hrsg) (1995): Hintergrund- und Referenzwerte für Böden, Bodenschutz, Heft 4
- LANDESANSTALT FÜR ÖKOLOGIE, LANDSCHAFTSENTWICKLUNG UND FORSTPLANUNG NORDRHEIN-WESTFALEN (Hrsg.)(1988): Mindestuntersuchungsprogramm Kulturboden zur Gefährdungsabschätzung von Altablagerungen und Altstandorten im Hinblick auf eine landwirtschaftliche oder gärtnerische Nutzung. 12 S., Recklinghausen.
- LUX (1986): Schwermetallgehalte und Isoplethen in Böden, subhydrischen Ablagerungen und Pflanzen im Südosten Hamburgs - Beurteilung eines Immissionsgebietes - Hamburger bodenkundlicher Arbeiten, Bd.5.
- MÜLLER, W. (1962): Der Ablauf der holozänen Meerestransgression an der südlichen Nordseeküste und Folgerungen in Bezug auf eine geochronologische Holozängliederung. Eiszeitalter und Gegenwart, 13: 197-226; Öhringen/Württ.
- MÜLLER W., LÜDERS R. & BENZLER, J.H. (1984): Ein anwendungsorientiertes Klassifikationssystem für Bodentypen auf Grundlage der Quantifizierung von Bodenmerkmalen und Bodeneigenschaften. Geol. Jb., A 75: 643-714; Hannover.
- MÜLLER, U. & BOESS, J. (1989): Erläuterungsheft zur digitalen Bodenkundlichen Standortkarte von Niedersachsen und Bremen 1:200.000 und zu ihren Auswertungsmöglichkeiten. Hannover (NLfB).
- OELKERS, K.H. (1984), unter Mitarbeit von BARSCH, D., BENECKE, P., BENZLER, J.H., BLUME, H.P., HUMMEL, P., LAMP, J., PFLUG, R., SCHREIBER, K.F., STÄBLEIN, G. & WACHTER, H.: Datenschlüssel Bodenkunde (Hrsg. Bundesanst. f. Geowiss. u. Rohst. u. Geol. Landesämter d. Bundesrep. Deutschland) 100 S.; Hannover.
- ORTLAM, D. (1989): Geologie, Schwermetalle und Salzfronten im Untergrund von Bremen und ihre Auswirkungen. N. Jb. Geol. Paläont. Mh.; H.8, S.489 - 512, Stuttgart.

- ORTLAM, D. & SCHNIER, H. (1980): Erläuterungen zur Baugrundkarte Bremen. Bremen (Schmalfeldt).
- RUSCHINSKI & KANITZKI (1991), unter Mitarbeit von AMENDE von, W., BLANKENBURG, J., EVERMANN, H., FLEIGE, H., HORN, A., KUES, J., MÜLLER, U., PLUQUET, E., REINECKE, R., SCHEFFER, B., SCHOLLMEYER, G. & STUMPFE, A. : Niedersächsisches Bodeninformationssystem NIBIS Dokumentation zur Labordatenbank (Hrsg. Nieders. Landesamt f. Bodenforschung). 2., erw. Aufl., 826 S.; Hannover.
- SAUER, M. & WALTER C. (1998): Schwermetalle in Auenlehmen der Bremer Wesermarsch: Geogene und anthropogene Gehalte. In: Wasser und Boden. 50. Jahrgang. Heft 1.
- SCHLICHTING, E. & BLUME, H.P. (1966): Bodenkundliches Praktikum. - Verlag Parey; Hamburg und Berlin.
- SENATOR FÜR UMWELTSCHUTZ UND STADTENTWICKLUNG Erfassung und Dokumentation der Bodensituation im Lande Bremen:
 1. Böden, Schwermetallbelastung und Parameter zur Bodenfruchtbarkeit im **Blockland** (1987)
 2. Böden, Schwermetallbelastung und Parameter zur Bodenfruchtbarkeit in **Bremen-Nord und Werderland** (1990)
 3. Böden, Schwermetallbelastung und Parameter zur Bodenfruchtbarkeit in **Horn-Lehe, Borgfeld und Oberneuland** (1990)
 4. Schwermetallbelastung der Böden auf **Kinderspielplätzen** in der Stadtgemeinde Bremen
 5. Böden, Schwermetallbelastung und Parameter zur Bodenfruchtbarkeit in **Bremerhaven** (1992)
 6. Böden, Schwermetallbelastung und Parameter zur Bodenfruchtbarkeit in **Kleingartenanlagen**- 33 S.; Bremen. (1993):
 7. Böden, Schwermetallbelastung und Parameter zur Bodenfruchtbarkeit **südlich der Weser und Hemelingen** (1995)
- SENATOR FÜR FRAUEN, GESUNDHEIT, JUGEND, SOZIALES UND UMWELTSCHUTZ und LANDESVERBAND DER GARTENFREUNDE BREMEN e.V. (Hrsg.) (1998): Bodenschutz im Garten.
- VDLUFA-METHODENBUCH (1991): Die Untersuchung von Böden. Bearbeitet von HOFFMANN, G.; Methodenbuch, Bd.1, 4. Aufl.; Darmstadt.
- WILCKENS, O. (1922): Geologische Heimatkunde von Bremen. Berlin (Borntraeger).
- WOLFF, W. (1934): Erläuterungen zur Geologischen Karte von Preußen und benachbarten deutschen Ländern. Blatt Bremen 2918, Berlin 1934.
- ZIESCHANK, R., J. LAMM, J.VAN NOUHUYS (1991): Verbesserungsmöglichkeiten der Informationsbasis für effektive Steuerungsverfahren zur Schadstoff- und Abfallverringerng. Ein internationaler Vergleich anhand der Bodenproblematik. ffu-report 921; Abschlußbericht f. das Forschungsvorhaben der Volkswagenstiftung (VWGZ II/66 106).

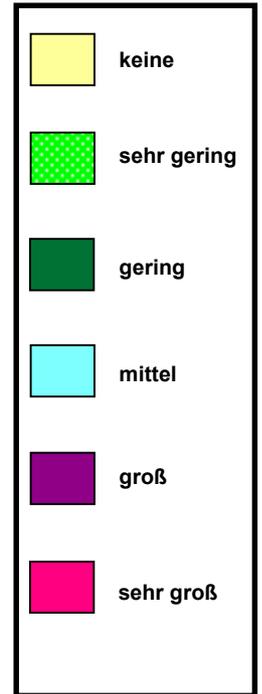
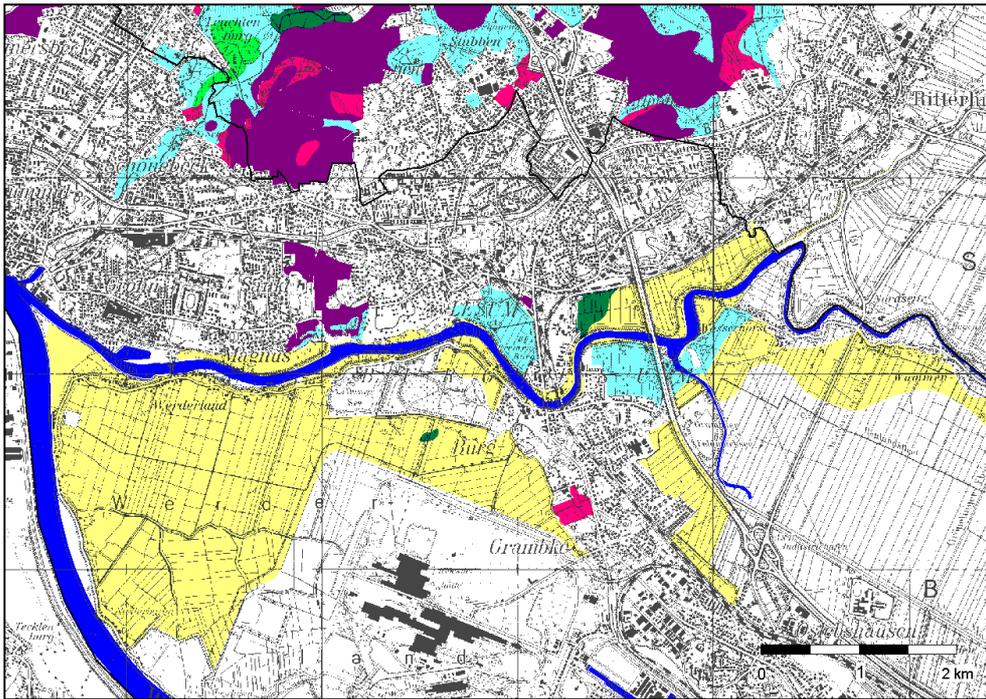
Anhang 1

Nutzungsmöglichkeiten der Daten aus dem Bremer Bodenmessprogramm

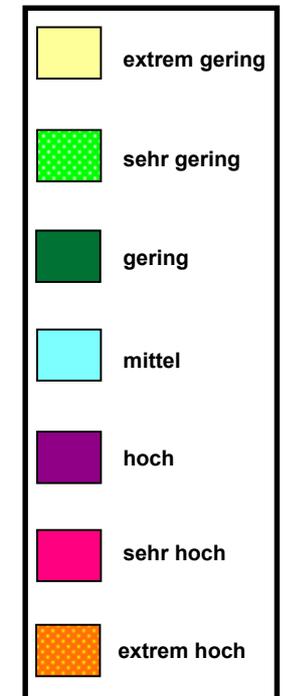
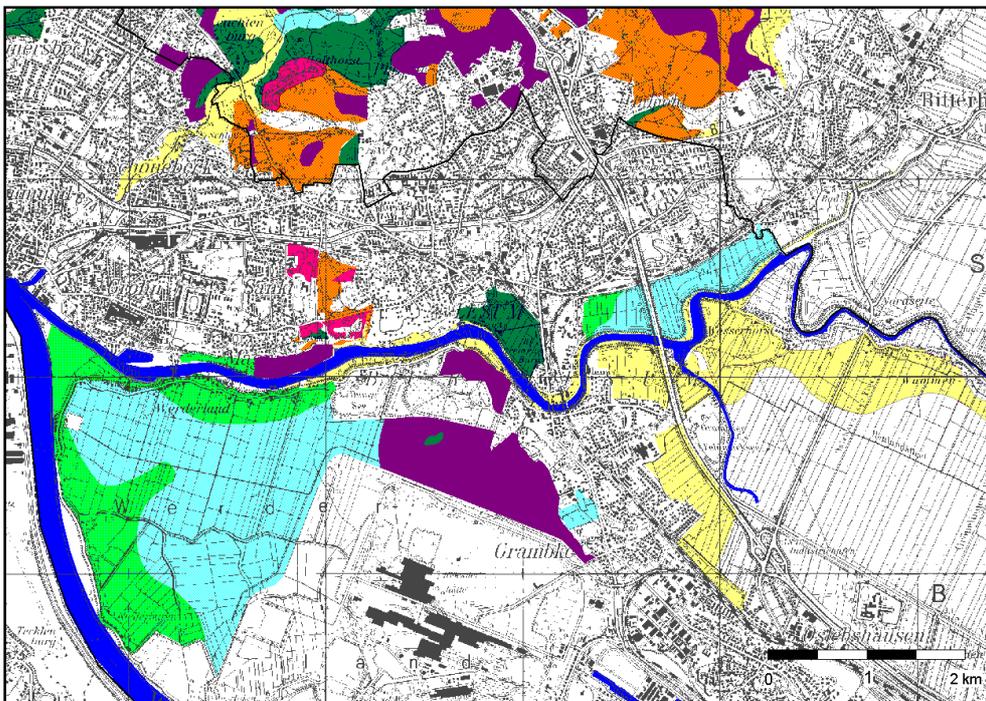
Die derzeit bestehende Datenlage ermöglicht die Nutzung für den Vollzug des Bundes-Bodenschutzgesetzes, für Fragen der Landes- und Regionalplanung und für punktuelle Einzelberatungen sowie -auswertungen. Für das Land Bremen besteht im außerstädtischen Bereich für Planungen und Maßnahmen für die Maßstäbe kleiner als 1:20 000 eine ausreichende Datenlage. Im innerstädtischen Bereich sind für die Parks, Kleingartenanlagen und Spielplätze Informationen auf der Maßstabsebene 1:5 000 verfügbar.

Im Rahmen von Planungsverfahren für ein Gebiet in Bremen-Nord mußten beispielsweise die Bodenpotentiale und die Empfindlichkeit des Bodens gegenüber Belastungen geprüft werden. Die folgenden Karten (**Karte 25** bis **Karte 29**) zeigen, daß die Böden große Unterschiede in ihrer Nutzungsfähigkeit für die Landwirtschaft in ihrer Empfindlichkeit gegenüber Erosion und Verdichtung aufweisen. Auch die Fähigkeit, Schadstoffe zu binden, ist standortspezifisch differenziert zu betrachten. An diesen Unterschieden muß sich die Flächennutzungsplanung orientieren, um den Anforderungen des Umwelt- und Bodenschutzes gerecht zu werden. Diese Art Bewertung der Böden betrachtet einzelne Funktionen (z.B. Bindungsfähigkeit für Schwermetalle) bzw. die Empfindlichkeit der Böden gegenüber verschiedenen Einflüssen (wie z.B. Erosion).

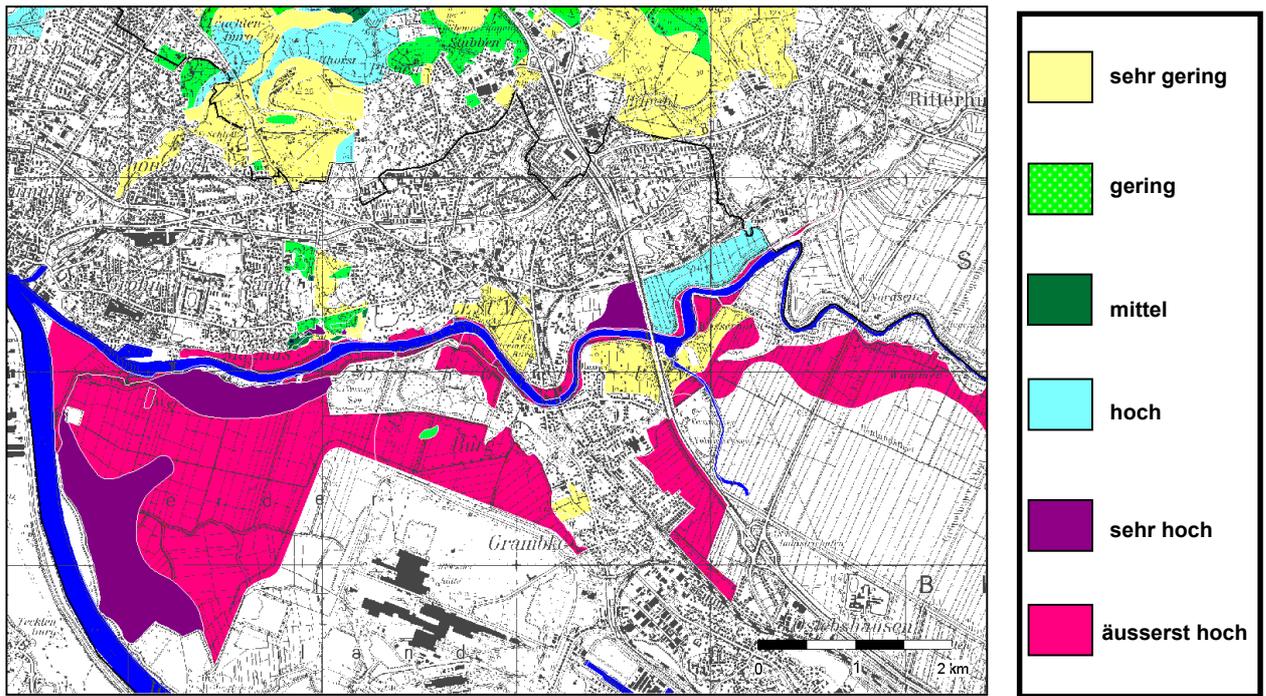
Eine weiterer Schritt ist die zusammenfassende Bewertung der Bodenfunktionen, die eine Aussage hinsichtlich der Schutzwürdigkeit insgesamt zulassen. Bisher wurde eine Funktionsbewertung der Böden lediglich für wenige Meßpunkte durchgeführt. Es ist allerdings geplant, die gesamten Daten des Bodenmeßprogramms auch in dieser Form zu bewerten.



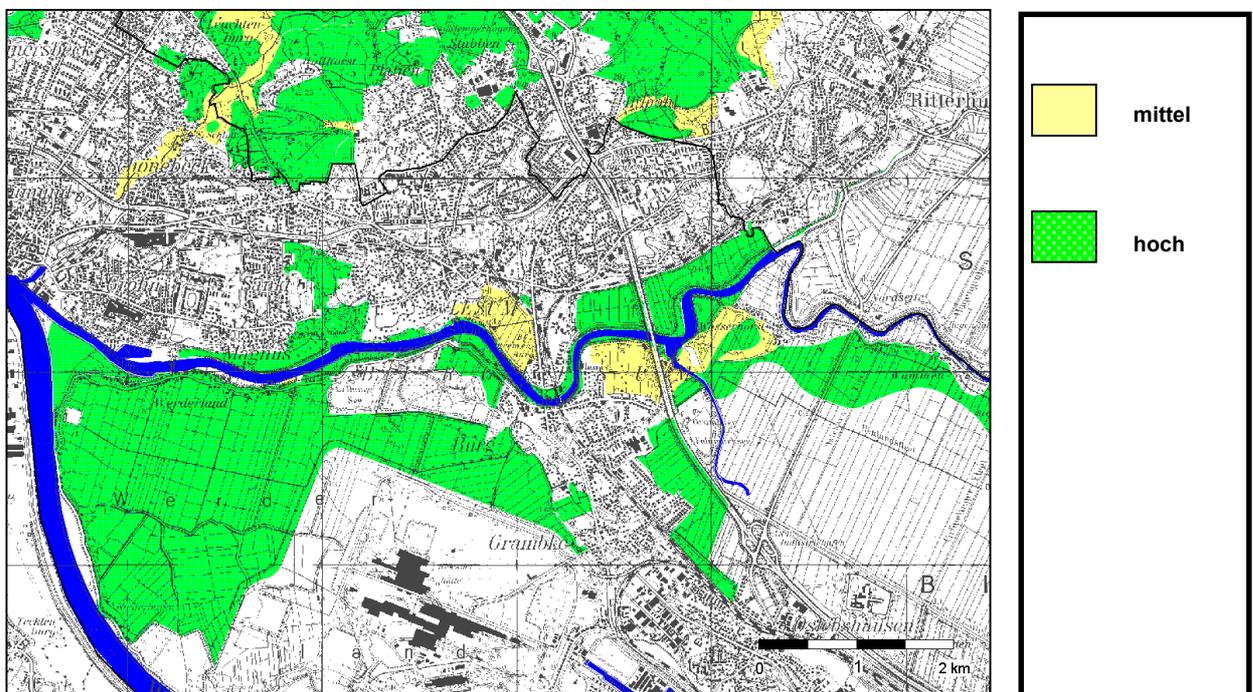
Karte 25: Beurteilung des natürlichen Produktionspotentials der Böden



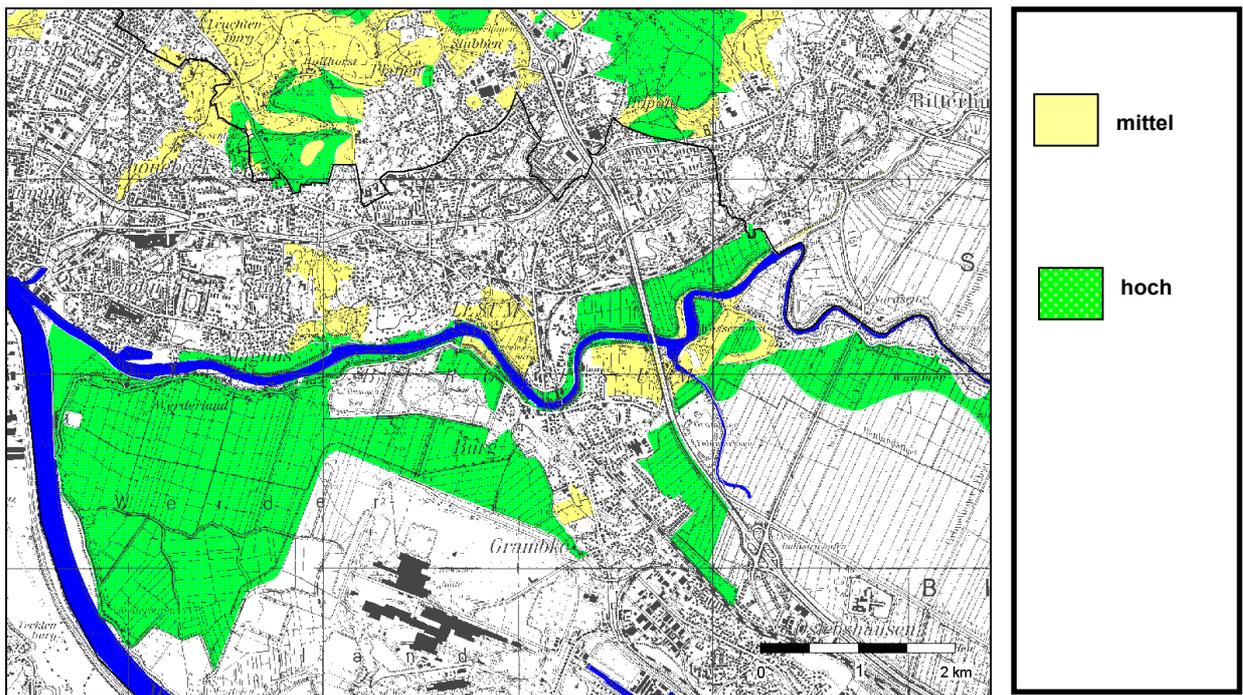
Karte 26: Empfindlichkeit der Böden gegenüber Winderosion



Karte 27: Verdichtungsempfindlichkeit der Böden



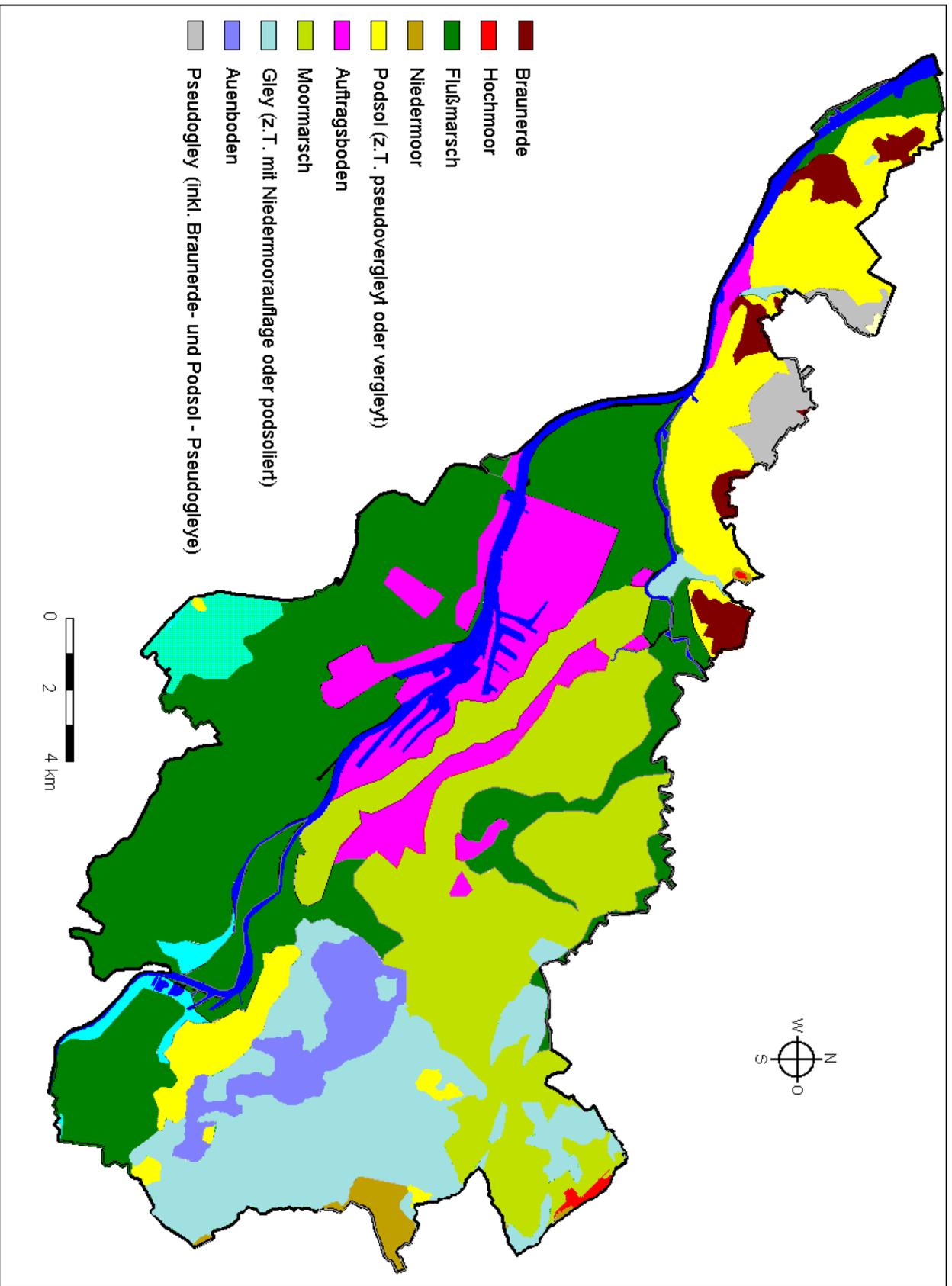
Karte 28: Bindungsstärke des Oberbodens gegenüber eingetragenen Schwermetallen (Cadmium) bei Grünlandnutzung



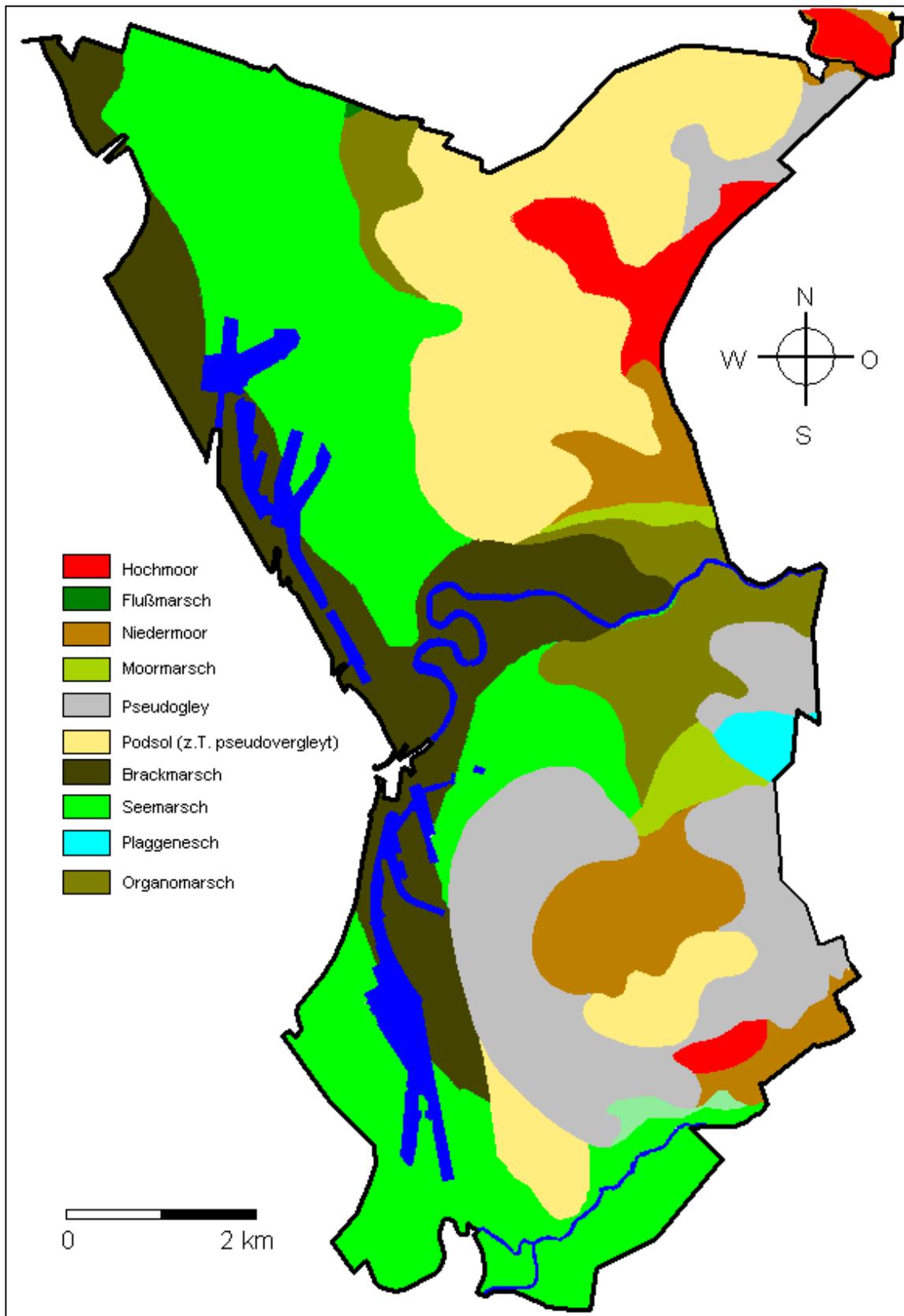
Karte 29: Bindungsstärke des Oberbodens gegenüber eingetragenen Schwermetallen (Cadmium) bei Ackernutzung

Anhang 2

**Übersichtskarten der Bodentypen Bremens und Erläuterung
und bodenkundlicher Fachausdrücke**



Übersichtskarte der Bodentypen Bremens



Übersichtskarte der Bodentypen Bremerhavens

Bodentypen (Horizontfolgen zum Teil vereinfacht)

Marschen

Seemarsch (MSn):

Grundwasserbeeinflusste Böden aus marinen bis brackisch marinen, carbonatreichen Sedimenten des Tidebereichs mit gut entwickeltem, durchlässigem Bodengefüge. Im allgemeinen gut durchlüftete Standorte mit guter Nährstoffversorgung.

Typische Horizontfolge: Ah-Go-zGr.

Unentwickelte Seemarsch (MSp):

Subtyp der Seemarsch; sehr junge, carbonat- und salzreiche, noch nicht vollständig entwässerte, durch Salzwasser überflutete Vorlandböden mit erst beginnender Boden- und Gefügeentwicklung.

Typische Horizontfolge: zGoAh-zGo-zGr.

Unreife Seemarsch (MSr):

Subtyp der Seemarsch; junge, weitgehend entsalzene Böden mit ähnlichen Eigenschaften, aber mit noch nicht abgeschlossener Gefügeentwicklung und unzureichender Durchlüftung.

Typische Horizontfolge: GoAh-(z)Go-zGr.

Flußmarsch (MF):

Grundwasserbeeinflusste Böden aus perimarinem, tonigen zum Teil staunassen Sedimenten des Tideeinflußbereichs, häufig mit verdichteten, begrabenen Bodenbildungshorizonten (Dwog). Unterschiedlich vernäßt, mit meist guter Nährstoffversorgung.

Typische Horizontfolge: Ah(Sw)-(Sd)Go-Gr-(Hr).

Unreife Flußmarsch (MFr):

Subtyp der Flußmarsch mit vergleichbarer Pedogenese und ähnlichen Eigenschaften; charakteristisch sind die mangelhafte Durchlüftung und Gefügeentwicklung infolge ständig hoher oder bis in den Oberboden reichender Grundwasserstände. Gelegentlich überflutet.

Typische Horizontfolge: GoAh-Gro-Gr.

Brackmarsch (Knickbrackmarsch) (MB):

staunasse, grundwasserbeeinflusste Böden aus carbonatfreien, örtlich carbonathaltigen, relativ dicht gelagerten brackischen, schluffigtonigen Sedimenten des Tideeinflußbereichs. Unterschiedlich vernähte Standorte mit meist guter Nährstoffversorgung.

Typische Horizontfolge: SwAh-(bSw)-bSd-(Go)-Gr.

Unentwickelte Brackmarsch (MBp):

Subtyp der Brackmarsch mit ähnlichen Eigenschaften; gelegentlich aber noch von Brackwasser überflutete Standorte (i. a. Vorlandböden), noch nicht vollständig entsalzen und entwässert, mit beginnender oder noch gehemmter Gefügeentwicklung.

Typische Horizontfolge: GoAh-(zGor)-zGr.

Unreife Brackmarsch (MBr):

Subtyp der Brackmarsch; weitgehend entsalzene Böden, schlecht durchlüftet und mit noch nicht abgeschlossener Gefügeentwicklung.

Typische Horizontfolge: GoAh-Sd(z)Go-zGr.

Knickige Brackmarsch (MBs):

Subtyp der Brackmarsch und mit dieser vergesellschaftet; stark bis sehr stark staunasse, dichte, mäßig durchlüftete Böden mit schlechter Gefügeentwicklung und geringer Durchlässigkeit.

Typische Horizontfolge: SwAh-(bSw)-bSq2-(Go)-Gr.

Organomarsch (MOn):

Meist anmoorige und zum Teil extrem saure, grundwassernahe, schlecht durchlüftete Böden, die stärker mit organischen Bestandteilen durchsetzt sind. Stark vernäßte, hoch durchlässige, meist nährstoffarme Standorte geringer Trittfestigkeit.

Typische Horizontfolge: GoAh-Ghor-(H)-G(h)r.

Moormarsch (H-Mo):

Meist tonige, deutlich abgesetzte, geringmächtige (24 dm) Marschböden auf Moor.

Typische Horizontfolge: GoAh-Go-Gr-IIHr.

Moore

Niedermoore (HN):

Aus Niedermoortorfen entstandene, grundwasserbeeinflusste Böden über Mineralböden.

Typische Horizontfolge: Hh-Ho-Hr.

Hochmoore (HH):

Aus Hochmoortorfen entstandene Böden; weiche, durchtrittige, sehr nährstoffarme Standorte.

Typische Horizontfolge: Hh-Ho-Hr.

Auenböden**Auengley (AG):**

Gleyähnlicher Boden in Auenlage.

Typische Horizontfolge: Ah-Go-Gr.

Auenpseudogley (AS):

Pseudogleyähnlicher Boden in Auenlage (siehe auch Pseudogley).

Typische Horizontfolge: Ah-Sw-Sd-G.

(Brauner) Auenboden (A):

In Talauen, aus fluviatilen Sedimenten (meist erodiertes Bodenmaterial) entstandene, tiefhumose Böden. Gut durchlüftete, nährstoffreiche Standorte, mit teilweise stark schwankenden Grundwasserspiegel; zum Teil im Überflutungsbereich gelegen.

Typische Horizontfolge: Ah-M(-)IIG.

Gleye und Pseudogleye:**Gley (G):**

Nachhaltig vom Grundwasser beeinflusste, wasserdurchlässige Mineralböden mit meist rostfleckigem Durchlüftungshorizont (Grundwasserschwankungsbereich, Go) über ständig von Grundwasser erfülltem, meist reduzierten Horizont (Gr).

Typische Horizontfolge: Ah-Go-Gr.

Pseudogleye (S):

Staunäseböden mit zeitweisem Luftmangel durch freies Wasser im wasserleitenden Horizont (Sw) über dichtem, wasserstauenden Horizont (Sd). Im Oberboden Wechsel zwischen unterschiedlich langer Stauwasservernässung und Austrocknung.

Typische Horizontfolge: Ah-Sw-Sd.

Böden der trockenen Standorte

Podsole (P):

Böden aus sandigem Ausgangsgestein, durch Auswaschung im Oberboden stark verarmt und versauert, im Unterboden Anreicherung der ausgewaschenen Humusstoffe sowie von Eisen und Aluminiumoxiden als Orterde oder Ortstein. Nährstoffarme Standorte.

Typische Horizontfolge: Ah-Ae-Bh-Bs-Cv.

Braunerde (B):

Durch Verwitterung braun gefärbte, gut durchlüftete, durchlässige Böden. Relativ günstige Standorte unterschiedlicher Nährstoffversorgung.

Typische Horizontfolge: Ah-Bv-C.

Ranker (Rn):

Der Ranker ist in der Regel ein flachgründiger Boden, deren humoser A-Horizont unter 5 cm mächtig ist. Der A-Horizont liegt dabei einem skelettreichen Unterboden auf. Landwirtschaftliche Standorte auf Ranker werden wegen geringer Nährstoffversorgung hauptsächlich als Forste bzw. Grünland genutzt.

Typische Horizontfolge: Ah-Bs-Cs.

Anthropogene Böden

Plaggenesch (E):

Mineralboden aus langandauernder Plaggenwirtschaft. Meist stark saurer Boden mit z.T. schwachen Podsolierungserscheinungen im E-Horizont. Böden mittleren Ertragspotentials, mittleres Wasser- und Nährstoffspeichervermögen, geringe bis mittlere Pufferkapazität, gute Durchlüftung und Wasserdurchlässigkeit, weniger verdichtungsempfindlich, mittlere Auswaschungsgefährdung.

Typische Horizontfolge: Ah-Ap+E.

Auftragsboden (YY):

(hier: Gley-Plaggenesch, überdeckt von Auftragsboden)

Auftragsboden aus natürlichen- oder technogenen Auftragsmaterial. Anthropogen veränderter Boden mit mittlerem Wasser- und Nährstoffspeichervermögen und geringer Verdichtungsempfindlichkeit. Gute Bodendurchlüftung und -erwärmung. Mittleres bis geringes Pufferungsvermögen mit einer geringen Auswaschungsgefährdung.

Typische Horizontfolge: YAh-fAp-E-rGo.

Hortisol YO:

Der Hortisol ist ein tiefhumoser Gartenboden unter intensiver Bearbeitung. Eine Anreicherung von Humus und Nährstoffen hat stattgefunden, wobei das Grundwasser abgesenkt wurde.

Der Hortisol ist ein anthropogen veränderter Boden mit mittlerem bis geringem Wasser- und Nährstoffspeichervermögen und geringer Verdichtungsempfindlichkeit bei gleichzeitig guter Durchlüftung und Erwärmung. Das Puffervermögen ist mittel bis gering. Eine mittlere bis starke Auswaschungsgefährdung ist festzustellen.

Typische Horizontfolge: RAp-RAh.

Umbruchboden YU:

(hier: Tiefumbruchboden aus Hochmoortorf über fluvialem Sand)

Der Umbruchboden ist ein anthropogen veränderter Boden, der als Ackerbaustandort ein mittleres Ertragspotential aufweist. Eine gute Durchlüftung und Dränung in den Sandbalken, ein hohes Wasserspeichervermögen in den Torfbalken, ein geringes bis mittleres Nährstoffspeichervermögen, eine Auswaschungsgefährdung gegenüber Nähr- und Schadstoffen und eine Gefährdung gegenüber Winderosion charakterisieren diesen Boden.

Typische Horizontfolge: Ap-R-rGo.

Übergangsbodentypen

Böden mit Merkmalen und Eigenschaften von zwei Bodentypen sind mit den Namen beider Bodentypen gekennzeichnet. Die Eigenschaften des jeweils letztgenannten Bodentyps überwiegen. Gleiches gilt für die Horizontbezeichnungen von Übergangshorizonten.

Beispiel:

Gley-Podsol (G-P): Podsol mit Grundwassereinfluß im Unterboden.

Moor-Gley (H-G): Gley mit geringmächtiger Torfdecke (< 2 dm).

Moormarsch (H-Mo): Organomarsch über Niedermoor

Horizontbezeichnungen

Ah	humoser Oberbodenhorizont
Ae	sauergebleichter Oberbodenhorizont beim Podsol
Ap	gepflügter Oberbodenhorizont
Bv	durch Verwitterung und Verlehmung verbrauchter und deshalb relativ nährstoffreicher B-Horizont der Braunerden, gut durchlüftet
Bh	durch Einwaschung mit Humusstoffen angereichert
Bs	mit Sesquioxiden durch Umlagerung angereichert
Cv	schwach verwitterter C-Horizont (Ausgangssubstrat)
E	Mineralbodenhorizont aus aufgetragenem Plaggen- oder Kompostmaterial entstanden
Sq (bSq)	solonetzartiger S-Horizont der Brackmarschen
bSq2	solonetzartiger S-Horizont der Brackmarschen, schwach entwickelt
bSw	Stauwasserleitender Horizont der Brackmarschen mit mittlerer bis hoher Wasserdurchlässigkeit, zeitweilig von gestautem Niederschlagswasser erfüllt und dann schlecht durchlüftet
bSd	wasserstauender Horizont der Brackmarschen, dicht gelagert, durchlüftet
Go	Oxidationshorizont der Gleye und Marschen, Grundwasserschwankungsbereich zwischen Grundwasserhoch und -niedrigständen
Gor	wie Gr jedoch teilweise oxidiert
Ghor	wie Gor mit Anreicherung an Humusstoffen
zGo	mit Salz angereicherter Go-Horizont der Seemarschen.
Gr	Reduktionshorizont der Gleye und Marschen, ständig grundwassererfüllt
Gro	wie Go jedoch teilweise reduziert
zGr	mit Salz angereicherter Gr-Horizont der See- und Brackmarschen
Hh	organischer Horizont mit mehr als 30% Torf
Ho	oxidationshorizont der Moorböden, Grundwasserschwankungsbereich zwischen Grundwasserhoch und -niedrigständen
Hr	Reduktionshorizont der Moorböden, ständig grundwassererfüllt
M	diagnostischer Mineralbodenhorizont des Kolluviums, Äoliums und des Braunen Auenbodens. Gut durchlüftet, schwach humos
Sw	Stauwasserleitender Horizont der Pseudogleye mit mittlerer bis hoher Wasserdurchlässigkeit, zeitweilig von gestautem Niederschlagswasser erfüllt und dann schlecht durchlüftet
Sd	wasserstauender Horizont der Pseudogleye, dicht gelagert, schlecht durchlüftet
Y	durch Fremdmaterialeintrag anthropogen veränderter Bodenhorizont