



UFZ-Bericht

UFZ-Bericht • UFZ-Bericht • UFZ-Bericht • UFZ-Bericht

Umweltforschungszentrum Leipzig-Halle GmbH

Nr. 8/1996

Hallesche Kleingärten

**Nutzung und Schadstoffbelastung als
Funktion der sozioökonomischen
Stadtstruktur und physisch-geographischer
Besonderheiten**

Iris Breuste, Jürgen Breuste,
Karamba Diaby, Manfred Frühauf,
Martin Sauerwein und Michael Zierdt

Martin-Luther-Universität Halle-
Wittenberg
Lehrstuhl für Geoökologie des Institutes
für Geographie

Das diesem Bericht zugrundeliegende Forschungs-
vorhaben wurde mit Mitteln des UFZ-Umwelt-
forschungszentrums Leipzig-Halle GmbH gefördert.

Abschlußbericht zum Forschungsprojekt

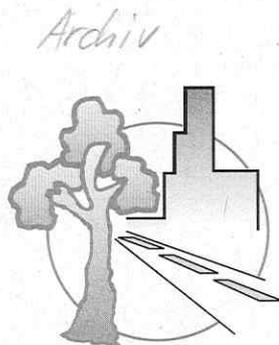
Hallesche Kleingärten

Nutzung und Schadstoffbelastung als Funktion
der sozioökonomischen Stadtstruktur
und physisch-geographischer Besonderheiten

Iris Breuste, Jürgen Breuste, Karamba Diaby,
Manfred Frühauf, Martin Sauerwein, Michael Zierdt

Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg
Lehrstuhl für Geoökologie des Institutes für Geographie

Projektleitung: Manfred Frühauf



Projektbereich Urbane Landschaften

Das diesem Bericht zugrundeliegende Forschungsvorhaben wurde mit Mitteln des
Umweltforschungszentrum Leipzig-Halle-GmbH gefördert.
Die Verantwortung für den Inhalt dieser Veröffentlichung liegt bei den Autoren.

Umweltforschungszentrum GmbH
Bibliothek
Permoserstraße 15
04318 Leipzig

96-1038

Hallesche Kleingärten

Nutzung und Schadstoffbelastung als Funktion der sozioökonomischen Stadtstruktur und physisch-geographischer Besonderheiten

INHALT

		Seite
Breuste, Jürgen	Zur Entwicklungsgeschichte der Kleingärten	3
Frühauf, Manfred; Diaby, Karamba; Sauerwein, Martin; Zierdt, Michael	Geoökologische Charakterisierung Hallescher Kleingärten	7
Breuste, Iris	Sozialgeographische Untersuchungen zur Kleingartennutzung in Halle (Saale)	155
Anlagen		227

VORWORT

Kleingärten haben im Stadtbild vieler Städte einen festen Platz. Sie sind keineswegs nur eine alt-hergebrachte Form der städtischen Grünflächen, die angesichts gewandelter Lebensweisen heute keine Zukunft mehr hat. Richtig ist, daß es historisch und regional bedingte Unterschiede der Entwicklung von Kleingärten in Deutschland gibt. In vielen Städten, besonders in Nord- und Mitteleuropa, entstanden Kleingärten in besonders großer Zahl zwischen den beiden Weltkriegen und prägen noch heute die Grünstruktur der Städte. In früher industriell geprägten Großstädten wie Halle und Leipzig nehmen sie heute genauso viel Fläche ein, wie alle übrigen städtischen Grünflächen zusammen (ausgenommen die Stadtwälder). Allein in den Neuen Bundesländern gibt es eine halbe Million Kleingärtner, von denen 13.000 in Halle leben. Zusammen mit ihren Familien ist das ein nicht unerheblicher Bevölkerungsteil. Das Interesse eines beträchtlichen Teils der Stadtbevölkerung am Kleingarten ist ungebrochen, trotz Strukturwandlungsprozessen wie sie sich im Osten Deutschlands seit 1990 vollziehen. Zum "Tag des Gartens" erweisen sogar Ministerpräsidenten wie 1994 in Halle (Sachsen-Anhalt) den Kleingärtnern ihre Referenz (WESTPHAL 1994).

Viele ältere Kleingartenanlagen liegen heute mitten im Stadtgebiet und gehören zum Stadtviertel wie andere Einrichtungen auch. Gegenwärtig findet jedoch gerade hier ein Verdrängungsprozeß statt. Politiker und Planer versuchen diese attraktiven Innenstadtflächen künftig für Bebauungen zu nutzen. Die Flächennutzungsplanungen in Halle und Leipzig zielen deutlich auf eine Verringerung der innerstädtischen Kleingartenflächen und einen "Ausgleich" am Stadtrand. Dies entspricht jedoch keineswegs der integrierenden und wohngebietsstabilisierenden Funktion der Kleingartenanlagen, die besonders bei dichter Bebauung über keine anderen nahe gelegenen Grünflächen verfügen können. Der weiteren Entgrünung der Wohngebiete treten Halles Kleingärtner entgegen. Sie wehren sich gegen die vorgesehene Ausweisung von 14 Kleingartenanlagen als Bauland (BUSMANN REAGIERTE... 1995).

Es scheint durchaus notwendig, die Bedeutung von Kleingärten in Städten nochmals hervorzuheben. Als Teil des Grünsystems der großen Städte sorgen sie u.a. für Staubminderung, Luftaustausch, Temperaturlausgleich, Erhöhung der Luftfeuchte und Lärmschutz. Durch ihre Heterogenität, kleinteilige und abwechslungsreiche Strukturierung, mit Hecken und unterschiedlichsten Anpflanzungen bieten sie einer großen Anzahl von Tierarten Schutz und Unterschlupf, wie sie in den an Tier- und Pflanzenarten nicht gerade reichen Parks fehlen. Kleingärtner sind wertvolle Elemente im Stadtökosystem. Durch das Bearbeiten und Bepflanzen des Bodens fördern sie seine Konsistenz und Wasserdurchlässigkeit, wirken staubbündend und lärm-dämpfend.

Kleingärten sind wichtige Erholungsräume in der Stadt, die einer großen Zahl von Stadtbürgern eine andernorts nicht ausgleichbare Form von Erholung bieten. Dies wird noch zu häufig durch die Stadtplanung nicht ausreichend beachtet. Der Aufenthalt im Garten durch die Kleingärtner, ihrer Kinder, Verwandten und Bekannten mindert den Druck auf andere Naherholungsgebiete der

Stadt, deren Frequentierung durch fehlende Kleingärtner nicht zu hoch wird. Dieser sicherlich ungewollte Nebeneffekt des Gartenbesitzes hat ohne Zweifel eine große Bedeutung, wenn man davon ausgeht, wieviel Städter einen Kleingarten besitzen bzw. nutzen können. Außerdem tragen Kleingärtner durch vielfältige Bewirtschaftung des Garten zu einer abwechslungsreichen Stadt- und Landschaftsgestaltung und zu lebenswerten Städten bei.

Der Projektbereich Urbane Landschaften des UFZ-Umweltforschungszentrums Leipzig-Halle hat bereits im Gründungsjahr 1992 das Thema der Kleingärten als wichtige Stadtstrukturräume aufgegriffen. An das Geographische Institut der Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg wurde dazu ein Forschungsauftrag (1992 - 1995) vergeben. Angesichts umfangreicher und langwirkender Umweltschäden aus DDR-Zeit sollten Fragen der Boden- und Pflanzenbelastung dabei ebenso geklärt werden wie die soziale Bedeutung der Kleingärten. Damit war beabsichtigt, die Perspektive der Kleingärten aus ökologischer und sozialer Sicht sicherer beurteilen zu können. Die Untersuchungen wurden beispielhaft in der Stadt Halle durchgeführt und sind Teil eines umfangreichen Forschungsverbundes zur Stadtökologie im Raum Leipzig-Halle, der durch den Projektbereich Urbane Landschaften am UFZ mit Forschungskapazitäten des UFZ und der Universitäten Halle und Leipzig aufgebaut wurde. Mit der vorliegenden Arbeit konnte ein wichtiger Beitrag zur stadtökologischen Forschung im humanökologischen Sinne und außerdem ein Beitrag zur ökologischen Regionalentwicklung im Verdichtungsraum Halle-Leipzig geleistet werden, wofür den Mitarbeitern herzlich Dank zu sagen ist.

Prof. Dr. Jürgen Breuste
Projektbereichsleiter Urbane Landschaften,
UFZ-Umweltforschungszentrum Leipzig-Halle
Universität Leipzig, Institut f. Geographie

BUSMANN REAGIERTE AUF KLEINGÄRTNER-BESCHWERDEN: ZAHLREICHEN GARTENSPARTEN
DROHT LANGFRISTIG DAS AUS. - In: Hallesches Tageblatt v. 16.12.1995, S. 14

WESTPHAL, H. 1994: Das "Vierblättrige" war ein gutes Omen: Stimmungsvolles Fest zum Tag
des Gartens in Halle. - In: Hallesches Tageblatt v. 6.6.1994, S. 9

ZUR ENTWICKLUNGSGESCHICHTE DER KLEINGÄRTEN

Jürgen Breuste

Seit der Gründung der ersten Klein- und Schrebergärten im Stadtbereich waren in den verschiedensten Zeitabschnitten der weiteren Entwicklung des Kleingartenwesens sehr unterschiedliche ideelle und wirtschaftliche Motive von vorrangiger Bedeutung. Im Mittelalter ursprünglich aus den Bauerngärten hervorgegangene Bürgergärten wurden aus Platzmangel vor der Stadtmauer angelegt. Sie zeichneten sich zunehmend durch eine Fülle neuer Pflanzenarten aus und ebenso durch neu entstehende Aufgaben im Bereich der Erholung und Repräsentation. Hier lag der Ursprung für weitere nachfolgende Entwicklungen wie Renaissance- und Barockgärten als Repräsentationen der Macht, Landschaftsgärten, Parklandschaften, Volksparks und den unmittelbaren Vorläufern der heutigen Kleingärten, den sogenannten Armengärten, Schrebergärten und Laubenkolonien des 19. Jahrhunderts. Für Kleingärten waren im Verlauf ihrer Entwicklung entsprechend der geschichtlichen Situation unterschiedlichste Motive vorrangig von Bedeutung. In Krisenzeiten waren es immer ernährungswirtschaftliche Aspekte, in Zeiten der Stabilität insbesondere ideelle Motive, die die Kleingärtner bewegten.

"Kleingärten sind wichtige Bestandteile der Stadt. Sie sind die letzten Verbindungen des Städters zum Lande, woher der größte Teil der heutigen Stadtbewohner einmal gekommen ist. Der Kleingartenverein ist ein wichtiger kultureller Faktor, er ist Ort des Lernens, der Erholung und der Begegnung. Kleingartenkolonien in der Stadt sind Grünräume, welche die bebauten Räume erst bewohnbar machen" (SCHILLER-BÜTOW 1976, S. 1).

Der Kleingarten und das Kleingarten-Vereinswesen gehört zur Industriegesellschaft, ist aus ihr und mit ihr gewachsen. Gleichzeitig ist es ein Teil des vorindustriellen Landlebens, das sich bis in unsere Zeit erhalten hat. Viele seiner Akzente haben sich im Laufe der Entwicklung gewandelt, sein Kern, der selbstgestaltende Umgang mit der Natur ist geblieben und im modernen Stadtleben heute so aktuell wie früher. Unter dem Gesichtspunkt der ökologisch orientierten Stadtentwicklung, der Gesunderhaltung des Menschen, der Freizeitgestaltung und der Stadtentwicklung besonders der Großstädte der Verdichtungsräume hat das Kleingartenwesen auch am Ende des 20. Jahrhunderts eine große Bedeutung.

Armenhilfe und Naturpädagogik waren im 19. Jahrhundert die Wurzeln der Kleingartenbewegung in Deutschland und in anderen europäischen Ländern. Das Kleingartenwesen ist zwar weltweit verbreitet, ist jedoch kaum irgendwo sonst auf der Welt so entwickelt wie in Deutschland. Es hat mehrere Wurzeln und ist nicht allein auf "Schrebergartenbewegung" zurückzuführen.

Der erste Kleingartenverein entstand im Jahre 1814 durch Verpachtung eines Stück Pastoratslands durch den Kappeler Pastor H. F. Chr. Schröder an 24 Pächter zum Zweck der Gartennutzung.

Generell lassen sich in Deutschland mehrere Quellen der Kleingartenbewegung benennen:

1. Armengärten - Linderung der Not und Erziehung

Die Armengärten sind unmittelbare Vorläufer der heutigen Kleingärten. Um 1830 entstanden die ersten Armengärten in Deutschland. Als Motive ihrer Entstehung können moralisch-sittliche Haltungen in bürgerlichen und aristokratischen Kreisen gelten, die auf die "Hebung der sittlichen Kräfte Armer und Arbeitsscheuer" orientierten. Der hessische Landgraf Carl stellte 1830 dem Magistrat von Kiel Geld für die Anlage von Armengärten zur Verfügung. Er griff damit ein bereits 1819 in England erlassenes Gesetz zum behördlichen Landerwerb und zur Weiterverpachtung an Erwerbslose auf, denen damit eine Möglichkeit der Selbsthilfe gegeben werden sollte. Außer in Kiel entstanden in Flensburg, Königsberg, Frankfurt a. M. und Leipzig nach 1830 Armengärten. Die Armengärten waren rechtlich nicht geschützt und wurden nach und nach wieder aufgekauft und für industrielle und bauliche Zwecke genutzt. Sie bestanden nur einige Jahrzehnte.

2. Gärten der Lebensreformbewegung - Erziehung durch Gartenarbeit und Natur

Der Erziehung mit Hilfe der gärtnerischen Arbeit hatte sich auch die Lebensreformbewegung verschrieben. Die Industrialisierung und das Städtewachstum hatten um die Mitte des 19. Jahrhunderts zu sozialen Mißständen, Alkoholismus und Verwahrlosung geführt. Die Lebensreformer erhofften sich eine Verbesserung der städtischen Lebensbedingungen durch Rückbesinnung auf einfache, naturbezogene Lebensweisen. Dazu propagierten sie die Gründung von Bodengesellschaften, Frauen- und Naturschutzvereinen und Gartenkolonien. Gartenkolonien sollten vereinsmäßig organisiert werden und mit Spielplätzen, Licht- und Luftbädern sowie Liegehallen ausgestattet werden (KATSCH 1994).

3. Schrebergärten - Naturkontakt, Bildung und Gesundheitsförderung

Auf Initiative des Bürgerschuldirektors Dr. Ernst Innocenz Hauschild (1808 - 1866) beschlossen 1864 die Eltern seiner Schüler einen Verein zur Propagierung von Erziehungsfragen zu gründen, dazu eine Bibliothek aufzubauen und von der Stadt Leipzig Land für einen Spiel- und Tummelplatz für Kinder zu erwerben. In Erinnerung und Würdigung des drei Jahre zuvor verstorbenen Leipziger Arztes Dr. Daniel Gottlob Moritz Schreber (1808 - 1861), der sich bereits in diesem Sinne ausgesprochen hatte, wurde der Verein "Schreberverein" genannt. 1865 wurde von Hauschild ein Spielplatz auf einem städtischen Pachtgelände am Johannapark als "Schreberplatz" eingeweiht. Drei Jahre später ließ der Lehrer Karl Gesell um diesen Spielplatz herum "Kinderbeete" anlegen, die bald schon zu "Familienbeeten" wurden. Eine Einzäunung vor Dieben und kleine Hütten als Wetterschutz wurden bald darauf nötig. 1869 wurden die ersten Gartenordnungen erlassen. Dies wird teilweise als Geburtsjahr des Kleingartenwesens angegeben. 1876 zog der Schreberverein auf Veranlassung der Stadt, die das ursprüngliche Gelände bebauen wollte, auf einen neuen Platz auf die Fleischerwiesen an der alten Elster. Diese Anlage besteht heute noch. Erst 10 Jahre nach Gründung des ersten Schrebervereins entstand in der Leipziger Südvorstadt ein zweiter Verein. Im letzten Viertel des 19. Jahrhunderts entstanden allein in Leipzig in rascher Folge immer neue Schreber- und Naturheilvereine. Im Jahre 1900 zählte man bereits 119 Vereine mit 7741 Gärten.

4. Gärten der Gründerzeit - Laubenkolonien als Wohnersatzformen

Die Industrialisierung mit ihrem gewaltigen Bedarf an Arbeitskräften bewirkte einen starken Zustrom von Landbevölkerung in die großen Städte. Berlin als Reichshauptstadt wuchs allein zwischen 1880 und 1900 von 750.000 auf 1.900.000 Einwohner. Obdachlosigkeit und unzureichende Lebensbedingungen in den Mietskasernenvierteln ließen, verbunden mit ländlicher Tradition, den Wunsch erwachsen, sich durch den Anbau von Obst und Gemüse für den Eigenbedarf die eigenen Lebensbedingungen zu verbessern oder den fehlenden Wohnraum zu ersetzen. In den 90er Jahren des vergangenen Jahrhunderts hatten sich auf unbebauten Flächen im Stadtgebiet bereits 45.000 Laubenkolonisten ("Laubenpieper"), oft unter unzureichenden hygienischen Bedingungen als Pächter niedergelassen und begründeten eine bedeutende Berliner Gartentradition. In den "wilden Kleingärten" lebten um die Jahrhundertwende in Berlin ständig etwa 40.000 Laubenkolonisten als Wohnungsersatz.

5. Rot-Kreuz-Gärten

Geheimrat Alwin Bielefeldt, Vorsitzender der Landesversicherungsanstalten der Hansestädte, engagierte sich um die Jahrhundertwende unter der Schirmherrschaft des Roten Kreuzes für die Einrichtung von Arbeitergärten. Sie sollten "zur Bekämpfung der Tuberkulose, zur Kräftigung kranker und invalider Personen und zur Erhöhung des Wertes oft nicht ausreichender Unfall-, Alters- und Invalidenrenten dienen". Unterabteilungen des Roten Kreuzes errichteten 1901 (Vaterländischer Frauenverein) und 1905 (Volksheilstättenverein) angesichts der Massenarmut nach französischem Vorbild "Arbeitergärten" zur Unterstützung von kinderreichen Familien, Kriegsbeschädigten und Armen. Die Kolonien hatten Spielplätze, Unterkunftsräume, Trinkhallen, Einkaufsgenossenschaften und Büchereien.

6. Belegschaftsgärten der Großbetriebe (Eisenbahn, der Bergwerksgesellschaften und große Industrieunternehmen) - Soziale Leistungen und unternehmerische Förderung von Naturkontakt

Große Industriebetriebe und Einrichtungen stellten ihren Angestellten als Bestandteil der sozialen Leistungen Land zur kleingärtnerischen Nutzung zur Verfügung. Dies stieß auf breites Interesse. So entstanden Kleingärtnervereine der Reichsbahn, der Postangestellten, der Bergknappen u.a. Besonders die Eisenbahnvereine hatten überregionale Bedeutung (1909: 761 Vereine).

Ziel der meisten Bestrebungen zur Entwicklung der Kleingartenbewegung war die Verbesserung der unzureichenden Lebensverhältnisse der Arbeiterklasse durch Selbstversorgung mit Lebensmitteln und durch Aufenthalt in der Natur. Spezielle Zielgruppe waren die Kinder, deren man mit Gartenarbeit eine körperliche und geistige Förderung zuteil werden lassen wollte. Die Forderung nach Familiengärten, Kleinkinderspielplätzen, Kindergärten und Abendstätten für die Jugend wurde von bürgerlichen Reformern und Pädagogen wie Adelheid Gräfin zu Dohna-Polinska 1874 in ihrem Buch "Die Großstädte in ihrer Wohnungsnot und Grundlagen einer durchgreifenden Abhilfe" (unter Pseudonym veröffentlicht) erhoben und vom Städtebau aufgegriffen. Reinhard

Baumeister, Professor für Ingenieurwissenschaften am Polytechnikum und später an der Technischen Hochschule Karlsruhe, veröffentlichte 1876 das erste städtebauliche Lehrbuch, in dem die Forderung nach Kleingärten, Familienlauben, Feierabendstätten und Kinderspielplätzen deutlich erhoben wurde. Diese Idee ging 20 Jahre später in die Vorstellungen von der "Stadt der Zukunft" von Theodor Fritsch (1896) und in Ebenezer Howards Gartenstadtidee ein.

1909 erfolgte die Gründung des "Zentralverbandes deutscher Arbeiter- und Schrebergärten" (922 Vereine). Der Vorsitzende des Zentralverbandes bekräftigte 1912:

"Der Kleingarten ist ein ebenso wertvolles wie einfaches und wenig kostspieliges Mittel zur Förderung der Familie in wirtschaftlicher, gesundheitlicher und erzieherischer Hinsicht." (KATSCH 1994)

Bis in die zwanziger Jahre hinein entwickelten sich Kleingartenanlagen hauptsächlich in Sachsen, Thüringen, Sachsen-Anhalt, Berlin und in Großstädten Norddeutschlands. Erst durch die Nahrungsmittelverknappung des 1. Weltkrieges verbreiteten sich die Kleingärten auch im Westen Deutschlands (KOLLER 1988). In den Kriegsjahren dienten die Kleingärten der zusätzlichen Nahrungsmittelversorgung der Bevölkerung.

Mit dem Erlaß der Kleingarten- und Kleinpachtlandordnung (KGO) 1919 als Reichsgesetz erhielten die Gemeinden bodenrechtliche Handhaben (Kündigungsschutz, Schutz gegen Spekulation, Zwangspacht) und die Aufgabe zur Einrichtung von Dauerkleingartenanlagen. Dies war der Beginn der "*gesellschaftlichen Institutionalisierung des Kleingartenwesens*" (KOLLER 1988).

1921 wurde in Bremen der Reichsverband der Kleingartenvereine Deutschlands als organisatorischer Rahmen des Kleingartenwesens gegründet. Von 100.000 Kleingärtnern im Gründungsjahr wuchs der Verband rasch bis 1926 auf 389.000 Mitglieder an. Von da an erfolgten jährliche Zuwächse um 10.000 Personen bis 1930.

Literatur

KATSCH, G. (1994): Ein "Deutsches Museum der Kleingärtnerbewegung" in Leipzig. Leipzig.

KOLLER, E. (1988): Umwelt-, sozial-, wirtschafts- und freizeitgeographische Aspekte von Schrebergärten in Großstädten, dargestellt am Beispiel Regensburgs. - In: Regensburger Beiträge zur Regionalgeographie und Raumplanung 1.

SCHILLER-BÜTOW, H. (1976): Kleingärten in Städten. Hannover-Berlin.

**GEOÖKOLOGISCHE CHARAKTERISIERUNG
HALLESCHER KLEINGÄRTEN**

Manfred Frühauf, Karamba Diaby, Martin Sauerwein, Michael Zierdt

INHALT

1 Hallesche Kleingartenanlagen - Gegenstand eines geographischen Forschungsprojektes	11
2 Geoökologische Situation - Beschreibung des Untersuchungsgebietes	14
3 Ergebnisse bisheriger Untersuchungen	18
3.1 Gartenspezifische Belastungsformen- und -pfade	18
3.2 Einfluß von Bodenparametern auf den Schwermetalltransfer	21
3.3 Schwermetalle in gärtnerisch genutzten Pflanzen	21
4 Methodologisches Vorgehen	22
4.1 Potentielle Schadstoffpfade	22
4.1.1 Bodenpfad	22
4.1.2 Luftpfad	22
4.2 Auswahl der Kleingartenanlagen	23
4.2.1 Auswahl nach Substrat und Genese	23
4.2.2 Auswahl nach Stadtstrukturtyp und Alter	24
4.3 Untersuchungszeitraum 1992/93	27
4.3.1 Böden 1992	27
4.3.2 Gemüsepflanzen 1993	28
4.3.3 Deposition von Kontrollböden 1993	29
4.3.4 Deposition von Gras 1993	29
4.4 Untersuchungszeitraum 1994	29
4.4.1 Böden 1994	29
4.4.2 Gemüsepflanzen 1994	30
4.5 Aktives Flechtenmonitoring	30
5 Arbeitsmethoden	31
5.1 Geochemische Labormethoden	31
5.1.1 Pedologische Untersuchungen	31
5.1.2 Aufschlußmethoden	32
5.1.3 Aufbereitung der Pflanzenproben	33
5.1.4 Atomspektroskopische Methoden und Arbeitsparameter	34
5.2 Aktives Flechtenmonitoring	35
6 Darstellung der Ergebnisse	37
6.1 Charakterisierung der Kleingartenanlagen	37
6.1.1 KGA-Nr. 1 - "Saaletal"	37
6.1.2 KGA-Nr. 2 - "Habichtsfang"	39
6.1.3 KGA-Nr. 3 - "Paul-Riebeck-Stift"	40
6.1.4 KGA-Nr. 4 - "Dieselstraße"	41
6.1.5 KGA-Nr. 5 - "Osendorfer Hain"	43
6.1.6 KGA-Nr. 6 - "Oppiner Straße"	45
6.1.7 KGA-Nr. 7 - "Küttener Weg"	46
6.1.8 KGA-Nr. 8 - "Kanenaer Weg"	48
6.1.9 KGA-Nr. 9 - "Passendorfer Damm"	49
6.1.10 KGA-Nr. 10 - "Sonne"	51
6.1.11 KGA-Nr. 11 - "Fuchsberg"	52
6.1.12 KGA-Nr. 12 - "Schloß Freimfelde"	53
6.1.13 KGA-Nr. 13 - "Radeweller Straße"	55
6.1.14 KGA-Nr. 14 - "Pauluskirche"	56
6.1.15 KGA-Nr. 15 - "Dörlau"	58

6.2	Untersuchungszeitraum 1992/93	59
6.2.1	Beschreibung der 45 Bodenprofile	62
6.2.2	Boden- "Belastung" 1992	80
6.2.3	Löslichkeitsformen und ökologische Bewertung stadtypischer Schwermetalle	88
6.2.4	Schwermetallgesamtgehalte und pedogene Faktoren	91
6.2.5	Schwermetallgesamtgehalte und gärtnerische Pflegemaßnahmen	91
6.2.6	Schwermetallgesamtgehalte und pflanzenverfügbare Anteile	92
6.2.7	Pflanzenschwermetallbelastung 1993	94
6.2.8	Kontrollboden- / Grasdeposition 1993	110
6.2.9	Synthese der Schwermetallbelastungsmuster und -pfade 1992/93	113
6.3	Untersuchungszeitraum 1994	116
6.3.1	Boden- "Belastung" 1994	116
6.3.2	Pflanzenschwermetallbelastung 1994	120
6.3.3	Bewertung der Belastungsmuster 1994	124
6.4	Vergleich der Untersuchungszeiträume 1992/93 und 1994	125
6.5	Aktives Flechtenmonitoring 1992 bis 1995	128
6.5.1	Winterhalbjahr 1991/92	128
6.5.2	Winterhalbjahr 1992/93	131
6.5.3	Winterhalbjahr 1993/94	135
6.5.4	Winterhalbjahr 1994/95	139
7	Zusammenfassende Thesen und Schlußfolgerungen	143
8	Literatur	144

VERZEICHNIS DER TABELLEN UND ABBILDUNGEN

Tabellen

Tabelle 3.1-1:	Branchentypische Herkunft der untersuchten Schwermetalle	18
Tabelle 3.1-2:	Vorkommen und Eigenschaften der untersuchten Schwermetalle	19
Tabelle 4.2-1:	Stadtstrukturtypen in Halle und ihre ökologische Besonderheiten	25
Tabelle 4.2-2:	„Erwartete“ Substratcharakteristika, Nutzungsnachbarschaft und Gründungszeit der Kleingartenanlagen	25
Tabelle 6.2-1:	Grenz-, Richt- und Orientierungswerte der untersuchten Elemente	60
Tabelle 6.2-2:	Düngemittelpfehlungen der VDLUFA Speyer für Gartenböden	62
Tabelle 6.2-3:	Durchschnittliche Gesamtschwermetallgehalte KGA "Saaletal"	63
Tabelle 6.2-4:	Durchschnittliche Gesamtschwermetallgehalte KGA "Habichtsfang"	65
Tabelle 6.2-5:	Durchschnittliche Gesamtschwermetallgehalte KGA "Paul-Riebeck-Stift"	66
Tabelle 6.2-6:	Durchschnittliche Gesamtschwermetallgehalte KGA "Dieselstraße"	67
Tabelle 6.2-7:	Durchschnittliche Gesamtschwermetallgehalte KGA "Osendorfer Hain"	69
Tabelle 6.2-8:	Durchschnittliche Gesamtschwermetallgehalte KGA "Oppiner Straße"	70
Tabelle 6.2-9:	Durchschnittliche Gesamtschwermetallgehalte KGA "Küttener Weg"	71
Tabelle 6.2-10:	Durchschnittliche Gesamtschwermetallgehalte KGA "Kanenaer Weg"	73
Tabelle 6.2-11:	Durchschnittliche Gesamtschwermetallgehalte KGA "Passendorfer Damm"	74
Tabelle 6.2-12:	Durchschnittliche Gesamtschwermetallgehalte KGA "Sonne"	75
Tabelle 6.2-13:	Durchschnittliche Gesamtschwermetallgehalte KGA "Fuchsberg"	76
Tabelle 6.2-14:	Durchschnittliche Gesamtschwermetallgehalte KGA "Schloß Freimfelde"	77
Tabelle 6.2-15:	Durchschnittliche Gesamtschwermetallgehalte KGA "Radeweller Straße"	78
Tabelle 6.2-16:	Durchschnittliche Gesamtschwermetallgehalte KGA "Pauluskirche"	79

Tabelle 6.2-17: Durchschnittliche Gesamtschwermetallgehalte KGA „Dörlau“	80
Tabelle 6.2-18: Korngrößenverteilung der vorherrschenden Bodentypen in den 15 untersuchten KGA	81
Tabelle 6.2-19: Nährstoff- und Chloridgehalte in Gartenböden (Zuordnung zur Bodenart)	83
Tabelle 6.2-20: Durchschnittliche Schwermetallgehalte und Toxizitätsstufen im Bearbeitungshorizont	84
Tabelle 6.2-21: Zusammenhang zw. anthrop. eingebrachten Schwermetallen und Pflegemaßnahmen	92
Tabelle 6.2-22: Prozentual austauschbare Schwermetallanteile bei unterschiedl. Aufschlußverfahren	92
Tabelle 6.2-23: Durchschnittliche Gemüse-Schwermetallgehalte in der KGA "Saaletal"	94
Tabelle 6.2-24: Durchschnittliche Gemüse-Schwermetallgehalte in der KGA „Habichtsfang“	95
Tabelle 6.2-25: Durchschnittliche Gemüse-Schwermetallgehalte in der KGA „Paul-Riebeck-Stift“	96
Tabelle 6.2-26: Durchschnittliche Gemüse-Schwermetallgehalte in der KGA „Dieselstraße“	96
Tabelle 6.2-27: Durchschnittliche Gemüse-Schwermetallgehalte in der KGA „Osendorfer Hain“	97
Tabelle 6.2-28: Durchschnittliche Gemüse-Schwermetallgehalte in der KGA „Oppiner Weg“	98
Tabelle 6.2-29: Durchschnittliche Gemüse-Schwermetallgehalte in der KGA „Küttener Weg“	99
Tabelle 6.2-30: Durchschnittliche Gemüse-Schwermetallgehalte in der KGA „Kanenaer Weg“	100
Tabelle 6.2-31: Durchschnittliche Gemüse-Schwermetallgehalte in der KGA „Passendorfer Damm“	101
Tabelle 6.2-32: Durchschnittliche Gemüse-Schwermetallgehalte in der KGA „Sonne“	102
Tabelle 6.2-33: Durchschnittliche Gemüse-Schwermetallgehalte in der KGA „Fuchsberg“	103
Tabelle 6.2-34: Durchschnittliche Gemüse-Schwermetallgehalte in der KGA „Freimfelder Schloß“	103
Tabelle 6.2-35: Durchschnittliche Gemüse-Schwermetallgehalte in der KGA „Radeweller Straße“	104
Tabelle 6.2-36: Durchschnittliche Gemüse-Schwermetallgehalte in der KGA „Pauluskirche“	105
Tabelle 6.2-37: Durchschnittliche Gemüse-Schwermetallgehalte in der KGA „Dörlau“	106
Tabelle 6.2-38: Statistische Kenngrößen von Schwermetallgehalten untersuchter Gemüsepflanzenteile	107
Tabelle 6.2-39: "Normalbereich" der Transferfaktoren in Abhängigkeit von Element und Pflanzenart	108
Tabelle 6.2-40: Transferfaktoren ausgewählter Gemüsepflanzen und -teile	109
Tabelle 6.2-41: Durchschnittliche Schwermetallanreicherungs-faktoren in exponierten Eemböden und Grenzwertfaktoren der Schwermetalle in Graskulturen der KGA	111
Tabelle 6.3-1: Schwermetallgrenzwertfaktoren der 1994 beprobten Oberböden	117
Tabelle 6.3-2: Mehrfachbestimmung von Schwermetallgesamtgehalten in Gemüsen	120

Abbildungen

Abbildung 6.2-1: Korngrößenverteilung in den untersuchten Kleingartenanlagen	82
Abbildung 6.2-2: Grenzwertfaktoren der Oberbodenschwermetallgehalte in Abhängigkeit von benachbarten Stadtstrukturtypen	86
Abbildung 6.2-3: Grenzwertfaktoren der Oberbodenschwermetallgehalte in Abhängigkeit vom Alter der Kleingartenanlagen	87
Abbildung 6.2-4: Schwermetallanreicherung in den exponierten Kontrollböden im Vergleich mit dem Stadtstrukturtyp	112
Abbildung 6.3-1: Grenzwertfaktoren Oberboden 1994	118
Abbildung 6.3-2: Pflanzenverfügbarer Anteil (NH ₄ Cl) im Oberboden 1994	119
Abbildung 6.3-3: Transferfaktoren Tomaten 1994	121
Abbildung 6.3-4: Transferfaktoren Möhren 1994	122
Abbildung 6.3-5: Transferfaktoren Zwiebeln 1994	123
Abbildung 6.4-1: Veränderung von Bodenparametern 1992/1994	126
Abbildung 6.4-2: Veränderung von Bodenschwermetallgehalten 1992/1994	127
Abbildung 6.5-1: Aktives Flechtenmonitoring Winterhalbjahr 1991/92	129
Abbildung 6.5-2: Aktives Flechtenmonitoring Winterhalbjahr 1992/93	133
Abbildung 6.5-3: Aktives Flechtenmonitoring Winterhalbjahr 1993/94	137
Abbildung 6.5-4: Aktives Flechtenmonitoring Winterhalbjahr 1994/95	140

1 Hallesche Kleingartenanlagen - Gegenstand eines geographischen Forschungsprojektes

Urbane Räume gehören seit mehreren Jahren zu bevorzugten Untersuchungszielen von Geographen. Hierbei haben oftmals die hier vorhandenen Grün- und Freiflächen und ihre geoökologischen Funktionen innerhalb der Stadtökosysteme einen besonderen Stellenwert, da gerade sie auf Grund unterschiedlichster Nutzungsinteressen bzw. daraus resultierender Nutzungsüberlagerung vielfältigen Beeinflussungen und Veränderungen unterliegen. Diese reichen von stofflichen Belastungen bis zu Verdichtungen und Versiegelungen im Zuge von (totalen) Nutzungsumwidmungen.

Nicht selten stehen dabei Kleingartenanlagen im Mittelpunkt geographischen Interesses, da ihnen aus verschiedener Sicht eine herausgehobene Bedeutung zukommt. Diese ergibt sich sowohl aus pedologischer, vor allem aber aus humanökologischer Sicht, da hier die Beziehungen zwischen den Belastungen von Böden bzw. Anbauprodukten und eine dadurch bedingte (eventuelle) Gefährdung der Endkonsumenten besonders eng sind.

Während für zahlreiche Kleingartenanlagen in den Alt-Bundesländern zu diesen Frage in den letzten Jahren Antworten gegeben werden konnten, existiert hierüber in den neuen Bundesländern noch ein größeres Informationsdefizit, welches nicht selten Anlaß für mancherlei Spekulationen gab und gibt.

Diese zu verringern war ein Ziel des Forschungsprojektes, dessen Ergebnisse in den folgenden Beiträgen vorgestellt werden. Dabei war - unter Berücksichtigung von Untersuchungsbefunden aus den Alt-Ländern (Literaturzusammenstellung bei SEUFFERT et al. 1989) - von vornherein davon auszugehen, daß in städtischen Kleingartenanlagen generell besondere geoökologische Verhältnisse vorliegen, die eine erhöhte stoffliche Belastung der Böden und Anbauprodukte bedingen. Dies ist zum einen auf den besonders intensiven Arbeits- und Pflege- und damit auch Düngeaufwand in diesen Gärten zurückzuführen. Dadurch treten hier - im Vergleich zu umgebenden Freiflächenböden - nicht nur generell höhere Humusgehalte und Humusmächtigkeiten auf, die typologisch ihren Niederschlag in der Bezeichnung der *Hortisole* finden, sondern zumindestens auch höhere Nährstoffgehalte. Oftmals sind diese aber auch gepaart mit einer aus der erhöhten Applikation von Dünge- und Bodenverbesserungsmitteln stammenden *kleingartenspezifischen* Schwermetallkontamination.

Zu diesen „garteninternen“ Stoffeinträgen gesellen sich unter diesen Standortbedingungen natürlich auch solche, die sich aus der allgemeinen Lage innerhalb einer Großstadt bzw. eines Ballungsgebietes ergeben. Eine besondere Rolle spielen hierbei neben Säurebildnern und alkalischen Stäuben Schwermetalle.

Da die aus dem Emissions-Immissionsgeschehen resultierende stoffliche Belastung in Ostdeutschland, und diese insbesondere in solchen Ballungsräumen wie Halle, zumindestens bis 1989 bekanntermaßen sehr hoch lag (vgl. hierzu u. a. „Umweltbericht des Bezirkes Halle für 1989“), wurde in der Projektbegründung generell von einer erhöhten stofflichen und damit auch Schwermetall-Gesamtbelastung in den Halleschen Kleingartenanlagen ausgegangen.

Für die Beantwortung der Frage nach den verschiedenen Quellen und Pfaden von Stoffeinträgen kam auch der „historischen Komponente“ eine Bedeutung zu. Dabei lag sicherlich die Vermutung nahe, daß die Nutzungsdauer und -intensität hierbei eine nicht unwesentliche Rolle spielt. Im gleichen Sinne interessant war aber auch, ob sich hieraus über eine unterschiedlich infrastrukturierte

relle Ausstattung der Kleingartenanlagen, und dies betraf insbesondere die Art und den Umfang der Wasserversorgung, weitere Belastungsquellen und -einflüsse ermitteln ließen.

Die Beurteilung der stofflichen Belastung der Böden und Anbauprodukte in den Kleingartenanlagen kann nicht, wie es leider manchmal immer noch der Fall ist, losgelöst von den Bodenverhältnissen selbst gesehen werden. Dies ergibt sich vor allem aus folgenden Gründen: Zum einen weisen die Böden selbst natürliche (geogenene) Schwermetallgehalte auf, die in Abhängigkeit von den Substratverhältnissen und den Bodenbildungsprozessen ein gewisses „Grundkapital“ z. B. an Schwermetallen bilden, das dann durch den Menschen bewußt oder unbewußt verändert, in der Regel aber erhöht wird. Deshalb wurden bei der Auswahl der zu untersuchenden Kleingartenanlagen bewußt auch die verschiedenen natürlichen Bodenformverhältnisse im Halleschen Stadtgebiet berücksichtigt, wohl wissend, daß diese durch die Art und Intensität der Gartennutzung mehr oder weniger stark - zumindestens im Oberbodenbereich - verändert worden sind.

Bei der Zugrundelegung dieses Auswahlprinzips mußte aber im gleichen Sinne auch die anthropogene Komponente direkt berücksichtigt werden. So zeigt allein ein Blick auf die Verbreitung der über 130 Halleschen Kleingartenanlagen, daß ein nicht unbeträchtlicher Teil dieser Gärten im Laufe der historischen Entwicklung, die bis an die Anfänge unseres Jahrhunderts zurückreicht, auf Arealen errichtet wurde, die, aus unterschiedlichsten Gründen, für andere Nutzungsinteressen nicht in Frage kamen. Dabei spielten ingenieurgeologische Belange, die vor allem die Baugrundsicherheit betrafen, eine wichtige Rolle. Ob hierfür vorher ablaufender Braunkohlentief- oder -tagebau die Ursache bildete, ist dabei von nicht unwesentlicher Bedeutung, da zumindestens im letzteren Fall damit eine nahezu vollständig neue Boden-/Substratgenese verbunden war. Woher dieses Material (damals) kam und ob damit auch eine gewisse „Vorbelastung“ der Gartenböden erfolgte, galt es ebenfalls zu klären.

Die Beurteilung der unterschiedlichsten Quellen und Pfade der Schwermetalleinträge in den Böden durfte - was bei einer geographischen Fragestellung eigentlich immer der Fall sein sollte - nicht losgelöst vom Raum gesehen werden. Deshalb wurde versucht, bei diesen Untersuchungen auch die Frage zu beantworten, ob es dabei in Abhängigkeit von der strukturellen und funktionalen Gliederung der Stadt zu räumlichen Differenzierungen der stofflichen Belastung in verschiedenen Kleingartenanlagen kam. Damit wurde der Versuch unternommen, lokale Differenzierungen innerhalb des Emissions-Immissionsbedingungen innerhalb des Stadtgebietes mit zu erfassen.

Die hierfür gebildeten (sogenannten) Stadtstrukturtypen wurden deshalb ebenfalls wie die charakteristischen Bodenformverhältnisse als Rahmenkriterien für die Auswahl der letztlich 15 zu untersuchenden Gartenanlagen herangezogen.

Die aus den unterschiedlichen Quellen stammenden und über verschiedene Pfade in den Boden gelangenden Schwermetalle bedingen einen Bodenschwermetallgesamtgehalt, der für eine Beurteilung des humanökologisch relevanten Gefährdungspotentials nur eine eingeschränkte Aussagekraft hat. Zum einen dürfen diese Werte nicht - wie es leider immer noch sehr oft der Fall ist - losgelöst von den pedologischen Einflußgrößen des Schwermetallhaushaltes (z.B. Humus- und Tongehalt oder pH-Wert) bzw. den verschiedenen Mobilitätsstufen gesehen werden. Neben den Gesamtgehalten ist deshalb für ökologische Fragestellungen der pflanzenverfügbare, aber auch der von den Pflanzen abwaschbare Schwermetallanteil von Interesse.

Bei der Realisierung dieses Forschungsprojektes spielten sicherlich die Erfassung und Bewertung der verschiedenen Ursachen und Formen sowie der räumlichen Differenzierung der Boden- und Pflanzenbelastung und hieraus ableitbarer Aussagen zum humanökologischen Gefährdungspotential eine herausgehobene Rolle. Gleichzeitig wurde aber versucht, einen Beitrag zu dem, was innerhalb geographischer Forschungsansätze zwar häufig als „Lippenbekenntnis“ geäußert, jedoch nur in wenigen Fällen praktiziert wird, zu leisten, nämlich das „gleiche Untersuchungsobjekt“ aus verschiedenen geographischen Blickwinkeln heraus zu betrachten. Dies betraf im vorliegenden Fall neben geoökologischen auch sozialgeographische Untersuchungsansätze.

So zeigte schon ein vor Projektbeginn durchgeführte Pilotstudie, daß sich in den Jahren nach der Wende die Art und Intensität der Nutzung der Kleingartenanlagen zu wandeln begannen. Allein im Ergebnis des veränderten und stark verbesserten Marktangebotes an Obst und Gemüse orientierten sich die Kleingärtner zunehmend auf andere Anbauprodukte. Ob sich damit auch ein verändertes Verhalten in der Bodenbearbeitung und Düngung, womit sich wiederum eine unmittelbare Beziehungen zur „Belastungsfrage“ ergeben würde, war unbekannt.

Aus sozialgeographischer Sicht aber ebenso interessant gestaltete sich die Frage, ob und gegebenenfalls wie sich, bedingt durch den generellen gesellschaftlichen Wandel und ein damit u.a. einhergehendes größeres Freizeit- und Informationsangebot, das „Interesse“ der Kleingärtner an „ihrer Scholle“ (soweit das wirklich der Fall war) verändern würde. Unklar war auch, wie sich im Laufe dieses Prozesses der Druck anderer Nutzungsinteressen auf diese „grünen Inseln“ entwickeln würde.

Es bestand von vornherein das Ziel, diese zwei sicherlich unterschiedlichen Untersuchungsansätze nicht voneinander losgelöst, sondern im Sinne eines „sich gegenseitigen Ergänzens“ methodisch zu praktizieren. Letztlich hat sich diese „Kopplung“ durchaus als sinnvoll und förderlich für die Projektlösung erwiesen. Allerdings ist damit sicherlich erst ein kleiner Schritt zu einer zukünftig hoffentlich nicht nur verbal geäußerten, sondern praktisch realisierten stärkeren Zusammenarbeit zwischen verschiedenen geographischen Arbeitsrichtungen getan worden.

Ob dieser Versuch wie die gesamte Projektfragestellung, die auf eine geoökologisch-sozialgeographische Charakteristik der Halleschen Kleingartenanlagen gerichtet war, als gelungen bezeichnet werden kann, darüber sollen die folgenden Beiträge detailliert Antworten geben.

M. Frühauf

Leiter des Forschungsprojektes

2 Geoökologische Situation - Beschreibung des Untersuchungsgebietes

Im Osten Deutschlands findet man eine städtebauliche Situation, die im Westen nicht mehr beobachtet werden kann. Die Städte sind in ihrer Struktur so erhalten geblieben, wie sie vor dem Krieg waren, hinzugekommen sind die Neubaugebiete am Rande der älteren Stadtteile. Mit Struktur ist hier weniger der bauliche Zustand der einzelnen Gebäude gemeint - die oftmals stark sanierungsbedürftig sind - als vielmehr einzelne Stadtteiltypen wie Gründerzeitvillen, innerstädtische Gewerbegebiete, Reihenmietshäuser und ähnliches. Um diese Stadtteiltypen gruppieren sich Gebäudekomplexe aus den 50iger und 60iger Jahren und die Betonplattenbauten aus den 70iger und 80iger Jahren. Jeder dieser Stadtteiltypen hat nun die technische und infrastrukturelle Ausstattung seiner Entstehungszeit. Neben vielen anderen Merkmalen unterscheiden sich die Wohnungen in den verschiedenen Stadtteiltypen auch durch die Art der Beheizung der Wohnungen. In den alten Wohngebieten herrschte durchweg, wenn auch in unterschiedlicher Dichte, Ofenheizung, die auf Braunkohlebrikettfeuerung beruht, in den Neubaugebieten werden die Wohnungen durch Fernwärme versorgt.

Schon bei einem Spaziergang durch Halle während der Heizperiode ist ein Unterschied in der Luftbeschaffenheit in verschiedenen Gebieten organoleptisch, also durch Geruch und Geschmack, festzustellen, der von den Rauchgasen aus dem Hausbrand bestimmt wird. Da die verwendete Braunkohle relativ viel Schwefel enthält das bei der Kohleverbrennung zu SO_2 oxidiert wird, tritt dieses Gas neben anderen Bestandteilen wie Zink und Kupfer verstärkt in den Stadtteilen auf, in denen mit Kohle geheizt wird. In den durch Fernwärme versorgten Neubaugebieten fehlt die Braunkohlefeuerung und somit auch das Schwefeldioxid als Emission. Da jedoch der morgend- und abendliche Verkehr gerade nach der Wende infolge des höheren Kraftfahrzeug-Aufkommens zugenommen hat, sind in den Neubaugebieten die luftbürtigen Emissionen Cadmium und Blei verstärkt zu erwarten.

Die zentralen Bereiche der Stadt mit der ältesten Bausubstanz (vor der Jahrhundertwende bis ca. 1920 errichtet) werden fast (bis auf die wenigen rekonstruierten/sanierten Gebäude) durchweg mit Braunkohle beheizt, auch die Heizanlagen der im Stadtzentrum konzentrierten kommunalen Einrichtungen verwendeten bis zum Winterhalbjahr 92/93 diesen Brennstoff. Auch das äußerer Erscheinungsbild dieser Gebiete weist lufthygienisch ungünstige Merkmale auf: geschlossenen Häuserreihen, Hinterhofbebauung und schmale, insbesondere im Berufsverkehr, stark befahrenen Straßen. Die Heizanlagen sind oft veraltet, weisen geringe Wirkungsgrade auf und die Schornsteine sind häufig defekt. Zudem sind viele Häuser in einem schlechten Zustand, die Wände sind feucht, Türen und Fenster schließen nicht dicht, wodurch der Brennstoffverbrauch gesteigert wird. Zu erwarten ist hier eine hohe Kupfer- und Zinkbelastung, aber auch Cadmium und Blei sind verkehrsbedingt in wahrscheinlich überdurchschnittlichen Dosen anzutreffen.

An diesen zentralen Stadtteil schließen sich die sogenannten Altneubauten an, Gebäude aus den Jahren 1930-1965, die auf Grund ihrer ähnlichen baulichen Anlagen und Heizungstypen als ökologisch einheitlicher Stadtteiltyp zusammengefaßt werden können. Es überwiegt Einzelofenheizung auf Braunkohlenbasis, in vielen Wohnungen wurden aber nachträglich Öl-, Gas- oder auch Fernheizanlagen eingebaut. Das läßt einen gegenüber den Altbaugebieten niedrigeren Schadstoffausstoß erwarten. Größere Abstände und Grünanlagen zwischen den Wohnblocks, vorwiegend breite Straßen sowie große, zum Teil begrünte Höfe lassen eine - im Vergleich zu den enger bebauten Altbaugebieten - bessere Durchlüftung der Altneubaugebiete zu. Gerade die erwähnten breiten Straßen und die zunehmend notwendig gewordene Mobilität der Bevölkerung

ziehen ein Verkehrsbelastung entlang dieser gut durchlüfteten Trassen. somit ist 1994 mit einer eventuell sogar höheren Luftbelastung zu rechnen als noch 1990.

Sehr unterschiedliche Heizungsanlagen besitzen die Gebäude in den Villen-/Einfamilienhausvierteln die vor allem im nordwestlichen, nordöstlichen und südöstlichen Stadtrandbereichen gelegen sind. Kohle-, Gas- und erste Ölheizungen, die erst nach der Einführung der D-Mark aufkamen, wechseln sich ab. Die Stärke der hier entstehenden Luftverunreinigungen ist schwer abschätzbar. Die genannten Wohnviertel gelten als die bevorzugten Wohngegenden in Halle und werden, sicher auch wegen der vielen Gärten und begrünten Freiflächen, auch lufthygienisch als günstig betrachtet. Ob ihrer Enge und Winkligkeit, auch wegen der oftmals noch vorhandenen Pflastersteine als Straßenbelag, hat das Verkehrsaufkommen in diesen Gebieten weniger zugenommen als in anderen Stadtteilen. Grundsätzlich ist hier eine Verbesserung der Belastungssituation in den letzten fünf Jahren zu erwarten.

Schwache und nur gelegentliche Emissionen sind aus beheizbaren Häuschen bzw. Bungalows in Kleingartenanlagen zu erwarten. Die Abgase der umliegenden Emitenten können die Kleingartenanlagen meist ungehindert erreichen, da diese kaum bebaut und nur vereinzelt mit großen Bäumen bestanden sind. Die Schädigung der exponierten Flechten durch Autoabgase dürfte zu vernachlässigen sein, da Straßen erst in einiger Entfernung zu den Gärten vorbeiführen und die Anlagen selbst nur Fußwege aufweisen.

Ähnlich sind auch die im Stadtgebiet gelegenen landwirtschaftlich genutzten Flächen zu bewerten. Hier ist die Eigenverschmutzung minimal, lediglich durch Dünger- und Staubaufwirbelungen kann eine Beeinflussung der Luft auftreten. Die Einwirkung absinkender Stadt- und Industrieabgase könnte aber zu einer auf den ersten Blick nicht vermuteten Luftbelastung führen, die auf die Eigenzirkulation der Stadtluft zurückzuführen wäre. Die sich im Stadtzentrum erwärmende und aufsteigende Luft kühlt sich in größeren Höhen ab, sinkt außerhalb der Stadt wieder nach unten und wird durch den Unterdruck, den die im Zentrum aufsteigende Luft erzeugt, wieder in die Stadt gesaugt, dabei die Stadtperipherie durchziehend.

Eine ebenso geringe Belastung ist in den Neubaugebieten im Westen und Nordwesten Halles zu erwarten. Hier befindet sich Halle-Neustadt, bekanntlich eines der größten Neubaugebiete der DDR. Diese Neubauten, Produkte des Wohnungsbauprogrammes, sind fast ausschließlich aus Betonfertigteilen montiert und werden durch Heizkraftwerke fernbeheizt. Die Wohnungen sind fast durchweg mit Elektroherden ausgestattet, die Gewerbe beschränken sich auf Handel und Gastronomie so daß die einzige Emissionsquelle der Straßenverkehr darstellt. Nicht auszuschließen ist jedoch eine vergleichsweise hohe Staubbelastung vor allem durch erodierende Betonplatten die zu einer überdurchschnittlich hohen Zinkbelastung der Luft und des Bodens führen könnte.

Eine typische Erscheinung sind auch die eingemeindeten Dörfer, die oftmals ihre Funktionen als Nahrungsmittelproduzent für die Stadt behalten haben und zumindest noch viel Nebenerwerbsbetriebe aufweisen. Sie können auf Grund ihrer Mischstruktur als ökologisch eigener Stadtteiltyp betrachtet werden. Emissionen werden vor allem durch verschiedenste Heizungstypen in Wohnbauten, kleinen Gewerbebetrieben (Bäcker, Fleischer etc.), sozialen Einrichtungen und landwirtschaftlichen Betrieben sowie dem Straßenverkehr verursacht. Außerdem kann hier die schon weiter oben beschriebene Umlagerung von Schadstoffen aus dem Stadtzentrum her erfolgen.

Als eigene ökologisch in Erscheinung tretende Stadtteiltypen dürften auch die von einem intensiven Straßenverkehr geprägten Bereiche zu betrachten sein die an großen Kreuzungen, Knotenpunkten von Hauptverkehrsadern mit mehrspurigen Fahrbahnen entstehen. Wegen der großen Schneisen im Stadtreief ist hier eine sehr gute Belüftung zu erwarten, die Luftmassen unterschiedlichster Belastungszustände heranführen kann. Obwohl die Luft sicher stark belastet ist, dürfte eine Verunreinigung mit SO_2 hingegen kaum zu beobachten sein, unter den Schwermetallen sollten Blei und Cadmium im Boden dominieren.

Ein weiterer, zumindest in Halle auszugliedernder ökologisch eigenständiger Stadtteiltyp ist das Bahngelände, um das sich, wegen der günstigen Transportbedingungen, Heizkraftwerke und einige größere Industriebetriebe konzentrieren, deren eigene Energiegewinnung ebenfalls auf der Verbrennung von Braunkohle beruhte. Außerdem stellt die eigentliche Gleisanlage eine tiefe "Schlucht" im Stadtreief dar, die sich unbedingt auf die Zirkulation der Luftmassen auswirken muß. Auch hier ist nicht von vorn herein zu bestimmen, ob die Konzentration an Emittenten oder die gute Belüftung den Ausschlag für den lufthygienischen Zustand bilden.

Zusammenfassend kann festgestellt werden, daß der überwiegende Teil der Stadtstrukturtypen durch Einzelofenheizung gekennzeichnet ist. Noch 1989 überwog mit 69% diese Heizungsform gegenüber der Fernwärme, wobei der Anteil an Öl- und Gasheizung zu diesem Zeitpunkt sehr gering gewesen ist, was seine Ursache in der Orientierung auf einheimische Rohstoffe hat. Zum besseren Verständnis der Bedeutung des Hausbrandes in den neuen Ländern noch einen Fakt. Während in den alten Bundesländern der mittlere Wärmebedarf bei 27,0 GJ/WE liegt, wurden in der DDR in fernbeheizten Wohnungen 49,1 GJ/WE, bei Einzelbeheizung sogar 77,9 GJ/WE aufgewandt! Sicher wird dieser erhebliche Mehrverbrauch teilweise durch die schlechter Qualität der Bausubstanz bedingt sein, andererseits aber ist dieser ungerechtfertigt hohe Brennstoffeinsatz Ausdruck einer gewissen Sorglosigkeit beim Umgang mit der bisher stark subventionierten Kohle und Energie. Dieses noch für die achtziger Jahre typische Bild dürfte sich jedoch unterdessen etwas gewandelt haben. Zum einen werden die sanierten Häuser (es sind ihrer jedoch vergleichsweise wenige) mit modernen Heizsystemen ausgestattet, zum anderen führen die enorm gestiegenen Kosten für Brennmaterial zu einem sparsameren Umgang. Zunehmend werden die alten unsanierten Häuser auch von jüngeren Menschen (vielfach Studenten) bewohnt, die zu Teilen sehr sparsam heizen.

Grundsätzlich ist festzustellen, daß in den letzten fünf Jahren eine Nivellierung der luftbürtigen Emissionen eingetreten ist. Die vormals wenig belasteten Neubaugebiete haben jetzt unter einem deutlich höheren Verkehrsaufkommen zu leiden. In den Altneubaugebieten hat sich der Kraftfahrzeug-Verkehr erhöht, teilweise jedoch sind die Heizungsanlagen modernisiert worden. Die Innenstadt und die gründerzeitlichen Villenviertel sollten eine geringere Luftbelastung als noch vor fünf Jahren aufweisen.

Geographische Lagebedingungen

Die Stadt Halle mit ca. 300.000 Einwohner (1992) wird naturräumlich der Haupteinheit "östliches Harzvorland" zugeordnet (RICHTER & BARSCH 1974). Sie befindet sich in der weitläufigen Kulturlandschaft des mittleren Saaletales bzw. am nordwestlichen Rand der Leipziger Tieflandbucht. Damit gehört sie zu den "Naturraumtypen der Lößgebiete im Lee der Mittelgebirge".

Wirtschaftsgeographisch liegt Halle als Industrie-, Verkehrs-, Handels und Kulturzentrum im Großraum Halle-Leipzig-Dessau, einer der größten Verdichtungsregionen der neuen Bundesländer. Dieser Raum zeichnet sich wie viele andere ostdeutsche Ballungsgebiete dadurch aus, daß auf relativ engem Raum eine große Zahl von chemischer Industrie, metallverarbeitender Industrie und Bauwesen angesiedelt waren.

Die geologische Geschichte des Untersuchungsraums mit ihren Ablagerungen mächtiger Braunkohlen (mehr als 3 Milliarden Tonnen Weichbraunkohlen) und Salzlagerstätten als Energie- und Rohstoffressourcen ist das Hauptmerkmal für die Entwicklung dieses industriellen Ballungsgebietes. Der Untergrund des Halleschen Stadtgebietes baut sich aus permokarbonem Gestein des Halleschen Porphyorkomplexes im Norden und Osten, im Westen und Süden anteilig den Tafelschollensedimentgesteinen der Nietlebener Mulde und Merseburger Bundsandsteinplatte auf (LAATSCH 1934, MOHS et al. 1972, KRUMBIEGEL & SCHWAB 1974)

Die Substrat-Bodengenese des Halleschen Raumes wird durch die Saalelinie abgegrenzt. Westlich der Saale dominieren Schwarzerden mit z.T. Verbraunungstendenzen (Krumen- und Tiefendegradierung). Östlich der Saale (> 500mm NN) sind bevorzugt Braunschwarzerden und Grieserden zu finden. Dabei nimmt die Substratmächtigkeit der äolischen Sedimente ab und erreicht 80-100cm. Diese werden unterlagert von Grundmoränen und/oder glazifluvialen Sanden der Saale-Eiszeit. In der Saaleaue selbst sind Auenböden (überwiegend Lehm-Schluff im Oberboden) zu finden. Im Stadtgebiet von Halle, wo der Porphyry ansteht, haben sich Festgesteinbereiche (Porphyre) bis sandig lehmige Braunerden entwickelt (BILLWITZ & BREUSTE 1980). Im Südwestteil des Stadtgebietes haben sich Podsole entwickelt (FRÜHAUF 1980; UBA 1992; FRÜHAUF & DIABY 1993).

Klimatisch gehört der Untersuchungsraum zu einer Übergangsregion vom niederschlagsarmen Binnenklima im Mittelgebirgslee (429 mm) zum niederschlagsreichen Binnenklima der Leipziger Tieflandbucht mit einem Niederschlag im Jahresdurchschnitt von ca. 500mm in Halle. Die Windrichtung zeigt hier eine starke West- bis Südwestausprägung, wobei zu ca. 40 % im Jahresmittel Windgeschwindigkeiten von 3-6m/s vorherrschen. Nach Angaben des meteorologischen und hydrologischen Dienst der DDR wird das Hallesche Gebiet dem subkontinentalen Saalebezirk der Börde und des mitteldeutschen Binnenklimas zugeordnet, welches charakterisiert ist durch geringe Niederschlagsmengen, bedingt durch die Lage im Bereich der Mittelgebirge sowie mit einer über dem Durchschnitt liegenden Lufttemperatur von 9°C (1950-1980) (METEOROLOGISCHER DIENST DER DDR 1987).

Ein besonderes Charakteristikum des Klimas in Halle ist die anthropogen hervorgerufene thermische Belastung, die auf der hohen Luftverunreinigung beruht, welche trotz starkem Rückgang seit 1989 (60-80%) immer noch über dem bundesdeutschen Durchschnitt liegt (STADT HALLE 1993).

3 Ergebnisse bisheriger Untersuchungen

3.1 Gartenspezifische Belastungsformen- und -pfade

Die Nutzung städtischer Böden zur Gewinnung von Nahrungsmitteln stellt in sofern ein Problem dar, als urbane Ökosysteme stark mit Schadstoffen belastete Räume sind (DIABY & ZIERDT 1993). Gartenanlagen in Städten unterliegen neben den bekannten Belastungspfaden "Luftetrug" und "Eintrag durch die Bearbeitung" Belastungen, die sich aus der Anlage selbst ergeben. Die Einrichtung von Kleingärten erfolgte sowohl in früherer als auch in jüngster Zeit auf Arealen, die aus ingenieurgeologischen Gründen für andere Nutzungsinteressen nicht geeignet sind (FRÜHAUF et al. 1993). Wie das Beispiel von Halle zeigt, sind sie auf solchen Standorten lokalisiert, die aufgrund ihrer starken anthropogenen Überprägung schon eine substratbedingte Schadstoffgrundlast vermuten lassen. Daneben wirken Belastungseinflüsse, die mit den Besonderheiten der individuellen Pflegemaßnahmen, d.h. insbesondere der mehr oder weniger intensiven Applikation von anorganischem und organischem Dünger, in Verbindung zu sehen sind. Diese substrat-/bodenbedingte Schadstoffgrundlast wird durch die atmogene Zufuhr erhöht.

In den folgenden beiden Tabellen sind die Vorkommen und Eigenschaften der Schwermetalle zusammengestellt, die für die Stadt- und Gartenbodenbelastung eine besondere Bedeutung besitzen.

*Tabelle 3.1-1: Branchentypische Herkunft der untersuchten Schwermetalle
(EMISSIONSSCHUTZBERICHT SACHSEN ANHALT 1992; PIETSCH & KAMIETH 1992)*

Cd	Kompost, Phosphatdünger, Metallurgie, Trockenbatterien, Korrosionsschutz
Cr	Düngemittel, Metallurgie, Farbstoffe
Cu	Kompost, Pflanzenschutz, Abwasser, Metallurgie, Galvanik, Elektroindustrie
Ni	Klärschlamm, Kompost, Kohle; Erdöl, Kfz-Verkehr, Stahlproduktion, Elektroindustrie
Pb	Kompost, Kfz-Verkehr, Kohle, Eisen-/Holzzäune, Bauschutt, Bleileitungen, -farben
Zn	Kompost, Düngemittel, Pflanzenschutz, Abfallstoffe, Kohle, Kfz-Verkehr, Korrosionsschutz

Wie Tabelle 3.1-1 zeigt, unterliegen die städtischen Kleingartenböden vielfältigen Beeinflussungen durch die Zufuhr von verschiedenen, für die ursprüngliche Landschaft untypischen Stoffen. Im Untersuchungsraum sind viele von den in Tabelle 3.1-1 aufgeführten "Schwermetallquellen" anzutreffen. Trotz Abnahme der Emission in diesem Gebiet sind weiterhin die Probleme der Akkumulation der Schadstoffe in Böden noch Gegenstand aktuelle Untersuchungen (SCHÜRMAN et al. 1994). Für die spätere Interpretation der hier untersuchten Schwermetalle können diese Informationen von Bedeutung sein. Die in Tabelle 3.1-2 aufgeführten Werte können ebenfalls als Orientierung für eine differenzierte Betrachtung der Schwermetallgehalte in den verschiedenen Gartenböden dienen.

Neben den o.g. Belastungseinflüssen (über das Substratmilieu gesteuerte Schadstoffeinwirkungen und Düngung) existieren bei den Kleingartenanlagen auch noch andere Belastungspfade. Für die ökologische Charakteristik des Untersuchungsgebietes sind dabei Inhaltstoffe des Staubniederschlags von großer Bedeutung. Die Messungen vom Landesamt für Natur- und Umweltschutz Sachsen-Anhalt (1993) weisen auf Werte hin, die zwar unter den festgelegten Grenzwerten [nach

den Immissionswerten der technischen Anleitung zur Reinhaltung der Luft (IW-1-Werte der TA Luft)] liegen, mit einer sinkenden Tendenz (15% zwischen 1992 u. 1993), die dennoch nicht vernachlässigt werden dürfen, da sie zur Gesamtschadstoffzufuhr in den Boden einen wichtigen Beitrag leisten.

Tabelle 3.1-2: Vorkommen und Eigenschaften der untersuchten Schwermetalle

	Mittl. natürl. Vorkommen (ppm) (a)	mittlere Gehalte in Gartenböden der BRD (ppm) (b)	Verfügbarkeit (c)	Bodentransferkoeffizient (d)
Cd	0,18 - 0,3	0,23 - 0,96	meistens	1 bis 10
Cr	70	31,3 - 51	meistens	0,01 bis 1
Cu	20	22,7 - 24	mittel	0,1 bis 1
Ni	20	18 - 28	meistens	0,1 bis 1
Pb	10	53,7 - 225	gering	0,01 bis 1
Zn	50	175 - 324	relativ	1 bis 10

(a) PINTA 1971; (b) SCHEFFER & SCHACHTSCHABEL 1992, FEIGE 1991, EGGERGLÜß 1991, BRÜNE 1984, UBA 1993; (c) SCHEFFER & SCHACHTSCHABEL 1992; (d) BLUME 1990

Neben den großen industriellen Staubemittlern, die 90% der Gesamtemission verursachen, sind auch die privaten Kleinf Feuerungsanlagen zu beachten, bei denen aber aufgrund der Umstellung auf emissionsarme Brennstoffe ein Rückgang zu verzeichnen ist (38,9% der Wohneinheiten beheizt mit festen Brennstoffen) (STADT HALLE 1993).

Angesicht der in der Vergangenheit verursachten anthropogenen Beeinflussung der Gewässer hat die hydrologische Situation der Stadt Halle eine große Bedeutung für diese Untersuchungen. Die Saale als Hauptvorfluter im Untersuchungsraum weist mehrere Zuflüsse auf. Aus Thüringen kommend fließt sie über 183 km und wird durch zahlreiche industrielle und kommunale Einleitungen geprägt (Zellstoffabrik, Braunkohletagebau, Kupferschieferbau etc.) (GGSA 1993). In diesem Zusammenhang weisen Untersuchungen der letzten Jahren auf gebietsweise hohe Schwermetallbelastungen im Auenbereich der Saale hin (DIABY 1991, FRÜHAUF & DIABY 1993).

Trotz Verbesserungen bedingt durch die seit 1990 begonnenen Produktionsrückgänge und Stilllegungen umweltbelastender Anlagen hat die Fließgewässerqualität der Saale noch die "Gütestufe 2 bis 3" (GGSA 1993). Bei der noch schlechten Qualität der Saale liegt die Vermutung nahe, daß die Gartenanlagen im Auenbereich Belastungen unterliegen, die auf Überschwemmungen durch die Saale zurückzuführen sind. In dieser Arbeit soll deshalb auch auf die Frage eingegangen werden, welchen Einfluß die Hochwässer der Saale auf gärtnerisch genutzte Böden ausüben.

Ein weiterer Aspekt betrifft die Abwassersituation und ihren eventuellen Einfluß auf die städtischen Böden allgemein. Nach Angaben des Landesamt für Umweltschutz Sachsen-Anhalt gelangen ein Teil der Abwässer, zumeist nach Vorklärung in häuslichen Kleingartenanlagen, auf direkten Wege in naheliegende Vorfluter (Fließgewässer) oder indirekt über Versickerung ins Grundwasser (STADT HALLE 1993). Als Ursache wird das Alter der Kläranlagen (zwischen 19 und 90 Jahre) und der Anschlußgrad von 95% an das städtische Kanalnetz genannt.

Die Gewässerproblematik ist insbesondere für die später folgende Beurteilung der Untersuchungsbefunde der im Auenbereich bzw. in den Gebieten ohne Kläranlagen gelegenen Kleingär-

tenanlagen von Bedeutung. Dazu sind auch die Einflüsse der letzten Hochwasserereignisse im April 1994 von aktuellem Interesse.

Bisherige Arbeiten zum Problemfeld der Schwermetallbelastungen von Böden (TILLER et al. 1984; KREBS et al. 1985; HARRES 1989; TRÜBY 1990; ZIERDT, K. 1990; EWERS 1993) verdeutlichen, daß zur Einschätzung der ökologischen Wirksamkeit von Schwermetallen in Böden nicht nur die in den Böden vorliegende Gesamtschwermetallgehalte eine Rolle spielen. Weiterhin müssen eine Reihe von Faktoren wie "pflanzenverfügbare" Spurenelemente, Grenzwerte für noch tolerierbare Schwermetallgehalte und der Einfluß von spezifischen Bodeneigenschaften (wie Acidität, Humusgehalt, Tongehalt) auf die Mobilität der untersuchten Elemente im Boden mit berücksichtigt werden.

Bei den meisten Untersuchungen zur Schwermetallkontamination in urbanen Räumen werden kaum Aussagen zu den Wechselwirkungen zwischen den einzelnen stadtspezifischen Belastungspfaden und -formen sowie zur Abschätzung des Schwermetallhaushalts der Stadtböden allgemein und besonders der gärtnerisch genutzten Böden getroffen.

Nach Meinung der meisten Autoren zeigen städtische Gärten sehr unterschiedliche Belastungsspektren bezüglich ihrer Schwermetallbelastung (ALT 1982, SACHER & RADICKER 1981). Diese Feststellungen sind zwar notwendig für die Abschätzung des Gefährdungspotentials, aber unzureichend zur Erarbeitung von Sanierungskonzepten. Bei einem Großteil o.g. Untersuchungen wurden z.T. erhebliche Anreicherungen der stadttypischen Elemente Blei, Zink und Cadmium in den Kleingartenböden festgestellt. Auch weisen große Teile der Kleingärten eine Kali-Phosphat-Übersversorgung auf. Hierbei spielt die Vorgeschichte der einzelnen Gärten eine große Rolle für die Einschätzung der Belastungseinwirkungen (SEUFFERT et al. 1989). Gleichzeitig wird deutlich, daß allein die Kenntnis der Gesamtschwermetallkonzentrationen in den bestimmten Medien (Boden und/oder Pflanzen) nur wenig über die ökologische oder toxikologische Wirkung auf Mensch und Tiere aussagt. Dieses Problemfeld wurde von KABATA-PENDIAS & PENDIAS (1986), von BRÜMMER (1986) sowie von FILIPINSKI (1989) ausführlich behandelt. Für die Löslichkeitsformen ist die Bodenreaktion ein besonders deutlicher Einflußfaktor (HILDEBRAND 1974; BRÜMMER 1977; HARRES 1989). Diese Arbeiten beziehen sich jedoch größtenteils auf Gefäßversuche, Waldböden oder landwirtschaftlich genutzte Böden, deren Ergebnisse aber nicht in jedem Fall auf gärtnerisch genutzte Böden (Hortisole) übertragen werden können, weil bei den Gartenböden durch die Düngemittelapplikation (z.B. bei wiederholter physiologisch saurer Düngung) kann die Löslichkeit der Schwermetalle beeinflußt werden (HARRES 1989, UNGER 1989, FILIPINSKI & KUNTZE 1990).

Aus Untersuchungen Darmstädter Kleingartenanlagen sind ebenfalls Erläuterungen über mögliche Veränderungen der natürlichen Bodenentwicklung (physikalisch, chemisch) aufgrund langjährige intensive Düngung und/oder der Immission von Säurebildnern und deren Konsequenzen für die Nährstoffdynamik im Boden zu finden (UNGER 1989).

Die Frage der Mobilität und somit der Verfügbarkeit der Metalle für die Lebewesen steht im Mittelpunkt vieler Arbeiten der letzten Jahre (BARBER 1984; HASSELBACH 1992). Diese Erkenntnisse sind gerade für die gärtnerisch genutzten Böden von besonderer Wichtigkeit. Die meisten Arbeiten weisen auf unterschiedliche Extraktionsmethoden hin (SCOTT 1971, SCHWARTZ & KÖLBEL 1992, SHEILA 1986, KUNTZE 1991). Dies wirft die Frage der Vergleichbarkeit von Meßwerten unterschiedlicher Extraktionsversuche auf.

Als Ursache der Schwermetallführung wird häufig die atmogene Zufuhr (Industrie, Hausbrand, Kfz-Verkehr) und die Düngemittelapplikation (Phosphat) nachgewiesen (FEIGE 1991). Letztere steht im engen Zusammenhang mit der Tatsache, daß häufig eine Überversorgung an Nährstoffen anzutreffen ist (HERES 1989).

Weniger berücksichtigt wird in solchen Untersuchungen zur Schwermetall- und Nährstoffversorgung die Frage des Transfers Boden-Pflanze, welcher ein wesentlicher Faktor für die Abschätzung des Gefährdungspotentials ist (SAUERBECK 1988; SAUERBECK & STYPEREK 1988, BLUME 1990).

Kaum berücksichtigt bleibt bei den Untersuchungen von Kleingartenböden bisher auch die Frage der gegenseitigen Wechselwirkung zwischen den wichtigsten Einflußfaktoren wie Lage der Gärten im Stadtgebiet, Intensität der Pflegemaßnahmen, pedologische Parameter, Schwermetallhaushalt in Böden und Pflanzen. Die Berücksichtigung der Besonderheiten von Gartenböden, die einer sehr intensiven Form der Bodennutzung unterliegen und daher eine völlig andersartige biologische Aktivität zeigen (FEIGE 1991), wird wenig in der Literatur behandelt.

3.2 Einfluß von Bodenparametern auf den Schwermetalltransfer

Wie schon im letztem Kapitel gezeigt wurde, hängen die meisten bodenphysikochemischen und biologischen Prozesse in Böden (und somit auch in städtischen Kleingartenböden) von den angeführten Bodeneigenschaften ab.

Ein wichtiger Bestandteil des Projektes ist deshalb die Bestimmung der wesensbestimmenden *pedologischen Grundgrößen* (pH-Wert, CaCO_3 , Textur und organischer Anteil), weil gerade diese Parameter als wesentlich für die Schwermetалldynamik anzusehen sind (BRÜMMER & HERMS 1978). Außerdem sollen die an vielen Stellen (BRÜMMER et al. 1983; SCHEFFER & SCHACHTSCHABEL 1992, SENGUTTA 1993) angenommenen korrelativen Zusammenhänge zwischen Bodenschwermetallgehalten und Bodenparametern am Beispiel von Gartenböden nachgeprüft und bewertet werden.

Die ökologische Bedeutung der wichtigsten und untersuchten Bodenparameter soll an dieser nicht diskutiert werden, da dies in der Literatur ausreichend dokumentiert ist. Allgemeine Zusammenhänge finden sich beschrieben bei SCHEFFER & SCHACHTSCHABEL (1992), die besondere Relevanz für Kleingartenböden ist bei DIABY (1996) aufgezeigt. Die entsprechenden Bestimmungsmethoden sowie die Probenentnahme sind in Kapitel 5 knapp erläutert, genauere Ausführungen finden sich ebenfalls bei DIABY (1996).

Untersucht wurden pH-Wert, Kalkgehalt, Anteil an organischer Substanz, Korngrößenzusammensetzung, Chloridgehalt, Gehalt an pflanzenverfügbarem Phosphat, Sulfatgehalt und effektive Kationenaustauschkapazität.

3.3 Schwermetalle in gärtnerisch genutzten Pflanzen

Für die ökologische Fragestellung sind neben dem Schwermetall-Gesamtgehalt die von Pflanzen austauschbaren Schwermetallanteile im Boden von Wichtigkeit. Ergebnisse von Pflanzenuntersuchungen auf Nährstoff- und Schwermetallgehalte aus verschiedenen Arbeiten (BRÜNE 1984, HARRES 1989, TRÜBY 1990, FEIGE 1991) lassen erkennen, daß starke Unterschiede im Schwermetallspektrum zwischen verschiedenen Pflanzenarten und darüber hinaus zwischen Pflanzen-

teilen bestehen. Die am häufigsten genannten mit Schwermetallen stark belasteten Pflanzen sind Spinat, Salat, Sellerie und Grünkohl. Dabei können keine einheitlichen Belastungsmuster für alle Pflanzen beobachtet werden. Daraus ergeben sich große Schwierigkeiten für die Interpretation der Ergebnisse einerseits und für Anbauempfehlungen oder Anbaubeschränkungen andererseits (BRÜNE 1983, KÖNIG 1985, SCHÖNHARD 1987, SCHRÖTER 1991, EWERS 1993). Aus den meisten durchgeführten Untersuchungen kann festgehalten werden, daß die höchsten Schwermetallgehalte stets in vegetativen Pflanzenteilen zu verzeichnen sind (TRÜBY 1990, EWERS 1993). Nur in seltenen Fällen korrelieren die Gehalte in den Pflanzen mit denen der Böden (KÖNIG 1988, NEITE 1989).

4 Methodologisches Vorgehen

4.1 *Potentielle Schadstoffpfade*

Sieht man die Pflanzen als Schadstoffsенke, so stellt sich die Frage, über welche Transportpfade der Eintrag erfolgt. Ein Hauptziel des Projektes ist es, diese Pfade zu erkennen und (möglichst quantitativ) abzuschätzen. Potentielle Schadstoffpfade sind der Luft- und der Bodenpfad. Eine wasserbeeinflusste Stoffaufnahme (Grundwasser) kann bei gärtnerisch genutzten Flächen ausgeschlossen werden. Die Untersuchungen konzentrierten sich methodologisch auf das Erkennen, Benutzen und Bewerten von Indikatoren, die die Schadstoffeinträge in das „Ökosystem Kleingarten“ bestimmen.

4.1.1 *Bodenpfad*

Die Substrat- / Bodenbelastung in einem Kleingarten muß als Ursache für Schadstoffakkumulationen in Gemüsepflanzen in Betracht gezogen werden. Aus diesem Grund wurde versucht, die Kleingartenanlagen so auszuwählen, daß möglichst variierende pedologische Standorteigenschaften repräsentiert sind. Eine umfassende pedologische Charakterisierung ist notwendig, um den Stoffhaushalt der Böden, besonders im Hinblick auf „Pflanzenverfügbarkeit“ von Schadstoffen (Aufschlußverfahren), verstehen zu können. Um den aktuellen Belastungszustand im Oberboden bewerten zu können, wurden Tiefenprofile (bis zu 1.80 m) angelegt.

4.1.2 *Luftpfad*

Gerade in urbanen Räumen muß der Luftpfad als Hauptschadstofflieferant angesehen werden. Über ihn sind Einträge unterschiedlicher Herkunft (Industrie, Hausbrand, KFZ-Verkehr etc.) möglich. Im Projekt wurde versucht, diesen Pfad näher zu untersuchen und für die einzelnen Anlagen bzgl. Herkunft der Schadstoffe und Quantität des Eintrages Aussagen zu treffen. Da direkte Immissionsmessungen in großem Umfang nicht möglich waren, mußten Indikatoren gefunden werden, über die Immissionen „nachgezeichnet“ werden können. Als solche Indikatoren bieten sich (Schad-) Stoffakkumulatoren an. Im Projekt wurden dazu neben dem in Städten sich mehrfach bewährten Aktiven Flechtenmonitoring des Ausbringen von definiertem, unbelastetem Kontrollboden und darauf angepflanztem Gras verwendet.

4.2 Auswahl der Kleingartenanlagen

Die untersuchten Kleingartenanlagen sind unregelmäßig im Stadtgebiet von Halle verteilt (Karte 4.1). Die Stadt Halle zeichnet sich durch eine sehr gute Versorgung mit Kleingärten aus, mit einem gegenwärtigen Stand von $18,8 \text{ m}^2/\text{EW}$ (Richtwert-BRD: $10 - 17 \text{ m}^2/\text{EW}$) (UBA 1991). Im Sinne des Bundeskleingartengesetzes sind 160 Kleingartenanlagen im Stadtgebiet von Halle mit einer Fläche von rund 550 ha, d.h. ca. 4,35% des Stadtgebietes, ausgewiesen [(DDR 1986: 2,9%, BRD 1981: 2,1%) (FRÜHAUF et al. 1993, PANNACH 1986, UBA 1991)]. Davon befinden sich 54 Anlagen in städtischem Verfügungsrecht bzw. sind Anteile kommunalen Eigentums (ca. 119,5 ha) (STADT HALLE 1993).

Die Entwicklung der Kleingartenanlagen in Halle und die heutige Verbreitung ist durch vielfältige siedlungsgeschichtliche sowie landschaftliche Rahmenbedingungen erklärbar (FRÜHAUF et al. 1993). Die meisten der Anlagen sind nicht auf autochtonen Böden oder Substraten entstanden. Sie sind im Gegenteil oftmals in Gebieten angesiedelt, die zunächst einer anderen, meist urbanen Nutzung unterworfen waren. Es handelt sich großenteils um verfüllte Tagebaugelände mit mehr oder weniger großem Rekultivierungserfolg, Senkungsgebiete über ehemaligem Tiefbau mit teilweise Verfüllungen unbekannter Herkunft und Zusammensetzung, alte Deponieflächen, Überflutungsflächen in der Saaleaue sowie sonstige Sonderstandorte, die zum Teil eine mehrfache, oft konträr gerichtete menschliche Tätigkeit aufweisen. Dabei wurde der ursprüngliche Boden abgetragen oder mit mineralischen Substanzen überschüttet. Dadurch entsteht meistens ein humus- und nährstoffarmes Ausgangssubstrat, das bei der weiteren Kleingartennutzung als C-Horizont dient. Erst durch individuelle Bearbeitungs- und Pflegemaßnahmen konnten typische Gartenböden entstehen (ADAM 1988).

Bedingt u.a. durch die Qualität des jetzigen Wohnumfeldes (Dichtebebauung, mangelnde Hausgärten) kam und kommt für die Stadtbewohner von Halle der Schaffung und Sicherung von Dauerkleingartenflächen besondere Bedeutung zu. Insbesondere für Halle-Neustadt (Hochhäuser mit großer Bevölkerungsdichte) ist die Notwendigkeit wohnungsnaher Freizeitmöglichkeiten auf naturnahen Flächen im städtischen Umland wichtig. Dieser Besonderheit wird gegenwärtig im Landschaftsplan der Stadt Halle durch Einbeziehung der Initiativen der Kleingärtner für einen ökologisch orientierten Gartenbau und für einen gesetzlich gesicherten Bestandsschutz von Kleingartenanlagen Rechnung getragen (STADT HALLE 1993).

Entsprechend der physisch-geographischen Differenzierung sind im Stadtgebiet von Halle mit seiner Auenlandschaft, seinen glazialüberprägten Räumen, seinen herausmodellierten Intrusivgesteinen (Hallischer Porphyr) die Kleingartenanlagen voneinander gut differenzierbar. Deshalb galt es, charakteristische Gartenanlagen für die Untersuchungen auszuwählen, die möglichst repräsentativ für die übrigen Anlagen sein sollten. Als bestimmende Differenzierungsmerkmale wurden der dominierende *Substrattyp*, das jeweilige *Alter der Anlage* sowie potentielle *atmogene Belastungswirkungen* herangezogen.

4.2.1 Auswahl nach Substrat und Genese

Bei den hier anzutreffenden Böden handelt es sich in seltensten Fällen um in-situ-Böden. Meistens stellt das Bodenmaterial eine Mischung aus Kulturschutt und gewachsenem Substrat dar. Manchmal handelt es sich auch gänzlich um urbar gemachte Ablagerungen, wobei weder über

deren Herkunft, geschweige über deren Zusammensetzung und Belastung nähere Aussagen getroffen werden können (FRÜHAUF et al. 1993).

Deshalb sollten in diese Untersuchung möglichst Kleingartenanlagen mit allen typischen Substrat-Bodenverhältnissen des Halleschen Raumes integriert werden. Unter den (quasi-) natürlichen Standortverhältnissen sind dies vier Hauptgruppen, die es zu berücksichtigen galt:

- lehmig-schluffige Aueböden,
- Böden in Verwitterungsprodukten bzw. Umlagerungsdecken des anstehenden Festgesteins (Porphyr oder Bundsandstein),
- Lößböden, insbesondere (degradierte) Schwarzerden,
- Böden in glazialen Ablagerungen, insbesondere in pleistozänen Lehmen und Sanden.

Hinzu kommen (als fünfte) die für Halle typischen Böden auf bzw. in mehr oder weniger stark anthropogen veränderten, oftmals sogar gänzlich anthropogen entstandenen Substraten. Als solche für Halle typischen Standorte können rekultivierte Bergbaugelände oder Müllkippen bezeichnet werden. Diese als Bauland ungeeigneten Flächen werden besonders im Südosten von Halle großflächig von Gartenanlagen genutzt.

4.2.2 Auswahl nach Stadtstrukturtyp und Alter

Da von vornherein die Vermutung nahe lag, daß sich die atmosphärischen Schadstoffpfade überwiegend aus der Spezifik des Emission-/Immissionsgeschehens ergeben, erschien es wichtig, diese Einflußgrößen indirekt durch Zuordnung der Kleingartenanlagen zu einem "Stadtstrukturtyp" zu berücksichtigen. Eine räumliche Zuordnung bzw. Verteilung der Stadtstrukturtypen ist für Halle aufgrund aktueller Untersuchungen eindeutig möglich und wissenschaftlich belegt (ZIERDT & DIPP MANN 1993).

Die 160 Kleingartenanlagen im Stadtgebiet von Halle finden sich in allen ausgegliederten Stadtstrukturtypen (vgl. Tab. 4.2-2 und Karte 4.1). Daraus wird die besondere ökologische Relevanz des Immission/Emissionsgeschehens auf die Kleingärten deutlich.

Unter Berücksichtigung der im Stadtgebiet vorkommenden bzw. in den Kleingartenanlagen dominierenden Bodensubstrate ergeben sich theoretisch mehrere mögliche Kombinationen von Stadtstrukturtyp und Substrat, die für die Kleingärten im Halleschen Stadtgebiet in Frage kommen.

Entsprechend ihres Entstehungsalters sind die baulich-infrastrukturellen Einrichtungen der Kleingartenanlagen größtenteils in sich homogen, unterscheiden sich jedoch von Anlage zu Anlage erheblich. Gleiches gilt für die gärtnerische Aufteilung der Parzelle und die bevorzugten Anbauprodukte (PANNACH 1956). Deshalb wurde neben den oben ausführlich dargestellten Auswahlkriterien (im besonderen Substratverhältnisse, Stadtstrukturtyp) auch das unterschiedliche Alter der Kleingärten mit berücksichtigt, um die Frage der Nutzungsdauer und ihre Auswirkung auf den (Belastungs-) Zustand näher zu erkunden.

Basierend auf diesen für die Problemstellungen entscheidenden Abgrenzungskriterien wurden folgende 15 Kleingartenanlagen als (möglichst) repräsentative Untersuchungsräume festgelegt (Tab. 4.2-2, Karte 4.1). Die Substrat-Charakterisierung erfolgte aufgrund Bohrstocksondierungen innerhalb der Anlagen.

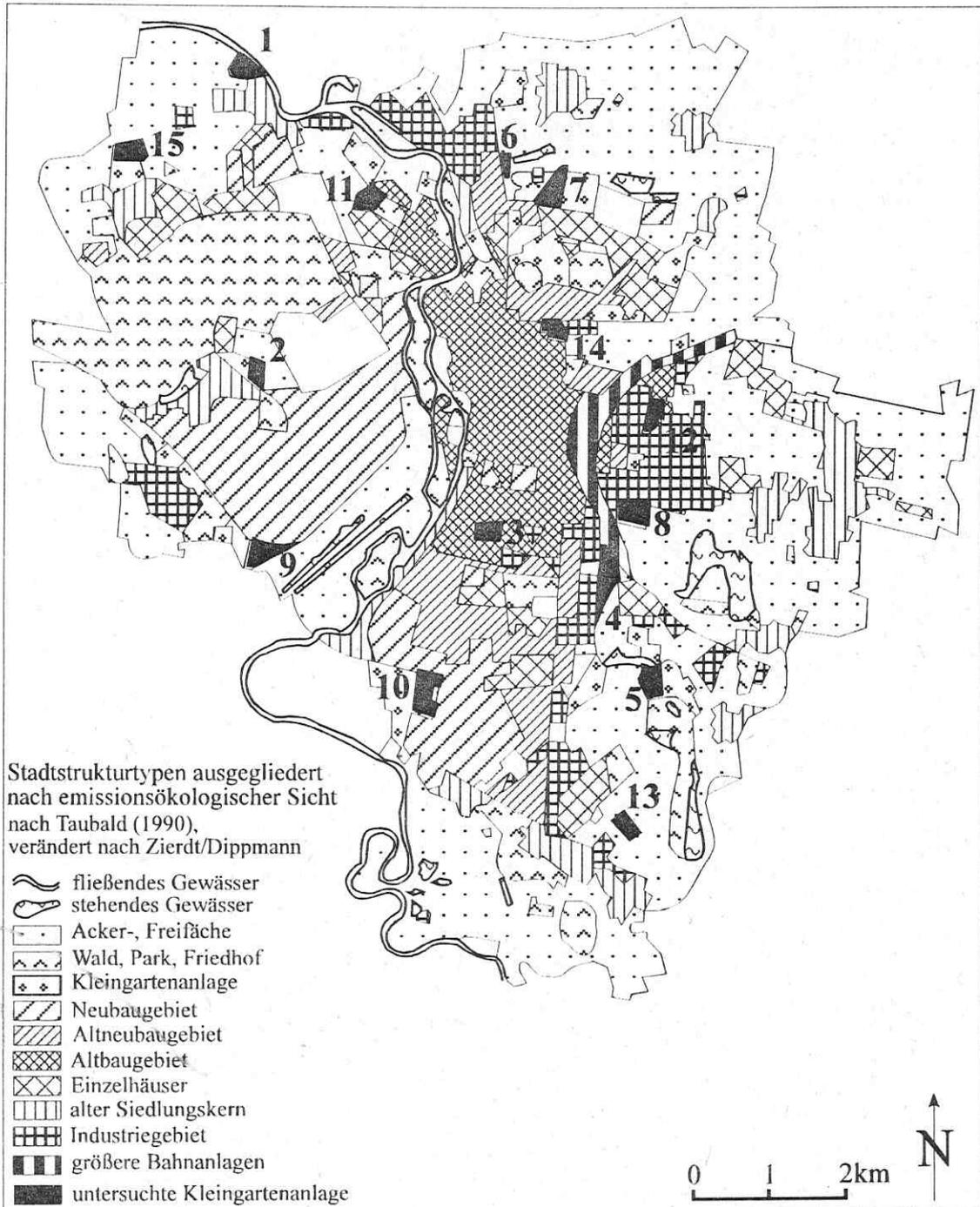
Tabelle 4.2-1: Stadtstrukturtypen in Halle und ihre ökologische Besonderheiten (in Anlehnung an FRÜHAUF et al. 1993)

Stadtstrukturtyp	Besonderheiten	Emission/Immission
Altbaugelbiet	Stadtzentrum, alte Bausubstanz (bis 1920), alte Heizungsanlagen (Ofen), dichte Bebauung, defekte Schornsteine, schmale und stark befahrene Straßen	fossile Brennstoffe, Kfz-Abgase
Altneubaugelbiet	Gründung: 1930 - 1965, alte Heizungsanlagen (Ofen), teilweise Öl- und Gasheizung, nicht zu dichte Bebauung, Grünanlagen, relativ gute Durchlüftung, vorwiegend breite Straßen	fossile Brennstoffe, Kfz-Abgase
Einzelhäuser	Stadtrandbereiche, Ofen-, Gas- und Ölheizung (seit 1989), wenig Straßenverkehr, Grünanlagen	fossile Brennstoffe, schwache Kfz-Abgase
Acker-/Grünflächen	teilweise Landwirtschaft	minimale Eigenemission, Düngung, Staubaufwirbelung, Stadt- und Industrie-Abgase
Neubaugelbiet	westlich und nordwestlich gelegen, Betonhäuser, Gasheizung, Fernheizung (durch Heizkraftwerke), vorwiegend breite Straßen	Kfz-Abgase
Alter Siedlungskern	relativ alte Häuser, gemischte Heizungstypen, kleine Feuerungsanlagen, Landwirtschaft, wenig Straßenverkehr	fossile Brennstoffe, Stadt- und Industrieabgase, schwache Kfz-Abgase
Bahn-/Industriegebiet	alte (große) Industrie, Heizkraftwerke, Energie aus Braunkohle, hohe Verkehrsdichte	Stadt-/Industrie-Abgase, Kfz-Abgase

Tabelle 4.2-2: „Erwartete“ Substratcharakteristika, Nutzungsnachbarschaft und Gründungszeit der Kleingartenanlagen (vgl. Karte 4.1)

Nr. - Anlage	„erwartetes“ Substrat	Stadtstrukturtyp	Gründung
1. Saaletal	Auenlehm	alter Siedlungskern	1932
2. Habichtsfang	Sand	Einzelhäuser	1932
3. Paul-Riebeck-Stift	Lehm	Altbaugelbiet	1911
4. Dieselstraße	Aufschüttung	Industriegebiet	nach 1954
5. Osendorfer Hain	anthropogen	Acker- / Freifläche	1979
6. Oppiner Straße	Löß	Industriegebiet	1917
7. Küttener Weg	anthropogen	Neubaugelbiet	1950
8. Kanenaer Weg	Sand	Industriegebiet	1932
9. Passendorfer Damm	Auenlehm	Neubaugelbiet	1978
10. Sonne	Lehm	Neubaugelbiet	1930
11. Fuchsberg	Berglehm	Einzelhäuser	1947
12. Schloß Freimfelde	Löß	Industriegebiet	1919
13. Radeweller Straße	anthropogen	Acker- / Freifläche	1926
14. Pauluskirche	Berglehm	Altbaugelbiet	1917
15. Dölau	Löß	alter Siedlungskern	vor 1942

Karte 4.1: Lage der untersuchten Kleingartenanlagen und benachbarte Stadtstrukturtypen



4.3 Untersuchungszeitraum 1992/93

Der Zielstellung des Projektes entsprechend wurden in den ausgewählten Kleingartenanlagen in jeweils drei Gartenparzellen Bodenprofile ausgegraben. Die Festlegung der beprobten Gärten erfolgte nach topographischem Gesichtspunkt, um besonders vertikale Differenzierungen zu berücksichtigen, nach der Lage zu potentiellen Schadstoffemittenten und nach dem Einverständnis der Gärtner, ihre Parzellen für diese Untersuchungen zur Verfügung zu stellen. Letztgenannter Fakt darf nicht unterschätzt werden, denn ohne die in der Regel sehr engagierte Unterstützung durch die Kleingärtner wäre die Durchführung des Projektes nicht möglich gewesen. Die beprobten Gärten sind zum überwiegenden Maße relativ gleich verteilt über das Gesamtgebiet der jeweiligen Kleingartenanlage.

Die Auswahl der Probeentnahmepunkte in den Gärten erfolgte ebenfalls in Ansprache mit den Kleingärtnern auf Beeten, auf denen später die Gemüsetestpflanzen angebaut werden konnten.

So erfolgte die Beprobung vom 10. bis 18. März 1992, indem in diesen 45 Gärten in je drei Gärten Bodengruben (ca. 1m*1m*1m) ausgehoben wurden, um besonders vertikale Differenzierungen der Bodenverhältnisse zu erfassen. Aus jedem bodendiagnostischen Horizont wurde eine Probe entnommen. So ergaben sich pro Schurf je nach Bodentyp und seiner Differenzierung durchschnittlich 5 Proben. Dadurch wurden 222 Bodenproben gezogen. Dabei wurden entsprechende Vorsichtsmaßnahmen getroffen, damit keine horizontfremden Bestandteile in die Proben gelangen, die eventuelle Kontaminationen verursachen können. Die Abtragflächen wurden gemessen, fotografiert und die Umgebung genau beschrieben. Letzteres erscheint wichtig für die Interpretation der Untersuchungsergebnisse. Der Transport und die Aufbewahrung der Proben erfolgte in eigens dazu hergestellten Leinensäckchen, um anaerobe Prozesse, die die PO_4^{3-} -Konzentration und den pH-Wert beeinflussen könnten, zu vermeiden.

Bestimmt wurden die Gehalte der Schwermetalle Blei, Cadmium, Kupfer, Nickel, Chrom, Zink, Eisen, Aluminium und Mangan. An Nährstoffen wurden Natrium, Kalium, Magnesium und Kalzium bestimmt.

Alle Proben wurden unter Zimmertemperatur getrocknet und mittels Kunststoffsieb auf 2 mm gesiebt, wobei der Skellettanteil verworfen und der Feinboden anschließend in Gläsern verwahrt wurde.

4.3.1 Böden 1992

Entgegen Untersuchungen, wo lediglich von Boden-Gesamtschwermetallgehalten auf eine Belastung der Nahrungskette geschlossen wird, soll neben der Ermittlung der Gesamtgehalte der Schwermetalle Cadmium, Chrom, Kupfer, Nickel, Blei, Zink, Mangan und Eisen sowie Aluminium mittels HNO_3/HCl (Königswasser gemäß DIN 38 414), welche einen Überblick über die Belastungssituation der untersuchten Gärten ermöglichen, die ökologisch relevanten Schwermetallanteile, die "pflanzenverfügbaren" bestimmt werden (SCHÖNHARD 1987, SCHUMANN & FRÜHAUF 1988, PEKLO & NIEHUS 1993). Dabei soll eine Extraktion der Proben mit H_2O (entionisiertes Wasser) und NH_4Cl erfolgen. So soll ermöglicht werden, Zusammenhänge über das Schwermetallverhalten in Böden, aber auch im *Transferprozess Boden-Pflanze* zu erkennen.

Um mögliche synergetische Wirkungen zwischen Nährstoff- und Schwermetallgehalten der Böden zu erfassen, werden die anionischen und kationischen *Nährstoffe* (Sulfatgehalt, Phosphatge-

halt, Chlorid, Kalium, Natrium, Magnesium und Kalzium) bestimmt. Ziel der Nährstoffuntersuchung ist neben der Erfassung des Versorgungsgrades der Gartenböden mit den Hauptnährstoffen und der Klärung des Zusammenhangs zwischen Gartennutzung und Nährstoffgehalten die Feststellung, ob ein eventueller Zusammenhang zwischen Nährstoffgehalten und der Lage der Gärten in den unterschiedlichen "Stadtstrukturtypen" nachgewiesen werden kann.

Weiterhin stellt sich die Frage, welchen Einfluß heute der *atmogene Eintrag* auf verschiedene Gemüsepflanzen hat. Dafür sollen neben der differenzierten Erfassung der (quasi-) geogenen Grundbelastung und der sie bedingenden (stadtspezifischen) Ursachen als anthropogene Quellen die atmogene Schwermetallzufuhr und auch der (individuelle) Eintrag durch Dünger, Bodenverbesserungsmittel u.ä. bestimmt werden. Als Indikator für den Emission-/Immissionseintrag von Schwermetallen eignen sich durch ihren pflanzenphysiognomischen Aufbau besonders *Graskulturen* (ZUMBROICH et al. 1988). Deshalb wird zur Erfassung der atmogen zugeführten Schwermetalle in den untersuchten Medien unbelasteter fossiler *Eemzeitboden* (als Kontrollboden) mit Gras bepflanzt, in den Gärten deponiert und nach der Vegetationsperiode nach den o.g. Elementen untersucht.

4.3.2 Gemüsepflanzen 1993

Ein wesentliches Ziel dieser Arbeit besteht darin, die substrat- und nutzungbedingte Schwermetallbelastung im Untersuchungsraum zu ermitteln, d.h. Aussagen über den Boden-Pflanze-Transfer zu ermöglichen. Hierfür wurden auf den Untersuchungsstandorten im laufenden Vegetationszyklus ausgewählte Gemüsepflanzen angebaut und danach auf Schwermetalle untersucht.

Die Auswahl der Gemüsepflanzen richtete sich nach den drei folgenden Kriterien:

- Differenzierung zwischen Pflanzen mit unterirdischen und oberirdischen Verzehrteilen,
- Schwermetallaufnahmekapazität der Pflanzen (Literaturaussagen),
- Die Verbreitung der Pflanzen in den Kleingärten im Untersuchungsraum (mündliche Angaben der Gärtner).

Nach diesen Kriterien fiel die Wahl auf folgende Gemüsepflanzen:

- Kohlrabipflanzen (Sorte Deli-weiß),
- Porree (Sorte Nebraska) und
- Sellerie (Sorte Monarch).

Aus Gründen der Repräsentativität und Vergleichbarkeit wurden diese Testpflanzen im Mai 1993 in einer Gärtnerei am Stadtrand mit geringer Luftbelastung (ZIERDT & DIPP MANN 1993) zur Anzucht gebracht. Nach zwei Wochen wurden in jedem Garten von jeder Gemüseart je 10 Pflanzen ausgebracht. Diese Versuchspflanzen wurden auf den Beeten, von denen vorher die Entnahme der Bodenproben erfolgte angepflanzt und sollten von den Gärtnern weder gedüngt, noch mit Pflanzenschutzmitteln behandelt werden. Am Ende der Vegetationsperiode, vom 07. - 15.08.1993, wurden die Pflanzen geerntet. Die Entnahme der Pflanzenproben erfolgte nach Empfehlungen von HOFFMANN & SCHWEIGER (1981). Es wurden jeweils 5 Pflanzen (mindestens 1 kg) entnommen und in Plastiktüten für den Transport verpackt (BGA 1979).

4.3.3 Deposition von Kontrollböden 1993

Bei dem verwendeten Kontrollboden handelt es sich um eine fossile Paläo-Schwarzerde, die sich in einer morphologische Ruhephase, in der Eemzeit gebildet hatte. Diese Schwarzerde wurde von weichselkaltzeitlichem Löß überdeckt, in dem sich eine Pararendzina herausgebildet hat (ALTERMANN & KNOTH 1965). Dieser Boden aus den Hammerlöchern von Langenbogen wird als unbelastet betrachtet und erscheint daher geeignet als Vergleichsboden zur Ermittlung atmogen zugeführter Schwermetalle (ZIERDT 1991, FRÜHAUF 1992).

Die Ermittlung der Schwermetallkonzentrationen der Eemzeitbodenproben erfolgte wie bei den Gartenböden.

4.3.4 Deposition von Gras 1993

Der Zielstellung des Projektes entsprechend sollten auch Grasproben im gleichen Zeitraum wie die Pflanzenproben in den Gärten deponiert werden und ebenfalls nach der Vegetationsperiode "eingesammelt" und auf Schwermetalle untersucht werden. Damit soll versucht werden, repräsentative Aussagen zu den atmogenen Schwermetalleinträgen zu treffen. Dafür wurde die Grasmischung *Majestic-Rasen (Fa. Kiepenkerl)* aus folgenden Grassorten ausgewählt und in die Untersuchungen mit einbezogen:

- 5% *Lolium Perenne Majestic*
- 35% *Lolium Perenne Mondial*
- 20% *Festuca Rubra Fall. Kokett*
- 10% *Festuca Rubra Rubra Novorubra*
- 10% *Festuca Rubra Trich Horizon*
- 10% *Poa Pratensis Saskia*
- 10% *Poa Pratensis Nimbus*

Diese Grasmischung hat den Vorteil, daß sie wenig Wasser braucht, gleichmäßig und nicht schnell wächst.

Diese Mischung der Grassämereien wurden in den mit unbelastetem Eemzeitboden (aus den Hammerlöchern von Langenbogen) gefüllten Schalen eingepflanzt und den Gärtnern zur Verfügung gestellt. Dieses erfolgte im gleichen Zeitraum wie die Übergabe der Gemüsepflanzen. Die Schalen wurden möglich in der Nähe der Testpflanzen in den Boden eingesenkt. Die Grasproben sollten ebenfalls weder gedüngt noch mit Chemikalien behandelt werden. Die *Eemzeitböden* wurden vor dem Einpflanzen des Gras mit etwas Torf (Universaler Hochmoortorf, schwach bis mittel zersetzt H3-H5) gemischt (VDI 1978).

4.4 Untersuchungszeitraum 1994

4.4.1 Böden 1994

Im Mai 1994 wurden in den 15 Kleingartenanlagen bzw. 45 Kleingärten der bereits in den Vorjahren untersuchten Standorte Oberbodenmischproben und Proben aus dem Spatenhorizont genommen. Nach Möglichkeit wurden die Proben unmittelbar neben der Profilgrube des Vorjahres entnommen. Damit sollte eine Vergleichbarkeit mit diesen Proben gewährleistet sein, um überhaupt signifikante Veränderungen beschreiben und bewerten zu können. Auf eine erneute Tie-

fenbeprobung, d.h. die Anlage eines Profils, wurde verzichtet, da mittels der Profile der Vorjahre die Tiefenfunktionen von Nähr- und Schadstoffen ausreichend und repräsentativ erfolgt sind.

Zudem stand für den Untersuchungszeitraum 1994 der Transferpfad Boden-Pflanze im Mittelpunkt, wofür nur der für Gemüsepflanzen entscheidende Oberboden als Nähr- und Schadstoff-„quelle“ bedeutend ist. Die Abschätzung des Einflusses von tieferen Bodenhorizonten bzw. -schichten ist ausreichend an anderer Stelle diskutiert (vgl. DIABY 1996) und stellt für einjährige Gemüsepflanzen eine nahezu vernachlässigbare Größenordnung dar. Vielmehr sind die für Pflanzen im Vegetationszyklus erreichbaren, also verfügbaren Nährstoffe (und Schadstoffe) von Bedeutung für Wachstum und Aufnahme. Da die Gärtner im Sommer entsprechend bewässern (BREUSTE 1994), ist eine „Tiefenbelastung“ von Gemüsen durch ascendentes Bodenwasser im allgemeinen auszuschließen. Neben den pedologischen Parametern wurden Schwermetallgesamtgehalte (Königswasseraufschluß) sowie pflanzenverfügbare Anteile (Ammoniumchlorid-Aufschluß) bestimmt.

4.4.2 Gemüsepflanzen 1994

Um nachzuweisen, ob bei unterschiedlichen Pflanzenteilen (Wurzel, Sproß, Frucht) eine differenzierte Schadstoffaufnahme erfolgt, wurden Möhren, Tomaten und Zwiebeln beprobt. Diese Pflanzen wurden auch deshalb ausgewählt, da sie von der Vielzahl der Gärtner angebaut werden und somit für eine Probenahme „verfügbar“ waren. Im Unterschied zum Vorjahr wurden keine „einheitlichen“ Pflanzen zur Anzucht gebracht und den Kleingärtnern zur Verfügung gestellt. Vielmehr sollte die Beprobung der von den Gärtnern selbst angezogenen und angepflanzten Gemüse dazu dienen, einen repräsentativen Überblick über deren „Alltagsprodukte“ zu erhalten und den „Ist-Zustand“ zu charakterisieren.

4.5 Aktives Flechtenmonitoring

Die Erfassung der bedeutenden Luftschadstoffe ist mit chemisch - physikalischen Methoden mit hoher Genauigkeit möglich. Damit ist nur eine bestimmte Auswahl aller luftverunreinigenden Stoffe getroffen worden. Andere Schadstoffe die zur Zeit noch weniger bekannt sind, aber in ihrer Schadwirkung erheblichen Einfluß auf die Vitalität von Lebewesen nehmen können, würden so nicht erfaßt. Außerdem ist das Zusammenspiel der verschiedenen Luftschadstoffe oftmals ungeklärt und es gibt nur ungenaue Aussagen über eine Verstärkungs- oder Abschwächungsfunktion.

Bei Betrachtung der Wirkungen von Luftschadstoffen an Lebewesen könnte oben genannte Lücke gefüllt werden. Bei vielen Institutionen, die sich heute mit Fragen der Luftverschmutzung auseinandersetzen, werden zunehmend Bioindikatoren zur Erfassung dieser Wirkungen eingesetzt. Es gibt Bioindikatoren die auf die Widerspiegelung eines bestimmten Stoffes spezialisiert sind. Für die Untersuchung in halleschen Kleingartenanlagen wurden epiphytische Flechten gewählt, die in der Lage sind, auf eine Vielzahl unterschiedlicher Luftschadstoffe als Lebewesen zu reagieren. Die Flechten zeichnen sich unter anderem durch folgende Eigenschaften aus:

- Die Stoffaufnahme der Flechten erfolgt aus der Luft, wobei die uns interessierenden Schadstoffe mit enthalten sind.
- Flechten brechen ihre Stoffwechselaktivitäten auch bei niedrigen Temperaturen nicht ab und eignen sich somit gerade für lufthygienische Untersuchungen im Winterhalbjahr.

- Die Schadstoffe können auch weitestgehend ungehindert in den Flechtenthallus eindringen, weil keine Kutikula vorhanden ist.
- Eine Schädigung kann nicht in kurzer Zeit aufgehoben werden, weil Flechten neben einem langsamen Wachstum und einem unbedeutenden Regenerationsvermögen auch nicht die Fähigkeit besitzen, Schadstoffe auszuscheiden.

Die epiphytischen Flechten werden zur Beurteilung der Gesamtimmissionssituation eines bestimmten Raumes verwendet. In den neuen Bundesländern besitzt die Belastung durch SO_2 und anderer saurer Schadgase eine größere Bedeutung, als die anderen Luftschadstoffe. Durch Überlagerungseffekte der Wirkung des SO_2 auf die Flechten ist es hier möglich direkte Einflüsse nachzuweisen und im folgenden zu interpretieren.

5 Arbeitsmethoden

5.1 Geochemische Labormethoden

5.1.1 Pedologische Untersuchungen

Alle Proben wurden unter Zimmertemperatur getrocknet, und mittels Kunststoffsieb auf 2 mm gesiebt, wobei der Skellettanteil verworfen und der Feinboden anschließend in Gläser verwahrt wurde. Die Messungen wurden im geoökologischen Labor des Instituts für Geographie durchgeführt.

Die Ermittlung der wesensbestimmenden pedologischen Grundgrößen (pH-Wert, CaCO_3 , Textur und organischer Anteil) ist ein wichtiger Bestandteil des Projektes, weil diese Parameter als wesentlich für die Schwermetалldynamik anzusehen sind (BRÜMMER & HERMS 1978). Außerdem sollen die an vielen Stellen (BRÜMMER et al. 1983; SCHEFFER & SCHACHTSCHABEL 1992, SENGUTTA 1993) angenommenen korrelativen Zusammenhänge zwischen Bodenschwermetallgehalten und Bodenparametern am Beispiel von Gartenböden kritisch bewertet werden.

Korngröße

Zur Bestimmung der Korngrößenzusammensetzung wurde die lufttrockene Bodenprobe von größeren Pflanzenteilen befreit und auf 2 mm abgeseibt. Durch mehrfaches Teilen der Gesamtprobe durch einen Riffelteiler wird eine Probenmenge von 20-30g erhalten und abgewogen. Das Teilen ist wichtig für die Homogenität der Probe und somit für die Reproduzierbarkeit der Werte. Kalkhaltige Böden wurden mit 0,1% HCl versetzt (mehrmals) und ebenfalls mehrmals mit destilliertem H_2O nachgewaschen (Carbonatverkittung). Humushaltige Proben wurden dann mit 10ml 30%-tigen H_2O_2 versetzt und solange gekocht, bis die überstehende Flüssigkeit klar bleibt (eventuell Wiederholung) bewegt. Die Proben wurden dann mit 10 ml 25%-igem NH_4OH versetzt und 6 h in der Überkopfschüttel (wichtig zur Verhinderung der Koagulation) geschüttelt. Nach Überführen der Proben in 100 ml Köhn-Zylinder erfolgt die Pipettenanalyse nach KÖHN.

Aktuelle und potentielle Azidität

Die Bestimmungen der pH-Werte erfolgte in KCl-Lösung (potentiell) bzw. im entionisiertem Wasser (aktuell) mittels pH-Meter 539 und Einstabmeßkette vom Typ E56, Firma WTW (BARSCH et al. 1974).

Bestimmung des CaCO₃-Gehaltes

Die Messung des fein gemahlene Bodens zur CaCO₃-Gehalt-Bestimmung erfolgte mittels Scheibler-Apparatur (METHODENBUCH 1991).

Sulfatgehalt

Zur Sulfatbestimmung wurden 5 g Bodenprobe mit 25 ml entionisiertem Wasser versetzt, 90 Minuten geschüttelt und filtriert. Zu 5 ml Probenlösung werden 2 ml HCl (pH 2) sowie festes BaCl₂ zugesetzt und mit Spektralphotometer CADAS 100 Fa. Dr. Lange gemessen. Eine erhöhte Zufuhr von solchen Säurebildnern kann die Funktion der Böden als Schadstoff-Filter für zahlreiche Schadstoffe erheblich stören und damit zu Mobilisierung (z.B. bei pH < 4,5) von gebundenen Schadstoffen (z.B. Al) führen (PIETSCH & KAMIETH 1992).

Phosphatgehalt

Für die Bestimmung des Phosphats wurden 1g Boden mit einer Calciumacetat-Calciumlaktat-Lösung extrahiert, 90 Minuten geschüttelt, filtriert und anschließend nach Zugabe der entsprechenden Chemikalien mittels Spektralphotometer CADAS 100 gemessen (Wellenlänge 620 nm).

Anteil an organischer Substanz

Die Bestimmung der organischen Substanz erfolgte nach einer institutsinternen modifizierten Methode der Trockenveraschung (Glühverlust). Die von größeren Wurzelteilchen befreiten Proben werden bei 105°C 2h getrocknet, im Exsikkator abgekühlt und in vorgeglühten, vorgewogenen Porzellantiegel eingewogen. Anschließend wird bei 300°C 2 h lang geglüht. Nach dem Abkühlen (Exsikkator) wird durch Zurückwiegen die Massendifferenz ermittelt. Die Angabe erfolgt in %. Dieser Glühverlust kann als Maß für den Gesamthumusgehalt des Bodens angesehen werden. Dieses Verfahren eignet sich vor allem für ton- und karbonatfreie Sande und Humusböden. Bei tonreichen Böden und Lehmböden kann sich hier ein methodischer Fehler bemerkbar machen. Durch das Glühen werden Kristallwasser und CO₂ ausgetrieben, was höhere Werte zur Folge hat. Im Rahmen des Projektes wurde versucht, durch Herabsetzen der Glühtemperatur auf 300°C diesen Fehler auszuschalten.

Chloridgehalt

Zur Bestimmung des Chloridgehaltes wurden die vorliegenden Gartenböden mit destilliertem Wasser 2 h geschüttelt, filtriert und gegen eine AgNO₃-Lösung, welche 1mg Chlorid in 1ml Lösung enthält, titriert. Die Messung des Chloridgehaltes erfolgt potentiometrisch mittels Silber-Einstabmeßkette und pH/mV-Meter 539 (Firma: WTW). Während der Titration wurden die Proben mit einem Magnetrührer gerührt.

5.1.2 Aufschlußmethoden

Königswasser (Gesamtgehalte)

Die Bestimmung des Gesamtschwermetallgehaltes erfolgte mittels Königswasseraufschluß (nach DIN 38 414). Alle Proben wurden folgendermaßen behandelt. Je 3g der getrockneten, gemahlene und homogenisierten Proben wurden mit destilliertem Wasser (2 bis 3 ml) leicht angefeuchtet und danach mit 21 ml HCl (37 % p.A.) und 7 ml HNO₃ (65 % p.A.) versetzt. Anschließend wur-

den die Proben zwei Stunden unter Rückflußkühlung bei 120°C gekocht. Nach dem Abkühlen wird der Kühler richtig ausgespült. Dann werden die Proben filtriert.

Ammoniumchlorid-Auszug (pflanzenverfügbare Schwermetalle und Nährstoffe)

Zur Bestimmung der austauschbaren Kationen hat sich bisher keine der zahlreichen Extraktionsmethoden (CaCl_2 , MgCl_2 , NH_4NO_3 , COONH_4 , EDTA-Extraktion etc.) (SCOTT u.a. 1971, KUNTZE 1981, SHEILA et al. 1986, ZEIEN & BRÜMMER 1989, SCHWARTZ & KÖLBEL 1992) als einheitliche Methode durchgesetzt. In Rahmen des Projektes wurden die vorliegenden Proben durch NH_4Cl als Extraktionslösung behandelt. Je 10g der luftgetrockneten, gesiebten (2 mm) und gemahlene Bodenproben werden in Pipettenspritzen eingewogen und mit 25 ml NH_4Cl (Ammoniumchlorid) versetzt. Um eine große Zahl von Proben gleichzeitig behandeln zu können, werden die Pipettenspritzen in einem für diesen Zweck angefertigten Gestell (20 Teile) plaziert. Als Filtermaterial werden ein Rundfilter und ca. 10g Quarzsand p.A. (Fa. Merck) verwendet. Die Aufschlammung wird über Nacht stehen gelassen und anschließend mit 75 ml Extraktionslösung (Ammoniumchlorid) versetzt. Das Perkolat wird in einem 100 ml Polypropylen-Meßkolben aufgefangen und mit der Extraktionslösung bis zur Marke aufgefüllt. Die so erhaltene Lösung wird unverdünnt vermessen. Um bei der Bestimmung der Elemente Na, K, Ca, und Magnesium Ionisationsstörungen zu vermeiden, wird vor dem Auffüllen ca. 500 ppm Cs-Lösung (für Na und K) und 0.1% La (für Ca und Magnesium) hinzugesetzt.

Calciumchlorid-Auszug

Zur Bestimmung der CaCl_2 -löslichen Schwermetalle werden 10g Feinboden mit 50 ml 0,1m CaCl_2 versetzt und 2h geschüttelt. Anschließend werden die Proben durch Faltenfilter filtriert und das Filtrat zur Stabilisierung mit 1ml konzentrierter HNO_3 versetzt.

H₂O-Auszug

Zur Erfassung der wasserlöslichen Kationen (aus leicht löslichen Salzen) des Bodens werden die Proben mit entionisiertem Wasser versetzt und wie beim Ammoniumchloridauszug weiter behandelt und nach den gleichen Elementen untersucht (SCOTT et al. 1971).

5.1.3 Aufbereitung der Pflanzenproben

Da die Beurteilung der Pflanzenproben auch nach humantoxikologischen Gesichtspunkten beabsichtigt ist, kamen die zum Verzehr geeigneten Pflanzenteile zur Analyse und die Aufbereitung der Proben erfolgte "küchenfertig". D.h. die Knollen bzw. die Blätter wurden gründlich gewaschen, geschält (mit einem Keramikmesser) in 1 bis 2 cm lang Halme, 2 bis 3 mm dicke Scheiben, Würfel von 5 bis 6 mm Kantenlänge zerkleinert. Dadurch soll ein gleichmäßiges und rasches Trocknen ermöglicht werden.

Zur Trockensubstanzbestimmung und anschließenden Schwermetallanalyse wurden ca. 100 bis 500g der Gemüsepflanzen und ca. 10 bis 100g der Grasproben abgewogen. Die Trocknung erfolgte in Porzellanschalen im Umlufttrockenschrank bei 105°C bis zur Gewichtskonstanz. Vor bzw. nach der Trocknung wurden folgenden Gewichte ermittelt. Die ermittelten Frisch- und Trockengewichte sowie der Wassergehalt der Pflanzen werden errechnet und protokolliert. Nach dieser Rückwage werden die Proben in den Trockenschrank zurückgestellt und im warmen

Zustand umgehend mit einer Achat-Kugelmühle zermahlen. Das zermahlene Pflanzenmaterial wird in Plastikgefäßen getrocknet bis zur Analyse verwahrt.

Der Aufschluß der Probensubstanz erfolgt durch Trockenveraschung. Hierbei werden 5g des getrockneten Materials in feuerfesten Quarzschälchen eingewogen und mit einigen Tropfen H_2O_2 versetzt. Anschließend wurden die Proben im Muffelofen bei 450 °C 3h lang verascht. Das veraschte Pflanzenmaterial wird mit 15 ml 10%iger HNO_3/HCl versetzt 30 min. auf einem Sandbad unterhalb der Siedetemperatur unter ständigem Rühren erhitzt. Der Inhalt der Schälchen wird filtriert und in einem 50 ml Meßkolben mit bidestilliertem Wasser bis zur Marke aufgefüllt.

Anschließend werden die frischen Lösungen der Versuchspflanzen nach ihren Gehalten an Blei, Cadmium, Kupfer, Nickel, Chrom, Zink, Eisen, Mangan, Aluminium, Kalzium, Natrium, Kalium und Magnesium untersucht.

Für die Untersuchungen standen ein Atomabsorbtionspektrometer M2100 V9.3, Fa. Perkin Elmer (für die Elemente Cadmium, Chrom, Kupfer, Nickel, Blei, Zink, Kalium, Natrium, Magnesium und Kalzium) sowie ein Plasmaquant ICP 110, Fa. Carl-Zeiss-Jena GmbH bzw. ICP-AES Fa. Spectro Analytical Instruments GmbH (für die Elemente Eisen, Aluminium und Mangan) zur Verfügung.

Vor jeder Messung (nach jeder neuen Kalibration) werden zertifizierte Bodenreferenzproben (BCR 141 bzw. BCR 146) und Pflanzenreferenzproben (GBW08504 Cabbage) auf Richtigkeit und Reproduzierbarkeit getestet.

Da die Schwermetallgehalte hinsichtlich möglicher Gesundheitsgefährdung beurteilt werden, stellt sich die Frage, nach welchen Kriterien bzw. Grenzwerten die Bewertung der Boden-Gesamtschwermetallgehalte erfolgen soll. Zur Vergleichbarkeit mit den Ergebnisse anderen Bundesländer erfolgt hier die Bewertung der ermittelten Schwermetallgehalte sowohl anhand der Orientierungswerte nach *Kloke* (KLOKE 1980, KLOKE 1989) als auch den vorgeschlagenen Prüfwerten für Sachsen-Anhalt (MUN 1992).

5.1.4 Atomspektroskopische Methoden und Arbeitsparameter

Für die Untersuchungen kamen sowohl das Atomabsorptionsspektrometer (AAS) als auch der ICP-AES zum Einsatz. Diese beide Methoden haben sich seit längerer Zeit als Routinemethoden durchgesetzt (BORSIER & GARCIA 1983; OHLS & LOEPP 1985; FRIESE 1991, WALSH 1995). Für die Einschätzung der Richtigkeit der Untersuchungsergebnisse ist jedoch eine laborinterne Kontrolle notwendig. So wurden neben der Analyse von zertifizierten Boden- und Pflanzenmaterial Vergleichsmessungen mit den beiden Methoden durchgeführt. Es wurden auch Vergleichsmessungen mit Herrn Dr. Schumann (Landesamt für Umwelt Sachsen-Anhalt) für die Elemente Cadmium, Kupfer und Blei durchgeführt, die Übereinstimmungen im Prozentbereich zeigten.

Das Prinzip des AAS und des konventionellen ICP-AES soll hier nicht näher erläutert werden. Ausführliche Literatur dazu kann anhand des Literaturverzeichnisses nachgelesen werden (GÜNTHER & GÄCKLE 1990, DIABY 1991, MOENKE 1992). Für detaillierte Informationen besonders zur Reproduzierbarkeit der eigenen Ergebnisse sowie Interpretationsmöglichkeiten und deren Grenzen aus chemischer Sicht sei auf DIABY (1996) hingewiesen.

5.2 Aktives Flechtenmonitoring

Die Erfassung der Luftbelastung der Stadt Halle sollte mittels Bioindikatoren durchgeführt werden, weil sie zum einen recht kostengünstige Untersuchungen, aber auch die Aufstellung eines Wirkungskatasters erlauben. Da gerade im Winterhalbjahr sehr starke SO₂-Belastungen zu erwarten sind, wurde diese Jahreszeit für unsere Untersuchungen gewählt.

In der Stadt Halle in der als Flechtenwüste nur *Lecanora conizaeoides* als epiphytische Flechte anzutreffen ist, aber auch schon öfters kartiert wurde und diese Flechtenart nicht nur hohe Schadstoffkonzentrationen aushält, sondern teilweise auch fordert, mußte ein aktives Flechtenmonitoring mit anderen Flechten durchgeführt werden, um eine eindeutige Schädigungsinterpretation zu erhalten, aber auch um den Empfehlungen der VDI-Richtlinie 3799 zu entsprechen, die nur epiphytische Flechten als Bioindikatoren zuläßt. Die Auswahl der günstigsten Flechtenart erfolgte innerhalb einer Pilotstudie, in der bei einem aktiven Flechtenmonitoring im Winterhalbjahr 1990/91 (TAUBALD 1991) in der Stadt Halle/Saale mehrere Flechten ausgebracht wurden. Neben der gegenüber Luftschadstoffen recht resistenten *Hypogymnia physodes*, den sehr empfindlichen *Usnea hirta* und *Ramalina farinacea* hat sich die weniger anfällige *Evernia prunastri* bewährt. Diese Flechte weist sich außerdem durch eine breite ökologische Amplitude aus. So findet man sie an voll beregneten bis regengeschützten, sehr bis mäßig lichtreichen, mäßig bis sehr luftfeuchten Standorten, an freistehenden Bäumen wie in Wäldern (WIRTH 1980). Die unterschiedlichen Stadtstrukturtypen von Halle konnten durch die Untersuchungsergebnisse der 12 Standorte gut differenziert werden. Im Rahmen eines Stadtökologieprojektes wurden von November 1991 bis Mai 1992 70 Flechtentäfelchen im Stadtgebiet von Halle exponiert, um die in der Pilotstudie gewonnenen Aussagen flächendeckend für das gesamte Stadtgebiet belegen zu können (ZIERDT & DIPPMANN 1993).

In den Winterhalbjahren 1992/93 und 1993/94 und 1994/95 wurden in Halle (70 Exponate) weitere Flechtenexpositionen durchgeführt. Die Methodik dieser Untersuchungen ist von den Mitarbeitern des Geoökologischen Labores entwickelt worden. Diese Methode ist Bestandteil des UFZ-geförderten Stadtökologieprojektes „Untersuchungen zum Stadtklima und Lufthygiene mittels Bioindikatoren in der Stadt Halle/Saale“. Die Flechten wurden in einem Reinluftgebiet gesammelt. Nach dem Transport der Flechten in das höher mit Luftschadstoffen belastete Gebiet von Halle wurden die Flechten nicht unmittelbar ausgebracht sondern erst nach einer Adaptionszeit von etwa einer Woche. Für die Exponierung der Flechten wurden in ca. 15x30 cm große Holzbrettchen 5 Löcher mit einem Durchmesser von 4cm und einer Tiefe von ca. 0,5 cm eingefräßt. Mittels lösungsmittelfreiem Klebstoff wurden die Flechtenstücke an der Baumborkenseite in die Vertiefungen eingeklebt.

Um eine flächendeckende Beobachtung der Luftqualität von Halle zu ermöglichen, wurde der Abstand der Stationen voneinander auf ca. 1 km vereinbart. Dazu wurde ein Gitternetz mit einem Linienabstand von 1 km auf die Stadt Halle projiziert, um inmitten der einzelnen Quadrate Standorte ausfindig zu machen, die die jeweiligen Stadtstrukturtypen charakterisierenden Standortfaktoren enthalten. Im gleichmäßigem Abstand wurden, vom Zeitraum der Ausbringung an, in Halle diese Flechtentäfelchen kontrolliert und einer Bewertung unterzogen. Die Bewertungsstufen sind aus Tab. 5.1 ersichtlich.

Bei der Parallelexposition von 5 Flechtenexponaten in einem Täfelchen kann durch Berechnung der Standardabweichung eine Kontrolle der Sicherheit über die Aussagefähigkeit des Flechtentä-

felchens vorgenommen werden. Für die Versuche in der Stadt Halle konnte somit der Nachweis für eine saubere Trennung der Schädigungsbereiche erbracht werden. Außerdem wurden zur Gütekontrolle der Methode die Flechten in Reinluftgebieten exponiert, um am Ende der Versuchsdauer einer Schädigungsbewertung unterzogen zu werden. Da an den Flechtenexponaten keine Schädigungen beobachtet wurden, kann diese Methode zur Untersuchung auf SO₂-Belastung der Stadt Halle angewendet werden.

Tabelle 5.1: Schädigungsstufen und Bewertung der Vitalität der Flechte *Evernia prunastri*

Schädigungsstufe		Verhaltensbild von <i>Evernia prunastri</i>
0	Ausgangsstadium MM des Lagers und der Färbung	kurzstrauchig, einzelne Abschnitte bandartig verflacht, unterseits runzelig. Lager aufrecht abstehend runzelig. (Ø 30 bis 40mm); oberseits weißlich-grün, unterseits weißlich
1	kaum bzw. leicht geschädigt (bis max. 15% des Thallus betreffend)	Grundfarbe bleibt, Ausbleichungen an den Spitzen bis max. 1mm (grau-gelblich)
2	deutlich erkennbare Schädigungen (ca. >15 -25% des Thallus betreffend)	Grundfarbe bleibt, Spitzen und feine Verzweigungen bis zu 3 mm ausgebleichen (grau-gelblich)
3	mittlere Schädigung, (>25 - 60% des Thallus betreffend)	nur Hauptast und erste Verzweigung noch grün, Rest ausgebleichen (grau-gelblich)
4	schwere Schädigung, (>60 - 85% des Thallus betreffend)	nur Hauptast noch grün, übriger Thallus (incl. erste Verzweigung) ausgebleichen (grau-gelblich)
5	TOT (> 85% des Thallus geschädigt)	gesamter Thallus grau-gelblich

Die KGA bilden bei der Einteilung der Stadtstrukturtypen nach emissionökologischen Gesichtspunkten einen eigenständigen Teil. Die ausgewählten KGA sind mit den anderen Anlagen und Stadtstrukturtypen auf der Karte 4.1 zu sehen. Standorte mit Flechtentafeln befinden sich direkt in der KGA „Kanenaer Weg“, „Sonne“, „Oppiner Straße“ und im Winterhalbjahr 1991/92 in der KGA „Dieselstraße“. In der unmittelbaren Nachbarschaft von Flechtenstandorten befinden sich die KGA „Saaletal“, „Habichtsfang“ und „Schloß Freimfelde“. Bei der Betrachtung der Luftbelastung des Stadtgebietes von Halle werden immer die Bezüge zu allen KGA aufgenommen.

6 Darstellung der Ergebnisse

Die folgenden Kapitel beschreiben, erläutern, interpretieren und bewerten die im Rahmen des Projektes gewonnenen Daten. Dabei werden entsprechend dem zeitlichen Verlauf des Projektes die beiden „Kampagnen“ nacheinander behandelt und abschließend vergleichend diskutiert. Vorangestellt ist auf Grundlage von Archiv-/Kartenrecherchen sowie Geländebegehungen eine Charakterisierung der Kleingartenanlagen im Hinblick auf ihre innerstädtische Lage, d.h. Besonderheiten im Emissions-/Immissionsgeschehen (Verkehr, Industrie, Heizart usw.) und „quasi-natürliche“ Gegebenheiten sowie die umgebende Nutzung.

6.1 Charakterisierung der Kleingartenanlagen

6.1.1 KGA-Nr. 1 - "Saaletal"

Diese Kleingartenanlage liegt im nordwestlichen Stadtgebiet von Halle in einer Höhe von 74 m bis 74,5m üNN im eingemeindeten ländlichen Randgebiet Halle-Lettin im holozänen Hochflutbett der Saale. Das Gebiet wird östlich und südwestlich von Porphyrfelsen (Trompeterfelsen, Kirschberg) begrenzt, die vom Unteren und Oberen Halleschen Porphyr aufgebaut werden.

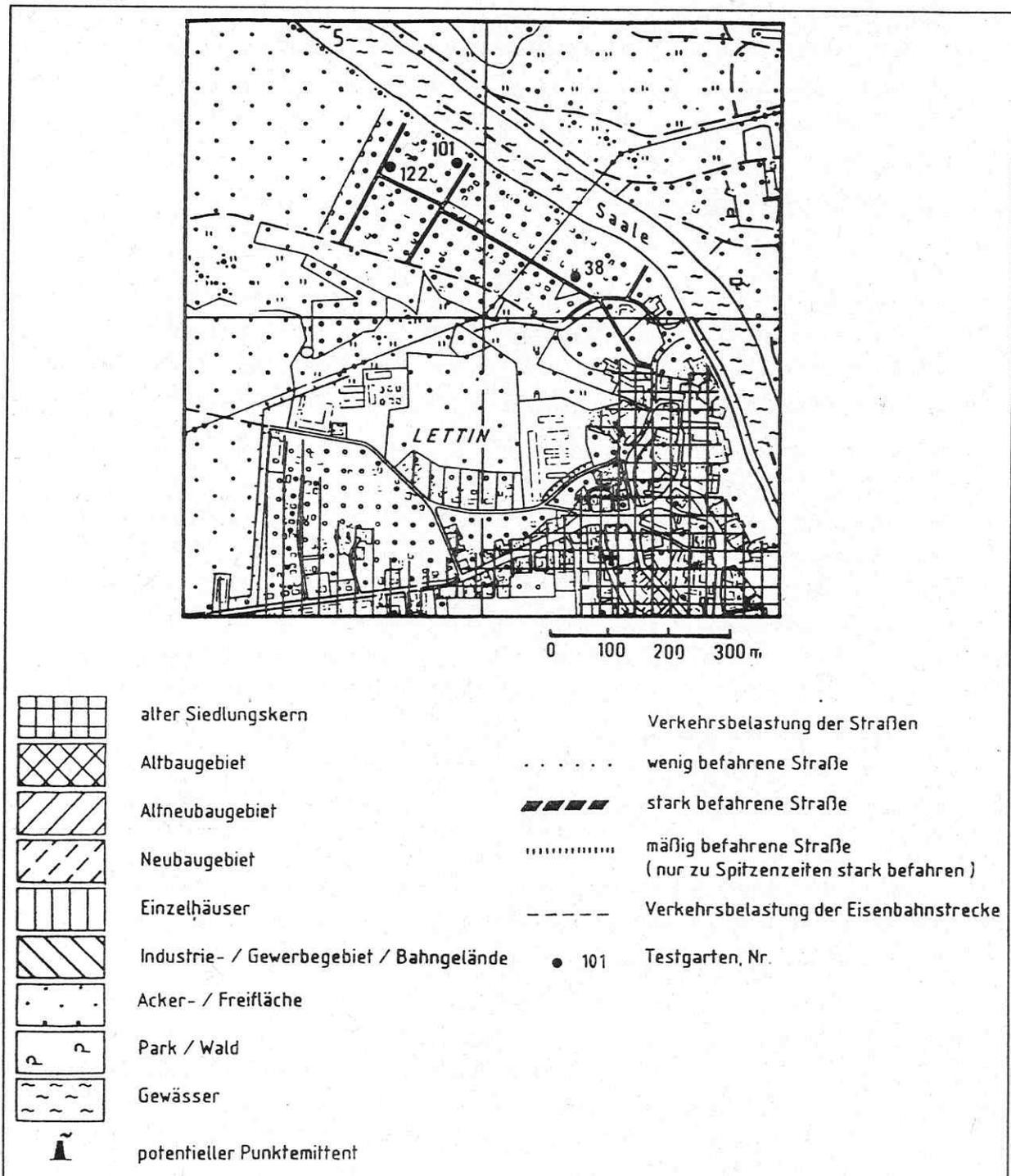
Die Anlage mit einer Fläche von ca. 3.000 m² (173 Parzellen) wurde 1932 auf dem Gelände einer ehemaligen Ackerfläche gegründet, wobei der nordwestliche Teil der Anlage erst nach 1940 für gärtnerische Nutzung zur Verfügung stand. Nördlich und südlich der Anlage befinden sich Grünflächen mit Bäumen. Im südlichen Teil ist eine wilde Kippe vermutet (Aufschüttung von Erdaushub, Bauschutt, Hausmüll, Gartenabfälle, gesichert in Form von Aufhaldung und Hanganlehnung, es liegt keine Abdeckung vor) (ALTLASTENKATASTER 1989/1994). Auf der südöstlichen Seite der Anlage liegt die Siedlung Halle-Lettin mit Einzelhäusern und Gärten. Westlich davon sind Ackerflächen. In der weiteren Umgebung ist vorwiegend Ackerland.

Das Gebiet gehört zum Hochflutbett der Saale und wird bei entsprechendem Hochwasser überflutet. Das letzte Hochwasser vor der Probeentnahme war 1988, davor gab es episodisch Überschwemmungen. Das gesamte Gebiet der Anlage wurde im April 1994 überschwemmt (also nach der 1. Probeentnahme).

Es gibt wenig Kohleheizung in der Umgebung der Anlage; westlich in ca. 500 m Entfernung (außerhalb des Kartenausschnittes) liegt eine ehemalige Chemiefabrik. In den Gärten befinden sich teilweise Grundwasserpumpen zur Gewinnung von Gießwasser.

Die besondere Charakteristik dieser Kleingartenanlage ist ihre Lage in der Saaleaue. Sie steht unter dem Einfluß episodischer Hochwasserereignisse der Saale, die eine somit anthropogen verursachte Schwermetallbelastung vermuten lassen. Bedingt durch die Lage im Stadtstrukturtyp "alter Siedlungskern" dürften hingegen das Emissionsgeschehen keine besondere Rolle spielen. Daher kann davon ausgegangen werden, daß die atmosphärischen Schwermetalleinträge unwesentlich sind.

Karte 6.1: Topographische Lage der Kleingartenanlage Nr. 1 „Saaletal“ unter Berücksichtigung benachbarter Stadtstrukturtypen und potentieller Emittenten (Kartengrundlage: TK 10)

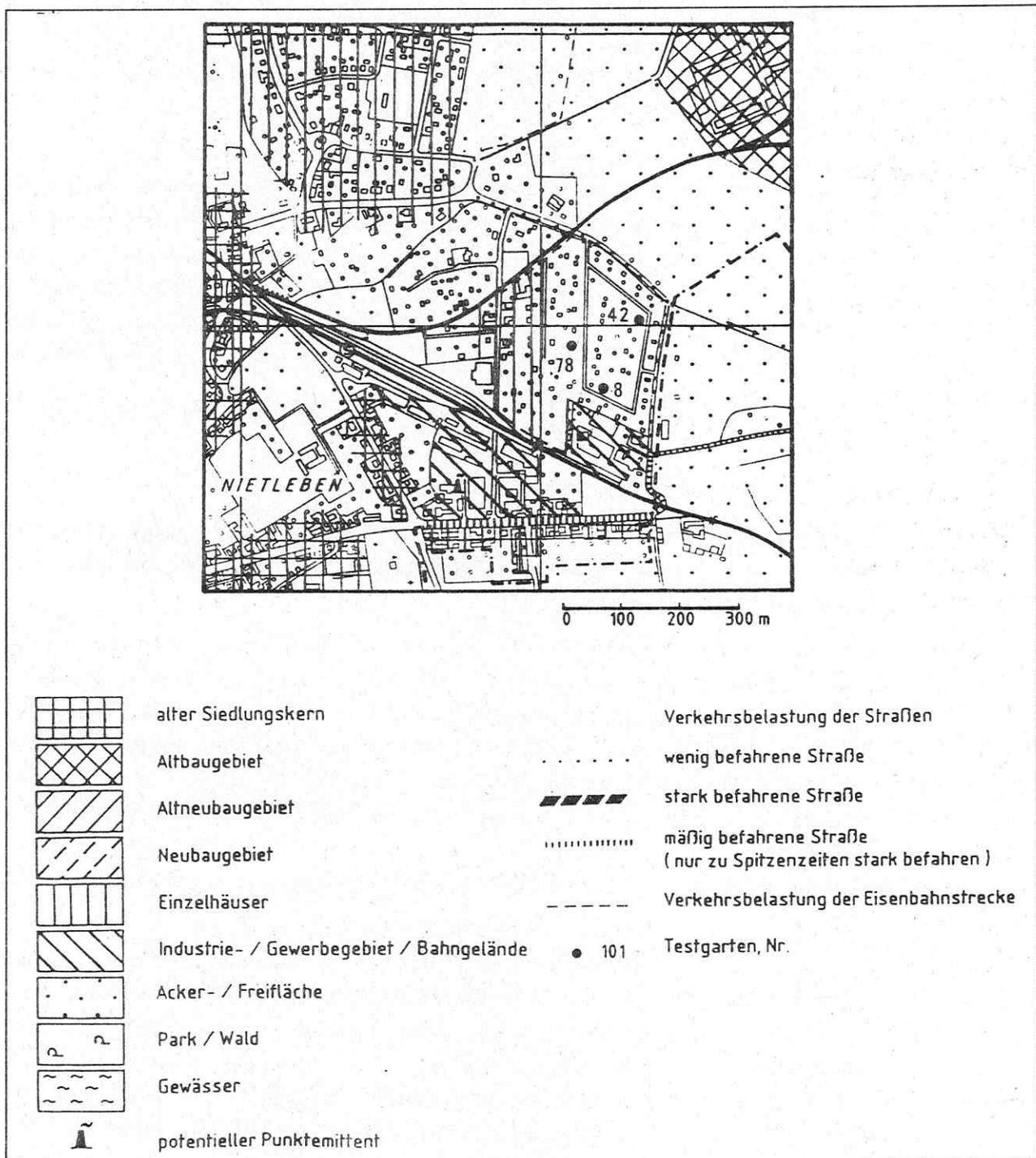


Die drei untersuchten Gärten zeigen keine großen Unterschiede bezüglich ihrer Lage (zwischen 74m und 74,5m üNN), ihrer Exposition und ihrer spezifischen potentiellen Belastungsquellen. Da es sich bei dem Ausgangssubstrat nicht um Kippböden, sondern um Auenlehm (KRUMBIEGEL & SCHWAB 1974) handelt, wird nicht mit einer anthropogenen Substratgrundbelastung gerechnet. Somit repräsentiert diese Anlage einen der „natürlichsten“ Standorte.

6.1.2 KGA-Nr. 2 - "Habichtsfang"

Diese Kleingartenanlage liegt an der Nordgrenze Halle-Neustadts bzw. östlich von Nietleben am Rande der Dölauer Heide in einer Höhe von 84m bis 86,5m üNN.

Karte 6.2: *Topographische Lage der Kleingartenanlage Nr. 2 „Habichtsfang“ unter Berücksichtigung benachbarter Stadtstrukturtypen und potentieller Emittenten*
(Kartengrundlage: TK 10)



Die Anlage gehört zu den jüngeren Kleingartenanlagen Halles und entstand teils auf einer ehemaligen Ackerfläche, teils auf ehemaligem Siedlungsgebiet (80 Parzellen). Südlich der Anlage in

ca. 500m Entfernung sind die ersten Hochhäuser von Neustadt (außerhalb des Kartenausschnittes). Südlich bzw. südwestlich liegt ein (ehemaliges) Gewerbe- und Industriegebiet mit Güterbahnhof; der Halleschen Lack & Farbenfabrik "Hallack" (1923-1992). Die Eisenbahnstrecke verläuft von Südosten nach Nordwesten, dort ist ein Altstandort vermutet (Autowäsche und Ziegelei) (ALTLASTENKATASTER 1989/1994). Nordöstlich in ca. 500 m Entfernung der Anlage liegt die (ehemalige) sowjetische Kaserne. Nordwestlich befindet sich Wohnbebauung mit Hausgärten und weiteren Kleingärten, dazwischen die mäßig befahrene Straße "Habichtsfang". Weiter nördlich ist das Landschaftsschutzgebiet der Dölauer Heide. Die südlich gelegenen Industrieanlagen (besonders die Farbenfabrik), die vermuteten Altstandorte und die mäßig befahrene Straße "Habichtsfang" sowie die ehemalige sowjetische Kaserne sind wesentlich für eine eventuelle anthropogene Belastung dieser Anlage.

Die städtische Lage der Kleingartenanlage im Stadtstrukturtyp "Einzelhäuser" (wenig Kohleheizung), zwischen dem Stadtstrukturtyp "Neubaugebiet" (Fernheizung) und dem bewaldeten Gebiet der Dölauer Heide läßt zum einen relativ geringen atmogenen Schwermetalleintrag vermuten. Das südlich gelegene ehemalige Industriegebiet, die sowjetische Kaserne (relativ alte Heizkraftwerke, Abgase der veralteten Militärfahrzeuge) könnten jedoch mehr oder minder Einfluß auf die Luftbelastung haben. Es wird außerdem eine längerfristige Belastung des Grundwassers durch die Altstandorte für Autowäsche und die Ziegelei vermutet. Eine anthropogene Substratgrundbelastung mit Schwermetallen wird hingegen ausgeschlossen.

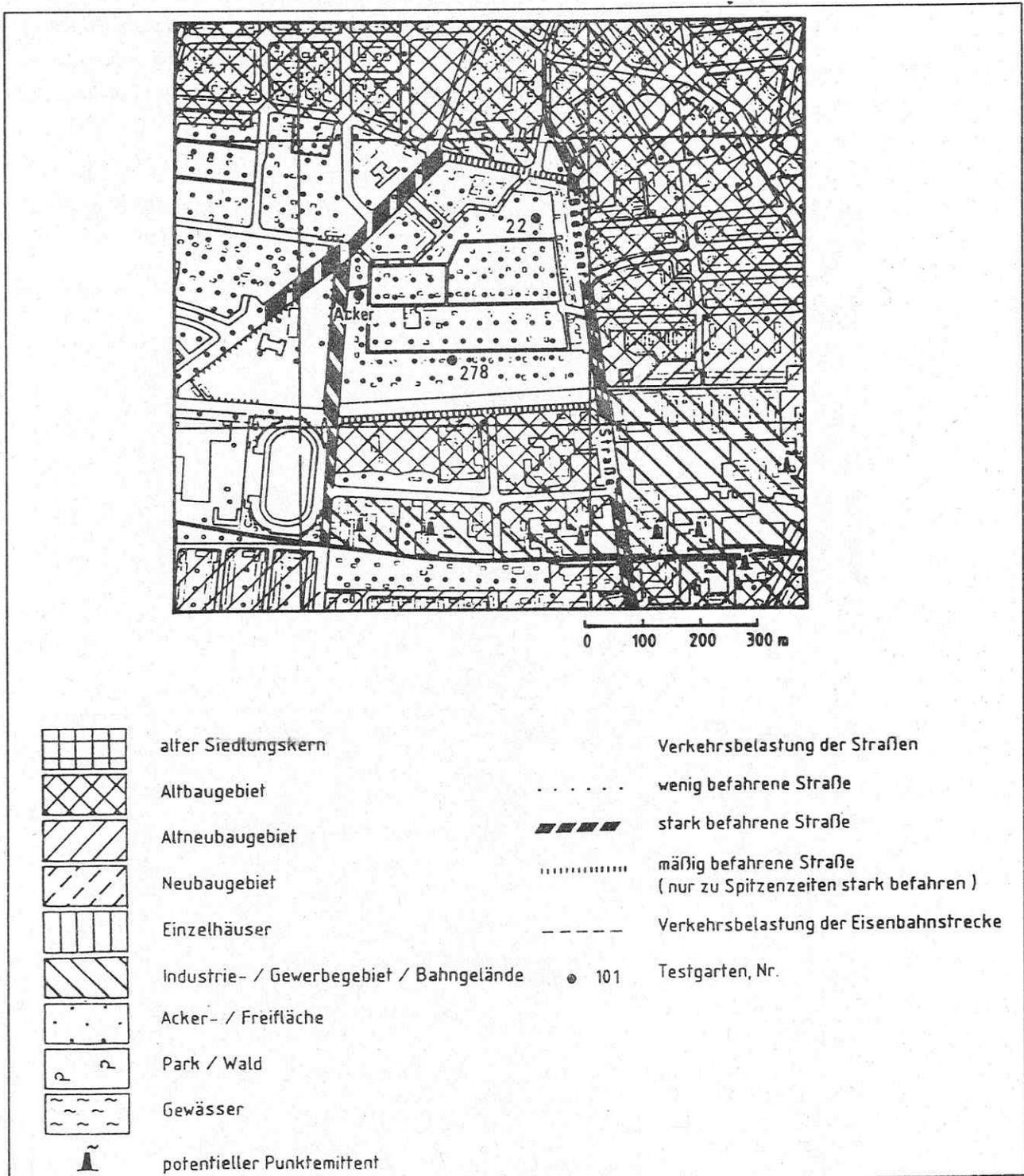
6.1.3 KGA-Nr. 3 - "Paul-Riebeck-Stift"

Diese südlich des Stadtzentrums nahezu von gründerzeitlicher Bebauung umgeben gelegene Anlage in einer Höhe von 101m bis 108m üNN ist geologisch von Buntsandstein unterlagert. Das periglazial überpräte Gebiet wird zur Saale hin immer flachgründiger.

Der erste Spatenstich für die Gründung dieser Anlage (295 Parzellen), die auf früherem Ackerland im Riebeckschen Besitz entstand, erfolgte 1918, wobei der südwestliche Bereich der Anlage erst nach 1928 als Gärten genutzt wurde. In nördlicher und südlicher Umgebung der Anlage befinden sich Altbauten mit Kohleheizung. Östlich und westlich der Anlage grenzen die stark befahrenen Beesener- und Kantstraße direkt an. Südöstlich und weiter südlich liegt ein Industriegebiet mit zahlreichen Punktemittenten. Das Gebiet liegt somit zwischen den Stadtstrukturtypen Altbaugelände (Kohleheizung) und Industriegebiet (mit Punktemittenten). Als weitere Emissionsquellen müssen die im Berufsverkehr stark befahrenen Hauptstraßen (Beesenerstraße, Kantstraße) gezählt werden.

Die ökologische Relevanz dieser Anlage besteht darin, daß sie von Stadtstrukturtypen begrenzt ist, die für die atmogene Schwermetallführung entscheidend sind (Altbaugelände, Straßenverkehr und Industriegebiet). Dabei konnte jedoch ein Unterschied zwischen den drei Gärten erwartet werden bezüglich ihrer unterschiedlichen Lage zu den angrenzenden Straßen. Diese Anlage zeigt so ein typisches Bild von Kleingärten in den Städten der DDR. Hingegen liegt kein Verdacht auf belastete Aufschüttungsböden vor, so daß eine substratbedingte Vorbelastung ausgeschlossen wird.

Karte 6.3: *Topographische Lage der Kleingartenanlage Nr. 3 „Paul-Riebeck-Stift“ unter Berücksichtigung benachbarter Stadtstrukturtypen und potentieller Emittenten (Kartengrundlage: TK 10)*

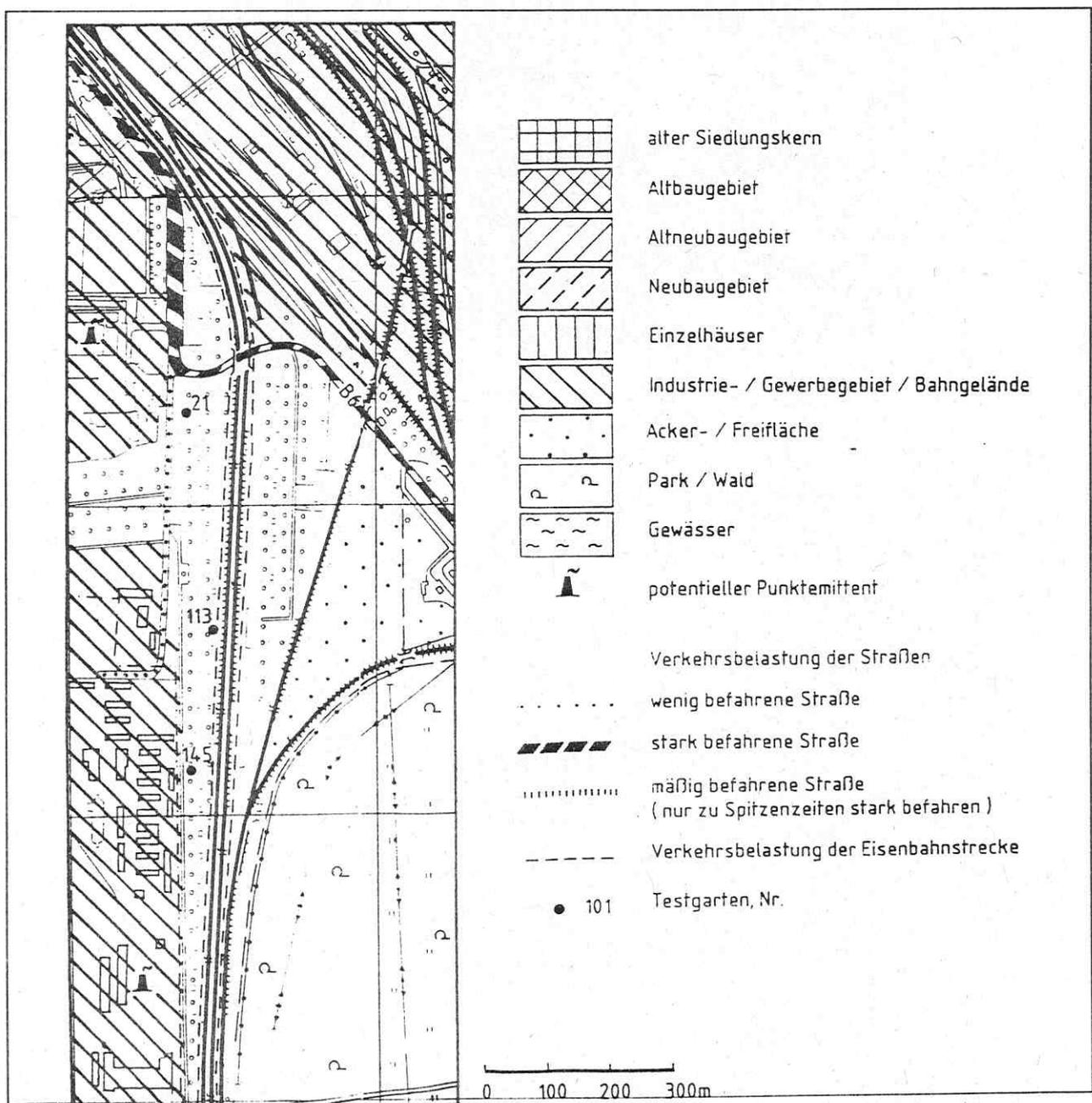


6.1.4 KGA-Nr. 4 - "Dieselstraße"

Diese Anlage wurde in Halle-Ost im Gleisdreieck an der Thüringer Bahnlinie direkt zwischen Gleisanlagen in einer Höhe von 103m bis 104m üNN auf einem Untergrund aus Geschiebemergel eingerichtet.

Die Anlage entstand 1954 auf den Gelände ehemaliger Tagebaugebiete und umfaßt gegenwärtig 148 Gärten. Nördlich der Anlage verlaufen die stark befahrene Fernverkehrsstraße (B6) und Eisenbahnlinien. Östlich liegt ein großer Park und ein Waldgebiet. Westlich befindet sich ein großes Industriegebiet (u.a. Baustoff, emittierend). Südlich der Anlage sind Grünflächen und in etwa 100m Entfernung eine Kläranlage. Direkt angrenzend an der südwestlichen Ecke befindet sich ein Heizkraftwerk. Das Gebiet, in dem dieser Anlage lokalisiert ist, zeichnet sich somit durch zahlreiche Industrieanlagen (fast alle Himmelsrichtungen, besonders Punktemittenten) und das Heizkraftwerk aus.

Karte 6.4: Topographische Lage der Kleingartenanlage Nr. 4 „Dieselstraße“ unter Berücksichtigung benachbarter Stadtstrukturtypen und potentieller Emittenten (Kartengrundlage: TK 10)



Die hier untersuchte Anlage liegt in einem für die Hallesche Region typischen Gebiet. Besonders geprägt ist sie durch den Stadtstrukturtyp „Industrie/Bahngebiet“, in dem wegen der günstigen Transportbedingungen Heizkraftwerke und Industriebetriebe konzentriert sind. Bedingt durch die topographische Lage dieses Gebietes in einer tiefen "Schlucht" im Stadtreief könnte hier im Vergleich zu der Kleingartenanlage "Paul-Riebeck-Stift" ein noch größerer Einfluß des atmogenen Pfads herrschen. D.h., daß die Zirkulation der Luftmasse besonders entscheidend sein kann für die "Belastung" der hier untersuchten Gärten.

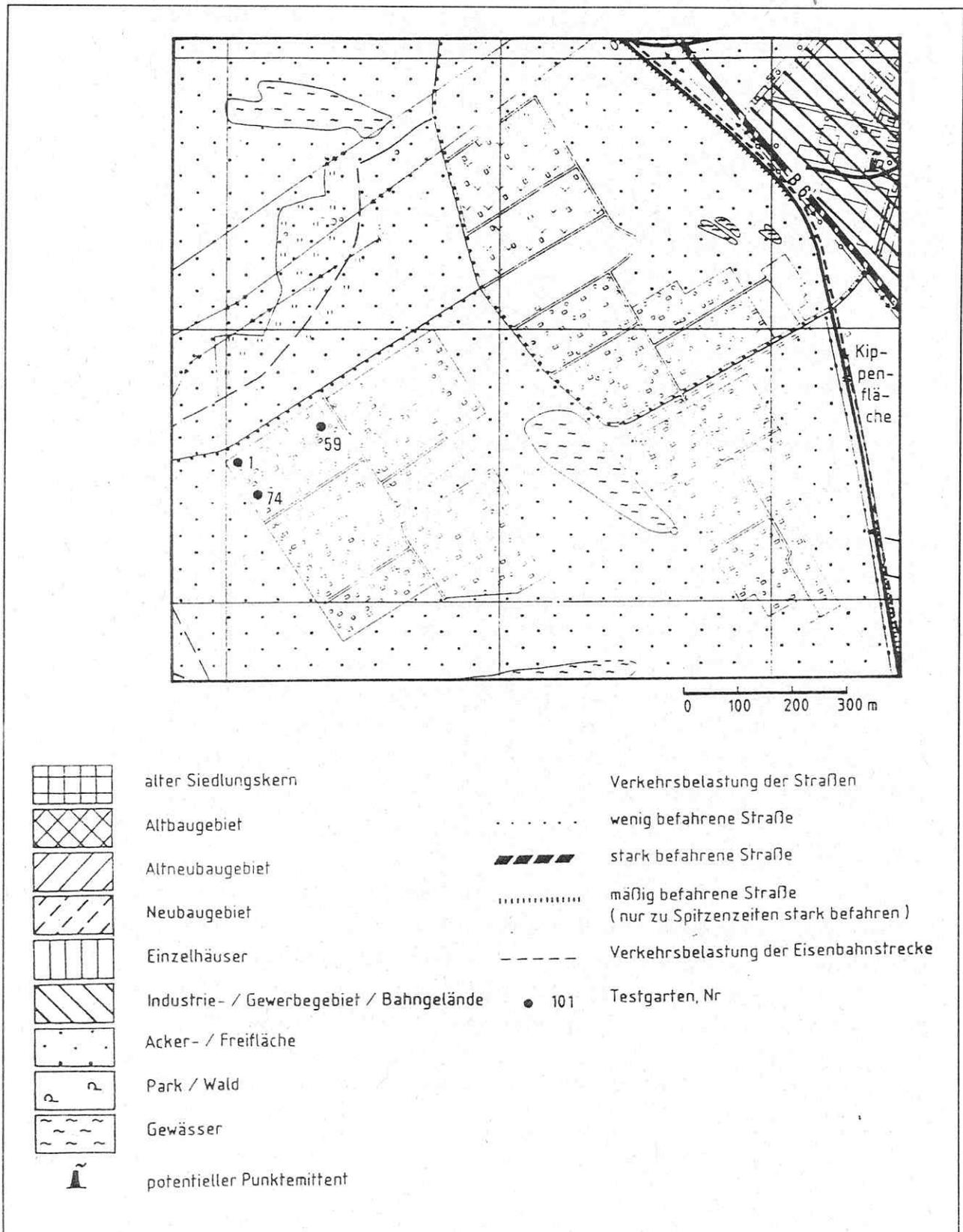
6.1.5 KGA-Nr. 5 - "Osendorfer Hain"

Dieses Gebiet liegt im stark von Bergbau und Industrie geprägten Südosten der Stadt Halle auf einer von weichselkaltzeitlichem Sandlöß bedeckten Lößplatte (zwischen 100,5m und 102,5m üNN), welche durch das Reideltal gegliedert wird (KRUMBIEGEL & SCHWAB 1974).

Die Kleingartenanlage, die eine Fläche von ca. 4 Hektar mit 100 Gärten umfaßt, entstand auf dem Gelände des ehemaligen Braunkohletagebaus Bruckdorf, welcher noch bis 1967 im Betrieb war. Der Kleingartenstandort wurde Ende der 50er Jahre stillgelegt, verkippt und rekultiviert. Aufgeschüttet wurde hier u.a. mit Mutterboden aus dem nahegelegenen Karosseriewerk (STADTARCHIV HALLE). Vor Beginn der gärtnerischen Nutzung 1980 wurde das Gebiet bis 1979 vom Volksgut Beesen bzw. von der LPG ackerbaulich genutzt (mündliche Angabe der Gärtner). Wie bei allen anderen Anlagen, die auf ehemaligem Tagebaugelände eingerichtet sind, kann trotz langwieriger Recherche (u.a. im Stadtarchiv Halle, bei dem Landesverband der Kleingärtner in Halle, bei MIBRAG usw.) keine präzisere Angabe zur Art und Herkunft des Kippmaterials gemacht werden. Die gesamte Fläche ist von Grünflächen, Teichen und Seen (Kennzeichen für frühere Tagebaulandschaft) umgeben. Von Südost nach Nordost verlaufen wenig befahrene Straßen in etwa 100 m Entfernung parallel zu den Gärten. Ca. 600m östlich ist eine Kippe lokalisiert. Weiter nördlich der Anlage liegen Industrieanlagen, die stark befahrene B6 sowie mehrere Halden (außerhalb des Kartenausschnittes). Östlich befindet sich eine Mülldeponie mit unterschiedlichen Ablagerungen: Erdaushub, Bauschutt, Hausmüll, außerdem wilde Müllkippen mit den gleichen Abfällen und alte Autos, Hausmüll ohne Abdeckung (außerhalb des Kartenausschnittes). In der Umgebung sind chemische Industrie (Fußbodenbeläge, Waggonbau Ammendorf, Heizkraftwerk (teilweise außerhalb des Kartenausschnittes).

Diese Anlage gehört zu den vier Anlagen, die auf anthropogenen Substraten liegen. Hier kann also die Schwermetallgrundlast der Böden durch direkte oder indirekte anthropogene Einträge erhöht sein. Hier wäre denkbar, daß durch die nach der Rekultivierung auf der landwirtschaftlichen Nutzfläche sowie in den Kleingärten erfolgten Düngermittelapplikation und die Luftverunreinigung, insbesondere durch schwermetallhaltige Stäube, die Schwermetallgehalte in den Böden anthropogen erhöht wurden. Es ist hier nicht auszuschließen, daß sowohl der atmogene Pfad als auch subtratbedingte Einträge Ursachen einer möglichen Belastung mit Schwermetallen sein können.

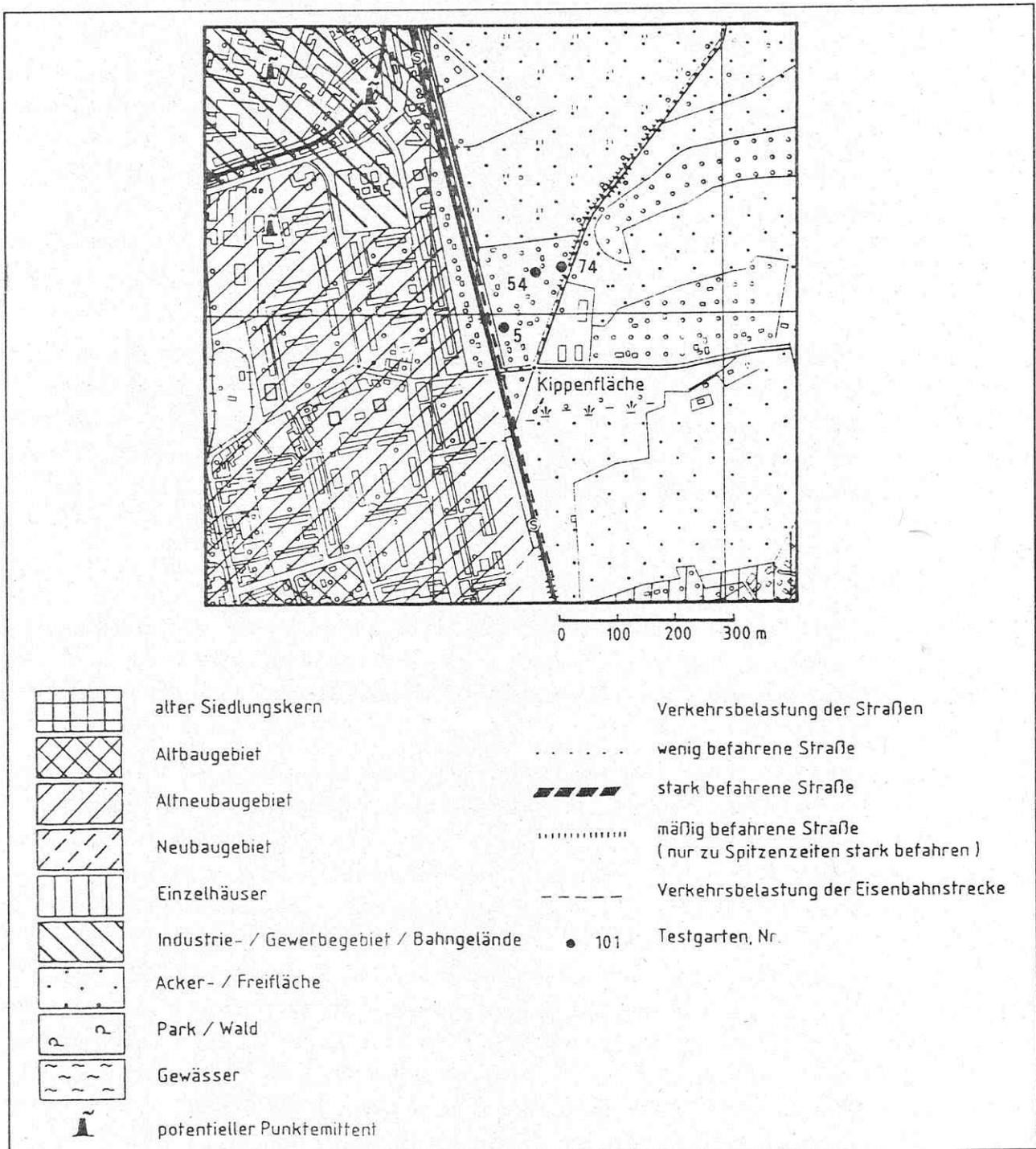
Karte 6.5: Topographische Lage der Kleingartenanlage Nr. 5 „Osendorfer Hain“ unter Berücksichtigung benachbarter Stadtstrukturtypen und potentieller Emittenten (Kartengrundlage: TK 10)



6.1.6 KGA-Nr. 6 - "Oppiner Straße"

Die Anlage liegt im Norden von Halle (Trotha) auf einem alten Bergbaugelände in einer Höhe von 86m bis 89,5m üNN. Die 111 Parzellen dieser Anlage werden seit 1917 als Kleingärten genutzt.

Karte 6.6: Topographische Lage der Kleingartenanlage Nr. 6 „Oppiner Straße“ unter Berücksichtigung benachbarter Stadtstrukturtypen und potentieller Emittenten (Kartengrundlage: TK 10)



Nördlich der Anlage ist angrenzend Ackerland, weiter nordwestlich ein Industriegebiet mit Punktemittenten sowie vermutete Altstandorte (VEB IFA-Vertrieb, Maschinenfabrik, VEB Technische Gebäudeinstallation sowie Altablagerungen einer Tongrube). Westlich befindet sich die S-Bahn-Linie (Halle-Trotha) direkt angrenzend, dahinter erscheinen Altneubaugebiete (Gasheizung) sowie ein Garagenkomplex. Südlich ist eine Altablagerung (Kippfläche), sonst finden sich Acker- und Freiflächen sowie kleine landwirtschaftliche Betriebe. Südöstlich bis nordöstlich ist die wenig befahrene "Emil-Schuster Straße". Nordöstlich der Anlage ist eine Kippe (Seebener-Teich), Ablagerung von Erdaushub, Bauschutt, Hausmüll in Form von einer Auffüllung mit natürlicher Abdeckung vermutet (ALTLASTENKATASTER 1989/1994). Ebenfalls vermutet sind nordwestlich (an der Witschke) Sickerwasseraustritte bzw. Wasserverunreinigungen, die Ablagerung von Hausmüll in einer ehemalige Tongrube (1910 bis 1957 Braunkohlengrube, danach bis 1990 Schießstand der GST) mit natürlicher Abdeckung. Südlich (verlängerte Oppiner Straße) befindet sich die Kippe Trotha mit Sickerwasser- bzw. Gasaustritt. Wasserverunreinigung. Nordwestlich der Anlage liegt ein Industriegebiet (Altstandort, metallverarbeitender Betrieb VEB Ratesba, BT Stahlbau, Herstellung und Lagerung von elektrischen Geräten VEB Elektro-Wärmetechnik). Westlich der Kleingartenanlage befinden sich Neubaublöcke und Altneubaublöcke (mit z.T. Ofenheizung), östlich direkt angrenzend ist die wenig befahrene Straße nach Seeben.

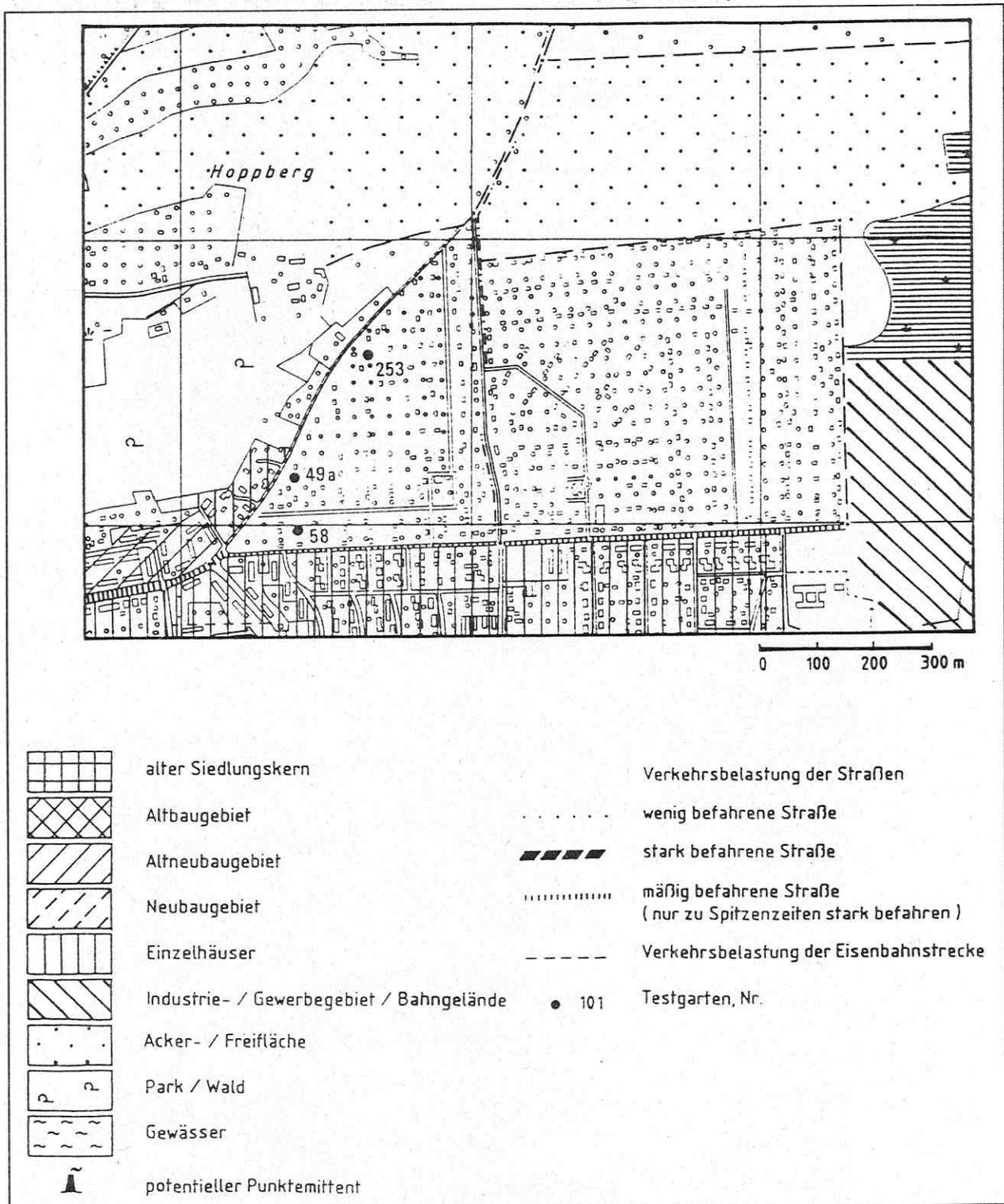
Besonders markant für die Anlage "Oppiner Straße" ist somit ihre Lage auf einem Altstandort, in dessen Umgebung Altlasten vermutet werden, so daß eine Substratgrundbelastung nicht ausgeschlossen werden kann. Das nordöstlich gelegene Industriegebiet könnte auch einen wesentlichen Einfluß auf das Emissionsgeschehen haben. Hingegen dürfte die atmogene Einwirkung durch Hausbrand (Gasheizung) und Kfz-Verkehr zu vernachlässigen sein.

6.1.7 KGA-Nr. 7 - "Küttener Weg"

Wie die drei letzten Anlagen befindet sich auch diese zweitgrößte der untersuchten Kleingartenanlagen auf einem echten Altlastenstandort in einer Höhe von 103 m bis 112 m ü. NN östlich von Trotha. Das Gelände wurde früher ackerbaulich genutzt und ist seit 1949 Gartenanlage (365 Gärten).

Bis 1948 herrschte Braunkohletagebau (teilweise Tiefbau) vor. In der Folgezeit wurde mit Haushaltsmüll und teilweise alten Bunkerresten (vermutlich auch Munitionsschrott) aufgeschüttet. Nordwestlich, südlich, südwestlich und südöstlich der Anlage sind Altstandorte des Braunkohlentagebaus (1910 bis 1957) lokalisiert. Danach war bis 1990 auf diesen Arealen ein Schießstand der GST. Nördlich der Anlage befindet sich Ackerland. Westlich direkt angrenzend verläuft die wenig befahrene Verlängerte Mötzliche Straße. Dahinter liegen Einzelhäuser mit Gärten bzw. Grünflächen mit Bäumen. Südlich sind ebenfalls Einzelhäuser mit Gärten gelegen. Östlich der Anlage befindet sich ein Industriegelände und nordwestlich grenzt die "Kippe-Trotha" mit Sickerwasseraustritt (außerhalb des Kartenauschnittes). Ende der 50er Jahre wurde in der Nähe der Anlage eine Kaolingrube, die es seit dem 17. Jahrhundert gab, mit Müll aus Haushalt, Bauschutt, Industrie, Unrat usw. aufgeschüttet. Diese Aktion weckte eine große Aufmerksamkeit der Bevölkerung wegen unerträglicher Staub- und Geruchentwicklung (STADTARCHIV HALLE: *Freiheit* 21.06.1957 u.v.a.).

Karte 6.7: Topographische Lage der Kleingartenanlage Nr. 7 „Küttener Weg“ unter Berücksichtigung benachbarter Stadtstrukturtypen und potentieller Emittenten (Kartengrundlage: TK 10)



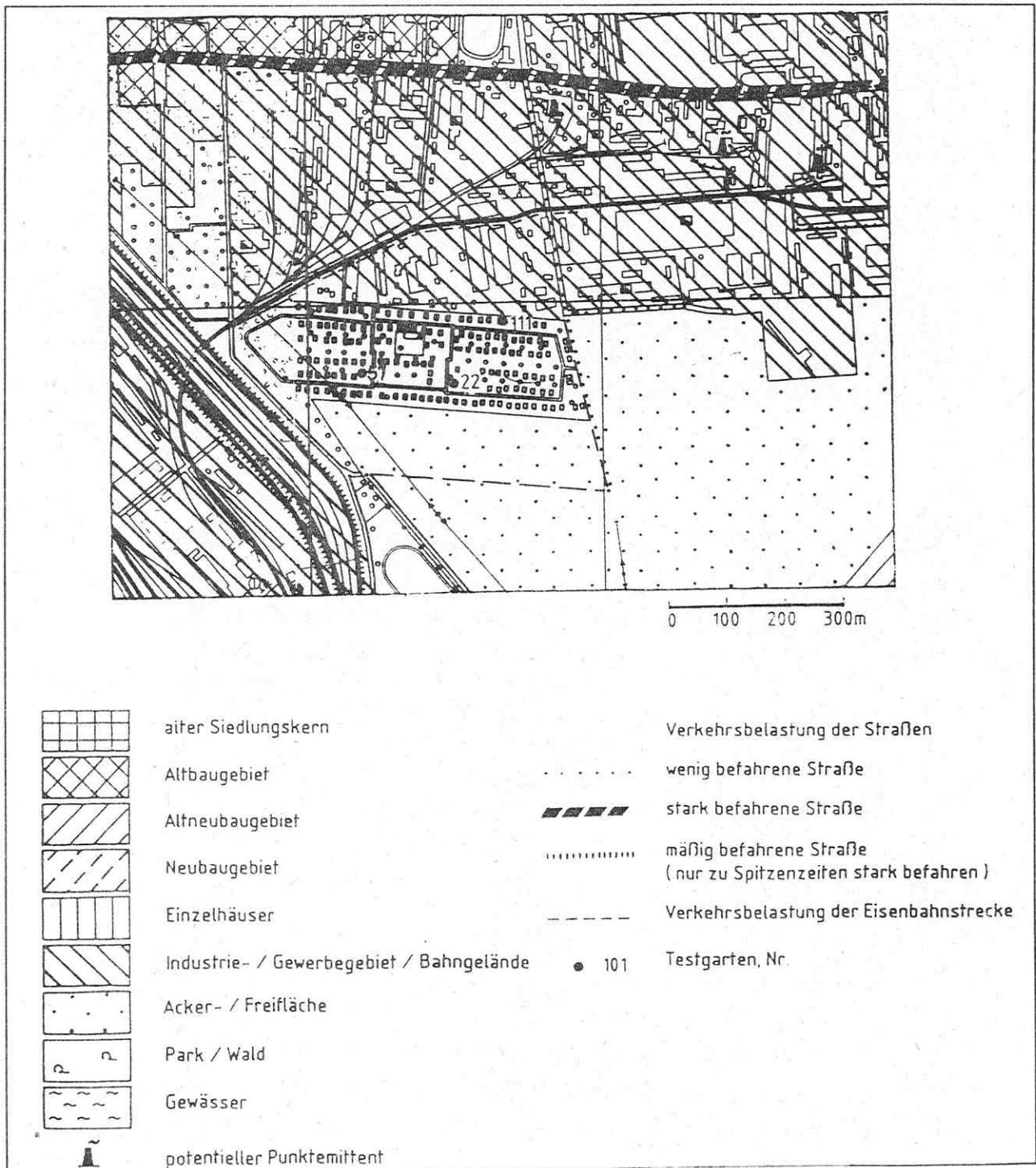
Die wesentliche Charakteristik dieser Anlage sind die zahlreichen Altstandorte auf allen Seiten, aber insbesondere auch ihre Lage auf einer ehemaligen Deponiefläche. Hier kann mit Sicherheit mit einer hohen Schadstoffgrundbelastung auch in tiefen Profilhorizonten gerechnet werden. Da

die Anlage unmittelbar an Acker/Freiflächen und Einzelhäuser (kaum Kohleheizung) angrenzt, wird nur eine geringe Rolle des atmosphärischen Pfads erwartet.

6.1.8 KGA-Nr. 8 - "Kanenaer Weg"

Am südlichen Rand des Industriegebietes Halle-Ost in einer Höhe von 100,5m bis 101,5m üNN liegt die Kleingartenanlage "Kanenaer Weg" in einem von Geschiebemergel geprägtem Gebiet. Diese Anlage entstand 1932 auf einem früheren Ackerland und zählt heute 124 Gärten.

Karte 6.8: Topographische Lage der Kleingartenanlage Nr. 8 „Kanenaer Weg“ unter Berücksichtigung benachbarter Stadtstrukturtypen und potentieller Emittenten (Kartengrundlage: TK 10)



Nördlich direkt angrenzend befinden sich Industrie- und Gewerbeflächen mit einem Baubetrieb und Anlagen der Metallverarbeitung. Weiter nördlich verläuft die stark befahrene Delitzscher Straße, dahinter liegen Altbaugelände. Westlich der Anlage direkt angrenzend ist eine Eisenbahnstrecke, südlich bis östlich befindet sich Ackerland.

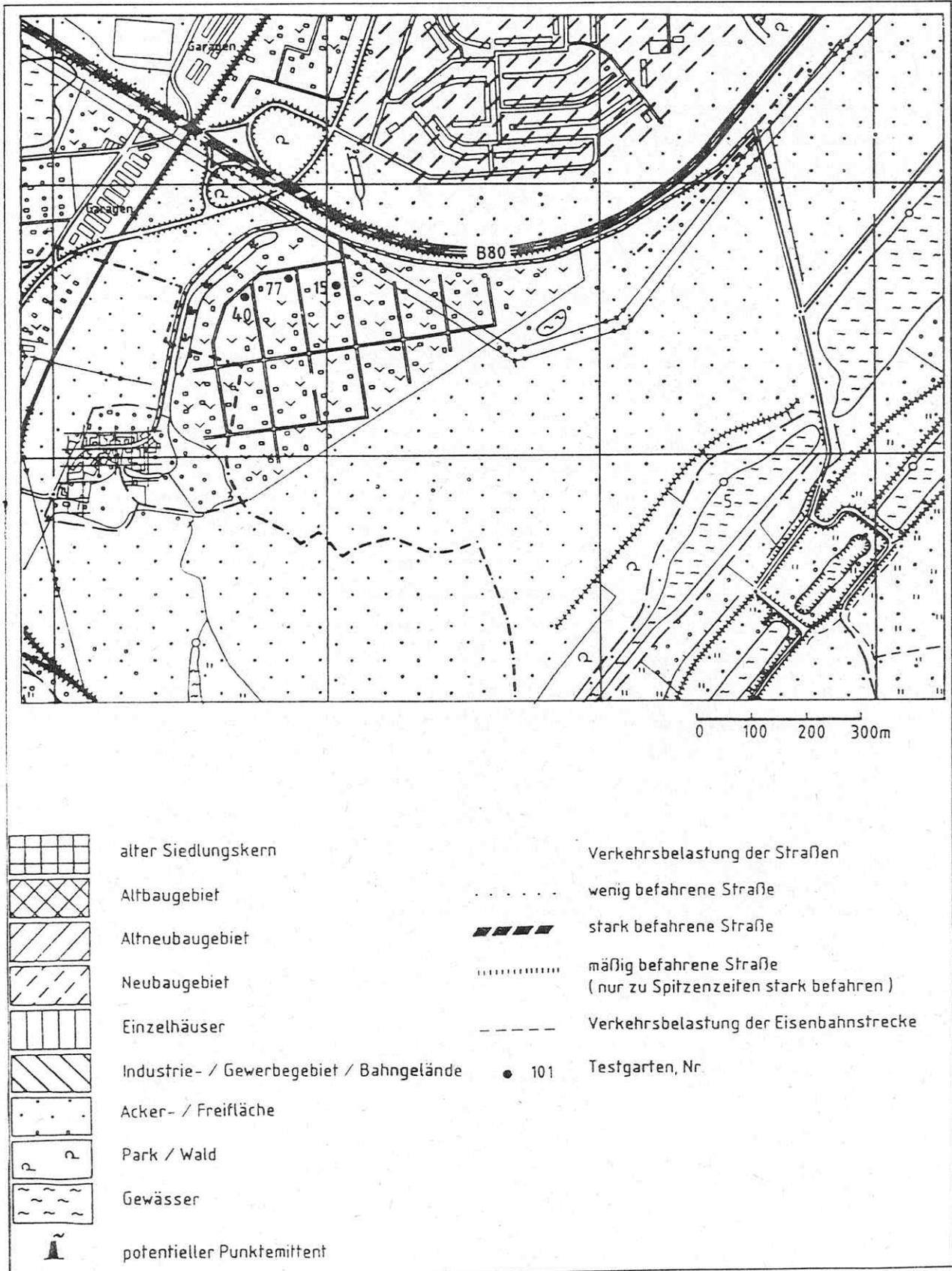
Der Einfluß des Industriegebietes Ost mit entsprechenden Punktemitteln dürfte hier die Hauptursache der "Belastung" der untersuchten Areale sein. Hinzu kommt in geringem Umfang das weiter nördlich gelegene Altbaugelände (teilweise Kohleheizung) und der Kfz-Verkehr von der o.g. Straße. Bedingt durch die langjährige Nutzung könnte auch das Alter dieser Anlage für Belastungen eine Rolle spielen.

6.1.9 KGA-Nr. 9 - "Passendorfer Damm"

Südlich des Neubaugebietes Halle/Neustadt in der Saaleaue gelegen befindet sich auf flachgründigem Gebiet von 78,5m üNN die in den 70iger Jahren entstandene Gartenanlage „Am Passendorfer Damm“. Auf dem Gelände früheren Ackerlands erfolgte die gärtnerische Nutzung erst seit 1978 (410 Gartenparzellen).

Nördlich der Anlage sind Gemeinbedarfsflächen, Brachland und die sehr stark befahrene Fernverkehrsstraße B80 (in ca. 50 m Entfernung). Weiter nördlich liegt das Neubaugebiet "Südpark". Nordwestlich ist eine Kreuzung und Auffahrten (wenig befahrene Lauchstädter Straße) auf die Fernverkehrsstraße. Zwischen den Auffahrten und dem wenig befahrenen "Auenweg" befindet sich ein See in ca. 50 m Entfernung der Anlage. Südwestlich der Anlage ist ein landwirtschaftlicher Betrieb, östlich findet sich Grünland und kleine Teiche. Potentielle Emissions- und Belastungsquelle ist die nördlich verlaufende Fernverkehrsstraße B80 in ca. 50 m Entfernung (sehr stark befahren). Das Gebiet gehört zum Überschwemmungsbereich der Saale (teilweise überschwemmt 1994). Besonders markant für diese zweitjüngste der untersuchten Anlage ist ihre Lage im Überflutungsbereich der Saale in unmittelbarer Nähe einer sehr stark befahrenen Straße. Während die Schwermetallführung durch die (ehemals stark) belastete Saale durch die Acker- und Freifläche gebremst werden kann, könnte die Luftbelastung bedingt durch die B80 von entscheidender Bedeutung sein. Es wird außerdem eine anthropogene Substratgrundbelastung durch das aufgeschüttete Material aus dem Kanalbau vermutet, welche vor der Gründung der Anlage erfolgte (mündliche Aussage der Gärtner). Leider konnte in diesem Zusammenhang keine genauere Information über den Kanalbau erhalten werden.

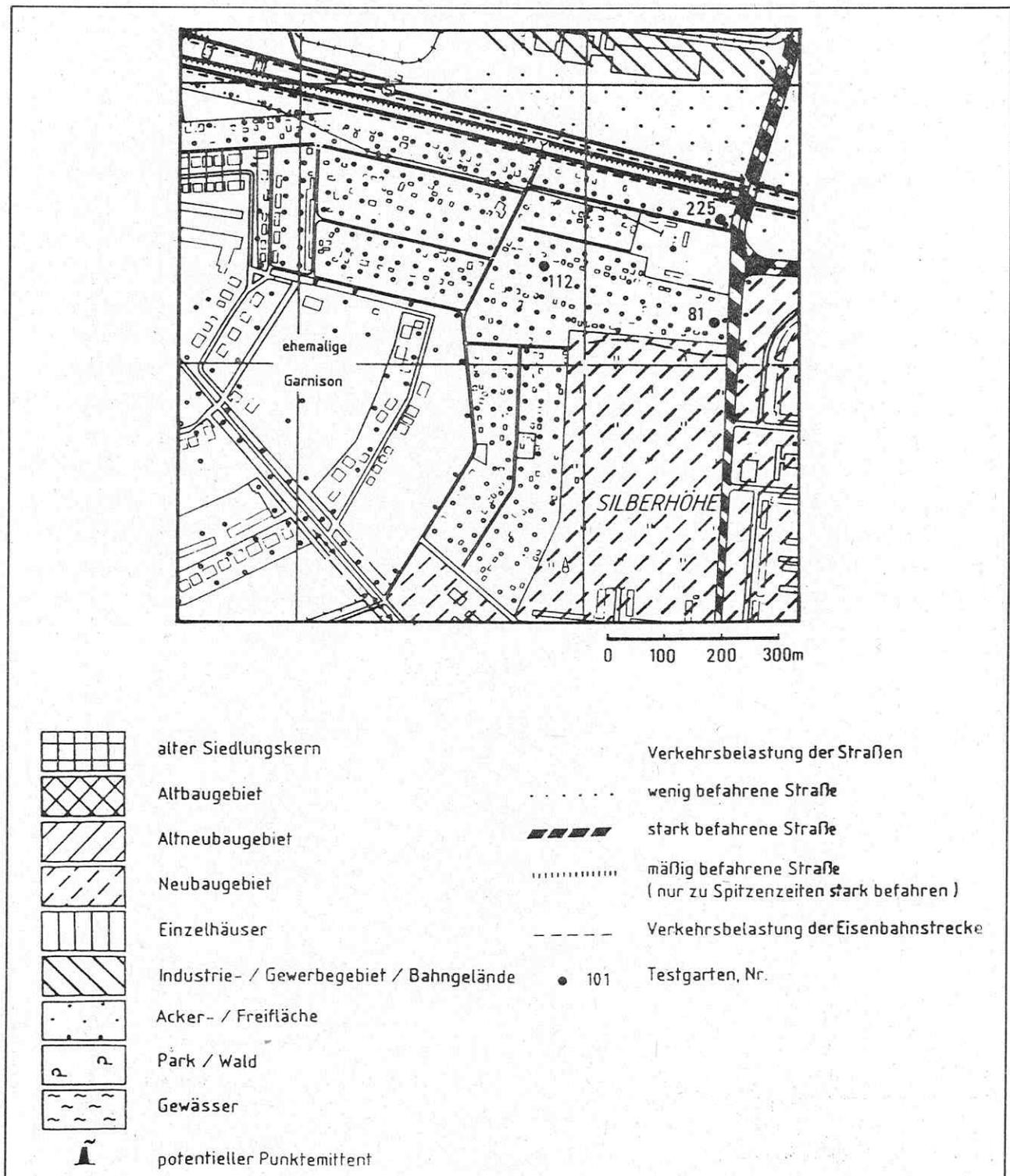
Karte 6.9: Topographische Lage der Kleingartenanlage Nr. 9 „Passendorfer Damm“ unter Berücksichtigung benachbarter Stadtstrukturtypen und potentieller Emittenten (Kartengrundlage: TK 10)



6.1.10 KGA-Nr. 10 - "Sonne"

Im Süden der Stadt zwischen Alt- und Neubaugebieten, auf einem ehemaligem Übungsplatz der Armee, entstand in den 30iger Jahren die Kleingartenanlage "Sonne". Die recht flachgründigen (105,5m bis 107,5m üNN) autochtonen Böden sind auf den Verwitterungsprodukten des Buntsandsteines entwickelt.

Karte 6.10: Topographische Lage der Kleingartenanlage Nr. 10 „Sonne“ unter Berücksichtigung benachbarter Stadtstrukturtypen und potentieller Emittenten (Kartengrundlage: TK 10)



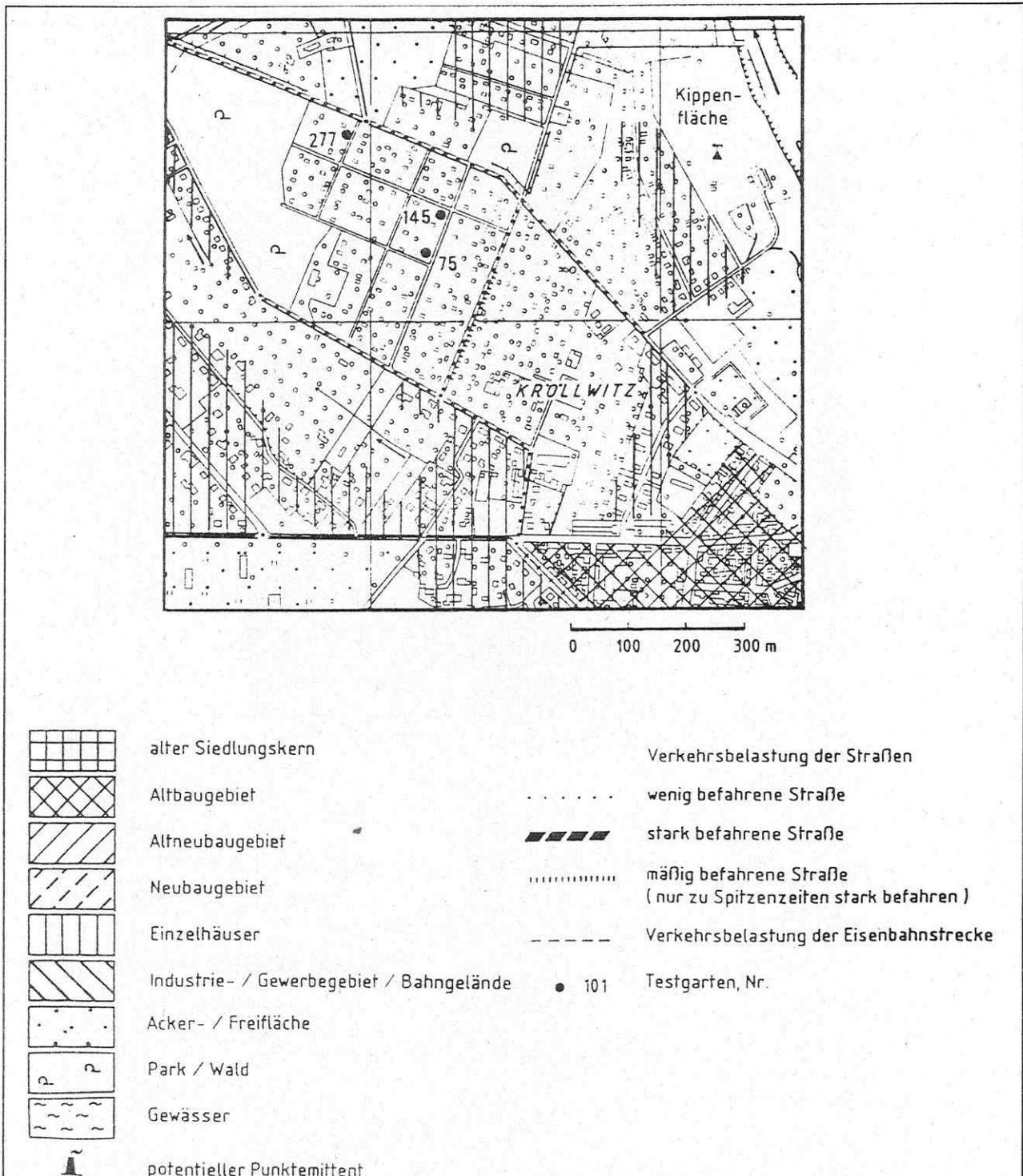
Die hier seit 1930 begonnene gärtnerische Nutzung der 205 Gartenparzellen ist deutlich älter als die übrige umgebende städtische Nutzung. Nördlich der Anlage liegt eine S-Bahnstrecke (Halle-Südstadt), dahinter Brachland. Nordwestlich ist ein Garagenkomplex und südlich der Anlage befindet sich die Wörlitzer Kaserne. Südwestlich sind Einzelhäuser und südlich die "Kleingartenanlage Bodenreform", südöstlich das Neubaugebiet Silberhöhe und die stark befahrene Karlsruher Allee.

Das Besondere an dieser Anlage ist, daß sie direkt zwischen Alt- und Neubaugebieten zentral in einem Wohngebiet liegt. Da es keine Hinweise auf Kippböden gibt, können die einzelnen Belastungseinflüsse nur aus der atmosphärischen Schwermetallführung durch den Straßenverkehr und eventuell aus der über 60jährigen gärtnerischen Nutzung vermutet werden.

6.1.11 KGA-Nr. 11 - "Fuchsberg"

Unterhalb des Landschaftsschutzgebietes Fuchsberg am Rand des Stadtteils Kröllwitz liegt die Kleingartenanlage "Am Fuchsberg". Das Gelände fällt steil zur Saale ab (85,5m bis 89m üNN) und wird vom Unteren Halleschen Quarzporphyr aufgebaut. Diese Anlage entstand 1947 auf einer früheren ackerbaulich genutzten Fläche (nicht aufgeschüttet), sie ist mit ihren 370 Gärten eine der größten Gartenanlagen in Halle. Nördlich der Anlage befindet sich der Altstandort VEB Gala Stadt Halle (Technik und Pflanzenproduktion, Garten und Landschaftsgestaltung). Südlich ist der Altstandort Stadtbaukombinat (Baureparaturen) und PGH Bauhandwerk Burg Giebichenstein (Baubetrieb) lokalisiert. Nördlich und südwestlich sowie östlich direkt angrenzend finden sich die wenig befahrenen Lettinerstraße, Fuchsbergerstraße bzw. Wildentenweg, dahinter ist Brachfläche und Ackerland. Westlich der Anlage befindet sich der "Kröllwitzer Höhen" - Wald. In ca. 200m Entfernung von der Anlage sind Einzelhäuser mit Gärten, erst weiter südöstlich liegen die Kröllwitzer Altbaugebiete und die Saale (außerhalb des Kartenauschnittes). Die Anlage Fuchsberg scheint aufgrund ihrer topographischen Lage günstig angesiedelt zu sein (Höhenlage und angrenzend Wald). Weder die Luftbelastung (Straßenverkehr, Hausbrand) noch eine Überflutung durch die Saale dürften eine Rolle spielen für eine Schwermetall-"Belastung" dieser Anlage.

Karte 6.11: Topographische Lage der Kleingartenanlage Nr. 11 „Fuchsberg“ unter Berücksichtigung benachbarter Stadtstrukturtypen und potentieller Emittenten (Kartengrundlage: TK 10)

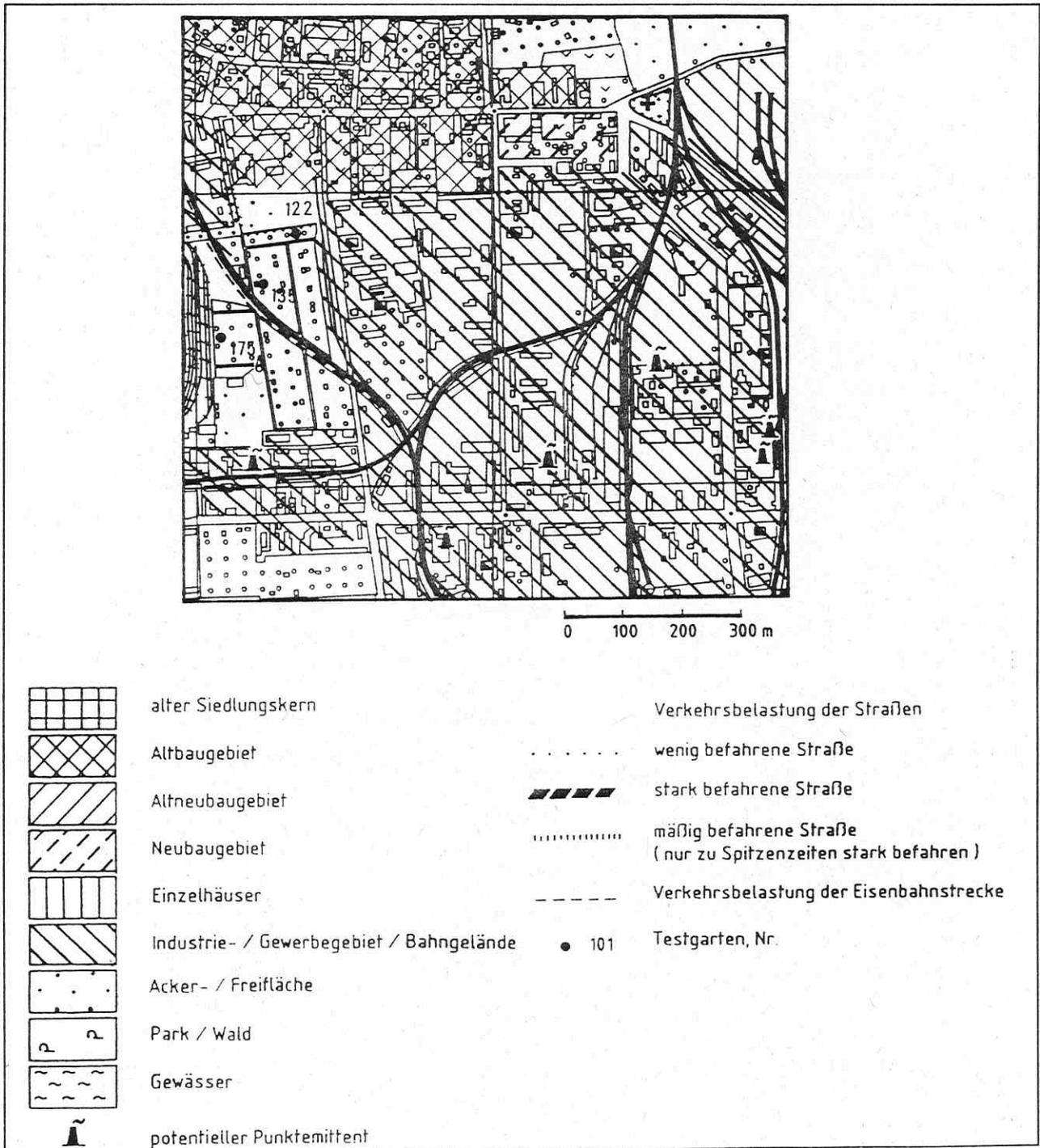


6.1.12 KGA-Nr. 12 - "Schloß Freimfelde"

Im Osten von Halle inmitten von Industrie- und Bahngeländen, befindet sich die Kleingartenanlage "Schloß Freimfelde" auf früherem Ackerland. Das Gelände ist von Geschiebemergel aufgebaut und liegt in einer Höhe von ca. 105m üNN. Der erste Spatenstich dieser zwischen den

Stadtstrukturtypen "Ackerland", "Industriegebiet" und "Altbaugewbiet" liegenden Anlage erfolgte 1919 (161 Parzellen).

Karte 6.12: Topographische Lage der Kleingartenanlage Nr. 12 „Schloß Freimfelde“ unter Berücksichtigung benachbarter Stadtstrukturtypen und potentieller Emittenten (Kartengrundlage: TK 10)



Durch die Anlage verläuft von Süden nach Westen eine Eisenbahnlinie. In den nordöstlichen, östlichen, südlichen und westlichen Bereichen liegt angrenzend das größte Industrie- und Bahngelände der Stadt Halle. Nördlich der Anlage befinden sich Altbaugebiete. Südwestlich liegt ein Parkplatz und Sammelplatz der Busse und Straßenbahnen der HAVAG (Endstelle). Dies Region gehört zu den am stärksten durch Emissionen (Industrie, Hausbrand und Verkehrsbelastung) betroffenen Gebieten der Stadt Halle. Außerdem soll es nach mündlichen Angaben der Gärtner früher eine Pumpe der Waschanlage der Busse der HAVAG in unmittelbarer Nähe gegeben haben.

Bedingt durch die Lage dieser Anlage in den Stadtstrukturtypen mit den größten atmogenen Auswirkungen wird eine erhöhte Schermetallbelastung in den Gärten erwartet. Obwohl keine deutlichen Hinweise auf Aufschüttung vorliegen, wurden in einigen Profilhorizonten Gegenstände gefunden, die auf alte Müllkomponenten schließen. Das in zwei der beprobten Gärten festgestellte Grundwasser in einer Tiefe von ca. 50cm bis 60cm deutet darauf hin, daß eine eventuelle Belastung der Gärten durch das Abwasser der Waschanlage der HAVAG nicht auszuschließen ist. Es wird ebenfalls eine zusätzliche Schwermetallbelastung durch die Verwendung von Zinktonnen (in allen drei Gärten) zur Gießwassergewinnung vermutet.

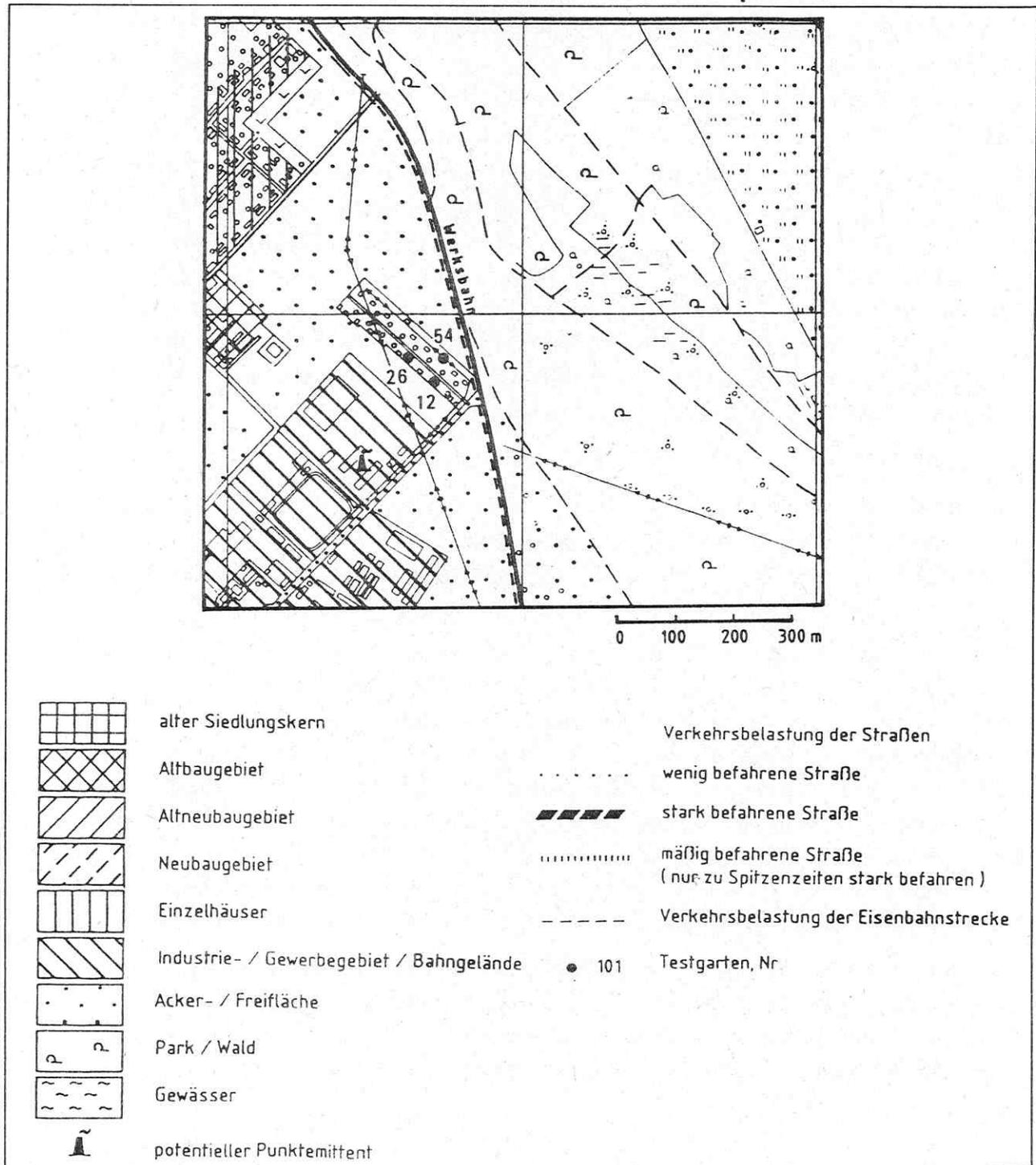
6.1.13 KGA-Nr. 13 - "Radeweller Straße"

Im Süden von Halle am Stadtrand des Stadtteils Ammendorf liegt auf altem Tagebaugelände die Gartensparte Radeweller Straße auf flachgründigem Gebiet von 98m üNN. Die gärtnerische Nutzung begann 1926 (65 Parzellen), nachdem das Gelände mit Mutterboden (unbekanntem Ursprungs) aufgeschüttet war.

Südlich der Anlage liegt ein Altstandort (Wärmeerzeugungsanlage und Zentrallager der VEB Technische Gebäudeausrüstung), nordöstlich ist ein Park/Waldgebiet (auf ehemaliger Tagebaufläche) sowie eine Werks-Bahnlinie und weiter nördlich ein Altbaugebiet (mit überwiegender Kohleheizung). Nordwestlich findet sich ein landwirtschaftlicher Betrieb und großräumig Ackerland. Südwestlich liegt ein altes Industriegebiet der Metallaufbereitung (Halle GmbH, bis zu den Achtziger Jahren im Betrieb). Südöstlich ist Ackerland, während südlich der Anlage Ablagerungen von Bauschutt, Hausmüll, .Gewerbe- und Industrieabfällen vermutet sind (ALTLASTENKATASTER 1989/1994). Die Anlage liegt direkt angrenzend zum Industriegebiet (Zink-Verarbeitung bis Anfang der achtziger Jahre, Waggonbau Ammendorf).

Es wird hier sowohl eine natürliche Substratgrundbelastung als auch eine Belastung durch den früheren und jetzigen atmogenen Einfluß der metallverarbeitenden Industrien sowie des Hausbrands vermutet. Außerdem könnte hier auch das Alter der Anlage eine Rolle spielen für eine eventuelle Belastung mit Schwermetallen, besonders mit Zink.

Karte 6.13: Topographische Lage der Kleingartenanlage Nr. 13 „Radeweller Straße“ unter Berücksichtigung benachbarter Stadtstrukturtypen und potentieller Emittenten (Kartengrundlage: TK 10)



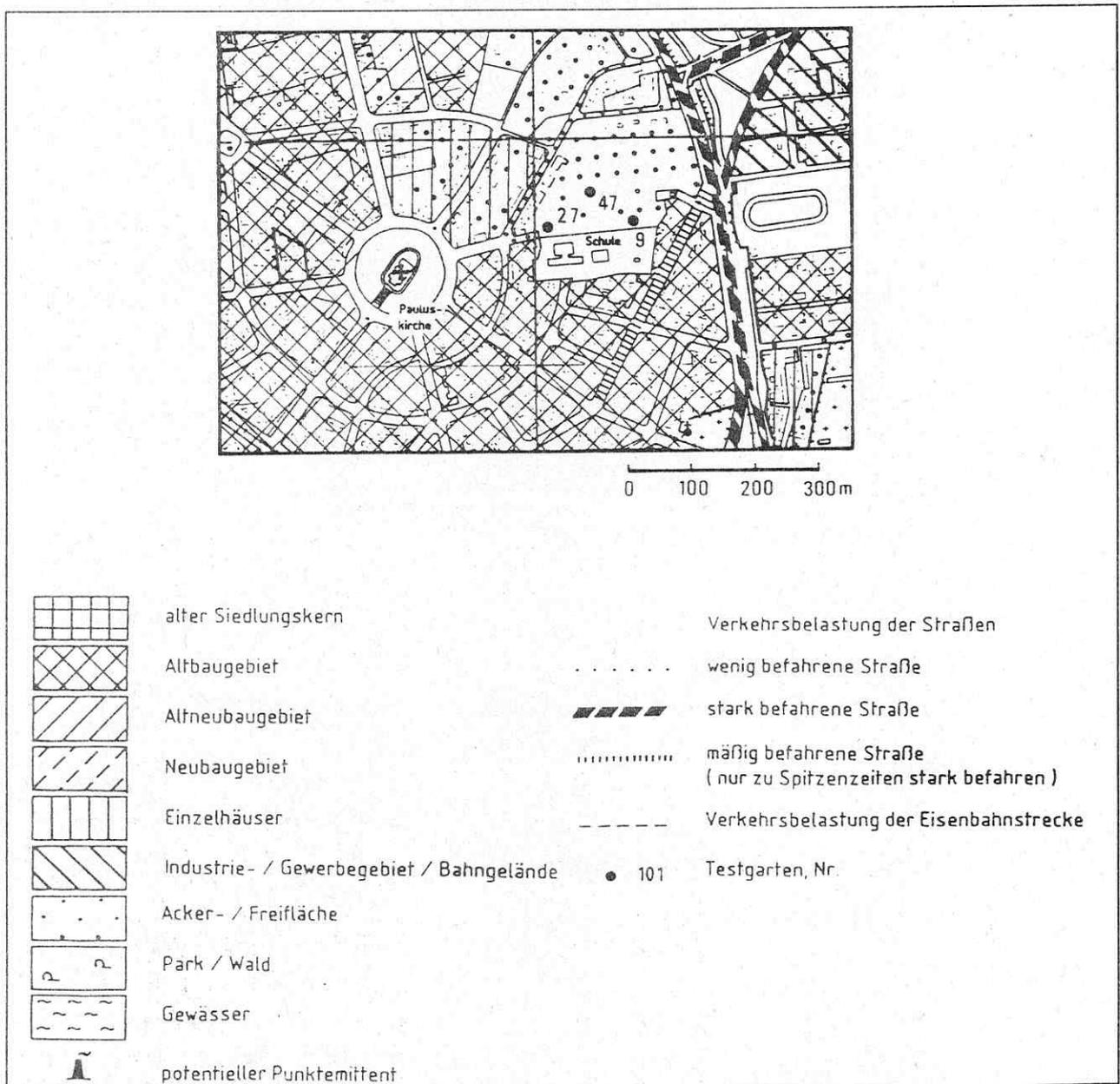
6.1.14 KGA-Nr. 14 - "Pauluskirche"

Diese Kleingartenanlage liegt in der nordöstlichen Innenstadt von Halle. Das Gelände fällt nach Westen von 117m bis 89,5m üNN ab. Sie entstand 1917 über einem Braunkohlentiefbaugelände, das für eine Wohnbebauung aus ingenieurgeologischer Grund (Standicherheit) nicht in Frage kam. Der hier abgebaute Braunkohleflöz befand sich in 15m Teufe, so daß es teilweise heute

noch zu Tagesbrüchen kommt (anthropogene Substratgrundbelatung möglich). Das Gelände wurde ursprünglich als Ackerland zum verstärkten Kartoffelanbau verpachtet (seit 1.9.1917). Seit 1924 schließlich unterliegt es der Kleingartennutzung (45 Parzellen auf einer Fläche von 19.200 m²).

Nordöstlich der Anlage verläuft eine sehr stark befahrene mehrspurige Fernverkehrsstraße (Dessauerstraße, Berliner Chaussee bzw. Verbindungsstraßen). Nördlich hinter der Straße liegt ein Altneubaugebiet (außerhalb des Kartenauschnittes) mit viel Grünflächen, östlich hinter der Straße finden sich Industrieanlagen. Westlich und südlich ist ein großes Altbaugiebiet (mit Ofenheizungen).

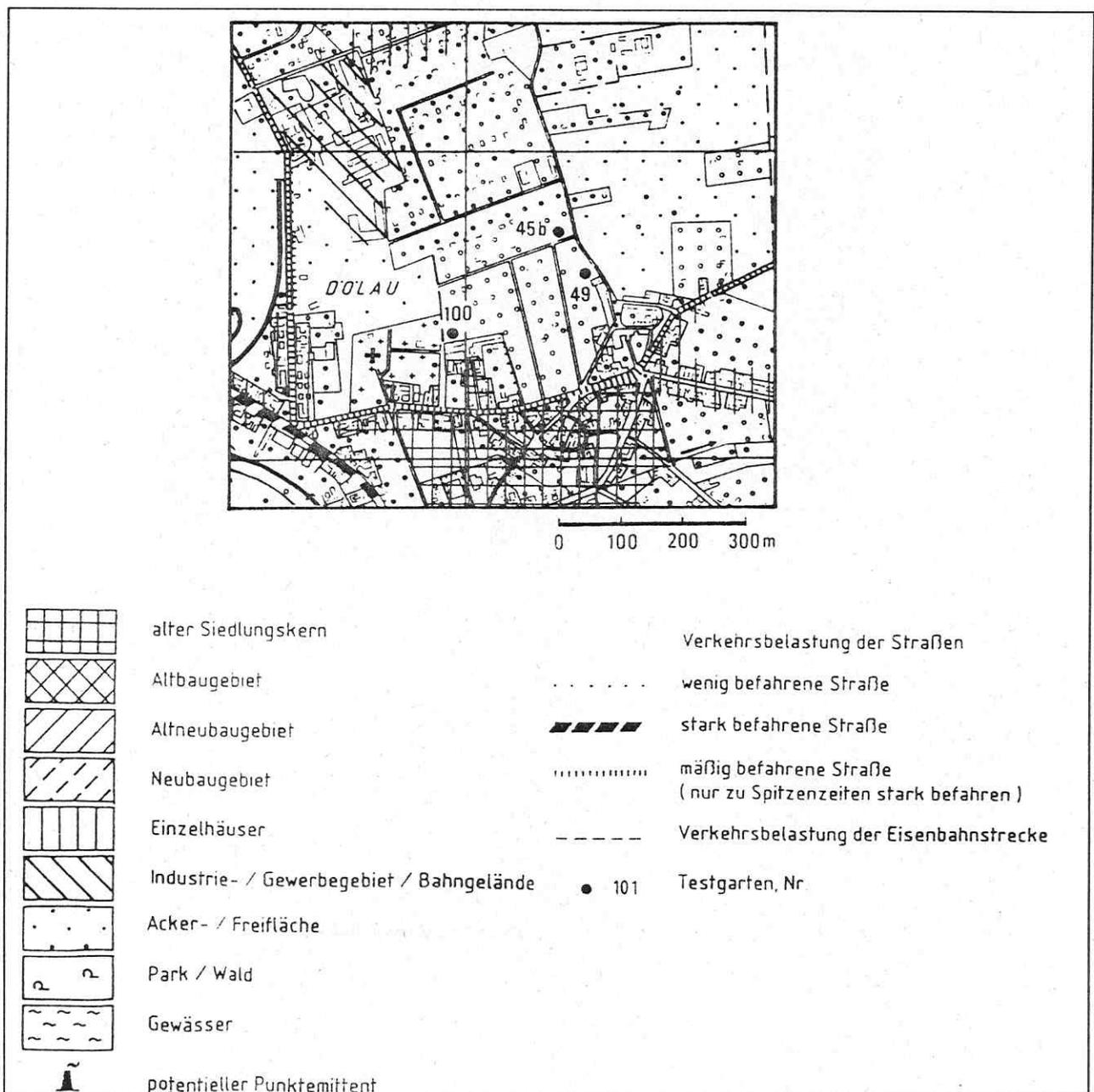
Karte 6.14: *Topographische Lage der Kleingartenanlage Nr. 14 „Pauluskirche“ unter Berücksichtigung benachbarter Stadtstrukturtypen und potentieller Emittenten* (Kartengrundlage: TK 10)



Bezüglich ihrer Lage in der unmittelbaren Nähe des Stadtzentrums angrenzend der Stadtstrukturtypen "Altbauggebiet", "Industriegebiet" und stark befahrenen Straßen ähnelt diese Anlage der Anlage "Paul-Riebeck-Stift". Neben dem Verdacht auf Schwermetallbelastung durch atmogene Pfade (Industrie, Straße, Hausbrand) könnte hier als Summand eine Belastung durch die langjährige Nutzung hinzukommen. Auffällig und wichtig in dieser Anlage ist die unterschiedliche Höhenlage der drei beprobten Gärten. Dies muß bei der Interpretation der Schwermetallverteilung auf das Gesamtgebiet der Anlage beachtet werden.

6.1.15 KGA-Nr. 15 - "Dörlau"

Karte 6.15: Topographische Lage der Kleingartenanlage Nr. 15 „Dörlau“ unter Berücksichtigung benachbarter Stadtstrukturtypen und potentieller Emittenten (Kartengrundlage: TK 10)



Die Kleingartenanlage "Kirchenacker Dörlau" befindet sich am Rande des alten Siedlungskern des ehemaligen Dorfes Dörlau am nordwestlichen Stadtrand von Halle in einer Höhe von 98m bis 100m üNN auf Untergrund aus glazialen Sanden. Der erste Spatenstich erfolgte hier 1942.

Nördlich der Anlage liegt der Altstandort einer ehemaligen Tongrube (Kaolin) sowie ein Porphyrtsteinbruch (Naturdenkmal "Steinerne Jungfrau"). Südlich der Anlage sind die Altstandorte Schlammerei (bis 1930) sowie eine Kohlehandlung (seit 1925). Östlich sind Steinkohletiefbau (Schacht "Humboldt") mit Schachthalden lokalisiert. Die Kleingärten liegen vermutlich direkt auf dieser Fläche (ALTLASTENKATASTER 1989/1994). Die Anlage ist an allen Seiten von Straßen begrenzt (wenig bis mäßig befahrene Straßen). Nördlich und westlich hinter der Straße sind Ackerland und Industriegebiet. Südlich befinden sich Einzelhäuser mit Gärten, südwestlich sind eine Kirche und ein Friedhof, südwestlich davon verläuft die stark befahrene "Neuragoczy Straße"

Trotz ihrer Lage im Stadtstrukturtyp „alter Siedlungskern“ dürfte diese Anlage von den angrenzenden Straßen und dem nördlich liegenden Industriegebiet beeinflusst werden. Eine weitere Beeinflussung des Gesamtgebietes durch Emissionen des Heizkraftwerkes von Dörlau wird außerdem vermutet (besonders im Winter, Angabe der Gärtner). Unterschiedliche Nutzungsintensitäten und Vorgeschichte der drei Gärten könnten hier auch eventuell eine Rolle spielen bezüglich der "Belastung" dieser Anlage. Für den Garten Nr. 100 werden z.B. die "Kippe" als Ausgangssubstrat und eine starke Düngemittelapplikation vermutet.

6.2 Untersuchungszeitraum 1992/93

Die Ermittlung der Bodenarten erfolgte nach den Empfehlungen in der bodenkundlichen Kartieranleitung (AG BODENKUNDE 1982) bzw. nach DIN 4220. Um die Tiefenverteilung dieser Parameter ersichtlich zu machen, wurden alle Daten graphisch im Profil dargestellt (s. Anlage 1). Die aus der Korngrößenanalyse ermittelten Bodenarten der einzelnen Kleingärten sowie die räumliche Verteilung der vorherrschenden Oberbodensubstrate (nach ALTERMANN 1970 und eigene Kartierungen) über die Gesamtanlage sind ebenfalls in den o.g. Abbildungen zusammengestellt.

Da die Schwermetallgehalte hinsichtlich möglicher Gesundheitsgefährdung beurteilt werden sollen, stellt sich die Frage, nach welchen Kriterien bzw. Grenzwerten die Bewertung der Bodengesamtschwermetallgehalte erfolgen soll. Zur Vergleichbarkeit mit den Ergebnissen anderer Bundesländer erfolgt die Bewertung der Bodengesamtschwermetallgehalte in Böden anhand der "Orientierungsdaten für tolerierbare Gesamtgehalte einiger Elemente in Kulturböden" (*Richtwerte 80*) (KLOKE 1980) und der *Sachsen-Anhalt-Liste 1992* (MUN 1993). Von den zahlreichen Grenz-, Richt- und Orientierungswerten, die seit 15 Jahren vielfach diskutiert und angewendet werden, werden an dieser Stelle lediglich die zwei genannten Arbeiten zur Diskussion aus folgenden Gründen herangezogen. Während die *Richtwerte 80* eine Vergleichsmöglichkeit mit den vorne vorgestellten Werten aus dem Literaturstudium bieten, legt die *Sachsen-Anhalt-Liste* erstmalig in diesem neuen Bundesland *Nutzungs- und schutzbezogene Orientierungswerte* fest, welche als Empfehlungen zum Umgang mit kontaminierten Böden (das können unter Umständen auch Gartenböden sein) anzusehen sind. Die *Kloke-Richtwerte* werden für die Bewertung der Schwermetallgehalte im gesamten Profil (vom Oberboden bis zum C-Horizont) herangezogen, während die *Sachsen-Anhalt-Liste* lediglich für die Interpretation der Befunde im

"Spatenhorizont" angewendet werden. Als Spatenhorizont werden hier die ersten 35 cm definiert. Dies entspricht dem Bearbeitungshorizont der Gartenböden.

In Tabelle 6.2-1 sind die nutzungs- und schutzgutbezogenen Orientierungswerte für die untersuchten Schwermetalle in Haus- und Kleingartenböden (als Empfehlung für Sachsen Anhalt), die *Kloke-Richtwerte* 80, die *Schweizer Verordnung* für Schadstoffe in Böden nach NaNO_3 -Auszug (GRENZWERTE 1994), die *Schwellenwerte für immissionsbedingter Anreicherungen in standardisierte Graskultur* (LRS 1992) sowie die *Richtwerte für Schadstoffe in Lebensmitteln* des Bundesgesundheitsamtes (BGA 1994) zusammengestellt.

Tabelle 6.2-1: Grenz-, Richt- und Orientierungswerte der untersuchten Elemente (mg/kg)

			Cd	Cr	Cu	Ni	Pb	Zn
Grenz-/ Richtwerte	Böden	(1)*	2	100	50	80	300	300
		(2)	3	100	100	50	100	300
		(3)**	0,03	k.A.	0,7	0,2	1	0,5
	Pflanze	Blatt	0,1	k.A.	k.A.	k.A.	0,8	k.A.
		Sproß	0,1	k.A.	k.A.	k.A.	0,5	k.A.
		Wurzel	0,1	k.A.	k.A.	k.A.	0,25	k.A.
	Gras	(4)***	0,35	k.A.	k.A.	k.A.	3,4	112
Normalbe- reich (5)	Pflanze		0,1-1	0,1-1	2-20	0,1-5	0,1-10	5-150
Toxizitäts- bereich (5)	Pflanze		3-37	30-100	13-50	10-100	10-35	100-1500

(1) MUN 1993 (2) KLOKE 1980 (3) GRENZWERTE 1994 (4) LRS 1992 (5) BLUME 1990 k.A. = keine Angabe

* Nutzungs- und Schutzbezogene Orientierungswerte (Gruppe 2: Haus- und Kleingärten / Trinkwasserschutzgebiete für Sachsen Anhalt)

** SCHWEIZER VERORDNUNG für Schadstoffe in Böden nach NaNO_3 -Auszug

*** Schwellenwert für immissionsb. Anreicherungen in stand. Graskultur (nach Luftreinhalteplan Rheinschiene Süd 1992)

Um die Schwermetallbelastung zwischen den verschiedenen Standorten vergleichbar zu machen, wurden alle analysierten Einzelelementgehalte ins Verhältnis zu den *Kloke-Richtwerten* (Tab. 6.2-1) gesetzt, dann addiert und durch die Summe der untersuchten Elemente dividiert. Die Gleichung lautet:

$$\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \left(\frac{SM_i}{GW_i} \right)$$

n = Anzahl der Elemente ($n = 4$),

SM_i = mittlere Konzentration eines Elements,

GW_i = Grenzwert des jeweiligen Elements,

K = Grenzwertfaktor := SM_i/GW_i .

Der ermittelte Wert eines Elements wird als *Grenzwertfaktor* (K) definiert. Der Durchschnittswert aus der Summe aller Elemente wird als *Toxizität* bezeichnet. Es ist klar, daß die so entstandene Bezugsgröße die spezifischen Einzelbelastungsgrößen verwischt. Dies ist methodisch wegen der noch nicht beendeten Diskussion um Grenzwerte für Schwermetalle in Böden angreifbar. Jedoch gibt dieser Wert eine vergleichbare Orientierung über den Gesamtbelastungszustand (Toxizität) und bietet somit die Möglichkeit, einen Bezug auf mögliche Gefährdungen zu nehmen. Der Wert 1 bedeutet in diesem Zusammenhang, daß der Grenzwert erreicht ist. Der Wert 0,5 bedeutet

demzufolge ein 50%-iges Erreichen des Grenzwertes. Aus den Einzelbefunden wird ersichtlich, welche Elementgehalte "hauptsächlich" diese Orientierungsgröße begründen. Diese Ergebnisse der ermittelten Toxizität sind in Anlage 2 kartographisch umgesetzt dargestellt.

Zur Erfassung der (quasi)geogenen Grundlast und der anthropogenen Schwermetallanreicherung der Böden in den untersuchten Kleingärten wurden für jedes Profil der anthropogene Schwermetallanreicherungsfaktor errechnet. Dieser Faktor wird ermittelt aus dem Verhältnis der Elementgehalte im Bearbeitungshorizont (Spatenhorizont) zum C-Horizont

$$AF = \frac{\text{Mittelwert eines Elementes im Bearbeitungshorizont}}{\text{Mittelwert des Elementes im C-Horizont}}$$

AF-Werte größer 1 deuten auf eine quasi-anthropogene Anreicherung der jeweiligen Elemente im Bearbeitungshorizont hin.

Um Aussagen zur Pflanzenverfügbarkeit bzw. zu ökologisch wirksamen Schwermetallanteilen machen zu können, wurden die Konzentrationen der ermittelten Metalle aus dem CaCl_2 -Auszug, NH_4Cl -Auszug bzw. H_2O -Auszug der Oberboden ins Verhältnis zum jeweiligen Gesamtgehalt gesetzt (s. Anlage 3).

Zur Abschätzung der Speicherfähigkeit bzw. der Belastbarkeit der untersuchten Gartenböden wurden mit den gewonnenen Metallgehalten der Elemente Aluminium, Kalzium, Natrium, Kalium und Mg aus der NH_4Cl -Auszugslösung die effektive Kationenaustauschkapazität (KAK_{eff}) ermittelt (s. Anlage 4). Die effektive Kationenaustauschkapazität wurde errechnet aus den Kationengehalten der salzhaltigen Lösung (NH_4Cl -löslich) und der daraus unter Berücksichtigung von Ladung und Wertigkeit der o.g. Elemente ermittelten Summe der an 1 kg Boden gebundenen Milliäquivalente (mval/kg Boden) der Elemente (SCHEFFER & SCHACHTSCHABEL 1992).

Die Beziehung lautet: $\sum_{i=1}^1 \frac{\bar{x}_i}{M_i} \times Z_i$,

wobei \bar{x}_i die Konzentration des Elementes, M_i die Atommasse und Z_i seine Wertigkeit ist.

Als Bewertungsgrundlage der Nährstoffversorgung dienten die Düngemittlempfehlungen der VDLUFA für Gartenböden, die in Tabelle 6.2-2 zusammengestellt sind.

Die Bewertung der Schwermetallgehalte der Gemüsepflanzen erfolgte nach humantoxikologischen Gesichtspunkten mit Berücksichtigung der Richtwerte des Bundesgesundheitsamtes für Cadmium und Blei bzw. nach phytotoxischen Aspekten für die anderen Schwermetalle (BGA 1994). Die durchschnittlichen Schwermetallgehalte der untersuchten Gemüseteile sind in Anlage 5 zusammengestellt. Auch für die Pflanzenproben (Gemüsepflanzen und Gaskulturen) wurden die Grenzwertfaktoren aus dem Verhältnis Elementgehalt in einem Pflanzenteil zu dem jeweiligen Richt- bzw. Schwellenwert (s. Tab. 6.2-1) ermittelt. Dies ermöglicht einen Vergleich des Belastungszustandes verschiedener Pflanzenarten und Pflanzenteile (s. Anlage 5).

Tabelle 6.2-2: Düngemittellempfehlungen der VDLUFA Speyer für Gartenböden (mg/100g) [aus HERES 1989] und KAK_{eff} [* nach SCHEFFER & SCHACHTSCHABEL 1992]

Gehaltsklasse		Phosphat	K ₂ O		Mg		Sulfat*	KAK-eff. (mval/kg)*
			S, IS	L, tL	S, sL	L, tL		
A	niedrig	9	6	10	3	5		
B	mittel	9-20	6-12	10-20	3-6	5-10	10	169 - 200
C	hoch	20-27	12-18	20-30	6-9	10-15		
D	sehr hoch	27-40	18-30	30-40	9-15	15-20		
E	extrem hoch	40	30	40	15	20		

Um einen Unterschied zwischen den atmogen zugeführten und den über den Wurzeltransfer aufgenommenen Schwermetallen zeigen zu können, wurden die *Schwermetall-Transferfaktoren* Boden-Pflanze ermittelt. Diese Faktoren berechnen sich aus den Konzentrationsverhältnissen der untersuchten Elemente in den Pflanzen (bezogen auf Trockengewicht) und im Bearbeitungshorizont (erste 30 cm bis 35 cm, "Spatenhorizont") (s. Anlage 6).

Im folgenden werden die pedologischen Bodenkenndaten, die Substrat-/Bodenverhältnisse sowie die Gesamtgehalte und "pflanzenverfügbaren Gehalte" der untersuchten Elemente der in der Probenkampagne 1992/93 beprobten Gärten bewertet. Die Metallgehalte in den Böden und Pflanzen werden differenziert nach der in der Einleitung formulierten Frage der Ursache der Schwermetallführung und der möglichen Abhängigkeiten zwischen Metallgehalten im Boden und Pflanzen dargestellt und diskutiert.

6.2.1 Beschreibung der 45 Bodenprofile

KGA-Nr. 1 - "Saaletal"

Im Umfeld der Gartenanlage Saaletal haben sich großflächig Auenlehme gebildet (ALTERMANN 1970). Die gärtnerisch bearbeiteten Böden dieser Anlagen weisen verschiedene Bodentypen in den drei Parzellen auf. Die Profilbeschreibung ergab für den Garten Nr. 38 Rigosol, für den Garten Nr. 101 Regosol-Parabraunerde und für 122 unterlagert fossiler Regosol als Bodentyp. Die Lokalisierung dieser Anlage im Überschwemmungsgebiet der Saale bestimmt den Aufbau ihrer Bodendecke. Diese ist vielfach differenziert, weist Schotterbänder und fossile Ah-Horizonte auf. Eine anthropogene Modifizierung ist bei allen 3 Gärten durch Ziegelsteinbrüche und Inselsteineinschlüsse (besonders in den RAp- und yYR-Horizonten) deutlich nachweisbar.

Der bestimmte organische Substratanteil in den Böden dieser Anlagen liegt zwischen 2,6% und 3,9% (humos). Die pH-Werte liegen im neutralen Bereich (7 bis 8). Die ermittelten Kalkgehalte schwanken zwischen 1 und 4%. Die Tongehalte zeichnen sich durch eine gleichmäßige Verteilung im Gesamtprofil aus und liegen zwischen 13% und 20% Substratanteil. Im Cv-Horizont von Garten Nr. 76 werden 25% erreicht. Vergleicht man diese Bodenkennwerte der untersuchten Gärten mit natürlichen (nicht bearbeiteten) Böden der Saaleaue (DIABY 1991), so kann man feststellen, daß die Gartenböden höhere Humus- und pH-Werte besitzen. Der durchschnittliche Wert der Kationenaustauschkapazitäten liegt im Oberboden der 3 Gärten bei ca. 92 mval/kg, somit unterhalb der in Tabelle 6.2-2 vorgeschlagenen Werte und unterhalb der im Untersuchungsraum ermittelten Durchschnittswerte (153 mval/kg).

Tabelle 6.2-3: Durchschnittliche Gesamtschwermetallgehalte (mg/kg) im Gesamtprofil der Gärten der Anlage "Saaletal" (n = 17)

Garten - Nr.	Cd	Cr	Cu	Ni	Pb	Zn
38	0,93	20,3	22,0	26,3	27,6	91
122	0,98	23,7	35,1	22,2	55,4	133
76	0,84	21,2	6,7	24,2	34,5	137
\bar{x}	0,92	20,7	20,6	24,2	39,2	120
RSD%	7,5	8,1	46,6	8,6	37,0	21,4

Garten - Nr.101 (n=7), Nachbeprobung 1994

	Cd	Cr	Cu	Ni	Pb	Zn
\bar{x}	0,77	16,2	12,2	16,5	33,2	44
RSD%	21,8	20,2	29,5	22,5	148,4	42,9

Die untersuchten Schwermetalle aus den 17 Proben dieser flächenmäßig großen Anlage zeigen keine räumlichen großen Abweichungen in ihrem Verteilungsbild. Bei den Elementen Cadmium, Chrom, Nickel und Eisen liegen die Standardabweichungen der ermittelten Schwermetallgehalte in den 3 Gärten im Bereich von 20%. Die Gesamtgehalte erreichen etwa ein Drittel der Grenzwerte (nach *Kloke*) und liegen um 40% höher als die Belastung von Böden mit nur luftbürtigem Eintrag im gleichen Gebiet (HÖKE 1994). Dominierende Elemente in dieser Anlage sind Blei und Zink, wobei der Grenzwert nur einmal überschritten wird. Die Toxizitätsstufe bei ca. 0.5 im Bearbeitungshorizont zeigt eine mittlere Belastung im Vergleich mit dem halleischen Raum. Im Bezug auf die Orientierungswerte der "Sachsen-Anhalt-Liste" (MUN 1992) (Tab. 6.2-1) weist keines der untersuchten Elemente eine Grenzwertüberschreitung auf. Sie bewegen sich alle in Bereichen, wie sie für Gartenböden charakteristisch sind.

Besonders auffällig bei der Betrachtung der Tiefenverteilung der Schwermetallgehalte (Grenzwertfaktor bezogen auf *Kloke*-Richtwerte) ist die Höhe der Bleigehalte in den Horizonten Ap2 und yYAp2. Die Faktoren 1.3 im Garten 101 und 1.2 im Garten 122 deuten auf eine Grenzwertüberschreitung von Blei in diesen Horizonten hin. Ein Vergleich dieser Werte mit den Werten der Beprobung von 1994 zeigt eine deutliche Abnahme der Konzentrationen der untersuchten Elemente. Somit ist kein deutlicher Einfluß der Hochwasserereignisse durch die Saale nachzuweisen.

Die in Anlage 5 zusammengestellten Grenzwertfaktoren zeigen außerdem, daß bei keiner der Proben (1992/1994) der Grenzwert erreicht ist, sie liegen alle unter 1.

In Anlage 7 sind die durchschnittlichen Schwermetallanreicherungs-faktoren der Gartenanlagen zusammengetragen. Die ermittelten Anreicherungs-faktoren der Anlage Saaletal im Bearbeitungshorizont und der quasi-geogenen Metallanteile im C-Horizont (s. Anlage 7) liegen für fast alle Elemente über 1 (1.4 für Cadmium und 4.9 für Blei). Sie deuten somit auf eine deutliche (quasi)-anthropogene Anreicherung der untersuchten Elemente hin. Die Werte zeigen eine große Abweichung zwischen den einzelnen Gärten mit relativen Standardabweichungen zwischen 7.6 % für Cadmium und 64% für Kupfer. Dies widerspiegelt auch den Unterschied der Tiefenverteilung der einzelnen Elemente in den 3 Gärten (s. Anlage 1). Die in dieser Kleingartenanlage beobach-

tete ungleichmäßige Tiefenverteilung und die hohe Abweichungen zwischen den Werten in den 3 Gärten sind Hinweise dafür, daß keine allgemeingültige Aussage für alle Gärten dieser Anlage getroffen werden kann.

Die Untersuchung der Schwermetallgehalte in der NH_4Cl -Lösung in den Oberböden dieser Anlage zeigt, daß die Elemente Blei mit 2.6 mg/kg, Nickel mit 0.6 mg/kg, Zink mit 1.5 mg/kg, Kupfer mit 0.16 mg/kg und Cadmium mit 0.02 mg/kg in der Bodenlösung zu finden sind. Betrachtet man diese Gehalte als pflanzenverfügbar, so sind lediglich für Zink 1.1%, für Cadmium 1.4%, für Nickel 2.6% und für Blei 4.8% ihrer Gesamtgehalte als pflanzenverfügbar einzuschätzen (s. Anlage 4). Somit ist die Reihenfolge der Pflanzenverfügbarkeit der untersuchten Schwermetalle $\text{Ni} > \text{Pb} > \text{Cd} > \text{Zn} > \text{Cu}$. Damit wird die höchste Löslichkeit von Nickel und Blei durch NH_4Cl festgestellt, welche trotz der Lage dieser Anlage außerhalb der großen Emissionsräume einen atmosphärischen Ursprung für diese Elemente vermuten läßt. Zink liegt in schwerlöslicher Form vor. Die Oberbodenproben zeigen bei fast allen Elementen eine höhere Löslichkeit als die Proben im C-Horizont. Eine Gegenüberstellung des NH_4Cl -löslichen Anteils mit dem CaCl_2 -löslichen Anteil (s. Anlagen 3 & 4) ergibt nur bei Cadmium eine Übereinstimmung zwischen den ermittelten Konzentrationen.

Die Phosphat-, Sulfat-, Magnesium- und Kaliumgehalte liegen bei den 3 Gärten über den durchschnittlich empfohlenen Werten für Gartenböden. Der im Oberboden dominierende Nährstoff ist hier Phosphat, der über dem für Düngemittlempfehlungen als extrem hoch angegebenen Wert von 40 mg/100g liegt (Tab. 6.2-2). Diese Überversorgung an Nährstoffen wird belegt durch die Umfrageergebnisse, bei denen 93% der Gärtner dieser Anlage mindestens ein Düngemittel häufig verwenden.

KGA-Nr. 2 - "Habichtsfang"

In diesem Gebiet haben sich Sande gebildet. Die Körnungsanalyse der Gartenböden zeigt eine Dominanz von sandigem Lehm (sL) als vorherrschende Bodenart im Oberbodenbereich. Die im oberen Teil anthropogen beeinflussten Böden, die Steinschichten und Ziegelbruch aufweisen, zeigen im unteren Teil Reduktions- und Oxidationshorizonte von primären Staugleyen. Es liegt überwiegend ein anthropogen überprägter Grundgley als Bodentyp vor (s. Anlage 1). Der Tonanteil ist in den unteren Bodenhorizonten teilweise bis auf 40% erhöht. Die höchsten Tongehalte verzeichnet der Garten Nr. 78 mit 42.1% Substratanteil im Go-Horizontlage).

Die aktuellen und potentiellen pH-Werte liegen wie in der Anlage Saaletal im neutralen Bereich pH 7 bis pH 7.5 und der organische Anteil im stark humosen Bereich (3% - 4%). Eine deutliche Tiefenverteilung ist bei fast allen Parametern (pH-Wert, organische Substanz, Phosphatgehalt und Tongehalt) zu beobachten. Eine Ausnahme ist der hohe Kalkgehalt im Gr-Horizont des Gartens Nr. 42 und der relativ geringe pH-Wert und Tongehalt in den unteren Oxidationshorizonten des Gartens Nr. 78 (Go1- Go2). Die ermittelten KAK-eff. schwanken im Durchschnitt zwischen 28 mval/kg (Garten Nr. 78) und 244 mval/Kg (Garten Nr. 42) (s. Anlage 1). Die relativen Standardabweichungen zwischen den 3 Gärten sind hoch. Diese Werte deuten darauf hin, daß es sich hier teilweise um Böden mit hoher Sorptionskapazität handelt (SCHEFFER & SCHACHTSCHABEL 1992).

Tabelle 6.2-4: Durchschnittliche Gesamtschwermetallgehalte (mg/kg) im Gesamtprofil der Gärten der Anlage "Habichtsfang" (n=17)

Garten - Nr.	Cd	Cr	Cu	Ni	Pb	Zn
42	0,57	16,0	16,3	9,9	41,9	93
8	0,90	18,1	2,2	15,4	43,0	52
78	0,83	44,5	18,5	35,0	62,6	150
\bar{x}	0,77	26,2	12,3	20,1	49,2	98
RSD%	22,7	60,6	71,5	65,5	23,6	50,2

Die obige Tabelle zeigt die durchschnittlichen Schwermetallgehalte der 3 Gärten der Anlage Habichtsfang. Das Verteilungsbild der einzelnen Elemente dieser Profile zeigt, daß die Gehalte der Elemente Cadmium und Blei räumlich ähnlich verteilt sind mit Abweichungen um 20%, während die Gehalte der Elemente Kupfer, Nickel, Chrom und Zink Abweichungen zwischen 50 und 70% aufweisen.

In Bezug auf die Orientierungswerte nach Kloke und auf die Prüfwerte der Sachsen-Anhalt-Liste (Tab. 6.2-1) liegen alle Mittelwerte unterhalb der Grenzwerte. Die durchschnittlichen Konzentrationen an Schadstoffen sind im Bearbeitungshorizont gleichmäßig verteilt und geringer als in umliegenden, nicht gärtnerisch genutzten Böden (HÖKE 1994). Es werden etwa 50% der Grenzwerte erreicht (s. Anlage 2), wobei Blei und Zink die am meisten belastenden Elemente sind. Aus Anlage 7 wird ersichtlich, daß auch eine anthropogene Anreicherung der Schwermetalle zu beobachten ist. Die ermittelten Anreicherungs-faktoren (AF) liegen zwischen 1,1 für Chrom und 5,0 für Mangan. Die Dominanz der Anreicherung von Mangan in dieser Anlage kann mit einer höheren Feuchte in den Gr- und Go-Horizonten der hier untersuchten Böden erklärt werden. Betrachtet man die hohen Standardabweichungen (91% für Kupfer und 99% für Mangan), so kann man davon ausgehen, daß eine allgemeine Aussage für das Gesamtgebiet dieser Anlage bezüglich der Schwermetallanreicherung nicht möglich ist.

In Bezug auf die Gesamtgehalte liegen die pflanzenverfügbaren Gehalte (NH_4Cl -löslichen) hier (sL) zwischen 3,1% (für Zink) und 2,6% (für Kupfer). Die Reihenfolge lautet $\text{Zn} > \text{Cu} > \text{Cd} > \text{Ni} > \text{Pb}$. Im Gegenteil zu der KGA Nr. 1 Saaletal (IS) zeigt hier Zink die höchste NH_4Cl -Löslichkeit und Blei die geringste. Für Kupfer wird eine ähnlich hohe Effizienz der Extraktionskraft der beiden Neutralsalzlösungen (NH_4Cl und CaCl_2) festgestellt.

Die hier vorliegenden Nährstoffgehalte (Phosphat-, Sulfat-, K_2O - und Magnesium-Gehalte) schwanken im Bereich "extrem hoch", so daß hier auch eine Überversorgung an Nährstoffen bedingt durch die intensive Düngung festgestellt werden kann. Die Umfragen unter den Gärtnern in diesem Zusammenhang ergaben, daß 40% von den befragten Gärtnern kalkhaltige Düngemittel verwenden, 13% Phosphatdünger und 36% Mehrbereichdünger (Universaldünger).

KGA-Nr. 3 - "Paul-Riebeck-Stift"

Im südlichen Zentrum der Stadt gelegen existiert diese Kleingartenanlage seit der Jahrhundertwende. Die paraautochtonen (fluvial) geprägten Böden werden zur Saale hin immer flachgründiger. In 60 cm Tiefe ist überwiegend verwitterter Buntsandstein anzutreffen, der zum Teil bis zu Kaolin hin verwittert ist, was auch durch einen Anstieg der Tonfraktion zu belegen ist (im C1- und C2-Horizont) (s. Anlage 1). In dieser Anlage herrscht der Bodentyp Rigosol vor.

Die pH-Werte liegen wie bei den erst beschriebenen Anlagen im neutralen Bereich und bieten somit gute Bedingungen für eine mögliche Festlegung der Schwermetalle. Der hohe organische Anteil (stark humos) weist auf den Einfluß der gärtnerischen Nutzung hin. Der Mittelwert der KAK-eff. liegt bei 99 mval/kg. Die Standardabweichungen über 40% zeigen jedoch eine relativ große Streuung im Gesamtanlagenbereich. Als Ursache für diese starke Streuung können hier die großen Unterschiede der Kalkgehalte (relative Standardabweichungen bis zu 160%) und der Tongehalte (relative Standardabweichungen bis zu 117%) innerhalb der Anlage angenommen werden.

Tabelle 6.2-5: Durchschnittliche Gesamtschwermetallgehalte (mg/kg) im Gesamtprofil der Gärten der KGA "Paul-Riebeck-Stift" (n = 16)

Garten - Nr.	Cd	Cr	Cu	Ni	Pb	Zn
278	0,89	28,6	6,7	19,8	70,7	117
23	1,06	32,8	8,7	19,3	77,0	138
137	0,95	21,0	8,8	12,1	92,1	170
Mittelwert	0,97	27,5	8,1	17,0	80,0	142
RSD%	9,1	21,7	14,3	25,1	13,7	18,7

Die untersuchten Schwermetalle der Anlage "Paul-Riebeck-Stift" zeigen eine räumlich ähnliche Verteilung. Die Durchschnittswerte aus den 3 Gärten weichen maximal 25% voneinander ab.

Aus Anlage 1 wird ersichtlich, daß das Belastungsmaximum im unteren Bereich des Bearbeitungshorizontes zu finden ist und mit etwa 68% der Grenzwertgrößen (Toxizität) deutlich weniger belastet ist als umliegenden Böden (HÖKE 1994), die eine Grenzwertüberschreitung bei den untersuchten Schwermetallen aufweisen. Die Profilverteilung der Schwermetalle zeigt hier eine partielle Akkumulation der Schwermetalle Cadmium, Chrom und Nickel im C-Horizont. Dies kann u.a. auf die erhöhte Tonfraktion (ca. 17%) in diesem Horizont zurückzuführen sein.

Die Prüfwerte der *Sachsen-Anhalt-Liste* sowie die *Kloke-Richtwerte* werden von keiner der Proben überschritten. Vergleicht man diese Werte mit den Durchschnittswerten der Schwermetalle in den Gärten der Alten Bundesländer, so wird deutlich, daß die Gehalte für Zink (142 mg/kg) und Kupfer (8,1 mg/kg) geringer sind als die Vergleichswerte. Die übrigen Elemente liegen in gleichen Bereichen.

Betrachtet man die Anreicherungsfaktoren (AF) der einzelnen Elemente (s. Anlage 7), kann für alle Elemente eine anthropogene Anreicherung gezeigt werden. Gleichzeitig wird eine Dominanz der Elemente Blei (AF=5,9; RSD = 67%), Kupfer (AF= 5,5; RSD = 76%) und Zink (AF= 4,3; RSD = 69%) im Oberboden deutlich. Als Ursache für die Blei- und Zink-Führung im Oberboden kann hier der KfZ-Verkehr und die Kohleheizung, bedingt durch die Lage dieser Anlage im Altbaugebiet und am Rand der stark befahrenen Straßen auf der östlichen und westlichen Seite der Anlage, herangezogen werden.

Die NH₄Cl-löblichen Schwermetallanteile ergaben im Durchschnitt eine "Pflanzenverfügbarkeit" für Kupfer von 12,4%, Cadmium 6,4%, Blei 1,8% und Nickel 1,4% des Gesamtgehaltes. Die daraus resultierende Reihenfolge ist Cu>Cd>Pb>Ni>Zn. Obwohl die pH-Werte im Neutralbereich liegen (7,22), zeigt sich Cadmium hier als leichter "pflanzenverfügbar" im Gegenteil zu der am meisten angenommenen Reihenfolge für nicht bearbeitete Böden (SCHEFFER & SCHACHT-

SCHABEL 1992). Die Lage im stark beeinflussten Emissionsgebiet der Stadt und das Alter dieser Kleingartenanlage kann als Erklärung für das Vorliegen von leicht löslichen Kupfer (Pflanzenschutzmittel) und Cadmium (Phosphatdünger und Kohlefeuerung) dienen.

Die Nährstoffuntersuchung ergibt im Durchschnitt für Phosphat 68 mg/100g (sehr hoch), Sulfat 22 mg/100g, für K_2O_2 68,6 mg/kg (sehr hoch) und Magnesium 62,3 mg/kg (extrem hoch). Die festgestellte Überversorgung an Nährstoffen kann hier mit der längjährigen gärtnerischen Nutzung (80 Jahre) im Zusammenhang stehen. Dabei dürfte die Düngemittelapplikation einen entscheidenden Anteil haben, da die Umfrage unter den Gärtnern ergab, daß 97% von ihnen mindestens eine Art Bodenverbesserungsmittel verwenden (26% Mehrbereichdünger, 18% Kalk und 10% Phosphatdünger).

KGA-Nr. 4 - "Dieselstraße"

In der Kleingartenanlage "Dieselstraße" ist eine deutlich differenzierbare zweimalige anthropogene Überprägung respektive Bodenbildung zu diagnostizieren. Über einem dunklen steinigen untersten Bodenhorizont ist ein erstes fossiles Profil in den ersten 30 bis 40cm (yYAp-, RAp-, jYAp-Horizont) zu erkennen, das Schottereinschlüsse aufweist. Darüber befindet sich ein recht homogener Horizont, der nur durch den Bearbeitungshorizont differenziert ist. Dieser Horizont weist zum Teil Ziegelsteinbruch auf. Der yY-Horizont ist durch eine erhöhte Konzentration der organischen Substanz nachweisbar. Die im yY-Horizont (Tiefe 32 cm bis 47 cm) besonders auffällige Erhöhung des Kalkgehaltes hat vermutlich zu relativ hohen pH-Werten im Garten Nr. 21 geführt. In diesem Zusammenhang kann die Vermutung von BILLWITZ & BREUSTE (1980) bestätigt werden, daß bei jungen anthropogenen Böden der Carbonatgehalt meist im Oberboden (durch Kulturmaßnahmen) höher ist. Die physikochemischen Parameter zeichnen sich hier im Gegenteil zu den obigen Anlagen durch eine ungleichmäßige Verteilung vom oberen bis zum unteren Horizont aus. Die Bodenprofile sind hier sehr inhomogen und geben keinen Hinweis auf einen natürlichen Profilaufbau. Die Böden in dieser Anlage können überwiegend als Rigosol bezeichnet werden, wobei die vorherrschende Bodenart sandiger Lehm (sL) ist.

Die durchschnittlichen KAK-eff. schwanken zwischen 77 mval/kg (Garten Nr. 21) und 142 mval/kg (Garten Nr. 113). Mit relativen Standardabweichungen von ca. 15% herrschen relativ gleiche Verhältnisse in den 3 unterschiedlichen Gärten dieser Anlage.

Tabelle 6.2-6: Durchschnittliche Gesamtschwermetallgehalte (mg/kg) im Gesamtprofil der Gärten der KGA "Dieselstraße" (n = 18)

Garten - Nr.	Cd	Cr	Cu	Ni	Pb	Zn
21	0,71	16,8	37,0	18,0	67,3	90
145	0,85	17,5	13,3	17,8	20,3	34
113	1,30	34,6	50,7	19,5	80,1	159
Mittelwert	0,96	23,0	33,7	18,4	55,9	94
RSD%	32,2	43,9	56,0	5,1	56,3	65,7

In dieser Anlage wurden 18 Bodenproben untersucht, deren Schwermetallgehalte mit Ausnahme von Nickel eine sehr große Streuung (relative Standardabweichungen von 32% bis 65%) im Gesamtanlagenbereich zeigen. Vergleicht man die Verteilungsmuster der untersuchten Schwermetalle in den 3 Gärten, so wird ein Unterschied bezüglich ihrer Verläufe deutlich. Während in den

Gärten Nr. 21 und 113 keine deutliche Tiefenfunktion der Schwermetalle ersichtlich wird, zeigt der Tiefenverlauf im Garten Nr. 145 eine homogene Verteilung vom Oberboden zum C-Horizont. In Untersuchungen von FILIPINSKI (1989) werden Verteilungsmuster der ersten Art (Garten 21 und Garten 113) als typisch für anthropogene Schwermetallanreicherungen angesehen.

Betrachtet man die absoluten Schwermetallgehalte der 3 Profile dieser Anlage, wird in keiner der Proben die Prüfwerte der *Sachsen-Anhalt-Liste* überschritten (s. Anlage 1). In den Horizonten yYAp2 und RAp2 ist eine sekundäre Akkumulation von Schwermetallen nachweisbar. Die maximale Belastung ist in der unteren Schicht des Bearbeitungshorizontes zu messen und nur um ein wenig geringer als die Belastung der umliegenden Böden. Die 50%-Marke des Gesamtgrenzwertes wird mit einer Toxizitätsstufe von 0.7 überschritten (s. Anlage 2).

Eine Gegenüberstellung dieser Werte mit den mittlere Schwermetallgehalten in den Gartenböden der Alten Bundesländer läßt erkennen, daß für Cadmium (0,96 mg/kg) und Kupfer (33 mg/kg) höhere Schwermetallgehalte in dieser Anlage vorliegen, während bei den Elementen Chrom, Nickel, Blei und Zink geringere oder nahezu vergleichbare Konzentrationen gemessen wurden. Trotz der Lage dieser Anlage im Stadtstrukturtyp Industriegebiet/Bahnanlage sowie auf Aufschüttungssubstraten zeigen die Böden eine mittlere Belastung im Bezug auf die Werte der Alten Bundesländer.

Das Maximum der errechneten durchschnittlichen Anreicherungsfaktoren dieser Anlage liegt bei Blei (AF = 3,26; RSD = 102%), das Minimum bei Nickel (AF = 0,90; RSD% = 22%) (s. Anlage 7). Außer bei Nickel und Eisen kann bei allen anderen Elementen von einer anthropogenen Anreicherung durch die Anreicherungsfaktoren zwischen 1,19 und 3,26 gesprochen werden. Neben dem atmogenen Pfad kann hier die substratbedingte Grundbelastung als Ursache der höheren Schwermetallgehalte im Oberboden angegeben werden.

Die ermittelten Schwermetallgehalte der NH_4Cl -Lösung ergibt für Cadmium die höchste Löslichkeit mit 7,7% des Gesamtgehaltes; die geringste liegt bei Blei. Es wurden 3,12 mg/kg Kupfer (d.h. 5,4% des Gesamtgehaltes) gemessen, 0,26 mg/kg Nickel (1,4% des Gesamtgehaltes) und für Zink 1,4 mg/kg (0,78% des Gesamtgehaltes). So ergibt sich folgende Reihenfolge für die Pflanzenverfügbarkeit der untersuchten Elemente: $\text{Cd} > \text{Cu} > \text{Ni} > \text{Zn} > \text{Pb}$. Somit kann angenommen werden, daß es sich hier um leichtlösliches Emissionblei und Cadmium handelt (Kohlefeuerung aus dem umliegenden Industrie- und Bahngebiet sowie der angrenzende Straßenverkehr (s. Anlage 1). Für Blei konnten bei diesen Böden (sL) weder in der NH_4Cl -Lösung noch in der CaCl_2 -Lösung meßbare Gehalte ermittelt werden.

Die mittleren Gehalte der Nährstoffe Phosphat (64 mg/100g), Sulfat (73 mg/100g), K_2O (287mg/100g) und Magnesium (18mg/100g) zeigen hier wie in den obigen Anlagen eine Überversorgung. Als Ursache wird in dieser Anlage die intensive Bodenbearbeitung der letzten 40 Jahren sowie der anthropogene Ursprung der aufgeschüttete Böden angenommen.

KGA-Nr. 5 - "Osendorfer Hain"

Ende der 50er Jahre wurden die Areale dieser Anlage mit Mutterboden aus dem Karosseriewerk aufgeschüttet, dann bis 1980 als Ackerland zum Luzerneanbau einer LPG (Angaben eines verantwortlichen Gärtners) genutzt. Ihre Böden zeigen ein einfaches, zweigegliedertes Profil. Der mehr sandige Bearbeitungshorizont liegt über einer "Kippe" als Ausgangssubstrat (s. Anlage 1).

Der Anteil an organischer Substanz liegt im schwach bis mittelhumosen Bereich (1,7% bis 2,5%). Der Kalk-Anstieg geht im Grundsubstrat bis auf 10,7% und ist vermutlich die Ursache der hohen KAK-ef.f (160 mval/kg bis 394 mval/kg) sowie der pH-Wert Erhöhung von pH 7,3 auf pH 8,5. Eine Auswirkung dieser Basizitätszunahme könnte eine Metallakkumulation als Folge haben. Obwohl rein anthropogener Herkunft konnten keine Spuren von Bauschutt oder anderen Beimengungen gefunden werden. Der Profilaufbau zeigt jedoch eine sehr heterogenes Bild, welches auch im Oberbodenbereich der 3 Gärten zu unterschiedlichen Bodenarten führt (uL, IS, sL). Diese Unterschiede zwischen den einzelnen Profilen können als Ursache haben, daß einerseits die aufgeschütteten Böden aus verschiedenen Substraten stammen und andererseits, daß die Intensität der individuellen Bodenbearbeitung sich hier deutlich bemerkbar macht. Die Böden dieser Anlage können überwiegend als Depo-Rigosol bezeichnet werden.

Tabelle 6.2-7: Durchschnittliche Gesamtschwermetallgehalte (mg/kg) im Gesamtprofil der Gärten der KGA "Osendorfer Hain" (n = 13)

Garten - Nr.	Cd	Cr	Cu	Ni	Pb	Zn
1	1,06	31,2	3,1	19,3	21,8	53
59	0,26	7,8	0,8	4,8	5,4	13
74ab	0,52	28,8	7,9	20,2	41,9	97
Mittelwert	0,61	22,6	3,9	14,8	23,0	54
RSD%	65,8	56,9	91,3	58,3	79,2	76,9

In dieser Anlage wurden 13 Bodenproben untersucht. Die Gesamtgehalte der Elemente Cadmium, Chrom, Kupfer, Nickel, Blei und Zink liegen alle unter den Orientierungswerten nach Kloke und den Prüfwerten der Sachsen-Anhalt-Liste. Das Belastungsmaximum (Toxizität) liegt mit 0,36 noch unter der Belastung nicht gärtnerisch genutzter Böden des gleichen Gebietes und befindet sich im unteren Teil des Bearbeitungshorizontes. Obwohl rein anthropogener Herkunft konnten keine Spuren von Bauschutt oder anderen Beimengungen gefunden werden, was sicher zu dieser geringen Belastung beiträgt. Bemerkenswert ist die Tatsache, daß außer Cadmium (0,61 mg/kg) die Schwermetallgehalte dieser auf anthropogenem Substrat entstandenen Anlage unterhalb den häufig vorkommenden Gehalten in Gartenböden der Alten Bundesländer liegen.

Das Profilverteilungsmuster der Grenzwertfaktoren zeigt bei allen 3 Gärten eine Akkumulation der Schwermetallkonzentrationen unterhalb des Spatenhorizontes (jYR1, jYRAP2). Der Verlauf deutet auf eine anthropogene Schwermetallanreicherung, hin wenn man ihn mit den von FILIPINSKI (1989) vorgeschlagenen Mustern vergleicht. Die ermittelten Anreicherungsfaktoren (AF) zeigen eine Dominanz von Cadmium (4,8) gefolgt von Kupfer, Blei und Zink (bei ca. 2,0). Die Elemente Chrom, Mangan, Nickel und Eisen sind relativ homogen im Profil verteilt mit Anreicherungsfaktoren um 1 (s. Anlage 7). Die Ursache der Cadmium-Führung ist hier auf eine Belastung des Auftragbodens zurückzuführen.

Die ermittelten NH₄Cl-löblichen Schwermetallgehalte zeigen im Bezug auf ihre Gesamtgehalte eine Dominanz von Blei (ca. 6,6% des Gesamtgehaltes), gefolgt von Nickel (4,9%) und Cadmium (4,7%). Die Werte von Zink und Kupfer liegen zwischen 2% und 4%. Betrachtet man diese Gehalte als pflanzenverfügbar, so kann für die Elemente Blei, Nickel und Cadmium bei einem durchschnittlichen pH-Wert von 8,02 eine höhere Verfügbarkeit festgestellt werden.

Die KAK-eff. im Oberboden dieser Anlage (Kippböden) liegen erwartungsgemäß im Durchschnitt zwischen 284mval/kg und 390 mval/kg (s. Anlage 2). Die relativ geringen Abweichungen zwischen den 3 Gärten sind ein guter Hinweis dafür, daß nahezu gleiche Bodenverhältnisse in den 3 Gärten vorliegen. Ein ganz anderes Bild zeigt der Nährstoffhaushalt innerhalb dieser Anlage. Die Sulfat-, K₂O- und Magnesium-Gehalte zeigen im Vergleich zu den Empfehlungen der VDLUFA eine extrem hohe Überversorgung an Nährstoffen. Dies kann auf unterschiedlich hohe Düngemittelapplikationen seitens der Gärtnern erklärt werden. Die Umfragen ergaben, daß alle Gärtner mindestens ein Bodenverbesserungsmittel (32% Kalk, 29% Phosphatdünger, ca. 19% Mehrbereichsdünger) verwenden.

KGA-Nr. 6 - "Oppiner Straße"

Das Bodenprofil dieser auf altem Bergbaugelände sowie auf Geschiebemergel entstandene Gartenanlage ist scharf zweigeteilt und unterscheidet sich in Rigosol über gekappter (fossiler) Braunerde auf Löß und anthropogen darüber gebrachtem Material von mehr sandigem Substrat. Die vorherrschenden Bodenarten im Oberboden sind sL und suL. Der fossile Ah-Horizont ist durch eine Erhöhung des Anteils an organischer Substanz bestimmt (von 3,8% bis 4,7%). Letzteres könnte auch zu einer sekundären Schwermetallakkumulation führen.

Deutlich wird die Lößschwarzerde auch durch eine Erhöhung des Carbonatgehaltes charakterisiert. Erkennbar sind zwei extrem hohe Carbonatgehalte von 11,2% im R-Horizont (Garten Nr. 54, bei 66cm - 76cm Tiefe) bzw. 16,5% im C-Horizont (Garten Nr. 5, bei 105 cm - 109 cm Tiefe). Diese Erscheinung ist wahrscheinlich durch eine Carbonatverwitterung in diesen Horizonten bedingt. Mit pH-Werten zwischen pH 6,8 und pH 8 zeigen die vorliegende Böden die im Normalbereich (pH 7) liegenden Werte für die o.g. Bodenarten (SCHEFFER & SCHACHTSCHABEL 1992). Die Tongehalte streuen zwischen 10% und 21,4%, der Mittelwert liegt bei 16,4%. Diese relativ hohen Tongehalte sind ebenfalls von besonderen Interesse wegen ihrem möglichen Einfluß auf die Mobilität der untersuchten Schwermetalle.

Die mittlere KAK-eff. in den 3 Gärten zeigen räumlich große Unterschiede (38 mval/kg für den Garten Nr. 74, ca. 200 mval/kg für die Gärten Nr. 54 und Nr. 5). Der starke Anstieg des Kalkgehaltes in den C-Horizonten (11,2% und 16,5%) der letztgenannten Gärten kann als Ursache der hohen KAK-eff. angesehen werden.

Tabelle 6.2-8: Durchschnittliche Gesamtschwermetallgehalte (mg/kg) im Gesamtprofil der Gärten der KGA "Oppiner Straße" (n = 16)

Garten - Nr.	Cd	Cr	Cu	Ni	Pb	Zn
74	1,07	14,0	20,0	15,4	67,3	89
54	0,74	19,4	19,3	14,7	63,5	97
5	1,13	37,0	37,0	18,6	77,0	229
Mittelwert	0,98	23,5	25,4	16,2	69,3	138
RSD%	21,5	51,2	39,3	12,7	10,0	56,3

Die Durchschnittswerte der absoluten Schwermetallgehalte der 16 Bodenproben der Anlage Oppiner Straße liegen außer bei Chrom und Zink unterhalb der Prüfwerte der *Sachsen-Anhalt-Liste* und der Orientierungswerte nach *Kloke*. Die relativen Standardabweichungen von über 50% deuten bei den übrigen Elemente auf eine schlechte räumliche Verteilung hin. Betrachtet man die

Grenzwertfaktoren, deuten die Profilverläufe der einzelnen Elemente nach der Definition von FILIPINSKI (1988) auf eine anthropogene Schwermetallanreicherung (Anreicherungsfaktoren zwischen 16,6 für Zink und 1,0 für Chrom) hin. Der fossile Ah, der durch eine Erhöhung des Anteils an organischer Substanz nachweisbar ist, zeigt eine sekundäre Schwermetallakkumulation. Die Belastung im Bearbeitungshorizont ist gleichmäßig und mit einer Toxizitätsstufe von 0,74 (s. Anlage 1) deutlich höher als die der umliegenden Böden (0,46). Besonders auffällig sind die sehr hohen Bleikonzentrationen, die bis auf das 2,5-fache des Grenzwertes im RAP2 ansteigen.

Die NH₄Cl-löslichen Schwermetallgehalte ergeben im Durchschnitt, daß nahezu 8,9% des Cd-, 5,6% des Ni- und 2,1% des Zn-Gesamtgehaltes in der Bodenlösung zu finden sind. Die Reihenfolge der NH₄Cl-Löslichkeit ist also Cd>Ni>Zn>Pb>Cu. So zeichnet sich Cadmium trotz neutralem pH-Wert (pH 7.2 in KCl) durch eine relativ höhere Löslichkeit in diesen überwiegend sandig-schluffigen Böden (suL) aus.

Die mittleren Nährstoffgehalte (Phosphat: 53.1 mg/100g, Sulfat: 30.4 mg/100g, K₂O: 422 mg/100g, Magnesium: 21 mg/100g) liegen zwar in der Gehaltsklasse E nach den Empfehlungen der VDLUFA, aber trotzdem unter den durchschnittlichen Werten der anderen Kleingartenanlagen der Stadt Halle. Die festgestellte intensive Düngermittelapplikation bei dieser Anlage scheint hier auch eine der Ursache der extrem hohen Nährstoffgehalte zu sein. 70% der befragten Gärtnern verwenden Mehrfachdünger, Phosphatdünger oder Kalk als Bodenverbesserungsmittel.

KGA-Nr. 7 - "Küttener Weg"

Die Anlage "Küttener Weg" befindet sich auf einem echten Altlastenstandort östlich von Halle-Trotha. Nach dem 2. Weltkrieg wurde diese Anlage teilweise auf einer alten Mülldeponie errichtet. Während im südlichen Teil dieser Anlage eine "Müllhalde" als Ausgangsgestein definiert wurde, liegt der nördlichen Teil auf Geschiebemergel. Die völlig inhomogenen Bodenprofile erscheinen vertikal oftmals zweigeteilt. Über stark differenziertem Schuttmaterial (Bauaushub, Hausmüll, Krankenhausmüll, Industrieabfälle, Unrat etc.) befindet sich eine sandig-lehmige Abdeckung. Die Böden dieser Anlage können als Depo-Rigosol über gekappter (fossiler) Parabraunerde angesprochen werden (Anlage 1).

Der im Oberboden leicht basische pH-Wert (pH 7.5) steigt in der Tiefe an (bis pH 8.4), der Tongehalt nimmt ab (von ca. 18% im Oberboden auf ca. 10% in den C-Horizonten). Besonders auffällig sind die KAK-eff., die im Müllhorizont (Garten Nr. 8) bis auf 800 mval/kg ansteigt. Der Durchschnittswert der Anlage liegt bei 328 mval/kg. Diese Anlage weist die höchste KAK-eff. im Untersuchungsraum auf, wobei Kalzium den größten Anteil ausmacht (Bauschutt).

Tabelle 6.2-9: Durchschnittliche Gesamtschwermetallgehalte (mg/kg) im Gesamtprofil der Gärten der KGA "Küttener Weg" (n = 14)

Garten - Nr.	Cd	Cr	Cu	Ni	Pb	Zn
49a	1,40	24,7	62,0	20,2	193,7	408
58	3,11	26,0	37,2	17,7	87,4	258
253	1,13	24,4	21,4	17,3	73,5	71
Mittelwert	1,88	25,0	40,2	18,4	118,2	246
RSD%	57,2	3,4	50,9	8,3	55,6	68,4

Die ermittelten durchschnittlichen Gesamtgehalte der untersuchten Schwermetalle liegen teilweise über den Orientierungswerten (nach *Kloke*). Die Elemente Chrom und Nickel zeigen eine räumlich gute Verteilung mit relativen Standardabweichungen zwischen 3 % und 8%. Die übrigen Elemente Cadmium, Kupfer, Blei und Zink zeigen eine große Streuung im Gesamtanlagenbereich (relative Standardabweichungen zwischen 50% und 68%). Betrachtet man die einzelnen Proben, so wird deutlich, daß das Belastungsmaximum (Toxizität) sich in 40 bis 50 cm Tiefe befindet, wobei besonders Blei und Zink in grenzwertüberschreitenden Konzentrationen vorkommen (s. Anlage 2). Die ungewöhnliche vertikale Abfolge der Schwermetalle (Grenzwertfaktoren) der drei Gärten dieser Anlage zeigt die Heterogenität der Bodenverhältnisse sowie des Aufschüttungsmaterials. Die Lage des Schwermetallmaximums im Profil zeigt deutlich, daß die Kontamination aus dem Müllmaterial herrührt (Toxizitätsstufe > 1). Die Belastung außerhalb der Gartenanlage ist um das Dreifache geringer (Toxizitätsstufe 0,33) als auf dem Altlastenstandort. Die deutlich über den Grenzwerten liegenden Metallkonzentrationen sollten Anlaß geben, eine „Sanierung“ der Kleingartenanlage durchzuführen. Hinreichend könnte schon eine etwa 50 cm hohe Aufschüttung unbelasteten Bodenmaterials sein.

Entsprechend der hohen Schwermetallgesamtgehalte sind in dieser stark anthropogen geprägten Anlage auch hohe lösliche Anteile bestimmt worden. Für Nickel und Cadmium können rd. 8% ihrer Gesamtgehalte als pflanzneverfügbar betrachtet werden. Für die Elemente Blei und Zink sind lediglich 0.9% bzw. 3% der Gesamtgehalte pflanzenverfügbar.

Die Nährstoffversorgung deutet auch hier auf eine starke Düngemittelapplikation hin. Die mittleren Phosphatgehalte sind extrem hoch und liegen bei 100 mg/100g, Sulfat ist mit 115 mg/100g 10-fach über dem Richtwert der VDLUFA, K₂O und Magnesium schwanken im Normalbereich.

KGA-Nr. 8 - "Kanenaer Weg"

Auch hier ist eine Zweiteilung der Bodenprofile zu verzeichnen (s. Anlage 1). Die ursprünglichen Böden, die sich auf einer Moräne entwickelt haben, werden von einem sandigen Substrat überdeckt (durchschnittlicher Sandanteil von 62%). In diesem Substrat hat sich ein Ah-Horizont ausgebildet, der mit 30 cm Tiefe mächtiger ist als der eigentliche Bearbeitungshorizont. Obwohl die Genese dieses Substrates keine deutliche anthropogene Überprägung zeigt, wurden die vorliegenden Böden überwiegend als Rigosol (Garten Nr. 57 und 22) bzw. als Depo-Rigosol über (fossilem) Regosol angesprochen. In dieser Anlage liegen die Bodenarten stark lehmiger Sand (IS) und schluffiger Sand (uS) vor.

Es sind relativ geringe Kalkgehalte zu verzeichnen, insbesondere in den unterhalb des Bearbeitungshorizontes liegenden Horizonten (ca. 0.2 %). Im Bearbeitungshorizont selbst schwanken die Kalkgehalte zwischen 0.6% und 1.7% und liegen im Durchschnitt bei 1.2%. Diese Erhöhung des Kalkgehaltes im Oberboden ist sicherlich durch eine intensive Kalkung bedingt, d.h. durch die gärtnerische Bearbeitung begründbar. Die geringsten Kalkgehalte sind im Garten Nr. 57 zu verzeichnen (carbonatarm). Diese Erscheinung steht auch in engen Zusammenhang mit dem organischen Anteil. Die Oberbodenbereiche aller 3 Gärten liegen bis im bis stark humosen Bereich (4,4%). Die pH-Werte liegen überall im neutralen Bereich. Die KAK-eff. sind im Oberbodenbereich relativ gut verteilt und liegen im Durchschnitt bei 50 mval/kg und sind somit deutlich kleiner als die angegebenen Vergleichswerte von 169 mval/kg bis 200 mval/kg. Dies kann u.a. mit den relativ geringen CaCO₃-Werte (0,3 % bis 1,0 %) dieser Gärten erklärt werden.

Tabelle 6.2-10: Durchschnittliche Gesamtschwermetallgehalte (mg/kg) im Gesamtprofil der Gärten der KGA "Kanenaer Weg" (n = 15)

Garten - Nr.	Cd	Cr	Cu	Ni	Pb	Zn
57	0,98	22,5	8,5	18,7	63,3	99
22	1,38	17,0	8,7	18,3	77,9	149
111	0,95	17,4	59,3	18,1	85,2	148
Mittelwert	1,10	19,0	25,5	18,3	75,5	132
RSD%	21,5	16,1	114,4	1,6	14,7	21,5

Die Belastung (Toxizitätstufe) ist entsprechend der Lage neben dem Industriegebiet relativ hoch, erreicht jedoch in ihrem Maximum nicht die Grenzwerte. Das Maximum ist an der unteren Grenze des Bearbeitungshorizontes lokalisiert und mit 0,76 deutlich geringer als die Belastung umliegender Böden (1,46). Die vertikale Abfolge (vom RAP1- bis zum C-Horizont) der einzelnen Elemente, wie es in Anlage 1 zu entnehmen ist, deutet auf eine anthropogene Anreicherung hin (Maximum des Anreicherungsfaktors bei Blei 6.6, Zink 5.3). Blei und Zink sind die Hauptverursacher der Belastung (s. Anlage 2), wobei auf die recht hohen Cadmium-Konzentrationen hingewiesen werden muß (1.01 mg/kg). Als Hauptursache der Schwermetallführung in dieser Anlage kann aufgrund der Dominanz von Blei und Zink die Kohlefeuerung aus den alten Industrieanlagen genannt werden.

Betrachtet man das Verhältnis der Gesamtschwermetallgehalte zu dem NH_4Cl -löslichen Anteil, so wird bei einem mittleren pH-Wert von pH 7.2 für Cadmium (8.8 %) und Kupfer (5.9 %) die höchste Pflanzenverfügbarkeit nachgewiesen. Die daraus resultierende Reihenfolge der Löslichkeit ist $\text{Cd} > \text{Cu} > \text{Ni} > \text{Zn} > \text{Pb}$.

Bei den Nährstoffgehalten wird die gleiche Tendenz beobachtet wie in den anderen Anlagen, eine deutliche Überversorgung besonders mit Phosphat (865 mg /100g) und Sulfat (35 mg/100g). Diese Werte schwanken in gleichen Größenordnungen wie die vergleichbarer Gartenböden (IS, uS und luS) in Bayern (FLEIGE & SCHALZRIEDE 1991). Die Mineralisierung durch Kompost und ähnliche Bodenverbesserungsmittel dürften Grund der hohen Nährstoffversorgung sein.

KGA-Nr. 9 - "Passendorfer Damm"

Diese in der Saaleaue gelegene Gartenanlage ist eine der jüngsten Anlagen in Halle Anlage. Die anthropogene Modifizierung ist wie bei einigen der anderen Anlagen durch Ziegelsteine, Kalk einschüsse u.ä. gekennzeichnet. Das bei den Aushubarbeiten des Saalekanales anfallende sandig-tonige Material liegt als Aufschüttung von über einem Meter Mächtigkeit auf den alten Aueböden. Deren Ah-Horizont ist durch die dunkle Färbung noch zu erkennen. Der organische Anteil im Oberbodenbereich zeigt keine nennenswerten Schwankungen und liegt im Durchschnitt bei ca. 3,8%. Die CaCO_3 -Gehalte der 3 Gärten weichen sehr stark voneinander ab. Während die Böden im Garten Nr. 40 und Nr. 77 im carbonatarmen Bereich liegen (0,4% bis 0,8%), streuen die Carbonatgehalte des Garten Nr. 115 von carbonathaltig bis sehr stark carbonathaltig (5,2 % bis 25,4%). Der R2-Horizont des Gartens Nr. 115 konnte durch einen bestimmten Kalkgehalt von 25,4% als Mergelschluffstein (Um) bezeichnet werden (nach AG BODENKUNDE 1982). Diese Kalkgehalte und auch die pH-Werte zeigen eine deutliche Tiefenverteilung, dagegen sind die Tongehalte fast unverändert und betragen ca. 30% Substratanteil. Daher können als Ursache für die hohen CaCO_3 -Gehalte die individuellen Kalkungsmaßnahmen der einzelnen Gärtner vermutet

werden. Als Bodentyp wurde Depo-Rigosol (Garten Nr. 40 und Garten Nr. 70) und Depo-Rigosol über (fossilem) Regosol (Garten 115) festgestellt.

Tabelle 6.2-11: Durchschnittliche Gesamtschwermetallgehalte (mg/kg) im Gesamtprofil der Gärten der KGA "Passendorfer Damm" (n = 14)

Garten - Nr.	Cd	Cr	Cu	Ni	Pb	Zn
40	0,67	24,4	30,5	31,3	30,5	92
77	1,01	32,0	8,4	45,9	26,6	83
115	0,58	17,5	5,7	29,3	15,1	55
Mittelwert	0,75	24,6	14,8	35,5	24,1	77
RSD%	30,4	29,4	91,3	25,5	33,2	24,8

Die durchschnittlichen Schwermetallkonzentrationen dieser Anlage liegen alle unter den Prüfwerten der *Sachsen-Anhalt-Liste*. Das vertikale Verteilungsmuster zeigt einen gleichmäßige Verlauf. Dabei nimmt die insgesamt geringe Metallkonzentration mit der Tiefe nur um die Hälfte ab. Das Maximum liegt im Bearbeitungshorizont und ist mit einer Toxizitätsstufe von 0,31 höher als die Werte in nicht gärtnerisch genutzten Böden (0,20). Da in diesem Gebiet ein luftbürtiger Eintrag aus unmittelbarer Nachbarschaft ausgeschlossen werden kann, ist die erhöhte Konzentration an Schwermetallen auf Eintrag durch die Bearbeitung zurückzuführen. Vor allem Kompost aus Haushaltsabfällen und die Bearbeitung mit Gartengeräten aus Metall, oft mit einer Schutzfarbe versehen (Blei, Cadmium), können zu einer Kontamination führen. Mit Anreicherungsfaktoren von ca. 0,9 wird für die Elemente Cadmium, Chrom, Nickel, Mangan und Eisen eine quasi-geogene Anreicherung vermutet, welche durch eine Belastung des aufgeschütteten Substrates aus dem erwähnten Kanalbau erklärt werden kann.

Die Konzentrationsverhältnisse aus den NH_4Cl -löslichen Anteilen und den Gesamtgehalten ergeben für Cadmium 6,1%, Nickel 3,2%, Kupfer 2,7% und Zink 2,6% des Gesamtgehaltes. Da eine ausgeprägte atmogene Beeinflussung in dieser Anlage auszuschließen ist, kann angesichts der Dominanz von Cadmium an den löslichen Metallanteilen im Boden, wie schon oben erwähnt, die Schwermetallführung in den Auenböden dieser Anlage durch intensive Düngung (z.B. Phosphat) hervorgerufen sein. Die Phosphatwerte liegen z.B. im Oberboden bei ca. 200 mg/100g. Es liegt somit ein extremes Angebot an diesem Nährstoff vor.

KGA-Nr. 10 - "Sonne"

Mit Neubaugebieten umgeben ist die Kleingartenanlage „Sonne“ (s. Anlage 1) auf Buntsandstein entstanden. Die recht flachgründigen autochtonen Böden haben sich auf den Verwitterungsprodukten des Buntsandsteins entwickelt. Entsprechend dem Ausgangsgestein sind es lehmig-sandige Substrate mit einem Tonanteil von etwa 10% im Bearbeitungshorizont. Dieser Tonanteil kann im C-Horizont durch Verwitterung bis auf 40% steigen, was sich auch in einem sekundären Maximum der Schwermetallakkumulation widerspiegelt. Im Oberboden können die Bodentypen überwiegend als Rigosol über (fossilem) Pseudogley bezeichnet werden. Der Anteil an organischer Substanz unterliegt einer deutlichen Tendenz, es ist eine deutliche Abnahme in allen Profilen mit zunehmender Entnahmetiefe zu konstatieren (von ca. 2,7% im RAp-Horizont auf ca. 0,7% im Go-Horizont). Diese Tendenz entspricht dem typischen Verlauf für solche langjährig bearbeiteten Böden. Besonders markant sind die geringen Kalkgehalte (sehr carbonatarm). Hier liegen die Meßwerte zwischen 0,2% und 0,5% im RAp-Horizont und zwischen 0,0% und 0,1%

im C-Horizont. Aufgrund dieser geringen Carbonatgehalte wird vermutet, daß der RAp-Horizont im wesentlichen im Verlauf der Lösungsverwitterung entkalkt wurde. Diese Kalkgehalte widerspiegeln auch deutlich das Verteilungsbild der pH-Werte, die teilweise im mäßig sauren bis stark sauren Bereich liegen. Die KAK-eff. der Oberböden in diesen Gärten (43,5 mval/kg) liegen weit unterhalb der häufig anzutreffenden Werte für vergleichbare Gartenböden (Tab. 6.2-2). Als Ursache können die relativ geringen Kalkgehalte (0,1% bis 0,6%) genannt werden.

Tabelle 6.2-12: Durchschnittliche Gesamtschwermetallgehalte (mg/kg) im Gesamtprofil der Gärten der KGA "Sonne" (n = 15)

Garten-Nr.	Cd	Cr	Cu	Ni	Pb	Zn
112	0,77	16,8	32,8	19,0	32,9	52
81	0,99	18,2	24,8	14,8	29,8	68
225	0,54	18,6	9,9	17,2	13,0	43
Mittelwert	0,88	17,5	28,8	16,9	31,4	60
RSD%	25,4	5,3	40,3	12,6	34,1	20,7

Bei den in der Anlage "Sonne" untersuchten 15 Bodenproben liegen die durchschnittlichen Schwermetallgehalte in den drei Gärten unter den Orientierungswerten (Tab. 6.2-1) mit jedoch in ihrer vertikalen Abfolge unterschiedlichen Verteilungsmustern. Während der Garten Nr. 225 dem Verteilungsmuster nach dem Typ "quasi-geogene Anreicherung" zuzuschreiben ist (nach FILIPINSKI 1988), deuten die Verläufe bei den Gärten Nr. 112 und Nr. 81 mehr auf eine quasi-anthropogene Anreicherung der Schwermetalle hin. Die entsprechenden Anreicherungsfaktoren zeigen Werte zwischen 4 und 6 für die Elemente Kupfer, Blei, Zink und Mangan. Nickel ist das einzige Element mit Anreicherungsfaktor kleiner 1. Aufgrund der unterschiedlichen Belastungsmuster dieser Gärten und angesichts der Tatsache, daß die Gärten in unterschiedlichem Abstand zur Straße liegen, wird eine atmogene Schwermetallführung durch den Straßenverkehr und eine eventuelle Belastung aus der über 60jährigen gärtnerischen Nutzung sowie ein Einfluß der nahegelegenen ehemaligen Garnison vermutet.

Die NH₄Cl-löslichen Metallgehalte zeigen Konzentrationen für Nickel, Blei und Kupfer im Bereich der Nachweisgrenzen. Es liegt lediglich für Cadmium eine nennenswerte Pflanzenverfügbarkeit mit 5,8% des löslichen Anteils am Gesamtgehalt vor (s. Anlage 4).

KGA-Nr. 11 - „Fuchsberg“

Im Norden von Halle, am Rande des Stadtteiles Kröllwitz gelegen, entstand die Anlage „Fuchsberg“ zu Beginn dieses Jahrhunderts auf früheren Ackerflächen (s. Anlage 1). Das Relief fällt steil zur Saale hin ab. Die Böden sind aus den Verwitterungsprodukten des anstehenden Porphyrs gebildet und können überwiegend als Rigosol angesprochen werden. Im Gesamtanlagenbereich dominiert die Bodenart lehmiger Sand (IS), stellenweise im Oberbodenbereich sandiger Lehm (sL) (Garten Nr. 75). Die pH-Werte liegen im neutralen Bereich (pH 6,59 bis pH 7,33) und nehmen mit der Tiefe ab. Der Tongehalt ist relativ gering und somit auch die Sorptionskapazität. Der Anteil an organischer Substanz liegt im mittelhumos bis stark humosen Bereich. Die höchsten Kalkgehalte weist der Garten Nr. 75 auf (im RAp-Horizont 1,2%), im Durchschnitt liegen sie sonst bei 0,4%. Die Akkumulation des Kalkgehaltes und der organischen Substanz (bis 8,6%) im Bearbeitungshorizont (vom RAp- bis zum R1-Horizont) sind deutliche Hinweise für eine langjährige gärtnerische Nutzung. Die mittleren KAK-eff. im Oberboden der drei

Gärten streuen zwischen 70 mval/kg und 320 mval/kg und liegen somit im gleichen Bereich wie vergleichbare Böden. Wie bei den meisten Anlagen wird auch hier ein deutlicher Unterschied zwischen den Gärten ersichtlich, so daß eine allgemeine Aussage für die Gesamtanlage nicht möglich ist.

Tabelle 6.2-13: Durchschnittliche Gesamtschwermetallgehalte (mg/kg) im Gesamtprofil der Gärten der KGA "Fuchsberg" (n = 14)

Garten - Nr.	Cd	Cr	Cu	Ni	Pb	Zn
75	1,07	37,8	8,0	11,8	106,4	170
145	0,95	228,0	5,8	7,0	87,8	91
277	0,99	19,1	3,6	8,2	56,0	79
Mittelwert	1,00	94,9	5,8	9,0	83,4	113
RSD%	6,2	121,6	37,7	27,6	30,5	43,2

Die durchschnittlichen Schwermetallgehalte der drei untersuchten Gärten der Anlage "Am Fuchsberg" liegen unter den Prüfwerten von Sachsen-Anhalt (MUN 1994) und den Orientierungswerten (nach Kloke). Sie zeigen Abweichungen zwischen 6,2% (für Cadmium) und 43% (für Zink). Die berechneten Grenzwertfaktoren zeigen eine relativ gute Verteilung im Profil. Es tritt hier die für Gartenböden typische Tiefenfunktion mit einem an die Sohle des Bearbeitungshorizontes (RAp2) verlagerten Maximums auf (s. Anlage 1). Besonders hoch ist die Belastung mit Blei, welches den Grenzwert bis um 25% übersteigt. Die Gesamtschwermetallbelastung (Toxizität) liegt mit 0,68 im Oberboden im Maximum im Halleschen Mittel und ist deutlich geringer (30%) als die der umliegenden Böden (HÖKE 1994). Der luftbürtige Eintrag aus der Umgebung ist mit einer Toxizitätsstufe von 0,87 schon dicht an den zulässigen Grenzwerten angelangt. Mit den hohen Anreicherungs-faktoren 10.2 für Zink, 9.6 für Kupfer, 3.4 für Blei und 2.4 für Cadmium kann die deutliche anthropogene Schwermetallführung belegt werden.

Die Konzentrationsverhältnisse der Gesamtgehalte und NH₄Cl-löslichen Anteile deuten auf eine relativ hohe Pflanzenverfügbarkeit hin, wobei Cadmium und Nickel mit 8,9% als dominierende Element zu sehen sind (mit 0,11 mg/kg bzw. 0,93 mg/kg ihrer Gesamtgehalte).

KGA-Nr. 12 - "Schloß Freiimfelde"

Im Osten von Halle inmitten des Industrie- und Bahngbietes befindet sich die Kleingartenanlage "Schloß Freiimfelde" auf einem früheren Ackerland-Standort (s. Anlage 1). Das lehmig-sandige Substrat ist vielfach von anthropogenen Einschlüssen wie Ziegelbruch oder auch Keramikscheiben durchsetzt (yYAp1, yYAp2). Hier liegt überwiegend Grundwassergley als Bodentyp vor. Das Grundwasser steht ab 56 cm im Garten Nr. 175 und ab 88 cm im Garten Nr. 135 cm an, ohne daß ein Gley-Horizont im wenig differenzierten Profil auszumachen wäre.

Die Kalkgehalte liegen bei ca. 3,5% im yYAp und RAp. Die organischen Anteile schwanken zwischen 6,8% und 4,4% in den Bearbeitungshorizonten. Die starke Abnahme des Kalkgehaltes im Grundwasserhorizont im Garten Nr. 135 kann als Folge einer Kalkauswaschung angesehen werden. Die ermittelten KAK-eff. zeigen deutliche Unterschiede zwischen den drei Gärten. Während im Garten Nr. 175 lediglich 70 mval/kg ermittelt wurden, liegen die Werte in den Gärten Nr. 135 und 122 zwischen 200 mval/kg und 500 mval/kg und somit deutlich über den Orientierungswerten nach SCHEFFER & SCHACHTSCHABEL (1992). Ursache hierfür können Unterschiede bei der

Bearbeitung der Gärten (Übersorgung an kalkhaltigen Substanzen) sein und die erhöhte Zufuhr kalkhaltiger Stäube aus den angrenzenden Stadtstrukturtypen.

Tabelle 6.2-14: Durchschnittliche Gesamtschwermetallgehalte (mg/kg) im Gesamtprofil der Gärten der KGA "Schloß Freimfelde" (n = 14)

Garten - Nr.	Cd	Cr	Cu	Ni	Pb	Zn
135	0,67	25,1	5,7	21,0	42,1	163
175	1,00	29,3	27,6	19,7	132,0	293
122	0,33	10,9	6,6	8,1	34,8	91
Mittelwert	0,67	21,8	13,3	16,3	69,6	182
RSD %	49,6	44,3	92,7	43,5	77,6	56,0

Von ihrer Lage in der Stadt her ist die Kleingartenanlage "Schloß Freimfelde" ein typisches Beispiel für städtischen Kleingärten. Die durchschnittlichen Schwermetallgehalte der drei Gärten liegen unterhalb der als Orientierung betrachteten Richtwerte. Deutlich ist ein Metallaustrag im Grundwasserhorizont nachweisbar, die Metallkonzentration nimmt um das 3- bis 4-fache ab. Das im Bearbeitungshorizont gelegene Maximum überschreitet die Grenzwerte im Mittel um 10%. Bei Blei wird der Grenzwert um das Doppelte überschritten. Einen großen Beitrag zur Gesamtbelastung leistet auch das Zink mit einer Toxizitätsstufe bis zu 1,5. Trotzdem sind die Gartenböden im Vergleich zum Umland (HÖKE 1994) und zu den Durchschnittswerten in den Alten Bundesländern relativ gering kontaminiert, wird doch dort der Grenzwert mit einer Toxizitätsstufe von 1,8 um fast das 2-fache überschritten. Wie aus der Tiefenfunktion ersichtlich wird, scheint der Eintrag an Schwermetallen hauptsächlich luftbürtig erfolgen, was eine dauerhafte Sanierung in Frage stellt. Die entsprechenden Anreicherungsfaktoren schwanken zwischen 1,3 für Chrom und 5,5 für Zink. Bei allen Elementen zeichnet sich also eine Akkumulation an der Grenze des Bearbeitungshorizontes ab (yYAp2, RAp2). Betrachtet man die NH_4Cl -löslichen Anteile, so betragen die mittleren Cadmium-Gehalte 0,05 mg/kg (d.h. 4,8% des Gesamtgehaltes) und Nickel 0,85 mg/kg (d.h. 4,2% des Gesamtgehaltes).

Für den Nährstoffhaushalt wird die gleiche Ursache vermutet wie bei der KAK-eff. So zeigen die Phosphat-, Sulfat- und Magnesium-Versorgung eine 3 bis 6 fache Überschreitung der in der Gehaltklasse B (Mittel) angegebenen Orientierungswerte nach VDLUFA (Tab. 6.2-2) auf.

KGA-Nr. 13 - "Radeweller Straße"

Im Süden von Halle (am Stadtrand von Ammendorf), auf altem Tagebaugelände, liegt die Gartenanlage "Radeweller Straße" (s. Anlage 1). Auf den Böden aus braunem Lehm oder auch Sand sind zwei anthropogene Aufschüttungen zu erkennen. Nach einem oberen Horizont mit recht hohem Skelettanteil (jYRAp) folgt ein zweigeteilter fossiler anthropogener Boden, der durch einen höheren CaCO_3 -Anteil und weniger Skelett ausgegliedert wird. Die hier vorliegenden Böden auf einer ehemaligen "Kippe" können als Depo-Rigosol angesprochen werden.

Die pH-Werte liegen im Durchschnitt bei pH 7,37. Der Gehalt an organischer Substanz beträgt im Bearbeitungshorizont (jYRAp) zwischen 4,0% und 6,1% und liegt somit im stark humosen Bereich. Die deutliche Abnahme dieser Gehalte mit der Tiefe als Indikator für die gärtnerische Nutzung wird hier besonders deutlich. Eine ähnliche Tendenz zeigt das Verteilungsbild der ermittelten Tongehalte. Im Oberbodenbereich liegen sie bei ca. 19% und nehmen mit der Tiefe stark

bis ca. 7% Substratanteil ab. Dennoch weicht der Gesamtprofilverlauf der untersuchten Parameter von natürlichen nicht bearbeiteten Profilen stark ab (BLUME et al. 1989, HILLER 1994). Aufgrund des anthropogenen Ursprungs dieser Anlage wurden im Gegenteil zu anderen Kleingartenanlagen (z.B. "Dieselstraße") überhöhte KAK-eff.-Werte gemessen. Sie bewegen sich im Bereich von 200 mval/kg bis 300 mval/kg und sind somit vergleichbar mit den häufig vorkommenden Werten bei ähnliche Böden (SCHEFFER & SCHACHTSCHABEL 1992).

Tabelle 6.2-15: Durchschnittliche Gesamtschwermetallgehalte (mg/kg) im Gesamtprofil der Gärten der KGA "Radeweller Straße" (n = 13)

Garten - Nr.	Cd	Cr	Cu	Ni	Pb	Zn
12	0,83	32,4	6,0	15,9	42,7	104
26	0,59	27,2	5,1	20,5	36,9	111
54	0,76	24,6	4,4	18,3	30,6	92
Mittelwert	0,73	28,1	5,2	18,3	36,7	102
RSD %	17,1	14,0	15,7	12,6	16,5	9,4

Die durchschnittlichen Schwermetallgehalte dieser überwiegend sandig-lehmigen Böden auf Kippe liegen alle unterhalb der Orientierungswerte (vgl. Tab. 6.2-1). Die Grenzwertfaktoren der einzelnen Elemente schwanken unterhalb des Belastungsniveaus 1 (s. Anlage 2). Das Maximum der Gesamtbelastung (Toxizität) mit 1,1 liegt im unteren Teil des Bearbeitungshorizontes (jyRAp2) und ist doppelt so hoch wie die Belastung der umliegenden Böden. Den Hauptbeitrag zur Gesamtbelastung bringt ausnahmsweise nicht Blei, sondern Zink, was auf die dort ansässigen Industriebetriebe und die Heizkraftwerke auf Braunkohlenbasis zurückzuführen ist.

Bei den NH_4Cl -löslichen Anteilen wurden bei Nickel durchschnittliche Konzentrationen von 0,93 mg/kg (4,8 % des Gesamtgehaltes), bei Zink 5,2 mg/kg (1,0% des Gesamtgehaltes) und bei Cadmium 0,04 mg/kg (3,9% des Gesamtgehaltes) gefunden. Die festgestellte Reihenfolge ist $\text{Ni} > \text{Cd} > \text{Cu} > \text{Zn} > \text{Pb}$. Die Dominanz von Cadmium und Nickel wird auch bei diesen Kippböden (sL) bestätigt.

Die überhöhten Gehalte von Phosphat (94 mg/100g), K_2O (114 mg/100g) und Magnesium (70 mg/100g) können mit substrat- und nutzungsbedingten Ursachen erklärt werden.

KGA-Nr. 14 - "Pauluskirche"

Diese Kleingartenanlage liegt in der nordöstlichen Innenstadt von Halle. Ein sehr differenziertes Bild bieten die Gartenböden dieser Anlage. Teilweise anthropogen modifiziert finden sich im Untergrund teils Sande (bis 50% Substratanteil), teils sandige Lehme (sL), aber auch skelettreiche Horizonte. Hier sind die Bodentypen Rigosol (Garten Nr. 27 und Nr. 47) und Depo-Rigosol über (fossilem) Ah (Garten Nr. 9) anzutreffen.

Die Anlage entstand nach der Bebauung des Paulusviertels und ist außerdem in ihrem Nordbereich dem Einfluß einer der Hauptverkehrsstraßen Halles ausgesetzt. Die in den tieferen Bodenhorizonten ansteigende Kalkkonzentration führt entweder zu einer sekundären Metallakkumulation oder zumindest zu eine Verringerung der Tiefenfunktion. Die aktuellen pH-Werte liegen wie bei den anderen Anlagen zwischen schwach sauren (pH 6,85) und neutralen Bereich (pH 7,85). Die Gehalte an organischer Substanz zeigen ein differenziertes Bild in den Bearbeitungshorizonten der drei Gärten. Während die höchsten Werte im Garten Nr. 47 zu verzeichnen sind

(7,1%), liegen die Gehalte in den Gärten 9 und 27 zwischen 3,6% und 4,8%. Unterhalb des Bearbeitungshorizont (jyY2) nehmen diese Gehalte stark ab und erreichen den "sehr schwach humosen" Bereich (< 1%). Damit wird eine Tiefenverteilung der organischen Substanz deutlich. Die ermittelten KAK-eff. zeigen Mittelwerte im Oberboden um 115 mval/kg, welche auf eine mittlere Sorptionskapazität der hier vorliegenden lehmig-sandigen (IS) Böden für Kationen hinweist.

Tabelle 6.2-16: Durchschnittliche Gesamtschwermetallgehalte (mg/kg) im Gesamtprofil der Gärten der KGA "Pauluskirche" (n = 15)

Garten - Nr.	Cd	Cr	Cu	Ni	Pb	Zn
9	0,88	34,5	5,6	11,9	76,3	83
27	0,95	30,3	9,3	21,1	93,6	145
47	1,11	25,6	5,5	12,6	61,3	90
Mittelwert	0,98	30,1	6,8	15,2	77,1	106
RSD%	12,1	14,7	32,2	33,6	20,9	31,9

Die Bodengrenz- und Richtwerte der in dieser Anlage untersuchten 15 Proben sind in keiner Probe überschritten. Die Elemente Cadmium und Chrom zeigen eine gute räumliche Verteilung mit relativen Standardabweichungen von 12% bzw. 14%. Bei den anderen Elementen sind Abweichungen zwischen 20% und 30% festzustellen, was auf eine weniger gute Verteilung in der Gesamtanlage schließen läßt.

Die Beeinflussung des Nordbereiches dieser Anlage durch eine Hauptmagistrale Halles läßt die relativ hohen Bleikonzentrationen (Toxizitätsstufe 1,5) erklären. Die in den tieferen Bodenhorizonten (fAh, IC) ansteigende Kalkkonzentration führt entweder zu einer sekundären Metallakkumulation oder zumindest zu einer Verringerung der Tiefenfunktion. Die Belastung im Oberboden ist mit 0,49 deutlich geringer als im tiefer gelegenen Maximum mit 0,62. Die umliegenden Böden zeigen in ihrem oberen Horizont eine Konzentration von 0,6 mg/kg, die Bearbeitung führt also vermutlich zu einer Mobilisierung der Metalle. Dies wird für die Elemente Cadmium und Nickel durch 7,3% bzw. 5,5% ihrer Gesamtgehalte im NH₄Cl-Anteil nachweisbar. Es wurden für die Elemente Kupfer 4,2%, Zink 2,2% und Pb 0,7% der Gesamtgehalte in der NH₄Cl-Lösung bestimmt. Die Dominanz der stadttypischen Elemente Cadmium und Nickel (Ausnahme Blei) bezüglich der Pflanzenverfügbarkeit gibt auch weitere Hinweise auf einen atmosphärischen Ursprung dieser Elemente.

Beim Nährstoffspektrum kann festgestellt werden, daß die durchschnittlichen Gehalte von Phosphat (91 mg/100g), Sulfat (47 mg/100g), K₂O (53 mg/100g) und Magnesium (22 mg/kg) der Gehaltsklasse E (Extrem hoch) liegen. Somit wird auch für diese Anlage eine Überversorgung mit diesen Nährstoffe ersichtlich. Angesichts der Tatsache, daß es sich hier um eine relativ alte Anlage (seit 1917) handelt, kann die erhöhte Nährstoffzufuhr sowie die Gehalte von einigen Schwermetallen wie Cadmium (aus Phosphatdünger) durch nutzungbedingte Ursachen erklärt werden. In diesem Zusammenhang zeigen die Umfrageergebnisse, daß alle Gärten dieser Anlage intensiv gedüngt werden, wobei 31% der Gärtner kalkhaltige Bodenverbesserungsmittel, 15% Phosphatdünger, 41% Mehrfachdünger und 96% Kompost verwenden.

KGA-Nr. 15 - "Dörlau"

Die Kleingartenanlage "Dörlau" befindet sich am Rande des alten Siedlungskern des ehemaligen Dorfes Dörlau am nordwestlichen Stadtrand von Halle. Als bodenbildendes Substrat fungieren überwiegend schluffig-lehmige Sande. Teilweise treten oberflächennah schon höhere Tonanteile auf (ca. 15% im Durchschnitt). Besonders auffällig sind die extrem geringen CaCO₃-Gehalte (die niedrigste von allen untersuchten Anlagen). Die Böden sind als sehr carbonatarm zu bezeichnen, mit Werten, die mit der verwendeten Methode nicht nachweisbar sind. Es könnte hier eine sehr starke Kalkauswaschung stattgefunden haben. Während der Garten Nr. 45a ein relativ homogenes Profil zeigt, sind bei den Gärten 49 und 100 mehr anthropogene Beimischungen zu sehen (Ziegelbruch). Außerdem steht das Grundwasser in diesen Gärten bereits bei 45cm bzw. 35cm. Die pH-Werte liegen im gesamten Profilverlauf zwischen pH 7 und pH 8. Die langjährige gärtnerische Nutzung dieser Anlage kann deutlich mit den relativ hohen Anteilen an organischer Substanz (zwischen 4% und 6%) sowie mit der Inhomogenität der Profile belegt werden. So können die Böden hier zum großen Teil als Depo-Rigosol angesprochen werden. Die durchschnittliche KAK-eff. im Spatenhorizont (Ap₂) liegt hier bei 144 mval/kg, sonst schwanken die Werte in der Gesamtanlage zwischen 82 mval/kg und 290 mval/kg.

Tabelle 6.2-17: Durchschnittliche Gesamtschwermetallgehalte (mg/kg) im Gesamtprofil der Gärten der KGA „Dörlau“ (n = 13)

Garten - Nr.	Cd	Cr	Cu	Ni	Pb	Zn
45	0,72	16,0	17,2	15,2	26,7	51
49	0,79	10,2	13,1	13,9	37,8	54
100	0,89	8,7	13,3	13,4	77,6	76
Mittelwert	0,80	11,7	14,5	14,2	47,4	60
RSD %	10,5	32,7	15,7	6,5	56,4	22,6

Die Mittelwerte der Schwermetalle in den 13 Bodenproben dieser Anlage zeigen eine relativ gute räumliche Verteilung und liegen alle unterhalb der in Tabelle 6.2-1 angegebenen Orientierungswerte. Beim Vergleich mit häufig vorkommenden Schwermetallgehalten in den Gärten der Alten Bundesländer wird ersichtlich, daß außer Cadmium, daß im gleichen Bereich liegt, alle anderen Werte unterhalb dieser Vergleichswerte liegen. Die Kontamination der oberen Bodenhorizonte nicht gärtnerisch genutzter Böden ist jedoch mit der Toxizitätsstufe von 0,49 (HÖKE 1994) deutlich höher als die der Gartenböden. Insgesamt liegt die Belastung mit einer Toxizitätsstufe von 0,34 im Oberboden und 0,25 in den tieferen Horizonten unterhalb der mittleren Größe. Der Vergleich mit den nicht bearbeiteten Böden läßt die Vermutung zu, daß die geringen Schwermetallgehalte in diesen Gartenböden durch die Lage im Stadtstrukturtyp „Alter Siedlungskern“ begünstigt wird. Trotz neutraler pH-Werte kann hier mit einer leichten Mobilisierung von Cadmium (0,1 mg/kg) und Cu (0,57 mg/kg) gerechnet werden. Für Cadmium (9,8% des Gesamtgehaltes) liegt so die überhaupt höchste Löslichkeit im gesamten Untersuchungsbereich vor.

6.2.2 Boden-“Belastung“ 1992

Die Bodenprofilaufgrabungen der 45 Gärten verdeutlichten, daß nur in wenigen Fällen ein (quasi) natürlicher Profilaufbau vorhanden ist. Häufig waren zumindest in den Oberbodenbereichen mehr

oder weniger starke anthropogene Substratbeimischungen erkennbar (Ziegelsteinbrüche, Inselsteineinschlüsse etc.). Im Vergleich zu benachbarten mehr (quasi)natürlichen Bodenbildungen wurden horizontale und vertikale Heterogenisierungen des Substrataufbaus, begleitet von einer Erhöhung des Humusgehaltes von 4 - 8% und der Humusmächtigkeit (4-5 dm) als wesentliche Indikatoren einer anthropogenen Profilüberprägung, erkennbar. Dies bedingt eine gewisse Homogenisierung der (pedo-)ökologischen Bedingungen in den Oberbodenbereichen. In den Unterböden sind teilweise noch fossilisierte Bodenbildungen deutlich erkennbar. Auffällig sind auch die humosen (allochthonen) anthropogenen Materialkomponenten, die besonders bei "importiertem" Auenmaterial anzutreffen sind.

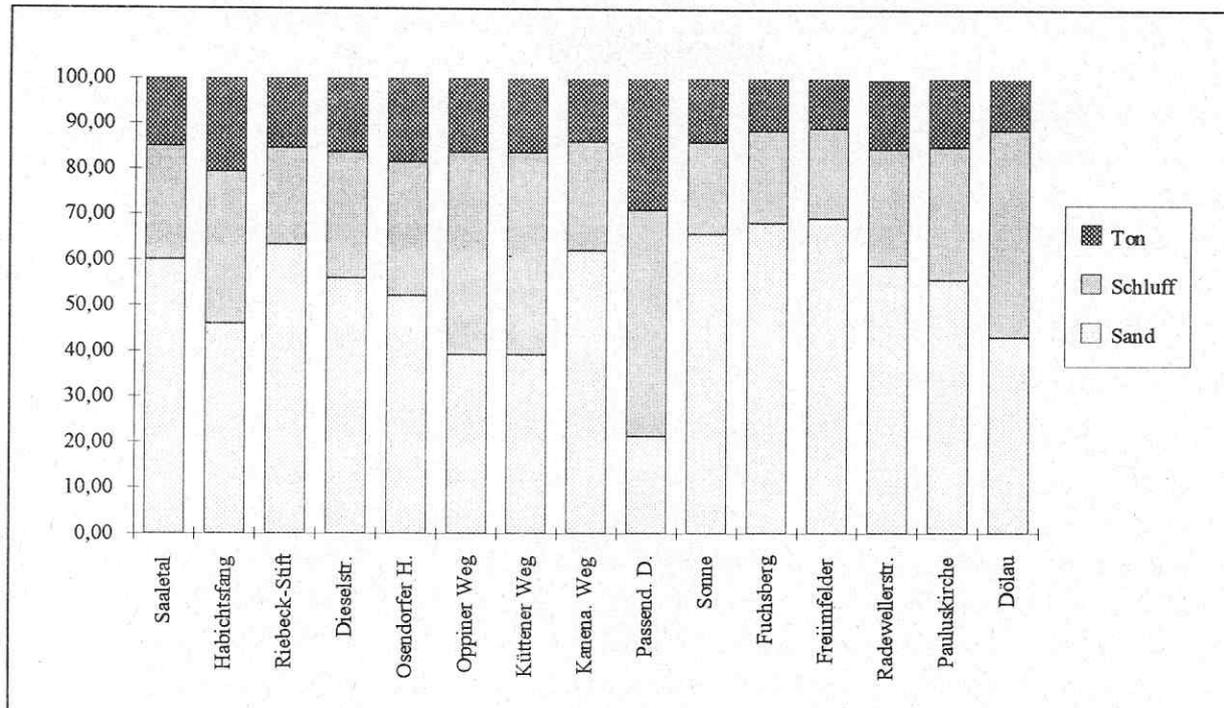
Substrat-/Bodenverhältnisse

Ein Vergleich der Korngrößenzusammensetzung der 15 Kleingartenanlagen läßt deutlich erkennen, daß innerhalb einer Anlage ein relativ homogenes Bild ersichtlich ist. So zeigen die Befunde der einzelnen Gärten einer Anlage nur relative Standardabweichungen zwischen 2,6% und 5,6%. Das bedeutet, daß die Bodenarten im Profilverlauf keine großen Unterschiede aufweisen (Tab. 6.2-18). Daher kann für die Schwermetallverfügbarkeit in diesen Profilen ähnliche Tendenzen erwartet werden, da dies bekanntlich im wesentlichen von den Sorptionseigenschaften des Bodens abhängig ist, welche wiederum eng an dessen Ton- und Humusgehalt geknüpft sind (DÜES 1987; ABOU SEEDA et al. 1990).

Table 6.2-18: Korngrößenverteilung der vorherrschenden Bodentypen in den 15 untersuchten Kleingartenanlagen

Kleingartenanlage	S (%)	U (%)	T (%)	fU+Ton (%)	RSD (%)	Korngröße	vorherrschender Bodentyp
Saaletal	59,8	25,0	15,0	19,2	4,9	IS	Regosol
Habichtsfang	45,9	33,2	20,8	26,3	4,2	sL	Depo-Rigosol
P.-Riebeck-Stift	63,4	21,1	15,5	20,1	4,6	IS	Rigosol
Dieselstraße	55,8	27,7	16,4	21,1	2,5	sL	Depo-Rigosol
Osendorfer Hain	52,0	20,1	18,6	25,9	4,2	sL	Depo-Rigosol
Oppiner Straße	39,1	44,0	16,4	20,0	4,8	suL	Rigosol
Küttener Weg	39,1	44,8	16,6	20,5	4,3	suL	Depo-Rigosol
Kanenaer Weg	61,9	24,2	14,1	22,7	5,6	uS	Rigosol
Passend. Damm	21,2	49,6	29,2	40,8	4,3	stL	Depo-Rigosol
Sonne	65,6	20,1	14,0	17,7	2,9	IS	Rigosol
Fuchsberg	68,8	20,2	11,7	14,8	4,4	IS	Rigosol
Freiimfelde	69,0	19,8	11,1	15,4	4,2	IS	Depo-Rigosol
Radewellerstr.	58,7	25,6	15,3	18,9	3,6	sL	Depo-Rigosol
Pauluskirche	55,5	25,8	15,2	19,5	4,2	IS	Rigosol
Dörlau	42,9	45,5	11,6	17,2	4,1	sU	Rigosol

Abbildung 6.2-1: Korngrößenverteilung in den untersuchten Kleingartenanlagen



Die obigen Darstellungen verdeutlichen, daß die Korngrößenzusammensetzungen der natürlichen Bodengesellschaften im Untersuchungsraum kaum noch in den rezenten Böden wiederzufinden sind. Besonders auffällig sind die hohen Sandanteile in den älteren Anlagen ("Paul-Riebeck-Stift", "Sonne", "Pauluskirche", "Saaletal") unabhängig von ihren natürlichen Bodengesellschaften. In der Anlage "Saaletal" im Auenbereich ist z.B. lehmiger Sand (IS) statt den zu erwartenden hohen Anteilen an Schluff und Ton zu finden.

Im gesamten Untersuchungsbereich sind überwiegend Rigosole und Depo-Rigosole (in 7 der 15 Anlagen) ausgebildet. Unter den Gärten mit Depo-Rigosol als *Bodentyp* sind die Hälfte künstliche Depo-Rigosol. Hierbei wird ein Unterschied zwischen den Gärten auf echten Kunstsubstraten (anthropogen beeinflusst) und den auf natürlichen Substraten (natürliche Pedogenese) deutlich. Im Gegensatz zu allen anderen Anlagen treten in der Kleingartenanlage "Saaletal" die Bodentypen Regosol und Allosol auf (unterlagerter Regosol). Aus den 45 beschriebenen Profilen kann zusammenfassend festgestellt werden, daß es sich bei den meisten Anlagen in keinem Fall um einen autochthonen "Verwitterungs"-Boden handelt.

Die Verteilung der Bodentypen im gesamten Untersuchungsraum zeigt also meist keine Abhängigkeit zu den ursprünglichen Substraten, so daß hier eine deutliche Veränderung der Böden durch die gärtnerische Bearbeitung vorliegt.

In vielen Anlagen kann die sehr starke biologische Aktivität der Böden durch häufiges Auftreten von Regenwurmgingen und Krotowinen (Bioturbation) (s. Anlage 1) nachgewiesen werden.

Pedologische Parameter

Die untersuchten Böden zeigen stellenweise deutliche Unterschiede bezüglich ihrer pedologischen Grundgrößen (s. Anlage 1). Die deutlich hohe Schwankungsbreite der Gehalte an organischer Substanz läßt erkennen, daß in der individuellen Nutzungsintensität der untersuchten Gärten Unterschiede nachgewiesen werden können.

Die Oberboden-pH-Werte liegen bei fast allen Untersuchungsstandorten zwischen 7 und 8. In allen Gärten wird (z.T. künstlich) der pH-Wert auf diesem für die Pflanzen günstigen Niveau stabilisiert. Bei einigen aufgeschütteten Böden sind pH-Werte über 8 durch die in der Stadt häufig vorkommenden kalkhaltigen Baustoffe erklärbar, z.B.: in den Kleingartenanlagen "Osendorfer Hain", Dieselstraße). Ursächlich spielen hierfür substratbedingte Eigenschaften (hohe Kalkanteile im Löß, in Grundmoränen- und Auenmaterial) sowie anthropogen initiierte Einmischungen von kalkhaltigen Bodensubstraten aber auch eine immissionsbedingte Zufuhr von stark alkalischen Stäuben aus der Braunkohleheizung eine entscheidende Rolle. Diese Kalkgehalte korrelieren mit den pH-Werten im Oberboden ($r = 0,6$ für $n = 44$).

Es wurden stellenweise ein CaCO_3 -Gehalt bis zu 25% ermittelt (s. Anlage 1). Allein diese Angaben lassen eine starke Einschränkung der Verfügbarkeit der Metall-Kationen und somit des Transfer Boden-Pflanze erwarten. Ein Vergleich der CaCO_3 -Gehalte und der KAK_{eff} der KGA ergibt einen deutlichen Zusammenhang zwischen den CaCO_3 -Gehalten und der KAK_{eff} im Oberboden der KGA. So werden sowohl die Sorptionskapazität (als Maß für Bodenqualität) als auch die Bodenreaktion (pH) auf die Zufuhr kalkhaltigen Substanzen in städtischen Gartenböden zurückgeführt, wobei die Nutzung nicht in jedem Fall als Hauptursache angesehen werden kann. Diese These wird bestätigt, wenn man diese Werte denen von HÖKE (1994) ermittelten Werten für nicht bearbeitete Böden im gleichen Untersuchungsraum gegenüberstellt. Nicht bearbeitete (nicht gärtnerisch genutzte) Hallesche Böden weisen einen Mittelwert an KAK_{eff} von 153 mval/kg (RSD = 40%, $n = 72$) (HÖKE 1994) auf. Der Durchschnittswert bei Gartenböden liegt bei 153,37 mval/kg (RSD = 62,04%, $n = 90$). Die gefundenen bodenkundlichen Parameter der 45 Gärten geben die deutliche Inhomogenität der Gärten wieder und erlauben somit keine Aussagen für das gesamte Gebiet der Anlagen. Sie stehen jedoch durch ihre repräsentativen Auswahl (s. Kap. 3.2) als Beispiel für anthropogene Bodenveränderungen durch eine gärtnerische Nutzung städtischer Böden.

Nährstoffgehalte

Tabelle 6.2-19: Nährstoff- und Chloridgehalte in Gartenböden (Zuordnung zur Bodenart)

Bodenart		P_2O_5 (mg/100g)	K_2O (berechnet) (mg/100g)	Mg (mg/100g)	Sulfat (mg/100g)	Chlorid (mg/kg)
IS	max.	114,6	111,1	60,5	109,3	100,7
	\bar{x}	53,7	64,5	25,5	36,4	47,0
	min.	5,9	18,9	10,5	8,2	17,7
uS	max.	104,3	66,1	19,9	138,0	38,7
	\bar{x}	48,6	37,7	13,1	35,3	22,0
	min.	3,4	19,6	9,3	6,8	15,0
ulS	max.	42,4	509,2	81,2	302,1	42,8
	\bar{x}	20,5	359,1	35,6	84,4	17,5
	min.	7,2	240,8	14,4	13,6	2,2
sL	max.	242,5	229,7	55,1	181,7	121,6
	\bar{x}	59,8	107,6	21,7	52,5	42,9
	min.	3,1	22,8	9,2	6,0	18,1
suL	max.	127,7	44,2	53,6	210,0	95,3
	\bar{x}	58,2	42,6	28,1	72,9	33,8
	min.	2,7	41,0	9,8	4,7	18,4
stL	max.	931,2	89,8	49,7	76,8	87,5
	\bar{x}	229,1	46,5	33,3	33,3	39,3
	min.	3,3	21,1	19,4	6,8	20,0

Aus dem Versorgungsgrad der untersuchten Gärten mit den *Hauptnährstoffen* lassen sich Aussagen zur Art und Intensität der individuellen Düngemittelapplikationen ableiten.

Die obige Tabelle zeigt im Vergleich mit den Düngeempfehlungen der VDLUFA (Tabelle 6.2-2) für Gartenböden, daß teilweise eine beträchtliche Überversorgungen mit Phosphat-Kalium-Dünger erkennbar ist. Teilweise erreichen die Werte dabei sogar die 5 bis 10-fache Menge der empfohlenen Gehaltsklassen.

Die Befunde korrelieren insgesamt weder mit den Schwermetallgehalten noch mit den vorherrschenden Bodenarten. Angesicht der Umfrageergebnisse unter den Gärtnern kann daher als die wesentliche Ursache dieser Überversorgung die unterschiedlichen Intensität der Nutzung angesehen werden.

Schwermetalle

Tabelle 6.2-20: Durchschnittliche Schwermetallgehalte und Toxizitätsstufen im Bearbeitungshorizont der 15 KGA (mg/kg)

	Cd	Cr	Cu	Ni	Pb	Zn	Mn	Fe (%)	Toxizität
Saaletal									
\bar{x} (n=6)	1,11	19,8	18,4	20,9	54,5	136	465	1,3	0,46
RSD (%)	37,0	13,0	57,7	22,7	69,1	45,2	29,2	33,4	
Habichtsfang									
\bar{x} (n=9)	1,13	33,2	5,7	25,8	70,6	139	637	1,4	0,52
RSD (%)	25,1	37,7	34,2	31,7	22,8	61,5	30,6	31,6	
P.-Riebeck-Stift									
\bar{x} (n=7)	1,31	27,6	22,4	20,4	100,3	178	443	1,4	0,68
RSD (%)	46,6	31,0	70,2	24,9	44,4	49,4	32,6	34,2	
Dieselstraße									
\bar{x} (n=9)	1,16	23,5	58,3	18,3	113,0	178	504	1,6	0,70
RSD (%)	36,3	32,4	23,3	10,9	36,6	36,9	13,8	11,8	
Osendorfer H.									
\bar{x} (n=9)	0,99	31,1	7,1	20,7	43,1	99	433	1,5	0,36
RSD (%)	57,6	14,8	60,6	5,6	60,4	49,6	28,3	9,0	
Oppiner Straße									
\bar{x} (n=8)	1,17	23,4	38,8	16,0	101,2	247	430	1,6	0,74
RSD (%)	40,4	66,2	55,5	19,1	37,8	91,1	11,5	4,7	
Küttener Weg									
\bar{x} (n=9)	2,26	32,1	48,3	16,5	140,9	351	579	1,6	1,11
RSD (%)	80,1	33,5	49,8	35,3	48,4	53,9	29,0	11,3	
Kanenaer Weg									
\bar{x} (n=8)	1,46	18,7	37,7	16,7	112,6	199	454	1,5	0,76
RSD (%)	50,2	41,8	96,1	9,4	34,9	46,8	14,9	7,6	
Passendorfer D.									
\bar{x} (n=7)	0,77	26,1	17,4	38,9	31,5	96	793	2,3	0,30
RSD (%)	18,0	32,9	88,3	7,2	34,0	28,9	15,2	12,6	

Sonne									
\bar{x}	0,86	19,5	26,9	14,4	38,8	84	320	0,8	0,32
RSD (%)	55,4	32,8	65,2	6,5	62,9	57,5	14,5	11,0	
Fuchsberg									
\bar{x} (n=9)	1,22	20,8	8,2	10,3	109,0	163	432	1,2	0,68
RSD (%)	17,7	37,3	29,2	30,0	24,8	35,1	14,7	21,9	
Freimfelde									
\bar{x} (n=9)	1,10	26,6	22,6	20,4	181,1	345	538	1,8	1,11
RSD (%)	12,8	39,6	26,7	8,9	28,3	19,2	11,3	9,4	
Radeweller Str.									
\bar{x} (n=9)	0,93	34,7	7,5	19,4	54,8	181	663	1,7	0,49
RSD (%)	22,1	13,0	29,4	24,3	22,5	34,3	5,8	4,0	
Pauluskirche									
\bar{x} (n=9)	1,24	29,8	10,9	16,4	119,6	178	499	1,7	0,62
RSD (%)	27,9	21,2	19,2	43,0	12,4	31,2	14,9	6,9	
Dörlau									
\bar{x} (n=9)	0,87	11,6	19,7	15,8	49,7	71	292	0,7	0,34
RSD (%)	19,0	38,8	71,7	30,3	115,5	23,4	27,1	42,8	

Für alle untersuchten Kleingartenanlagen ergibt sich eine Tiefenverteilung der untersuchten Schwermetalle, die von den nicht bearbeiteten kontaminierten Bodenprofilen abweicht. Das Maximum der Belastung (die höchste Toxizitätsstufe) ist an der Grenze des durch die Bearbeitung determinierten Bodenhorizontes (Spatenhorizont) lokalisiert.

Obige Tabelle zeigt, daß die Schwermetallgehalte im Oberboden der 3 Gärten einer Anlage sehr stark von einander abweichen (RSD bis zu 100%), so daß eine Interpolation der Ergebnisse auf das Gesamtgebiet einer Anlage nicht in jedem Fall möglich ist.

Es ist ersichtlich, daß die Schwermetallgehalte im Bearbeitungshorizont bis zu 20% höher sein können als in den entsprechenden Oberbodenproben. Nur in 2 Gartenanlagen ("Habichtsfang" - Gley, „Oppiner Straße“ - rekultivierte Mülldeponie) ist der gesamte Bearbeitungshorizont gleichmäßig belastet.

Diese Verlagerung des Maximums der Belastung kann mehrere Ursachen haben. Einerseits ist durch das Umgraben eine ständige mechanische Verlagerung (Verteilung) der luftbürtig eingetragenen Schadstoffe gegeben. Diese ist jedoch nur auf den Bearbeitungshorizont beschränkt. Andererseits führt der Eintrag von unbelasteten Substraten wie Humus, Torf oder dergleichen zu einer Verringerung der Schwermetall-Konzentrationen im Oberboden. Weiter ist auch eine Entnahme von Schwermetallen mit den Anbauprodukten nicht auszuschließen, die außerdem durch ihren Säureeintrag (Protonenpumpe) zu einer Mobilisierung und damit Tiefenverlagerung der Metalle beitragen (DIABY & ZIERDT 1993). Für die Richtigkeit dieser Annahme spricht der Fakt, daß die Schwermetalle nicht gleichmäßig verlagert werden. Eine solche ungleichmäßige Verteilung könnte auf eine unterschiedliche Biophilie der Elemente zurückgeführt werden, also auf einen Unterschied in der Aufnahmeeffektivität/-affinität der Pflanze zu bestimmten Schwermetallen.

Im Vergleich zu den die Kleingartenanlagen umgebenden nicht gärtnerisch genutzten Böden (vgl. HÖKE 1994), d.h. ähnlicher Immissionswirkung ausgesetzter Standorte (Freiflächenböden), weisen von den 15 untersuchten Anlagen 9 eine geringere Belastung auf.

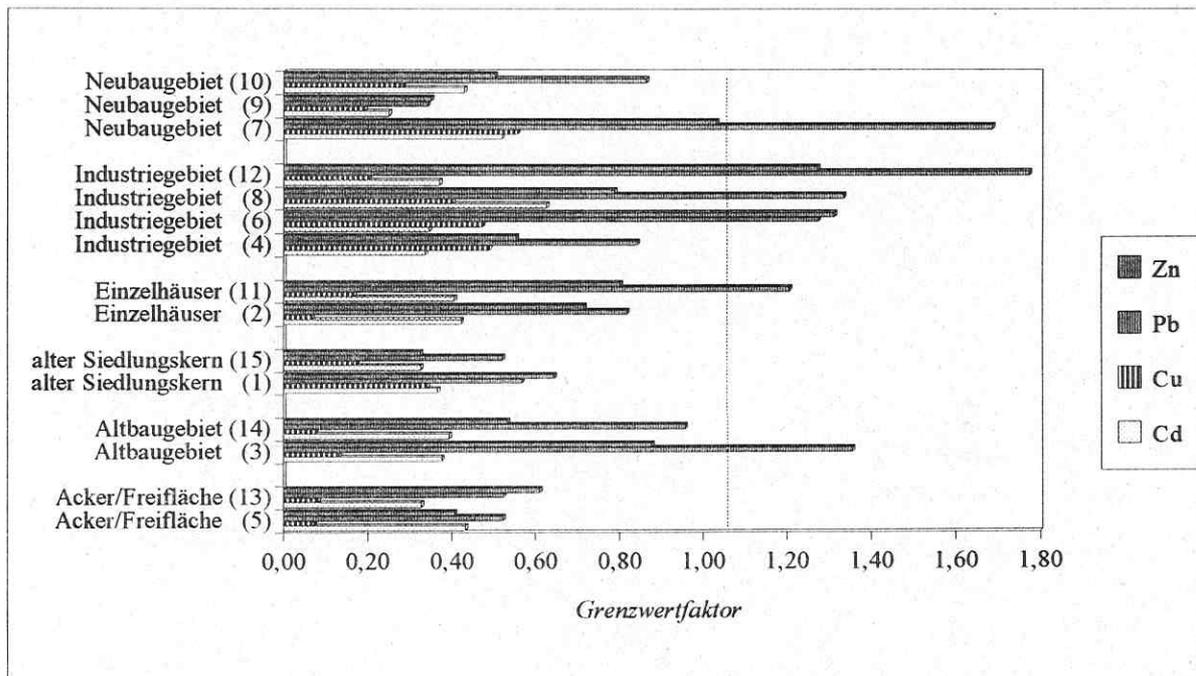
Dies trifft im besonderen für die stark immissionsbeeinflussten lehmigen Standorte im Stadtzentrum oder in unmittelbarer Nachbarschaft von Heizkraftwerken zu. Demgegenüber treten in den weniger durch atmogene Schadstoffzufuhr charakterisierten sandigen Standorten im Randbereich der "Dölauer Heide" in den Gartenböden immer höhere Metallbelastungen als in den benachbarten, ähnlich strukturierten Böden auf.

Im weiteren wird auf den Zusammenhang zwischen den Schwermetallgehalten, den Stadtstrukturtypen und dem Alter der KGA eingegangen.

Betrachtet man die untersuchten Schwermetalle im einzelnen, so sind stets hohe Konzentrationen der stadttypischen Indikatoren Pb (Kraftverkehr), Cd und vor allem Zn (aus der Braunkohleheizung) in den o.g. Bereichen aber auch in den Anlagen auf alten Deponien zu verzeichnen.

Eine differenzierte Darstellung dieser Elemente in bezug auf ihre jeweiligen Grenzwerte (Grenzwertfaktor) in Abhängigkeit von den Stadtstrukturtypen verdeutlicht dieses Bild.

Abbildung 6.2-2: Grenzwertfaktoren der Oberbodenschwermetallgehalte in Abhängigkeit von benachbarten Stadtstrukturtypen.



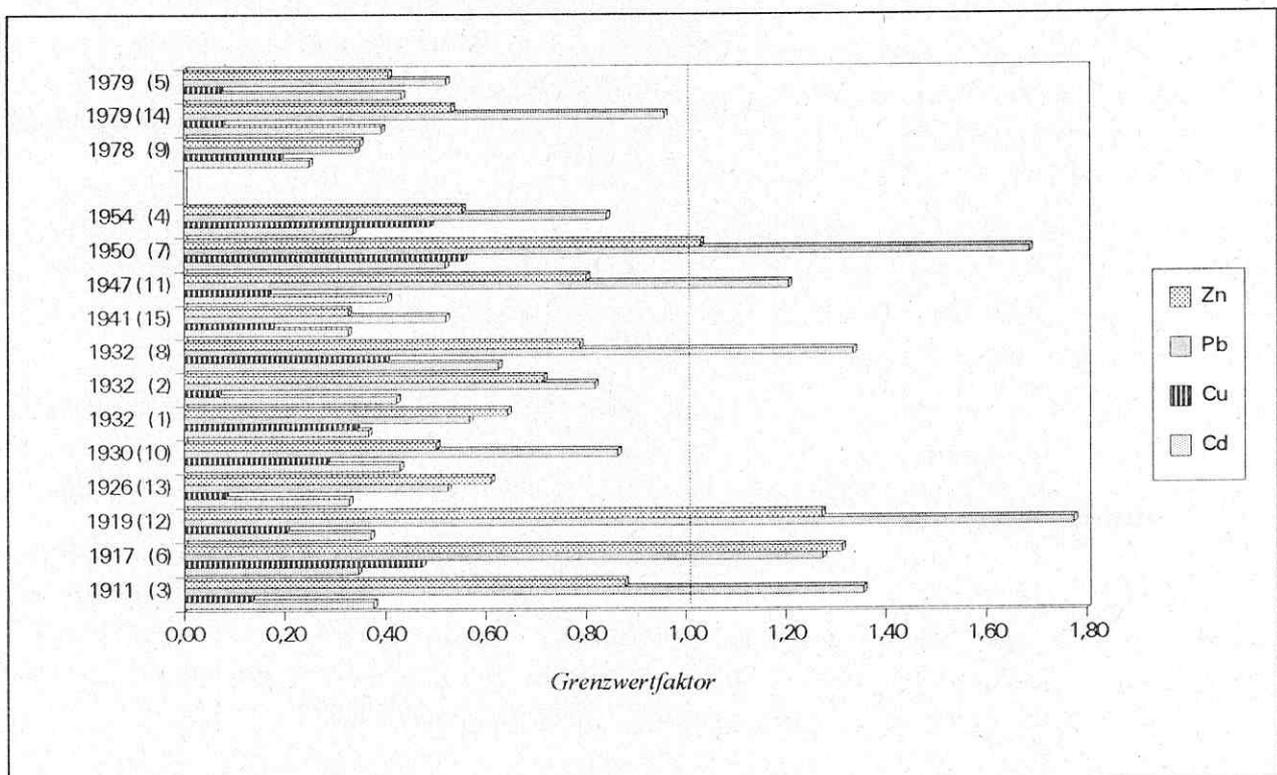
Diese Abbildung bestätigt die Dominanz der stadttypischen Elemente Pb, Cd und Zn. Teilweise sind die erhöhten Gehalte dieser Elementen auch auf die (frühere) Applikation von Pflanzenschutzmitteln, Insektiziden oder anderen Bodenverbesserungsmitteln (z.B. Ofenasche, Ruß, Bauschutt) zurückzuführen. Für die Cd-Gehalte im Boden konnte ein Zusammenhang zu den Phosphatgehalten nachgewiesen werden; sie ergibt eine enge Korrelation von 98% (RSD 17%). Zink und Cadmium sind außerdem dominant in Industrie- und Altbaugebieten (Kohlekraftwerk bzw. Kohleheizung).

Blei weist allgemein relativ hohe Werte auf, verursacht durch den Straßenverkehr, die Kohlefeuerung und aufgebrachtes kontaminiertes Material (Aufschüttungs- bzw. Deponieflächen) (s. Grenzwertfaktor in Anlage 5).

Die maximalen Cu-Gehalte sind in den Industriegebieten zu finden ($\bar{x} = 39,4$ mg/kg; RSD = 37%). Hier sind neben den Industrieabgasen auch Ursachen nutzungsbedingter Art (Kompost, Pflanzenschutzmittel) zu beachten. Generell höhere Metallbelastungen haben auch solche Standorte, die neben dem atmogenen Belastungspfad zusätzlichen Kontaminationseinflüssen unterliegen (z.B. hochwasserbedingte Zufuhr von Schadstoffen in Saaleaue-Gärten). Kleingärten, in denen die Belastung höher ist als im umliegenden Gebiet, sind im Bereich der Aue, auf alten Kunstsubstraten und in solchen Anlagen lokalisiert, deren gärtnerische Nutzung deutlich älter ist als die urbane Nutzung des umliegenden Gebietes. Letzteres trifft für die Kleingartenanlage "Habichtsfang" zu, die seit den 30-iger Jahren existiert und jetzt von einem Neubaugebiet umgeben ist.

Insgesamt wird aus den Untersuchungsbefunden deutlich, daß die Schwermetallbelastung der beprobten Kleingärten überwiegend im Bereich der noch zulässigen Grenzwerte (KLOKE 1989; MUN 1992) liegt. Ausnahmen bilden solche Standorte, die neben den atmogenen Belastungspfaden zusätzlichen Kontaminationen unterliegen. Hierbei sind die Gartenanlagen auf rekultivierten Müllkippen herauszuheben, wobei auch hier die ermittelten Werte den Bereich der Sanierungsschwelle nicht erreicht haben. Als ökologisch brisant muß jedoch die Situation in der Anlage "Küttener Weg" im Halleschen Nordosten bezeichnet werden. Hier wird durch die Bearbeitung einerseits eine "Verdünnung" der atmogen - insbesondere durch die Nachbarschaft des (ehemaligen) Braunkohlekraftwerkes - bedingten Schwermetallführung erreicht, andererseits wird gleichzeitig eine "Einarbeitung" der liegenden Substrate (industrielle Altlastdeponie) bewirkt.

Abbildung 6.2-3: Grenzwertfaktoren der Oberbodenschwermetallgehalte in Abhängigkeit vom Alter der Kleingartenanlagen



Eine Überprüfung der möglichen Abhängigkeit der Schwermetallgehalte der KGA vom Alter der Anlage verdeutlicht, daß unter den älteren Anlagen vor 1954 keine eindeutige Differenzierung festzustellen ist.

Die Frage, ob die relativ geringe Belastung der drei jüngeren Kleingartenanlagen altersabhängig ist, kann nicht abschließend geklärt werden. Der hohe Bleiwert in der Anlage Pauluskirche (14) läßt sich durch die benachbarte Hauptverkehrsstraße (Paracelsusstraße) erklären. Es kann vermutet werden, daß bei jungen Anlagen ohne extreme Luftbelastung die gärtnerische Arbeit nivellierend auf die Schwermetallgehalte im Oberboden wirkt.

6.2.3 Löslichkeitsformen und ökologische Bewertung stadtypischer Schwermetalle

Für eine Beurteilung der ökologischen Bedeutung der untersuchten Schwermetalle in Böden, also auch in Gartenböden, ist die Erfassung der Gehalte an pflanzenverfügbaren Anteilen erforderlich (ZEIEN & BRÜMMER 1989). In diesen Untersuchungen wurden die Neutralsalze NH_4Cl und CaCl_2 sowie Kaltwasser als Extraktionsmittel für die Bestimmung der aktuell pflanzenverfügbaren und/oder austauschbaren Schwermetalle verwendet (KÖSTER & MERCKEL 1985; SCOTT et al. 1971). Als Löslichkeitsformen werden die Gehalte aus der chemischen Extraktion (Neutralsalze und Wasser) und der biologischen Extraktion (Anteil in den Gemüseknollen) bezeichnet.

In folgenden werden die "stadtypischen" Elemente bezüglich ihrer Lösbarkeit durch die o.g. chemischen Extraktionsmittel im Vergleich zu den Pflanzen-Schwermetallgehalten (Knollen) bewertet. Zur Vergleichbarkeit mit anderen Untersuchungen werden als Orientierung die Richtwerte der *Schweizer Verordnung* in die Interpretationen miteinbezogen (GRENZWERTE 1994).

Cadmium

Die Extraktion der Gartenböden mit 0,1 molarer CaCl_2 -Lösung für Cd zeigt eine ähnlich hohe Effizienz wie die Extraktion mit 0,5 molarer NH_4Cl (s. Anlagen 3 & 4). In 11 der 15 KGA zeigen die NH_4Cl - und CaCl_2 -löslichen Cd-Gehalte in den unterschiedlichen Gartenböden einen signifikanten Zusammenhang zu den Gehalten in den Gemüseknollen (Mittelwerte von Kohlrabi-, Porree- und Sellerieknollen). Die Maxima dieser Werte liegen bei 0,15 mg/kg für die Gemüseknollen und 0,14 mg/kg in den Bodenlösungen.

Diese Werte liegen über den vorgeschlagenen Werte der *Schweizer Verordnung* für Schadstoffe in Böden mit ein Extraktion von einer 0,1m Neutralsalz-Lösung (FILIPINSKI 1989, GRENZWERTE 1994), welche für Cd bei 0,03 mg/kg liegen. Die Cd-Gehalte im Eluat (wasserlöslicher Anteil) dagegen liegen in den untersuchten Böden zwischen 0,03 mg/kg und 0,05 mg/kg.

Ein Vergleich dieser Werte mit den Gehalten in den Blätter zeigt, daß die Konzentrationen in den Gemüseblättern meistens über dem 5- bis 10-fachen liegen. Dies bestätigt die mehrfach in den vorherigen Kapiteln gestellte These der Bedeutung des atmogen Pfades im Untersuchungsraum für den Cd-Eintrag.

Als Ursache für die hohe Cd-Löslichkeit im Boden werden in der Literatur häufig die hohen Gehalte an Alkali- und Erdalkali-Ionen (SCHEFFER & SCHACHTSCHABEL 1992) in Folge einer Desorption sowie die extrem hohe Gehalte an Chlorid (Bildung löslicher Komplexe) genannt. Dies ist im Falle der hier untersuchten Gartenböden nicht auszuschließen.

Aus den vorliegenden Befunden läßt die relativ hohe Löslichkeit von Cd die Vermutung zu, daß es sich in diesen Gartenböden um größtenteils leichtlösliches, anthropogener Cd (aus Cd-Sulfat, Cd-Phosphatdünger bzw. Niederschlägen) handelt, somit kann die Cd-Führung insgesamt auf atmogene und nutzungsbedingte Einträge zurückgeführt werden.

Kupfer

Die Extraktionsmethoden durch NH_4Cl und CaCl_2 sind für Kupfer in bezug auf die Gehalte in den Pflanzen von geringer Aussagekraft.

Sie zeigen unterschiedliche Kupfergehalte im Gegensatz zu Cadmium. In lediglich einem Drittel der Anlagen liegen die ermittelten Gehalte im gleichen Konzentrationsbereich (zwischen 0,15 mg/kg 0,28 mg/kg). Mit Ausnahme der KGA "Dörlau" (sU), "Dieselstraße" (sL) und "Küttener Weg" (suL) liegt ein großer Teil der neutralsalzlöslichen Kupfergehalte (zwischen 0,1 mg/kg und 4 mg/kg) unterhalb der Pflanzengehalte bzw. unterhalb der Richtwerte der *Schweizer Verordnung* (0,7 mg/kg) (FILIPINSKI 1989, GRENZWERTE 1994). Aus diesen Werten läßt sich die Verfügbarkeit von Cu nur unzureichend durch die hier verwendeten Extraktionsmethoden charakterisieren. Es kann jedoch angenommen werden, daß die untersuchten Pflanzen auch andere Cu-Verbindungen aufgenommen haben, als jene die sich durch Neutralsalze (austauschbar) erfassen lassen. Da die Bewertung der Transferkoeffizienten Boden-Pflanze ihrerseits keinen Hinweis auf eine nennenswerte Aufnahme von Cu aus dem Boden ergeben haben, werden die hohen Cu-Gehalte der Gemüseknochen zum Teil mit dem luftbürtigen Eintrag erklärt (Industrieabgase). Eine nutzungsbedingte Zufuhr von Cu kann ebenfalls nicht ausgeschlossen werden, denn die Umfrageergebnisse zeigen, daß die Hälfte der befragten Gärtner manchmal ein Pflanzenschutzmittel verwenden (in der Regel kupferhaltig). Bei den vorliegenden pH-Werten (über 7,5) können ebenfalls Carbonato-Cu-Komplexe [CuHCO_3^+ , CuO_3 u.a.] vorliegen. In Böden mit hohen Phosphat-Gehalten, wie es hier der Fall ist, können auch lösliche Cu-Phosphat-Komplexe gebildet werden.

Nickel

Ni ist bei manchen Tieren und Pflanzen ein essentielles Spurenelement. Die ermittelten Ni-Gehalte im Eluat der untersuchten Gartenböden liegen zwischen 0,1 mg/kg und 0,6 mg/kg und somit deutlich unterhalb von den Konzentrationen (1 mg/kg bis 1,4 mg/kg), die eine potentielle phytotoxische Wirkung bei Anbauprodukten hervorrufen können. Die Richtwerte der *Schweizer Verordnung* liegt bei 0,5 mg/kg für Ni (GRENZWERTE 1994).

Die Ni- NH_4Cl -Gehalte und die im Eluat liegen nahezu in der gleichen Größenordnung. Dies deutet darauf, das es sich um relativ leicht verfügbare Ni-Verbindungen handelt. Die Ni- CaCl_2 -Gehalte und die Pflanzen-Gehalte liegen ebenfalls in der gleichen Größenordnung (zwischen 0,3 mg/kg und 2,09 mg/kg), somit ist die Extraktion von Ni durch CaCl_2 effizienter als die mit NH_4Cl , bei der in den meisten Proben die Konzentrationen bis zu 50% niedriger liegen. Aufgrund der hohen pH-werte (7-8) können diese verfügbaren Ni-Anteile, die sich so in den Pflanzen nachweisen lassen, als zu hoch eingestuft werden. Da aus den Transferfaktoren keine deutliche Ni-Aufnahme aus dem Boden nachgewiesen werden kann, muß als wesentlich Ursache der Ni-Führung die atmogenen Quellen (Kohlefeuerung, Industrieabgase, Kfz-Verkehr) genannt werden.

Blei

Die mit NH_4Cl und H_2O extrahierten Pb-Gehalte sind von relativ geringer Ausbeute ($< 2\%$ des Gesamtgehaltes). Die NH_4Cl -löslichen Pb-Gehalte konnten in nur 30% der Proben und die H_2O -löslichen in nur 3% der Proben nachgewiesen werden. Erwartungsgemäß ist keine Beziehung zwischen den Pb-Gehalte der beiden Fraktionen zu erkennen. Demgegenüber zeichnen sich die Gehalte in der CaCl_2 -Fraktion im Gesamtuntersuchungsbereich durch Konzentrationen um das 5 bis 10-fache der Gehalte in den Gemüseknollen aus. Die Pb- CaCl_2 -Konzentrationen liegen zwischen 6,89 mg/kg und 4,03 mg/kg im Boden und zwischen 0,25 mg/kg und 0,85 mg/kg in den Gemüseknollen. Somit liegen die CaCl_2 -löslichen Anteile weit über den Werten der *Schweizer Verordnung* von 1 mg/kg und sind somit als zu hoch einzuschätzen (FILIPINSKI 1989, GRENZWERTE 1994).

Aufgrund der hohen Blei-, Phosphat- und Carbonatgehalte in den untersuchten Proben ist anzunehmen, daß sich bei den vorliegenden pH-Werten (7-8) sehr schwerlösliche Blei-Phosphate [$\text{Pb}_3(\text{PO}_4)_2$; $\text{Pb}_4\text{O}(\text{PO}_4)_2$; $\text{Pb}_5(\text{PO}_4)_3\text{OH}$] und Bleicarbonate bilden. Eine Immobilisierung des Blei durch die im Oberboden angereicherte organische Substanz aufgrund ihrer hohen Bleiaffinität (Metallorganische Komplexe) (HILDEBRAND 1974) kann nicht nachgewiesen werden.

Zink

Die H_2O -löslichen Zinkgehalte konnten in 11 der 15 untersuchten Gartenböden nicht nachgewiesen werden. Hinsichtlich der Extraktion von Zn in den untersuchten Gartenböden sind CaCl_2 und NH_4Cl unterschiedlich effizient. Die entsprechenden Gehalte in diesen Neutralsalzen zeigen auch keine Beziehung zu den Zinkgehalte in Gemüseknollen und dem Zink-Gesamtgehalt im Oberboden. Mit Ausnahme der KGA "Freiimfelde Schloß "(Bahnanlage/Industriegebiet) sind die Zn-Gehalte in den Gemüseknollen ($\bar{x} = 8,96$ mg/kg) stets höher als die Gehalte in den Extraktionslösungen (zwischen 0,9 mg/kg und 10,8 mg/kg). Der Richtwert von 0,5 mg/kg der *Schweizer Verordnung* (FILIPINSKI 1989, GRENZWERTE 1994) ist somit überall überschritten. Diese Ergebnisse lassen erkennen, daß die Zn-Aufnahme der untersuchten Gemüsepflanzen viel höher liegt als der Anteil an Zn, die dem Boden zugeführt wurden oder wie bei Cu, daß die Pflanzen andere als im Boden austauschbar vorliegende Cu-Verbindungen aufgenommen haben.

Betrachtet man die Ergebnisse der Boden-Pflanzen Transferfaktoren (0,02-0,77), so wird deutlich, daß die Zn-Aufnahme über den Pfad Boden durch die untersuchten Pflanzen gegenüber der atmosphären Zn-Zufuhr zu vernachlässigen ist. Andererseits wird der Anteil an verfügbaren Zn (CaCl_2 - und NH_4Cl -Extraktion) durch die hohen pH-Werte (7-8) bzw. durch die hohen Phosphatgehalte aus der Düngung wesentlich erniedrigt. In diesem Zusammenhang korrelieren die Phosphatgehalte der Oberböden und die Zn-Gehalte in einem 5%-Niveau sehr eng (Spearman Korrelation, $r = 0,32^*$ für $n = 44$).

Zusammenfassung

Ein Hauptziel dieses Projektteiles war es zu überprüfen, in wieweit die Belastungspfade der untersuchten KGA durch verschiedenen Extraktionsmethoden (chemische und biologische) nachgewiesen werden können. Dabei wurden die Gehalte der Elemente Cd, Cu, Pb, Ni und Zn in den Gemüseknollen, ihre austauschbaren (CaCl_2 - und NH_4Cl -Extraktion) Anteile im Bearbeitungshorizont und die Transferfaktoren der KGA gegenübergestellt. Aus den vorliegenden Ergebnissen wird der NH_4Cl -Auszug als am besten geeignet angesehen.

Bei Cd und Zn sind teilweise eine Überschreitung der Richtwerte der *Schweizer Verordnung* festzustellen, wobei eine potentielle phytotoxische Wirkung bei den Anbauprodukte auszuschließen ist. Diese Ergebnisse lassen erkennen, daß die Schwermetallgehalte der untersuchten Gemüsepflanzen meistens höher liegen als der Anteil, der im Boden austauschbar vorliegt. Da die analysierten Schwermetalle sich durch geringe Transferfaktoren und geringe Gesamtgehalte in den Pflanzen auszeichnen, kann als Ursache der Schwermetallführung überwiegend der atmogene Eintrag in Frage kommt. Bei den Elemente Cu und Zn können zusätzlich zum atmogen initiierten Schwermetalleintrag in Gartenböden auch eine nutzungsbedingter Eintrag (Dünger und Pflegemaßnahmen) angenommen werden.

6.2.4 *Schwermetallgesamtgehalte und pedogene Faktoren*

Es wurden relative Zusammenhänge zwischen den einzelnen Schwermetallen einerseits und zwischen den Schwermetallen und pedologischen Parameter andererseits überprüft. Die hier nicht aufgeführten Korrelationsrechnungen lassen Zusammenhänge zwischen Cadmium und Zink, Kupfer und Blei sowie zwischen Blei und Zink deutlich erkennen. Damit wird die These der emissions-/immissionsbeeinflussten Belastung unterstützt. Die These der unterschiedlichen Belastungsmuster, d.h. räumlich differenzierter Belastungsquellen, wird bestätigt. Somit kann die Belastung im (Ober-)Boden als Indikator von anthropogen initiierten Schwermetalleinträgen verstanden werden.

Die oft in der Literatur beschriebenen direkten Abhängigkeiten der Schwermetallgehalte von den Parametern pH-Wert, Kalkgehalt, organische Substanz, Tongehalt und Kationenaustauschkapazität kann bei den hier vorliegenden Gartenböden im allgemeinen nicht bewiesen werden (SCHEFFER & SCHACHTSCHABEL 1992). Lediglich beim Ton sind lineare Zusammenhänge zu Chrom, Nickel, Mangan und Eisen festzustellen.

Besonders interessant erscheint der nichtkorrelative Zusammenhang zwischen pH-Werten und allen untersuchten Schwermetallgehalten. Damit wird gleichzeitig die Besonderheit von Gartenböden gegenüber Böden anderen Nutzungsfomen deutlich (FEIGE et al. 1991).

Bei der Differenzierung der KGA nach dem Oberbodensubstraten sind die hohen Schwermetallgehalte in den lößgeprägten Anlagen am auffälligsten. Daneben ist bis auf die deutlich geringen Grenzwertfaktoren in den Auenlehmgebieten keine weitere Differenzierung zu erkennen. Die durch Lehm charakterisierte Anlage "Paul-Riebeck-Stift" wird wahrscheinlich durch die zentrale Lage (umgeben von kohlebeheizten Altbauwohnungen) über den Emission-/Immissionspfad nachhaltig beeinträchtigt.

6.2.5 *Schwermetallgesamtgehalte und gärtnerische Pflegemaßnahmen*

Der Einfluß der Nutzung auf die Schwermetallführung in Gartenböden wird versucht durch die Ergebnisse der Umfragen unter den Gärtner einzuschätzen. Im vorigen Abschnitt wurde bereits differenziert für jede Anlage bei der Diskussion zur möglichen Ursache der Schwermetallführung auch die Angaben der Gärtner mit einbezogen. Ein Kombination dieser Ergebnisse mit der Zusammenstellung der „branchentypischen“ Herkunft der Schwermetalle in urbanen Kleingartenanlagen ermöglicht eine Einschätzung der Pflegemaßnahmen.

Tabelle 6.2-21: Zusammenhang zwischen anthropogen eingebrachten Schwermetallen und Pflegemaßnahmen

Pflegemaßnahmen	Umfrageergebnisse in % aller Befragten	mögliche Belastung durch
Verwendung von Kompost	$\bar{x} = 93$; RSD = 5 %	Cd, Cu, Ni, Pb, Zn
Dünger alle Sorten	$\bar{x} = 72$; RSD = 39 %	Cd, Cr, Zn
Pflanzenschutzmittel	$\bar{x} = 51$; RSD = 22 %	Cu, Zn
Gießwasser aus Metalltonne	$\bar{x} = 46$; RSD = 26 %	Zn

Diese Zusammenstellung verdeutlicht, daß neben dem atmosphärischen Pfad die nutzungsbedingte Belastung auch von Bedeutung ist. Die Höhe der Standardabweichungen (außer bei Kompost) bestätigen die mehrfach erwähnten Unterschiede bei Intensität der Pflegemaßnahmen.

6.2.6 Schwermetallgesamtgehalte und pflanzenverfügbare Anteile

Die mittels Kalziumchlorid-, Ammoniumchlorid- und Wasserauszug gewonnenen Angaben zu den pflanzenverfügbaren Metallanteilen zeigen in fast allen Kleingartenanlagen ökologisch kaum bedenkenswerte Konzentrationen (s. Anlage 3 bzw. 4).

In Bezug auf ihre jeweiligen Gesamtgehalte konnten bei den Neutralsalzen NH_4Cl und CaCl_2 von Cd, Pb, Ni und Zn folgende prozentuale Anteile als austauschbar bestimmt werden.

Tabelle 6.2-22: Prozentual austauschbare Schwermetallanteile am Gesamtgehalt bei unterschiedlichen Aufschlußverfahren

	Cd	Cu	Ni	Pb	Zn
NH_4Cl	6,3	4,7	4,2	1,5	2,2
CaCl_2	8,1	1,0	8,5	8,1	1,7

Die Pflanzenverfügbarkeit der untersuchten Metalle ist demzufolge überaus gering und kann teilweise mit den hier festgestellten neutralen Bodenreaktion erklärt werden. Die Löslichkeit der untersuchten Metalle sinkt allgemein in den Reihenfolgen:

- (1) $\text{Cd} > \text{Cu} > \text{Ni} > \text{Zn} > \text{Pb}$ für NH_4Cl -extrahierbaren und
- (2) $\text{Ni} > \text{Cd} > \text{Pb} > \text{Cu} > \text{Zn}$ für CaCl_2 -extrahierbaren

Diese Reihenfolge zeigt eine Abweichung von der von HERMS (1982) gefundenen Reihenfolge ($\text{Cu} > \text{Zn} > \text{Cd}$) der Mobilisierbarkeit dieser Elemente in kontaminierten Böden. Aus den Reihenfolgen (1) und (2) kann vermutet werden, daß eine im alkalischen Bodenmilieu durch organische Komplexe bedingte Freisetzung kein dominierender Faktor für die Höhe der austauschbaren Gehalte in den untersuchten Kleingartenböden ist.

Bei allen untersuchten Kleingartenanlagen ergibt sich eine Tiefenfunktion der Schadstoffe. Diese unterscheidet sich deutlich von der Tiefenverteilung in nicht bearbeiteten Profilen. Das Maximum der Belastung ist an der Grenze des durch die Bearbeitung determinierten Bodenhorizontes lokalisiert. Die Konzentration der Schwermetalle kann hier bis zu 20% höher sein als in der entspre-

chenden Oberbodenprobe. Nur in 2 Gartenanlagen (Habichtsfang - Gley, Oppiner Straße - rekultivierte Mülldeponie) ist der gesamte Bearbeitungshorizont gleichmäßig belastet.

Diese Tiefenverlagerung des Kontaminationsmaximums kann mehrere Ursachen haben. Einerseits ist durch das Umgraben eine ständige mechanische Umlagerung (Verteilung) der luftbürtig eingetragenen Schadstoffe gegeben. Sie ist allerdings nur auf den Bearbeitungshorizont beschränkt. Im Profilbild zeigt sich allerdings keine absolut gleichmäßige Verteilung der untersuchten Schwermetalle. Es muß daher angenommen werden, daß zum einen durch die Biomasse-Entnahme bei der Ernte auch Schwermetalle mit entnommen werden und andererseits durch die Lebenstätigkeit der Pflanzen eine relative Mobilisierung der Kationen erfolgt.

Im Vergleich zu den die Kleingartenanlagen umgebenden (nicht gärtnerisch genutzten) Böden weisen von den 15 untersuchten Kleingartenanlagen 9 eine geringere Belastung auf. Im wesentlichen befinden sich diese Kleingärten in den Stadtstrukturtypen „Industriegebiet/Bahnanlage“, „Altbaugelände“ und „alter Siedlungskern“ im Stadtrandbereich. Kleingärten, in denen die Belastung höher ist als im umliegenden Gebiet, sind im Bereich der Aue, auf alten Kunstsubstraten und auf solche Anlagen, deren gärtnerische Nutzung deutlich älter ist als die urbane Nutzung des umliegenden Gebietes, lokalisiert. Letzteres trifft für die Kleingartenanlage "Zur Sonne" zu, die seit den 30er Jahren existiert und jetzt von Neubaugebieten umschlossen wird.

All diese Standorte weisen das Maximum der Belastung an der Grenze des Bearbeitungshorizontes auf. Auf die überwiegend autochtonen Böden wirken hinsichtlich der Schwermetallbelastung zumeist nur luftbürtige Einträge. Diese werden - wie oben beschrieben - im Oberboden durch Bearbeitungsmaßnahmen verteilt (homogenisiert). Dadurch wird ihre Konzentration in der Hauptwurzelzone der angebauten Kulturpflanzen verringert. Im Bereich der Aue und auf alten Deponie- oder Sonderstandorten kommt als Belastungsquelle ein nicht-luftbürtiger Eintrag hinzu. In der Aue erfolgt dies durch die kontaminierten Hochwasserabsätze, auf den Sonder- und Deponieflächen der Vorkriegszeit durch die mangelhafte und nur oberflächlich durchgeführte Rekultivierung. Durch Umgraben wird hier also ein gegenteiliger Effekt erzielt, da kontaminiertes Bodenmaterial in die Bearbeitungszone, d.h. in den Hauptwurzelraum gelangt.

Insgesamt wird aus den Untersuchungsergebnissen deutlich, daß die Schwermetallbelastung der beprobten Kleingärten überwiegend im Bereich der noch zulässigen Grenzwerte ist. Ausnahmen bilden aber solche Standorte, die neben den atmosphärischen Belastungspfaden zusätzlichen Kontaminationseffekten unterliegen. Dabei spielt die hochwasserbürtige Schadstofffracht bei den Kleingartenanlagen in der Saaleaue und die "Einarbeitung" von oberflächennahen (kontaminierten) Rekultivierungs-substraten eine besonders bedenkliche Rolle. Diesen Fragestellungen sollte bei künftigen Untersuchungen verstärktes Augenmerk gewidmet werden.

6.2.7 Pflanzenschwermetallbelastung 1993

KGA Nr.1 "Saaletal"

Tabelle 6.2-23: Durchschnittliche Gemüse-Schwermetallgehalte (mg/kg FG) in der KGA "Saaletal"

	Garten-Nr.	Cd	Cu	Ni	Pb	Zn
Kohlrabiknollen	38	0,04	0,40	0,98	0,27	4,78
	122	0,00	0,20	10,53	nb	1,19
	101	0,00	0,50	13,69	0,17	3,37
	Mittelwert	0,01	0,37	8,40	0,22	3,11
	RSD%	173,2	41,6	78,7	32,1	58,1
Porreeknollen	38	0,05	0,72	0,72	nb	17,26
	122	0,09	0,91	1,05	0,58	29,15
	Mittelwert	0,07	0,81	0,88	0,58	23,20
	RSD%	40,0	16,1	26,1		36,2
Sellerieknollen	38	0,16	0,28	0,16	0,13	2,02
	122	0,13	0,31	0,17	0,13	1,59
	101	0,10	0,20	0,15	0,04	1,55
	Mittelwert	0,13	0,26	0,16	0,10	1,72
	RSD%	24,1	21,5	4,9	54,9	15,0
Porreeblätter	38	0,21	0,94	0,96	0,79	18,59
	122	0,04	0,74	1,16	0,16	24,19
	Mittelwert	0,12	0,84	1,06	0,47	21,39
	RSD%	93,1	16,7	13,2	0,0	18,5
Sellerieblätter	38	0,60	0,48	1,66	0,59	16,22
	122	0,51	0,47	1,56	0,52	17,35
	101	0,37	0,27	1,25	0,53	14,91
	Mittelwert	0,50	0,41	1,49	0,55	16,16
	RSD%	23,2	29,5	14,1	6,3	7,5

Zwischen den 3 Gärten sind bei fast Elementen relativ hohe Abweichungen zu verzeichnen und die 3 Pflanzenarten weisen artspezifische Unterschiede auf. Die ermittelte Werte in den Knollen und in den Blättern liegen größtenteils im Normalbereich (vgl. Tab 6.2-2) (s. auch Karten in Anlage 5). Insgesamt konnten 9,2% der Pflanzenproben Richtwertüberschreitungen (BGA 1994) festgestellt werden (in Bezug auf Cd und Pb). Die Blätter weisen höhere Schwermetallgehalte im Vergleich zu den Knollen auf (bei Cd und Zn 3 zu 1). Die dominante Elemente sind Ni und Zn. Betrachtet man die Ergebnisse der Schwermetallgehalte in den Pflanzenteilen im Verhältnis zu den Bodenschwermetallgehalten können durchschnittliche Transferfaktoren zwischen 0,01 und 0,27 in den Blättern und zwischen 0 und 0,09 in den Knollen nachgewiesen werden. Diese Werte liegen im sogenannten Normalbereich (BLUME 1990). Aufgrund der Dominanz der Schwermetallgehalte in Blättern im Vergleich zu den Gehalten in den Knollen kann hier neben der nutzungsbedingten Ursache der Einfluß des atmosphärischen Pfades festgestellt werden. Mit den Er-

gebissen der Grasproben und der Eemzeitböden die im nächsten Kapitel diskutiert werden, kann eventuell die Frage der Dominanz zwischen diesen beiden Pfaden geklärt werden.

KGA-Nr. 2 "Habichtsfang"

Tabelle 6.2-24: Durchschnittliche Gemüse-Schwermetallgehalte (mg/kg FG) in der KGA „Habichtsfang“

	Garten-Nr.	Cd	Cu	Ni	Pb	Zn
Kohlrabiknollen	42	0,06	1,10	14,26	0,62	11,99
	8	0,00	1,00	7,34	0,39	5,43
	78	0,02	0,70	7,71	0,26	2,52
	Mittelwert	0,04	0,93	9,77	0,42	6,65
	RSD%	70,7	22,3	39,8	43,0	72,9
Porreeknollen	42	nn.	2,44	0,76	0,64	23,17
	8	0,32	3,75	2,58	1,72	37,40
	78	0,26	3,88	2,28	1,28	31,73
	Mittelwert	0,29	3,36	1,87	1,21	30,77
	RSD%	15,0	23,7	51,9	44,9	23,2
Sellerieknollen	42	0,04	0,12	0,16	0,02	1,34
	8	0,06	0,19	0,15	0,08	2,01
	78	0,05	0,16	0,09	0,05	1,12
	Mittelwert	0,05	0,16	0,14	0,05	1,49
	RSD%	24,0	22,4	27,1	66,7	31,0
Porreeblätter	42	nn.	1,95	1,16	1,17	21,76
	8	0,45	2,79	2,24	0,52	25,71
	78	0,24	3,12	1,08	0,69	22,81
	Mittelwert	0,34	2,62	1,50	0,80	23,43
	RSD%	42,5	23,0	43,3	41,9	8,7
Sellerieblätter	42	0,67	0,69	1,58	0,73	39,59
	8	nn.	0,73	1,37	1,39	33,78
	78	0,14	0,38	1,65	0,72	27,81
	Mittelwert	0,4	0,62	1,53	0,95	33,73
	RSD%	92,7	32,6	9,6	40,5	17,4

Von den 78 untersuchten Pflanzenproben dieser Anlage liegen 14% der Werte über den BGA-Richtwerten (Cd und Pb als Bezug) und keine davon über dem Normal- bzw. Toxizitätsbereich. Zn ist in den Gemüseknollen (im Durchschnitt 13 mg/kg) und Gemüseblättern (im Durchschnitt 30 mg/kg) gefolgt von Ni das dominierende Element. Die hohe Zn-Belastung kann hier auf nutzungsbedingte Ursachen wie z.B. die Anwendung von Zn-Tonnen zum Gießen der Pflanzen zurückzuführen sein. Grenzwertüberschreitende Konzentrationen sind bei Cd (2 - 3-fache des BGA-Richtwertes) und Pb in den Gemüseblättern und in Porreeknollen zu verzeichnen. Die Abweichungen zwischen den Gärten ist wie bei der Anlage "Saaletal" auch relativ hoch, so daß eine Übertragung der Ergebnisse auf Gesamtanlage nicht möglich ist. Betrachtet man die Schwermetalltransferfaktoren Boden-Pflanze, zeigen die Elemente Cd und Cu die höchsten Faktoren in den

Blättern mit 0,29 bzw. 0,24 im Durchschnitt. Alle ermittelten Transferfaktoren liegen jedoch im sogenannten Normalbereich. Diese geringen Transferfaktoren und die Dominanz der Metallgehalte in den Blättern gegenüber den Knollen weisen auf den atmosphärischen Ursprung dieser Elemente hin.

KGA-Nr. 3 "Paul-Riebeck-Stift"

Tabelle 6.2-25: Durchschnittliche Gemüse-Schwermetallgehalte (mg/kg FG) in der KGA „Paul-Riebeck-Stift“

	Garten-Nr.	Cd	Cu	Ni	Pb	Zn
Kohlrabiknollen	22	0,04	0,10	7,33	0,61	4,36
	278	0,01	0,40	1,84	0,25	3,18
	Acker	0,03	0,30	16,52	0,53	2,83
	Mittelwert	0,03	0,27	8,56	0,46	3,46
	RSD%	57,28	57,28	86,62	40,80	23,19
Porreeknollen	278	0,19	2,98	0,89	0,42	26,10
Sellerieknollen	22	0,12	0,14	0,27	0,07	2,09
	278	0,06	0,25	0,17	0,02	2,11
	Acker	0,06	0,22	0,18	0,03	1,62
	Mittelwert	0,08	0,20	0,21	0,04	1,94
	RSD%	46,68	27,97	26,34	65,05	14,35
Porreeblätter	278	0,16	6,72	4,77	1,20	48,18
Sellerieblätter	22	0,84	0,48	1,64	0,62	26,88
	278	0,50	0,32	1,53	0,83	36,46
	Acker	0,47	0,64	1,79	0,58	29,78
	Mittelwert	0,60	0,48	1,66	0,67	31,04
	RSD%	33,77	33,05	7,90	20,56	15,82

Die Untersuchung der Gemüsepflanzen ergaben in 15% der 58 Proben eine Grenzwertüberschreitung für Cd (\bar{x} = 0,49 mg/kg in Blättern und 0,07 mg/kg in Knollen) und Pb (\bar{x} = 0,81 mg/kg in Blättern und 0,27 mg/kg in Knollen) in Blättern und Knollen. Wie bei den o.g. Anlagen ist hier auch Zn das dominierende Element sowohl in den Knollen als auch in den Blättern. Die hier ermittelte Werte liegen jedoch alle im Normalbereich. Es konnte hierbei kein erhöhter Transfer Boden-Pflanze nachgewiesen werden. Die entsprechenden Werte liegen größtenteils innerhalb des sogenannten Normalbereiches.

KGA-Nr. 4 "Dieselstraße"

Tabelle 6.2-26: Durchschnittliche Gemüse-Schwermetallgehalte (mg/kg FG) in der KGA „Dieselstraße“

	Garten-Nr.	Cd	Cu	Ni	Pb	Zn
Kohlrabiknollen	145	0,05	0,40	2,41	0,82	1,79
	113	0,02	0,50	10,22	0,23	4,63
	Mittelwert	0,04	0,45	6,3	0,52	3,21
	RSD%	60,61	15,71	87,45	79,47	62,5

Porreeknollen	145	nb.	2,28	0,85	0,16	17,5
	113	0,09	1,2	3,1	1,77	19,14
	Mittelwert	0,09	1,76	2,0	0,96	18,34
	RSD%	0	42	81	0	6
Sellerieknollen	21	0,13	0,19	0,18	0,14	1,55
	145	0,01	0,20	0,20	0,15	3,20
	113	0,04	0,37	0,17	0,18	2,57
	Mittelwert	0,06	0,25	0,18	0,16	2,44
	RSD%	108	38,9	8,49	14	34,23
Porreeblätter	145	0,17	3,33	0,98	1,48	15,39
	113	0,36	4,53	23,52	2,38	40,30
	Mittelwert	0,27	3,93	12	1,93	27,84
	RSD%	48,51	21,70	130	0,00	63,26
Sellerieblätter	21	0,62	0,43	1,39	0,42	24,18
	145	0,08	3,14	1,84	6,19	30,69
	113	0,17	2,45	3,37	1,84	89,15
	Mittelwert	0,29	2,01	2,20	2,82	48,00
	RSD%	100	70,0	47,17	107	74,54

In 18% der hier untersuchten 62 Pflanzenproben wurden geringfügige Grenzwertüberschreitungen festgestellt. Sowohl in den Blättern als auch in den Knollen dominieren die Elemente Zn, Cu und Pb. Bei allen Elementen gibt es eine große Abweichung zwischen den ermittelten Werten der 3 Gärten. Die bei den obigen Anlagen erwähnten These der nicht Übertragbarkeit der Ergebnisse für das Gesamtgebiet der Anlage wird durch die hohe Standardabweichung (RSD bis zu 100%) gestützt. Die ermittelten Transferfaktoren für Gemüseknollen und Gemüseblätter (max. = 0,28) geben keine Hinweise darauf, daß die hohen Schwermetallgehalte aus dem Boden stammen könnten. Als Hauptursache der Pflanzenbelastung in dieser Anlage kann die punktförmige Emission aus Heizkraftwerk, Bahnanlage und Industriebetrieben angesehen werden.

KGA-Nr. 5 "Osendorfer Hain"

Tabelle 6.2-27: Durchschnittliche Gemüse-Schwermetallgehalte (mg/kg FG) in der KGA „Osendorfer Hain“

	Garten-Nr.	Cd	Cu	Ni	Pb	Zn
Kohlrabiknollen	1	0,03	0,40	8,31	0,32	2,81
	59	nn.	0,10	8,73	0,31	0,81
	74	0,01	0,15	4,35	0,61	3,77
	Mittelwert	0,02	0,22	7,13	0,41	2,46
	RSD%	0,00	74,18	33,89	41,22	61,30
Porreeknollen	59	0,12	3,13	1,10	0,92	20,73
	74	nn.	1,15	0,58	1,76	14,60
	Mittelwert	0,12	2,14	0,84	1,34	17,66
	RSD%	0,00	65,71	44,50	0,00	24,54

Sellerieknollen	1	0,04	0,38	0,30	0,10	1,80
	59	0,16	0,37	0,15	0,08	2,37
	74	0,14	0,20	0,10	0,10	1,94
	Mittelwert	0,11	0,32	0,18	0,09	2,04
	RSD%	56,68	31,95	56,92	11,19	14,76
Porreeblätter	59	0,15	1,46	1,44	0,80	18,63
	74	0,11	1,27	1,12	1,82	17,94
	Mittelwert	0,13	1,36	1,28	1,31	18,29
	RSD%	23,57	9,68	17,75	0,00	2,68
Sellerieblätter	1	0,21	2,71	3,92	1,45	39,76
	59	0,20	3,00	3,58	2,25	69,29
	74	0,42	0,37	1,51	0,59	17,99
	Mittelwert	0,28	2,03	3,00	1,43	42,35
	RSD%	44,20	71,10	43,38	58,11	60,79

Die Schwermetallgehalte der 68 untersuchten Pflanzenproben zeigen bei 17% der Werte eine Überschreitung der BGA-Richtwerte (im Bezug auf Cd und Pb). Der mittlere Cd-Gehalt in den Blättern liegt bei 0,22 mg/kg (doppelt so hoch wie der Richtwert) und für Pb bei 1,38 mg/kg. Hier zeigen die Knollen geringere Konzentrationen als die Blättern (0,08 mg/kg Cd und 0,5 mg/kg Pb). Diese ermittelten Pflanzenwerte liegen alle im Normalbereich. Trotz der Überschreitung des Richtwertes bei einigen Proben liegen keine der Transferfaktoren der jeweiligen Elemente außerhalb des Normalbereiches. Es ist auch kein deutlicher Zusammenhang zwischen NH₄Cl-löblichen Metallgehalten und dem Transfer Boden/Pflanze nachweisbar.

KGA-Nr. 6 "Oppiner Weg"

Tabelle 6.2-28: Durchschnittliche Gemüse-Schwermetallgehalte (mg/kg FG) in der KGA „Oppiner Weg“

	Garten-Nr.	Cd	Cu	Ni	Pb	Zn
Kohlrabiknollen	74	0,05	0,30	3,02	nb.	1,43
	54	0,02	1,10	5,49	0,49	2,84
	5	0,02	n.b.	0,87	0,77	4,34
	Mittelwert	0,03	0,70	3,13	0,63	2,87
	RSD%	57,74	80,81	73,94	31,43	50,70
Porreeknollen	74	0,11	2,05	0,71	0,41	14,03
	54	0,01	0,98	0,97	0,58	16,58
	5	0,15	1,35	0,68	nn.	18,49
	Mittelwert	0,09	1,46	0,79	0,50	16,37
	RSD%	79,74	37,07	20,57	24,00	13,67
Sellerieknollen	74	0,15	0,24	0,17	0,09	2,44
	54	0,13	0,16	0,16	0,09	1,65
	5	0,14	0,14	0,12	0,15	2,11
	Mittelwert	0,14	0,18	0,15	0,11	2,06
	RSD%	6,98	29,40	15,89	32,14	19,24

Porreeblätter	74	0,17	2,43	1,36	2,18	20,85
	54	0,11	3,24	1,08	1,72	15,19
	5	0,05	1,12	1,37	1,40	15,14
	Mittelwert	0,11	2,26	1,27	1,77	17,06
	RSD%	52,34	47,27	13,01	22,16	19,22
Sellerieblätter	74	0,69	0,53	1,75	0,94	30,94
	54	0,24	1,57	3,07	2,41	46,77
	5	0,48	0,37	1,34	0,43	18,90
	Mittelwert	0,47	0,82	2,05	1,26	32,20
	RSD%	48,57	78,54	44,16	81,52	43,40

In den Blättern und Knollen der hier untersuchten 68 Proben weisen 19% der Cd und Pb-Gehalte Richtwertüberschreitungen (nach BGA 1994) auf. Der mittlere Cd-Gehalt in den Blättern liegt bei 0,29 mg/kg und in den Knollen bei 0,09 mg/kg. Mit durchschnittlichen Zinkgehalten von 17 mg/kg - 32 mg/kg in Gemüseblättern und 2 mg/kg - 16 mg/kg in den Knollen zeigt diese Anlage die höchsten Zinkgehalten im Vergleich zu den o.g. Anlagen. Als Ursache kann hier ein atmosphärischer Einfluß aus dem angrenzenden Stadtstrukturtyp angesehen werden. Diese Aussage wird bestätigt durch die geringe Schwermetallaufnahme aus dem Boden (geringe Transferfaktoren).

KGA-Nr. 7- "Küttener Weg"

Tabelle 6.2-29: Durchschnittliche Gemüse-Schwermetallgehalte (mg/kg FG) in der KGA „Küttener Weg“

	Garten-Nr.	Cd	Cu	Ni	Pb	Zn
Kohlrabiknollen	49a	0,06	0,20	2,30	0,51	2,66
	58	0,10	0,20	1,16	0,45	1,98
	253	0,05	0,20	11,21	1,71	19,49
	Mittelwert	0,07	0,20	4,89	0,89	8,04
	RSD%	37,80	0,00	112,5	79,86	123,3
Porreeknollen	49a	0,15	4,62	2,22	2,52	39,31
	58	0,42	1,38	1,14	nm.	21,35
	253	0,16	0,69	0,96	1,28	34,95
	Mittelwert	0,24	2,23	1,44	1,90	31,87
	RSD%	63,36	93,98	47,24	46,39	29,40
Sellerieknollen	49a	0,01	0,33	0,14	0,22	4,63
	58	0,30	0,14	0,14	0,06	1,63
	253	0,10	0,13	0,19	0,06	1,69
	Mittelwert	0,13	0,20	0,16	0,11	2,65
	RSD%	111,37	55,96	17,54	82,82	64,87
Porreeblätter	49a	0,22	4,26	1,01	2,03	32,54
	58	0,35	0,50	0,66	1,28	18,05
	253	0,17	1,63	2,24	1,86	33,62
	Mittelwert	0,25	2,13	1,31	1,73	28,07
	RSD%	39,22	90,79	63,61	22,85	30,97

Sellerieblätter	49a	0,88	1,30	1,75	0,63	58,91
	58	0,18	1,13	1,22	2,86	91,04
	253	0,49	0,42	2,01	0,32	27,20
	Mittelwert	0,52	0,95	1,66	1,27	59,05
	RSD%	67,69	49,08	24,03	109	54,05

Wie bei den Bodenproben sind auch bei den 78 untersuchten Gemüsepflanzen Schwermetallgehalte bestimmt worden, die über den BGA-Richtwerten (Grenzwertüberschreitung bei 23% der Werte) liegen. Für Cd liegt eine dreifache Grenzwertüberschreitung ($\bar{x} = 0,38$ mg/kg in den Blättern) vor und bei Pb eine zweifache Grenzwertüberschreitung in den Blättern. So wird hier ein deutlicher Zusammenhang zwischen dem Gesamtschwermetallgehalt, dem pflanzenverfügbaren Gehalt und dem Pflanzengehalt nachweisbar. Die ermittelten Transferfaktoren (Max. bei 0,24) zeigen, daß es aus dem Boden keine nennenswerte Schwermetallaufnahme erfolgt. Ursache der Belastung der Pflanzen ist mehr atmosphärisch bedingt.

KGA-Nr. 8 "Kanenaer Weg"

Tabelle 6.2-30: Durchschnittliche Gemüse-Schwermetallgehalte (mg/kg FG) in der KGA „Kanenaer Weg“

	Garten-Nr.	Cd	Cu	Ni	Pb	Zn
Kohlrabiknollen	57	0,01	0,50	7,67	0,08	1,92
	22	0,00	0,60	16,79	0,66	2,76
	111	0,00	0,20	5,56	0,78	2,12
	Mittelwert	0,00	0,43	10,01	0,51	2,27
	RSD%	0,00	48,04	59,65	73,88	19,36
Porreeknollen	57	0,11	4,17	2,44	1,86	39,27
	22	0,41	5,48	1,76	1,47	35,22
	111	0,15	1,78	0,88	1,49	22,37
	Mittelwert	0,22	3,81	1,69	1,61	32,29
	RSD%	74,58	49,29	46,15	13,82	27,33
Sellerieknollen	57	0,05	0,34	0,19	0,06	1,58
	22	0,12	0,12	0,17	0,05	1,12
	111	0,10	0,08	0,12	0,09	1,81
	Mittelwert	0,09	0,18	0,16	0,06	1,50
	RSD%	41,99	77,78	20,41	31,90	23,34
Porreeblätter	57	0,45	5,52	2,21	0,00	46,06
	22	0,15	4,27	0,61	1,54	27,87
	111	0,05	3,94	1,90	1,74	30,46
	Mittelwert	0,22	4,58	1,57	1,09	34,80
	RSD%	93,89	18,16	54,22	87,07	28,27
Sellerieblätter	57	0,14	0,37	1,71	0,42	14,76
	22	0,79	0,59	1,14	0,70	25,22
	111	0,50	2,73	4,90	0,85	113,91
	Mittelwert	0,48	1,23	2,58	0,66	51,30
	RSD%	69,04	105,85	78,40	33,44	106,20

Besonders markant für die Anlage "Kanenaer Weg" ist die Tatsache, daß die Schwermetallgehalte der Gemüsepflanzen gleiche Größenordnungen für die Blätter und Knollen aufweisen. 19% der Werte weisen grenzwertüberschreitende Konzentrationen auf. Im Gegenteil zu den o.g. Anlagen scheint hier die Aufnahme der Schwermetalle durch die Pflanzen so hoch zu sein, daß eine gleichmäßige Verteilung in den Pflanzenteile (Blätter und Knollen) erfolgt.

Da die ermittelten Transferfaktoren sehr gering sind, ist die Aufnahme aus dem Boden zu vernachlässigen.

KGA-Nr. 9 "Passendorfer Damm"

Tabelle 6.2-31: Durchschnittliche Gemüse-Schwermetallgehalte (mg/kg FG) in der KGA „Passendorfer Damm“

	Garten-Nr.	Cd	Cu	Ni	Pb	Zn
Kohlrabiknollen	40	0,04	0,60	11,75	0,78	2,58
	77	0,02	0,90	1,43	0,74	14,81
	115	0,00	0,90	14,95	0,06	2,15
	Mittelwert	0,02	0,80	9,38	0,53	6,51
	RSD%	100,0	21,65	75,35	76,83	110,36
Porreeknollen	40	nb.	3,05	1,00	1,04	15,50
	77	0,14	3,45	0,90	0,75	15,63
	115	0,09	3,83	1,04	1,47	24,82
	Mittelwert	0,12	3,44	0,98	1,08	18,65
	RSD%	28,39	11,28	7,54	33,41	28,64
Sellerieknollen	40	0,11	0,25	0,16	0,05	1,35
	77	0,06	0,27	0,64	nb.	2,16
	115	0,07	0,17	0,20	0,07	0,89
	Mittelwert	0,08	0,23	0,33	0,06	1,47
	RSD%	33,40	23,27	80,30	22,17	43,73
Porreeblätter	40	0,23	3,63	0,92	0,53	16,81
	77	0,07	3,54	1,37	nm.	15,43
	115,00	0,12	3,09	0,98	0,37	19,88
	Mittelwert	0,14	3,42	1,09	0,45	17,37
	RSD%	57,82	8,49	22,69	24,43	13,09
Sellerieblätter	40	0,14	0,37	1,71	0,42	14,76
	77	0,79	0,59	1,14	0,70	25,22
	115	0,50	2,73	4,90	0,85	113,91
	Mittelwert	0,48	1,23	2,58	0,66	51,30
	RSD%	69,04	105,85	78,40	33,44	106,20

Von den 78 untersuchten Pflanzenteile weisen 15,4% der Meßwerten ein Überschreitung der BGA-Richtwerte auf, wobei keine der Werte im phytotoxischen Bereich liegen. Die höchsten Werten wurden meistens in den Blättern bestimmt. Bei den Gemüseknollen weisen Kohlrabi und Porree die maximale Werte auf. Die maximale Transferfaktoren, die bei den Gemüseblättern bei Cd liegen und bei den Gemüseknollen bei Zn, zeigen kein extreme Schwermetallaufnahme aus

dem Boden. Der Schwermetalleintrag in den Pflanzen dieser Anlage kann somit nur nutzungsbedingt sein.

KGA-Nr. 10 "Sonne"

Tabelle 6.2-32: Durchschnittliche Gemüse-Schwermetallgehalte (mg/kg FG) in der KGA „Sonne“

	Garten-Nr.	Cd	Cu	Ni	Pb	Zn
Kohlrabiknollen	112	0,03	0,40	2,00	0,46	3,63
	81	0,05	0,50	7,26	0,32	3,61
	225	0,03	0,40	3,87	0,26	2,88
	Mittelwert	0,04	0,43	4,38	0,35	3,37
	RSD%	31,49	13,32	60,92	29,61	12,67
Porreeknollen	112	nn.	4,72	2,53	nn.	28,08
	81	0,41	4,43	2,09	1,70	35,93
	225	nn.	1,87	1,16	1,24	20,34
	Mittelwert	0,41	3,67	1,93	1,47	28,12
	RSD%	0,00	42,77	36,19	22,44	27,72
Sellerieknollen	112	0,12	0,19	0,13	0,01	1,51
	81	0,06	0,35	0,25	0,08	2,07
	225	0,11	0,20	0,17	0,04	1,49
	Mittelwert	0,10	0,25	0,18	0,04	1,69
	RSD%	30,80	36,34	32,44	67,39	19,43
Porreeblätter	112	0,23	4,08	1,53	2,09	35,73
	81	0,04	4,23	1,45	1,90	33,25
	225	0,12	2,33	5,48	3,52	17,88
	Mittelwert	0,13	3,55	2,82	2,51	28,96
	RSD%	74,57	29,84	81,77	35,34	33,40
Sellerieblätter	112	0,76	0,34	1,57	0,94	23,39
	81	0,34	0,86	1,43	0,90	26,04
	225	0,14	2,44	3,67	2,85	38,39
	Mittelwert	0,41	1,21	2,23	1,56	29,27
	RSD%	76,70	89,81	56,40	71,48	27,34

Betrachtet man die Ergebnisse der 78 Pflanzenproben, so weisen 11% der Werte eine Überschreitung der Richtwerte nach BGA auf, wobei 1,2% dieser Werte über dem Normalbereich liegen, keine jedoch im toxischen Bereich. Die oben festgestellte Pflanzenverfügbarkeit in diesen überwiegend lehmig sandigen Böden kann für Cd bestätigt werden. In den Gemüseknollen wurden im durchschnitt 0,6 mg/kg Cd gefunden, wobei die maximalen Wert in den Sellerieblättern bestimmt wurden.

KGA-Nr. 11 "Fuchsberg"

Tabelle 6.2-33: Durchschnittliche Gemüse-Schwermetallgehalte (mg/kg FG) in der KGA „Fuchsberg“

	Garten-Nr.	Cd	Cu	Ni	Pb	Zn
Kohlrabiknollen	75	0,02	0,30	19,23	0,48	4,64
	145	0,05	0,40	1,45	0,24	5,12
	275	0,05	0,80	1,53	0,44	6,61
	Mittelwert	0,04	0,50	7,40	0,39	5,46
	RSD%	43,75	52,92	138,40	33,45	18,78
Porreeknollen	75	0,11	2,30	1,09	2,15	29,39
	145	<i>nm.</i>	2,05	0,69	0,54	23,59
	Mittelwert	0,11	2,17	0,89	1,35	26,49
	RSD%	0,00	8,13	31,62	0,00	15,49
Sellerieknollen	75	0,09	0,19	0,19	0,11	1,74
	145	0,04	0,23	0,21	0,01	2,36
	Mittelwert	0,07	0,21	0,20	0,06	2,05
	RSD%	51,70	13,47	6,12	112,24	21,35
Porreeblätter	75	0,13	2,00	0,87	1,32	21,01
	145	<i>nm.</i>	2,97	1,05	1,33	19,75
	Mittelwert	0,13	2,49	0,96	1,33	20,38
	RSD%	0,00	27,64	12,67	0,00	4,37
Sellerieblätter	75	0,52	0,53	1,26	0,83	28,17
	145	0,46	0,42	1,46	0,63	15,34
	Mittelwert	0,49	0,48	1,36	0,73	21,76
	RSD%	8,71	16,19	10,32	19,91	41,72

In den Gemüseblättern liegen die untersuchten Elemente in grenzwertüberschreitenden Konzentrationen vor (bei 14% der Werte). Da die dazu ermittelten durchschnittlichen Transferfaktoren relativ gering sind (max. 0,3), kann aufgrund der günstigen topographische Lage dieser Anlage ihre Schwermetallbelastung auf nutzungsbedingte Ursachen (Düngung, Kompost) erklärt werden.

KGA-Nr. 12 "Freiimfelder Schloß"

Tabelle 6.2-34: Durchschnittliche Gemüse-Schwermetallgehalte (mg/kg FG) in der KGA „Freiimfelder Schloß“

	Garten-Nr.	Cd	Cu	Ni	Pb	Zn
Kohlrabiknollen	135	<i>nb.</i>	0,30	19,71	0,44	3,69
	175	<i>nb.</i>	0,60	10,08	0,47	3,17
	122	0,02	0,90	1,47	0,79	3,22
	Mittelwert	0,02	0,60	10,42	0,57	3,36
	RSD%	0,00	50,00	87,57	34,23	8,54

Sellerieknollen	135	0,08	0,17	0,18	0,01	2,62
	175	nb.	nb.	nb.	nb.	nb.
	122	0,04	0,17	0,08	0,06	1,29
	Mittelwert	0,06	0,17	0,13	0,04	1,95
	RSD%	46,62	0,00	51,82	91,12	47,89
Sellerieblätter	135	0,51	0,63	1,68	1,01	54,34
	175	0,62	1,20	1,63	0,78	56,00
	122	0,28	1,66	5,82	2,55	31,96
	Mittelwert	0,47	1,17	3,04	1,45	47,43
	RSD%	37,43	44,21	79,12	66,58	28,30

Die hohen Schwermetallgehalte in den Bodenproben dieser Anlage widerspiegeln die Gehalte dieser Elemente in den Gemüseknollen. In der Gesamtanlage werden in 10% der Proben eine Überschreitung der BGA-Richtwerte festgestellt, wobei Cd eine mittlere Konzentration von 0,47 mg/kg und Pb 1,45 mg/kg aufweist. Bei fast allen untersuchten Elemente ist ein Transfer Boden-Pflanze nachweisbar, welche jedoch im Normalbereich liegt. Die Schwermetallaufnahme der Pflanzen kann sowohl aus dem Boden als auch aus der Luft (Industrie/Bahnanlage) kommen.

KGA-Nr. 13 "Radeweller Straße"

Tabelle 6.2-35: Durchschnittliche Gemüse-Schwermetallgehalte (mg/kg FG) in der KGA „Radeweller Straße“

	Garten-Nr.	Cd	Cu	Ni	Pb	Zn
Kohlrabiknollen	12	0,01	0,30	9,36	nb.	2,58
	26	0,08	0,40	2,77	0,43	3,59
	54	0,00	0,50	4,30	0,33	2,00
	Mittelwert	0,03	0,40	5,48	0,38	2,72
	RSD%	145,30	25,00	62,98	18,61	29,55
Porreeknollen	12	0,04	1,60	1,25	0,05	23,56
	26	0,05	1,60	3,84	0,53	21,69
	54	nn.	1,95	0,97	0,26	23,27
	Mittelwert	0,05	1,77	2,41	0,40	22,48
	RSD%	0,00	13,91	84,47	0,00	4,97
Sellerieknollen	12	0,10	0,45	0,14	0,07	2,62
	26	0,14	0,16	0,22	0,04	1,86
	54	0,14	0,15	0,14	0,10	2,20
	Mittelwert	0,12	0,25	0,16	0,07	2,23
	RSD%	17,99	67,26	27,17	38,76	16,93
Porreeblätter	12	nb.	nb.	nb.	nb.	nb.
	26	0,01	3,57	2,08	nn.	29,23
	54	0,16	0,43	0,63	0,16	14,52
	Mittelwert	0,08	2,00	1,36	0,16	21,87
	RSD%	132,59	111,10	75,65	0,00	47,55

Sellerieblätter	12	0,49	0,64	2,32	0,70	38,22
	26	0,42	3,45	3,79	2,04	76,77
	54	0,43	0,59	1,66	0,61	22,30
	Mittelwert	0,44	1,56	2,6	1,1	45,76
	RSD%	8,43	104,9	42,16	71,62	61,2

Von den 57 untersuchten Gemüsepflanzen weisen 8,7% eine Grenzwertüberschreitung auf, wobei 1,7% davon über den Normalbereich liegen. Die o.g. pflanzenverfügbaren Werte werden hiermit bestätigt. Mit Cd-Gehalten von 0,44 mg/kg (Vierfaches des Richtwertes), Ni 2,59 mg/kg und Pb 1,12 mg/kg in den Gemüseblättern. Die durchschnittlichen Gehalte in den Knollen liegen meist im Normalbereich mit Ausnahme von Pb (0,66 mg/kg). Trotz der Lage dieser Anlage auf "Kippböden" zeigen die Werte keine extrem hohe Belastung im Vergleich zu den anderen Anlagen.

KGA-Nr. 14 "Pauluskirche"

Tabelle 6.2-36: Durchschnittliche Gemüse-Schwermetallgehalte (mg/kg FG) in der KGA „Pauluskirche“

	Garten-Nr.	Cd	Cu	Ni	Pb	Zn
Kohlrabiknollen	9	0,04	0,40	10,36	0,24	3,22
	27	0,01	0,80	3,08	0,54	1,97
	47	0,01	0,20	3,87	0,11	4,69
	Mittelwert	0,02	0,47	5,77	0,30	3,29
	RSD%	86,60	65,47	69,23	74,34	41,34
Porreeknollen	9	0,12	2,54	1,05	2,75	27,40
	27	0,07	2,72	1,34	0,53	20,15
	47	nn	1,27	0,94	1,66	18,96
	Mittelwert	0,10	2,18	1,11	1,65	22,17
	RSD%	0,00	36,16	18,63	67,26	20,61
Sellerieknollen	9	0,05	0,25	0,11	0,02	1,00
	27	0,06	0,05	0,15	0,03	0,84
	47	0,14	0,44	0,20	0,07	3,90
	Mittelwert	0,09	0,25	0,15	0,04	1,91
	RSD%	55,76	79,06	29,35	71,93	90,00
Porreeblätter	9	0,21	2,16	1,18	nn.	27,89
	27	nn.	8,44	3,46	2,52	58,14
	47	0,19	1,65	0,65	1,12	14,41
	Mittelwert	0,20	4,08	1,76	1,82	33,48
	RSD%	7,97	92,53	84,63	54,46	66,87
Sellerieblätter	9	0,35	0,27	1,42	0,53	27,21
	27	0,82	0,69	0,90	0,19	10,46
	47	0,46	0,80	1,85	0,71	36,79
	Mittelwert	0,54	0,59	1,39	0,48	24,82
	RSD%	45,08	48,21	33,99	55,47	53,70

In dieser Anlage wurden insgesamt 78 Pflanzenproben untersucht. Wie im Boden sind in auch im Medium Pflanzen grenzwertübertretenden Schwermetallkonzentrationen festzustellen (bei 15,3% der Werte). Der Durchschnittswert für Cd liegt bei 0,4 mg/kg (vierfache Grenzwertüberschreitung) und für Pb bei 1,01 mg/kg in den Gemüseblättern. Die übrigen Elemente liegen sowohl in den Blättern als auch in den Knollen im Normalbereich. Entsprechend der Lage im Stadtstrukturtyp "Altbaugelände" wird der luftbürtige Schwermetalleintrag in den Pflanzen dieser Anlage deutlich.

KGA-Nr. 15 "Dörlau"

Tabelle 6.2-37: Durchschnittliche Gemüse-Schwermetallgehalte (mg/kg FG) in der KGA „Dörlau“

	Garten-Nr.	Cd	Cu	Ni	Pb	Zn
Porreeknollen	45b	0,04	1,91	1,16	1,55	12,54
	100	nm.	3,59	1,22	nm.	30,61
	Mittelwert	0,04	2,75	1,19	1,55	21,57
	RSD%	0,00	43,23	3,94	0,00	59,22
Sellerieknollen	45b	0,16	0,10	0,15	0,05	1,38
	49	0,25	0,15	0,18	0,10	1,89
	100	0,22	0,65	0,19	0,12	2,63
	Mittelwert	0,21	0,30	0,17	0,09	1,97
	RSD%	22,67	101,38	11,52	39,00	31,81
Porreeblätter	45b	0,09	3,31	1,66	1,76	18,49
	100	0,22	2,53	3,68	1,17	21,21
	Mittelwert	0,15	2,92	2,67	1,47	19,85
	RSD%	63,40	18,99	53,55	0,00	9,68
Sellerieblätter	45b	0,47	0,32	1,16	0,59	13,11
	49	0,68	0,05	1,42	0,82	19,94
	100	0,38	0,95	1,66	0,48	20,89
	Mittelwert	0,51	0,44	1,41	0,63	17,98
	RSD%	30,18	104,66	17,64	27,20	23,62

Die Pflanzenschwermetallgehalte (0,37 mg/kg Cd), (1,92 mg/kg Ni) und (0,96 mg/kg Pb) in den Blättern stehen so im engen Zusammenhang mit diesen NH₄Cl-löslichen Metallgehalten. Die dominante Elemente in dieser Anlage sind Cu und Zn. Wie bei den anderen Anlagen sind überall große Abweichungen zwischen den drei Gärten zu verzeichnen (teilweise bis 100%). Außer bei Kohlrabiknollen sind die höchsten Gehalte in den Blättern bestimmt worden. Besonders auffällig ist., daß bei allen Elementen die höchsten Gehalte im Garten Nr. 100 bestimmt wurden. Mit diesen Schwermetallgehalten in den Pflanzenteile dieser KGA kann keine der Belastungspfade als dominant angesehen werden, vielmehr wird die these der unterschiedlichen Belastungsmuster gestützt.

Zusammenfassende Betrachtung

Die untersuchten Gemüsepflanzen (Kohlrabi, Porree und Sellerie) weisen eine recht deutliche Abstufung in den Metallgehalten auf. Dabei zeigen die in den Pflanzen ermittelten Schwermetallgehalten, daß die einzelnen Gemüsearten bezüglich der Aufnahme von Schwermetallen aus

Boden und Luft große artspezifische Unterschiede aufweisen. In der folgenden Tabelle sind die Mittelwerte einiger Gemüsepflanzen zusammenfassend dargestellt.

Tabelle 6.2-38: Statistische Kenngrößen von Schwermetallgehalten einiger der untersuchten Gemüsepflanzenteile in Halleschen Kleingärten 1993 [Angaben in mg/kg TG]

		Cd	Cr	Cu	Ni	Pb	Zn
Kohlrabi-	Min	nn	0,05	0,10	0,87	nn	0,81
knollen	Max	0,10	1,10	1,10	19,71	1,71	19,49
N=45	\bar{x}	0,03	0,33	0,46	7,21	0,43	4,02
	RSD (%)	13,9	10,3	9,0	11,3	10,8	12,9

		Cd	Cr	Cu	Ni	Pb	Zn	Mn	Fe
Porree-	Min	nn	nn	0,43	0,61	nn	14	7	61
blätter	Max	0,45	0,13	8,44	23,52	3,52	58	134	391
N=34	\bar{x}	0,16	0,03	2,94	2,37	1,24	24	30	170
	RSD (%)	12,7	17,8	10,1	28,1	11,5	7,3	12,0	8,3

		Cd	Cr	Cu	Ni	Pb	Zn	Mn	Fe
Porree-	Min	nn	nn	0,69	0,58	nn	12	6	38
knollen	Max	0,42	0,12	5,48	3,84	2,75	39	64	190
N=34	\bar{x}	0,11	0,02	2,51	1,37	1,00	24	25	87
	RSD (%)	18,5	20,6	8,7	9,8	13,2	5,4	8,8	8,9

		Cd	Cr	Cu	Ni	Pb	Zn	Mn	Fe
Sellerie-	Min	0,08	0,00	0,05	0,90	0,19	10	7	79
blätter	Max	0,88	2,18	3,45	5,82	6,19	113	90	594
N=43	\bar{x}	0,47	0,62	0,99	2,01	1,10	34	53	244
	RSD (%)	44,7	80,2	89,8	52,5	95,0	66,2	34,5	47,6

		Cd	Cr	Cu	Ni	Pb	Zn	Mn	Fe
Sellerie-	Min	0,01	0,00	0,05	0,08	0,01	0,84	2	3
knollen	Max	0,30	0,24	0,65	0,64	0,22	4,63	11	67
N=43	\bar{x}	0,10	0,07	0,23	0,18	0,08	1,94	6	13
	RSD (%)	58,5	78,8	50,2	46,7	61,9	37,9	35,9	89,2

Hinsichtlich der Lebensmittelrichtwerte des Bundesgesundheitsamts (BGA 1994) sind in einigen Gärten teilweise Grenzwertüberschreitungen zu verzeichnen. Eine Gesundheitsgefährdung ist im allgemeinen bei Annahme des doppelten Grenzwertes jedoch auszuschließen, zumal sich die BGA-Richtwerte auf das Frischgewicht beziehen, die gemessenen Werte jedoch auf das deutlich niedrigere Trockengewicht.

In den Karten in Anlage 5 sind die Gehalte von Cadmium und Blei in den Gemüsepflanzen zusammengestellt (Grenzwertfaktoren). Dabei treten bei allen untersuchten Pflanzen die höchsten Schwermetallgehalte in den Blättern auf. Hierbei können die Metallgehalte in den Blättern bis zu

100% höher sein als in den Knollen. Besonders auffällig ist die Dominanz der Schwermetalle in den Gemüseblättern der Gärten der Stadtstrukturtypen Altbaugelände und Industriegebiet. Dies spiegelt gewissermaßen das Verteilungsmuster dieser Elemente im Oberboden der jeweiligen Gärten wider. Kohlefeuerung und Industrieabgase können als Ursachen angesehen werden. In Übereinstimmung mit den Ergebnissen anderer Untersuchungen (HARRES 1989; ZUMBROICH et al. 1994) erweisen sich Sellerie und Porree als am meisten belastet.

Die höchste Konzentration in den Pflanzenteilen erreicht Zink, gefolgt von Blei (!) und dann erst vom Kupfer und Cadmium (s. Anlage 5). Die Konzentrationen der Metalle innerhalb einer Gartenanlage streuen beträchtlich, teilweise um das 10-fache, wobei Blei und Zink recht gut miteinander korrelieren. Dieser Fakt unterstreicht die luftbürtige Herkunft dieser Elemente. Dabei ist die Abweichung innerhalb einer Anlage in Abhängigkeit von der Lage zur Straße und vermutlich auch von der individuellen Pflege größer als zwischen den einzelnen Kleingartenanlagen.

Auch bei den untersuchten Pflanzen ist die höchste Schwermetallkonzentration auf der rekultivierten Mülldeponie zu finden (Kleingartenanlage Nr. 7 "Küttener Weg"), keine dieser Schwermetallgehalte liegt jedoch im phytotoxischen Bereich.

Schwermetalltransfer Boden-Pflanze

Zur Beurteilung der ermittelten Transferfaktoren werden Vergleichsdaten herangezogen (Tab. 6.2-39). Grundlagen dafür sind die von Sauerbeck et al. veröffentlichten Werte (SAUERBECK & STYPEREK 1988; SAUERBECK & LÜBBEN 1991). Der Begriff "Normalbereich" bezieht sich auf Mittelwerte aus langjährigen Versuche mit verschiedenen Pflanzen, die Schwermetallgehalte über den phytotoxischen Bereich aufweisen.

Tabelle 6.2-39: "Normalbereich" der Transferfaktoren in Abhängigkeit von Element und Pflanzenart (SAUERBECK & STYPEREK 1988, SAUERBECK & LÜBBEN 1991)

	Cd	Cr	Cu	Ni	Pb	Zn
Porree	0,5 - 1,0	0,01 - 0,50	0,01 - 0,50	0,01 - 0,50	0,01 - 0,50	0,5 - 1,0
Knollensellerie	1,0 - 2,0	0,01 - 0,50	0,01 - 0,50	0,01 - 0,50	0,01 - 0,50	0,5 - 1,0
Blattsellerie	10 - 20	0,01 - 0,10	0,5 - 1,0	0,01 - 0,50	0,1 - 0,2	2,0 - 10

Bezüglich des Transfers Boden-Pflanze liegen einige der gemessenen Transferfaktoren über dem "normalen" Bereich, was aber durch die an diesen Standorten vergleichbar hohe Belastung erklärt werden kann. Größtenteils liegen die ermittelten Werte jedoch sowohl bei den Blättern als auch bei den Knollen im unteren "Normalbereich".

Es kann hier kein signifikanter Zusammenhang zwischen den Schwermetallgehalten in den Pflanzen und dem jeweiligen Oberboden nachgewiesen werden. Ein Vergleich der Karten (s. Anlage 5) bestätigt diese Aussage.

Tabelle 6.2-40: Transferfaktoren ausgewählter Gemüsepflanzen und -teile aus 39 Kleingärten in Halle (Herbst 1993)

		Cd	Cr	Cu	Ni	Pb	Zn
Porree- knollen	Min.	nn	0,000	0,024	0,019	0,002	0,081
	Max.	0,413	0,008	1,681	0,209	0,322	1,095
	\bar{x}	0,153	0,001	0,312	0,084	0,034	0,292
	RSD (%)	66	152	121	57	181	74
Porree- blätter	Min.	nn	0,000	0,013	0,029	0,000	0,066
	Max.	0,495	0,008	1,435	1,204	0,322	1,095
	\bar{x}	0,193	0,001	0,327	0,119	0,036	0,297
	RSD (%)	63	132	110	182	169	73
Sellerie- knollen	Min.	0,004	0,000	0,001	0,003	0,000	0,006
	Max.	1,580	0,146	0,848	0,312	0,108	1,350
	\bar{x}	0,152	0,007	0,066	0,028	0,008	0,094
	RSD (%)	165	348	247	225	282	284
Sellerie- blätter	Min.	nn	0,000	0,010	0,038	0,002	0,072
	Max.	1,580	0,146	0,848	0,714	0,305	1,350
	\bar{x}	0,577	0,030	0,137	0,133	0,032	0,379
	RSD (%)	57	103	143	88	161	71

Aus der obigen Tabelle kann festgehalten werden, daß die maximalen *Transferfaktoren* für Kupfer bei Porree-Knollen über dem "Normalwert" (Faktor 3) liegen und der Maximalwert für Nickel bei den Porree-Blätter über dem "Normalwert" (Faktor 2) liegt.

Bei den Sellerieknollen liegt der Maximalwert für Kupfer über dem "Normalwert" (Faktor 1,3), ebenso für Zink (Faktor 1,3). Bei den Sellerieblätter liegt der Maximalwert für Chrom über dem "Normalwert" (Faktor 1,4), ebenso für Nickel (Faktor 1,2) und Blei (Faktor 1,5).

Die relativ hohen Standardabweichungen von größtenteils über 100% spiegeln die unterschiedlich starken Belastungseinflüsse wider.

Die Werte lassen gleichzeitig erkennen, daß trotz neutraler bis schwach basischer pH-Werte Cadmium hohe Transferfaktoren aufweist. Dieser Cadmium-Transfer Boden-Pflanze korreliert vor allem sehr stark mit dem P₂O₅-Gehalt im Boden (98,2%). Es kann deshalb davon ausgegangen werden, daß die Cadmium-Belastung der Pflanzen sowohl luftbürtig als auch nutzungsbedingt (z.B. aus Phosphatdünger) ist, während die Blei-Belastung überwiegend auf atmogene Quellen zurückzuführen ist.

Insgesamt wird deutlich, daß unter dem Blickwinkel der unmittelbaren Belastungsursachen der Schwermetalltransfer Boden-Pflanzen gegenüber den direkten Schwermetallimmissionen auf bzw. in den Boden und Pflanze geringer zu bewerten ist.

Im allgemeinen lassen die Transferkoeffizienten Boden-Pflanze erkennen, daß eine Belastung der Anbauprodukte über den Pfad Boden-Pflanze geringer ist als über den Pfad Luft-Pflanze. Diese Aussage soll im folgenden Abschnitt deutlicher belegt werden.

6.2.8 Kontrollboden- / Grasdeposition 1993

Entsprechend der in Kapitel 4 erläuterten Methode zur Erfassung des atmosphären Schwermetalleintrages werden die Schwermetallgehalte der Grasproben und der exponierten Eemzeitböden bewertet. Dabei wird versucht, die im Eingangskapitel gestellte Frage zu beantworten, ob sich die Belastungspfade und -mechanismen durch die Indikatoren Gras und Eemböden erklären lassen.

Die Schwermetallgehalte in den Gräsern und Eemzeitböden sollen Aufschluß über die atmosphäre Belastung in einem definierten Zeitraum geben (hier eine Vegetationsperiode). Es wird überprüft, ob im Vergleich mit den Background-Werten eine Anreicherung in diesen beiden Medien über den Luftpfad pro Jahr abzuschätzen ist. Es ist davon auszugehen, daß die exponierten Eemzeit-Bodenproben keinerlei Kontamination durch die Gartenböden ausgesetzt war, damit kein falsches Bild entsteht.

Die durchschnittlichen Gesamtschwermetallgehalte in den exponierten Grasproben und in den Eemböden sind in Anlage 7 zu entnehmen. Die errechneten Schwermetallanreicherungsfaktoren (Verhältnis Schwermetallgehalt in exponierten Eemproben / Schwermetallgehalt in unbelasteten Eemproben) in den exponierten Eemböden und die Grenzwertfaktoren (Verhältnis Schwermetallgehalt in exponierten Grasprobe / Schwellenwert) der Schwermetalle in den Graskulturen der KGA sind in der Tabelle 6.2-41 aufgeführt.

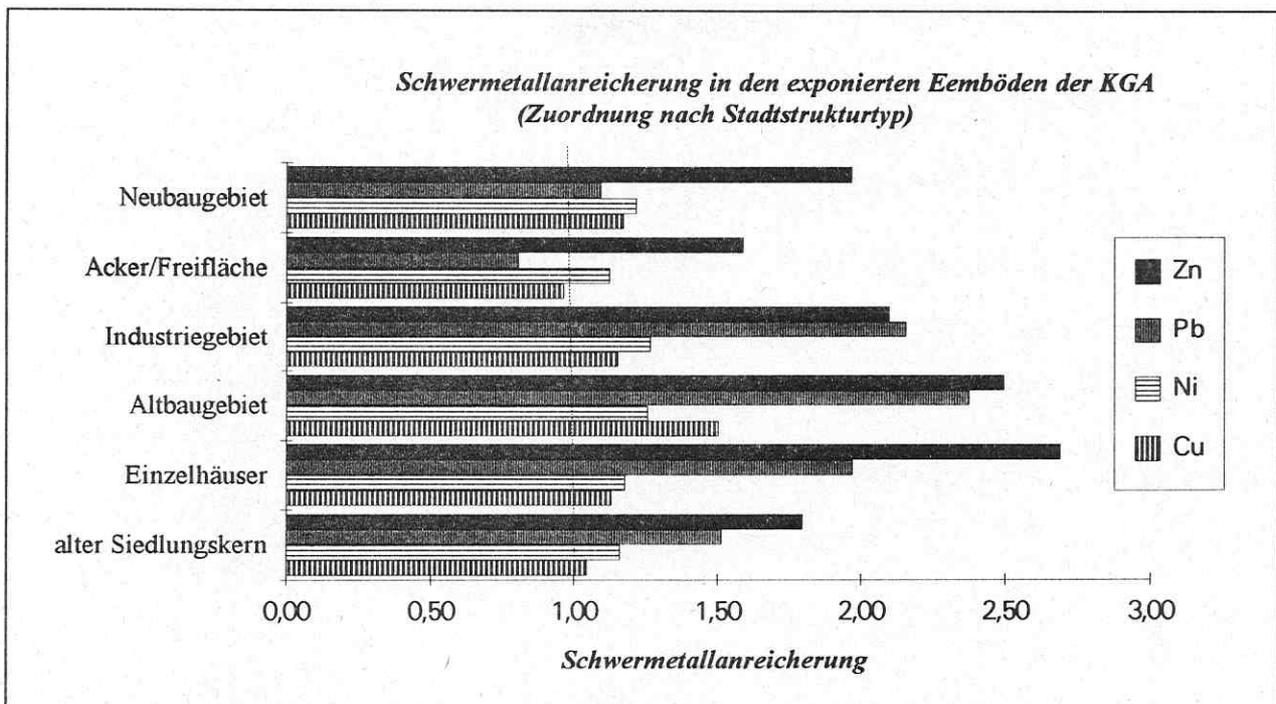
Diese Tabelle verdeutlicht, daß in allen Gärten Schwermetallanreicherungen in den untersuchten Medien festzustellen sind. Bei den Eemböden weisen 83% der Proben Anreicherungsfaktoren >1 auf. Bei den Grasproben überschreiten lediglich 52% der Proben den Schwellenwert. Die Abweichungen zwischen den einzelnen Gärten innerhalb einer Anlage liegen bei den Eemböden meist < 5% (außer bei Zink, teilweise > 50%) und bei Gras zwischen 10 und 80%. Im Gesamtschwermetallspektrum dominiert Zink gefolgt von Blei und Nickel. In den Eemproben schwanken die Anreicherungsfaktoren für Blei zwischen 1,3 und 3,7 und die von Zink zwischen 1,3 und 3,4. Die maximale Zink-Anreicherung (2,18) ist in den Gärten der Anlage "Habichtsfang" gemessen worden, die maximale Blei-Anreicherung in den Gärten der Anlage "Küttener Weg". Mit Anreicherungsfaktoren um ca. 1,2 ist die Nickelverteilung relativ homogen in allen Stadtstrukturtypen. Ein ähnliches Bild kann bei Kupfer beobachtet werden. Der atmosphäre Eintrag der Elemente Chrom und Kupfer (zwischen 1,0 und 1,4) kann mit den vorliegenden Befunden nahezu vernachlässigt werden. Es konnte keine nennenswerte Anreicherung in den Eemböden festgestellt werden und die ermittelten Konzentrationen in den Grasproben liegen im "Normalbereich". Die ermittelten Cadmium-Konzentrationen in den Eemböden lagen zum größten Teil unter der Nachweisgrenze.

Tabelle 6.2-41: Durchschnittliche Schwermetallanreicherungsfaktoren in exponierten Eemböden und Grenzwertfaktoren der Schwermetalle in Graskulturen der KGA

		Eemböden					Graskulturen		
		Cr	Cu	Ni	Pb	Zn	Cd	Pb	Zn
Saaletal	\bar{x}	1,14	1,17	1,22	1,33	1,84	<u>0,60</u>	1,71	1,38
	RSD (%)	1,3	1,5	2,8	7,8	27,1	0,0	0,0	0,0
Habichtsfang	\bar{x}	1,11	1,15	1,23	2,50	3,36	1,19	1,89	2,18
	RSD (%)	0,8	2,8	3,0	18,9	111,9	18,0	49,0	54,0
Paul-Riebeck-Stift	\bar{x}	1,01	2,05	1,39	3,72	3,33	<u>0,58</u>	<u>0,78</u>	<u>0,93</u>
	RSD (%)	1,0	2,8	3,0	23,7	57,3	76,0	96,0	14,0
Dieselstraße	\bar{x}	1,41	1,19	1,25	<u>0,75</u>	2,12	<u>0,11</u>	<u>0,58</u>	<u>0,48</u>
	RSD (%)	0,1	1,5	0,0	4,4	5,9	0,0	92,0	40,0
Osendorfer Hain	\bar{x}	<u>0,93</u>	<u>0,88</u>	1,20	0,64	1,27	<u>0,88</u>	<u>0,93</u>	1,56
	RSD (%)	1,3	<u>0,8</u>	0,8	1,7	7,0	117,0	51,0	61,0
Oppiner Weg	\bar{x}	1,12	1,01	1,25	2,87	1,65	<u>0,57</u>	1,60	<u>0,56</u>
	RSD (%)	0,1	1,3	0,1	24,5	3,0	78,0	45,0	1,0
Küttener Weg	\bar{x}	1,68	1,44	1,20	1,76	2,67	1,95	4,60	1,61
	RSD (%)	9,4	6,7	1,0	13,6	65,6	113,0	89,0	43,0
Kanenaer Weg	\bar{x}	1,24	1,26	1,31	2,86	2,53	1,10	3,33	1,60
	RSD (%)	0,8	1,7	1,4	29,7	75,0	74,0	74,0	51,0
Passendorfer Damm	\bar{x}	1,32	1,14	1,31	<u>0,81</u>	1,74	1,23	<u>0,90</u>	<u>0,78</u>
	RSD (%)	0,5	2,3	2,8	2,5	9,6	81,0	21,0	46,0
Sonne	\bar{x}	1,13	<u>0,94</u>	1,15	<u>0,72</u>	1,49	1,71	2,50	<u>0,88</u>
	RSD (%)	3,9	0,9	1,5	1,4	5,8	17,0	33,0	37,0
Fuchsberg	\bar{x}	<u>0,97</u>	1,11	1,13	1,45	2,02	<u>0,83</u>	2,39	1,13
	RSD(%)	5,6	1,0	4,5	12,0	33,1	51,0	27,0	54,0
Radeweller Straße	\bar{x}	1,07	1,05	1,05	<u>0,98</u>	1,91	1,30	1,82	<u>0,66</u>
	RSD(%)	3,8	0,3	1,3	2,6	6,8	14,0	61,0	47,0
Pauluskirche	\bar{x}	1,09	<u>0,97</u>	1,13	1,03	1,66	2,24	<u>0,89</u>	1,27
	RSD(%)	1,3	0,3	0,2	1,4	7,3	10,0	128,0	50,0
Dörlau	\bar{x}	<u>0,90</u>	<u>0,93</u>	1,10	1,71	1,76	1,26	<u>0,44</u>	<u>0,36</u>
	RSD(%)	0,8	1,0	2,5	2,8	3,4	31,0	76,0	52,0
unbelastete Eemprobe	\bar{x}	16,3	8,83	13,70	8,13	42,60	0,35*	3,4*	112*
	RSD(%)	4,5	1,9	3	5,3	3,4			

Die Frage der Zuordnung der Kleingärten nach den Stadtstrukturtypen sollte auch mit diesen Ergebnissen näher überprüft werden. In der folgenden Abbildung sind die Schwermetallanreicherungsfaktoren der Eembodenproben in den 6 Stadtstrukturtypen zusammengestellt.

Abbildung 6.2-4: Schwermetallanreicherung in den exponierten Kontrollböden im Vergleich mit dem Stadtstrukturtyp



Im Unterschied zu den Grasproben zeigen die errechneten Anreicherungsfaktoren höhere Zink- und Blei-Gehalte in folgender Reihenfolge:

- Blei: Altbaugbiet > Industriegebiet/Bahnanlage > Einzelhäuser > alter Siedlungskern > Neubaugebiet > Acker/Freifläche
- Zink: Einzelhäuser > Altbaugbiet > Industriegebiet/Bahnanlage > Neubaugebiet > alter Siedlungskern > Acker/Freifläche

Aus diesem Schwermetallspektrum läßt sich lediglich für Blei ein Zusammenhang zu den Stadtstrukturtypen nachweisen. Dabei sind die höchsten Gehalte in den Stadtstrukturtypen Altbaugbiet, Industriegebiet/Bahnanlage und Einzelhäuser (Braunkohlefeuerung und/ oder Kfz-Verkehr) nachzuweisen. Ausnahme in diesem Zusammenhang sind die Befunde in den KGA "Habichtsfang" (Einzelhäuser, 30jährige Nutzung), "Dieselstraße" (Industriegebiet/Bahnanlage, 40jährige Nutzung) und „Küttener Weg“ (Neubaugebiet, alte Deponiefläche).

Als Grund der Dominanz der Zink-Gehalte kommt außerdem ein nutzungsbedingter Eintrag in den Gärten in Frage. Über die Hälfte der Gärtner in der KGA "Habichtsfang" gaben an, aus Zinktonnen ihr Gießwasser zu beziehen.

Eine zusammenfassende Betrachtung der Ergebnisse der Schwermetallgehalte der exponierten Eemzeitbodenproben und die darauf aufgebrachtten Grasproben verdeutlichen, daß in diesen beiden Medien in allen Stadtstrukturtypen eine Schwermetallanreicherung nachgewiesen werden kann. Am besten eignen sich als Indikator für den Emissions-/Immissionseintrag von Schwermetallen die Eemzeitböden. Die Graskulturen sind noch zu sehr nutzungsbedingt (Zink im Gießwasser) beeinflusst. Die hohen Abweichungen zwischen den einzelnen Gärten innerhalb einer Anlage deuten auf Einflüsse der unterschiedlichen individuellen Pflegemaßnahmen hin.

6.2.9 Synthese der Schwermetallbelastungsmuster und -pfade 1992/93

Im Rahmen dieses Untersuchungszeitraumes wurden 222 Boden- und 1046 Pflanzenproben (Gemüseblätter, Knollen und Graskulturen) aus 15 ausgewählten Kleingartenanlagen (45 Gärten) nach ihren Gehalten an Schwermetallen (Cadmium, Kupfer, Chrom, Blei, Nickel, Eisen, Mangan und Zink) und dem Element Aluminium sowie den Nährstoffen Kalzium, Kalium, Natrium, Magnesium, Phosphat, Sulfat und Chlorid untersucht

Ein Hauptziel des Projektes ist zu klären, welche der in der Stadt Halle existierenden Belastungspfade und -mechanismen dominant für die Belastung der Kleingartenanlagen mit Schwermetallen sind und ob sich diese Belastungspfade und -mechanismen durch verschiedene Bodenaufschlußmethoden und/oder durch die Indikatoren Gras und Eemboden erklären lassen. Außerdem soll untersucht werden, ob sich durch eine Zuordnung der Kleingartenanlagen zu den sie umgebenden Stadtstrukturtypen eine sinnvolle Vorhersage der möglichen Belastung durch Schwermetalle durchführen läßt.

Die Untersuchung der Gemüsepflanzen soll Aussagen über den Schwermetalltransfer Boden-Pflanze ermöglichen. Mit der Einbeziehung der Indikatoren Graskultur und unbelasteter Eemzeitboden soll eine Methode zur zeitlichen Abschätzung (eine Vegetationsperiode) von emissionsbedingten Belastungsmustern urbaner Kleingartenanlagen erarbeitet werden. Dazu wurden Anreicherungs-faktoren für die Eemböden und Transferfaktoren für die Grasproben errechnet sowie die Ergebnisse der Grasproben mit denen der Gemüseblätter verglichen.

Zur Analyse der Bodenproben wurden vier verschiedene Extraktionsverfahren angewendet, um neben dem Gesamtschwermetallgehalt den pflanzenverfügbaren Anteil und die Kationenaustauschkapazität zu bestimmen. Gleichzeitig soll durch eine Gegenüberstellung der Extraktionsmethoden für die pflanzenverfügbaren Anteile herausgefunden werden, ob es eine Methode gibt, die bei allen untersuchten Elemente in Gartenböden gleich gute Ergebnisse liefert.

Für alle untersuchten Kleingartenanlagen ergibt sich eine Tiefenverteilung der untersuchten Schwermetalle, die von dem in der Literatur bekannten vertikalen Verteilungsmuster nicht bearbeiteter kontaminierter Bodenprofile abweicht (FILIPINSKI 1989, ZIERDT 1991). Das Maximum der Belastung (die höchste Toxizitätsstufe) ist an der Grenze des durch die Bearbeitung determinierten Bodenhorizontes (Spatenhorizont) lokalisiert, woraus abgeleitet werden kann, daß die gärtnerische Nutzung eine Verlagerung der Schwermetalle in den Unterboden bewirkt.

Die Schwermetallbelastung der beprobten Kleingärten liegt überwiegend unterhalb der vorhandenen Grenzwerte (KLOKE 1989; MUN 1992). Grenzwertüberschreitungen in bezug auf die Empfehlungen der *Sachsen-Anhalt-Liste* treten nur in ca. 3% der Proben auf, wobei keiner dieser Werte die Sanierungsschwelle der jeweiligen Elemente erreicht hat.

Im Schwermetallspektrum dominieren die stadttypischen Indikatoren Blei (Kraftverkehr, Aufschüttungs- bzw. Deponieflächen) und Zink (Braunkohleheizung). Betrachtet man die einzelnen Schwermetalle in bezug auf die Stadtstrukturtypen, sind die Elemente Zink und Cadmium dominant in Industrie- und Altbaugebieten (Kohlekraftwerk bzw. Kohleheizung). Die maximalen Kupfer-Gehalte sind in den Industriegebieten zu finden. Hier sind neben den Industrieabgasen auch Ursachen nutzungsbedingter Art (Dünger, Pflanzenschutzmittel) zu beachten.

Angesichts der Umfrageergebnisse über Pflegemaßnahmen der Gärtner können erhöhte Blei-, Cadmium- und Kupfer-Gehalte auch auf die (frühere) Applikation von Pflanzenschutzmitteln,

Insektiziden oder anderen Bodenverbesserungsmitteln (z.B. Kompost, Ofenasche, Ruß, Bauschutt) zurückgeführt werden.

Bei einem Vergleich der Schwermetallgehalte im Bearbeitungshorizont der Gärten mit Untersuchungen von HÖKE (1994) wird deutlich, daß anders als zuerst angenommen, die Schwermetallgehalte von Gartenböden nicht in jedem Fall höher sind als die der benachbart liegender, d.h. ähnlicher Immissionswirkung ausgesetzter, Standorte.

Die verwendeten Gemüsearten weisen bezüglich der Aufnahme von Schwermetallen aus Boden und Luft große artspezifische Unterschiede auf. Hinsichtlich der Lebensmittelrichtwerte des Bundesgesundheitsamtes (BGA 1994) wurden in einigen Gärten teilweise Grenzwertüberschreitungen in den Gemüsepflanzen gefunden. Durch hauptsächlich atmogenen Eintrag treten bei allen untersuchten Pflanzen die höchsten Schwermetallgehalte in den Blättern auf. Allgemein erweisen sich Sellerie und Porree als am meisten belastet.

Die ermittelten Transferkoeffizienten zeigen ebenfalls, daß substratbedingte Belastungseinflüsse überwiegend eine untergeordnete Rolle spielen. Eine Kontamination der bisher untersuchten Pflanzen über den Pfad Boden/Pflanze ist zu vernachlässigen. Vielmehr spielen atmogene Immissionseinträge die entscheidende Rolle.

Die Ergebnisse der Schwermetallgehalte der exponierten Eemzeitbodenproben und die darauf aufgetragenen Grasproben verdeutlichen, daß in diesen beiden Medien in allen Stadtstrukturtypen eine Schwermetallanreicherung nachgewiesen werden kann. Bei den Eemböden weisen 83% der Proben Anreicherungsfaktoren >1 auf. Bei den Grasproben überschreiten lediglich 52% der Proben den Schwellenwert. Die Abweichungen zwischen den einzelnen Gärten innerhalb einer Anlage liegen bei den Eemböden meist $<5\%$ (außer bei Zink, teilweise $>50\%$) und bei Gras zwischen 10 und 80%. Im Gesamtschwermetallspektrum dominiert Zink gefolgt von Blei und Nickel. In den Eemböden konnten im Verhältnis zu den ursprünglichen nicht belasteten Proben Anreicherungen zwischen 1,3 und 3,7 für Blei (Kraftverkehr, Braunkohleheizung) und 1,27 und 3,3 für Zink festgestellt werden (s. Anlage 7).

Die Grasproben ergeben Schwermetallkonzentrationen, die mit den Werten in den Gemüseblättern keinen deutlichen Zusammenhang ergeben. In ihrer Verteilung im Gesamtuntersuchungsgebiet verdeutlichen sie jedoch, daß Zink sowohl durch den atmogenen Pfad als auch durch die Nutzung (Zinktonnen) in die Gärten gelangt, während die Elemente Blei, Cadmium und Nickel überwiegend aus den Emittenten der benachbarten Stadtstrukturtypen stammen dürften.

Berücksichtigt man durch Subtraktion der Grasbelastungswerte von den Blattwerten den Einfluß des Emissions-/Immissionsgeschehens auf die Pflanzen, so ist die Schwermetallaufnahme der Pflanzen zumindest in den Blättern durch den Boden in den meisten Fällen vernachlässigbar.

Somit kann die Einbeziehung solcher kostengünstiger Indikatoren wie Eemböden und Graskulturen als geeignete Methode zur differenzierten Abschätzung der Schwermetallbelastung (Emission-/ Immissionspfad) urbaner Kleingartenanlagen gelten. Allerdings eignen sich Eemzeitböden besser als Graskulturen, da diese noch zu sehr nutzungsbedingt (Zink im Gießwasser) beeinflusst sind. Die hohen Abweichungen zwischen den einzelnen Gärten innerhalb einer Anlage deuten auf Einflüsse der unterschiedlichen Pflegemaßnahmen hin. Mit diesen Ergebnisse wird auch ersichtlich, daß die untersuchten Schwermetalle insgesamt keinen eindeutigen Zusammenhang zu den Stadtstrukturtypen zeigen.

Die ermittelten pflanzenverfügbaren (CaCl_2 -, NH_4Cl - bzw. H_2O - lösbaren) Schwermetallanteile liegen überwiegend im Bereich der zulässigen Grenzwerte [vgl. Richtwerte der *Schweizer-Verordnung* (GRENZWERTE 1994)]. Die hier verwendeten Extraktionsmethoden zur Erfassung der pflanzenverfügbaren Schwermetalle zeigen elementspezifische Unterschiede.

Die Extraktion der Gartenböden mit 0,1 M CaCl_2 -Lösung für Cadmium zeigt eine ähnlich hohe Effizienz wie die Extraktion mit 0,5 M NH_4Cl . In 11 der 15 Kleingartenanlagen zeigen die NH_4Cl - und CaCl_2 -lösbaren Cadmium-Gehalte in den unterschiedlichen Gartenböden einen signifikanten Zusammenhang zu den Gehalten in den Gemüseknollen (Mittelwerte von Kohlrabi-, Porree- und Sellerieknollen). Aus den Ergebnissen dieser Extraktionsversuche zur Abschätzung der pflanzenverfügbaren Schwermetallanteile und somit des Gefahrenpotentials dieser Elemente, läßt sich folgendes Bild ableiten:

- Das Element Cadmium zeigt eine ähnlich hohe Löslichkeitsform in NH_4Cl - und in CaCl_2 -Lösung.
- Die Elemente Kupfer und Zink zeigen eine bessere Löslichkeit mit NH_4Cl .
- Die Frage eines einheitlichen Lösungsmittels für alle untersuchten Elemente kann nicht eindeutig beantwortet werden.
- Für die Bestimmung der austauschbaren Anteile an "stadtypischen Elementen" (Cadmium, Blei, und Zink) sollte der NH_4Cl -Auszug bevorzugt werden, weil dieser auch für die KAK-Bestimmung am besten geeignet ist.
- Die aktuellen Eigenschaften der untersuchten Gartenböden bewirken eine hohe Fixierung der Schwermetalle. Als Ursache sind vor allem die hohen pH-Werte und die hohen Gehalte an organischer Substanz zu nennen.

Diese Ergebnisse der Untersuchungen zu Bestimmung der aktuell pflanzenverfügbaren und/oder austauschbaren Schwermetalle lassen erkennen, daß die Schwermetallgehalte der Gemüsepflanzen meistens höher liegen als der Anteil, der im Boden austauschbar vorliegt. Da die analysierten Schwermetalle sich durch geringe Transferfaktoren und geringe Gesamtgehalte in den Pflanzen auszeichnen, kommt als Ursache der Schwermetallführung überwiegend der atmosphärische Eintrag in Frage. Bei den Elementen Kupfer und Zink kann zusätzlich zum atmosphärischen initiierten Schwermetalleintrag in Gartenböden auch ein nutzungsbedingter Eintrag (Dünger und Pflegemaßnahmen) angenommen werden.

Die grundsätzliche Frage der räumlichen Übertragung dieser Ergebnisse muß differenziert beantwortet werden. Da städtische Böden im allgemeinen und Gartenböden im besonderen schon auf kürzeste Entfernung in vielen verschiedenen Parametern variieren können, sind Extrapolationen der Meßwerte grundsätzlich nicht möglich. Die anthropogene Beeinflussung läßt generalisierende Aussagen nicht zu. Jedoch können einige sichtbar gemachte Prozesse und Strukturen sowie die verwendeten Methoden unter gleich definierten Voraussetzungen verallgemeinert werden. So ist z.B. die Übertragung der Abhängigkeit der Elemente Blei, Cadmium und Zink oder die Abhängigkeit von Stadtstrukturtypen auf andere, vergleichbare Städte durchaus möglich. Da sich der Emission-/Immissionspfad als die hauptsächliche Belastungsquelle bestätigt hat, ist auch hier in räumlich und strukturell ähnlichen Gebieten mit entsprechend modifizierter Belastung zu rechnen. Erkenntnisse der Pflanzen-"Belastung" können nicht unbedingt als modellhaft angesehen werden, jedoch bieten sie weitere Information über prinzipielle Aufnahmemöglichkeiten und -mechanismen der untersuchten Gemüsearten.

6.3 Untersuchungszeitraum 1994

Im Mai 1994 wurden in den 15 Kleingartenanlagen bzw. 45 Kleingärten der bereits in den Vorjahren untersuchten Standorte Oberbodenmischproben und Proben aus dem Spatenhorizont genommen. Nach Möglichkeit wurden die Proben unmittelbar neben der Profilgrube des Vorjahres entnommen. Damit sollte eine Vergleichbarkeit mit diesen Proben gewährleistet sein, um überhaupt signifikante Veränderungen beschreiben und bewerten zu können. Auf eine erneute Tiefenbeprobung, d.h. die Anlage eines Profils, wurde verzichtet, da mittels der Profile der Vorjahre die Tiefenfunktionen von Nähr- und Schadstoffen ausreichend und repräsentativ erfolgt sind. Zudem stand für den Untersuchungszeitraum 1994 der Transferpfad Boden-Pflanze im Mittelpunkt, wofür nur der für Gemüsepflanzen entscheidende Oberboden als Nähr- und Schadstoff-„quelle“ bedeutend ist. Die Abschätzung des Einflusses von tieferen Bodenhorizonten bzw. -schichten ist vorne diskutiert und stellt für einjährige Gemüsepflanzen eine nahezu vernachlässigbare Größenordnung dar. Vielmehr sind die für Pflanzen im Vegetationszyklus erreichbaren, also verfügbaren Nährstoffe (und Schadstoffe) von Bedeutung für Wachstum und Aufnahme. Da die Gärtner im Sommer entsprechend bewässern, ist eine „Tiefenbelastung“ durch ascendentes Bodenwasser im allgemeinen auszuschließen.

Um nachzuweisen, ob bei unterschiedlichen Pflanzenteilen eine differenzierte Schadstoffaufnahme erfolgt, wurden Möhren, Tomaten und Zwiebeln beprobt. Weiterhin wurden diese Pflanzen ausgewählt, da sie von der Vielzahl der Gärtner angebaut werden und somit für eine Probenahme „verfügbar“ waren. Im Unterschied zum Vorjahr wurden keine „einheitlichen“ Pflanzen zur Anzucht gebracht und den Kleingärtnern zur Verfügung gestellt. Vielmehr sollte die reale Variationsbreite der Pflanzen erfasst werden.

6.3.1 Boden-„Belastung“1994

Die „Belastung“ des Bodens soll an dieser Stelle methodisch mit den Schwermetall-Grenzwertfaktoren diskutiert werden, d.h. dem Quotient aus Meßwert und zulässigem Grenzwert (nach KLOKE 1980). Berücksichtigt werden dabei nur die untersuchten Oberbodenmischproben vom Mai 1994.

Ein Grenzwertfaktor über 1 bedeutet, daß der Grenzwert überschritten ist. Die Grenzwertfaktoren für die einzelnen Gärten sind in der nächstfolgenden Tabelle zusammengestellt. Diese zeigt deutlich, daß eine Grenzwertüberschreitung nur in wenigen Fällen festzustellen ist.

Der zugehörigen Abbildung 6.3-1 ist zu entnehmen, daß nur in vier Kleingartenanlagen Grenzwertüberschreitungen zu verzeichnen sind. Dies betrifft zum einen die Anlage 7 (Küttener Weg), die auf einem nachgewiesenen Altstandort lokalisiert ist für das Element Zink, sowie für die Anlagen 6 (Oppiner Weg), 8 (Kanenaer Weg) und 12 (Freiimfelder Schloß) jeweils für das Element Blei. Die Belastung der Kleingartenanlagen 8 und 12 ist dabei durch ihre Lage im Stadtstrukturtyp „Industriegebiet“ mit vielfältigen Emissionen und starkem KFZ-Verkehr zu erklären. In der Kleingartenanlage 6 - Oppiner Weg ist es nur ein Garten, der so hohe Werte aufweist, daß im Schnitt die ganze Anlage als belastet eingestuft wird (vgl. Tab. 6.3-1). Für alle anderen Kleingartenanlagen ist eine Überschreitung des elementspezifischen Grenzwertes nicht festzustellen. Dennoch ist zu erkennen, daß die Elemente Zink und Blei als relativ am höchsten belastet zu bezeichnen sind. Dies entspricht auch der Erwartung, daß diese stadttypischen Elemente in relativ höchsten Konzentrationen in der Schadstoff-Senke Boden zu finden sind.

Tabelle 6.3-1: Schwermetallgrenzwertfaktoren der 1994 beprobten Oberböden

Anlage	Garten	Grenzwertfaktoren (nach KLOKE 1980)			
		Cd	Cu	Pb	Zn
Saaletal (1)	38	0,40	0,21	0,42	0,75
	122	0,40	0,46	0,64	0,86
	101	0,26	0,19	0,31	0,34
Habichtsfang (2)	42	0,41	0,22	1,51	0,29
	8	0,25	0,16	0,37	0,32
	78	0,42	0,18	0,43	0,36
Paul-Riebeck-Stift (3)	22	0,46	0,30	1,48	0,60
	Acker	0,15	0,38	0,72	0,40
	278	0,12	0,39	0,72	0,53
Dieselstraße (4)	21	0,37	0,34	0,82	0,57
	113	0,23	0,43	0,55	0,37
	145	0,10	0,00	0,51	0,33
Osendorfer Hain (5)	1	0,12	0,12	0,14	0,11
	74	0,67	0,35	0,55	0,58
	59	0,47	0,25	0,43	0,34
Oppiner Straße (6)	74	0,33	0,30	0,65	0,90
	54	0,13	0,20	1,94	0,44
	5	0,50	0,38	0,81	0,94
Küttener Weg (7)	49a	0,68	0,35	0,59	1,23
	58	1,19	0,50	0,73	1,41
	253	0,44	0,20	0,63	1,03
Kanenaer Weg (8)	57	0,35	0,45	0,61	0,76
	22	0,57	0,49	1,83	1,01
Passendorfer Damm (9)	40	0,47	0,23	0,33	0,62
	115	0,58	0,23	0,22	0,35
	77	0,30	0,26	0,39	0,60
Sonne (10)	112	0,09	0,16	0,35	0,23
	81		0,29	0,38	0,67
	225	0,22	0,12	0,13	0,35
Am Fuchsberg (11)	75	0,30	0,26	0,69	0,42
	145	0,29	0,26	0,79	0,44
	277	0,23	0,40	0,63	0,42
Freiimfelder Schloß (12)	175	0,37	0,66	1,30	0,80
	135	0,46	0,44	1,06	0,71
	122	0,24	0,48	1,43	1,31
Radeweller Straße (13)	12	0,29	0,22	0,31	0,32
	54	0,32	0,21	0,36	0,65
	26	0,58	0,43	0,80	0,64
Pauluskirche (14)	9	0,42	0,28	0,53	0,72
	27	0,16	0,29	0,63	0,44
	47	0,29	0,24	0,61	0,87
Dölau (15)	45 b	0,14	0,15	1,26	0,27
	100	0,08	0,15	0,31	0,47
	456	0,19	0,18	0,34	0,45

Abbildung 6.3-1: Grenzwertfaktoren Oberboden 1994

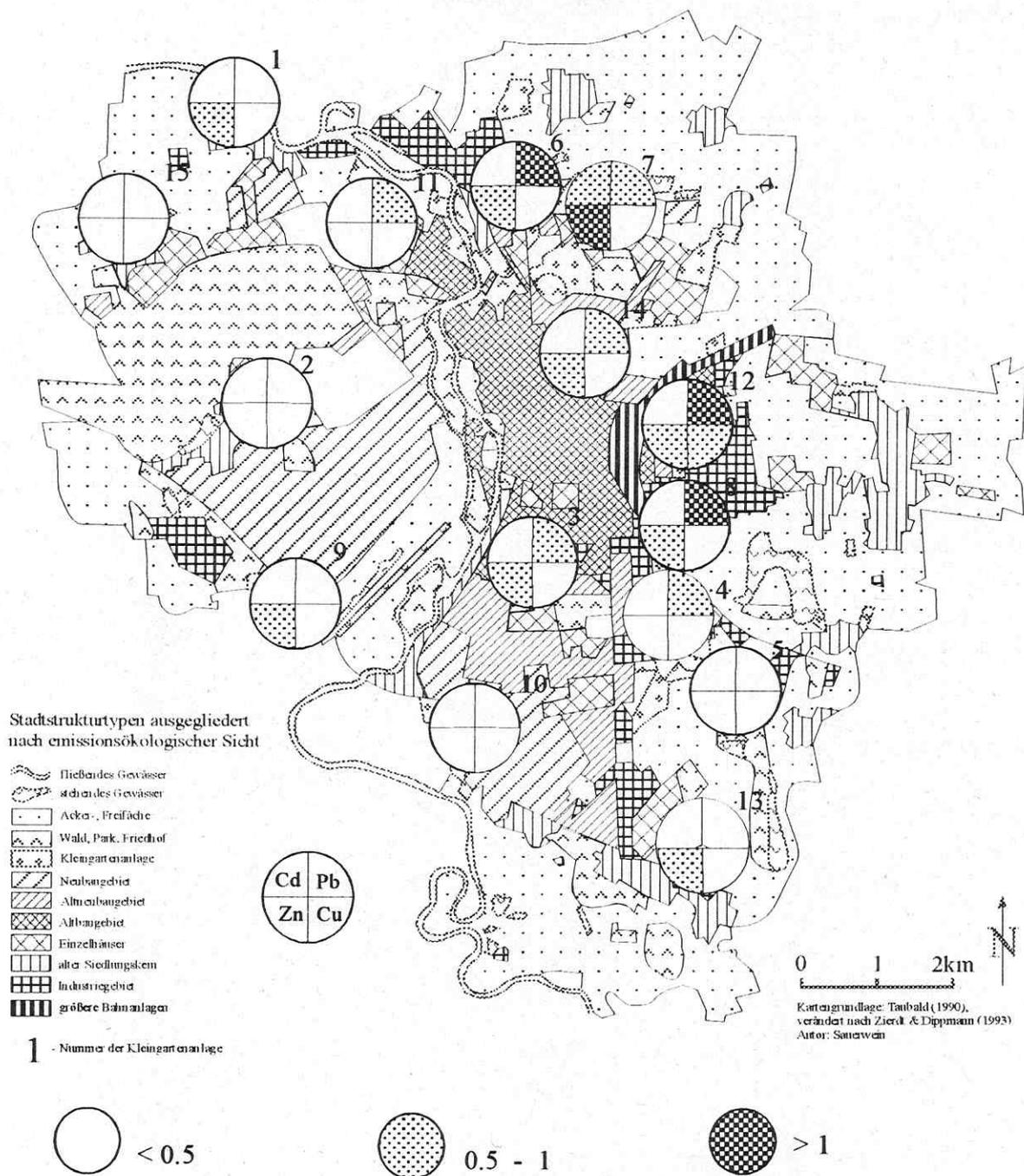
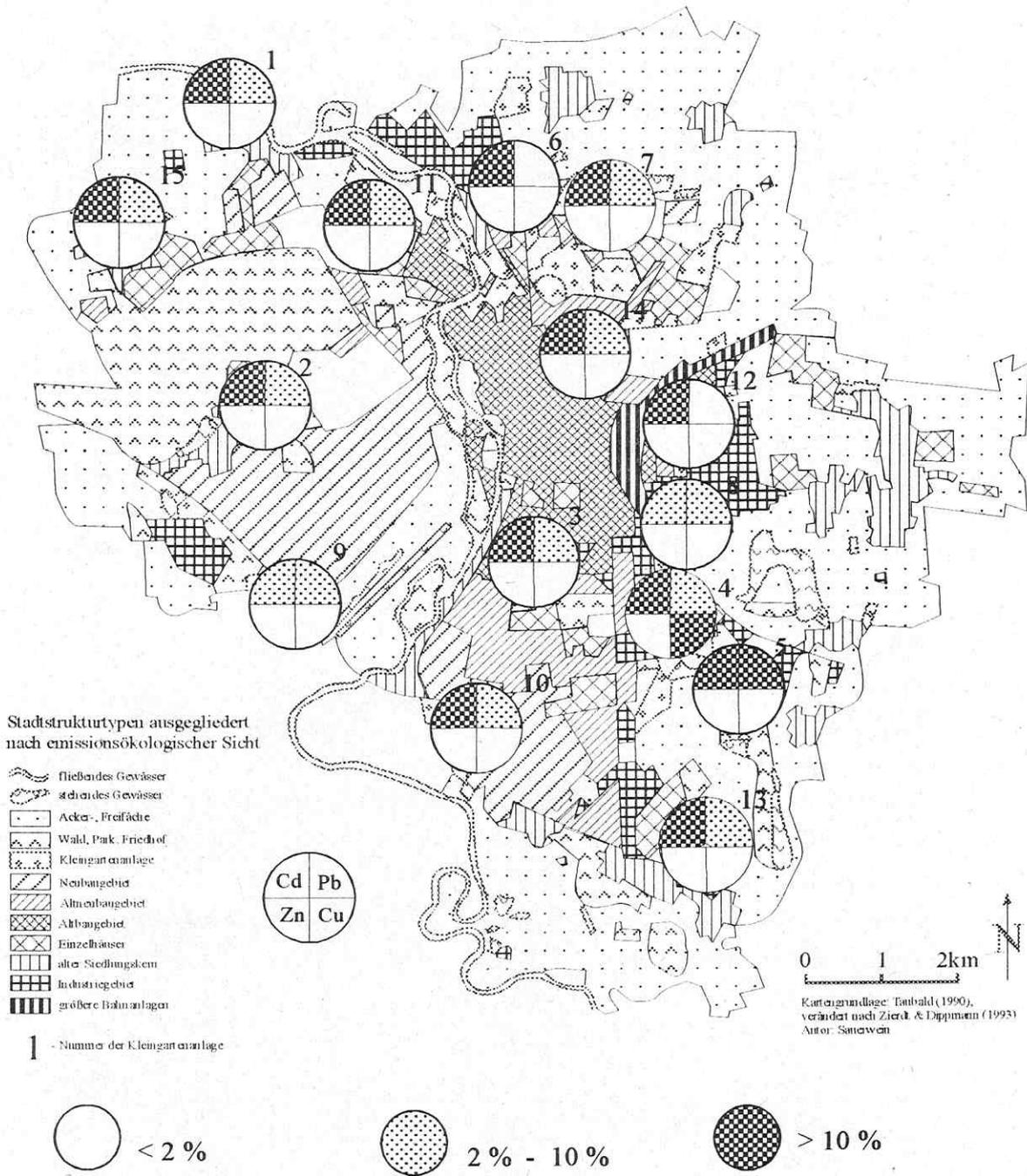


Abbildung 6.3-2: Pflanzenverfügbare Anteil (NH_4Cl) im Oberboden 1994



In obiger Abbildung ist der pflanzenverfügbare Schwermetallanteil (NH_4Cl -Ausfluß) im Oberboden (Beprobung Mai 1994) für die stadttypischen Elemente Cadmium, Blei, Zink und Kupfer dargestellt. Dabei zeigt sich, daß die Pflanzenverfügbarkeit für Zink und Kupfer am Gesamtgehalt gemessen mit unter 2% ökologisch zu vernachlässigen ist. Ebenso ist zu sehen, daß Cadmium das einzige Element ist, dessen pflanzenverfügbarer Anteil in 13 der 15 untersuchten Anlagen über 10% liegt. Für zukünftige Untersuchungen sollte also besonders auf dieses der hier gemessenen Elemente ein Augenmerk gerichtet sein. Die hohe Pflanzenverfügbarkeit ist unabhängig von Stadtstrukturtyp, Ausgangssubstrat o.a. In abgeschwächter Form trifft dies auch für das Element Blei (Verkehrsindikator) zu, das ebenfalls in 13 der 15 Kleingartenanlagen zwischen 2 und 10% pflanzenverfügbar vorliegt.

6.3.2 Pflanzenschwermetallbelastung 1994

Wie oben angesprochen stand im Untersuchungszeitraum 1994 der Transferpfad Boden-Pflanze im Mittelpunkt. Dazu wurden 3 typische kleingärtnerisch oft angebaute Gemüse ausgewählt. Dies sind Tomate (Frucht), Möhre und Zwiebel, die auch heute in einere Vielzahl der Anlagen angebaut werden. Um ein realistisches Bild und die wirkliche Variationsbreite zu erhalten, wurden im Unterschied zum Vorjahr nicht unter gleichen Bedingungen angezogene Pflanzen den Gärtnern zur Verfügung gestellt, sondern von diesen zur Entezeit ihre eigenen „Produkte“ zur Verfügung gestellt.

Aufschlußmethoden

Nach einigen laborinternen Vorversuchen wird der Schwermetallgesamtgehalt in den Gemüsen mittels Königswasseraufschluß - wie in den Böden - bestimmt. Die Sicherheit der Meßwerte ist bei dieser Methode z.T. sehr gut, was aus nachfolgender Tabelle ersichtlich wird. Die sichersten Ergebnisse liegen für die Möhren vor, bei Tomaten und Zwiebeln ist eine genügende Probenmischung aufgrund des hohen Wassergehaltes und der letztlich zu geringen Probenmenge nicht optimal gewährleistet.

Tabelle 6.3-2: Mehrfachbestimmung von Schwermetallgesamtgehalten in Gemüsen (4 Aufschlüsse) [Einwaage (5g) + 21 ml konz. HCl + 7 ml konz. HNO_3 + 5 ml H_2O_2 , bei 200°C 2h gekocht, auf 100 ml aufgefüllt; Gesamtgehalte in mg/kg FG]

		Cd	Cu	Pb	Zn
Tomaten	Mittelwert	0,40	7,7	3,1	25,1
Garten Nr. 9/77	rel. Stand.abw. (%)	11,8	4,8	12,9	15,8
Zwiebeln	Mittelwert	0,26	3,2	1,6	19,4
Garten Nr. 8/22	rel. Stand.abw. (%)	15,6	14,1	17,4	11,1
Möhren	Mittelwert	0,55	7,0	1,1	26,2
Garten Nr. 9/40	rel. Stand.abw. (%)	5,1	0,4	3,1	1,4

Die Gesamtgehalte der untersuchten Gemüse finden sich in Anlage 8. Im folgenden wird mit den aus den Pflanzengehalten und den Bodengesamtgehalten berechneten Transferfaktoren (= Pflanzengehalt / Bodengehalt) argumentiert, da sich diese für eine Bewertung des Pfades Boden-Pflanze am besten eignen.

Abbildung 6.3-3: Transferfaktoren Tomaten 1994

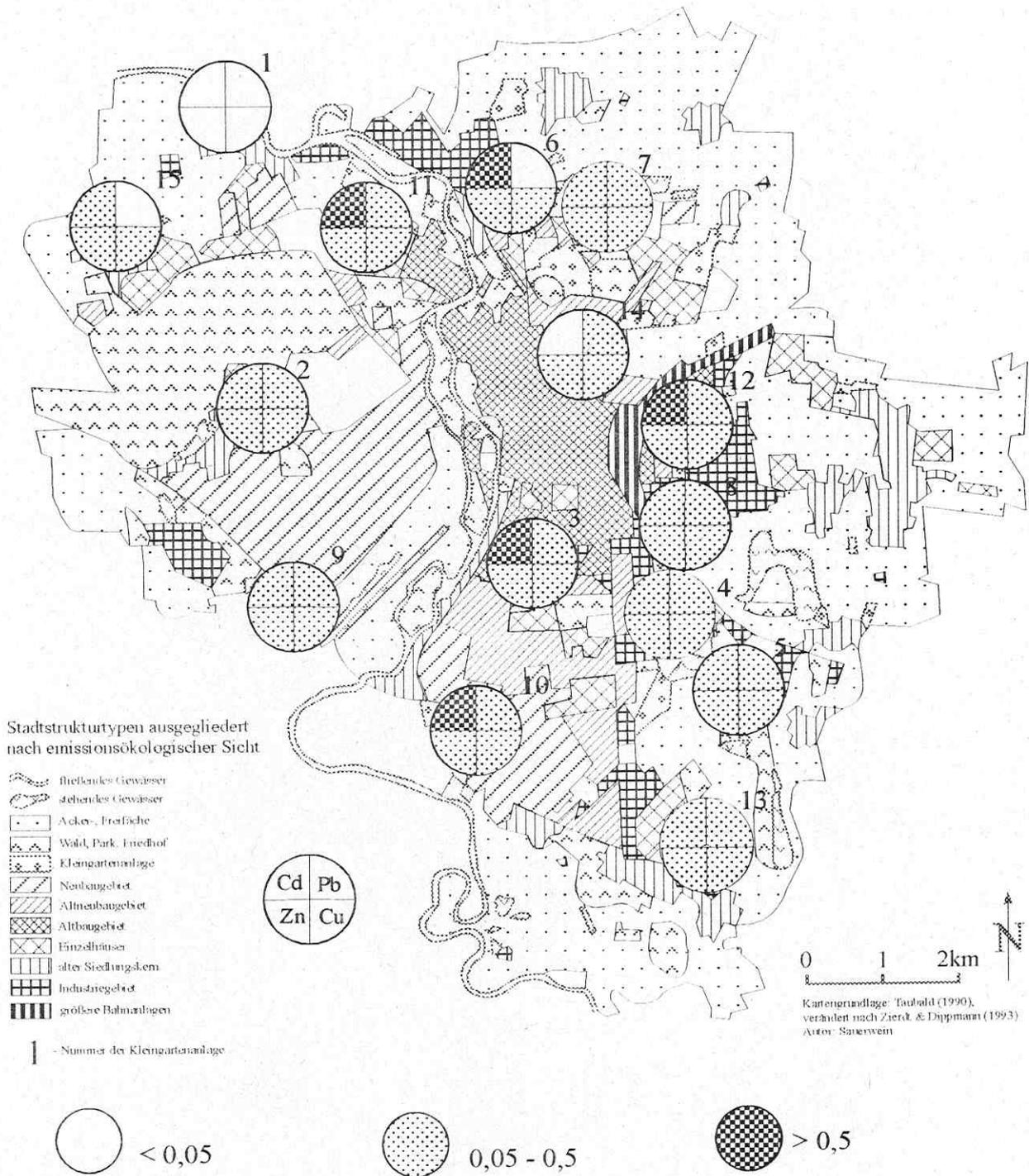


Abbildung 6.3-4: Transferfaktoren Möhren 1994

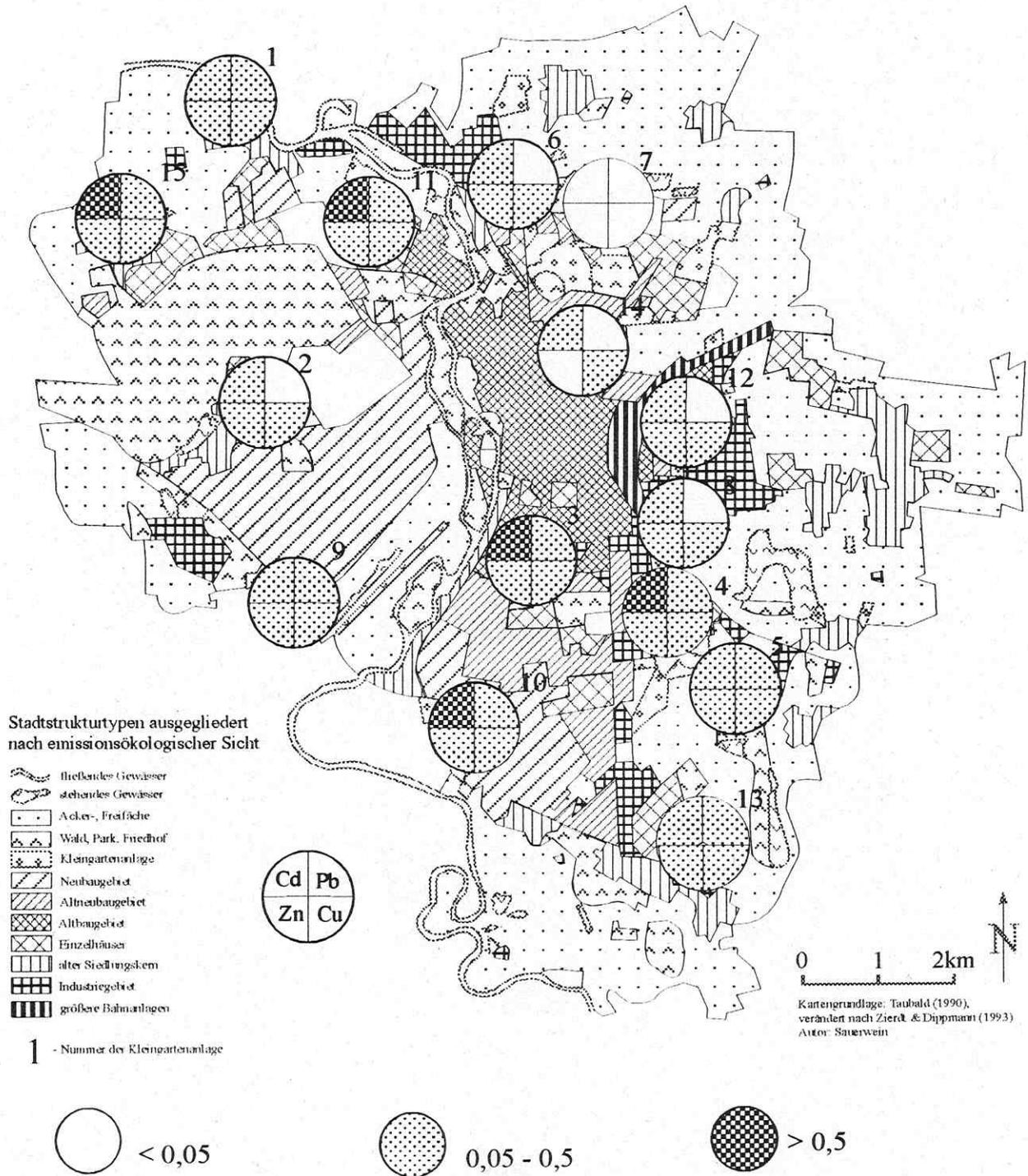
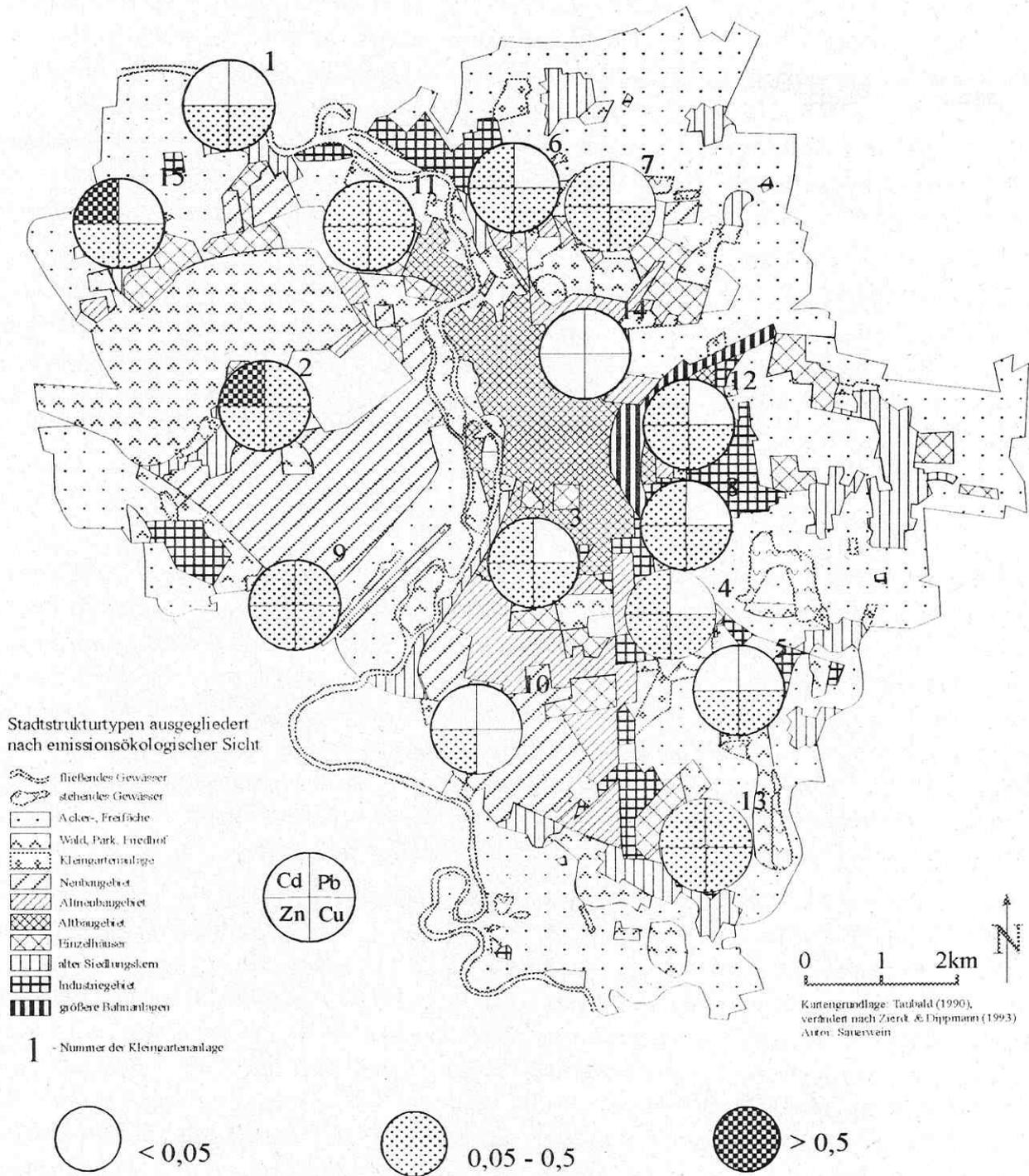


Abbildung 6.3-5: Transferfaktoren Zwiebeln 1994



In Abbildung 6.3-3 fällt auf, daß bezüglich der untersuchten **Tomaten** für das sehr mobile Element Cadmium in fünf Kleingartenanlagen der Transferkoeffizient größer als 0.5 ist. D.h. daß potentiell die Hälfte der Tomatengehalte aus dem Boden stammt. Für alle anderen Elemente liegen die Transferfaktoren (zum Großteil deutlich) unter 0.5 (vgl. auch Anlage 8). In der Kleingartenanlage Nr. 1 - Saaletal liegen die Transferfaktoren für alle Elemente unter 0.05, d.h. eine bodenbürtige Belastung der Tomaten ist auszuschließen.

Für die **Möhren** ergibt sich ein ähnliches Bild (Abb. 6.3-4). Auch hier ist das Element Cadmium am „problematischsten“. Allerdings sind die Kleingartenanlagen, in denen der Möhren-Transferfaktor größer 0.5 ist, nicht deckungsgleich mit denen der Tomaten. Somit zeigt sich ein pflanzendifferenziertes Schwermetallaufnahmeverhalten. Weiterhin fällt auf, daß für das immobile Element Blei in 6 Anlagen der Transferfaktor deutlich unter 0.05 liegt. Wie beim vorjährigen Untersuchungszeitraum bestätigt sich auch hier die in der Literatur oft formulierte These, daß mobile und immobile Elemente entsprechend unterschiedlich Verhaltensmuster aufweisen.

Aus Abbildung 6.3-5 ist ersichtlich, daß die Transferfaktoren der untersuchten **Zwiebeln** ein etwas anderes Bild als bei Tomaten und Möhren zeigen. Nur zwei Anlagen weisen Transferfaktoren größer 0.5 auf - wie oben aber auch nur für das Element Cadmium. Anders als oben zeigen jedoch mehr Kleingartenanlagen Transferfaktoren kleiner als 0.05, und nicht für Blei, sondern auch für Kupfer und, scheinbar widersprüchlich, Cadmium. Die Zwiebeln lassen also kein so einheitliches Bild erkennen.

6.3.3 *Bewertung der Belastungsmuster 1994*

Die im Untersuchungszeitraum 1994 beprobten Oberböden und Gemüse (Tomate, Möhre, Zwiebel) weisen keine Schwermetallgehalte auf, die auf eine Gefährdung schließen lassen. Die Oberboden-Grenzwertfaktoren (im Bezug auf KLOKE 1989) überschreiten nur für das stadtypische Immissionselement Blei in einigen wenigen Kleingartenanlagen bzw. Gärten den Faktor 1, also den Grenzwert. Da diese Werte bezogen auf die Schwermetallgesamtgehalte sind, die gemessenen pflanzenrelevanten Anteile jedoch weitaus geringer sind, kann eine ökologische Beeinträchtigung oder gar Gefährdung ausgeschlossen werden. Der Boden als Emittent tritt gegenüber den stadtypischen Immissionen in den Hintergrund und ist nahezu vernachlässigbar. Hohe Gehalte in den Pflanzen korrelieren im allgemeinen nicht mit denen der Oberböden.

Die für geographische Forschungen bedeutsame Frage nach der räumlichen Übertragung der Ergebnisse muß differenziert beantwortet werden. Da städtische Böden im allgemeinen und Gartenböden im besonderen schon auf kürzeste Entfernung in allen möglichen Parametern horizontal und vertikal sehr stark variieren können, sind Extrapolationen der Meßwerte grundsätzlich nicht möglich. Die anthropogene Beeinflussung läßt generalisierende Aussagen nicht zu. Einige der sichtbar gemachte Prozesse und Strukturen können jedoch unter als gleich definierten Voraussetzungen verallgemeinert werden. So ist z.B. die Übertragung der Korrelation der „städtischen“ Problemelemente Blei, Cadmium und Zink oder die Abhängigkeit von Stadtstrukturen auf andere, vergleichbare Städte durchaus möglich. Da sich der Emissions-/Immissionspfad als die hauptsächliche Belastungsquelle bestätigt hat, ist auch hier in räumlich und strukturell ähnlichen Gebieten mit entsprechend modifizierter Belastung zu rechnen. Erkenntnisse der Pflanzen-„Belastung“ können nur bedingt als modellhaft angesehen werden.

6.4 Vergleich der Untersuchungszeiträume 1992/93 und 1994

In den folgenden beiden Abbildungen 6.4-1 & 6.4-2 ist die Veränderung der Bodenparameter und der Schwermetallgesamtgehalte im Oberboden 1992/1994 dargestellt. Bezugsjahr ist 1992. Die Beprobungsflächen 1994 liegen in direkter Nähe der Profilgrabungen 1992.

Die *pH-Werte* haben sich kaum verändert, was nicht verwundert, da sie von den Kleingärtnern durch Kalkungsmaßnahmen generell hoch gehalten werden (s. Anlage 1-2).

Die *Kalkgehalte* liegen in fast allen Gärten 1994 höher als 1992. Ursache dafür ist der etwas spätere Beprobungszeitpunkt 1994 (Mitte Mai) gegenüber 1992 (Anfang April). Die Gärtner kalcken und düngen gerade zu Beginn des Frühjahrs regelmäßig, was sich nicht nur aus Gesprächen ergab, sondern auf den Beeten auch visuell erkennbar ist. Die Zuführung der Kalke hat jedoch noch nicht zu einer deutlichen Erhöhung der pH-Werte geführt.

Der Anteil der *organischen Substanz* ist weitestgehend konstant geblieben, wenngleich in einigen Gärten ein deutlicher Anstieg zu verzeichnen ist. Dies ist aber in der individuellen Düngung begründet, die nicht nur jährlich stark schwankt, sondern auch innerhalb des Kleingartens variiert. Ursache dafür ist die gezielte Nutzung des Bodens als Standort für bestimmte Pflanzen, für welche wiederum ganz bestimmte „Zustände“ durch den Gärtner geschaffen werden.

Gleiches gilt auch für die *Phosphatgehalte*, die im Durchschnitt 1994 etwas höher liegen als 1992. Der *Tonanteil* schwankt uneinheitlich und ist durch den kleinräumigen Wechsel innerhalb eines Kleingartens bzw. die Nutzungsänderung und ihre Auswirkungen zu erklären.

Der Vergleich der *Gesamtschwermetallgehalte* zeigt Unterschiede, die von einer Abnahme auf wenige Prozent bis zu einer Zunahme über 400 Prozent im Extremfall reichen. Im Mittel ist für die untersuchten stadttypischen Elemente Cadmium, Kupfer, Blei und Zink eine Zunahme auf 130% (Zink) bis 200% (Kupfer) zu verzeichnen. Ein eindeutiger Trend ist aus den Daten jedoch für kein Element abzuleiten. Sowohl innerhalb eines Gartens streuen die Elemente nach oben und unten als auch innerhalb einer Kleingartenanlage. Dadurch wird die intensive individuelle gärtnerische Nutzung sichtbar, die schon im Verlauf von zwei Jahren auf Gemüsebeeten zu solchen Differenzierungen führt. Im Oberboden ist weiterhin kein unterschiedliches Verhalten der relativ mobilen (Cadmium, Zink) und der immobilen Elemente (Kupfer, Blei) festzustellen. Dies ist anhand der Tiefenverteilungen der Profile 1992 jedoch der Fall. Eine eindeutige Aussage einer Belastungszunahme oder -abnahme von 1992 bis 1994 zu treffen ist aufgrund der eigenen Untersuchungen nicht möglich. Die Böden der Kleingärten sind besonders aufgrund der individuellen gärtnerischen Nutzung zu heterogen, um eine Trendaussage zu ermöglichen.

Abbildung 6.4-1: Veränderung von Bodenparametern 1992/1994 (in %, Bezug 1992)

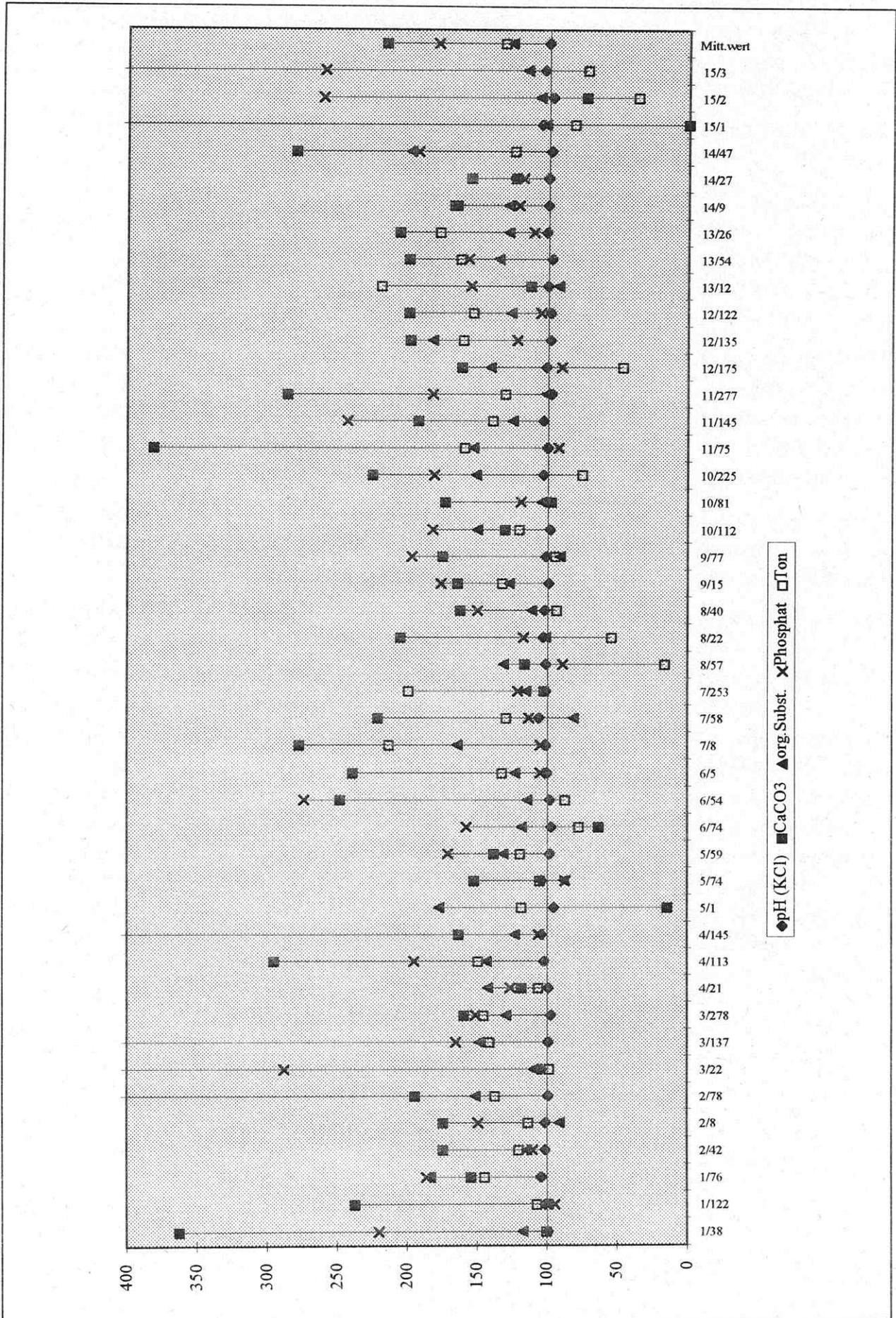
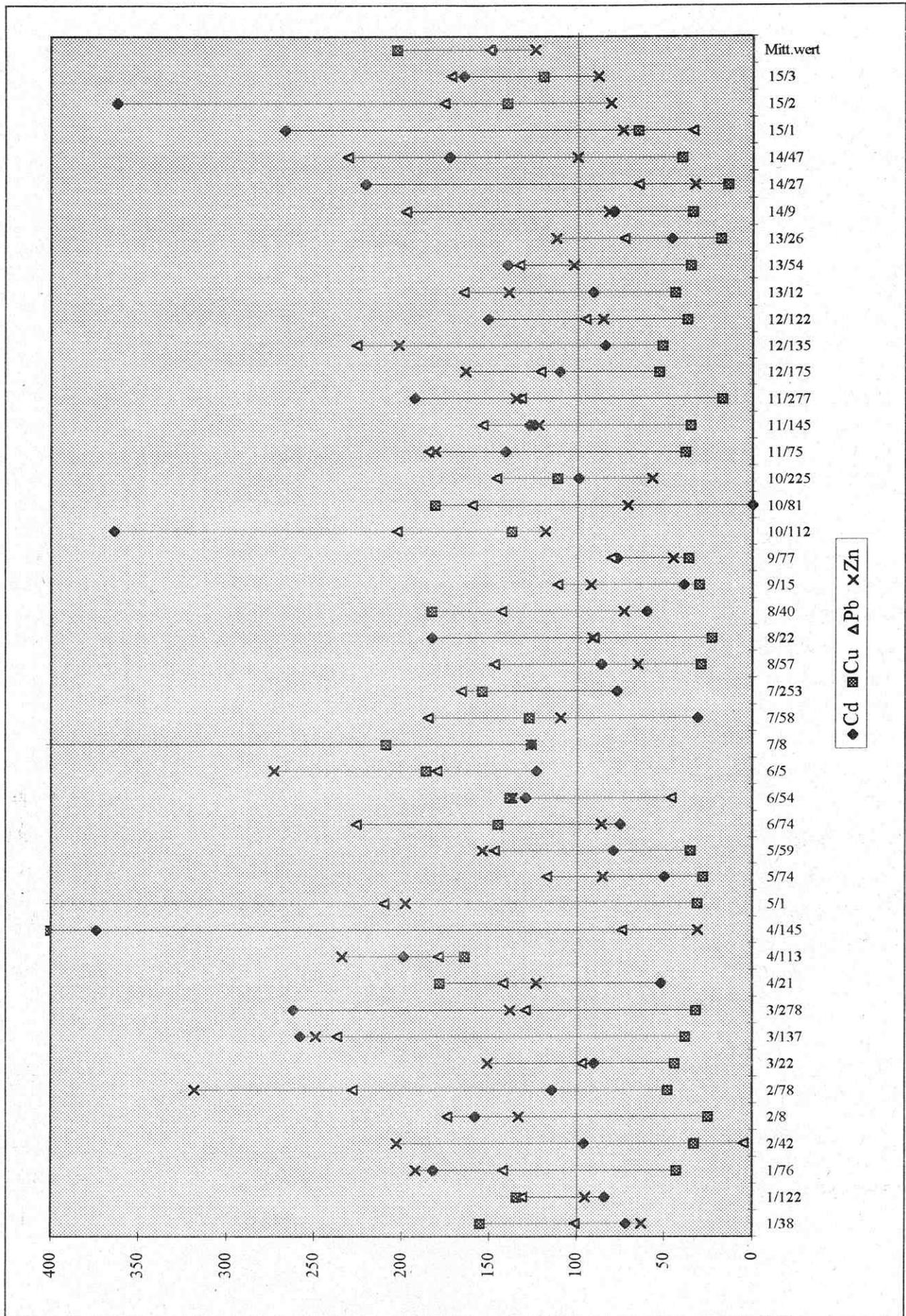


Abbildung 6.4-2: Veränderung von Bodenschwermetallgehalten 1992/1994 (in %, Bezug 1992)



6.5 Aktives Flechtenmonitoring 1992 bis 1995

6.5.1 Winterhalbjahr 1991/92

Vom 19.11. bis 28.11. 1991 wurden erstmalig 70 Flechtentäfelchen im Stadtgebiet von Halle exponiert, um die in einer vorangegangenen Pilotstudie gewonnenen Aussagen zur Luftbelastung flächendeckend für das gesamte Stadtgebiet von Halle erheben zu können. Nach einer 4wöchigen Expositionszeit der Flechte *Evernia prunastri* in der Stadt Halle ergab sich die Situation, wie sie aus Abb. 6.5-1 ersichtlich ist. Sofort fallen dem Betrachter die Belastungsbereiche im nördlichen Innenstadtteil auf. Schon zu diesem frühen Zeitpunkt mußte für die Stationen in der Friedensstraße und im Berschenkenweg (KGA "Galgenberg II") die Schadstufe 3 vergeben werden. Um diesen Belastungskern schließt sich, vor allem im Südwesten (östl. Garnison, nordöstliches Halle-Neustadt) und Südosten (Berliner Brücke), ein Gürtel mit der Schadstufe 2 an. Er besitzt eine weitaus größere Fläche als der oben beschriebene Teil. Hier liegen auch die KGA "Pauluskirche" und in unmittelbarer Nähe die KGA "Küttener Weg". Nur noch drei Einzelstandorte besitzen den gleichen Schädigungsgrad. Hierbei handelt es sich um Halle-Dölau, in deren Nähe sich die KGA "Dölau" befindet, um Halle-Nietleben mit der KGA "Habichtsfang" in unmittelbarer Nachbarschaft und um die KGA "Sonne". Alle anderen Stationen, das ist zu dieser Zeit der überwiegende Teil, wurden mit der Schadstufe 1 bewertet.

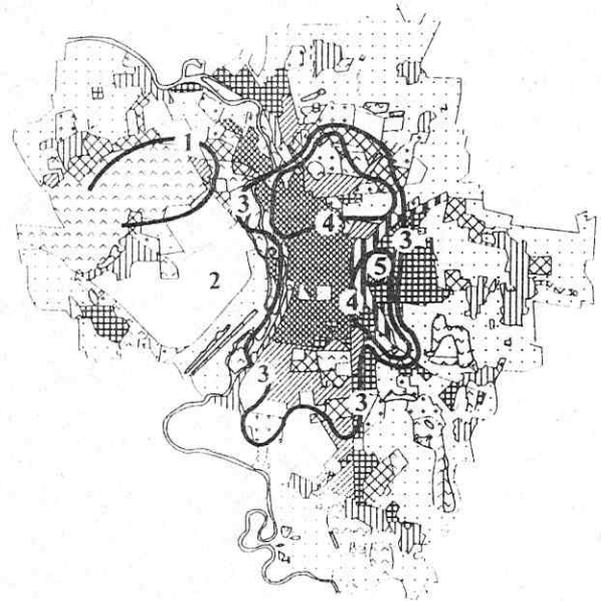
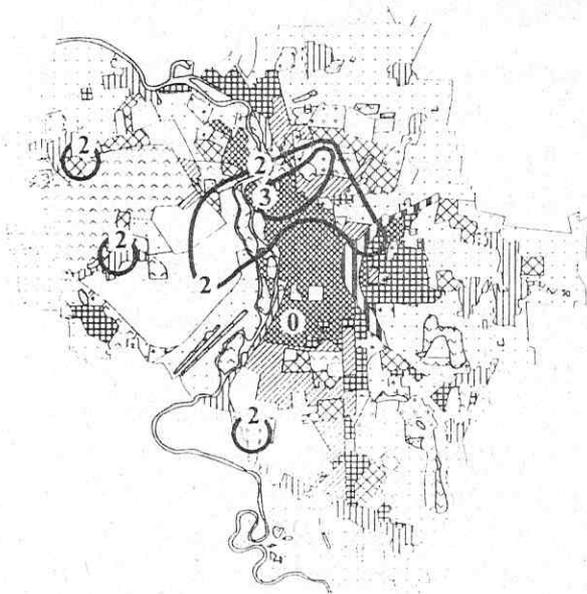
Der nächste Zeitschnitt (Abb.6.5-1) zeigt größere zusammenhängende Areale mit stärkerer Differenzierung der einzelnen Schadstufen. Der Bereich der höchsten Belastung aus der vorherigen Karte hat sich um eine Bewertungsstufe verschlechtert und in seiner flächenhaften Ausbreitung erheblich vergrößert. Die Ausdehnung erfolgte vornehmlich in südlicher Richtung (Burgstraße) zum Stadtkern. Die KGA "Pauluskirche" liegt nun mitten in diesem Belastungsgebiet. Die höchste Schädigung der Flechtenexponate wurde an der Station in der Landsberger Straße beobachtet. Hier waren schon jetzt alle Flechten vollständig abgestorben. Um diesen Kern zieht sich in südöstlicher Richtung (Pfännerhöhe) ein Gürtel, dem die Belastungsstufe 4 zugeordnet wurde. Hier sind die KGA "Kanenaer Weg" und die KGA "Dieselstraße" zu finden. Diese zwei Inseln sind Bestandteile eines großen zusammenhängenden Gebietes mittlerer Schädigung (Schadklasse 3). Es zeichnet mit recht hoher Genauigkeit den Innenstadtteil nach. Die Flechtenexponate der Standorte des halleschen Westens (Saaleaue, Halle-Neustadt, Nietleben und Garnison) wurden zu diesem Zeitpunkt mit der Schadklasse 2 nur gering geschädigt. In diesen Bereich fallen auch die Stationen, die noch im vorherigen Zeitschnitt durch punkthaft deutlich schlechtere Einschätzungen aufgefallen waren. Die Stationen außerhalb des Innenstadtteils von Halle in Kröllwitz, Trotha, Diemitz, Kanena und Ammendorf bilden die Fortsetzung dieses lufthygienisch günstigen Umfeldes. Die geringste Belastung wurde bei allen Stationen in der Dölauer Heide beobachtet.

Eine Karte in Abb. 6.5-1 zeigt das Bild der Schädigung der Flechtenexponate der Stadt Halle nach einer Expositionszeit von 16 Wochen. Hier setzte sich die im vorherigen Zeitschnitt begonnene Differenzierung weiter fort. Zur einzigen Station mit der Schadklasse 5 kamen in nördlicher und westlicher Richtung mehrere hinzu. So ist jetzt das Stadtzentrum mit den größten Teilen des Bahnhofsgeländes und angrenzenden Bereichen der Freimfelder Straße mit Berliner Brücke und Versuchsfeld der Landwirtschaftlichen Fakultät das am höchsten belastete Gebiet der Stadt Halle. In unmittelbarer Nachbarschaft befinden sich die KGA "Schloß Freimfelde" und die KGA "Pauluskirche" bzw. im Südosten die KGA "Kanenaer Weg".

Abbildung 6.5-1: Aktives Flechtenmonitoring Winterhalbjahr 1991/92

Stand: 18.12. - 27.12.1991

Stand: 05.02. - 07.02.1992

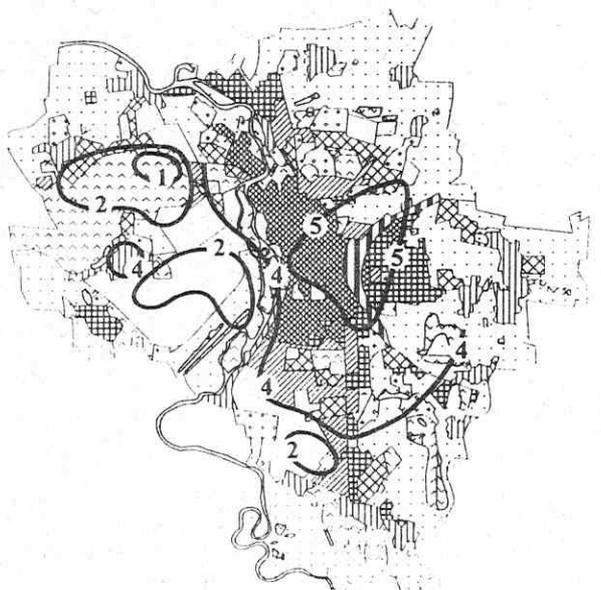


Schädigungsgrad der Flechten:

- 1 - 10% des Thallus abgestorben
- 2 - 25% des Thallus abgestorben
- 3 - 50% des Thallus abgestorben
- 4 - 80% des Thallus abgestorben
- 5 - gesamter Thallus abgestorben

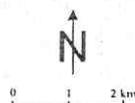
Stand: 11.03. - 12.03.1992

Stand: 30.03. - 02.04.1992



Stadtstrukturtypen:
(ausgeführt nach Anmerkung 20 in Tabelle 1)

- fließendes Gewässer
- stehendes Gewässer
- Acker- und Freizeite
- Wald, Park, Friedhof
- Kleingartenanlage
- Neubaugebiet
- Altbaugebiet
- Altbaugebiet
- Einzelhäuser
- Industriegebiet
- größere Bahnhöfen
- Militärgelände



Um die Fläche mit den vollständig abgestorbenen Flechtenexponaten befindet sich in nord-südlicher Ausrichtung ein mit der Schadstufe 4 charakterisierter Bereich. Deutlich ist eine Zweiteilung zu erkennen. Die Abgrenzung der Stationen im nördlichen Teil kann nicht mehr verfolgt werden, weil weitere Stationen im Norden fehlen. Im Süden wird dieses Belastungsgebiet scharf abgegrenzt. Die Stationen entlang der Merseburger Straße, am Lutherplatz, am Rosengarten und am Kurt-Wabbel-Stadion sind Referenzstationen dafür. In diesem Bereich liegen die KGA "Küttener Weg", "Paul-Riebeck-Stift" und "Dieselstraße". Die Flechtenexponate in Nietleben und am Klinikum Kröllwitz besitzen mit der Schadstufe 4 inselartigen Charakter inmitten eines größeren, zusammenhängenden Areals um den Innenstadtteil. Hier befinden sich alle Stationen mit der Belastungsstufe 3. Dazu gehört erstaunlicherweise neben dem südlichen Halle-Neustadt auch Teile der südlichen Saaleaue. Bemerkenswert ist die Ausbreitung der beiden lufthygienisch günstigen Gebiete im Westen des Stadtgebietes von Halle. In sichelhafter Form und gleicher Anordnung sind die Stationen mit geringer Schädigung der Flechtenexponate in Halle-Neustadt und der Dölauer Heide zu erkennen. Die KGA "Habichtsfang" befindet sich zwischen dem Bereich mit stark geschädigten Flechten und dem lufthygienisch günstigeren Teil von Halle-Neustadt. Im Süden der Stadt ist ein weiteres, nur gering geschädigtes, Gebiet zu erkennen. Es befindet sich inmitten des Neubaugebietes "Silberhöhe". Die Flechtenexponate im Nordosten der Dölauer Heide wiesen zu diesem Zeitpunkt mit der Schadstufe 1 die geringsten Schädigungen, und damit auch die günstigsten lufthygienischen Bedingungen im gesamten Stadtgebiet von Halle auf.

Eine Karte in Abb. 6.5-1 zeigt das Bild des Flechtenzustandes nach 19wöchiger Expositionszeit. Bei einer ersten Betrachtung fallen kaum Änderungen zum vorherigen Zeitschnitt auf. Der am stärksten geschädigte Bereich im Stadtzentrum vergrößerte sich einmal in nordöstlicher Richtung (Birkhahnweg) und auch im Südosten (Roßbachstraße). Daran schließt sich ein, schon in den letzten Zeitschnitten beschriebener, Gürtel mit der nächst niedrigeren Schadklassenbeurteilung an. Hier findet man auch die stärksten Veränderungen. Das Gebiet mit der Schadklasse 4 vergrößerte sich um alle Stationen im Osten vom Untersuchungsgebiet. Somit kann die Schädigungs-Isolinie ab Kanena nicht in nördlicher Richtung gezogen werden, weil keine weiteren Stationen vorhanden sind. Die Ausdehnung in südlicher Richtung ist weitgehend geblieben (nur Südstadt I ist hinzugekommen), aber im Nordwesten ist Halle-Kröllwitz vollständig integriert worden. Damit reduzierte sich die Anzahl der mit der Schadklasse 4 beurteilten inselartigen Einzelstandorte, so daß nur noch Nietleben die ungünstigsten lufthygienischen Bedingungen im Westen der Stadt Halle aufweist. Hinsichtlich der im Rahmen dieses Projektes untersuchten KGA hat sich keine Änderung zur lufthygienischen Situation der ausgewählten Objekte ergeben. Mit ihrer besonderen Ausbreitungsform sind die gering belasteten Standorte geblieben. Das betrifft neben den Stationen in der Dölauer Heide auch die Bereiche des nördlichen Halle-Neustadts und der Silberhöhe.

Bei der Beurteilung der lufthygienischen Situation, besonders der SO₂-Belastung, aller Zeitschnitte ergeben sich einige Besonderheiten. Die Herausbildung stark geschädigter Standorte beginnt relativ früh. Schon nach etwa einem Monat wurden Stationen registriert, bei denen die Flechtenexponate zur Hälfte abgestorben waren. Diese Standorte befanden sich nicht im unmittelbarem Stadtzentrum. Erst im dritten Zeitschnitt, nach der Hälfte der Expositionszeit, ist ein größeres Gebiet mit der stärksten Schädigung der Flechten zu erkennen. Auf allen Karten ist durchweg ein Gürtel mit der nächstniedrigeren Schadklasse um das Kerngebiet vorhanden. Mit der Zeit erweiterte sich dieser Bereich, zuerst in vornehmlich südliche Richtung, später auch nach Westen und Osten. Bemerkenswert ist die Dominanz der lufthygienisch günstigsten Gebiete in

Halle über einen größeren Zeitraum hinweg (Dölauer Heide, Teile von Halle-Neustadt und Silberhöhe). Neben den großen zusammenhängenden Bereichen gleicher Schädigung der Flechtenexponate gab es kleinere Gebiete mit markanten Unterschieden zum Umfeld, die extra ausgezeichnet wurden. Als Beispiel soll die Lage von Nietleben (Schadklasse 4) in unmittelbarer Nachbarschaft zu Halle-Neustadt (Schadklasse 2) erwähnt werden. Die KGA "Schloß Freimfelde" und "Pauluskirche" (noch im Randbereich) befinden sich im Gebiet mit den ungünstigsten lufthygienischen Verhältnissen der Stadt Halle. Daran schließen sich die KGA "Küttener Weg", "Paul-Riebeck-Stift", "Kanenaer Weg" und die "Dieselstraße" mit der nächstgünstigeren Schadstufenbewertung an. Alle anderen KGA liegen in Gebieten mit der nächstniedrigeren Schadstufe.

6.5.2 Winterhalbjahr 1992/93

Die Flechtentäfelchen wurden im zweiten Versuchszeitraum vom 08.10.1992 bis 13.10.1992 im Stadtgebiet von Halle ausgesetzt. Nach einer Expositionszeit von 3 Wochen fällt die Station 70 im Stadtzentrum mit ihrem zu diesem Zeitpunkt hohen Schädigungsgrad auf. Hier befindet sich das Flechtentäfelchen in der Neuen Residenz am Dom. Dort wird der unmittelbare Einfluß einer mit Braunkohle betriebenen Heizungsanlage spürbar. Die Rauchfahnen wurden sehr oft in den vollständig geschlossenen Innenhof gedrückt und konnten so die Untersuchungsexponate extrem schädigen. An den Stationen 18, 19 (Halle-Neustadt) und 44 (Innenstadt) wurden schon leichte Schädigungen erfaßt. Das übrige Stadtgebiet, das noch keine Schädigung der Flechtenexponate aufwies, konnte noch nicht weiter differenziert werden.

Eine Karte in Abb. 6.5-2 zeigt das Bild des Flechtenzustandes nach 9wöchiger Expositionszeit. Klar erkennbar ist der sehr stark geschädigte Innenstadtkern, der neben der bereits erwähnten Station 70 auch die Station 44 mit vollständig abgestorbenen Flechtenexemplaren (Schadstufe 5) enthält. Diesen Bereich umschließt ein Gürtel, in dem die Flechtenexponate eine geringe Schädigung aufweisen. Hier werden Teile der nordwestlichen Altstadt, aber vor allem auch große Gebiete im Süden und Südosten der Stadt Halle erfaßt. Da sich der Zustand der zwei Stationen in Halle-Neustadt nicht weiter verschlechtert hat, kann von einer geringeren Luftbelastung ausgegangen werden als es aus der Abbildung deutlich wird. Vereinzelt Schädigungen sind im Süden und Norden der Stadt, im östlichen Teil der Dölauer Heide, im Industriegebiet Ost und in Lettin beobachtet worden.

Das Bild der Schädigung der Flechten in der Stadt ist nach 15wöchiger Expositionszeit sehr stark gegliedert. Dabei sind 2 unterschiedlich große Inseln mit hoher Schädigung der Flechtenexponate auszumachen. Das größte Areal mit der höchsten Luftbelastung erstreckt sich vom Sandanger im Westen über den Innenstadtkern zum Industriegebiet Ost bzw. zum Südosten (Roßbachstraße) des Innenstadtbereiches. Ein zweites Gebiet mit Flechten der Schadstufe 4 befindet sich im nördlichen Teil des Innenstadtbereiches (E.-König-Straße, Zoo). Diese zwei sehr stark geschädigten Teile der Stadt Halle liegen in einem Gebiet mittlerer Schädigung (Schadstufe 3). Hier befinden sich fast alle übrigen Teile des Stadtzentrums. Im Süden schließt sich ein bandartiger Abschnitt entlang der Merseburger Straße an, der im nordwestlichen Teil noch eine erhebliche Breite aufweist, sich aber im weiteren südlichen Verlauf verjüngt. Ab Halle-Ammendorf wird diese Schneise in Richtung Nordwest entlang der Georgie-Dimitroff-Straße mit Ortsteil Beesen erweitert. Ab dem Wasserwerk Beesen und der Broihahnschenke sind keine südlich gelegenen Meßstationen mehr vorhanden, so daß auch keine Aussagen über den weiteren Verlauf des

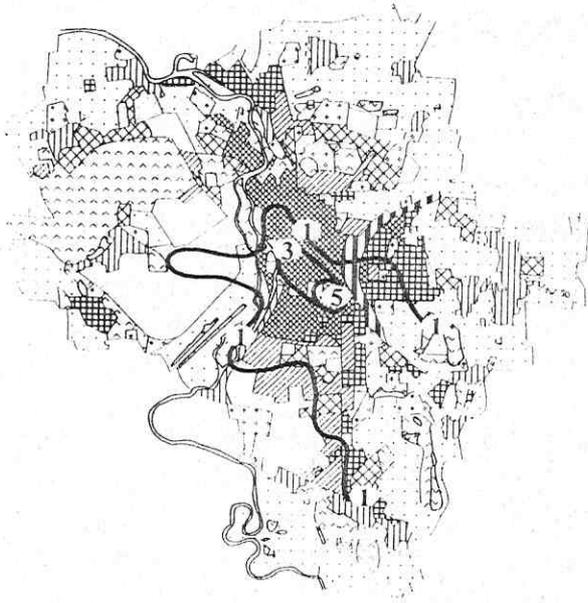
Gebietes mit mittlerer Luftbelastung im Süden der Stadt Halle gemacht werden können. Der westlichste Ausläufer des mit der Schadstufe 3 charakterisierten Areals beginnt im Süden von Halle-Neustadt mit der KGA "Passendorfer Damm" und zieht sich tropfenförmig mit Passendorf und den östlichen Teilen von Halle-Neustadt bis zum Sandanger (oben beschrieben). Der übrige Teil von Halle-Neustadt, aber auch der gesamte Teil der südlichen Saaleaue mit dem weiter östlich angrenzenden Neubaugebiet Südstadt und Stücke des westlich zur Saaleaue gelegenen Wohngebietes (Pestalozzistraße) besitzt mit der Schadstufe 2 eine vergleichsweise geringe Schädigung der Flechten. Der Bereich im Nordosten von Halle (Bergschenkenweg und Gertraudenfriedhof, aber auch der Birkhahnweg) und der Südosten der Stadt (Gebiet um den Hufeisensee - Kanena) schließen einen Ring um den mit der Schadstufe 3 gekennzeichneten Bereich. Sehr gute lufthygienische Verhältnisse (Schadstufe 1) waren in der Döhlauer Heide und im Neubaugebiet Silberhöhe bis zu diesem Zeitpunkt gegeben.

Nach 19-wöchiger Exponierungszeit traten deutliche Verschlechterungen der meisten Flechtenexponate auf. So ist gerade im Stadtzentrum ein größerer Bereich mit ausschließlich abgestorbenen Flechtenexponaten zu finden. Daran schließt sich eine gassenartige Ausbreitung auch vollständig abgestorbener Flechten vom Industriegebiet Halle-Ost über weite Bereiche des Bahngeländes bis zur Einzelhaussiedlung an der Damaschke-Straße an. Im Westen verlängert sich dieses Gebiet bis zum Sandanger. Leider stehen keine Ergebnisse der Station 48 zur Verfügung, so daß eine genaue Einordnung des Industriegebietes Dieselstraße nicht erfolgen kann. Die Schädigung der Flechten an der Passendorfer Kirche (Station 23) ist so stark, daß sie als einzelnes hoch belastetes Gebiet inselartig ausgegliedert wurde. Eine weitere Belastungsinsel (Schadstufe 4) ist in der Südstadt und der KGA "Sonne" zu finden. Diese Bereiche hoher Schädigungsrate der Flechtenexponate werden durch Areale unterschiedlicher Ausbreitung der Schadklassen 3-4 umsäumt. Dazu zählen die südlichen und östlichen Teile von Halle-Neustadt, aber auch der gesamte Rest der Innenstadt bis in den Norden (Halle-Trotha) und Nordosten (Gertraudenfriedhof). Der Osten von Halle ist mit in diesen Saum der Schadstufe 3-4 integriert, da aber weiter östlich keine Meßstationen mehr vorhanden sind, ist eine weitere Abgrenzung nicht mehr möglich. Im Süden wurden alle übrigen Stationen mit dieser Schadstufe beobachtet. Die Stationen der südlichen Saaleaue und der östlich angrenzenden Altneubaugebiete mußten von der vorherigen geringen Belastung (Schadstufe 2) in die Gebiete mit ungünstigeren lufthygienischen Verhältnissen (Schadstufe 3-4) mit dem südlichen Innenstadtbereich eingestuft werden. Geringe Schädigungen der Flechtenexponate sind nur noch im westlichen und nördlichen Teil von Halle-Neustadt, aber erstaunlicherweise auch in Nietleben zu finden. Die Stationen im Neubaugebiet Silberhöhe zeichnen sich mit der Schadstufe 2 durch eine geringe Luftbelastung aus. Nur in der Döhlauer Heide werden die Stationen nicht stärker als Schadstufe 1 geschädigt.

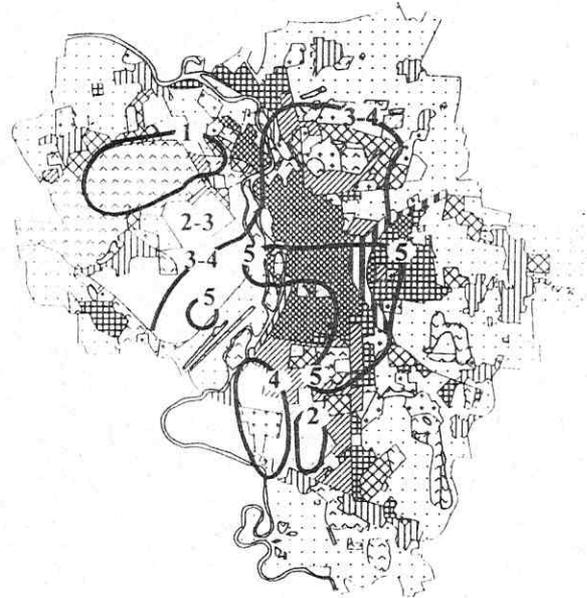
Auf der Karte in Abb. 6.5-2, welche den Zeitschnitt vom 22.02. - 24.02.1993 darstellt, sind wieder deutliche Änderungen im Absterbeverhalten der Flechtenexponate zu sehen. Das beginnt mit der Vergrößerung des am stärksten belasteten Gebietes (Schadstufe 5) im Stadtzentrum um die angrenzenden Teile im Norden (Botanischer Garten und Ludwig-Wucherer-Straße). Die "Belastungsinsel" in Passendorf bleibt weiter in ihrer Größe erhalten. Die zwei Bereiche mit den abgestorbenen Flechten werden von einem größeren Gebiet in Nord-Süd-Ausstreckung mit der Schadstufe 4 umgeben. Hier befinden sich wieder die restlichen Teile des innerstädtischen Altbauviertels. Ein dünnerer nördlicher Ausläufer streift den Stadtteil Trotha.

Abbildung 6.5-2: Aktives Flechtenmonitoring Winterhalbjahr 1992/93

Stand: 14.12. - 16.12.1992



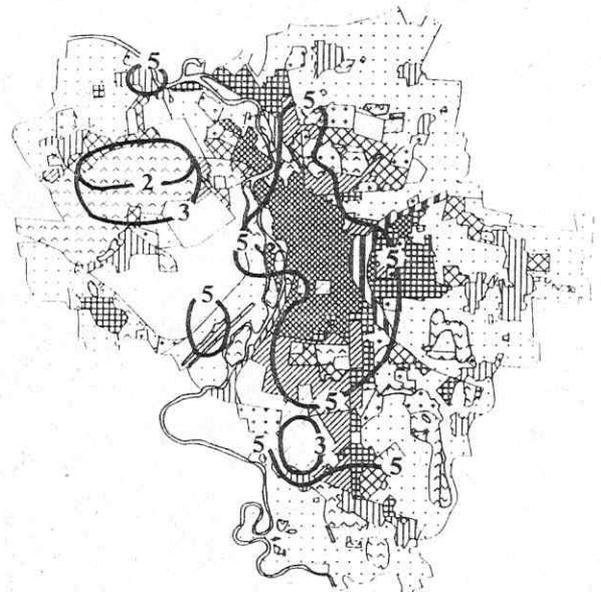
Stand: 08.02. - 10.02.1993



Stand: 22.02. - 24.02.1993



Stand: 22.03. - 24.03.1993



Mit der Schadstufe 3 konnten fast alle Stationen der südlichen Saaleaue, von Halle-Neustadt, Nietleben, des Nordwestens und Nordostens sowie Ostens der Stadt Halle bewertet werden. Im lufthygienischen Ungunstgebiet (Schadstufe 4) im Süden sind zwei Inseln mit besserer Luftbeschaffenheit zu finden. Die Schadstufe 3 konnte dem Gebiet um den Rosengarten zugeordnet werden. Eine bessere Bewertung erhielt das Neubaugebiet Halle-Silberhöhe (Stationen 53, 66), das mit der Schadstufe 2 klar von den übrigen Teilen zu trennen ist. Die östliche Grenze zum Bereich mittlerer Schädigung verläuft parallel zur Abrenzung des am höchsten belasteten Gebietes mit einer geringen Entfernung beider Linien. Somit lag hier ein großes West-Ost-Luftschadstoffgefälle vor. Bemerkenswert ist eine "Einbuchtung" mit Luft geringerer Belastung im Stadtteil Böllberg. Diese Situation ist über viele Zeitschnitte zu beobachten und soll im weiteren beschrieben werden. Die Döhlauer Heide ist der am wenigsten geschädigte Bereich in der Stadt Halle, wo die zwei nördlichen Stationen noch der Schadstufe 1 zugeordnet werden können. Zum vorher beschriebenen Zeitschnitt wurde dieses Gebiet deutlich in der flächenhaften Ausdehnung reduziert.

Nachdem sich in den vorangegangenen Zeitschnitten eine starke Differenzierung der Schadstufenverteilung der Flechten über das gesamte Stadtgebiet von Halle durchsetzte, wird sie in der folgenden Zeit nicht weiter zunehmen sondern eher verschwinden. Das wird schon ab einer 23-wöchigen Expositionszeit (Abb. 6.5-2) deutlich. So durchzieht eine breite Achse mit Stationen vollständig abgestorbenen Flechtenexemplaren die Stadt Halle vom Norden (Trotha), verbreitert sich am Stadtzentrum, um im Süden am Rande der Südstadt zu enden. Die Fortsetzung des sehr stark geschädigten Streifens bilden die Teile südlich der Georgi-Dimitroff-Straße. Ein Gebiet mit abgestorbenen Flechten, welches um eine Station erweitert wurde, ist um den Ortsteil Passendorf mit südlich angrenzendem Auenbereich zu finden, aber auch neu am Standort in Lettin. Um diese hoch geschädigten Flächen schließen sich die Stationen mit der Schadklasse 4 an. Hier sind jetzt die südliche Saaleaue, Halle-Neustadt, Kröllwitz, der Nordosten, der Osten und Teile vom Süden der Stadt Halle integriert. Der Stadtteil Böllberg, nahe am Stadtzentrum gelegen, ist auch hier an einer markanten Einbuchtung der 5-er Schadstufen-Isolinie zu erkennen. Gebiete mit mittlerer Schädigung (Schadstufe 3) sind nur noch im Neubaugebiet Silberhöhe und in der südlichen Döhlauer Heide zu finden. Die Zweiteilung der Döhlauer Heide bleibt damit, wie schon aus dem vorherigen Zeitschnitt ersichtlich, erhalten. Die Schädigung beider Teilgebiete erhöhte sich um eine Bewertungsstufe.

Der Flechtenzustand wird nach 27-wöchiger Expositionszeit letztmalig beschrieben. Das Gebiet mit der höchsten Luftbelastung konnte sich durch Hinzunahme vor allem der Stationen im Nordosten der Stadt erheblich vergrößern. Im Südosten und Süden sind Stationen aus der Südstadt und um den Rosengarten neu hinzugekommen. Die Unterbrechung der, aus den vorherigen Zeitschnitten schon erwähnten, Nord-Süd-Achse besteht noch, ist aber hinsichtlich der Ausbreitung sehr stark eingeschränkt worden und wird nur noch durch 4 Stationen vertreten. Dabei ist die Station im Neubaugebiet Silberhöhe durch eine mittlere Schädigung (Schadstufe 3) charakterisiert und bildet den Kern mit der günstigsten lufthygienischen Situation in der südlichen Hälfte des gesamten Stadtgebietes von Halle. Alle anderen Stationen, die sich um die Standorte mit den vollständig abgestorbenen Flechtenexemplaren verteilen, sind mit der Schadklasse 4 noch recht hoch geschädigt wurden. In diesem Gürtel befindet sich die südöstliche Saaleaue, der östliche Teil von Halle-Neustadt, Kröllwitz, sowie der Osten und Südosten von Halle, aber auch die KGA "Sonne". Die Stationen südlich der Georgi-Dimitroff-Straße stellen wieder ein sehr hoch geschädigtes Gebiet dar. Ein weiteres lufthygienisch ungünstiges Gebiet bildete sich neu im Westen

der Stadt Halle heraus. Es erfaßt neben den Ortsteilen Nietleben und Passendorf auch die westlichen Teile des Neubaugebietes Halle-Neustadt mit angrenzender Aue. Das andere Auenaerial besitzt "nur" eine hohe Schadstufe, formt aber mit den Stationen Böllberg und Rabeninsel den eigenartigen Einschnitt in den sehr hoch geschädigten Teil der Innenstadt. Als zusammenhängendes größeres Gebiet mit einer mittleren Flechtenschädigung treten deutlich alle Stationen der Dölauer Heide hervor.

Bei der Betrachtung der flächenhaften Ausbreitung der einzelnen Schadklassen fallen einige Besonderheiten auf. Der Bereich des Stadtzentrums wird recht zeitig geschädigt und breitet sich dann auf die äußeren angrenzenden Gebiete aus. Dabei ist immer die Ausbreitungsrichtung Norden-Süden tendenziell erkennbar. Kleinere Gebiete mit hoher Schädigung befinden sich am äußersten südlichen Rand des Stadtgebietes und zu späterer Zeit auch im Südwesten von Halle. Um den zentralen Bereich mit hoher Luftbelastung schließt sich ein Gürtel niedrigerer Schädigung der Flechtenexponate an. Die Ausbreitungsformen dieses Streifens sind unterschiedlich. Sie haben aber bei fast allen Zeitschnitten eine markante Einbuchtung im Stadtteil Böllberg bis nahe ans Stadtzentrum heran. Die Kleingartenanlage "Paul-Riebeck-Stift" liegt aber nicht in dieser Schneiße günstiger lufthygienischer Verhältnisse. Die "Dieselstraße" und der "Kanenaer Weg" liegen im südöstlichen Randbereich des am stärksten geschädigten Innenstadtteils. Dagegen befindet sich die Anlage "Schloß Freiimfelde" immer im Gebiet der höchsten Flechtenschädigung. Eindeutig im Randbereich der sehr hohen Luftbelastung sind die Kleingartenanlagen "Pauluskirche", "Radeweller Straße", "Fuchsberg", "Sonne", "Passendorfer Damm", "Küttener Weg" und "Habichtsfang" gelegen. Die Kleingartenanlagen "Dölau", "Saaletal", "Oppiner Weg" und "Osendorfer Hain" befinden sich in den lufthygienisch günstigeren Außenbereichen.

6.5.3 Winterhalbjahr 1993/94

Die Flechtentäfelchen wurden im dritten Versuchszeitraum vom 15.11.1993 bis 26.11.1993 im Stadtgebiet von Halle ausgesetzt. Das erste Schadbild (Karte in Abb. 6.5-3) zeigt schon nach einem recht kurzen Zeitraum von etwa 4 Wochen Gebiete mit hoher Schädigung. Beim Betrachten der ersten Übersichtskarte fallen zwei stark geschädigte Bereiche des Stadtgebietes von Halle auf. Im Stadtteil Kröllwitz (Station 4) liegt der nordwestliche Kern des ersten Schadgebietes, der zu diesem Zeitpunkt schon der Schadstufe 4 zugeordnet wurde. In südwestlicher Richtung schließen sich dann Stationen mit geringerer Luftbelastung an, die aber für diesen frühen Zeitschnitt doch noch erstaunlich hoch ist. Während bei der Station 26 (Klinikum Kröllwitz) noch die Schadstufe 3 beobachtet wurde, konnte bei der nächsten Station 34 (Garnision) in gleicher Entfernung nur noch die Schadstufe 1 zugeordnet werden. Das Schädigungszentrum im südlichen Belastungsgebiet befindet sich in unmittelbarer Nachbarschaft zur KGA "Sonne". Da in westlicher und südwestlicher Richtung keine Stationen existieren, beschränken sich die Aussagen auf den übrigen Teil. Im Norden und Süden setzt sich die Schädigungszone mit der Belastungsstufe 3 weiter fort. Im nördlichen Teil liegt die Station 51 und repräsentiert den ältesten Teil der Südstadt. In östlicher Richtung ist die Station 69 zu finden, bis zu der diese Siedlungen weiter angetroffen werden. Im Süden setzt die KGA "Vorwärts" das Areal mit der Schadstufe 3 fort. An den Hauptbelastungskern schließen sich in östlicher Richtung Stationen an, bei denen die Schadstufe 2 beobachtet wurde. Hier befinden sich große Teile des Neubaugebietes Silberhöhe und des Rosengartens. Weiter südlich können alle anderen Stationen der Belastungsstufe 1 zugeordnet wer-

den. Die gleiche Einstufung erhalten drei Einzelstationen, an denen sich in unmittelbarer Nähe KGA befinden. So ist das bei Station 6 am Bergschenkenweg die KGA "Küttener Weg", an der Station 13 die KGA "Pauluskirche" und an der Station 61 die KGA "Dieselstraße". Im übrigen Stadtgebiet von Halle ist noch keine Schädigung der Flechtenexponate beobachtet wurden.

Wie beim zweiten Zeitschnitt in Abb. 6.5-3 zu sehen ist, verging bereits eine längere Entwicklungs- und Schädigungsetappe (9 Wochen) der Untersuchungsflechten. Es können nun bereits größere Flächen mit unterschiedlichem Belastungsgrad ausgegliedert werden. Bei einer groben Betrachtung des gesamten Stadtgebietes von Halle fällt deutlich eine Zweiteilung der Stadt auf. Im Nordosten ist bei allen Stationen die Belastungsstufe 4 beobachtet worden. In diesem großen Teil liegen die Stadtteile Kröllwitz, Trotha, das Stadtzentrum, Diemitz und die Pfännerhöhe. Im südlichen Teil von Halle hat sich der Kernbereich mit Schadstufe 4 um die Station in der KGA "Vorwärts" erweitern können. Alle übrigen Stationen weisen in sehr heterogener Form die Schadstufen 1 bis 3 auf. Im Bereich der Südstadt II, entlang des Böllberger Weges, weiter am Lauf der Strom-Saale bis zur Nordspitze der Peißnitzinsel und am westlich-südwestlichen Rand von Halle-Neustadt verläuft die Grenze zu einem Gebiet mit der günstigsten lufthygienischen Situation zu diesem Zeitpunkt in der gesamten Stadt. Die vollständige südliche bis mittlere Saaleue wird hier von noch nicht geschädigten Flechtenexponaten nachgezeichnet. Schon zu diesem Zeitpunkt erhalten der westlichste Teil Halle-Neustadts und Nietleben die Schadstufe 4. Die Dölauer Heide und die restlichen Abschnitte von Halle-Neustadt bzw. der Nordwesten der Stadt Halle weisen geringere Schädigungen (Klasse 2) auf.

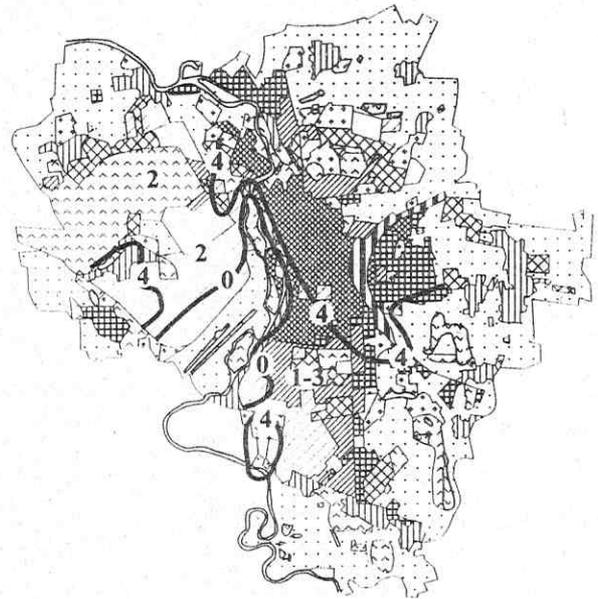
Der Zeitschnitt mit der differenziertesten Darstellung der Untersuchungsergebnisse des aktiven Flechtenmonitorings 1993/94 ist ebenfalls aus Abb. 6.5-3 zu entnehmen. Sofort fallen zwei größere Areale mit der stärksten Schädigung der Flechtenexponate (Klasse 5) auf. Die Flechtenexponate starben zum einen im südlichen Innenstadtbereich ab. Dabei waren die Flechtenexponate der Stadtteile an der Pfännerhöhe, Roßbachstraße und Lutherplatz durch die starke Luftbelastung vollständig abgestorben. Im Nordosten von Halle findet man mit den Stationen Körnerstraße, Dürerstraße bis hin zum Birkhahnweg einen weiteren, am höchsten belasteten Teil der Stadt. Dieser ist in östlicher Richtung offen, weil sich hier keine Stationen mehr befinden und so auch keine Aussagen mehr getroffen werden können. Bemerkenswert ist die ost-westliche Ausbreitungsrichtung, die rechtwinklig zur Ausdehnung der nächst niedrigeren Schadstufe liegt. Die Stationen mit der Schadklasse 4 beginnen im Norden mit Halle-Trotha und Kröllwitz, setzen sich im Stadtzentrum weiter fort, sind im östlichen Industriegebiet (Diemitz) sowie östlich von Kanena zu finden und enden im Süden in Ammendorf. Ein in der Flächengröße nicht so bedeutungsvoller Bereich konnte schon im vorangegangenen Zeitschnitt ausgegliedert werden. Durch Hinzunahme einer Station im südlichen Halle-Neustadt veränderte sich die Form der Ausbreitung nur sehr wenig. Es sind nun deutlich zwei Ausbuchtungen in nordöstlicher Richtung zu sehen. Leider ist die lufthygienische Situation im Südwesten nicht weiter beschreibbar, weil auch hier keine Stationen mit Flechtenexponaten mehr vorhanden sind. Bemerkenswert ist aber die Ausbreitung der nächst niedrigeren Schadstufe (Klasse 3), die das eben beschriebene Gebiet mit ungünstiger lufthygienischer Beschaffenheit in nordöstlicher Richtung fortführt. Die Stationen südöstlich der Dölauer Heide bis zur Garnision und den zentralen Teilen von Halle-Neustadt sind in diesem keilartigen Areal der Belastungsstufe 3 zuzuordnen. Die Dölauer Heide selbst sowie die östlichen Bereiche von Halle-Neustadt mit angrenzender Saaleue weisen mit der Schadklasse 2 nur eine geringe Schädigung der Flechtenexponate auf.

Abbildung 6.5-3: Aktives Flechtenmonitoring Winterhalbjahr 1993/94

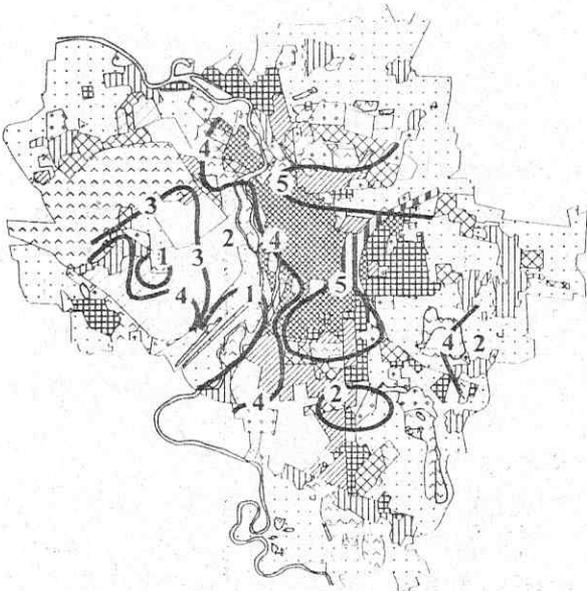
Stand: 26.12. - 27.12.1993



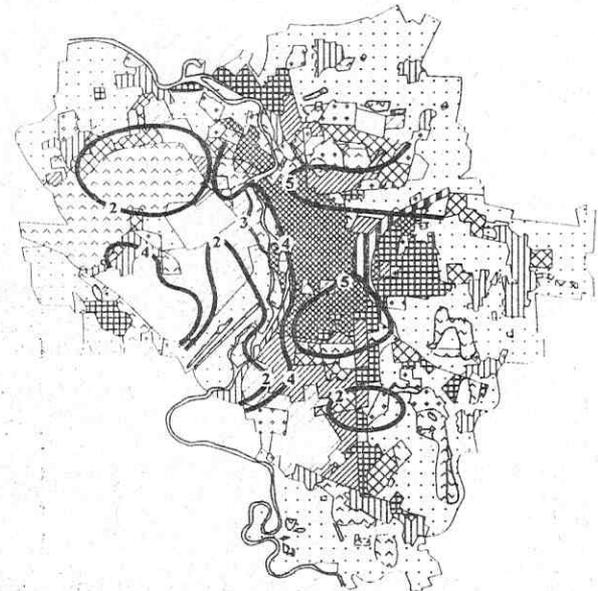
Stand: 01.02. - 06.02.1994



Stand: 15.03. - 21.03.1994



Stand: 13.04. - 26.04.1994



In südlicher Richtung, ab dem Stadtteil Böllberg verjüngt sich dieser Abschnitt, um sich etwa ab der Pestalozzistraße und Südstadt II und Wörmnitz wieder zu verbreitern. Kleine Gebiete mit gleicher Schädigung befinden sich im Süden von Halle am Rosengarten und der KGA "Reichsbahn-Gleisdreieck Kasseler Staße". Aber auch im Osten der Stadt konnte den Stationen Kanena und Hufeisensee die Schadstufe 2 zugeordnet werden. Lediglich ein einzelner Standort in Halle-Neustadt (Am Bruchsee) und die südwestliche Saaleaue mit der Rabeninsel erhielten die 1 als Belastungsstufe.

Mit dem letzten Zeitschnitt in Abb. 6.5-3 tritt wieder ein Rückgang der starken Differenzierung der Bereiche unterschiedlicher Bewertungen ein. Nach 20 Wochen zeigen die unterschiedlichen Schädigungen der Versuchsflechten folgendes Bild. Alle Stationen mit vollständig abgestorbenen Flechtenexponaten sind in gleicher Ausbreitungsform, aber auch Ausbreitungsgröße erhalten geblieben. Es sind weiter keine anderen Bereiche zu den am stärksten geschädigten Flechtenexemplaren hinzugekommen. Allein der Hauptteil der mit der Schadstufe 4 charakterisierten Stationen konnte sich um kleinere neu hinzugekommene Areale erweitern. Das sind einmal der Stadtteil Böllberg im Westen und Kanena mit Hufeisensee im Osten der Stadt. Der geschwungene Verlauf der Grenze des zweiten Gebietes mit der Belastungsstufe 4 wurde durch Hinzunahme einer Station im nordöstlichen Teil begründet. An diesen Bereich schließen sich die Stationen mit der Schadklasse 3 an. Hier sind die Flechtenexponate der Garnision, der Stromsaale mit der Peißnitzinsel sowie der Insel mit Saline und im Süden das Viertel der Pestalozzistraße integriert. Das Gebiet um den Rosengarten verschlechterte sich zum vorherigen Zeitschnitt mit nur einer halben Gradation. Zwei Bereiche mit den besten lufthygienischen Verhältnissen im Untersuchungsgebiet der Stadt Halle sind in der Dölauer Heide und der südlichen Saaleaue zu finden. Während allen Stationen in der Dölauer Heide durch die Bewertung der Flechtenexponate die Schadstufe 2 zugeordnet werden konnte, erweiterte sich das Gebiet der Saaleaue im Norden durch Teile des Ostens von Halle-Neustadt und im Süden durch die Südstadt II und Wörmnitz.

Bei der Entwicklung des Schadbildes über die einzelnen Zeitschnitte hinweg fallen einige Eigenarten auf. So ist zum ersten Mal nicht das unmittelbare Stadtzentrum als das am stärksten belastete Gebiet beobachtet wurden. Im Norden und Süden gruppierten sich Bereiche mit ungünstigeren lufthygienischen Zuständen. Die Herausbildung dieser scharfen Zweiteilung setzte erst in der zweiten Hälfte des Winterhalbjahres 1993/94 ein. Die Grenze, die den höher belasteten Innenstadtteil von den westlich gelegenen Bereichen trennt, ist wie immer recht gut zu erkennen. Sie zieht sich vom Norden (Kröllwitz) über den mittleren Saalebereich mit Peißnitzinsel bis zum Süden zu den KGA "Sonne" und "Vorwärts". Die weiter westlich benachbarte Saaleaue wurde ab der Mitte dieses Winterhalbjahres durch eine Zweiteilung charakterisiert. So liegt der westliche Teil mit den Kanalanlagen und der Rabeninsel in einem lufthygienisch gering belasteten Gebiet. Dagegen bildet der schon oben erwähnte mittlere Saalebereich bis zur Nordspitze der Rabeninsel einen Übergangsraum mit mittlerer Schädigung der Flechtenexponate. Die Auswirkungen der Saaleaue auf die lufthygienische Situation in der Stadt Halle sind am stärksten im westlichen Teil zu beobachten, was einer Verschiebung der Gasse günstiger lufthygienischer Verhältnisse in westliche Richtung zu den Ergebnissen sonstiger Winterhalbjahre bedeutet. Bemerkenswert ist die Beobachtung eines zweiten, hoch geschädigten Bereiches im westlichen Teil Halle-Neustadts und in Nietleben. In wesentlich größerer Ausdehnung wurde dieser Bereich erstmalig im vorhergehenden Flechtenmonitoring beschrieben. Nur bei der Station Nietleben (Eislebener Straße) konnten bei den hier beschriebenen Untersuchungen aller Winterhalbjahre durchweg ungünstige lufthygienische Zustände nachgewiesen werden. Im Süden der Stadt Halle verlagerte sich die In-

sel mit einer vergleichsweise geringeren Schädigung in östliche Richtung, so daß das Neubaugebiet Silberhöhe nicht mehr von diesem Bereich erfasst wurde. Die KGA "Pauluskirche", "Dieselstraße" und "Paul-Riebeck-Stift" befanden sich in diesem Winterhalbjahr in den Arealen mit höchster Luftbelastung und vollständigem Absterben der Flechtenexponate. In den Gebieten mit Schadstufe 4 lagen die KGA "Küttener Weg", "Schloß Freimfelde", "Kanenaer Weg", "Radeweller Straße", "Sonne" und am Rand des westlichen Belastungsteiles die KGA "Passendorfer Damm". Die übrigen KGA sind Bereichen mittlerer Schädigung der Flechtenexponate zuzuordnen. Für die KGA "Osendorfer Hain" können durch fehlende Meßstationen keine Aussagen gemacht werden.

6.5.4 Winterhalbjahr 1994/95

Vom 21.11. bis 02.12.1994 wurden zum vierten Mal 70 Flechtentäfelchen im Stadtgebiet von Halle exponiert, um die Luftbelastung für das gesamte Stadtgebiet über mehrere Winterhalbjahre erheben zu können. Nach der ersten Expositionszeit von 7 Wochen ergab sich ein Bild, welches aus Abb. 6.5-4 zu entnehmen ist. Als Schwerpunkt der Luftbelastung ist der südöstliche Innenstadtteil zu erkennen. Hier findet man einen Kernbereich mit der Schadklasse 2. Die Pfännerhöhe, der Lutherplatz und die Roßbachstraße sind einige der betroffenen Stadtteile. Die KGA "Dieselstraße" liegt in diesem Bereich, während die KGA "Paul-Riebeck-Stift" sich in unmittelbarer Nähe befindet, aber schon dem Areal mit der Schadstufe 1 zugeordnet werden kann. Diese Fläche erstreckt sich, wie aus den anderen Winterhalbjahren bekannt, um die höher mit Luftschadstoffen belasteten Gebiete. Die nördlichste Ausbreitung wird etwa auf Höhe der Ludwig-Wucherer-Straße erreicht, die südlichste endet am Rosengarten. Die KGA "Kanenaer Weg" befindet sich in diesem Bereich, während man die KGA "Schloß Freimfelde" genau auf der Grenze zum unbelasteten Teil der Stadt Halle vorfindet. Neben den zwei größten Arealen mit erstmaliger Flechtenschädigung findet man mehrere kleine Schädigungsbereiche, so zum Beispiel eine Einzelstation im Stadtteil Kröllwitz mit der Schadstufe 2 oder der Sandanger mit der Schadstufe 1. Die gleiche Schadstufe besitzen kleinere Gebiete im Süden von Halle. So findet man im äußersten Südwesten des Neubaugebietes Silberhöhe und den KGA "Sonne" und "Vorwärts" die Schadstufe 1. Aber auch im östlichen Teil der Silberhöhe und Industriegebiet Ammendorf ist ein mittleres Gebiet mit gleicher Schadklassifizierung vorhanden. Dieses ist aber wegen fehlender Stationen nach Osten hin offen.

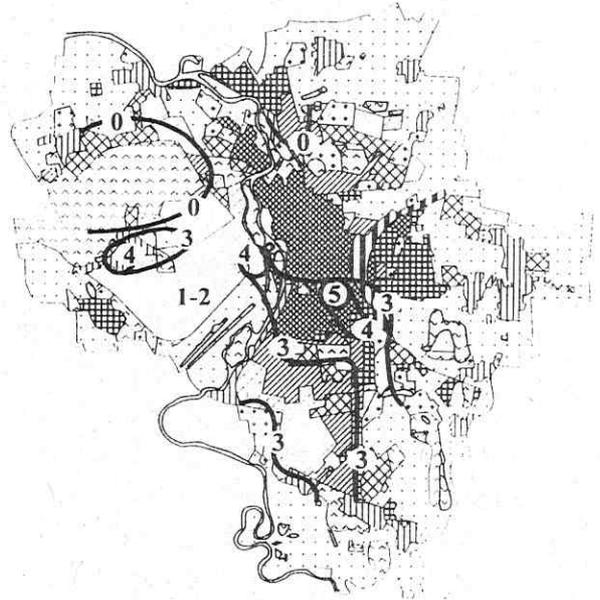
Der Beobachtungs- und Bewertungszeitschnitt vom 16.02. - 17.02.1995 ist auf einer Karte in Abb. 6.5-4 zu sehen. Hier ist eine wesentlich größere Differenzierung der einzelnen Schadgebiete vorhanden. Die höchste Schädigung der Flechtenexponate ist bei einer Einzelstation im südöstlichen Stadtzentrum zu finden. In gleicher Ausbreitungsrichtung (bis zur Merseburger Straße) findet man eine Station mit der Schadstufe 4. Aber auch der Sandanger und Nietleben sind als Inseln mit gleicher Schadklassifizierung zu erkennen. Bei allen dieser gerade aufgeführten Luftbelastungskerne existiert ein Umfeld mit nächstniedrigeren Schadstufen. Im südlichen Innenstadtteil beginnt dieser Bereich mit dem Ortsteil Böllberg, zieht sich am Stadion weiter in südöstliche Richtung bis zur Dieselstraße. Hier ist ein schmaler Streifen stärker geschädigter Flechten streng entlang der Merseburger Straße beobachtet worden. Im äußersten Südosten sind wegen fehlender Stationen keine Aussagen mehr möglich. Die KGA "Paul-Riebeck-Stift", "Dieselstraße" und teilweise auch die KGA "Kanenaer Weg" sind in diesem Gebiet lokalisiert. Die KGA "Habichtsfang" befindet sich im Grenzbereich von Schadklasse 3 zur Schadklasse 1-2.

Abbildung 6.5-4: Aktives Flechtenmonitoring Winterhalbjahr 1994/95

Stand: 19.01. - 20.01.1995



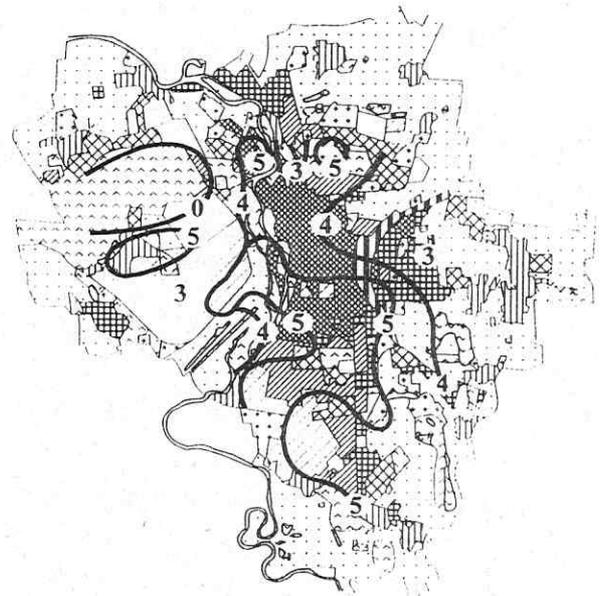
Stand: 16.02. - 17.02.1995



Stand: 16.03. - 17.03.1995



Stand: 27.04. - 28.04.1995



Der schon im vorherigen Zeitschnitt erwähnte Bereich südöstlich des Ortsteiles Wörmnitz konnte sich jetzt bis nach Beesen im Süden von Halle ausbreiten. Leider ist nur ein kleiner schmaler Streifen der Flechtenschädigung erkennbar, weil in westlicher wie auch in südlicher Richtung weitere Meßstationen fehlen. Dem überwiegenden Teil der Flechtenexponate in der Stadt wurden die Schadstufen 1 und 2 zugeteilt. Das betrifft vor allem Halle-Neustadt, den nördlichen Innenstadtteil, aber auch die nordöstlichen und östlichen Außenbereiche des Stadtgebietes sowie die gesamte Südstadt und die Silberhöhe. Die besten lufthygienischen Bedingungen herrschten bis zu diesem Zeitpunkt in der Dölauer Heide und im Ortsteil Dölau selbst. Alle Flechtenexponate sind durch die Luftschadstoffe noch nicht geschädigt worden. In unmittelbarer Nachbarschaft liegen die KGA "Dölau" und im Norden "Saaletal".

Der höchste Grad der Differenzierung der Schadklassen wird im dritten Zeitschnitt erreicht (Abb. 6.5-4). Die Bereiche der höchsten Schädigung der Flechten haben sich deutlich vergrößert. So zieht sich ein Gürtel mit vollständig abgestorbenen Flechten vom Sandanger über Böllberg bis zur Pfännerhöhe. Nur die KGA "Paul-Riebeck-Stift" liegt in diesem, lufthygienisch hoch belasteten Bereich. Im weiteren südöstlichen Verlauf findet man ein größeres aber zweigeteiltes Gebiet der Schadstufe 4. Dieses erstreckt sich vom Lutherplatz im Norden bis nach Beesen im Südwesten und Ammendorf im Südosten. Die KGA "Dieselstraße" und die "Sonne" liegen in diesem Bereich. Diese Zweiteilung wird durch ein Gebiet mit der Schadstufe 3 bedingt. Es enthält große Teile des Neubaugebietes Silberhöhe und der Wohnsiedlungen "Am Rosengarten". Die östliche Grenze dieses Areals ist mit dem Verlauf der Merseburger Straße identisch. Leider fehlen im weiteren südlichen Teil Meßstationen, so daß keine Angaben über die Fortsetzung der Areale unterschiedlicher Schadstufen gemacht werden können. Im Westen und Nordwesten der Stadt sind kleine, eher punkthafte Gebiete hoher Luftbelastung beobachtet worden. Das betrifft einmal den Stadtteil Kröllwitz, wo die Ergebnisse der Bewertung der Flechtenexponate der Schadklasse 4 zugeteilt wurden. Zum Anderen sind die Flechten im Stadtteil Nietleben sehr stark geschädigt worden, so daß zu diesem Zeitpunkt alle abgestorben waren. In nordöstlicher Richtung schließen sich Stationen mit der Schadstufe 3 an, in dem sich die KGA "Habichtsfang" befindet. Ein Gürtel gleicher Belastungsstufe säumt die oben beschriebenen größeren Belastungsgebiete (Schadstufen 4 und 5) im Westen, Norden und Osten. Hier liegen die KGA "Kanenaer Weg" und "Schloß Freimfelde". Die Gebiete geringer Schädigung der Flechtenexponate sind sehr stark zurückgegangen. Sie konzentrieren sich vornehmlich auf den nördlichen und südwestlichen Teil des Stadtgebietes. So findet man in diesem Bereich den größten Teil Halle-Neustadts, der südlichen Saaleaue (KGA "Passendorfer Damm") und vor allem alle nördlichen (KGA "Küttener Weg") und nordöstlichen Stadtteile von Halle. Die absolut günstigsten lufthygienischen Bedingungen in der Stadt sind wieder im gesamten Bereich der Dölauer Heide gegeben.

Aus Abb. 6.5-4 wird weiterhin ersichtlich, daß der hohe Grad der Differenzierung der Gebiete unterschiedlicher Klassifizierungen aus dem vorherigen Zeitschnitt beibehalten wurde. Die Anzahl der Stationen mit den höchsten Schädigungen haben sehr stark zugenommen. So erstreckt sich das große Gebiet mit vollständig abgestorbenen Flechtenexemplaren von Halle-Neustadt über den südlichen Innenstadtteil der gesamten Südstadt bis zum Ortsteil Beesen. Neben der KGA "Paul-Riebeck-Stift" liegen auch die KGA "Kanenaer Weg", "Dieselstraße" und "Sonne" teilweise am Grenzbereich zu den nächst niedriger belasteten Arealen. Die Ausprägung einer Insel mit günstigeren lufthygienischen Verhältnissen im Süden ist noch erkennbar, jetzt aber gehört dieses Gebiet schon der Schadklasse 4 an. Dieser Bereich zieht sich von Nord nach Süd über den gesamten Innenstadtteil hinweg. Ab dem Stadtzentrum verbreitert sich dieser Bereich, um im Süden alle

Meßstationen zu erfassen. Gestört wird dieses Gebiet durch Einzelstandorte im Norden der Stadt Halle, die durch vollständig abgestorbene Flechtenexponate gekennzeichnet sind (Kröllwitz und Bergschenkenweg). Zwischen den sehr hoch belasteten Punkten existiert ein Bereich mit der Schadstufe 3 (Trotha). Die KGA "Küttener Weg" liegt wiederum zwischen den Gebieten mit den Schadstufen 3 und 5. Im nördlichen Teil des Gebietes mit der Schadstufe 4 befinden sich die KGA "Pauluskirche" und die KGA "Schloß Freimfelde". Außerdem ist im südlichen Teil die KGA "Osendorfer Hain" dazugehörig. Ein weiteres, wenn auch kleines, Gebiet mit hoher Belastung der Untersuchungsflechten lokalisiert sich in Nietleben mit nordöstlicher Ausbreitung. Hier betrifft es die KGA "Habichtsfang", die in diesem lufthygienisch ungünstigen Gebiet liegt. Im Westen und Osten der Stadt Halle gruppieren sich zwei größere Gebiete mit der Schadstufe 3. Dabei handelt es sich um die südliche Saaleaue, um Halle-Neustadt im Westen und um die Berliner Brücke, Diemitz und Kanena im Osten der Stadt. Hierzu zählen die KGA "Passendorfer Damm", "Am Fuchsberg" und die KGA "Oppiner Straße". Etwas verkleinert, aber dennoch sehr gut zu sehen, ist die Dölauer Heide. Bis zu diesem Zeitschnitt wurde immer noch die Schadstufe 0 vergeben!

Bei der Entwicklung der Flechtenexponate über die einzelnen Zeitschnitte hinweg sind einige Besonderheiten zu erwähnen. Zuerst ist der Hinweis auf eine recht lange Zeitspanne der geringen Schädigung aller Flechten wichtig. Erst Ende Januar treten vereinzelt merkbare Schäden an den Untersuchungsexponaten auf. Das unmittelbare Stadtzentrum liegt bei allen Zeitschnitten nicht im höchst belasteten Gebiet und auch nur am Schluß des aktiven Flechtenmonitorings im Randbereich (Schadstufe 4). In diesem WHJ sind Einzelstationen hinsichtlich der Bewertung der Flechten nicht selten. Sie treten mit einer deutlich schlechteren Klassifizierung als das entsprechende Umland hervor. Die Gebiete mit den am stärksten geschädigten Flechten lokalisieren sich vornehmlich im Süden des Innenstadtteiles von Halle. Das letzte aktive Flechtenmonitoring zeichnete sich auch durch die stark differenzierten Bilder in den einzelnen Zeitschnitten aus. Schon sehr zeitig waren auch Stationen im mittleren Auenbereich geschädigt (Sandanger). Erwartungsgemäß konnte die Dölauer Heide ihre Spitzenstellung unter den gering geschädigten Gebieten einnehmen. Erstaunlich war nur die Tatsache, das die Dölauer Heide in diesem WHJ bis zum letzten Zeitschnitt mit der besten Schadstufe bewertet wurde. Typisch für fast alle Untersuchungen, wenn auch erst in den letzten Zeitschnitten erkennbar, ist die Nord-Süd-Ausrichtung des Gürtels mit der zweithöchsten Belastungsbewertung. Die KGA "Paul-Riebeck-Stift" und "Sonne" befinden sich in dem Gebiet mit vollständig abgestorbenen Flechtenexponaten. An dessen Randbereichen lokalisieren sich die KGA "Kanenaer Weg" und "Dieselstraße". Die KGA "Habichtsfang" ist auch über mehrere Zeitschnitte hinweg recht ungünstigen lufthygienischen Verhältnissen ausgesetzt (bis Schadstufe 5). Die KGA "Schloß Freimfelde" kann in diesem WHJ einem mittleren Schädigungsbereich zugeordnet werden. Eine bessere Bewertung zur Luftbelastung als im vorherigen WHJ erhält die KGA "Oppiner Straße". Die KGA "Küttener Weg" lag erwartungsgemäß in einem Gebiet mit mittlerer Schädigung der Flechtenexponate und die KGA "Passendorfer Damm" befand sich zu allen Zeitschnitten in einem gering belasteten Bereich.

7 Zusammenfassende Thesen und Schlußfolgerungen

Gegenstand der Untersuchungen des physisch-geographischen Teil des Forschungsprojektes sind Analyse und Bewertung der geoökologischen Verhältnisse charakteristischer Kleingartenanlagen im Stadtgebiet von Halle. Neben der Inventur der Bodenverhältnisse stehen die Problemfelder Bodenschwermetallbelastung, Schwermetalltransfer Boden-Gemüseflanzen und Schwermetalleintrag über den Luftpfad im Mittelpunkt des Interesses.

- Die untersuchten 45 Gartenböden in 15 ausgewählten Kleingartenanlagen sind alle durch *anthropogene Profilüberprägung* gekennzeichnet.
- Die Schwermetallbelastungen (Gesamtgehalte) der beprobten Kleingärten liegen überwiegend im Bereich der noch zulässigen Grenzwerte.
- Für alle untersuchten Kleingartenanlagen ergibt sich eine *Tiefenverteilung* der bestimmten Schwermetalle, die von in der Literatur bekannten vertikalen nicht bearbeiteter kontaminierter Bodenprofile abweicht. Das Maximum ist an der Grenze des durch die Bearbeitung determinierten Bodenhorizontes („*Spatenhorizont*“) lokalisiert.
⇒ Die gärtnerische Nutzung wirkt nivellierend auf die Schwermetallbelastung.
- Im Schwermetallspektrum dominieren die stadttypischen Indikatoren *Blei* (Stadtverkehr) und *Zink* (Braunkohleheizung).
- Dominanter Belastungspfad für alle Schwermetalle ist der *Luftpfad*.
- Bzgl. den *Lebensmittelrichtwerten* (Bundesgesundheitsamt BGA 1994) sind in einigen Gärten teilweise Grenzwertüberschreitungen in den Gemüsepflanzen festzustellen. Durch hauptsächlich atmogenen Eintrag treten die höchsten Gehalte bei allen Pflanzen in den Blättern auf, wobei artspezifische Unterschiede bestehen. Dominantes Element in fast allen Fällen ist Zink.
- Korrelationsrechnungen zeigen keine signifikanten Zusammenhänge zwischen den Schwermetallgehalten in den Pflanzen und dem jeweiligen Oberboden.
- Die ermittelten *Transferkoeffizienten* zeigen, daß substratbedingte Belastungseinflüsse nur eine untergeordnete Rolle spielen.
- Die Schwermetallgehalte in den *exponierten Kontrollböden* und in den darauf ausgebrachten *Graskulturen* verdeutlichen, daß in allen Stadtstrukturtypen eine anthropogene Schwermetallführung nachweisbar ist. Die höchsten Anreicherungen sind dabei in den Stadtstrukturtypen „*Altbaugelände*“, „*Industriegebiet*“ und „*Bahnanlagen*“ festzustellen.
- Die verwendeten *Extraktionsmethoden* zur Erfassung der pflanzenverfügbaren Schwermetalle zeigen, daß die Gehalte in den Gemüsepflanzen meist höher liegen als der Anteil, der im Boden austauschbar vorliegt.
- Eine dauerhafte ökologische Bedenklichkeit durch den Verzehr der untersuchten Anbauprodukte kann ausgeschlossen werden.
- Vergleichende, d.h. bewertende, Pflanzenuntersuchungen können nur mittels einheitlich ausgebrachter Versuchspflanzen durchgeführt werden.
- Im Stadtgebiet von Halle wurde über mehrere Winterhalbjahre ein *aktives Flechtenmonitoring* durchgeführt. Die Kleingartenanlagen „*Paul-Riebeck-Stift*“ (3), „*Dieselstraße*“ (4), „*Kanenaer*

Weg“ (8), „Freiimfelder Schloß“ (12) und „Pauluskirche“ (14) liegen bei allen Zeitschnitten in Gebieten ungünstiger lufthygienischer Verhältnisse. In einem Bereich mittlerer Belastung der Luft mit Säurebildnern befinden sich die Kleingartenanlagen „Habichtsfang“ (2), „Oppiner Weg“ (6), „Küttener Weg“ (7), „Sonne“ (10) und „Fuchsberg“ (11). Nur wenige Kleingartenanlagen, vornehmlich in den Außenbereichen der Stadt, können als Areale mit geringem Schädigungsgrad der Flechtenexponate zugeordnet werden. Das betrifft die Kleingartenanlagen „Saaletal“ (1), „Osendorfer Hain“ (5), „Passendorfer Damm“ (9), „Radeweller Straße“ (13) und „Dölau (15)“.

8 Literatur

- ABDERHALDEN, E. (1915): Hauptprotokollbuch des "Bund zur Erhaltung und Mehrung der Deutschen Volkskraft Halle". = Unveröffentlichtes Manuskript Halle.
- ABOU, S.M., KHATER, A., SALEM, N. & SOLIMAN, S. (1990): Heavy metals and nutrients uptake by plants as effected by the application of; acid sludge on an Ägyptian sandy Soils. - In: *Agrochemica* 5-6, 385 - 392
- ABRAHAM, H.-J., GERDES, S. & PFAU, W.-D. (1987): Schwermetall-Immissionen in der Gesamtd deposition (Staubniederschlag) im Verkehrsbereich sowie in Wohn- und Erholungsgebieten in Berlin (West). - In: *Wissenschaft und Umwelt* 4/1987: 186 - 199.
- ADAM, K. (1985): Veränderungen der städtischen Ökosysteme durch hohe Energieumsätze. - In: *Informationen zur Raumentwicklung* 10: 753 - 789.
- ADAM, K. (1988): *Stadtökologie in Stichworten*. Verlag Ferdinand Hirt, Unterägeri.
- AK-STADTBÖDEN [=Arbeitskreis Stadtböden](Hrsg.) (1989): *Kartierung von Stadtböden - Empfehlung des Arbeitskreisses Stadtböden der Deutschen Bodenk. Gesellschaft für die Bodenkundliche Kartieranleitung urban, gewerblich und industriell überformter Flächen (Stadtböden)*. [=UBA-Texte 18/89, Berlin]
- ALT, D., SACHER, B. & RADICKE, K. (1982): Ergebnis einer Erhebungsuntersuchung zur Nährstoffversorgung und Schwermetallbelastung von gemüsebaulich genutzten Parzellen in Kleingärten. - In: *Landwirtschaftliche Forschung, Sonderheft* 38: 682-692.
- ALTERMANN, M. & KNOTH, W. (1971): Fossille Böden bei Ostrau nördlich Halle(S). - In: *Krumbiegel & Schwab*: 80-84.
- ALTERMANN, M. (1964): Die Böden der Umgebung von Halle. - In: *Hallesches Jahrbuch für Mitteldeutsche Erdgeschichte*, 6.Jg.: 48-57.
- ALTLASTENKATASTER (=Altlasten-Erfassungsbögen) (Stand 1989-1994): *Raumbezogenes Altlasten-Informationen-System*; TFH Berlin/Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg; Institut für Geographie. *Kataster-Nr.*: 0640- 0643; 2695-2697; 2745-2750; 3096; 5510; 5511; 1002; 1021; 1063; 1091; 1121; 1137; 1158-1160; 1181; 1185-1187; 1227; ; 1107; 1108; 1167; 1171; 1209; Blatt Bruckdorf; 2518; 2532; 2534-2538; 5001; 5002; 5006; 5007; 1127; 1128; 1176; 1210; 5521; 5531; 5568; 0531; 0536; 0540 - 0548; 0552; 0553; 0576

- ARBEITSGEMEINSCHAFT BODENKUNDE (1982): Bodenkundliche Kartieranleitung. Hrsg.: Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe und Geologischen Landesämtern in der BRD; 3. Auflage; Hannover
- BAHRENBERG, G., GIESE, E. & NIPPER, J. (1992): Statistische Methoden in der Geographie 2 - Multivariate Statistik. Stuttgart.
- BARBER, S.A. (1984): Soil Nutrient Bioavailability. John Wiley & Sons, New York
- BARSCH, H., BILLWITZ, K. & SCHOLZ, E. (1984): Labormethoden in der physischen Geographie. VEB H. Haack; Gotha.
- BERLINER LISTE (1990): Bewertungskriterien für die Beurteilung kontaminierter Standorte in Berlin (Berliner Liste). Amtsblatt für Berlin, 40. Jg, Nr. 65, 28. Dezember 1990, S. 2464 - 2469.
- BGA [Bundesgesundheitsamt] (Hrsg.) (1979): Probenvorbereitung für die Bestimmung von Schwermetallgehalten in und auf Lebensmitteln. - In: Bundesgesundheitsblatt 22, Nr.15: 277 - 279.
- BGA [Bundesgesundheitsamt] (Hrsg.) (1994): Bekanntmachungen des BGA. Richtwerte für Schadstoffe in Lebensmitteln. = Bundesgesundheitsblatt 5/94
- BILLWITZ, K. & BREUSTE, J. (1980): Anthropogene Bodenveränderungen im Stadtgebiet von Halle/Saale. - In: Wiss. Z. Univ. Halle, Heft.4: 25 - 43.
- BILLWITZ, K. (1974): Methodik der Beschreibung und Darstellung der Profile. Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg, Sektion Geographie; Manuskript, Halle
- BILLWITZ, K. (1977): Methodik, physikalische und chemischer Bodenuntersuchungen, für bodenkundliche Laborübungen für Geographiestudenten. Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg, Sektion Geographie, Manuskript, Halle.
- BLUME, H. P. (Hrsg.) (1990): Handbuch der Bodenkunde; Bodenökologie und Bodenbelastung; vorbeugende und Schutzmaßnahmen. Ecomed. Verlagsgesellschaft; Landsberg/Lech.
- BLUME, H.P. & SCHLICHTING, E. (1982): Bodenkundliche Probleme städtischer Verdichtungs-räume. - In: Mitt. Dt. Bodenkdl. Ges. 33.
- BORSIER, M. & GARCIA, M. (1983): Analyse automatique d'échantillons géologiques par Plasma-ICP. Spectro-chemica. Acta, 38B, Nr.1/2: 123 - 125.
- BREUSTE, I. (1989): Untersuchungen zur Erholungsfunktion von Grünflächen der Städte Halle und Halle-Neustadt unter Berücksichtigung selbständiger öffentlicher Grünflächen und Kleingartenanlagen. Dissertation; Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg, Sektion Geographie.
- BREUSTE, J. (1985): Methodische Aspekte der Analyse und Bewertung der urbanen Landschaftsstruktur. - In: VII. Intern. Symposium über die Problematik der ökologischen Landschaftsforschung, Pezinok (CSFR).
- BREUSTE, J. (1986 a): Methodische Ansätze und Problemlösungen bei der Erfassung der urbanen Landschaftsstruktur und ihrer ökologischen und landeskulturellen Bewertung unter Berücksichtigung von Untersuchungen in Halle/Saale. = unveröff. Dissertation B, Universität Halle.

- BREUSTE, J. (1986 b): Die Stadt - Untersuchungsobjekt anwendungsorientierter Landschaftsforschung. Landschaftsarchitektur. - In: Berlin 15, 4: 44 - 47 + 60.
- BREUSTE, J. (1986 c): Urbanökologische Raumgliederung des Stadtgebietes von Halle. = unveröff. Manuskript, Universität Halle.
- BRÜMMER, G. & HERMS, U. (1978): Löslichkeit von Schwermetallen in Siedlungsabfälle und Böden in Abhängigkeit von pH-Wert, Redoxbedingungen und Stoffbestand. - In: Mitteilungen der Deutschen Bodenk. Gesellschaft 27: 23 - 24
- BRÜMMER, G. (1977): Funktion des Bodens im Stoffhaushalt der Ökosphäre. - In: Mitteilungen der Deutschen Bodenk. Gesellschaft, 25: 139 - 142.
- BRÜMMER, G. W., GETH, J. & HERMS, U. (1986): Heavy Metal Species, Mobility and Availability in Soils. - In: Z. Pflanzenern. Bodenk. 149: 392 - 398.
- BRÜNE, H. (1984): Schwermetallgehalte hessischer Boden und das Aufnahmepotential verschiedener Pflanzenarten. - In: Angewandte Botanik 58(1): 11-20.
- BUNR (Bundesminister für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit) (Hrsg.) (1989): Niederländischer Leitfaden zur Bodenbewertung und Bodensanierung 1988. Deutsche Übersetzung, Bonn.
- CRÖBMANN, G. (1988): Schwermetalle in Gartenböden. - In: Bundesverband Deutscher Gartenfreunde Bd. 51. Bundesverband Deutscher Gartenfreunde (Selbstverlag): 4 - 16, Bonn.
- DIABY, K. & FRÜHAUF, M. (1993): Untersuchung zur Schwermetallbelastung der Saaleaue zwischen Weißenfels und Salzmünde. In: Ergebnisbericht -Untersuchung und ökologische Bewertung der Bodenkontamination in der Saale-Aue der Stadt Halle, Hrsg. von GFE-Geologie und & Umwelttechnik GmbH; Anlage 8, Halle.
- DIABY, K. & FRÜHAUF, M. (1995): Untersuchungen zum Schwermetall- und Nährstoffhaushalt von Kleingartenböden und -produkten der Stadt Halle. - In: Hallesches Jahrb Geowiss., B 18, Halle (Saale).
- DIABY, K. & SAUERWEIN, M. (1994): Untersuchungen zur ökologischen Bedeutung und Schwermetall-"Belastung" von Kleingartenböden und gärtnerischen Nutzpflanzen in der Stadt Halle a. S. - In: Tagungsband des 1. Leipziger Symposiums Stadtökologie, Leipzig.
- DIABY, K. & ZIERDT, M. (1993): Untersuchungen zur ökologischen Bedeutung der Kleingartenanlagen in der Stadt Halle. - In: Tagungsband, 13. Arbeitstagung "Mengen- und Spurenelemente", 58 - 65, Jena
- DIABY, K. (1991): Schwermetallbestimmung in Halleschen Auenböden mittels ICP-AES. Diplomarbeit, Martin-Luther-Universität, Sektion Chemie, Halle
- DIABY, K. (1996): Untersuchungen zum Schwermetall- und Nährstoff-Haushalt in Halleschen Kleingartenanlagen. - Ein Beitrag zur geoökologischen Charakteristik der Stadtregion Halle. = Dissertation, Institut f. Geographie, Universität Halle-Wittenberg.
- DIN 38 414 Teil S.: Wasser-, Abwasser- und Schlammuntersuchung. Schlamm und Sedimente(Ruppe S).
- DIN 4220 Teil 1: Bodenkundliche Standortbeurteilung, Aufnahme und Kennzeichnung sowie Übersicht spezieller Untersuchungsverfahren. Januar 1987.

- DÜES, G. (1987): Untersuchungen zu Bindungsformen und ökologisch wirksamen Faktoren ausgewählter toxischer Schwermetallen in ihrer Tiefenverteilung in hanburger Böden. Diss. = Hamburger bodenkundliche Arbeiten, Band 9: 1-267, Hamburg.
- EG-RICHTLINIE (1986): Richtlinie des Rates über den Schutz der Umwelt und insbesondere der Böden bei der Verwendung von Klärschlamm in der Landwirtschaft (86/278/EWG). Amtsblatt der Europäischen Gemeinschaften Nr. L 181/6 vom 4.7.86.
- EGGERGLÜB, D. & MÜLLER, G. (1991): Schwermetalle und Nährstoffe in Gartenböden des Rhein-Neckar-Kreises und des Stadtgebietes von Heidelberg. = Heidelberger Geow. Abh. 49.
- EIKMANN, T. & KLOKE, A. (1993): Nutzungs- und schutzgutbezogene Orientierungswerte für (Schad-) Stoffe in Böden - Eikmann-Kloke-Werte. - In: ROSENKRANZ, D., EINSELE, G. & HARRESS, H.-M. (1994): Bodenschutz. Ergänzbare Handbuch der Maßnahmen und Empfehlungen für Schutz, Pflege und Sanierung von Böden, Landschaft und Grundwasser. 15. Lieferung, Nr. 3590: 1 - 26, Berlin.
- Erster Umweltbericht der Stadt Halle (1993): Magistrat der Stadt Halle (Hrsg.)
- EWERS, U., FREIER, I., TURFELD, M., BROCKHAUS, A., HOFSTETTER, I., KONIG, W., LEISNER-SAABER, J. & DELSCHEN, T. (1993): Untersuchungen zur Schwermetallbelastung von Böden und Gartenprodukten aus Stolberger Hausgärten und zur Blei- und Cadmiumbelastung von Kleingärtnern aus Stolberg. - In: Gesundheitswesen, 55 (6): 318-325.
- FEIGE, W.; SCHMALZRIED, R. & SCHUGT, K. (1991): Stoffbestand von Gartenböden: unter Berücksichtigung von Nährstoffen, Schwermetallen und Organika. = Forschungsbericht Hrsg. von Bayerisches Staatsministerium für Landesentwicklung und Umweltfragen, München.
- FILIPINSKI, M. (1989): Pflanzenaufnahme und Löslichkeit von Schwermetallen aus Böden höherer geogenen Anreicherung. Dissertation, Universität Göttingen, unveröffentlicht.
- FILIPINSKI, M. (1990): Pflanzenaufnahme und Extrahierbarkeit von lithogen, pedogen und anthropogen angereichertem Cadmium in einem Parabraunerde-Ap-Horizont aus Löß. - In: Z. Pflanzenernähr. Bodenk. 153: 403-407.
- FRÄNZLE, O. (1988): Umweltbelastung und Umweltschutz in der Bundesrepublik Deutschland. - In: Geograph. Rundschau 40, H. 1: 4 - 11.
- FRIESE, K. H. (1991): Bestimmung von Schwermetallen in biologischen Material mittels Flammen- und Kaltdampf-Atomabsorptionsspektrometrie. Dissertation A, Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg, Sektion Chemie, Halle.
- FROTSCHER, W. (1987): Untersuchungen zur Erfassung, Kennzeichnung und Bewertung mehr naturnaher, urbanökologisch wertvoller Freiflächen in der Stadtregion Halle mittels Fernerkundungsdaten. = unveröff. Diplomarbeit, Universität Halle.
- FROTSCHER, W. (1989): Kennzeichnung von Freiflächen der Stadtregion Halle mittels Fernerkundungsdaten. - In: Hall. Jb. f. Geowiss. 14: 75 - 87.
- FROTSCHER, W. (1990): Verfahren der Luftbildinterpretation zur Unterstützung urbanökologischer Untersuchungen in der Stadtregion Halle. Dissertation, Universität Halle.

- FRÜHAUF, M. & DIABY, K. (1993): Untersuchung zur Schwermetallbelastung der Saale zwischen Weißenfels und Salzmünde. - In: Berliner Geographische Arbeiten Heft 78: 95 - 114, Berlin.
- FRÜHAUF, M. & DIABY, K. (1994): Schwermetallbelastung von Kleingartenböden der Stadt Halle - In: Verhandlungsband der des 49. Deutsche Geographentag, Bochum
- FRÜHAUF, M. & SCHUMANN, H. (1988): "Untersuchungen zur räumlichen und zeitlichen Varianz des Schwermetallgehaltes typischer Hallescher Böden". - In: Tagungsberichte "Mengen- und Spurenelemente" Leipzig: 54 - 88.
- FRÜHAUF, M. & SCHUMANN, H. (1989): Untersuchungen zur differenzierten Erfassung der natürlichen und anthropogenen Schwermetallführung von Auen- und Kolluvialböden. - In: Tagungsband, 8. Arbeitstagung "Mengen- und Spurenelemente", 87 - 93, Leipzig.
- FRÜHAUF, M. (1981): Landschaftökologische Studien an Boden und Substrat im östlichen Harzvorland und Unterharz. Dissertation A, Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg, Sektion Geographie, Halle.
- FRÜHAUF, M. (1990): Untersuchungen zur differenzierten Erfassung der anthropogenen und geogenen Schwermetallbelastung Hallescher Böden. - In: Effektive und ökologiegerechte Landnutzung - Tagungsberichte der Bodenkundl. Gesellschaft der DDR: 12 - 13.
- FRÜHAUF, M. (1992): Zur Problematik und Methodik der getrennten Erfassung geogener und anthropogener Schwermetallgehalte in Böden. - In : Geoökodynamik Bd.XIII: 97-120, Bensheim.
- FRÜHAUF, M., HERMANN, H. & REUTER, B. (1990): Landeskulturelle Probleme des Bodens in Stadtregionen. - In: Nachrichten Mensch-Umwelt 17: 15 - 37.
- FRÜHAUF, M., ZIERDT, M., KLEY, D., DIPPMMANN, S., SCHMIDT, G. & DIABY, K. (1993): Abschlußbericht zum Thema "Stadtökologische Forschungen im Raum Halle -Belastung physisch-geographischer Umweltmedien". Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg, Institut für Geographie, unveröffentlicht.
- GEROLD, G. (1989): Immissionsbelastung in der Stadt und Stoffumsatz in einem innerstädtischen Waldbiotop. - In: Landschaft und Stadt 22, 3: 115 - 119.
- GERTH, H.-P. (1990): Untersuchung von Standortmerkmalen unversiegelter urbaner Freiflächen in Halle/Saale. Dissertation, Universität Halle.
- GGSA [Gewässergütebericht Sachsen-Anhalt] (1993): Hrsg. v. Landesamt für Umwelt und Naturschutz Sachsen-Anhalt; Halle.
- GRENZWERTE (1994): Kennzahlen zur Umweltbelastung in Deutschland und in der EG. ecomed Fachverlag, Landsberg, S. 150 - 162.
- GÜNTHER, D. & GÄCKLE, M. (1990): Interpretation und Optimierung von Probenahme und -Transport sowie Entwicklung und Anwendung verschiedener Kalibrationsverfahren für die LM-ICP-Spektrometrie. Dissertation A, Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg, Sektion Chemie, 80ff.
- HARRES, H.-P. & SAUERWEIN, M. (1994): Nichtparametrische Verfahren als "saubere" Statistik. Dargestellt am Beispiel von Schwermetallbelastungen auf Südsardinien. - In: Geoökodynamik Heft 15: 133 - 150, Bensheim

- HARRES, H.-P. (1989): Schwermetalle in Böden. - In: Geoöko-Test Heft 1: 71 - 77, Bensheim.
- HARRES, H.-P., FRIEDRICH, H., HÖLLWARTH, M. & SEUFFERT, O. (1985): Schwermetallbelastung städtischer Böden und ihre Beziehung zur Bioindikation. - In: Geol. Jb. Hessen 113:251 - 270; Wiesbaden.
- HARRES, H.-P., HÖLLWARTH, M., BÖHNKE, E., RHIEM, W., SCHÄFER, H. & UNGER, H.-J. (1989): Schadstoffbelastung in Darmstädter Kleingärten und deren Auswirkung auf die Nutzung. = Geoöko-Test Heft 1, Bensheim.
- HARTUNG, J. (1984): Statistik; Lehr- und Handbuch der angewandten Statistik. München.
- HASSELBACH, G. (1992): Ergebnisse zum Schwermetalltransfer Boden/Pflanzen aufgrund Gefäßversuchen und chemische Extraktionsverfahren mit Böden aus langjährigen Klärschlamm- Feldversuchen. Dissertation A, Universität Gießen, unveröffentlicht.
- HAUPTMANN, B. (1994): Untersuchungen zu Schwermetallgehalte von Kleingartenböden und Gemüsepflanzen in der Stadt Halle - Am Beispiel der Keingartenanlage "Am Osendorferhain e.V." Diplomarbeit; Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg, Institut für Geographie.
- HERES, D. (1989): Untersuchungen an Gartenböden im Mainzer Stadtteil Bretzenheim. Mainzer Naturw. Archiv 27: 45ff.
- HERMS, U. (1982): Untersuchungen zu Schwermetalllöslichkeit in kontaminierten Böden und kompostierten Siedlungsabfällen in Abhängigkeit von Bodenreaktion, Redoxbedingungen und Stoffbestand. Dissertation, Universität Kiel.
- HERMS, U. & BRÜMMER, G. (1977): Einflußgrößen der Schwermetalllöslichkeit und Bindung in Böden. - In: Zeitschrift für Pflanzenernährung, Bodenkunde und Düngung 147 (3): 400 - 424.
- HILDEBRAND, E. (1974): Bindung von Immissionsblei in Böden. - In: Freiburger Bodenkundliche Abhandlungen Heft 4: 148ff.
- HILLER, D.A. (1994): Böden einer Zechenbrache im Ruhrgebiet, allgemeine Eigenschaften, sowie Gehalte und Verfüghbarkeit von Pb und Zn. - In : Geowissenschaften Nr. 12, Heft 4: 103 - 108.
- HOFFMANN, G. & SCHWEIGER, P. (1981): Entnahme von Boden- und Pflanzenproben zur Untersuchung auf Schwermetallen. - In: Staub -Reinhaltung der Luft 41 Nr. 11: 443 - 444.
- HÖKE, S. (1994): Schwermetallgehalte in Böden der Stadt Halle. Diplomarbeit Universität Köln.
- HORNBERG, V., WELP, G. & BRÜMMER, G.W. (1993): CaCl₂- und NH₄NO₃-extrahierbare Schwermetallgehalte in Böden - ein Methodenvergleich. - In: Mitt. Dt. Bodenkundl. Ges. 72: 373 - 376.
- KABATA-PENDIAS, A. & PENDIAS, H. (1986): Trace elements in soil and plants. CRC Press, Boca Raton Fla.
- KAERKES, W. (1987): Zur ökologischen Bedeutung urbaner Freiflächen - dargestellt an Beispielen aus dem mittleren Ruhrgebiet. = Materialien zur Raumordnung aus dem Geogr. Inst. der Ruhr-Univ. Bochum. Bd XXXV.

- Klärschlammverordnung-AbfKlär.(1982): Bundesministerium des Innern; Bundesgesetzblatt Teil I: 734- 736.
- KLOKE, A. (1980): Richtwerte 80, Orientierungsdaten für tolerierbare Gesamtgehalte einiger Elemente in Kulturböden. - In: Mitteilungen VDLUFA H. 1-3: 9-11.
- KLOKE, A. (1987): Speciation of heavy metals in polluted Soils by sequential extraction and ICP-Spektrometrie. - In: Int. J. Env. Anal. Chem. 24 (4): 305 - 315.
- KLOKE, A. (1989): Vorschläge für ein "Drei-Bereiche-System" zur Beurteilung der Schadstoffbelastung in Böden. - In: Handbuch Bodenschutz. Erich-Schmidt Verlag: 3590ff, Berlin-Bielefeld-München.
- KÖNIG, W. (1989): Schwermetallbelastung von Böden und Pflanzen in Haus- und Kleingärten des Ruhrgebietes. - In: Verhandlungen der Gesellschaft für Ökologie. Bd. 18.: 325-331, Göttingen.
- KRAUSE, K.-H. (1986): Großmaßstäbige Flächennutzungskartierungen unter stadtoökologischen Gesichtspunkten. - In: Landschaftsarchitektur 15, 2: 48 - 50.
- KREBS, B. & PICK, J. (1985): Schwermetallbestimmung in Böden aus einem Bonner Belastungsgebiet. - In: Fresenius Z. Anal. Chem. 322: 708-709.
- KRUMBIEGEL, G & SCHWAB, M. (1974): Saalestadt Halle und Umgebung - Ein Geologischer Führer. Teil 1/2 Halle/S.
- KRUMSDORF, A. (1955): Haus- und Kleingärten. - In: Der Kleingärtner Nr. 9, Mai/55: 3-4.
- KUNZE, H. ET AL. (1991): Empfindlichkeit der Böden gegenüber geogenen und anthropogenen Gehalten an Schwermetallen- Empfehlungen für die Praxis. - In: Handbuch Bodenschutz; 8. Lfg. VI/91; 1530ff.
- KUNZE, H.; ROESCHMANN, G. & SCHWERDTFEGER, G. (1988): Bodenkunde. Verlag Ulmer, Stuttgart.
- KUTTLER, W. (1988): Lufthygienische und stadtklimatologische Aspekte des Rhein-Ruhr-Raumes. - In: Geogr. Rundschau 40, 7/8: 56 - 63.
- KVO (Klärschlammverordnung) (1992): AbfKlärV vom 15. April 1992, Bundesgesetzblatt 1992, Teil I: 912 - 934.
- LANGER, H., v. HAAREN, C. & HOPPENSTEDT, A. (1985): Ökologische Landschaftsfunktionen als Planungsgrundlage. - In: Landschaft und Stadt 17, 1: 1 - 9.
- LESER, H. (1984): Das 9. Basler Geomethodische Colloquium: Umsatzmessungs- und Bilanzierungsprobleme bei topologischen Geoökosystemforschungen. - In: Geomethodica 9: 5 - 29.
- LEUCKEFELD, A (1992).: Bestimmung der Schwermetalle Pb, Cd, und Zn in unterschiedlichen Bodentypen mittels ICP-AES und Untersuchung von Interferenzen der Elemente (Ca, Al, Fe) auf Pb, Cd und Zn. Diplomarbeit, Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg, Fachbereich Chemie.
- LRS [=Luftreinhalteplan Rheinschiene Süd] (1992): Luftreinhalteplan gemäß § 47 des Bundesimmissionschutzgesetzes, aufgestellt von Ministerium für Umwelt Raumordnung und Landwirtschaft des Landes NRW, Düsseldorf.

- Luftbilder der Überfliegung vom Herbst 1992 (Echtfarben-Farbfotos; Luftbild Nr. 006; 010; 012; 013; 015; 022; 023; 025; 027; 035; 036; 037; 039).
- MACHELETT, B. (1993): Schwermetalleintrag in landwirtschaftliche Nutzfächen Ostdeutschlands durch Phosphordüngung. - In: Tagungsband "Mengen und Spurenelemente" - 13. Arbeitstagung: 19 - 26, Jena.
- MALISSA, H. ET AL. (1980): Zur chemischen Zusammensetzung von urbanen Niederschlägen. - In: Fresenius z. Anal. Chemie 301: 279 - 286.
- MATHYS, H. ET AL. (1980): Klima und Lufthygiene im Raum Bern. = Veröffentlichgn. d. Geogr. Komm. d. Schweizer. Naturforsch. Gesellsch. Bern Nr. 7.
- MENNEL, R. (1985): Stadtökologie und Stadtentwicklung unter besonderer Berücksichtigung von Berlin (West). - In: Festschrift z. 45. Dtschen. Geographentag: 93 - 110.
- MERIAN (Hrsg.) (1984): Metalle in Umwelt. Verlag Chemie, Weinheim: 125 - 137, 163 - 170.
- METEOROLOGISCHE DIENST DER DDR (Hrsg.) (1987): Klimadaten der DDR - Ein Handbuch für die Praxis. Reihe B, Band 14; Klimatologische Normalwerte: 1951 - 1980, Potsdam.
- MOENKE-BLANKENBURG, L.; SCHUMANN T. & NÖLTE, J. (1994): Direkt Solid Analysis by Laser Ablation Inductively coupled Plasma Atomic Emission Spectrometry. - In: J. Anal. At. Spectrom. Vol 9: 1059 - 1062.
- MOENKE-BLANKENBURG, L.; SCHUMANN T.; GÜNTER, D.; KUB, H.-M. & PAUL, M. (1992): Quantitativ Analysis of Glass Using Inductively coupled Plasma Atomic Emission and Mass Spectrometry, Laser Micro-analysis Inductively coupled Plasma Atomic Emission Spectrometry and Laser Ablation Mass Spectrometry. - In: J. Anal. At. Spectrom. Vol 7: 251 - 254.
- MOSIMANN, T. (1985): Untersuchungen zur Funktion subarktischer und alpiner Geoökosysteme (Finnmark (Norwegen) und Schweizer Alpen). = Physiogeographica 7, Basel.
- MÜCKE, S. (1990): Bericht über Ergebnisse stadtökologischer Forschungen in Halle/Saale - Teil Stadtklima. = Unveröff. Forschungsbericht Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg.
- MÜLLER, K.H. (1982): Methoden und Ergebnisse stadtökologischer Forschungen am Beispiel Marburg. - In: Informationen z. Raumentwicklung 10: 835 - 845.
- MUN [Ministerium für Umwelt und Naturschutz des Landes Sachsen-Anhalt] (Hrsg.) (1992): Handlungsempfehlung für den Umgang mit kontaminierten Böden im Land Sachsen-Anhalt.
- NEITE, H. & WITTIG, R. (1989) Blei- und Zinkgehalte in Böden und Pflanzen einiger Buchwälder Nordrhein-Westfalen. - In: Verband der Gesellschaft für Ökologie Band 18: 425 - 429, Essen.
- NIEDERLÄNDISCHE LISTE (1993): Niederländische Liste, Stand 1993. - In: ROSENKRANZ, D., EINSELE, G. & HARRESS, H.-M. (1994): Bodenschutz. Ergänzbare Handbuch der Maßnahmen und Empfehlungen für Schutz, Pflege und Sanierung von Böden, Landschaft und Grundwasser. 15. Lieferung, Nr. 8936: S. 1, Berlin.
- OHLS, K. & LOEPP, H. (1985): Anwendung der Methode mit internen Standard zur Korrektur und Eichung ICP. - In: Fresenius. Z. Anal.Chem. 332: 371 - 378.

- PANNACH, E. (1986): Kleingärten - Große Nutzer. Staatsverlag der DDR :7 - 23, Berlin
- PEKLO, G. & NIEBUS, B. (1993): Untersuchungen zur Belastungssituation der Vegetation in der Region Leipzig-Halle-Bitterfeld als Folge veränderte Lufteinträge. - In: Tagungsband 13. Arbeitstagung "Mengen und Spurenelemente": 9 - 18 Jena
- PIETSCH, J. & KAMIETH, H. (1992): Stadtböden- Entwicklung, Belastung und Planung. Verlag Blottner Verlag, Taunusstein.
- PINTA, M. (1971): Spektrometrie d'absorbition atomique. Masson: 287 - 298, Paris.
- REUTER, B. & SCHMIDT, I. (1990): Ansätze einer geoökologischen Einschätzung des landeskulturellen Zustandes für die Reproduktionsbedingungen in Stadtregionen. - In: Nachrichten Mensch-Umwelt, Akademie der Wissenschaften der DDR, 18. Jg, 2/1990: 39 - 55.
- RICHTER, H. (1976): Beziehung zwischen der Flächennutzung und der naturräumlichen Ausstattung der DDR; - In: Geogr. Ber. ; Heft 1.
- ROSACK, T. (1978): Mensch und Erde auf dem Weg zu Einheit. Anhorn Verlag: 242, Soyen.
- RÖBNER, S. (1990): Visuelle und rechnergestützte Auswertung multispektraler Luftbildaufnahmen zur Bewertung des ökologischen Zustandes von Stadtgebieten. Diplomarbeit, Universität Halle.
- SAUERBECK, D. & LÜBBEN, S. (1991): Auswirkungen von Siedlungsabfällen auf Böden, Bodenorganismen und Pflanzen. = Berichte aus der Ökologischen Forschung Bd. 6/1991, Jülich
- SAUERBECK, D. & STYPEREK, P. (1988): Schadstoffe im Boden, insbesondere Schwermetalle und organische Schadstoffe aus langjähriger Anwendung von Siedlungsabfällen. = Umweltbundesamt - Texte 16/88, Berlin
- SAUERWEIN, M. (1993): Statistische Modellbildung geographischer Daten mittels nichtparametrischer und multivariater Verfahren. Eine interdisziplinäre Untersuchung am Beispiel von Schwermetallbelastungen auf Südsardinien. = unveröff. Staatsexamensarbeit, Technische Hochschule Darmstadt.
- SAUERWEIN, M.; DIABY, K.; ZIERDT, M. & FRÜHAUF, M. (1995): Schwermetallbelastung städtischer Kleingärten in Halle/Saale; - In Hercynia; Halle/S.
- SCHEFFER, F. & SCHACHTSCHABEL, P. (1992): Lehrbuch der Bodenkunde. Verlag Enke, Stuttgart.
- SCHILLER, F. (1988): Zur Anwendung ökologischer Zeigerwerte für stadtoökologische Fragestellungen, dargestellt am Beispiel der Kartierung thermophiler Arten im Stadtgebiet von Halle (Saale). Diplomarbeit, Universität Halle.
- SCHÖNHARD, G. & VON LAAR, C. (1990): Die Belastung gärtnerisch und landwirtschaftlich genutzter Böden mit Schwermetallen im Ballungsgebiet West-Berlin. - In: Gesunde Pflanzen 42(10): 361 - 368.
- SCHÖNHARDT, G. (1987): Bodenbelastung in Kleingärten. - In: Städte- und Gemeindebund; Bd. 42(1): 20-21.

- SCHRÖTER, F. (1991): Möglichkeiten und Grenzen städtebaulicher Bewertung kontaminierter Böden. - In: Veröffentlichungen des Institutes für Stadtbauwesen der TU Braunschweig; Heft 48: 108 - 118; 162 - 167, Braunschweig.
- SCHUMANN, H. & FRÜHAUF, M. (1988): Mengen- und Spurenelemente. Arbeitstagung, Tagungsband Leipzig, 54 - 58.
- SCHÜRMAN, G.; SCHÄDLICH, G. & KÜHNE, R. (1994): Ökotoxikologische Risikoanalyse der Cadmiumbelastung im Ackerboden der Industrieregion Leipzig-Halle; In: UWSF-Z. Umweltchemie/Ökotoxikologie(6): 3-4.
- SCHWARTZ, V. & KÖLBEL, M. (1992): Vergleich verschiedener Aufschlußmethoden zur quantitativen Erfassung der Elementgehalte in Abhängigkeit von der Bodenbildung. - In: Z. für Pflanzener. Bodenk.: 155: 281 - 284.
- SCHWERDT, S. (1988): Multitemporale Analyse multispektraler Luftbilder zur Kennzeichnung des Zustandes von Freiflächen in Großstadtreionen am Beispiel von Halle. Diplomarbeit, Universität Halle.
- SCOTT, R. O. M. (1971): Spectrochemical methods for the analysis of soils plants and other agricultural materials. Hsrg.von Consultative Committee for Development of spectrochemical work Bultin 2; Aberdeen.
- SEMME, A. (1993): Grundzüge der Bodengeographie. Verlag Teubner, Stuttgart.
- SENGUTTA, U. (1993): Adsorption von Blei und Cadmium an Tonen. - In: UWSF-Z. Umweltchem. Ökotox. 5 (2) 72-76.
- SEUFFERT, O. (1989): Darmstädter Kleingartenanlagen- Entwicklung, Nutzung und Belastung aus soziologischer und geoökologischer Sicht. - In: Geoöko-Test Heft 1, Bensheim.
- SHEILA, M.F. (1986): Determination of Cd in Calciumchloride extrakts of Soils by Atomtrapping Atomic Absorption Spectrometry. - In: Journal of Spectrometry Vol 1: 19 - 21.
- STADTARCHIV HALLE (1955-1994): Zusammenstellung von Informationen aus lokalen Zeitungen Zum Thema "Kleingärten in Halle".
- SUKOPP, H. (1990): Stadtökologie - Das Beispiel Berlin. Dieter Reimer Verlag, Berlin.
- SUKOPP, H. ET AL. (1980): Beiträge zur Stadtökologie von Berlin (West)- Landschaftsentwicklung und Umweltforschung Bd 3, Berlin.
- SZEKELY, ST. & ZINKE, G. (1989): Ein Beitrag zur Methodik der Erfassung und Bewertung stehender Gewässer, dargestellt an Beispielen aus dem Halleschen Raum. - In: Hall. Jb. f. Geowiss. 14: 107 - 121.
- TAUBALD, C. (1990): Pilotstudie zum aktiven Flechtenmonitoring im Stadtgebiet von Halle Diplomarbeit, Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg, Sektion Geographie.
- TISCHLER, W. (1979): Einführung in die Ökologie. Verlag Fischer, Stuttgart / New York.
- TRÜBY, P. & A. RABA (1990): Schwermetallaufnahme von Gartenpflanzen der Freiburger Rieselfelder. - In: Agribiological Research 43(2):139-146.
- UBA [Umweltbundesamt] (Hrsg.) (1991): Umweltdaten 1990/1991 - UMPLIS Methodenbank Umwelt. Berlin.
- UBA [Umweltbundesamt] (Hrsg.) (1993): Daten zur Umwelt 1992/1993. Berlin.

- UEBELER, K. (1994): Untersuchungen zum Nährstoffgehalt von Kleingartenböden in städtischen Ökosystemen - dargestellt an der Gartenanlage " Am Osendorferhain e.V." Diplomarbeit, Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg, Institut f. Geographie.
- ULRICH, B. & RASTIN, N. (1985): Erfassung der Einträge und des Verbleibs von Luftverunreinigungen in den Wäldern der Landesforstverwaltung Hamburg. - In: Berichte d. Forschungszentrums Waldökosysteme/Waldsterben 10: 92 - 176.
- UMWELTBERICHT SACHSEN-ANHALT (1991). Hrsg. v. Landesamt für Umwelt und Naturschutz Sachsen-Anhalt, Halle.
- UMWELTBERICHT SACHSEN-ANHALT (1993). Hrsg. v. Landesamt für Umwelt und Naturschutz Sachsen-Anhalt, Halle.
- UNGER, H.J. (1989): Darmstädter Kleingartenanlagen, Entwicklung und Nutzung anhand ausgewählter Beispiele. - In: Geoöko-Test Heft 1: 15 - 25, Bensheim.
- VDI-Richtlinien (1978): VDI 3792 Blatt 1; Verfahren der standardisierten Graskultur. VDI-Verlag, Düsseldorf: 1 - 5.
- VILLWOCK, G. (1988): Landeskulturelle Analyse städtischer Freiflächen mit Fernerkundungsmethoden. = Unveröff. Forschungsbericht Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg.
- VwV ANORGANISCHE SCHADSTOFFE (1993): Dritte Verwaltungsvorschrift des Umweltministeriums [des Landes Baden-Württemberg] zum Bodenschutzgesetz über die Ermittlung und Einstufung organischer Schadstoffe im Boden vom 24. August 1993.
- WALDENBURGER, H. (1987): Analyse multispektraler Luftbilder zur Kennzeichnung städtischer Freiflächen. Dissertation, Universität Halle.
- WANNER, H. (1982): Klima und Lufthygiene der Region Biel. - In: Geogr. Helvetica 37, 4: 215 - 224.
- WIECK, K. (1977): Die städtischen Erholungsflächen. = Bonner Geographische Abhandlungen; Heft 57: Ferdinand Dummler Verlag, Bonn.
- ZEIEN, H. & BRÜMMER, G. (1989): Chemische Extraktionen zur Bestimmung der Bindungsformen von Schwermetallen in Böden. - In: BMFT-Verbundvorhaben " Auswirkungen von Siedlungsabfällen auf Böden, Bodenorganismen und Pflanzen, Teil Projekt 9B; Kap. II-2: 62 - 91, unveröffentlicht.
- ZIERDT, K. (1990): Untersuchungen zum geogenen Schwermetallgrundgehalt in einer Kolluvial-schwarzerde. - In: Wiss. Ztschrft. Univ. Halle XXXIX, H. 5: 157 - 167.
- ZIERDT, K. (1991): Untersuchungen zur geogenen und anthropogenen Schwermetallbelastung ausgewählter Hallescher Böden. Dissertation A, Universität Halle.
- ZIERDT, M. & DIPPMMANN, S. (1993): Aktives Flechtenmonitoring in Halle/S. - In: Ber. z. dt. Landeskunde, Bd. 67, H. 1: 85 - 100, Trier.
- ZINKE, G. (1990): Untersuchungen zu den hydrographisch-hydrologischen Verhältnissen und zum landeskulturellen Zustand ausgewählter Fließ- und Standgewässer der engeren Stadtregion Halle/Saale. = Unveröff. Forschungsbericht, Universität Halle-Wittenberg.
- ZUMBROICH, T, HERWEG, U. & MÜLLER, A. (1994): Zur Schwermetallbelastung von Nutzpflanzen in einer Region mit ehemaligem Erzbergbau. - In: Wasser & Boden 1/94: 26 - 30.

**SOZIALGEOGRAPHISCHE UNTERSUCHUNGEN ZUR
KLEINGARTENNUTZUNG IN HALLE (SAALE)**

Iris Breuste

INHALT

1	Bedeutung und Entwicklung der Kleingärten in Halle	159
2	Zielstellungen	160
3	Arbeitsmethoden	161
3.1	Gestaltung des Fragebogens	161
3.2	Zur Organisation der Befragung	162
3.3	Umfang und Auswertung der Befragung	162
4	Die Kleingärtner	163
4.1	Altersstruktur	163
4.2	Soziale Situation	166
4.3	Dauer des Kleingartenbesitzes	167
4.4	Motivation für die Kleingartennutzung	169
4.5	Sozialverhalten und Gemeinschaftsleben in der Kleingartenanlage	173
4.6	Wohnsituation der Kleingärtner	175
4.7	Kleingärtner als Nutzer von öffentlichen Grünflächen	179
4.7.1	<i>Eingangshypothesen</i>	179
4.7.2	<i>Nutzung von Grünflächen</i>	180
4.7.3	<i>Ausflugsfahrten mit dem PKW am Wochenende</i>	181
4.7.4	<i>Schlußfolgerungen</i>	181
5	Erholungsnutzung der Kleingärten	182
5.1	Erreichbarkeit des Kleingartens von der Wohnung	182
5.1.1	<i>Entfernung des Kleingartens von der Wohnung</i>	182
5.1.2	<i>Zeitaufwand zum Erreichen des Kleingartens von der Wohnung</i>	184
5.1.3	<i>Verkehrsmittelnutzung zum Erreichen des Kleingartens von der Wohnung</i>	187
5.2	Aufenthalt im Kleingarten	189
5.2.1	<i>Aufenthaltshäufigkeit</i>	189
5.2.2	<i>Aufenthaltsdauer</i>	192
5.3	Störungen bei der Kleingartennutzung	197
6	Die Kleingärten	199
6.1	Größe der Kleingärten	199
6.2	Ausstattung der Gärten	200
6.3	Gartenstruktur und deren Wandel	201
6.4	Jährliche Ausgaben	203
7	Ökologisch relevantes Verhalten und Umweltbewußtsein	204
7.1	Ökologisch relevantes Verhalten	204
7.2	Umgang mit Wasser	204
7.2.1	<i>Wasserverbrauch</i>	204
7.2.2	<i>Gießen</i>	206
7.2.3	<i>Niederschlagsaufhöhung</i>	206
7.3	Bodendüngung	207
7.4	Schädlingsbekämpfung	208
7.5	Nutzung von Gartenfrüchten	208
7.6	Ökologische Gartengestaltung	211
7.7	Wahrnehmung von störenden Umweltbelastungen im Garten	212
8	Zusammenfassung	214
9	Literatur	218
	Anhang - Fragebogen	221

VERZEICHNIS DER TABELLEN UND ABBILDUNGEN
Tabellen

Tabelle 1: Bedeutung von Kleingartenflächen als Teil der Grünflächen der Stadt Halle/Saale.....	159
Tabelle 2: Historische Entwicklung der Kleingartenanlagen in Halle.....	160
Tabelle 3: Kleingärtnerbefragung in den untersuchten Kleingartenanlagen.....	163
Tabelle 4: Schwankungsbreiten der Anteile der einzelnen Altersgruppen an der Gesamtzahl der Kleingärtner in den 15 untersuchten Halleschen Kleingartenanlagen.....	166
Tabelle 5: Erwerbstätigkeit der Kleingärtner in Halle im Vergleich.....	167
Tabelle 6: Beispiele wohngebietsbezogener Kleingartenanlagen in Halle.....	184
Tabelle 7: Beispiele wohngebietsentfermter Kleingartenanlagen in Halle.....	184
Tabelle 8: Zeitaufwand zum Erreichen des Kleingartens von der Wohnung im Vergleich.....	185
Tabelle 9: Wegedauer für die Beispiele wohngebietsbezogener Kleingartenanlagen in Halle.....	186
Tabelle 10: Wegedauer für die Beispiele wohngebietsentfermter Kleingartenanlagen in Halle.....	186
Tabelle 11: Erreichen des Kleingartens in den wohngebietsbezogenen Anlagen.....	187
Tabelle 12: Erreichen des Kleingartens in den wohngebietsentfernten Anlagen.....	188
Tabelle 13: Als störend empfundene Verkehrsaspekte in ausgewählten Kleingartenanlagen.....	188
Tabelle 14: Aufenthaltshäufigkeit in wohngebietsbezogenen Kleingartenanlagen im Sommerhalbjahr.....	190
Tabelle 15: Aufenthaltshäufigkeit in wohngebietsentfernten Kleingartenanlagen im Sommerhalbjahr.....	190
Tabelle 16: Übernachten im Kleingarten in wohngebietsbezogenen Kleingartenanlagen.....	195
Tabelle 17: Übernachten im Kleingarten in wohngebietsentfernten Kleingartenanlagen.....	195
Tabelle 18: Vergleich der Kritik an der Kleingartenanlage in Halle und Darmstadt.....	198

Abbildungen

Abbildung 1: Altersstruktur im Vergleich.....	164
Abbildung 2: Altersstruktur der Regensburger Kleingärtner und der Gesamtbevölkerung der Stadt.....	164
Abbildung 3: Altersstruktur der befragten Halleschen Kleingärtner und der Gesamtbevölkerung.....	165
Abbildung 4: Altersstruktur in den einzelnen Anlagen.....	165
Abbildung 5: Beginn der Kleingartennutzung.....	168
Abbildung 6: Wartezeit auf einen Kleingarten.....	168
Abbildung 7: Motive für die Gartennutzung.....	169
Abbildung 8: Gründe für die erwogene Aufgabe des derzeitigen Gartens.....	173
Abbildung 9: Als notwendig erachtete Ausstattung der Kleingartenanlage.....	175
Abbildung 10: Verfügbarkeit von individuell nutzbaren Freiraumelementen an der Wohnung.....	176
Abbildung 11: Wohnungsgröße - Grundfläche der Wohnung.....	177
Abbildung 12: Wohnungsgröße - Anzahl Zimmer.....	177
Abbildung 13: Wohnungsgrößen der Kleingärtner in Regensburg.....	178
Abbildung 14: Wohnsituation der Kleingärtner in Halle und Darmstadt.....	179
Abbildung 15: Besuch von Grünanlagen der Stadt am Wochenende.....	180
Abbildung 16: Wochenend-Ausflugsfahrten mit dem PKW.....	181
Abbildung 17: Entfernung von der Wohnung zum Kleingarten in Halle.....	183
Abbildung 18: Entfernung von der Wohnung zum Kleingarten in Halle.....	183
Abbildung 19: Zeitaufwand von der Wohnung zum Kleingarten in Halle.....	185
Abbildung 20: Zeitaufwand von der Wohnung zum Kleingarten.....	186
Abbildung 21: Erreichen des Kleingartens zu Fuß oder mit Verkehrsmitteln.....	187

Abbildung 22: Aufenthaltshäufigkeit im Kleingarten im Sommerhalbjahr in Halle und Regensburg.....	189
Abbildung 23: Durchschnittliche Aufenthaltshäufigkeit im Kleingarten im Sommerhalbjahr.....	190
Abbildung 24: Aufenthaltshäufigkeit im Kleingarten im Winterhalbjahr.....	191
Abbildung 25: Aufenthaltshäufigkeit im Kleingarten im Winterhalbjahr nach Altersgruppen.....	191
Abbildung 26: Durchschnittliche Aufenthaltsdauer im Sommerhalbjahr an Werktagen.....	192
Abbildung 27: Durchschnittliche Aufenthaltsdauer im Sommerhalbjahr an Werktagen.....	192
Abbildung 28: Aufenthaltsdauer im Garten im Sommerhalbjahr am Wochenende.....	193
Abbildung 29: Aufenthaltsdauer im Kleingarten im Sommer am Wochenende.....	193
Abbildung 30: Urlaub im Kleingarten in Halle.....	194
Abbildung 31: Sommerliches Übernachten im Garten am Wochenende oder im Urlaub.....	195
Abbildung 32: Beginn der Gartennutzung im Sommer an einem Werktag.....	196
Abbildung 33: Beginn der Gartennutzung im Sommer am Wochenende.....	196
Abbildung 34: Kritik an der Kleingartenanlage.....	197
Abbildung 35: Einschätzung der Größe des eigenen Gartens.....	199
Abbildung 36: Größe der Gartenlauben.....	200
Abbildung 37: Ausstattung der Gartenlauben.....	201
Abbildung 38: Änderungen der Gartennutzung in den letzten Jahren.....	202
Abbildung 39: Jährliche Ausgaben von Kleingärtnern in Halle und Darmstadt im Vergleich.....	203
Abbildung 40: Änderung im Verhalten seit 1990 - Beispiel Wassernutzung im Garten.....	205
Abbildung 41: Durchschnittlicher Wasserverbrauch je Monat im Sommerhalbjahr.....	205
Abbildung 42: Häufigkeit des sommerlichen Gießens im Garten.....	206
Abbildung 43: Nutzung von Bodenverbesserungsmitteln.....	207
Abbildung 44: Verwendung von Schädlingsbekämpfungsmitteln.....	208
Abbildung 45: Bedarfsdeckung an Obst und Gemüse durch eigenen Anbau im Kleingarten.....	209
Abbildung 46: Verzehrgeohnheiten ausgewählter Gartenfrüchte.....	209
Abbildung 47: Deckung des haushaltlichen Eigenbedarfs an Obst und Gemüse durch Erzeugung im Kleingarten nach Altersklassen.....	210
Abbildung 48: Verzehrgeohnheiten nach Altersgruppen (Beispiel Steinobst).....	210
Abbildung 49: Meinung über die ökologische Gestaltung des eigenen Gartens.....	211
Abbildung 50: Vorstellungen (Leitbilder) der Gartengestaltung.....	212
Abbildung 51: Verhalten bei Nutzungs- und Anbaubeschränkungen aus Gründen der Umweltbelastung.....	213

1 Bedeutung und Entwicklung der Kleingärten in Halle

Kleingartenanlagen bilden einen bedeutenden Teil der städtischen Grünflächen in Halle (Tab. 1). Sie gehören traditionell zum Grünbestand vieler deutscher Städte und sind insbesondere in Ostdeutschland besonders zahlreich und intensiv genutzt (BREUSTE 1991, BREUSTE & BREUSTE 1994b).

Tabelle 1: Bedeutung von Kleingartenflächen als Teil der Grünflächen der Stadt Halle/Saale

	Fläche in ha	Anteil in %
Kleingartenanlagen	478,8	30,15
übrige Grünflächen:		
öffentliche Grünflächen (ohne Stadtwald Heide)	344,9	21,70
Stadtwald Heide	764,5	48,15

Quelle: Statistik des Grünflächenamtes der Stadt Halle 1993

Große Teile der Bevölkerung Halles verbringen ihre Freizeit in Kleingärten in Halle und Umgebung und auf Wochenendgrundstücken. Dies sind nicht nur die Besitzer oder Pächter (ca. 12.000 Kleingartenparzellen bestehen allein im Stadtgebiet Halle), sondern auch deren Familienmitglieder. Es kann davon ausgegangen werden, daß mindestens die gleiche Zahl an Pächtern oder Besitzern Grundstücke zu Erholungszwecken oder Gärten außerhalb Halles besitzen. Rechnet man nur vier Nutzer je Grundstück - häufig sind zwei Generationen an der Nutzung beteiligt - so sind fast 100.000 Hallenser, also jeder Dritte, Nutzer von Kleingärten oder Erholungsgrundstücken. Nicht eingerechnet sind dabei die Eigenheimbesitzer, die einen Garten direkt am Haus haben und die Nutzer von Mietergärten in der Geschößwohnbebauung.

Im letzten Viertel des vergangenen Jahrhunderts entwickelte sich wie in Leipzig, Berlin oder anderen deutschen Großstädten auch in Halle das Kleingartenwesen. Die Kleingartenanlagen waren ebenso wie dort häufig nur befristet nutzbares Pachtland, das in der Nähe der Mietswohnviertel lag und später bebaut wurde. Nur in ungünstigen, für die Bebauung ungeeigneten Lagen hatten die Gärten der Anfangszeit längeren Bestand. Die älteste, heute noch bestehende Kleingartenanlage Halles ("Prießnitz") wurde im Jahre 1899 eingerichtet. Sie liegt nördlich des Galgenberges, damals weit außerhalb der Stadt. Keine der damals wohngebietsnahen Kleingartenanlagen wurden von der sich ausbreitenden Bebauung verschont und blieben dadurch erhalten.

Die bauliche Entwicklung zwischen 1918 und 1933 war die "Hochzeit" der Kleingartenentwicklung in Halle (Tab. 2).

Gab es bis zum Ende des 1. Weltkrieges in Halle gerade 9 Kleingartenanlagen, die sich bis heute erhalten haben, so kamen in den folgenden 19 Jahren bis 1933 allein 42 weitere Neugründungen hinzu. Nur ganze 4 Anlagen wurden zwischen 1933 und dem Beginn des 2. Weltkrieges errichtet. Fast die Hälfte aller noch bestehenden Halleschen Kleingartenanlagen sind damit Gründungen der Nachkriegszeit des 1. Weltkrieges und der 20er Jahre. In dieser Zeit wirkten sich im Städtebau die Ideen der Gartenstadtbewegung aus. Baugebiete entstanden, die stärker durchgrünt waren, begrünte Wohnhöfe und kleine Stadtplätze hatten. Genossenschaftskassen und Arbeiterbauvereine - vergleichbar mit einem sozialen Wohnungsbau - trugen zu einer deutlichen Verbesserung der Wohnverhältnisse der Arbeiter bei. Dazu gehörte auch eine hohe Akzeptanz und Unterstützung der Kleingartenbewegung. Kleingartenanlagen wurden oft unmittelbar benachbart zu den neuen Baugebieten errichtet und ergänzten die Freiraumsituation weiter. Weder vorher noch

später wurden derart günstige Freiraumverhältnisse im Wohngebiet für die Bevölkerung in Halle geschaffen. Dies zeigt sich auch in der hohen Wertschätzung dieser Wohngebiete durch die gegenwärtigen Bewohner und die vergleichsweise geringe Wegzugsbereitschaft (MNICH 1993). Wohnungsbezogener Freiraum des Hofes, Stadtgrünplätze und Kleingartenanlagen ergänzen sich hier sinnvoll. Ein typisches Beispiel dafür ist die Kleingartenanlage "Paul-Riebeck-Stift", deren Nutzer auch heute noch überwiegend aus der umgebenden Wohnbebauung kommen (BREUSTE 1989).

Tabelle 2: Historische Entwicklung der Kleingartenanlagen in Halle

Gründungszeitraum	Anzahl der neugegründ. Anlagen	Anzahl der neu eingericht. Parzellen	Zuwachs an Kleingfläche in ha
1899-1919	14	1994	62,06
1920-1939	41	4844	184,10
1940-1959	16	1963	71,32
1960-1979	17	1988	79,87
1980-1986	14	1136	60,50

Quelle: BREUSTE 1989, Stand 1986, von 8 Anlagen konnte das Gründungsjahr nicht ermittelt werden

Die Wohngebietsbezogenheit der Kleingartenanlagen wurde nach dem 2. Weltkrieg und mit dem Bau der Großsiedlungen gänzlich aufgegeben. "Sozialistische" Großsiedlungen, umgeben von einem Kranz von Kleingartenanlagen paßten nicht ins Bild der "neuen Gesellschaft". Der Freiraumdefizit und Grünmangel der Großsiedlungen wurde zum Teil durch Kleingartenanlagen der VEB-Betriebe und Kombinate in denen die Anwohner tätig waren ausgeglichen. Diese Kleingartenanlagen befanden sich meist weit entfernt von den Wohnungen ihrer Nutzer und insbesondere in ungünstigen Lagen (Bergbaufolgeflächen, Bahnnähe - z. B. Anlage "Ammendorfer Plastwerk", BREUSTE 1989). Andere Einwohner der Großsiedlungen suchten sich z. T. weit entfernt - auch im ländlichen Umland der Stadt - Kleingärten oder Wochenendgrundstücke als Freizeitausgleich. Die Wohngebietsbezogenheit der Kleingartenanlagen, wie sie für die 20er Jahre typisch war, ging vollständig verloren. Die neuen Kleingartenanlagen der Nachkriegsjahrzehnte des 2. Weltkrieges waren wohngebietsfern und randstädtisch.

2 Zielstellungen

Ziel der Untersuchungen im sozialgeographischen Teil des Forschungsprojektes war, die Erholungsbedeutung von großstädtischen Kleingärten und ökologisch relevante Aspekte des Nutzerverhaltens der Kleingärtner beispielhaft zu untersuchen. Insbesondere sollten dabei die hypothetisch angenommenen Veränderungen in der produktiven und rekreativen Funktion von Kleingärten nach der politischen und wirtschaftlichen Wende in der DDR einbezogen werden.

Gleichzeitig zu der Analyse der Belastung von Böden und Gartenfrüchten mit Schadstoffen in Halleschen Kleingartenanlagen und ausgehend von Untersuchungen, die Mitte der 80er Jahre bereits in Halle durchgeführt wurden, sollten wesentliche Gesichtspunkte der Kleingartenutzung, der Motivation, der Intensität und Häufigkeit der Nutzung, der Bewirtschaftung, der Ausstattung der Gärten, aber auch die soziale Zusammensetzung der Kleingartenpächter erarbeitet werden.

Die wichtigste Grundhypothese, daß Kleingärten in Agglomerationsräumen eine sehr große Bedeutung für die Lebensqualität und die Freizeitgestaltung der Pächter zukommt, sollte durch die Untersuchungen überprüft und quantifiziert werden.

3 Arbeitsmethoden

Die vorliegende Untersuchung basiert auf einer Befragung der Kleingärtner in 15 ausgewählten Kleingartenanlagen der Stadt Halle, in denen auch die Untersuchungen zur Bodenbelastung durchgeführt wurden. Die Kleingartenanlagen repräsentieren einen Querschnitt der typischen Lage (Stadtstruktur), Größe und Altersstruktur Hallescher Kleingartenanlagen und sind im gesamten Stadtgebiet verteilt.

Am Anfang stand ein umfangreiches Literaturstudium und der Aufbau von Kontakten zum Stadtvorstand und zu den Vorsitzenden bzw. Vorständen der zu untersuchenden Kleingartenanlagen. In Zusammenarbeit mit der Stadtverwaltung Halle, besonders aber mit dem Stadtvorstand der Kleingärtner und durch Unterstützung der Vorstände der Kleingartenanlagen konnte eine umfangreiche schriftliche Befragung von 1097 Kleingärtnern erfolgreich durchgeführt werden.

Parallel zu diesen Arbeiten und aufbauend auf den Erkenntnissen des Literaturstudiums entstand am Anfang des Jahres 1993 der Fragebogen (siehe Anlage) für die Kleingärtnerbefragung. In Zusammenarbeit mit den Mitarbeitern des physisch-geographischen Teilprojektes wurden auch für diesen Teil interessierende Fragen aufgenommen (z.B. Fragen nach den Verzehrgewohnheiten, dem Wasserverbrauch, dem Bezug von Gießwasser und der Verwendung von Düngemitteln). Außerdem wurden auch Hinweise von Kleingartenvorsitzenden und dem Stadtvorstand berücksichtigt.

3.1 Gestaltung des Fragebogens

Da Kleingärtner zu einem relativ großen Anteil ältere Personen sind, erschien es günstig, Fragen mit vorgegebenen Antwortmöglichkeiten (geschlossenen Fragen) zu verwenden. Offene Fragen haben zwar den Vorteil, daß die Antworten nuancierter und informationsreicher sind, haben aber auch Nachteile, daß die Befragten ihre eigene Meinung in Worte zu fassen müssen, was insbesondere älteren Menschen schwerfällt. Für den Interviewer ist die Arbeit der Befragung erheblich schwieriger und auch die Auswertung komplizierter (alle Antworten müssen erst durchgesehen werden, um die erforderlichen Antwortklassen zu bilden).

Bei der Verwendung geschlossener Fragen mit vorgegebenen Antwortmöglichkeiten kann der Befragte die für ihn richtige Antwort aus einer Vielzahl von Möglichkeiten auswählen, sich der Formulierung anschließen und hat somit keine Verbalisierungsschwierigkeiten. Auch ist hier eine leichtere Auswertung möglich, da Befragungsergebnisse eindeutig und vergleichbar sind. Nachteil der geschlossenen Fragen ist jedoch, daß durch die vielen Antwortalternativen der Fragebogen oft zu lang und die Initiative des Befragten etwas gebremst wird. Einige wenige Fragen wurden auch als sogenannte kombinierte Fragen gestaltet. Hierbei handelt es sich um geschlossenen Fragen mit vorgegebenen Antwortmöglichkeiten bei denen die letzte Antwortalternative offen gehalten wurde. Die Wahl dieser Form machte sich erforderlich, da bei einigen Fragestellungen nicht alle Antwortmöglichkeiten durch die Befragenden vorhersehbar waren.

Der verwendete Fragebogen wurde mit relativ großer Schrift übersichtlich erstellt und umfaßt 10 Seiten (siehe Anhang). Er weist in einem Anschreiben auf die Notwendigkeit der Untersuchung

hin, benennt die durchzuführenden Institutionen, enthält Hinweise zur Anonymität und zur Verarbeitung der Daten.

Gegliedert wurde der Fragebogen in verschiedene Themenbereiche, die durch Teilüberschriften für die Kleingärtner sichtbar hervorgehoben sind:

- Fragen zum Beginn der Datennutzung und zu den Motiven
- Fragen zur Wohnsituation
- Fragen zur Nutzung von Stadtgrünflächen
- Fragen zur Bewirtschaftung
- Fragen zur täglichen und jahreszeitlichen Nutzung sowie zur Erreichbarkeit und Ausstattung der Gärten
- Fragen zur Person.

3.2 Zur Organisation der Befragung

Da Umfragen in der letzten Zeit sehr an Umfang zugenommen haben und die Bürger mehr und mehr Interesse an Datenschutz zeigen, war es nötig, eng mit den Vorsitzenden und Vorständen der einzelnen Kleingartenanlagen zusammenzuarbeiten. Da die personelle und finanzielle Grundlage des Projektes kein Zusenden der Fragebögen an die einzelnen Kleingärtner bzw. ein persönliches Gespräch im eigenen Garten gestatteten, wurde die Verteilung sowie die Annahme der Fragebögen über die Vorstände organisiert. In der Mehrzahl der Fälle wurde eine Jahresversammlung der Kleingärtner genutzt, um die Problematik vorzustellen und an die Hilfe der Kleingärtner zu appellieren. Da niemals alle Kleingärtner an diesen Versammlungen teilnahmen, wurde weiterhin durch Aushänge auf das Forschungsprojekt aufmerksam gemacht und um Mithilfe gebeten.

Um eine möglichst hohe Rücklaufquote zu sichern, wurde eine spezielle, große Kleingartenanlage ("Passendorfer Damm") für eine Interviewbefragung ausgewählt. Interviewer waren hier studentische Hilfskräfte, die im Sommer 1993, meist an Wochenenden die Befragungen vornahmen. Auf Grund der Tatsache, daß die Befragungen in den Kleingartenanlagen "Dölau" und "Fuchsberg" 1993 nicht durchgeführt werden konnten, wurden im Sommer 1994 in diesen beiden bis dahin noch nicht bearbeiteten Anlagen die Befragungen bzw. Interviews nachgeholt und diese zusätzlich erhobenen Daten bis zum Oktober in das Computerauswertung einbezogen.

3.3 Umfang und Auswertung der Befragung

Etwa Mitte des Jahres 1993 wurde damit begonnen, einen Überblick über die wichtigsten Auswerteprogramme zu bekommen. Dazu wurden in der Hauptsache Gespräche mit Experten geführt. Auf der Grundlage der gewonnenen Erkenntnisse wurde aus den möglichen Programmen das Programm Super-Base ausgewählt. Im Herbst wurde dieses Programm auf den Fragebogen ausgerichtet und bereits im Dezember konnte mit der Eingabe der Daten begonnen werden.

Die Entwicklung des Programms und die Eingabe der Daten gestaltete sich als umfangreichere Arbeit als ursprünglich angenommen. Insgesamt konnten innerhalb der Projektarbeit 2255 Kleingärtner in Halle befragt werden.

Ausgefüllte und auswertbare Fragebögen liegen innerhalb der Untersuchung 1097 vor. Das entspricht einer Rücklaufquote von 48,64%. Diese Quote zeigt eine durchaus befriedigende Teilnahme der Kleingärtner an der Befragung und gestattet durch die Größe der Stichprobe eine aus-

sagekräftige Interpretation. Die Befragung in Halle ist damit auch die bisher größte Kleingärtnerbefragung in den neuen Bundesländern in den letzten Jahren.

Tabelle 3: Kleingärtnerbefragung in den untersuchten Kleingartenanlagen

Kleingartenanlage	Anzahl der Parzellen	befragte Kleingärtner	ausgefüllte Fragebögen	Rücklaufquote in %
Passendorfer Damm	410	293	276	94,2
Radeweller Straße	65	65	59	90,8
Osendorfer Hain	100	100	37	37,0
Pauluskirche	65	65	32	49,2
Sonne	207	205	67	32,7
Küttener Weg	375	365	106	29,0
Saaletal	173	103	46	44,7
Schloß Freiimfelde	161	161	54	33,5
Habichtsfang	80	80	22	27,5
Oppiner Straße	111	111	35	31,5
Dieselstraße	148	148	79	53,4
Kanenaer Weg	214	214	81	37,9
Paul-Riebeck-Stift	324	195	76	39,0
Dörlau	115	40	18	45,0
Fuchsberg	317	110	107	97,3
Halle insgesamt	2639	2255	1097	48,6

Parallel zur statistischen Analyse der erhobenen Daten (Eingabe und Auswertung) wurden im Sommer 1994 alle 15 Kleingartenanlagen mehrmals an Werktagen und an Wochenenden aufgesucht, um durch teilnehmende Beobachtung eine gewisse Überprüfung einiger Aussagen aus dem Fragebogen zu erreichen und Verhaltensweisen von Kleingärtnern zu klären. Gleichzeitig wurde die Begehung der Kleingärten dazu genutzt, wichtige infrastrukturelle Ausstattungsmerkmale von Kleingärten, ihre Bedeutung und ihre Nutzung zu erkennen.

4 Die Kleingärtner

Ein erster Teil der Untersuchungen galt den Kleingärtnern selbst. Untersucht werden sollte, inwieweit Kleingärtner eine besondere sozial definierte Gruppe darstellen und ob ihre Kleingartenutzung durch Mängel im Wohnbereich mitbegründet ist. Dazu erfolgten auch Untersuchungen zur Motivation der Kleingärtner für ihr Freizeithobby.

4.1 Altersstruktur

KOLLER 1988 betont, daß Kleingärten generell allen Altersschichten ("ausgenommen vielleicht Jugendlichen", S. 31) Möglichkeiten für individuelle und gruppenbezogene Freizeitgestaltung bieten. Kleingärten werden jedoch als besonders für Kinder und ältere Menschen geeignet angesehen, ohne daß dabei deren Bedeutung als Ausgleichsräume für Berufstätige unterschätzt wird.

Beobachtungen in Regensburg (KOLLER 1988) zeigten, daß sich seit den 50er und 60er Jahren der Personenkreis, der an Kleingärten interessiert ist, grundlegend gewandelt hat. Waren damals in der Regel nur Personen älter als 40 Jahre Kleingärtner, interessierten sich ab den 70er Jahren zunehmend mehr jüngere Familien (ab dem fünfundzwanzigsten Lebensjahr) mit Kindern für einen Garten. KOLLER 1988 zeigt, daß in Regensburg Ende der 80er Jahre die meisten neuen Kleingartenpächter zwischen 30 und 45 Jahre alt und nur wenige älter oder jünger sind. Die Altersstruktur der Kleingartenpächter der Stadt zeigt jedoch deutlich, daß mehr als die Hälfte der Kleingärtner über 50 Jahre und fast ein Drittel über 60 Jahre alt sind.

Ähnliche Ergebnisse erbrachte die Untersuchung von WEBER & NEUMANN 1993 in Münster und von BARGMANN et al. 1989 in Darmstadt. In Halle zeigte sich, daß - bezogen auf die Befragungsstichprobe - sogar mehr als zwei Drittel der Kleingärtner älter als 50 Jahre sind und fast ein Drittel über 60 Jahre ist (Abb.1).

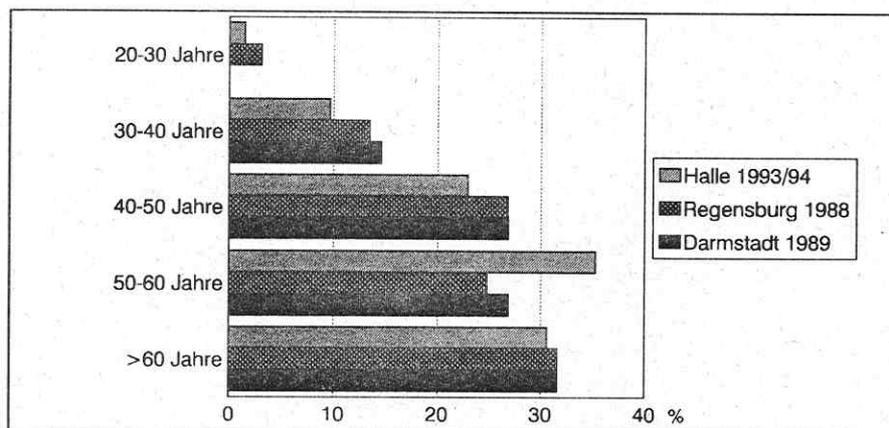


Abbildung 1: Altersstruktur im Vergleich (KOLLER 1988, BARGMANN et al. 1989, eigene Untersuchungen)

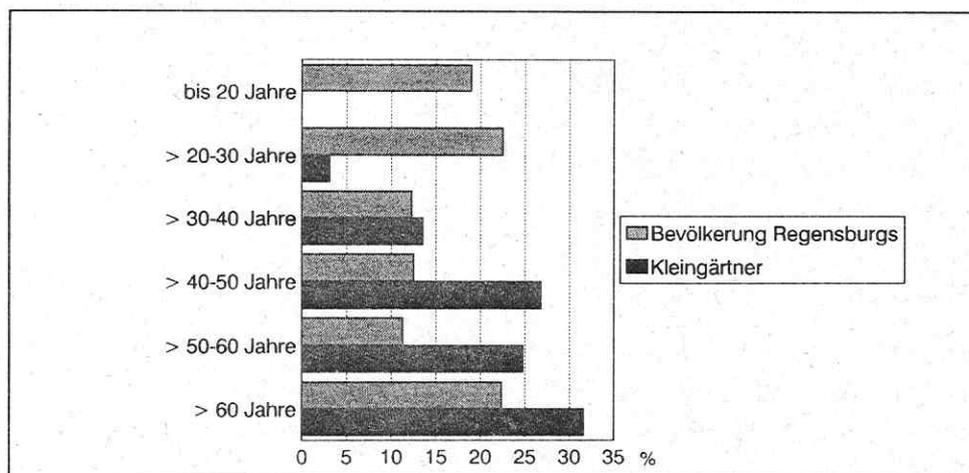


Abbildung 2: Altersstruktur der Regensburger Kleingärtner und der Gesamtbevölkerung der Stadt (KOLLER, 1988)

Bezogen auf die Altersstruktur der Wohnbevölkerung zeigen sowohl die Untersuchung von KOLLER 1988 als auch diese Untersuchung in Halle, daß im Vergleich mit der Altersstruktur der Stadtbevölkerung ältere Bevölkerungsteile überproportional als Kleingärtner auftreten (Abb.2 und 3).

Diese im Vergleich zur Altersstruktur der Stadtbevölkerung "Überalterung" der Kleingärtner ist in Halle noch deutlicher als z.B. in Regensburg ausgeprägt.

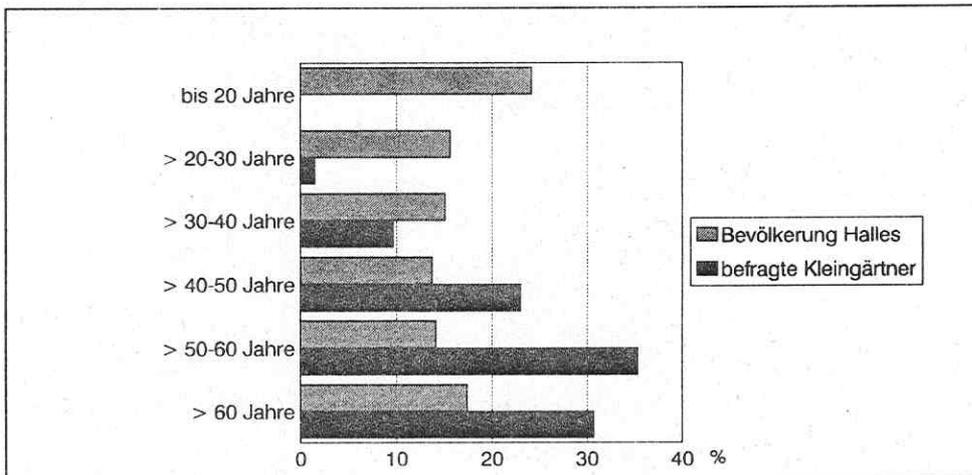


Abbildung 3: Altersstruktur der befragten Halleschen Kleingärtner und der Gesamtbevölkerung der Stadt (eigene Erhebungen, STADT HALLE (SAALE) 1995)

Lediglich 1,5 % der Kleingärtner in Halle sind 20-30 Jahre alt. Die Streuung der Werte dieser Altersgruppe reicht jedoch bei den 15 untersuchten Kleingartenanlagen von 0,4 % bis 9,3 % (Streuungsbreite=9,0 %). In keiner der anderen Altersgruppen schwanken die Werte des Anteils der Kleingärtner an der Gesamtzahl der Kleingärtner der Kleingartenanlage so wenig wie bei den 20 bis 30jährigen (Abb. 4 und Tab. 4).

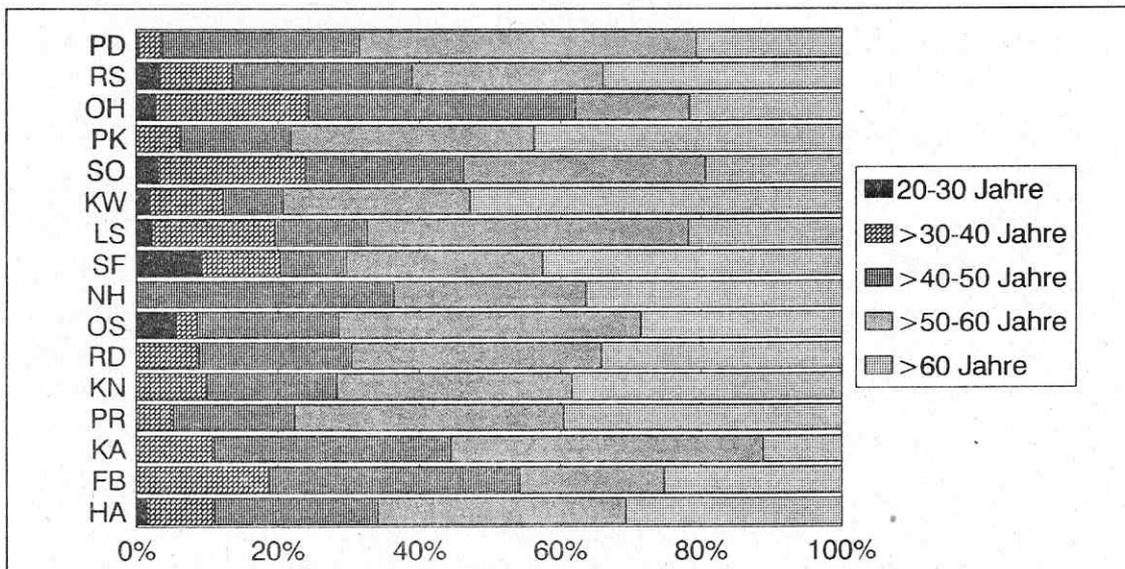


Abbildung 4: Altersstruktur in den einzelnen Anlagen (n=1097, Bezeichnung der Kleingartenanlagen/Abkürzungen siehe Anlage)

Jüngere Bevölkerungsschichten (bis 30 Jahre) sind in allen untersuchten Kleingartenanlagen in Halle gering vertreten und nehmen immer weniger als 10 % der befragten Kleingärtner ein. Die älteren Altersgruppen weisen eine deutlich größere Streuung auf, was darauf hindeutet, daß ihr Anteil in unterschiedlichen Kleingartenanlagen durchaus stark variieren kann. Anlagen mit dominierendem Rentneranteil stehen Anlagen mit geringem Rentneranteil gegenüber.

Tabelle 4: Schwankungsbreiten der Anteile der einzelnen Altersgruppen an der Gesamtzahl der Kleingärtner in den 15 untersuchten Halleschen Kleingartenanlagen (in % der Befragten)

Altersklassen	Streuungsbreite	Minimalwerte	Maximalwerte
20-30 Jahre	8,9	0,4	9,3
>30-40 Jahre	18,7	2,9	21,6
>40-50 Jahre	29,3	8,5	37,8
>50-60 Jahre	31,6	16,2	47,8
über 60 Jahre	41,7	11,1	52,8

Auch noch der Anteil der bis 40jährigen Kleingärtner war in Halle mit 11,12 % relativ gering. Ähnliche Ergebnisse nennt jedoch auch BARGMANN et al. 1989 für Darmstadt (14,6 %) und WEBER & NEUMANN 1993 für Münster 1993 (9,9 % bis 35 Jahre).

Die Altersstruktur der Kleingartenpächter in Halle stimmt somit weitgehend mit der in den alten Bundesländern überein.

4.2 Soziale Situation

Zur sozialen Situation wurden nur einige Erhebungen durchgeführt. Diese ermöglichen keine vollständige Sicht auf die Sozialsituation der Kleingartenpächter. Gefragt wurde lediglich nach Familienstand, Erwerbstätigkeit (ohne spezifische Berufsangaben) und Haushaltsgröße/-zusammensetzung. Eine detailliertere Befragung, die z.B. Bildungsniveau, Einkommensverhältnisse, berufliche Stellung usw. einzubeziehen hätte (z.B. BARGMANN et al. 1989) - ließ zum Zeitpunkt der Erhebung (1993) wegen der gesellschaftlichen Umbruchssituation kaum längerfristig gültige Angaben erwarten und wäre damals auch nicht auf Akzeptanz bei den Befragten gestoßen. Um das Gesamtanliegen der Befragung nicht zu gefährden, wurde deshalb darauf verzichtet.

Zur Sozialsituation der Halleschen Kleingärtner lassen sich zumindest folgende Aussagen treffen: Die Mehrzahl der Kleingärtner ist verheiratet (89,0 %). Dies wiesen auch BARGMANN et al. 1989 nach (88,8 %). Ob dabei Kleingärten "eine Männerdomäne" sind, wie BARGMANN et al. 1989 (S.29) glauben feststellen zu können, kann zumindest für Halle bezweifelt werden. Die Männer mögen zwar offiziell als Pächter eingetragen sein, dies bestätigt jedoch nur ihre patriarchalische Funktion in der Familie und läßt keine Aussage über das Zurücktreten der Frauen bei Nutzung und Bewirtschaftung der Gärten zu.

Es kann erwartet werden, daß Kleingärtner zumindest in den neuen Bundesländern kein unterdurchschnittliches Bildungsniveau aufweisen. Schematische Übertragungen von soziologischen Untersuchungsergebnissen aus den alten Bundesländern - wie z.B. bei der Sozialstruktur der Bevölkerung von Großwohnsiedlungen - lassen sich, wie sich gezeigt hat, für die neuen Bundesländer nicht vornehmen (KAHL 1992, KEIDEL 1995). Es kann sogar erwartet werden, daß ein höheres Bildungsniveau leicht überdurchschnittlich vertreten ist. Grund für diese Annahme ist: Kleingärten und Geschosßwohnungsbau sind häufig zwei Seiten einer Lebenssituation und ergänzen sich. Die Großwohnsiedlungen Ostdeutschlands weisen im Vergleich zum Durchschnitt der Gesamtbevölkerung ein deutlich höheres Bildungs- und Einkommensniveau ihrer Bewohner auf. Insbesondere hier tritt (neben dem innerstädtischen Altwohnungsbestand) der Mangel an Grün und besonders an Gärten auf. Wenn also in größerem Maße Bevölkerung der Großsiedlungen

Kleingärtner sind, kann erwartet werden, daß damit auch mehr besser ausgebildete Bevölkerungsteile als Kleingärtner auftreten.

Was die Beteiligung der Kleingärtner am Berufsleben betrifft, drücken die ermittelten Ergebnisse den wirtschaftlichen Umbauprozess und seine Auswirkungen auf die Erwerbstätigkeit der Bevölkerung deutlich aus. Zwar waren 53,9 % der Befragten erwerbstätig, gleichzeitig jedoch auch bereits 10,1 % arbeitslos. Zusammen würde dies etwa der Zahl entsprechen, die bei der Darmstädter Untersuchung (BARGMANN et al. 1989) für die Erwerbstätigen dort ermittelt wurde (65,1 %). Dort traten allerdings nur 1,3 % Arbeitslose auf. Vergleichbar hoch ist auch der Anteil der Rentner (Tab. 5) in beiden Untersuchungen.

Tabelle 5: Erwerbstätigkeit der Kleingärtner in Halle im Vergleich (in % der Befragten)

Untersuchungsort	Erwerbstätige	Arbeitslose	Hausfrau/-mann	Rentner/in
Halle	53,9	10,1	1,1	34,9
Darmstadt	65,1	1,3	4,2	29,1
Münster	64,1	1,4	9,0	25,7
Regensburg*	58,4	1,3		36,9

*Rubrik "Keine Angaben" war möglich

(Quellen: eigene Erhebungen, BARGMANN et al. 1989, KOLLER 1988, WEBER & NEUMANN 1993)

Untersuchungen zur Familienstruktur ergaben, daß in ca. 50 % der Fälle zwei erwerbsfähige Erwachsene im Haushalt des/der Befragten leben. Dies war - angesichts des hohen Rentneranteils - durchaus erwartet worden. Die Vermutung, die BARGMANN et al. 1989 äußerten, daß insbesondere für Familien mit Kindern Kleingärten eine große Bedeutung haben müßten, konnte schon anfangs nicht geteilt werden und bestätigte sich auch nicht. Nur in 16,6 % aller befragten Kleingärtner-Haushalte leben in Halle Kinder (unter 14 Jahre). Die Haushalte mit Kindern sind dominierend 1-Kind-Haushalte (12,6 %). Haushalte mit drei Kindern sind nur zu 0,6 % und mit vier Kindern überhaupt nicht vertreten. Bei der Untersuchung in Darmstadt hatte immerhin ein Drittel der Familien Kinder unter 14 Jahren im Haushalt (BARGMANN et al. 1989). Größere Kinder (über 14 Jahre) haben immerhin noch 15,8 % aller befragten Haushalte.

Ganz kann dadurch jedoch der Bezug von Familien mit Kindern zum Kleingarten nicht widerlegt werden, denn hier ist auch - bei langer Kleingartennutzung - der Wandel der Familienstruktur zu berücksichtigen. Familien mit Kindern, die ehemals Kleingärten erworben haben, sind bereits wieder zu 2-Personen-Familien geworden, halten jedoch weiter am Kleingarten fest. Ebenso unberücksichtigt bleibt bei dieser Erhebung, daß Kleingärten häufig von "Großfamilien" genutzt werden. Die Familien der eigenen Kinder und deren Kinder, die Enkelgeneration, tritt zwar statistisch nicht als Kleingärtner in Erscheinung, ist aber als oftmals regelmäßiger Nutzer des elterlichen/großelterlichen Gartens sehr wohl vertreten (BREUSTE 1989, BREUSTE 1992a).

4.3 Dauer des Kleingartenbesitzes

Die Frage nach der Dauer des Besitzes eines Kleingartens wurde von 99,7 % aller Befragten beantwortet. 67 % der Kleingärtner haben in den letzten 20 Jahren mit der Bewirtschaftung eines Gartens begonnen. Für fast ein Drittel (30,0 %) - die größte Gruppe - geschah das zwischen 1976-1980 (Abb. 5). Dies bedeutet, daß von diesen Personen der Kleingarten bereits 15 bis 19 Jahre genutzt wird. Auch die anderen Angaben zum Nutzungsalter zeigen, daß Kleingärten in der

Regel lange genutzt werden. WEBER & NEUMANN 1993 können feststellen, daß Kleingärtner entsprechend den "Familienzyklusphasen" besonders stark in der Konsolidierungs- und Stagnationsphase vertreten sind. Dies entspricht auch den Untersuchungen in Halle. Da am Besitz des Kleingartens lange festgehalten wird, kann jedoch nicht davon ausgegangen werden, daß damit Kleingärten auch erst in späteren Lebensphasen erworben werden. Mit den Ergebnissen von KOLLER 1988 stimmt dies gut überein. Auch JANSEN 1986 kommt zu dem Schluß, daß der Mangel an Kleingärten zu einer relativ niedrigen Fluktuation führt.

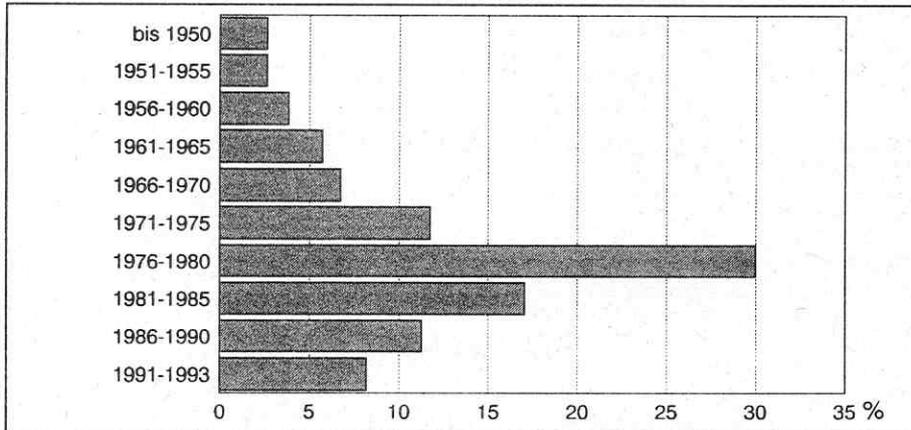


Abbildung 5: Beginn der Kleingartennutzung (n=1097)

Die Häufigkeit des Nutzungsbegins ist in den einzelnen untersuchten Kleingartenanlagen in Abhängigkeit von der Einrichtung der Anlage naturgemäß sehr unterschiedlich. Besonders auffällig ist in den jüngeren Anlagen, daß bei der Mehrzahl der befragten Personen der Beginn ihrer Kleingartennutzung mit dem Gründungsjahr ihrer Kleingartenanlage zusammenfällt, die "Gründungsnutzer" mit den gegenwärtigen Nutzern weitgehend identisch sind. So haben 65,6 % der Gärtner des "Passendorfer Damms" (gegründet 1978) seit den Jahren 1976-1980 ihren Kleingarten, 51,4 % der befragten Gärtner der Anlage "Osendorfer Hain" (gegründet 1980) ebenfalls seit den Jahren 1976-1980 ihren Garten und 44,4 % der Befragten der Anlage "Dölau" (gegründet 1983) geben an, den Kleingarten seit dem Zeitraum von 1981-1985 zu nutzen.

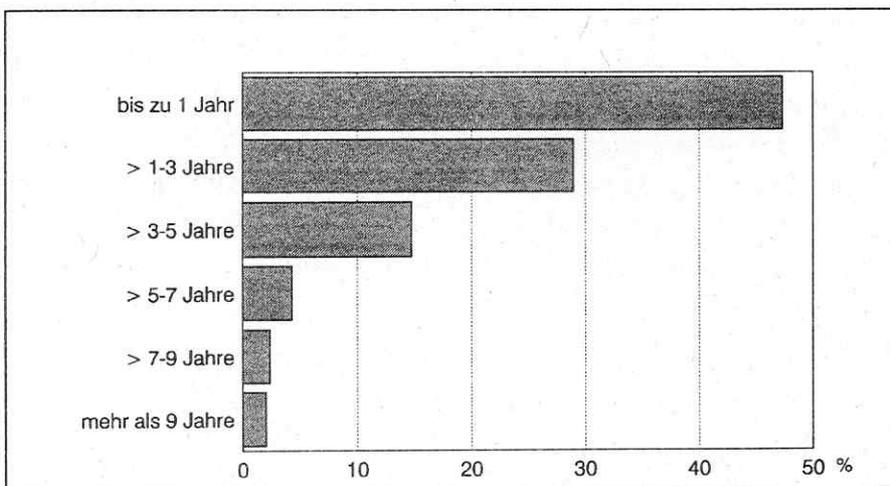


Abbildung 6: Wartezeit auf einen Kleingarten (n=1094)

Vor dem Hintergrund, daß Kleingartenbesitz in der ehemaligen DDR Besitz eines gesellschaftlichen Mangel"produktes" bedeutete, erscheinen die von den Befragten angegebenen Wartezeiten auf einen Kleingarten relativ gering. 519 Kleingärtner (47,31 %) geben an, ihren Garten nach einer Wartezeit von bis zu einem Jahr erhalten zu haben (Abb. 6).

Die Anmeldung für die Anpachtung eines Kleingartens erfolgte entweder direkt über den Stadtvorstand des Verbandes der Kleingärtner, Siedler und Kleintierzüchter (VKSK) oder direkt in einer Kleingartenanlage. Über den VKSK-Vorstand wurden die potentiellen Pächter auf eine der Anlagen orientiert, die in der nächsten Zeit über Aufnahmen- und Vergabemöglichkeiten (Erweiterung der Anlage, Neugründung oder Neuvergabe von Gärten) verfügt. Waren die potentiellen Pächter eher an der möglichst baldigen Realisierung ihres Kleingartenwunsches interessiert, so entstanden damit keine unmittelbaren Zusammenhänge zwischen Lage der Wohnung des Gartens. Längere Wartezeiten mußten lediglich dann in Kauf genommen werden, wenn ein Kleingarten in einer ganz bestimmten Anlage angepachtet werden sollte. Nach 1990 wurden häufiger als früher Kleingärten aufgegeben. Die Wartelisten konnten dadurch rasch abgebaut werden, so daß heute Angebot und Nachfrage nach Kleingärten relativ ausgeglichen sind. Heute besteht also auch eine wesentlich günstigere Möglichkeit, in Wohnungsnähe einen Kleingarten anzupachten.

4.4 Motivation für die Kleingartennutzung

Die Frage "Warum haben Sie einen Kleingarten gepachtet? Welche Motive waren damals für Sie wichtig?" konnte mit mehreren Antworten versehen werden. Diese Frage war auf allen 1097 ausgewerteten Fragebogen beantwortet. Insgesamt erfolgten 7137 Nennungen, d.h. alle Kleingärtner machten von der Möglichkeit Gebrauch, mehrere Gründe anzuführen. Die anschließende Aufstellung (Abb. 7) macht deutlich, welche Gründe zur Anpachtung eines Gartens geführt haben.

Am häufigsten wurde war das Motiv Entspannung und Erholung (861 Nennungen = 78,5 %), gefolgt von der Möglichkeit im Garten eine gesunde Tätigkeit an frischer Luft zu verrichten, genannt.

Von den fünfzehn im Fragebogen zur Auswahl stehenden Motiven wurden als weitere wichtige privater Freiraum unter freiem Himmel, Naturverbundenheit und Ruhe vor Stadtlärm genannt.

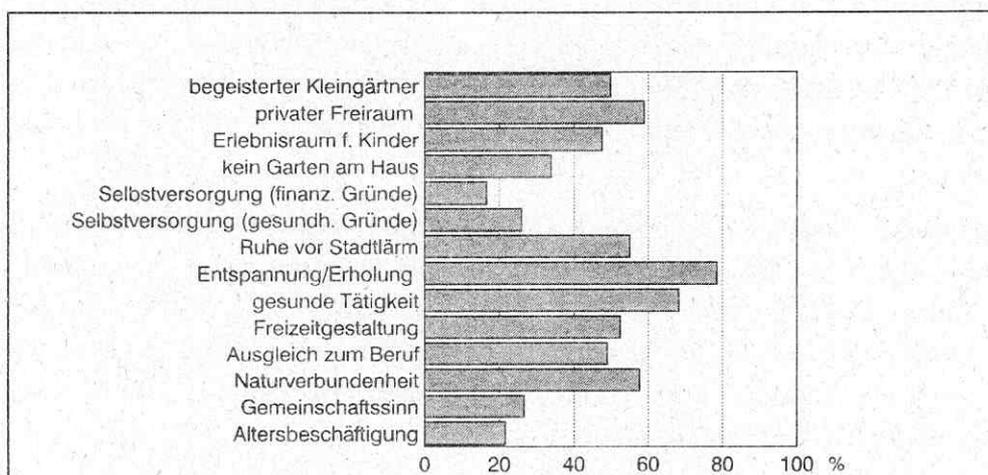


Abbildung 7: Motive für die Gartenutzung (n=1097)

Am wenigsten oft wurden die Motive "Selbstversorgung mit Obst und Gemüse aus finanziellen Gründen", "Altersbeschäftigung" und "Selbstversorgung mit Obst und Gemüse aus gesundheitlichen Gründen" angeführt.

Finanzielle Gründe zur Versorgung mit Gartenfrüchten waren in der DDR keinesfalls vorrangig, wie die Untersuchung deutlich zum Ausdruck bringt. Vielmehr ist es die Selbstversorgung mit Obst und Gemüse an sich, die damals zum Tragen kam. Bei einer von BREUSTE 1986/87 durchgeführten Befragung in zwei Halleschen Kleingartenanlagen konnte festgestellt werden, daß die Versorgung mit Gartenfrüchten vor allem für die Berufstätigen und Familien mit Kindern einer der wichtigen Gründe für den Erwerb eines Gartens war (ca. 25 % der Befragten) (BREUSTE 1989) Dieses Motiv als dritt wichtigster Grund für die Gartennutzung konnte auch von ALBRECHT 1987 bei Untersuchungen im ehemaligen Bezirk Neubrandenburg (29,3 % der Nennungen) bestätigt werden. Hiermit ist eine Besonderheit der DDR-Bedingungen anzumerken.

Beim Vergleich mit Untersuchungen in Westdeutschland (z.B. KOLLER 1988) zeigt sich, daß die Selbstversorgung mit Obst und Gemüse aus gesundheitlichen Gründen dort eine weit größere Rolle spielt. Für 45,3 % der Befragten ist dieses Motiv sogar vorrangig. Hier geht es nicht, wie in der DDR darum, sich überhaupt ausreichend mit Obst und Gemüse versorgen zu können, sondern um die Versorgung mit Gartenfrüchten aus eigenem biologisch/ökologischem Anbau.

Finanziellen Gründen bei der Bewirtschaftung eines Kleingartens (Einsparung von sonst anderweitig notwendigen Aufwendungen bei der Bedarfsdeckung mit Gemüse, Obst und Küchenkräutern) kommt kaum Bedeutung zu. Nur 16,7 % der Befragten geben dies an. Auch bei der gleichartigen Frage in Regensburg (KOLLER 1988) wird diese Antwortmöglichkeit am wenigsten gewählt (10,7 %).

Die jährlich in einem Kleingarten erwirtschafteten Erträge sind jedoch nicht unbeträchtlich. Selbst nach Abzug der jährlich wiederkehrenden Aufwendungen für den Gartenbedarf, fast die Hälfte der Befragten geben dafür einen Betrag bis zu 100 DM an, kann mit einem "Überschuß" gerechnet werden.

Obst- und Gemüseanbau gehören zu den "ureigensten" Kleingartenarbeiten. Dies ist auch heute - unabhängig von wirtschaftlichen Erfordernissen - nach wie vor der Fall. Etwas anzubauen, zu pflegen und auch zu ernten, ist ein grundlegendes Bedürfnis der meisten Kleingärtner. Das Wiesengrundstück mit Gartenlaube ist nicht das motivierende Ziel.

Früher bestanden Reglementierungen durch den VKSK, z.B. die Pflicht, bestimmte Mengen an Gartenfrüchten zu produzieren und die erzielten Erträge beim Vorstand anzugeben. Jedoch auch heute besteht zumindest bei im Stadtverband organisierten Kleingärtnern nach dem Bundeskleingartengesetz die Pflicht, einen nicht unbeträchtlichen Teil ihrer Gartenfläche für den Obst- und Gemüseanbau zu nutzen.

Auch wenn die Wirtschaftlichkeit der Erzeugung von Gartenfrüchten nicht zu den Hauptmotiven des Kleingartenbesitzes zählt, zeigt das Erscheinungsbild der meisten Kleingärten in den untersuchten Anlagen, daß Obst- und Gemüseanbau nach wie vor von großer Bedeutung sind. Dies wird besonders dadurch deutlich, daß 45,8 % der Befragten angeben, während der Saison ihren Bedarf an Obst und Gemüse weitgehend selbst zu decken. Für 23,4 % deckt die Konservierung der erzeugten Früchte den Bedarf auch außerhalb der Saison.

Während bei KOLLER 1988 nur 11 % der Befragten eine wirtschaftliche Bedeutung des Kleingartens sehen, so finden BARGMANN et al. 1988 doch weitere Beweise, daß eine ökonomische Relevanz durchaus immer noch besteht. Bei der in Darmstadt vorgenommenen Befragung ist für 27,8 % der Kleingärtner die Erwirtschaftung von finanziellen Mitteln vorrangig von Bedeutung. Auch hier stehen Erholung und Naturverbundenheit an erster Stelle als Motivation für den Gartenbesitz.

Die wirtschaftliche Bedeutung des Gartenbesitzes ist auch nicht zu vernachlässigen, besonders wenn man ältere Daten zum Vergleich heranzieht. Bei GRÖNING 1974 waren 14 % der Befragten an der Erzeugung von Gartenfrüchten mit dem Ziel der Erwirtschaftung von Erträgen interessiert.

Es konnte davon ausgegangen werden, daß nicht nur das Alter der Kleingärtner selbst die Motivation beeinflussen könnte, sondern auch, und dies in besonderem Maße, die in den vergangenen Jahren auf dem Gebiet der ehemaligen DDR stattgefundenen gesellschaftlichen Veränderungen mit ihren Folgewirkungen. Die Einflüsse auf die Änderung der Gründe zur Gartenanpachtung können vielfältig sein:

- zunehmendes Alter
- Arbeitslosigkeit,
- Vorruhestandsregelungen,
- Streß im Beruf,
- Zunahme von Verkehrsbelastung und Lärm in der Stadt,
- veränderte/verbesserte Freizeitangebote,
- Reisefreiheit verbunden mit einer wesentlich erhöhten PKW-Quote,
- neue Möglichkeiten des Eigenheimbaus,
- ständig vorhandenes Überangebot an Obst, Gemüse und Südfrüchten - auch außerhalb der für das jeweilige Produkt entsprechenden Saison,
- zunehmende Beeinflussung durch Medien bezüglich ökologischer Informationen (Luftverunreinigung, Eintrag von Fremdstoffen in Boden und Früchte),
- veränderte Bedingungen des Kleingartenbesitzes durch das nun anzuwendende Bundeskleingartengesetz,
- steigende Kosten für Pacht, Wasser, Strom usw.

Auf die Frage 4: " Sind das auch heute noch Ihre Gründe für die Nutzung eines Kleingartens? Wenn nicht, was sind Ihre heutigen Gründe?" haben nur 169 (das sind 15,4 %) der Befragten geantwortet. Damit ist die überwältigende Mehrheit der Kleingartenpächter der Meinung, daß sich seit ihrer Gartenanpachtung die Gründe für die Gartennutzung nicht bzw. nur unerheblich geändert haben. Die Frage nach der Motivationsänderung erscheint wegen der vielen möglichen Gründe, die es dafür gibt, als nicht ausreichend beantwortet. Immerhin besitzen etwa 33 % der Befragten ihren Garten 20 Jahre und länger. Aber auch bei einem Gartenbesitz von 10-20 Jahren (das trifft auf ca. 47 % der Befragten zu) sollte eine Motivationsänderung als möglich erscheinen. Auch wenn man davon ausgeht, daß 66 % der Kleingärtner, die sich an der Befragung beteiligten, älter als 50 Jahre sind, ist eine Änderung der Gründe für die Gartennutzung denkbar.

Eine Ursache für den geringen Motivationswandel scheint die ungebrochene Attraktivität der Gartenerholung und -bewirtschaftung zu sein, die von politischen Rahmenbedingungen für die tatsächlich dafür Engagierten relativ unabhängig ist. Als ein weiterer Grund für eine möglicherweise geringe Auseinandersetzung der Befragten mit dem Problem der Motivation ist auch in der Tatsache zu sehen, daß es sich hier um eine offene Frage handelt, die dem Befragten keine alternativen Antwortmöglichkeiten vorgibt. Er muß seine Antwort selbst finden, muß sich "erinnern". Dies ist ein Nachteil der Befragungsart. Der Befragte muß seine Meinung selbst in Worte fassen, muß reproduzieren. Hier besteht natürlich die Gefahr, daß der Proband, wenn er sich nicht genügend Zeit für die Antwort nimmt, auch unvollständig antwortet. Es wurde bei Frage 4 aber bewußt nicht eine geschlossene Frage mit vorgegebenen Antwortmöglichkeiten gewählt, da die Vielzahl der möglichen Alternativantworten kaum zu erfassen gewesen wäre und Motivationen möglicherweise suggeriert worden wären.

Auch bei KOLLER 1988 (ebenfalls eine offene Frage) sahen 96,6 % der Befragten unter ganz anderen gesellschaftlichen Rahmenbedingungen in Regensburg keine Motivationsänderung. Lediglich 2 % gaben an, den Garten als Aufenthaltsort für die Kinder bzw. aus finanziellen Gründen vorrangig angepachtet zu haben und haben später ihre Auffassung geändert. KOLLER 1988 vermutet, daß sich anscheinend viele Kleingärtner nicht mehr an zurückliegende "schlechte Zeiten" (z. B. finanzielle Situation) erinnern wollten und deshalb keine Motivationsänderungen angaben.

Entsprechend den vielfältigen Motivationen und Traditionen der Kleingärtner im Hinblick auf ihren Gartenbesitz, der Dauer der Wartezeit vom Zeitpunkt der Anmeldung bis zum Zeitpunkt der Anpachtung und der Dauer des Kleingartenbesitzes, hält der überwiegende Teil der Pächter am Gartenbesitz fest. Die einmal getroffene Entscheidung für die Nutzung eines Gartens ist oft für ein ganzes Leben prägend, z. T. auch für das der Kinder und Kindeskiner. Schließlich betreiben fast 50 % der Kleingärtner der Stadt Halle dieses Hobby aus Begeisterung, wenn auch die Angaben zwischen 33,6 % (Anlage "Am Fuchsberg") bis zu 75,3 % (Anlage "Reichsbahn Raffinerie Dieselstraße") streuen. Auch wenn sich die ursprünglichen Motive der Gartennutzung gewandelt haben sollten und Nutzungsbeschränkungen wegen eventueller Umweltbelastungen empfohlen werden könnten, sind die Kleingärtner in der Regel nicht bereit, sich von ihrem Garten zu trennen.

In vielen Gesprächen wurde deutlich, wie wichtig die grüne Oase gerade in einer Großstadt für den einzelnen ist. Die Aufgabe dieser grünen Oase steht für viele Pächter nicht zur Diskussion, da sie an ihrem Stück "Erde" hängen, ja fest mit ihm verwurzelt sind. Selbst die Tatsache, daß es bei der Gartennutzung nicht immer unproblematisch zugeht und dabei oftmals auch Störungen sowohl im eigenen Garten wie auch in der Gartenanlage empfunden werden, es Restriktionen und Auflagen durch den Kleingartenvorstand wie auch durch die Stadtverwaltung und das Bundeskleingartengesetz gibt oder eine evtl. Beeinflussung der Gartenfrüchte durch Umweltbelastung besteht, bringt keine Entscheidung gegen den Garten. Man hat ihn aus echter Lebenshaltung erworben und unter großem Aufwand gestaltet, z.T. einige Jahre darauf gewartet, ihn über die Zeit der Wende mit ihren vielen Unsicherheitsfaktoren behalten und will ihn nun auch bei Problemen nicht aufgeben. Dies ist der Fall, obwohl immerhin auf die Frage "Was empfinden Sie bei der Nutzung Ihres Gartens als störend?" 59,3 % aller Kleingärtner geantwortet haben und sogar 61,0 % aller Befragten Hinweise hatten, die auf Unzufriedenheiten mit der Kleingartenanlage aufmerksam machen (siehe Abschnitt 5.3).

Wie wichtig Gartenbesitz ist, zeigten auch deutlich die Reaktionen auf eine eventuelle Umweltbelastung mit angeratenem Verzehrverbot. 68 % der Befragten würden sich dadurch nicht in ihren Nutzungs- und Verzehrgeohnheiten beeinflussen lassen, 27 % würden ihren Garten weiter nutzen wie bisher und nur knapp 8 % würden in diesem Fall eine Gartenaufgabe erwägen (siehe Abschnitt 7.7). Auf die Frage, ob die Kleingärtner in Erwägung ziehen ihren Kleingarten aufzugeben, haben alle Befragten eine Antwort gegeben (Abb. 8). Für 93,0 % der Pächter steht eine mögliche Aufgabe ihres Kleingartens nicht zur Diskussion. Von den Gründen, den Garten in der nächsten Zeit aufzugeben, steht an erster Stelle die Begründung wegen gesundheitlicher Probleme bzw. fortgeschrittenem Alters und damit mit zunehmenden Problemen, die Gartenarbeit in dem erforderlichen Maße durchführen zu können. 3,7%, das sind 41 Befragte, nennen diesen Grund. Von den weiteren vorgegebenen Antwortmöglichkeiten ist der Grund Ortswechsel noch als wesentlich einzuschätzen, da ihn 1,46% der Befragten angeben. Finanzielle Probleme, Zeitmangel und Ortswechsel folgen in eher unbedeutendem Umfang. Selbst, daß die eigenen Kinder aus dem Haus sind, ist für die meisten Pächter kaum ausschlaggebend, da nun z.T. schon die Enkel im Garten spielen können. Unerheblich in der Gesamtuntersuchung ist auch die beabsichtigte Anpachtung eines anderen Garten, was nur von zwei (!) Befragten (0,2 %) angegeben wird. Lediglich drei Befragte geben an, den Garten aufgeben zu wollen, weil die Gründe für die Anpachtung entfallen sind. Für zwei der Kleingärtner ist das die Tatsache, daß die Kinder aus dem Haus sind und für einen Pächter ist das übergroße Fruchtangebot nach der Wende der Grund dafür.

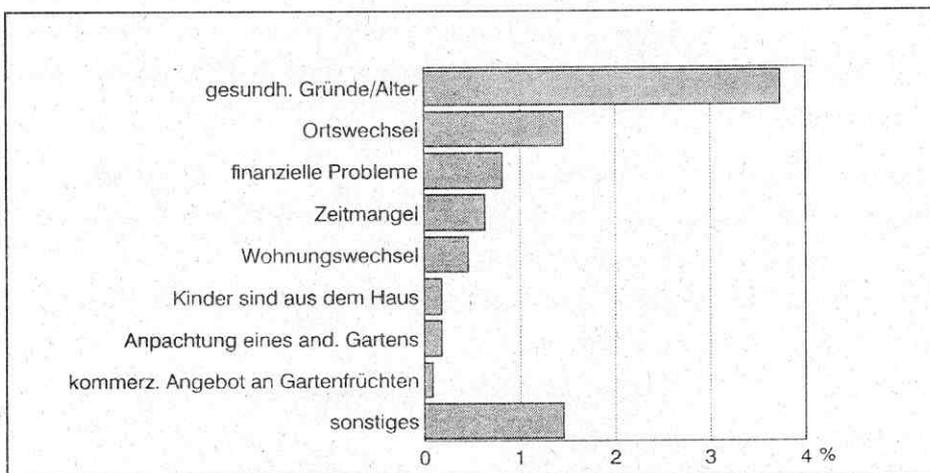


Abbildung 8: Gründe für die erwogene Aufgabe des derzeitigen Gartens (Frage wurde von 1097 Kleingärtnern beantwortet, 1020 wollen in absehbarer Zeit ihren Kleingarten behalten, nur 77 Kleingärtner gaben Gründe für eine Gartenaufgabe an)

4.5 Sozialverhalten und Gemeinschaftsleben in der Kleingartenanlage

Das Gemeinschaftsleben der Kleingärtner in ihrer Kleingartenanlage hat einen hohen Stellenwert. Es gehört neben der Nutzung des eigenen Gartens zu den grundlegenden Verhaltensweisen und Motivationen der Kleingärtner. Dazu gehören gemeinsame Feiern mit Gartennachbarn, gegenseitige Hilfe u.a. BARGMANN et al. 1989 geben für die Darmstädter Untersuchung an, daß sich 56,3 % der dort befragten Kleingärtner über die obligatorischen Mitgliederversammlungen hinaus zu gemeinsamen Feiern treffen. Dies sagt allerdings noch nichts über die Qualität der sozialen Kontakte aus, da ein hoher gegenseitiger sozialer Erwartungsdruck, verbunden mit sozialer Kontrolle

das Gemeinschaftsleben stimuliert. Sozialstrukturelle Merkmale der Kleingärtner scheinen - ähnlich wie bei Campingurlaubern - keine differenzierende Rolle im Sozialverhalten zu spielen. Auch hier wird eine neue - wenn auch zeitlich auf den Gartenaufenthalt begrenzte - Sozialgemeinschaft von Gleichgesinnten gebildet, bei der das "soziale Vorleben" und die soziale Stellung im übrigen Leben und Beruf keine wesentliche Rolle spielt. Die neue Gemeinschaft hat ihre eigene soziale Rangordnung (Vorstand, aktive Interessenvertreter usw.) und Regeln und erfordert zu ihrem Erhalt sozialen Kontakt. Sie ermöglicht jedoch auch ungezwungenere, gegenseitig akzeptierte Verhaltensweisen als im übrigen Leben. Die Kleingärtner fügen sich mit ihren Verhaltensweisen in die soziale Gemeinschaft ein. Wer das nicht möchte, "paßt" nicht in die Gemeinschaft der Kleingartenanlage und würde selbst nach einiger Zeit nicht zufrieden sein. Bei der Beantwortung der Frage 22 (Stellung zum ökologischen Garten) geben nur 1,1 % der Befragten an, daß möglicherweise ihre Haltung in dieser Frage nicht vom Nachbarn toleriert würde! Dies zeugt von weitgehenden Übereinstimmungen in den für die soziale Interaktion bedeutsamen Einstellungen und Handlungen.

Fremde - insbesondere beobachtende Spaziergänger - werden als "Voyeure" des ungezwungenen Verhaltens im Kleingarten angesehen und sind nicht gern gesehen. 61 % der befragten Regensburger Kleingärtner (KOLLER 1988) lehnen eine Öffnung ihrer Anlage und damit die Mitbenutzung des Wegesystems durch "Fremde" ab. Nur 20 % befürworteten das vorbehaltlos. In Darmstadt (BARGMANN et al. 1989) fühlen sich demgegenüber nur 6,6 % der Befragten durch Spaziergänger gestört.

Wie bei einer Untersuchung 1988 in Halle (BREUSTE 1989) festgestellt wurde, empfanden schon damals ein Viertel aller Kleingärtner den Durchgangs- und Spazierverkehr anlagenfremder Personen, wie er im Sinne der Öffnung der Anlagen vom VKSK als anerkannte Naherholungsgebiete empfohlen wurde, häufig als störend.

Da man sich in den Kleingartenanlagen genau kennt, wird jeder Fremde in der Anlage sofort wahrgenommen und mißtrauisch beobachtet. Sollte er darüber hinaus selbst Beobachtungen vornehmen und Aufzeichnungen machen, wird er nach wenigen Minuten angesprochen und befragt. Diese Erfahrung konnte bei den Beobachtungen und Befragungen in den Kleingartenanlagen Halles vielfach durch die Bearbeiter gemacht werden.

Man muß allerdings in Rechnung stellen, daß die Kriminalität in Gartenanlagen, Einbrüche verbunden mit Raub und Zerstörungen, in den letzten fünf Jahren erheblich zugenommen haben und die Kleingärtner Fremden mit einem gewachsenen Mißtrauen gegenüberstehen.

In der Frage 43 war eine Antwortmöglichkeit hinsichtlich Störungen durch den Durchgang Fremder eingefügt. Insgesamt antworteten 12,8 %, daß sie sich dadurch gestört fühlten. In einigen Anlagen, die häufiger zum Durchgang zum Erreichen von Wohngebieten genutzt werden wie z.B. "Sonne" in der Silberhöhe (40,3 %) oder "Reichsbahn Raffinerie Dieselstraße" (32,9 %), lag der Anteil derer, die sich gestört fühlten noch höher. Die Häufigkeit des Durchgangs Fremder spielt also eine bedeutende Rolle für die tatsächlich empfundene Störung. Insgesamt konnten jedoch keine so hohen "Störquoten" wie bei KOLLER 1988 in Regensburg festgestellt werden. Dort lehnten 61 % der Befragten eine Öffnung ihrer Anlage ab.

Durch eine gezielte Frage (Nr. 38) sollte in der Untersuchung in Halle geklärt werden, worauf die Kleingärtner im Gemeinschaftsleben ihrer Anlage besonders Wert legen. Dazu wurde gefragt, welche Vereinseinrichtungen von ihnen als notwendig angesehen werden (Abb. 9).

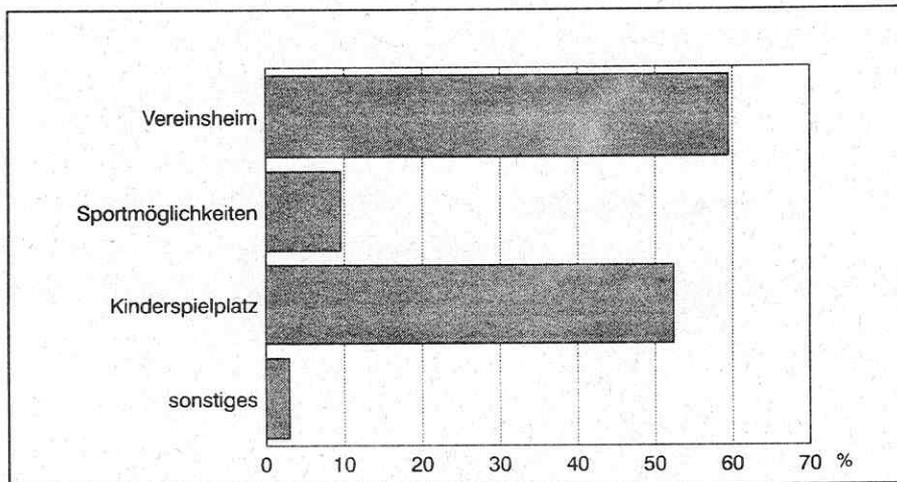


Abbildung 9: Als notwendig erachtete Ausstattung der Kleingartenanlage (n=871)

Fast 60 % der Halleschen Kleingärtner erachten das Vereinshaus als notwendig. Hier befindet sich meist die Gaststätte der Anlage und damit der jederzeit mögliche unreglementierte Treffpunkt. Sowohl Vereinsfeste als auch Familienfeiern können hier durchgeführt werden. Das Vereinshaus ist der soziale Mittelpunkt der Kleingartenanlage.

Von besonderer Bedeutung ist, daß dem Kinderspielplatz eine ähnlich große Bedeutung beigegeben wird. Mehr als die Hälfte der Befragten halten ihn für wichtig. Für Familien mit Kindern ist das nicht verwunderlich. Kinder im Alter von bis zu 6 Jahren haben allerdings nur 3,6 % und von 6 bis 14 Jahren 13,0 % - also zusammen 16,6 % - der Befragten. Trotzdem begrüßen 52 % den Kinderspielplatz. Dies ist fast ungemindert auch in den Anlagen der Fall, in denen ein sehr hoher - über 50 % liegender - Rentneranteil der Kleingärtner vorliegt (z.B. Anlage "Paul-Riebeck-Stift"). Diese positive Haltung zu Kinderspielplätzen kann einerseits auch von kinderlosen Kleingärtnern durchaus aus Verständnis und Fürsorge für Gartennachbarn mit Kindern getragen sein. Viel wahrscheinlicher ist jedoch, daß selbst die älteren Kleingartenpächter, wie oben erläutert, durchaus nicht alleinige Nutzer der Gärten sind. Der Zwei- oder Drei-Generationen-Garten ist typisch. Pächter und eigentliche Bewirtschafter ist zwar die Generation der Rentner oder der Arbeitenden, Nutznießer ist jedoch fast überall auch die Generation der eigenen Kinder oder Enkel. Somit sind für die meisten Gärten Kinder typische "Mit"nutzer und die Bedeutung von Kinderspielmöglichkeiten für die meisten Kleingärtner - unabhängig von Alter und derzeit eigenen Kindern unter 14 Jahren - erklärt sich leicht. Fehlende Kinderspielmöglichkeiten werden relativ wenig (4,7 %) kritisiert (Frage 43). Dies erklärt sich leicht dadurch, daß fast alle untersuchte Anlagen Kinderspielplätze, die von den Gärtnern selbst errichtet wurden und unterhalten werden, aufweisen und diese dem Bedarf ausreichend entsprechen. Die Beantwortung der Frage ist ein deutlicher Indikator der derzeit großen Bedeutung von Kleingärten für Kinder in Halle.

4.6 Wohnsituation der Kleingärtner

Der Garten bringt für etwa 85 % der Kleingärtner einen notwendigen Ausgleich zu objektiv feststellbaren und subjektiv empfundenen Mängeln im Wohnbereich (BECKER 1978). Diese Feststellung läßt sich ohne weiteres auch auf die Kleingärtner der Großstadt Halle übertragen.

Untersucht man die Wohnsituation der befragten Kleingärtner Halles, so zeigt sich, daß über 98 % von ihnen in Mietwohnungen und nur ein ganz kleiner, zu vernachlässigender Prozentsatz (4 Befragte) in Eigentumswohnungen, eine bisher in Ostdeutschland nicht bekannte Eigentumsform, wohnen. Bei diesen beiden Wohnformen kann man davon ausgehen, daß sie nur in den seltensten

Fällen mit einem direkt der Wohnung zugehörigen Garten verbunden sind. Dies bringt auch die Antwort auf die Frage 8 deutlich zum Ausdruck. Auf die Frage, ob verbunden mit der Wohnung ein Garten, ein Gemeinschaftsgarten mehrerer Wohnparteien, Terrasse, Balkon oder Loggia bzw. nichts dergleichen zur persönlichen Verfügung steht, konnten mehrere Antworten gegeben werden. Von den 1097 Befragten beantworteten nur zwei diese Frage nicht, aber es konnten auch nur 1103 Antworten (also kaum Mehrfachantworten) registriert werden. Man kann also davon ausgehen, daß etwa 98 % von ihnen in Wohnungen ohne Garten leben und nur 2 % über einen Garten an der Wohnung verfügen (Abb. 10).

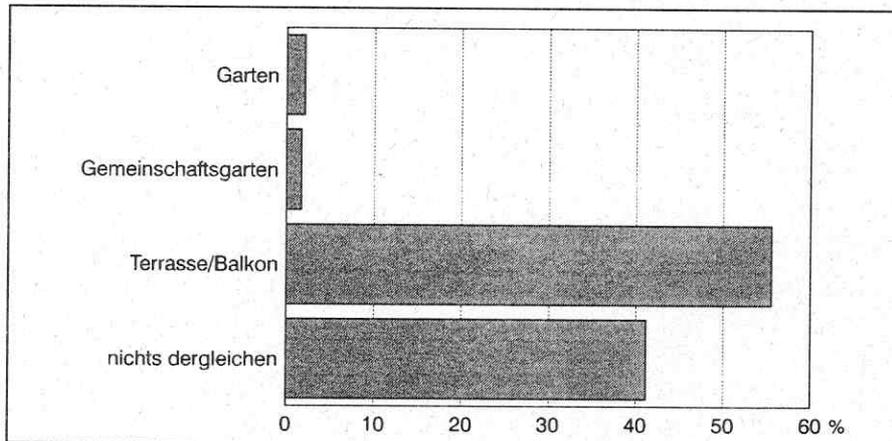


Abbildung 10: Verfügbarkeit von individuell nutzbaren Freiraumelementen an der Wohnung (n=1095, mehrere Antwortmöglichkeiten)

41,2 % der Befragten steht an ihrer Wohnung überhaupt kein grüner Freiraum zur Verfügung. Einen Balkon, eine Terrasse oder Loggia, die zu 55,5 % der Wohnungen der Kleingärtner gehören, werden meist nicht als Gartenersatz empfunden. Nach Aussage der Gärtner sind diese Räume zu klein, liegen oftmals in höheren Stockwerken und werden durch Lärm und Abgase beeinflusst, wodurch ihr Erholungswert sehr stark gemindert wird. Auch andere Befragungen bestätigen diese Fakten.

Obwohl bei diesen Untersuchungen in Westdeutschland der Anteil der Kleingärtner, die in einer Mietwohnung wohnen um bis zu 20 % geringer als in Halle ist, ist die Anzahl der vorhandenen Balkone etc. mit etwas mehr als 50 % bei allen Untersuchungen doch sehr groß. Die Anzahl derjenigen, die über einen eigenen Garten als größten privaten, der Wohnung zugehörigen Freiraum verfügen, ist jedoch sehr unterschiedlich. Bei der Befragung von Kleingärtnern in Münster (WEBER & NEUMANN 1993) kommt zum Ausdruck, daß dies etwa 11 % der Befragten sind. In Regensburg (KOLLER 1988) sind es 2,8 %, in Halle 2,1 % der Befragten. Es muß also davon ausgegangen werden, daß der Kleingarten eine notwendige Ausgleichsmöglichkeit für die eingeschränkte Wohnsituation darstellt und auch ein Balkon als privater Verfügungsraum im Freien nicht ausreicht, um vorhandene Bedürfnisse zu befriedigen und Motivationen und Interessen ausleben.

Die Ausstattung der Wohnung mit Garten ist innerhalb der Untersuchung stark gestreut. Fast 7 % der Befragten der Anlage "Radeweller Straße" besitzen einen Garten an der Wohnung. Hier ist auch der Anteil an Eigenheimbesitzern mit 8,5 % am größten. In den Kleingartenanlagen "Osendorfer Hain", "Schloß Freimfelde", "Habichtsfang I", "Oppiner Straße" und "Fuchsberg"

sind unter den Befragten keine "Haus- oder Wohnungsgarten-Besitzer" und mit Ausnahme der Anlage "Habichtsfang" auch keine Bewohner von Eigenheimen.

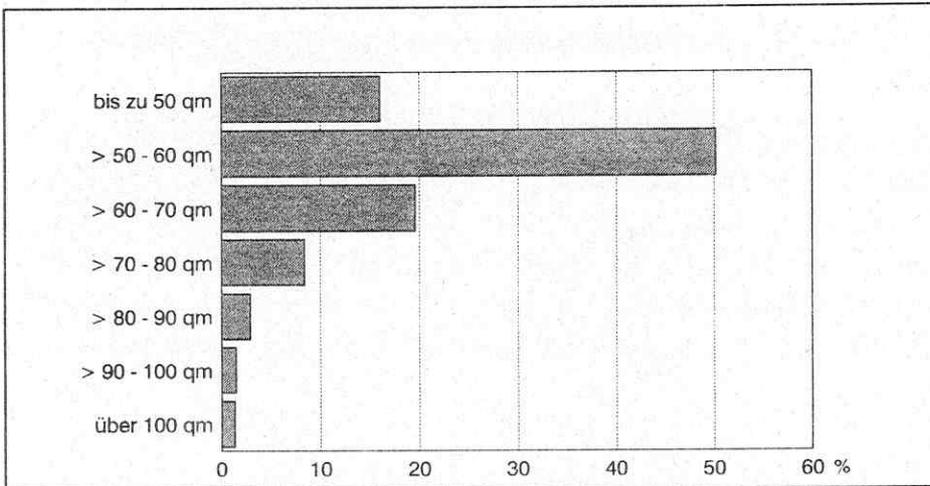


Abbildung 11: Wohnungsgröße - Grundfläche der Wohnung (n=1096)

Auf die Frage nach der Wohnungsgröße zeigt sich wie erwartet, daß ungefähr die Hälfte der Kleingärtner in Wohnungen zwischen 50 m^2 und 60 m^2 lebt (Abb. 11). 16 % der Befragten wohnen in sehr kleinen Wohnungen bis zu einer Größe von 50 m^2 und etwa einem Fünftel stehen Wohnungen von 60 m^2 bis 70 m^2 zur Verfügung. Nur 15 Kleingärtner (1,4 %) wohnen in Wohnungen, die größer als 100 m^2 sind. Beachtenswert sind auch hier die signifikanten Streuungen. Der höchste Prozentsatz wird hier von Gärtnern der Anlage "Pauluskirche" erreicht (12,5 %). Diese Kleingartenanlage ist eingegliedert in ein Altbauwohngebiet mit sehr großen Wohnungen. Aus diesem Gebiet kommen auch eine Vielzahl der Nutzer der Anlage. In der Anlage "Sonne" dagegen gibt niemand an, eine entsprechend große Wohnung zu haben. Die Pächter der Gärten kommen laut Angaben des Vorstandsvorsitzenden in überwiegendem Maße aus den umliegenden Neubaugebieten Südstadt und Silberhöhe, aber z.T. auch aus Halle-Neustadt. In vielen anderen Halleschen Kleingartenanlagen wie "Osendorfer Hain", "Saaletal", "Habichtsfang", "Oppiner Straße", "Dölau" und "Fuchsberg" gibt es ebenfalls keine Kleingärtner mit großen Wohnungen.

Bei der Auswertung der Frage 7: "Wieviele Zimmer (ohne Küche und Bad) hat Ihre Wohnung?" fällt auf, daß fast 60 % der Kleingärtner in Halle in 2,5-3 Zimmer-Wohnungen leben (Abb. 12).

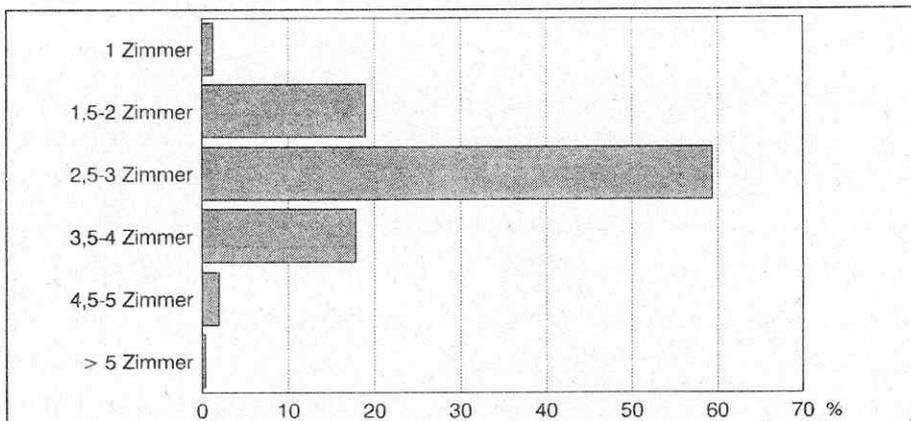


Abbildung 12: Wohnungsgröße - Anzahl Zimmer (n=1096)

Es trifft auch fast auf jede Kleingartenanlage zu, daß mehr als der Hälfte der Befragten eine solche Wohnung bewohnen. Lediglich in der Anlage "Am Küttener Weg" sind dies nur etwa 42 %. Ein relativ großer Teil der Kleingärtner (39,6 %) wohnt hier in noch kleineren Wohnungen (1,5-2 Zimmer-Wohnungen). Es kommt also deutlich zum Ausdruck, daß die Wohnverhältnisse der Kleingärtner relativ beschränkt sind und dies trifft nicht nur für alleinstehende Personen zu, sondern auch zum überwiegenden Teil auf zweiköpfige Familien.

Bei der Gegenüberstellung mit der quantitativ etwa gleichwertigen Untersuchung in Regensburg (Abb. 13) wird deutlich, daß dort den Kleingärtner größere Wohnungen zur Verfügung stehen. Bei etwa 24 % der Pächter überwiegen Wohnungen zwischen 70 und 80 m², sogar 13,6 % wohnen in Wohnungen, die größer als 100 m² sind. Diese Unterschiede sind weniger auf unterschiedliche soziale Situationen der Kleingärtner als vielmehr auf unterschiedlich Lebenssituationen in Ost- und Westdeutschland überhaupt zurückzuführen und somit keineswegs verwunderlich.

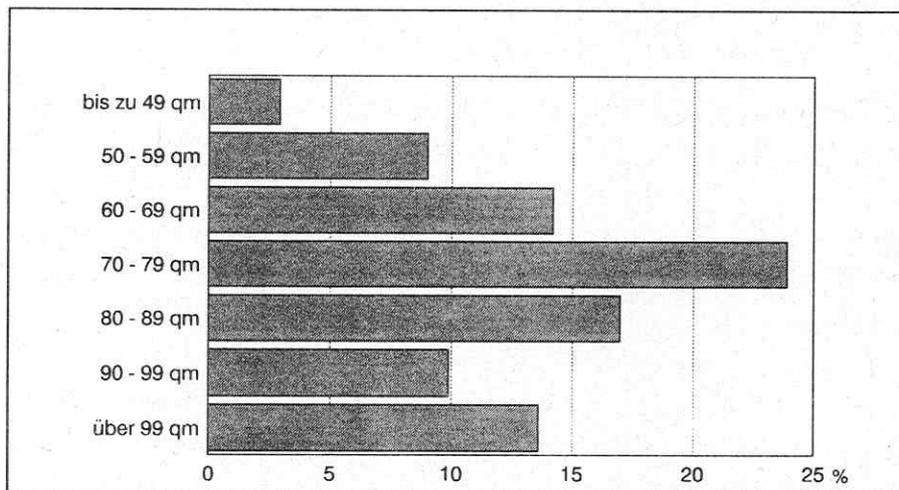


Abbildung 13: Wohnungsgrößen der Kleingärtner in Regensburg (KOLLER 1988)

Mehr noch als in den alten Bundesländern kann man davon ausgehen, daß dem Kleingarten eine große Bedeutung bei der Kompensation von defizitären Wohnsituationen zukommt. Die geringe Wohnungsgröße und die geringe Anzahl der Zimmer je Wohnung können somit als ein zusätzlicher Motivationsgrund für die Anpachtung eines Kleingartens angesehen werden, der im Fragebogen zwar nicht explizit erfragt wurde, aber durch die Auswertung und die Gegenüberstellung verschiedener Antworten wie auch durch die einzelnen Gespräche mit den Kleingärtnern immer wieder zum Ausdruck kam.

Deutlich wurde dabei auch die bekannte Tatsache, daß sich Wohnbedürfnisse in den einzelnen Lebensphasen oftmals erst mit zeitlicher Verzögerung und im Hinblick auf Versorgung mit einem Eigenheim (besonders in der DDR) kaum verwirklichen ließen. Kleingärten galten und gelten als geeignet, diese Defizite zumindest teilweise zu kompensieren. Auch deshalb war früher die Nachfrage nach Kleingärten um so vieles höher als das Angebot, so daß es zu langen Wartezeiten kam.

Inwieweit Belästigungen aus dem Wohnumfeld bzw. Beeinträchtigungen der Wohnumfeldqualität durch Kleingärten kompensiert werden können, ergibt sich aus der Interpretation der Antworten zu den Fragen 9 und 10 (Abb. 14). Hier war die Umgebung der Wohnung zu beschreiben und es wurde die Wohnzufriedenheit erfragt. Um den Verdacht eines möglichen Datenmißbrauchs gar

nicht erst aufkommen zu lassen, sollten weder Anschriften noch die Heimatstadtteile der Kleingärtner genannt werden, sondern die Gartenpächter sollten lediglich eine ganz persönliche Einschätzung ihres Wohnumfeldes geben. Wohnumfeldqualität wird zu allererst subjektiv empfunden und zwar auch durch vorhandenes bzw. fehlendes Grün in unmittelbarer Wohnumgebung.

Beim Vergleich mit einer gleichartig gestellten Frage bei der Untersuchung in Darmstadt fällt auf, daß dort jeweils etwa auch 60 % der Befragten bestätigen, in zwar dicht bebauten Wohngebieten zu wohnen, aber trotzdem gut erreichbare Grünanlagen in der näheren Umgebung zu haben. Extrem ungünstige Wohnsituationen treten bei den Halleschen Kleingärtner häufiger auf (Abb. 14).

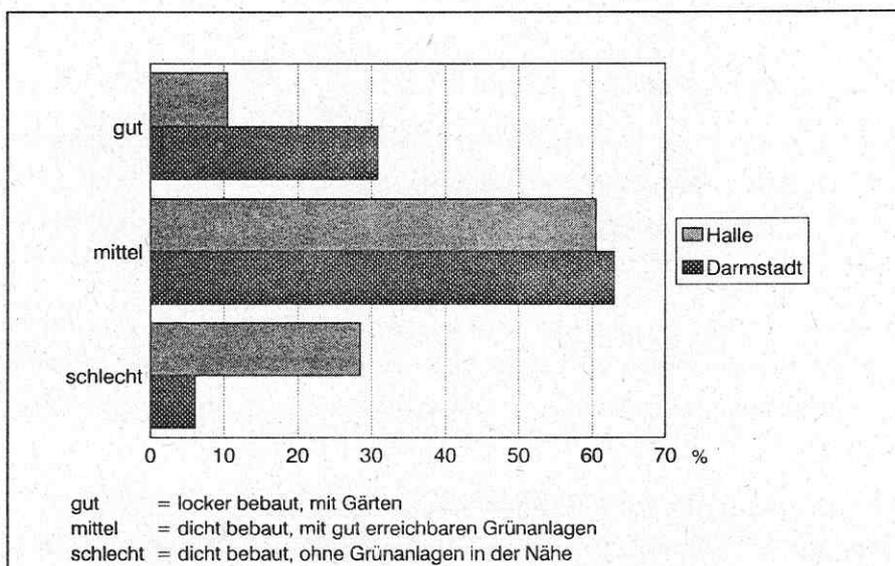


Abbildung 14: Wohnsituation der Kleingärtner in Halle (n=1092) und Darmstadt (BARGMANN et al. 1989 und eigene Untersuchungen)

Da allerdings mehr als die Hälfte der Befragten angibt, Grünanlagen in Wohnungsnähe zu haben, kann geschlußfolgert werden, daß die gute Erreichbarkeit von öffentlichen Grünflächen bzw. das Wohnen in einem locker bebauten Wohngebiet mit Gärten nicht den Wunsch nach einem Kleingarten verhindert. Somit sind öffentliche Grünflächen offensichtlich für Kleingärtner kein Ersatz für privat zu nutzenden Freiraum unter freiem Himmel, denn immerhin geben mehr als 90 % der Befragten an, die Grünanlage in der näheren Umgebung der Wohnung nur manchmal oder nie zu nutzen (52 % nutzen sie überhaupt nicht) (siehe Abschnitt 4.7.2).

Die Frage nach der Wohnzufriedenheit, d.h. nach der Zufriedenheit mit dem Wohnumfeld wurde von 41 % mit ja beantwortet. Etwa 45 % waren nur z.T. damit zufrieden und unzufrieden waren 14 %. Auch hier liegen die Ergebnisse völlig anders als bei der Darmstädter Befragung, bei der zwei Drittel der Pächter mit ihrer Wohnumgebung zufrieden waren und nur 2 % unzufrieden sind.

4.7 Kleingärtner als Nutzer von öffentlichen Grünflächen

4.7.1 Eingangshypothesen

Untersuchungen zu Aspekten des Freizeitverhaltens von Kleingärtnern erscheinen schon angesichts der großen Zahl der Kleingärtner und ihrer Familien von Bedeutung. Insbesondere sollte

geklärt werden, inwieweit Kleingärten Kompensation für öffentliches Grün sind. Dazu wurde von folgender Hypothese ausgegangen:

Die Nutzung von Gärten und Erholungsgrundstücken schafft eine bedeutende Konkurrenzsituation zur Nutzung übriger öffentlicher Stadtgrünflächen. Kleingartennutzer sind meist intensive Nutzer ihrer Flächen. Sie verbringen fast ihre gesamte Freizeit dort, häufig auch den Urlaub oder wohnen sogar zeitweise im Sommer im Garten. Andere öffentliche Grünflächen werden von ihnen nur selten genutzt. Wenn sie an bestimmten Tagen auf den Besuch ihres Gartens verzichten, wollen sie mit dem PKW eine "Kontrastlandschaft" im Vergleich zum Stadtraum aufsuchen und fahren in die nähere, häufiger auch weitere Umgebung.

4.7.2 Nutzung von Grünflächen

Die Auswertung der Befragungsergebnisse erbrachte folgende Ergebnisse:

Grünflächen der Wohnumgebung werden von der Hälfte der Kleingärtnern (51,8) nie genutzt. Weitere 38,7 % nutzen diese Flächen nur manchmal. Damit zeigt sich, daß Kleingartennutzung zum weitgehenden Nutzungsverzicht für andere Wohngebietsgrünflächen führt. Nur knapp 8 % besuchen solche Grünflächen oft.

Grünflächen mit gesamtstädtischer Bedeutung werden häufiger als Grünflächen der Wohnumgebung genutzt. Dies könnte in der weitgehenden Kompensation der Wohnumgebungs-Grünflächen durch Kleingärten, nicht jedoch der Grünflächen gesamtstädtischer Bedeutung begründet sein.

Die **Grünflächen mit häufigster Nutzung** (Abb. 15) sind der Stadtwald Heide (9,5 %), die Peißnitzinsel in der Saaleaue (ein zentraler Erholungspark - 5,6 %) und der Zoo (5,3 %). Jedoch auch diese zentralen Grünflächen werden jeweils von mehr als der Hälfte der Kleingärtner nur manchmal oder selten aufgesucht!

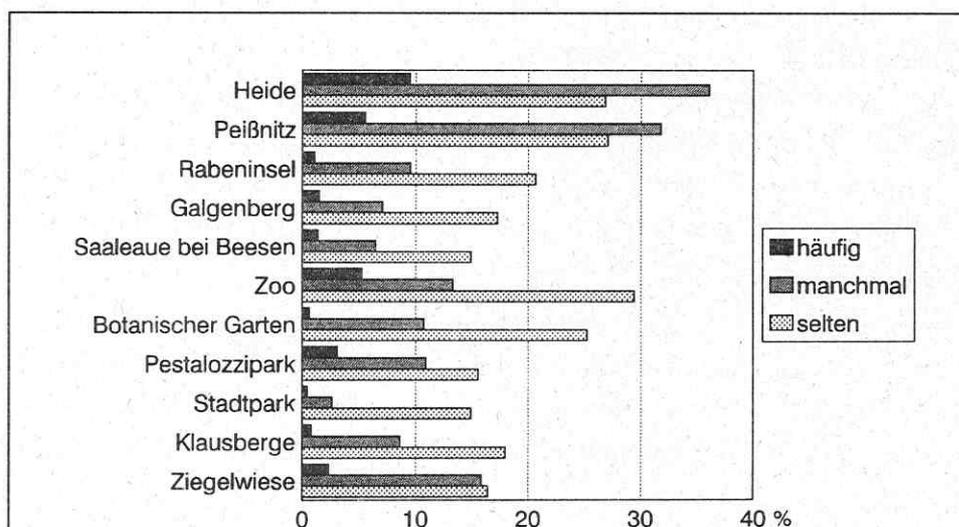


Abbildung 15: Besuch von Grünanlagen der Stadt am Wochenende (n=983, mehrere Antwortmöglichkeiten)

Die **Grünflächen mit geringer Nutzung** sind der Stadtpark - keine gesamtstädtisch bedeutsame Fläche wie der Name suggeriert -, die Klausberge und der Botanische Garten. Sie werden lediglich von weniger als 1 % der Befragten häufig aufgesucht. Weitere 15 - 25 % geben an, sie nur selten zu besuchen. 25,25 % der Kleingärtner besuchen den Botanischen Garten selten.

Die Grünflächen mit mittlerer Nutzung sind der Pestalozzipark, die Ziegelwiese, die Rabeninsel, der Galgenberg und die Saaleaue bei Beesen. Jedoch nutzen auch hier nur 1 - 3,1 % der Befragten diese Grünflächen häufig. 20 - 35 % geben an, sie eher manchmal oder selten zu nutzen. Einige der am häufigsten genutzten Grünflächen wie Pestalozzipark, Galgenberg und die Saaleaue bei Beesen werden sicher nur deshalb häufiger aufgesucht, weil sie in der Nähe der Wohngebiete der Befragten liegen.

4.7.3 Ausflugsfahrten mit dem PKW am Wochenende

Auffallend ist, daß Kleingärtner relativ wenig mit dem PKW Ausflugsfahrten unternehmen. Immerhin geben 55,4 % an, dies selten (26,9 %) oder fast nie (28,5 %) zu tun. Nicht einbezogen wurde dabei allerdings, ob die betreffenden Kleingärtner auch im Besitz eines PKWs sind.

Lediglich 16,1 % der Kleingärtner fahren häufig am Wochenende mit dem Auto zu einem Ausflug in die Umgebung. 28,4 % tun das manchmal. Daraus kann folgende Schlußfolgerung abgeleitet werden:

Kleingärtner nutzen weniger als andere Bevölkerungsgruppen das Auto zu Ausflugsfahrten. Sie bleiben - bedingt durch die Nutzung ihres Kleingartens - häufiger in der Stadt (Abb. 16) (BREUSTE & BREUSTE 1993).

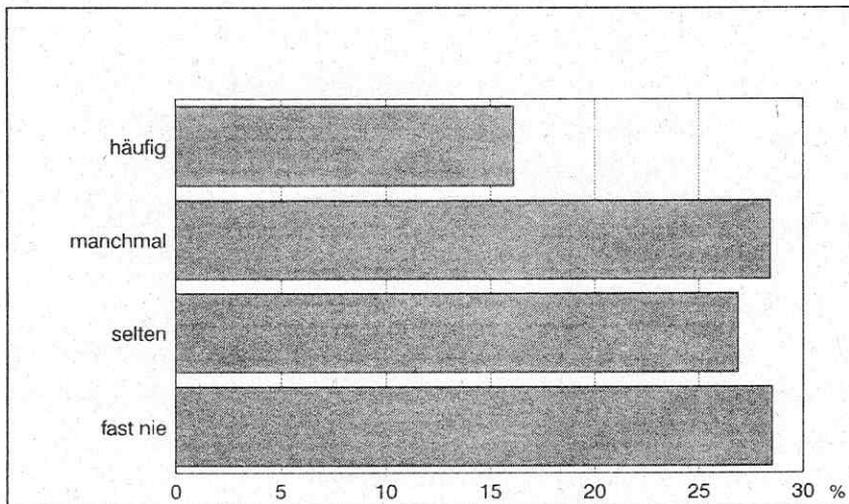


Abbildung 16: Wochenend-Ausflugsfahrten mit dem PKW (n=1097)

4.7.4 Schlußfolgerungen

Trotz der eingangs bereits geäußerten Hypothese einer geringen Grünflächennutzung durch Kleingartennutzer ist das Ergebnis der Befragung überraschend. Ausgehend von dieser Befragung können folgende Schlußfolgerungen zur Grünflächennutzung durch Kleingärtner gezogen werden, die letztlich durch weitere Untersuchungen verifiziert werden müssen:

1. Grünflächen in der Wohnumgebung werden von weniger als 10 % oft und von etwa der Hälfte der Kleingärtner nie genutzt.
2. Wenn Kleingärtner ihre Freizeit nicht im Garten verbringen, fahren sie häufiger mit dem PKW zu einem Ausflug ins Grüne, als daß sie öffentliche Grünflächen der Stadt nutzen. Insgesamt machen jedoch die Hälfte selten oder fast nie mit dem Auto einen Ausflug am Wochenende. Sie liegen damit als "Freizeitautofahrer" sicher weit unter dem Durchschnitt.

3. Größere Grünflächen in Wohngebietsnähe werden von weniger als 15 % der Befragten manchmal oder häufig aufgesucht. Das ist weniger häufig als Grünflächen in der Wohnung.
4. Die gesamtstädtisch bedeutsamen Grünflächen werden von etwa einem Drittel der Befragten manchmal bis häufig aufgesucht. Das ist häufiger als der Besuch der größeren Grünflächen in Wohngebietsnähe. Daraus könnte abgeleitet werden, daß, wenn man sich zu einem Besuch einer Grünflächen außerhalb des Wohngebietes entscheidet, häufiger eine zwar entferntere, dafür aber attraktivere Grünfläche, wie Stadtwald Heide, Zoo oder Erholungspark Peißnitz, aufgesucht wird als eine größere Grünfläche in Wohngebietsnähe (z.B. Stadtteilpark).
5. 25 bis 75 % der Kleingärtner fallen als Grünflächennutzer je nach Art und Lage der Grünfläche völlig aus.

5 Erholungsnutzung der Kleingärten

5.1 Erreichbarkeit des Kleingartens von der Wohnung

5.1.1 Entfernung des Kleingartens von der Wohnung

Die Gartenerholung als eine besondere Form der Erholung und Freizeitgestaltung im großstädtischen Bereich bietet für den einzelnen, aber auch für Familien die vielfältigsten Möglichkeiten der Nutzung. Die Arbeit im Garten oder auf einem Grundstück stand in der DDR an dritter Stelle aller Freizeitinteressen am Feierabend nach dem Fernsehen sowie Sport und Spazierengehen (HANKE 1979). Auch im Rahmen der Urlaubserholung spielten Garten und Grundstück eine bedeutende Rolle (ALBRECHT 1987, KIND 1987). In welchem Maße ein Kleingarten seiner Erholungsfunktion gerecht wird, hängt wesentlich von seiner Entfernung zur Wohnung ab. Dem Ideal des Gartens am Haus soll durch kurze Wegeentfernungen und Zuordnung von Kleingärten und Geschoßwohnungsbaugebieten möglichst nahe gekommen werden.

Insgesamt wohnen in Halle 12,2 % der befragten Kleingärtner bis zu 1 km von ihrem Kleingarten entfernt, 42,5 % wohnen in einer Entfernung bis zu 3 km. Die Entfernung von bis zu 3 km entspricht dem Aktionsradius eines Kinderwagens, innerhalb dessen ein Kleingarten erreicht werden sollte (BAYERISCHES FERNSEHEN...1985, zitiert bei KOLLER 1988, S.36). Nicht einmal die Hälfte der Kleingärtner der Großstadt Halle wohnen innerhalb dieses Aktionsradius.

Wenn man davon ausgeht, daß der Garten meist von der Wohnung aus aufgesucht wird, von dort aus schnell und wenn möglich sogar zu Fuß erreichbar sein sollte, wäre eine direkte Einbindung von Kleingartenanlagen in Wohngebiete und dazugehörige Grünzüge (etwa ähnlich dem Pestalozzi-Park und seinen randlichen Kleingärten) wünschenswert. Weit häufiger ist jedoch in Halle die stadtrandliche Lage von Kleingartenanlagen in z. T. isolierten Räumen, die für eine andere Nutzung nicht geeignet waren (z.B. zwischen Verkehrsanlagen und Bahngleisen, auf Bergbaufolgefleichen) (vgl. LEIPACHER 1975). Somit sind Kleingärten in Halle oftmals weit entfernt von den Konzentrationsräumen der Bevölkerung (Halle-Neustadt, Silberhöhe, Südstadt).

Während insbesondere die alten Kleingartenanlagen Halles (z.B. die Anlagen "Paul-Riebeck-Stift" und "Pauluskirche") noch eine deutliche Zuordnung zu nahegelegenen Wohngebieten bei dem älteren Teil ihrer Gartenpächter erkennen lassen, ist das bei den nach dem 2. Weltkrieg gegründeten Anlagen kaum mehr der Fall. Auch die neuen Großsiedlungen haben nur wenige

"zugeordnete" Kleingartenanlagen im unmittelbaren Umfeld. Sie sind nicht planmäßig als Ergänzung dieser Viertel angelegt worden, sondern waren entweder bereits früher dort vorhanden oder haben sich nachträglich auf Betreiben der Anwohner etabliert.

Interessenten an einem Kleingarten haben selbstverständlich versucht, in einer Gartenanlage in der Nähe ihrer Wohnung einen Garten zu pachten. Dies war jedoch oftmals nicht möglich oder mit unübersehbaren Wartezeiten verbunden. Neue Anlagen wurden nur am Stadtrand eingerichtet und die Chancen, dort einen Garten zu bekommen, waren größer, insbesondere, wenn der Betrieb in dem man arbeitete, selbst für die Einrichtung einer Kleingartenanlage für seine Mitarbeiter Unterstützung gab (Bsp. Anlage "Ammendorfer Plastwerk" -heute: "An der Kobra"). Dem Bestreben überhaupt einen Garten zu bekommen, wurde der Wunsch, ihn möglichst in Wohnungsnähe zu haben, untergeordnet. Im Ergebnis entstanden weite "Pendelentfernungen" für dieses Freizeitvergnügen. Die wünschenswerte Entfernung von 1- 3 km von der Wohnung konnte oft nicht mehr realisiert werden.

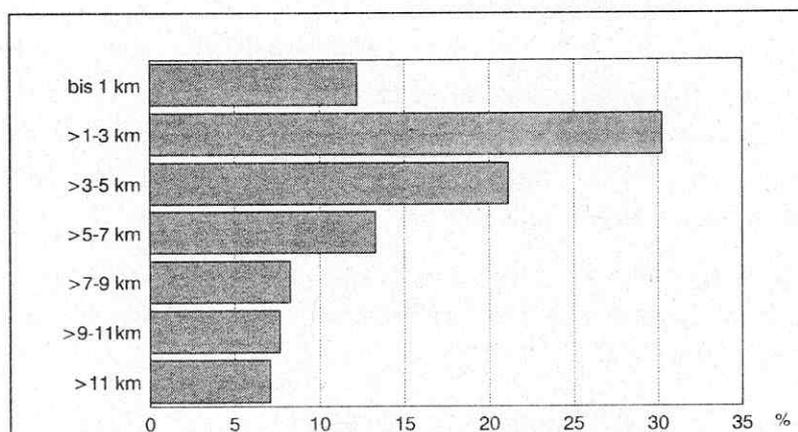
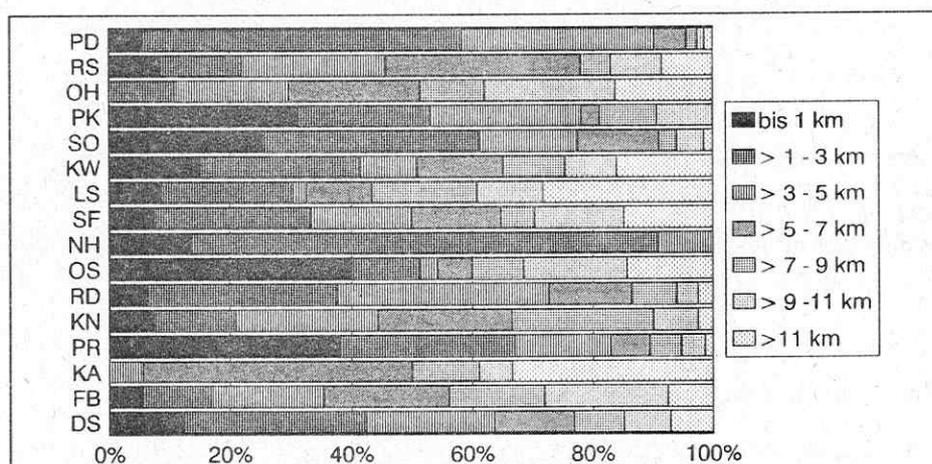


Abbildung 17: Entfernung von der Wohnung zum Kleingarten in Halle (n=1097)

Die Auswertung der Befragung (Abb. 17) zeigt, daß nur 42,5 % der Kleingärtner in den untersuchten Anlagen bis zu 3 km Wegeentfernung haben, der größere Teil der Pächter also noch weiter entfernt von seinem Garten wohnt. Dies ist für die einzelnen Kleingartenanlagen aus den o.g. Gründen sehr unterschiedlich (Abb. 18).



Bezeichnung der Kleingartenanlagen/Abkürzungen siehe Anlage

Abbildung 18: Entfernung von der Wohnung zum Kleingarten in Halle (n=1097)

Von den 15 untersuchten Kleingartenanlagen wohnen lediglich in sechs Anlagen die Gartenpächter zu über 50 % in einer Entfernung von bis zu 3 Kilometern (Tab. 6).

Tabelle 6: Beispiele wohngebietsbezogener Kleingartenanlagen in Halle (in % der Befragten)

Kleingartenanlage	Anteil der Pächter, die in bis zu 3 km Entfernung wohnen	Anteil der Pächter, die in mehr als 9 km Entfernung wohnen
Habichtsfang I	90,9	0,00
Paul-Riebeck-Stift	67,1	5,3
Sonne	61,2	6,0
Passendorfer Damm	58,3	2,5
Pauluskirche	53,1	9,4
Oppiner Straße	51,4	31,4

Diese Anlagen weisen einen immerhin noch deutlichen Wohngebietsbezug auf. Die Kleingartenanlagen "Paul-Riebeck-Stift" und "Pauluskirche" sind älteren Geschoßwohnungsbaugebieten zuzuordnen und liegen im Bebauungsgebiet der Stadt, während alle übrigen am Stadtrand, benachbart zu Großsiedlungen liegen. Die Anlage "Oppiner Straße" weist neben dem deutlichen Wohngebietsbezug auch einen hohen Anteil an Pächtern aus weiter Entfernung auf, nimmt zu den wohngebietsisolierten Anlagen damit eine "Zwischenstellung" ein.

In fünf Kleingartenanlagen wohnen mindestens ein Viertel der Pächter über 9 Kilometer von ihrem Garten entfernt. In zwei Anlagen bis zu einem Drittel der Pächter über 11 Kilometer. Diese Anlagen sind in extremem Maße wohngebietsisoliert (Tab. 7).

Tabelle 7: Beispiele wohngebietsentfernter Kleingartenanlagen in Halle (in % der Befragten)

Kleingartenanlage	Anteil der Pächter, die in mehr als 9 km Entfernung wohnen	Anteil der Pächter, die in bis zu 3 km Entfernung wohnen
Saaletal	39,1	30,4
Dörlau	38,9	0,0
Osendorfer Hain	37,8	10,8
Schloß Freimfelde	29,6	33,3
Fuchsberg	28,0	16,8

Bei einigen der wohngebietsentfernten Anlagen ("Saaletal" und "Schloß Freimfelde") zeigt sich, daß sie zu etwa einem Drittel der Pächter noch einen Bezug zu benachbarten Wohngebieten haben. Diese Untersuchungen bestätigen grundsätzlich die Ergebnisse, die 1987/88 in Halle anhand einer kleineren Zahl von Kleingartenanlagen bereits dargestellt wurden (BREUSTE 1989, BREUSTE 1992b).

5.1.2 Zeitaufwand zum Erreichen des Kleingartens von der Wohnung

Die Empfehlung von höchstens 30 Minuten (Fußweg) (KOLLER 1988) zum Kleingarten von der Wohnung aus entspricht allerdings dem berechtigten Wunsch der Kleingärtner, bei knapper täglicher Freizeit den Kleingarten auch an Arbeitstagen noch zur Erholung aufsuchen zu können. Bei

noch größerem Zeitaufwand ist das Verhältnis der Wegezeit zur Aufenthaltszeit im Garten unverträglich ungünstig.

Die Wegezeit Wohnung - Kleingarten kann natürlich kompensiert werden durch die Verwendung eines Verkehrsmittels. Wenn der Kleingarten in einer vertretbaren Zeit nicht mehr zu Fuß erreicht werden kann und ein entsprechendes Verkehrsmittel benutzt wird, kann auch ein weit entfernter Garten noch in einer zumutbaren Zeit erreicht werden.

Der größte Teil der Halleschen Kleingärtner (86 %) erreicht den Garten innerhalb von 30 min. Dieser Wert entspricht genau dem bundesdeutschen Durchschnitt (Bundesministerium für Raumordnung, Bauwesen und Städtebau, 1976, S. 43) (Tab. 8).

Tabelle 8: Zeitaufwand zum Erreichen des Kleingartens von der Wohnung im Vergleich (in % der Befragten)

Zeitaufwand in min.	Regensburg	BRD
bis zu 10	51,3	42,0
10-20	32,1	31,0
20-30	11,3	13,0
> 30	4,7	14,0

Zeitaufwand in min.	Halle
bis zu 15	45,7
15-30	40,8
30-45	9,7
45-60	3,7
> 60	0,3

Auch der Vergleich mit Regensburg zeigt, daß in Halle zwar vergleichbare Werte vorliegen, aber etwas größere Entfernungen in Kauf genommen werden. Immerhin wohnen 13,5 % in mehr als 30 Minuten Entfernung, was ebenfalls fast exakt dem bundesdeutschen Durchschnitt entspricht (Abb. 19).

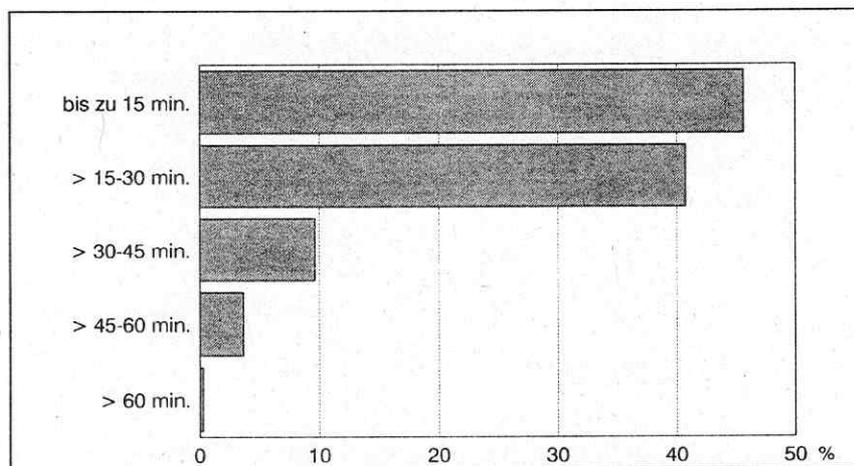
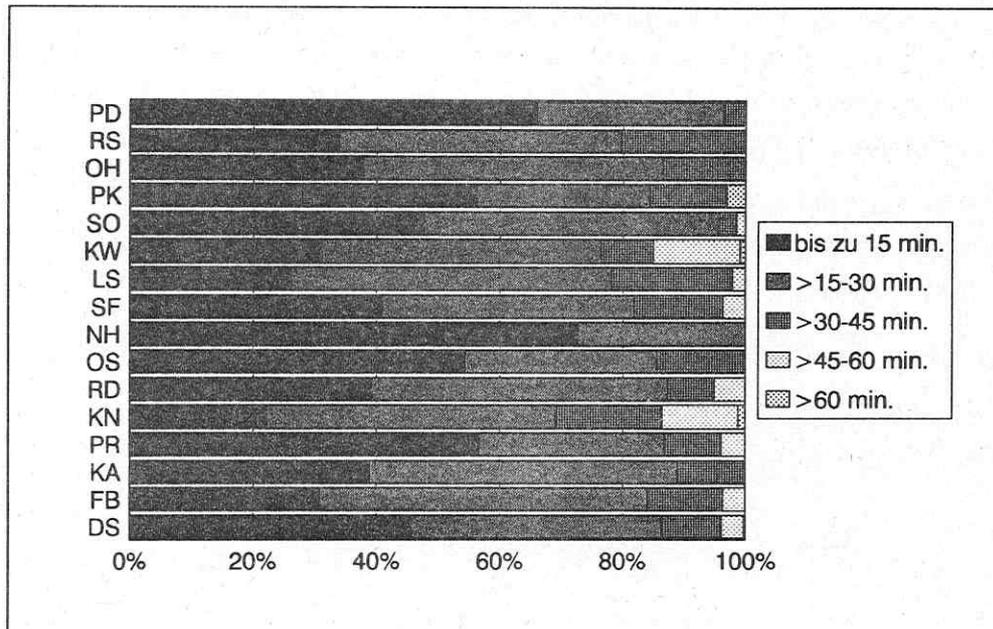


Abbildung 19: Zeitaufwand von der Wohnung zum Kleingarten in Halle (n=1097)

Die von ALBRECHT 1987 angegebene 30-Minuten-Grenze, aus der in der Regel mindestens 80 % der Kleingärtner kommen, ist auch für Halle anwendbar. Es zeigt sich, daß bei der zur Verfügung stehenden Freizeit ein Zeitaufwand von mehr als 30 min. regelmäßig nur von wenigen Pächtern in Kauf genommen werden kann.

Vergleicht man, wie groß die Wegeaufwendungen in den einzelnen Kleingartenanlagen sind, ergibt sich folgendes Bild (Abb. 20).



Bezeichnung der Kleingartenanlagen/Abkürzungen siehe Anlage

Abbildung 20: Zeitaufwand von der Wohnung zum Kleingarten (nach untersuchten Kleingartenanlagen differenziert) (n=1097)

Vergleicht man die o.g. Beispiele wohngebietsbezogener (Tab. 6) und wohngebietsentfernter Kleingartenanlagen (Tab. 7), so wird der bei der Entfernung Wohnung-Kleingarten deutliche Unterschied in der Wegedauer (Tab. 9 und Tab. 10) kaum noch sichtbar.

Tabelle 9: Wegedauer für die Beispiele wohngebietsbezogener Kleingartenanlagen in Halle (in % der Befragten)

Kleingartenanlage	Anteil der Pächter, die bis zu 30 min. benötigen	Anteil der Pächter, die mehr als 30 min. benötigen
Habichtsfang I	100,0	0,00
Paul-Riebeck-Stift	86,8	13,2
Sonne	95,5	4,5
Passendorfer Damm	96,4	3,6
Pauluskirche	84,4	15,6
Oppiner Straße	85,7	14,3

Tabelle 10: Wegedauer für wohngebietsentfernter Kleingartenanlagen (in % der Befragten)

Kleingartenanlage	Anteil der Pächter, die bis zu 30 min. benötigen	Anteil der Pächter, die mehr als 30 min. benötigen
Saaletal	78,3	21,7
Dörlau	88,9	11,1
Osendorfer Hain	86,5	13,5
Schloß Freimfelde	81,5	18,5
Fuchsberg	84,1	15,9

Lediglich ein geringfügig höherer Prozentsatz der Pächter benötigt in den wohngebietsentfernten Anlagen über 30 Minuten im Vergleich zu den wohngebietsbezogenen Anlagen. Die größere Entfernung wird durch höhere Geschwindigkeit bei der Verkehrsmittelnutzung ausgeglichen.

5.1.3 Verkehrsmittelnutzung zum Erreichen des Kleingartens von der Wohnung

Für die Frage 32: "Wie erreichen Sie Ihren Garten in der Regel?" standen fünf Antwortmöglichkeiten (zu Fuß, Fahrrad, Motorrad, PKW, öffentliches Verkehrsmittel) zur Verfügung (Abb. 21).

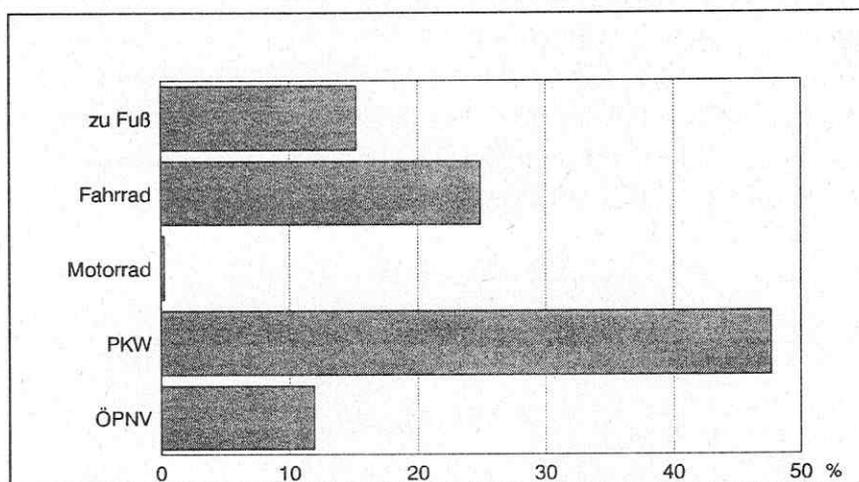


Abbildung 21: Erreichen des Kleingartens zu Fuß oder mit Verkehrsmitteln (n=1097)

Am häufigsten wird von den Kleingärtnern der PKW benutzt (47,7 %). Fast jeder vierte Kleingärtner kommt mit dem Rad zum Garten und 15 % zu Fuß, immerhin 11 % nutzen ein öffentliches Verkehrsmittel. Im Vergleich mit einer Untersuchung in Regensburg (KOLLER 1988), bei der allerdings mehrere Antwortmöglichkeiten zulässig waren, fällt auf, daß hier fast die Hälfte aller Kleingärtner zu Fuß zum Garten kommt, 46 % aber auch das Auto und 40 % häufig das Fahrrad benutzen. Die Zahl derer, die regelmäßig mit öffentlichen Verkehrsmitteln zum Garten fahren, ist mit 7 % geringer als in Halle.

Die Nutzung eines Motorrades kann völlig vernachlässigt werden. Dies hat sich im Vergleich zur Untersuchung von 1987/88 (BREUSTE 1989) nicht geändert. Nur 0,3 % (3 Personen) von 1097 Kleingärtnern nutzen heute ein Motorrad.

Betrachtet man die einzelnen Kleingartenanlagen näher (Tab. 11), so zeigen sich die erwarteten Unterschiede in der Verkehrsmittelwahl deutlich.

Tabelle 11: Erreichen des Kleingartens in den wohngebietsbezogenen Anlagen (in % der Befragten)

Kleingartenanlage	zu Fuß	Fahrrad	ÖPNV	PKW
Habichtsfang I	45,5	40,9	4,6	9,1
Paul-Riebeck-Stift	44,7	17,1	22,4	15,8
Sonne	31,3	32,8	9,0	26,9
Passendorfer Damm	3,6	36,2	1,1	58,0
Pauluskirche	43,8	3,1	37,6	15,6
Oppiner Straße	42,9	8,6	11,4	37,1

Die wohngebietsbezogenen Anlagen werden überwiegend zu Fuß oder mit dem Fahrrad erreicht, insbesondere in den Altbaugebieten, wo ein hoher Anteil Rentner auftritt ("Paul-Riebeck Stift", "Pauluskirche").

Auffällig ist, daß auch in Anlagen, die nur einen geringen Anteil an weit entfernt wohnenden Pächtern aufweisen - wie die Anlage "Passendorfer Damm" (nur 2,5 % der Kleingärtner wohnen in mehr als 9 km Entfernung)- trotzdem ein großer Teil mit dem Auto fährt. Dies betrifft vor allem die Anlagen in Nähe zu den Großsiedlungen ("Sonne", "Passendorfer Damm", "Osendorfer Hain"). Hier können unbequeme und unattraktive Fußwege ebenso eine Rolle spielen wie die wesentlich jüngere Altersstruktur der Pächter und der damit normalerweise zusammenhängende häufigere Autobesitz. Autobesitz führt dann auch zur Nutzung des PKW bei nur kleinen Distanzen. Die "Bequemlichkeitsgrenze" als Wegeentfernung, bis zu der noch zu Fuß gegangen oder das Fahrrad benutzt wird, sinkt auf weniger als 1 Kilometer. Anders sieht die Situation der Verkehrsmittelnutzung bei den wohngebietsentfernten Kleingartenanlagen aus (Tab. 12).

Tabelle 12: Erreichen des Kleingartens in den wohngebietsentfernten Anlagen (in % der Befragten)

Kleingartenanlage	zu Fuß	Fahrrad	ÖPNV	PKW
Saaletal	0,00	19,57	2,17	78,26
Dörlau	0,00	0,00	5,57	94,44
Osendorfer Hain	5,41	16,22	0,00	78,38
Schloß Freimfelde	14,81	12,96	22,22	50,00
Fuchsberg	9,35	15,89	17,76	57,01

Die große Entfernung der Wohnungen der meisten Pächter und die Notwendigkeit der Minimierung der Wegezeit zwingt zur PKW-Nutzung. Die Lokalisierung dieser Anlagen hat also gleichzeitig dazu geführt, daß dadurch ein beachtlicher PKW-Verkehr erzeugt wurde. Fehlende Parkmöglichkeiten (Frage 43) werden - da planungsseitig nicht an erheblichen PKW-Verkehr gedacht wurde - deshalb jetzt von den Pächtern als nutzungsstörend angegeben. In den Kleingartenanlagen, in denen die Pächter am häufigsten PKWs zum Erreichen der Anlage nutzen, wird meist auch die mangelnde Parkmöglichkeit am deutlichsten als störend empfunden, nicht jedoch im gleichen Umfang die mangelnde Verkehrsanbindung (Frage 35), was darauf hindeutet, daß keine Alternative zum PKW gesucht wird (Tab. 13). Die Pächter wollen also weiterhin den PKW zum Erreichen des Gartens benutzen!

Tabelle 13: Als störend empfundene Verkehrsaspekte in Kleingartenanlagen (in % der Befragten)

Kleingartenanlage	mangelnde Parkmöglichkeiten	ungünstige Verkehrsanbindung
Dörlau	38,9	5,6
Saaletal	34,8	4,4
Fuchsberg	34,6	16,9
Schloß Freimfelde	31,5	3,7
Kanenaer Weg	25,9	7,4
Sonne	20,9	3,0
Oppiner Straße	17,1	0,0
Durchschnitt in Halle	17,7	10,1

Ähnlich dem Betrieb, der für seine Mitarbeiter ausreichende PKW-Parkmöglichkeiten zur Verfügung stellen muß, wird es notwendig sein, insbesondere bei wohngebietsentfernten Kleingartenanlagen zukünftig ausreichend Parkraum nachzuplanen und einzurichten. Planungsfehler in der Lokalisation können heute anders nicht mehr ausgeglichen werden.

5.2 Aufenthalt im Kleingarten

5.2.1 Aufenthaltshäufigkeit

Wie groß die Bedeutung der Kleingärten für den einzelnen Pächter ist, kann anhand der Nutzungshäufigkeit und Frequentierung gezeigt werden. Es ist kaum bekannt und nur mit großem personellen und finanziellen Aufwand dokumentierbar, wie intensiv und wie häufig Kleingärten, insbesondere im Sommerhalbjahr, genutzt werden. Als relevante Daten, die zur Analyse genutzt werden können, stehen die Auswertungsergebnisse der Befragung zu Aufenthaltshäufigkeiten im Sommer- und Winterhalbjahr, zu Aufenthaltsdauer an Wochentagen und am Wochenende, zum Beginn der Gartennutzung an Wochentagen und am Wochenende und die Angaben über die Bedeutung des Gartens für den Urlaubsaufenthalt sowie für Übernachtungen zur Verfügung.

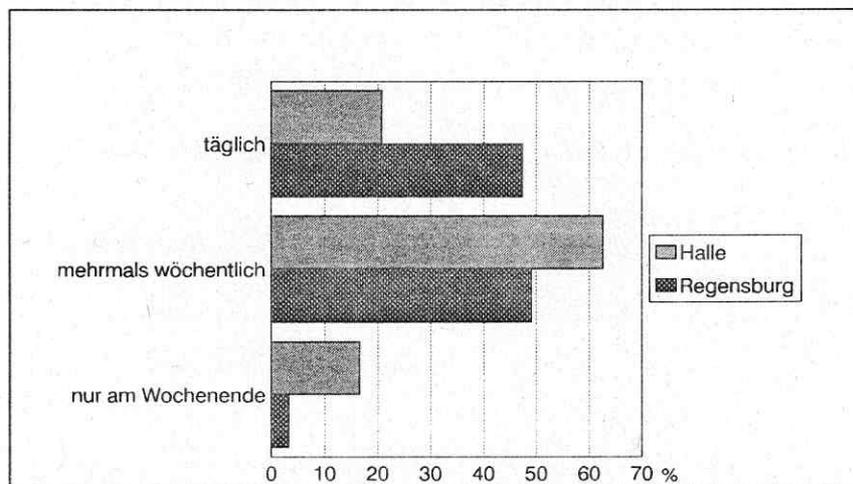


Abbildung 22: Aufenthaltshäufigkeit im Kleingarten im Sommerhalbjahr in Halle ($n=1097$) und Regensburg (KOLLER 1988 und eigene Untersuchungen)

Es kann davon ausgegangen werden, daß Kleingärtner einen sehr großen Teil ihrer Freizeit im Garten verbringen, besonders natürlich im Sommerhalbjahr. Ein Vergleich der Aufenthaltshäufigkeit im Sommerhalbjahr zeigt in Halle und Regensburg deutliche Unterschiede (Abb. 22).

Nur knapp 21 % aller Befragten nutzen ihren Kleingarten im Sommerhalbjahr täglich. Das erscheint im Vergleich mit Regensburg (Abb. 22) sehr wenig und bei Betrachtung der Untersuchungsergebnisse von Osnabrück, wo sogar 67,6 % der Kleingärtner ihren Garten täglich aufsuchen (WEBER & NEUMANN 1993), sogar äußerst gering und scheint Ausdruck der geringen Wohngebietsbezogenheit der Kleingartenanlagen in Halle zu sein.

Die Aufenthaltshäufigkeit im Garten ist von einer Reihe von sozialen Merkmalen abhängig. Die Zugehörigkeit zu einer Altersgruppe kann dafür als komplexes Merkmal stehen (Abb. 23). Ältere Kleingärtner besuchen ihren Kleingarten häufiger.

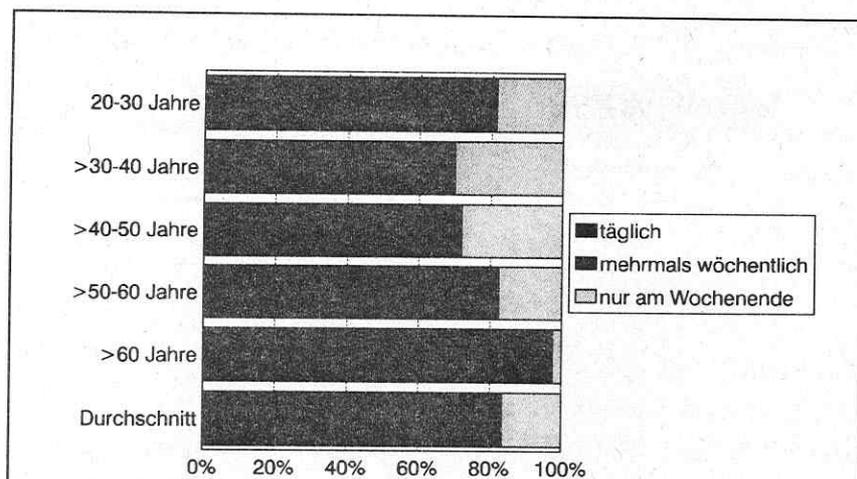


Abbildung 23: Durchschnittliche Aufenthaltshäufigkeit im Kleingarten im Sommerhalbjahr (nach Altersgruppen, n=1097)

Schließlich zeigt die Untersuchung von zwei Anlagen mit unterschiedlichem Wohngebietsbezug in Halle (BREUSTE 1989), daß in der neuen randstädtischen Anlage nur 21,8 % der Nutzer ihren Kleingarten im Sommerhalbjahr täglich aufsuchen können, während dies in einer alten, innerstädtischen Anlage mit Wohngebietsbezug und mit einem hohen Anteil pensionierter Kleingärtner für 42 % der Befragten durchaus möglich ist. Tab. 14 und Tab. 15 stellen die Nutzung der wohngebietsbezogenen und wohngebietsentfernten Anlagen im Sommerhalbjahr gegenüber.

Tabelle 14: Aufenthaltshäufigkeit in wohngebietsbezogenen Kleingartenanlagen im Sommerhalbjahr (in % der Befragten)

Kleingartenanlage	täglich	mehrmals wöchentlich	nur am Wochenende
Habichtsfang I	59,1	36,4	4,6
Paul-Riebeck-Stift	23,7	72,4	4,0
Sonne	31,3	65,7	3,0
Passendorfer Damm	11,6	56,9	31,6
Pauluskirche	21,9	75,0	3,1
Oppiner Straße	40,0	51,4	8,6

Tabelle 15: Aufenthaltshäufigkeit in wohngebietsentfernten Kleingartenanlagen im Sommerhalbjahr (in % der Befragten)

Kleingartenanlage	täglich	mehrmals wöchentlich	nur am Wochenende
Saaletal	39,1	54,4	6,5
Dörlau	5,6	77,8	16,7
Osendorfer Hain	13,5	64,9	21,6
Schloß Freimfelde	37,0	59,3	3,7
Fuchsberg	3,7	53,3	43,0
Durchschnitt in Halle	20,8	62,6	16,6

Der Vergleich beider Tabellen zeigt, daß abgesehen von einigen wohngebietsentfernten Anlagen wie "Dörlau" und "Fuchsberg" kaum bedeutende Unterschiede in der Nutzungshäufigkeit auftreten. Bestehende Unterschiede können andere Ursachen als die Entfernung (z.B. Alter, Sozialstruktur usw.) haben. Die Entfernung des Kleingartens von der Wohnung hat also nur zum Teil nutzungsmindernde Bedeutung.

Aufenthalte im Winterhalbjahr sind auf Grund der Jahreszeit nur von geringer Bedeutung und dienen in den meisten Fällen der Inspektion des Gartens und der Laube. Es wird kontrolliert, ob im Garten noch alles in Ordnung ist, ob keine Schäden durch die Witterung oder Einbrüche eingetreten sind (Abb. 24).

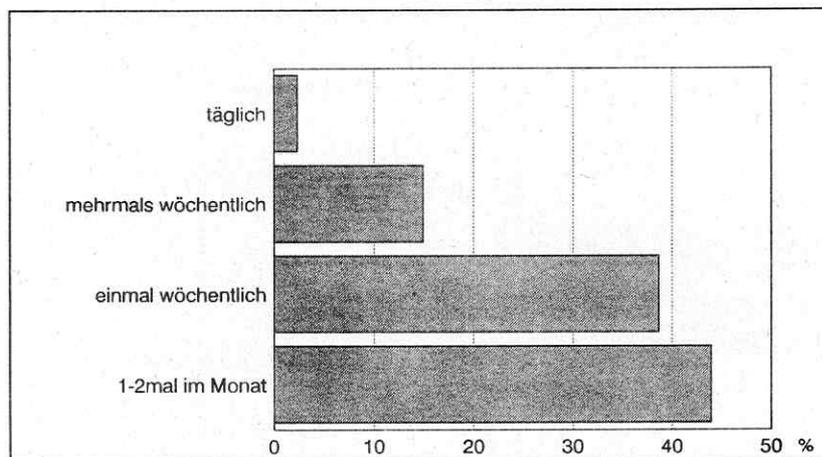


Abbildung 24: Aufenthaltshäufigkeit im Kleingarten im Winterhalbjahr (n=1096)

Die meisten der Befragten (43,8 %) suchen aus diesem Grund ihren Garten nur ein- bis zweimal im Monat auf. 38,7 % kommen einmal im Monat, 15,0 % mehrmals in der Woche und sogar 2,4 % täglich. Die Nutzungshäufigkeit steht nicht nur in Beziehung mit der Entfernung des Gartens zum Wohnstandort der Interviewpartner, sondern auch mit der Altersstruktur (Abb. 25) und mit der Art der Erwerbstätigkeit. Ältere Kleingärtner halten sich häufiger im Winterhalbjahr im Garten auf als jüngere. Fast ein Viertel der über 60jährigen (23,5 %) sucht mehrmals in der Woche den Garten auf.

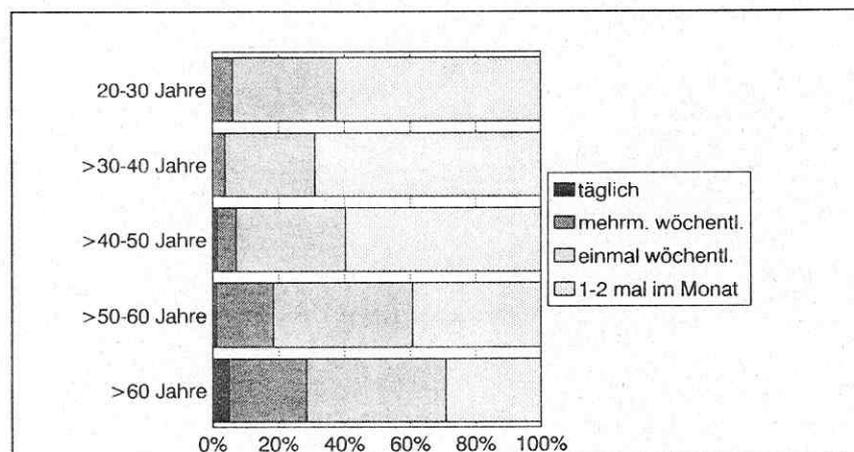


Abbildung 25: Aufenthaltshäufigkeit im Kleingarten im Winterhalbjahr nach Altersgruppen (n=1097)

Fast 70 % derjenigen, die im Winter ihren Garten täglich besuchen, sind Rentner und nur 19,2 % erwerbstätig. Mit abnehmender Häufigkeit des Gartenbesuchs kehrt sich das Verhältnis um. Bei einem ein- bis zweimaligen Aufenthalt im Monat im Garten sind nun die Erwerbstätigen mit 68,7 % und die Rentner mit 22,4 % vertreten.

5.2.2 Aufenthaltsdauer

Werktags

Im Vergleich zur früheren Untersuchung in Halle (BREUSTE 1989, BREUSTE & BREUSTE 1994a) hat sich am Verhalten der Kleingärtner, den Aufenthalt im Garten betreffend, insgesamt wie auch in den einzelnen Altersgruppen nichts geändert.

Die häufigste Aufenthaltsdauer im Kleingarten an einem Werktag liegt bei 1-3 Stunden (Abb. 26).

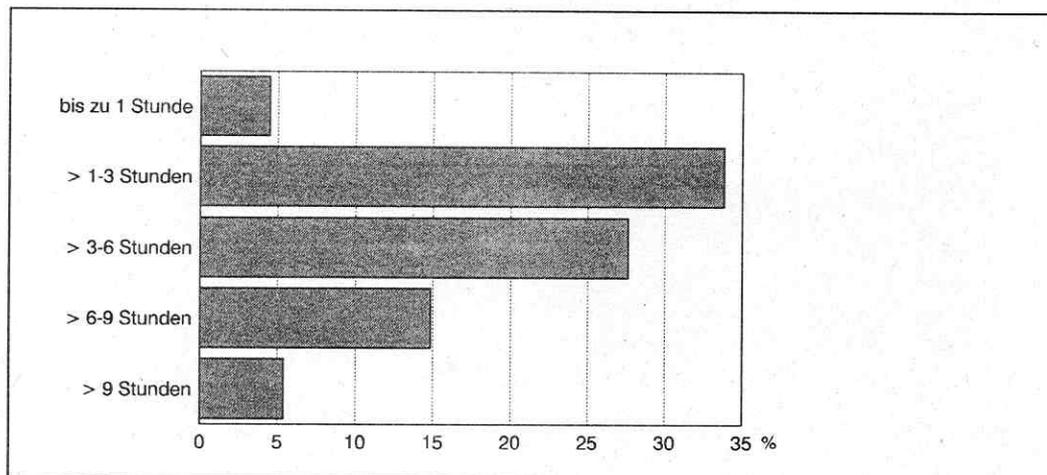


Abbildung 26: Durchschnittliche Aufenthaltsdauer im Sommerhalbjahr an Werktagen (n=945)

Hier hat es in den letzten Jahren eine Verschiebung hin zu kürzeren Aufenthalten gegeben. In Halle bleibt etwa ein Drittel aller Kleingärtner am Werktag für 1-3 Stunden im Garten. Das trifft auch für viele der einzelnen Anlagen zu und nur in drei Kleingartenanlagen überwiegt die Zahl derer, die für 3-6 Stunden im Garten bleiben. Die werktägliche Aufenthaltsdauer im Garten ist deutlich abhängig von der Altersgruppe (Abb. 27).

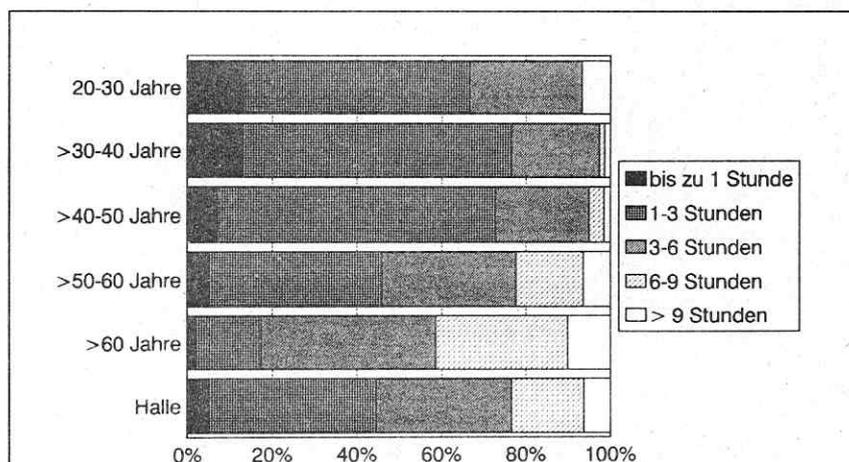


Abbildung 27: Durchschnittliche Aufenthaltsdauer im Sommerhalbjahr an Werktagen (nach Altersgruppen, n=945)

Ältere Kleingärtner halten sich im Vergleich zu jungen Kleingärtnern werktags länger im Garten auf. Dies wird angesichts unterschiedlicher Freizeitfonds (auch in Abhängigkeit von der Berufstätigkeit) erklärbar.

Am Wochenende

Auf Grund des größeren Freizeitvolumens am Wochenende bleibt man an Samstagen und Sonntagen deutlich länger im Kleingarten (Abb. 28).

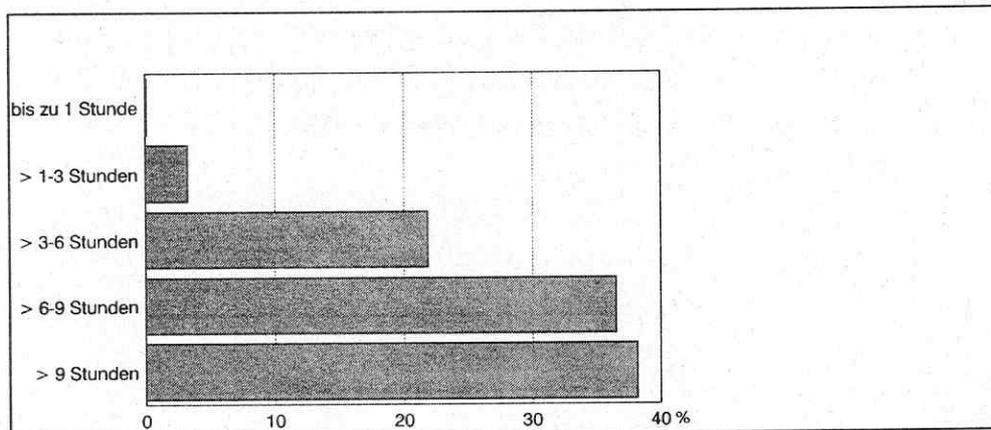


Abbildung 28: Aufenthaltsdauer im Garten im Sommerhalbjahr am Wochenende (n=1097)

Die geringere Nutzungsfrequenz innerhalb der Woche wird am Wochenende durch längere Aufenthaltsdauer ausgeglichen. Die häufigste Aufenthaltsdauer ist gleichzeitig auch die längste von mehr als 9 Stunden. Drei Viertel aller Kleingärtner (74,8 %) bleibt länger als 6 Stunden im Garten, mehr als ein Drittel (38,2 %) im Sommerhalbjahr sogar länger als 9 Stunden. Viele Kleingärtner merkten außerdem noch an, bei schönem Sommerwetter den Aufenthalt im Garten von Freitag nachmittag bis Sonntag abend auszudehnen. Diese ausgesprochen hohe Aufenthaltsdauer ist ein deutliches Zeichen dafür, welche Bedeutung der Kleingarten im Alltagsleben für die Kleingärtner und ihre Familien hat. Die durch BARGMANN et al. 1989 vorgelegten Auswertungen (allerdings auf Grundlage einer andersartig gestellten Frage erhoben), lassen geringere Zeiten des Gartenaufenthaltes in Darmstadt vermuten. Dort verbringen die Kleingärtner in der Sommersaison etwa 18,7 Stunden in der Woche mit Gartenarbeit.

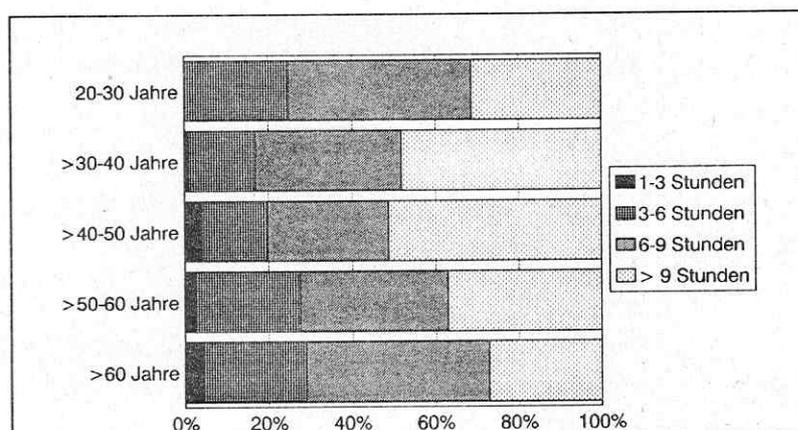
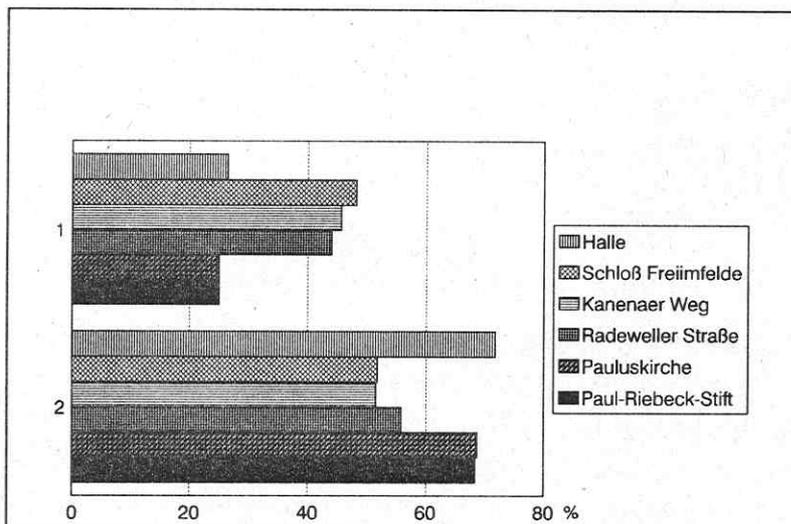


Abbildung 29: Aufenthaltsdauer im Kleingarten im Sommer am Wochenende (nach Altersgruppen, n=1097)

Abb. 29 zeigt, daß auch die Aufenthaltsdauer im Garten am Wochenende von der Altersgruppe abhängig ist. Rentner und ältere Kleingärtner verbringen weniger Zeit am Wochenende im Kleingarten als jüngere Kleingärtner. Grund dafür kann die auch an jedem normalen Wochentag in gleichem Umfang verfügbare Freizeit für Rentner und nicht erwerbstätige Kleingärtner sein. Erwerbstätige haben statt dessen nur am Wochenende ein großes Freizeitvolumen. Kürzere Nutzungszeiten in der Woche versuchen sie durch längere Nutzungszeiten am Wochenende auszugleichen. Diese Notwendigkeit besteht für Rentner nicht.

Urlaub im Garten

Bei BREUSTE 1989 konnte festgestellt werden, daß ein sehr großer Teil der Kleingärtner seinen Urlaub im Kleingarten verbringt. 52,7 % der Pächter einer damals neuen randstädtischen Kleingartenanlage ("Ammendorfer Plastwerk") verbrachten ihren Urlaub überwiegend im Garten. 54,5 % wohnten im Sommer sogar zeitweise im Garten.



1 = Urlaubstage werden überwiegend im Garten verbracht

2 = Urlaubstage werden nicht überwiegend im Garten verbracht

Abbildung 30: Urlaub im Kleingarten in Halle (ausgewählte Kleingartenanlagen)

Obwohl ein solch hoher Wert der überwiegenden Urlaubserholung im Garten bei der gegenwärtigen Untersuchung in keiner der Kleingartenanlagen erreicht wurde, sind es in einigen Anlagen jedoch 40 - 50 % der Pächter, die ihren Urlaub überwiegend im Kleingarten verbringen (Abb. 30).

Zu berücksichtigen ist, daß im Vergleich zur Zeit vor der Wende den Kleingärtnern, soweit sie erwerbstätig waren, ein wesentlich geringerer Urlaub als heute zur Verfügung stand und heute neue Urlaubsziele mit der Attraktivität des Gartens konkurrieren.

Das sommerliche Übernachten im Kleingarten ist eine durchaus übliche Nutzungsform. Das Bundeskleingartengesetz und die meisten Vereinsordnungen erlauben dies zwar nicht, aber die Kleingärtner ignorieren es. Die meisten Kleingärten sind auch dafür gut eingerichtet (Abb. 31).

Die Mehrzahl (54,4 %) der befragten Kleingärtner übernachtet in ihren Lauben häufig (20,7 %) oder zeitweise (33,7 %). Dies bestätigt die in Ostdeutschland besonders enge Einbeziehung des Kleingartens in den Lebensablauf. Er ist, zumindest im Sommer, ein zweites Zuhause. Dies ist insbesondere in den mittleren Altersgruppen ausgeprägt.

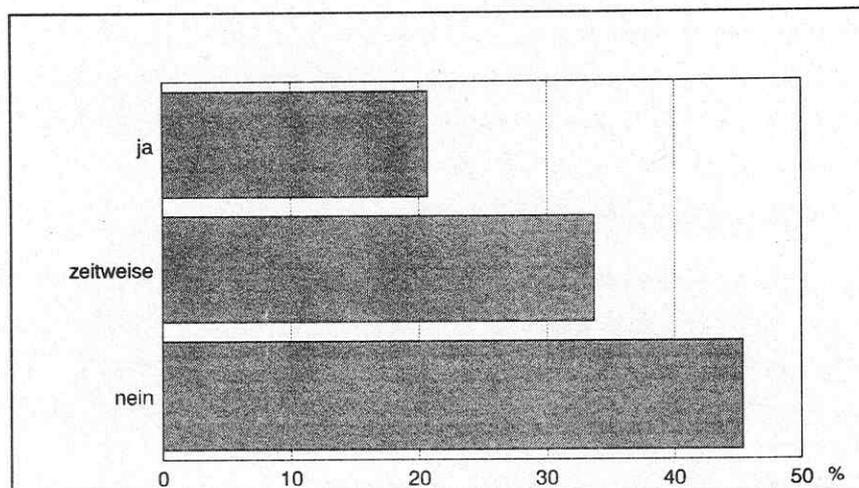


Abbildung 31: Sommerliches Übernachten im Garten am Wochenende oder im Urlaub (n=1095)

Verständlich wird dies dadurch, daß Familien mit Kindern wegen des beschränkten Raums in den Gartenhäusern kaum zu dritt oder zu viert dort übernachten können. Wenn die Kinder aus dem Haus sind, reichen die häufig vorhandenen zwei Übernachtungsplätze aus. Die 50-60jährigen übernachten deshalb am häufigsten im Kleingarten (59,2 %). Für die über 60jährigen ist dies oftmals eine zu große Belastung. Außerdem wohnen sie zumindest in den alten innerstädtischen Kleingartenanlagen häufig nicht weit vom Garten entfernt. Sie übernachten zu 45,5 % zumindest zeitweise auch im Garten. Dies zeigt sich auch in den überwiegend durch ältere Pächter bestimmten Kleingartenanlagen (Tab. 16).

Tabelle 16: Übernachten im Kleingarten in wohngebietsbezogenen Kleingartenanlagen (in % der Befragten)

Kleingartenanlage	ja	zeitweise	nein
Habichtsfang I	13,6	18,2	68,2
Paul-Riebeck-Stift	4,0	19,7	76,3
Sonne	16,4	40,3	40,3
Passendorfer Damm	18,5	42,8	38,8
Pauluskirche	3,1	21,9	75,0
Oppiner Straße	20,0	22,9	57,1

Tabelle 17: Übernachten im Kleingarten in wohngebietsentfernten Kleingartenanlagen (in % der Befragten)

Kleingartenanlage	ja	zeitweise	nein
Saaletal	37,0	47,8	15,2
Dörlau	16,7	55,6	27,8
Osendorfer Hain	32,4	40,5	27,0
Schloß Freimfelde	38,9	31,5	29,6
Fuchsberg	6,5	16,8	76,6
Durchschnitt in Halle	20,7	33,7	45,4

Tab. 16 und Tab. 17 zeigen im Vergleich, daß in den wohngebietsbezogenen Kleingartenanlagen weniger häufig übernachtet wird als in den wohngebietsfernen. Besonders am Wochenende ist allein wegen der sonst notwendigen Anfahrten in den entfernten randstädtischen Kleingartenanlagen ein Übernachten zumindest der kinderlosen Familien keineswegs selten.

Nutzungsbeginn

Die geringe Frequentierung wird nicht nur durch längere Aufenthalte (besonders am Wochenende -s.o.) sondern auch durch den Nutzungsbeginn an Werktagen und am Wochenende kompensiert. An Werktagen zeigt sich deutlich eine vormittägliche Nutzungsspitze zwischen 8 und 10 Uhr (23,3 % der Nutzer) und die für alle Erholungsformen im Freien typische größere nachmittägliche Spitze in der Zeit von 15-17 Uhr (29,7 % der Nutzer) (Abb. 32).

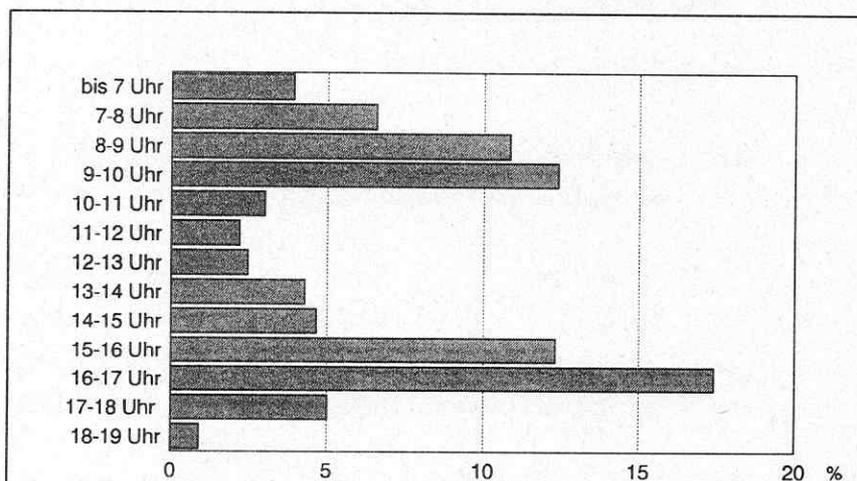


Abbildung 32: Beginn der Gartennutzung im Sommer an einem Werktag (n=943)

Dies ist durchaus vergleichbar mit der normalen Nutzung öffentlicher Grünflächen eines Wohngebietes. Rentner sind dabei die dominanten Vormittagsnutzer und Berufstätige die dominanten Nachmittagsnutzer. Der Gartenaufenthalt am Wochenende beginnt für die meisten Kleingärtner ebenfalls in der Zeit zwischen 8 und 10 Uhr. In dieser Zeit treffen 70,8 % der Befragten im Garten ein. Anders als an Werktagen gibt es keine nachmittägliche Ankunftsspitze, da die sonst am Nachmittag eintreffenden Erwerbstätigen auf Grund ihres nun größeren Freizeitvolumens bereits viel früher in den Garten kommen und eine längere, ganztägige Nutzung normal ist (Abb. 33).

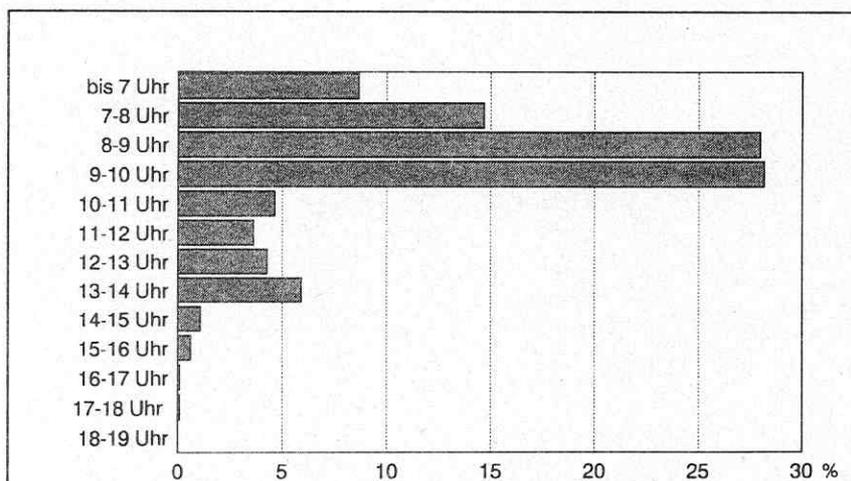


Abbildung 33: Beginn der Gartennutzung im Sommer am Wochenende (n=1096)

Lediglich eine kleine Gruppe von 12 % der Nutzer trifft üblicherweise erst nachmittags im Garten ein.

5.3 Störungen bei der Kleingartennutzung

Bei dem großen Interesse für den Kleingarten, bei seiner täglichen oder zumindest wöchentlichen Nutzung in den Sommermonaten, bei der im weiteren Sinn freiwilligen Arbeit im Kleingarten kann man eine relativ große Zufriedenheit mit diesem persönlichen Stück freier Natur voraussetzen, denn sonst würde nicht so lange am Besitz eines Kleingartens festgehalten bzw. eine Gartenaufgabe in Erwägung gezogen werden.

Dieser Ausgangspunkt war auch für die Formulierung der Fragen über Störungen und negative Aspekte im Kleingarten und in der Kleingartenanlage ausschlaggebend. Die Frage 35 wurde in der Formulierung negativ besetzt und wurde als geschlossene Frage mit vorgegebenen Antwortmöglichkeiten in den Fragebogen aufgenommen. Die letzte Antwortmöglichkeit war wiederum offen, so daß die Kleingärtner die bei der Vorgabe nicht berücksichtigten Aspekte noch einfügen konnten. Es wurde ursprünglich von einer großen Zufriedenheit ausgegangen, was sich in Gesprächen mit Vorständen und Kleingärtnern auch bestätigte. Allerdings fiel die Zahl der positiven Antworten geringer aus als erwartet. "Gibt es etwas, was Ihnen an Ihrer Kleingartenanlage nicht gefällt?" Auf diese Frage antworteten 39 % der Befragten nicht, was den Schluß impliziert, daß diese 428 Kleingärtner mit ihrer Anlage zufrieden sind. Immerhin 667 Befragte (61 %) zeigten einen oder mehrere negative Aspekte (Mehrfachnennungen waren möglich) auf (Abb. 34).

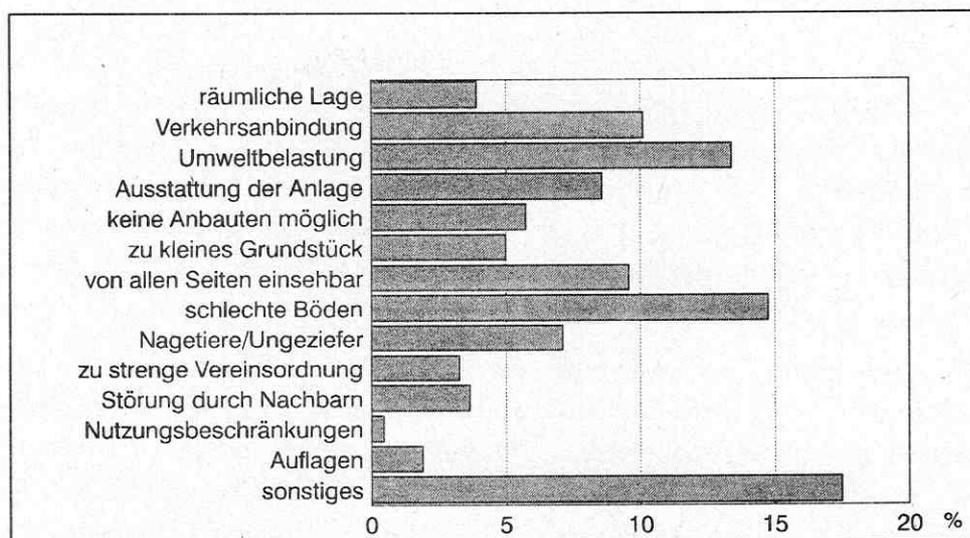


Abbildung 34: Kritik an der Kleingartenanlage (n=669, Mehrfachantworten möglich)

Als störend empfunden werden in erster Linie die schlechte Bodenbeschaffenheit (14,77 %) und die Umweltbelastungen (13,4 %), der die Anlagen durch die Umgebung ausgesetzt sind. Auch die Verkehrsanbindung bzw. Erreichbarkeit werden von 10,1 % der Befragten moniert. Daß das Grundstück von überall einsehbar ist und die Ausstattung der Kleingartenanlage stellt für jeweils 105 (=9,6 %) bzw. 94 (=8,6 %) der befragten Kleingärtner einen negativen Gesichtspunkt dar. 7,1 % (=78 Kleingärtner) fühlen sich besonders bei der produktiven Nutzung ihres Gartens durch Ungeziefer und Nagetiere gestört. Diese objektiven Umweltbedingungen stehen z.T. auch bei der Untersuchung in Darmstadt im Vordergrund (BARGMANN et al. 1989). Allerdings werden sie dort wesentlich häufiger genannt (Tab. 18).

Tabelle 18: Vergleich der Kritik an der Kleingartenanlage in Halle und Darmstadt (in % der Befragten)

Antwortmöglichkeit	Darmstadt	Halle
Mir gefällt alles	36,7	39,0
Ich fühle mich durch Ungeziefer und Nagetiere gestört	22,4	7,1
Die Bodenbeschaffenheit ist schlecht	20,4	14,8
Ich darf an meiner Laube keine Umbauten vornehmen	14,2	5,7
Der Garten kann von allen Seiten eingesehen werden	7,5	9,5
Das Grundstück ist zu klein	4,9	5,0
Die Vereinsordnung ist zu streng	4,9	3,2
sonstiges	4,2	17,5
Nutzungsbeschränkungen	3,3	0,5
Meine Nachbarn stören mich	3,1	3,7

Auch hier gibt es eine deutliche Altersabhängigkeit bei den Antworten. Rentner fühlen sich doppelt so häufig durch schlechte Verkehrsanbindung als jüngere Kleingärtner gestört. Mit der Ausstattung der Anlage, der Vereinsordnung, den Nachbarn, ja sogar mit den Böden sind sie als Gruppe am zufriedensten. Sie stören am wenigsten bauliche Beschränkungen (Laube) und zu kleine Parzelle. Auch die Einsehbarkeit des Gartens wird von ihnen als weniger störend empfunden als von 30 - 40jährigen.

Vergleichbar sowohl in der Quantität der Nennungen als auch in der Rangfolge sind solche Faktoren, die auf ein Unbehagen wegen möglicher sozialer Kontrolle verweisen, wie die als zu streng empfundene Vereinsordnung, Störungen durch Nachbarn, Nutzungsbeschränkungen und Auflagen. Die durch die Vereinsordnung bzw. das Bundeskleingartengesetz vorgegebenen Verordnungen, die Größe der Lauben betreffend, werden in den alten Bundesländer wesentlich mehr als Störfaktor empfunden als in den neuen. Hier liegen die Größen der Gartenlauben bereits erheblich über den zulässigen Werten.

Bemerkenswert ist, daß die meisten Antworten unter der Kategorie "sonstiges" zu finden sind. Damit wird offensichtlich, daß Außenstehende "Nicht"gärtner das gesamte Spektrum möglicher Aspekte im voraus nicht vollständig erfassen können. Besonders genannt wurden Verkehrslärm, sowohl vom Straßen-, wie vom auch Eisenbahn- und Flugverkehr, aber auch andere Belastungen aus der Umgebung, wie Betriebe oder Heizkraftwerke. In der Anlage Schloß Freiimfelde wird besonders bemängelt, daß die Kleingartenanlage durch einen Eisenbahnanschluß nicht geschlossen ist. Aber auch Störquellen innerhalb der Anlagen werden genannt: Hier stehen das Ablagern von Unrat und Abfällen, Lärm durch Nachbarn, vom Spielplatz und aus dem Vereinshaus, steinige öffentliche Wege in der Anlage, Befahren der Wege mit Fahrrädern, Nichteinhaltung der Gartenordnung, Fremdnutzung des Vereinsheimes, Pflichtstunden und Beschränkungen durch das Bundeskleingartengesetzes im Mittelpunkt.

6 Die Kleingärten

6.1 Größe der Kleingärten

Kleingärten gab es entsprechend der wirtschaftlichen und politischen Verhältnisse und natürlich auch entsprechend der örtlichen Situation in verschiedenen Flächengrößen. Zunächst relativ kleingehalten (siehe Tab. 2) wurden die Parzellen Mitte des 20. Jahrhunderts größer angelegt (um 500 m^2 , LAAGE 1971) bzw. zwei kleine Gärten wurden von einem Pächter als Doppelgarten genutzt. Heute ist man wieder davon abgekommen und orientiert auf kleinere Gärten. Nach dem Bundeskleingartengesetz sollte heute ein Kleingarten nicht größer als 400 m^2 sein. Hierfür gibt es verschiedene Gründe. Zum einen ist das Ausweisen geeigneter Flächen für Kleingärten immer schwieriger, zum anderen aber nimmt die durchschnittliche Familiengröße immer mehr ab, so daß die Arbeit im Garten für einen einzelnen dann keine Erholung mehr sein könnte. Die ideale Gartengröße ist sicherlich immer abhängig von der Familiengröße.

Eine Gartengröße von $300 - 350 \text{ m}^2$ ist heute der Durchschnitt in Halle. Dies ist durchaus vergleichbar mit den Gartengrößen in den alten Bundesländern (z. B. KOLLER 1988) oder im mitteleuropäischen Ausland. In den alten Bundesländern sind zwei Drittel aller Gärten (67 %) $300 - 500 \text{ m}^2$ groß (Bundesministerium für Raumordnung, Bauwesen und Städtebau, 1976). Bei der Befragung in Halle wurde die Gartengröße nicht einbezogen, da hier kaum neue, verwertbare Erkenntnisse erwartet wurden.

Anders ist das bei der subjektiven Beurteilung der Größe des eigenen Gartens. Es wurde gefragt, ob der eigene Garten als genau richtig, zu klein oder zu groß eingeschätzt wird (Abb. 35).

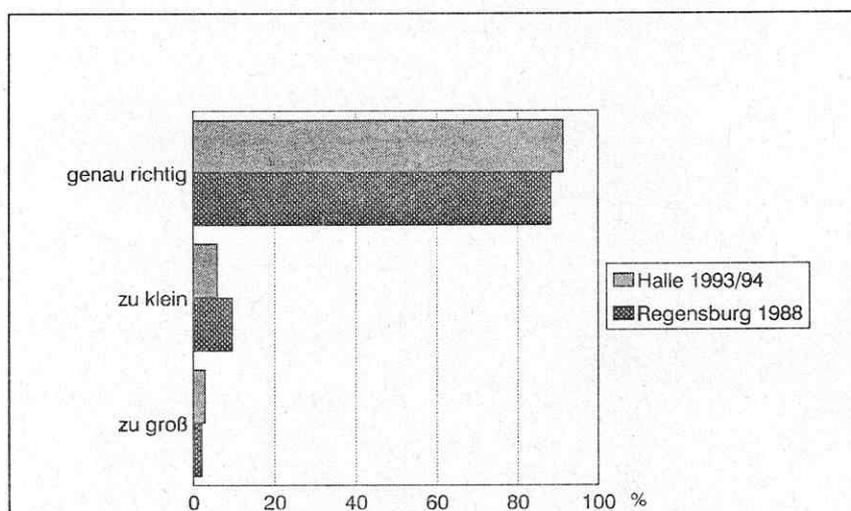


Abbildung 35: Einschätzung der Größe des eigenen Gartens (KOLLER 1988 und eigene Untersuchungen, $n=1097$)

Beim Vergleich der beiden Untersuchungen zeigt sich eine auffällige Übereinstimmung der Antworten, die auf ein hohes Maß an Zufriedenheit mit der Gartengröße hindeutet. Dies ist einerseits sicher auf die "optimale", weil bewirtschaftbare, Gartengröße von ca. $300 - 400 \text{ m}^2$ zurückzuführen, kann andererseits aber auch mit der absehbaren Unmöglichkeit einer Änderung der Größe auch bei Unzufriedenheit begründet werden. Der Kleingärtner hat sich in diesem Fall mit der Gartengröße abgefunden und ist wegen der Unmöglichkeit einer Veränderung selbst zufrieden mit dem, was er hat. Von 1097 Befragten sind 91,3 % mit der Größe ihres Gartens voll und ganz

zufrieden. Nur 5,8 % hätten gern einen kleineren Garten und 2,8 % würden einen größeren bevorzugen.

In der Frage 43 (störende Einflüsse auf die Nutzung) war zu diesem Sachverhalt ein Kontrollfrage teil einbezogen. Nochmals wurde hier danach gefragt, ob eine evtl. geringe Parzellengröße als störend empfunden wird. Während in Frage 14 (Wie beurteilen Sie die Größe Ihres Kleingartens?) 5,8 % Unzufriedenheit mit der geringen Größe der Parzelle ausgedrückt hatten, waren dies bei der Beantwortung der Frage nach störenden Einflüssen auf die Nutzung (Frage 43) 4,9 %. Innerhalb der gesamten Befragung ist somit eine weitgehende Übereinstimmung in Halle gegeben, bei einzelnen Anlagen wurden beide Fragen sogar identisch beantwortet.

6.2 Ausstattung der Gärten

Die Nutzungsfunktionen von Kleingärten werden in besonderer Weise auch durch deren Ausstattung beeinflusst.

Die Ausstattung der Kleingärten ist in den neuen Bundesländern, nicht nur in Halle, meist deutlich aufwendiger als in den alten Bundesländern oder im benachbarten Ausland. Kleingärten sind hier anders als z. B. in den alten Bundesländern auch Ersatz für Freizeitgrundstücke und haben häufig die Funktion eines zweiten Heims. Entsprechend ist ihre Ausstattung. Am deutlichsten ist das an den Lauben oder besser Gartenhäusern abzulesen. Die meisten davon entsprechen durchaus nicht mehr dem gängigen Bild vom niedrigen hölzernen Geräteschuppen mit Gartenbank und Blumenkasten. Häufig sind feste Steingebäude mit aufwendigen Terrassen, 1 bis 2 Zimmern, kleiner Küche oder Kochecke und Toilette. Selbstverständlich sind fließendes Wasser, Elektroenergie und Fernsehempfang (z. T. mit Empfangsanlage für Satellitenprogramme).

Die Frage nach der Größe der Laube (Frage 36) erbrachte folgendes Ergebnis (Abb. 36):

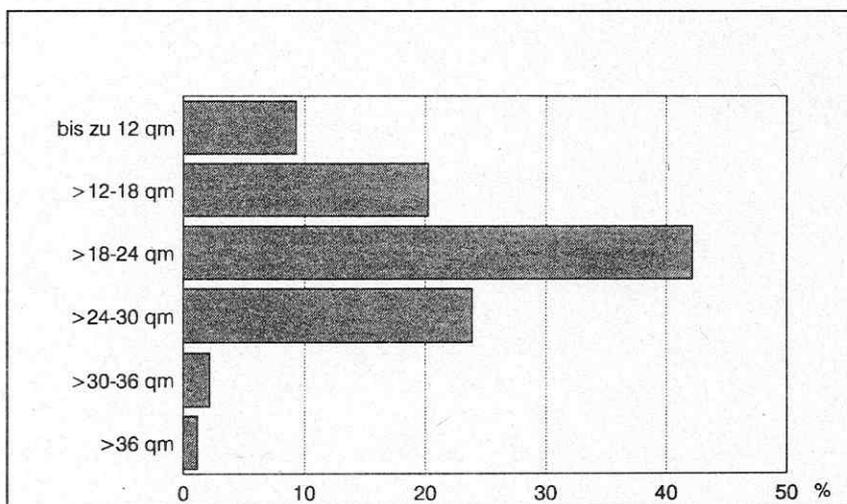


Abbildung 36: Größe der Gartenlauben (n=1081)

In der Kleingartenordnung der DDR war zwar eine Maximalgröße von 25 m^2 für Gartenlauben vorgeschrieben (für kinderreiche Familien bis zu 30 m^2), dies wurde jedoch nicht immer eingehalten. 42 % der Kleingärtner gibt zwar an, daß ihre Laube $18-24 \text{ m}^2$ groß ist, aber 27 % haben noch größere Gartenlauben. Die Größe von z.T. überdachten Terrassen und Vorbauten ist dabei nicht eingerechnet. Sie durfte 20 % der maximalen Grundfläche von 25 m^2 bzw. 30 m^2 nicht überschreiten (VERBAND DER KLEINGÄRTNER... 1983). Bei einer Gartengröße von 350 m^2 sind

25 m² oder mehr schon über 7 % der Gesamtfläche, ein nicht unbeträchtlicher Anteil Garten, der versiegelt ist.

Die Ausstattung der Lauben sind Abb. 37 zu entnehmen:

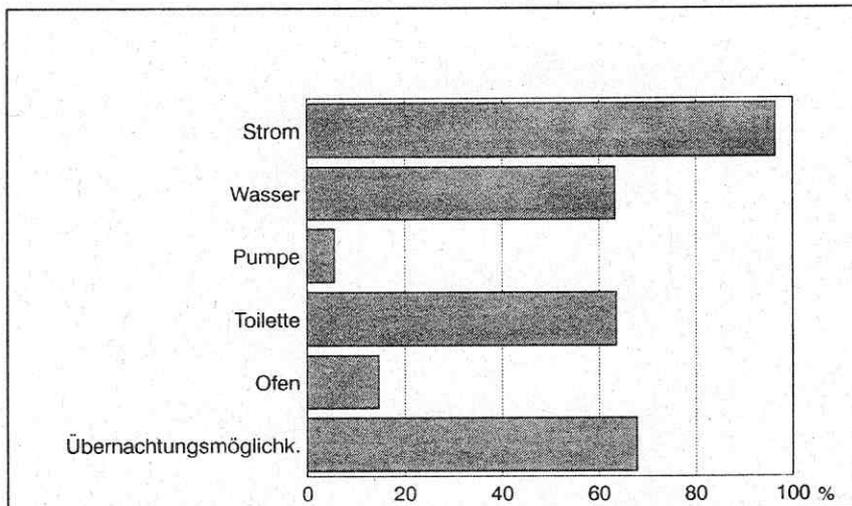


Abbildung 37: Ausstattung der Gartenlauben (n=1081)

Strom ist nahezu überall vorhanden, Wasser, Toiletten und Übernachtungsmöglichkeiten bei zwei Dritteln der Gartenhäusern.

Dies sind deutliche Unterscheidungsmerkmale zu westdeutschen Kleingartenanlagen. Hier ist die Stromversorgung in der Regel auf Gemeinschaftseinrichtungen, insbesondere das Vereinshaus, beschränkt. Für Licht, Heiz- und Kochgelegenheiten wird in den Gärten meist Gas oder Petroleum verwendet. Auch Toiletten in jedem Kleingarten gibt es üblicherweise in den alten Bundesländern nicht. In manchen Anlagen gibt es Gemeinschaftstoiletten z. B. im Vereinsgebäude, das meist als einziges an das öffentliche Kanalnetz angeschlossen ist. Aber auch diese Gegebenheit existiert in vielen Kleingartenanlagen nicht, so daß unzureichende Sanitäreanlagen ein Hauptkritikpunkt vieler Kleingärtner im Westen sind. Hier haben die Kleingärten in Ostdeutschland eine deutlich gehobenere Ausstattung, die auf eine etwas andere Funktion als im Westen hindeutet (KOLLER 1988).

Selbst Öfen sind in 15 % der Gärten anzutreffen. Die Pumpe ist nur noch in 5,6 % der Gärten anzutreffen. Der Durchschnitt wäre sogar noch niedriger, wenn nicht in einer der untersuchten Kleingartenanlagen, der Anlage "Saaletal" kein Wasseranschluß vorhanden wäre und 89 % der Gärten mit Wasserpumpen ausgestattet wären.

Die Ausstattung der Lauben mit Öfen erreicht in der Anlage "Kanenaer Weg" mit knapp 47 % aller Lauben einen Höchstwert!

6.3 Gartenstruktur und deren Wandel

Man kann davon ausgehen, daß Kleingärten etwa bis zu 25 % Lauben-, Terrassen- und Wegeflächen haben. Etwa ein Drittel der Fläche wird durch Rasen und der Rest durch Gemüse- und Blumenbeete sowie Zier- und Obstgehölze eingenommen.

In der Untersuchung in Halle wurde gefragt, welche Nutzungsänderungen in den letzten Jahren vorgenommen worden sind (Frage 17). Dabei wurde davon ausgegangen, daß mit sinkender Be-

deutung der Obst- und Gemüseversorgung aus dem Garten die "Freizeitausstattung" (Rasen, Biotopgestaltung u.ä.) zuungunsten von pflegebedürftigen Gemüse- und Blumenbeeten zugenommen haben könnten. Ein größerer Freizeitfonds durch Vorruhestände und Arbeitslosigkeit könnte eine häufigere Gartennutzung zur Folge haben. Grundsätzlich bestätigten sich diese Vermutungen (Abb. 38).

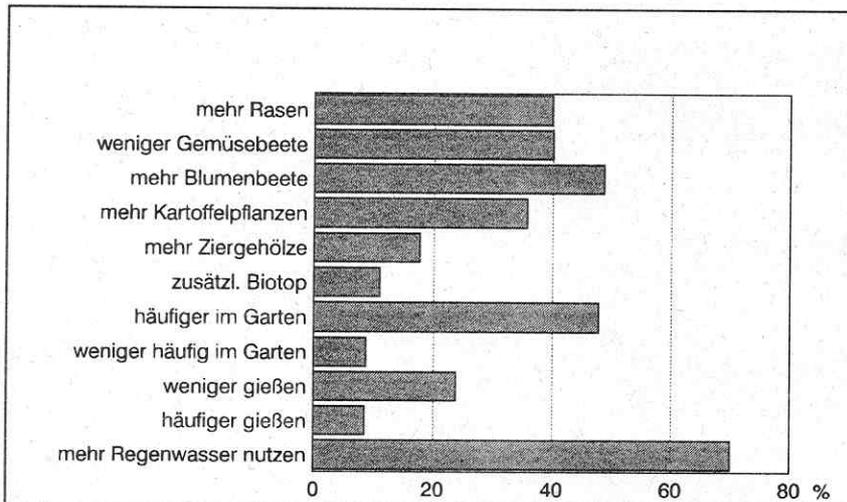


Abbildung 38: Änderungen der Gartennutzung in den letzten Jahren (n=1065)

Fast 40 % der Kleingärtner haben ihren Rasenanteil und 48,7 % den Anteil der Blumenbeete an der Nutzfläche ihres Gartens seit der politischen Wende vergrößert und 40,2 % hatte dafür die Flächen der Pflanzbeete (Gemüse) reduziert. Dies entsprach den Erwartungen. Ziergehölze haben zwar zugenommen; 17,8 % der Befragten geben an sie jetzt mehr als bisher zu pflanzen, aber bestimmen durchaus nicht den Garten. "Biotope" (kleine Wasserflächen) wurden von 11 % der Befragten neu angelegt. Gleichzeitig wurden aber auch von 35,8 % der Kleingärtner mehr Kartoffeln als zuvor gepflanzt.

Eine neue Gartenstruktur ist trotz erheblich veränderter wirtschaftlicher, sozialer und politischer Bedingungen nicht feststellbar. Traditionelle Elemente der Kleingartenwirtschaft (z.B. Gemüsebeete) sind leicht zurückgegangen, aber andere traditionelle Kleingartenbestandteile wie Blumen- oder Kartoffelanbau haben leicht zugenommen. Der Trend scheint zwar in Richtung "etwas" verringerte Pflege zu gehen, jedoch nicht in Richtung steriler, pflegearmer Erholungsgärten bestehend aus Rasen, Ziergehölzen und Laube. Selbst Modetrends, wie gestaltete Wasserflächen ("Feuchtbiotope"), etablieren sich nur in geringem Umfang.

Deutlich wird allerdings, daß der größere Freizeitumfang - immerhin sind lediglich 54 % der Kleingärtner erwerbstätig und allein 10,1 % arbeitslos - auch durch häufigeren Gartenaufenthalt sinnvoll genutzt wird. 47,9 % geben das an, während lediglich 8,8 % (überwiegend arbeitende Bevölkerung) eher gegenteilig handelt und weniger häufig im Garten ist. Zusätzliche Belastungen im Arbeitsprozeß haben sich damit in den letzten Jahren durchaus nicht als Verzicht auf Freizeit im Garten, sondern eher gegenteilig ausgewirkt. Der Garten ist nach wie vor der wichtigste Freizeitraum auch der berufstätigen Kleingärtner.

Der Umgang mit dem Wasser hat sich in den letzten Jahren deutlich verändert und wird später näher erläutert (siehe Abschnitt 7.2).

6.4 Jährliche Ausgaben

In den untersuchten Kleingartenanlagen wurden die Gärtner auch nach ihren jährlichen Ausgaben für den Kleingarten befragt. In die Befragung von WEBER & NEUMANN 1993 in Münster wurde eine ähnliche Frage aufgenommen, ohne daß dazu eine Auswertung publiziert wurde. KOLLER 1988 führt in ihrer Untersuchung dieses Thema, allerdings nur bezogen auf die jährlichen Pachtgebühren, an. Dabei waren in Regensburg 12 - 27 Pfennig Pacht je m² und Jahr aufzuwenden. Für 300 m² macht das zusammen mit den Beiträgen an übergeordnete Verbände ca. 60 bis 150 DM pro Jahr aus. Für die Gartennutzung ist das ein relativ geringer Betrag.

Am intensivsten wurde der Frage der Ausgaben in der Untersuchung von BARGMANN et al. 1989 nachgegangen. Hier wurde sowohl nach Übernahmekosten, als auch nach Pacht und Vereinsbeitrag sowie nach den jährlichen Aufwendungen für den Gartenbedarf gefragt. Die Ausgaben der von ihm befragten Darmstädter Kleingärtner lassen sich damit mit den Angaben aus der Halleschen Untersuchung gut vergleichen. Auch hier wurde nach dem Umfang der jährlichen Gesamtausgaben gefragt (Abb. 39).

Der Vergleich zeigt deutlich, daß der Anteil an bestimmten Ausgabenklassen in beiden Städten unterschiedlich ist. Mehr Hallesche Kleingärtner geben weniger für ihren Garten aus als Kleingärtner in Darmstadt. Während in Darmstadt mehr als ein Drittel der Kleingärtner (37,8 %) 100 - 200 DM jährlich für den Garten aufwendet, gibt fast die Hälfte der Halleschen Kleingärtner (49,9 %) lediglich bis zu 100 DM jährlich dafür aus. Geringeren Ausgaben im Osten stehen leicht höhere Ausgaben im Westen gegenüber. Dies ist sicher aus Lohn- und Preisniveau heraus leicht erklärbar.

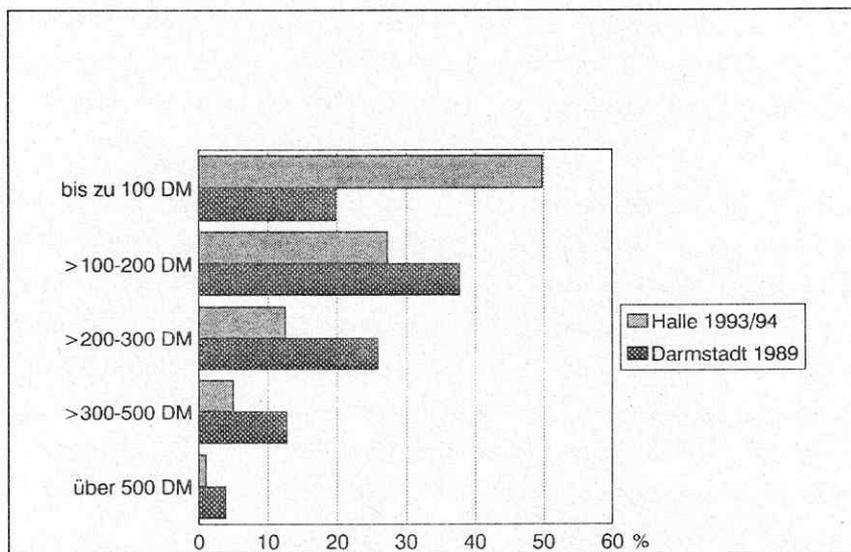


Abbildung 39: Jährliche Ausgaben von Kleingärtnern in Halle und Darmstadt im Vergleich (BARGMANN et al. 1989 und eigene Untersuchungen, n=1058)

Gewichtiger jedoch ist, daß in beiden Städten jeweils nur relativ geringe jährliche Kosten durch den Kleingarten auftreten. Es kann als sicher angenommen werden, daß mindestens diese Kosten allein durch Ernteerträge ausgeglichen werden können. Der Kleingarten ist damit in Ost und West ein finanziell wenig aufwendiges Freizeithobby, das nicht nur gut verdienenden Bevölkerungskreisen offensteht und den Familienhaushalt nicht wesentlich belastet.

7 Ökologisch relevantes Verhalten und Umweltbewußtsein

7.1 Ökologisch relevantes Verhalten

Inwieweit Kleingärtner sich bewußt oder unbewußt ökologisch verhalten, war auch Gegenstand der Untersuchungen. Da der Schwerpunkt der physisch-geographischen Untersuchungen sich auf mögliche Schadstoffbelastungen im Boden und daraus resultierend auch in den Anbauprodukten konzentrierte, konnte man Konsequenzen für die Nutzungsformen erwarten. Besonders auf dem Gebiet der ehemaligen DDR hat die öffentliche Diskussion des Umweltschutzes und die Erkenntnis der großen Schadstoffbelastung besonders in den Ballungsgebieten die Kleingärtner sensibel gemacht. In Halle und Umgebung wirkten und wirken die verschiedensten Emittenten (chemischen Industrie, Hausbrand, Straßenverkehr) über den Luftpfad auf den Boden und darüber hinaus auf die Anbaufrüchte. Viele Kleingartenanlagen liegen auf Restflächen in Verkehrsreichen oder direkt an heute stark frequentierten Straßen. Ihre Schadstoffexposition ließ auch eine meßbare Schadstoffbelastung erwarten. Das ökologisch relevante Verhalten der Kleingärtner sollte durch einige Fragen geklärt werden. Hierbei ging es um den Wasserverbrauch und die Gießhäufigkeit, um Gießwasserbezug und Beschaffenheit der Wassertonnen, um Bodenverbesserung und Schädlingsbekämpfung, sowie um Reaktionen auf ein hypothetisches, eventuell notwendiges Verzehrverbot wegen zu hoher Schadstoffbelastungen der Gartenfrüchte.

7.2 Umgang mit Wasser

7.2.1 Wasserverbrauch

Der Umgang mit Wasser ist eines der wichtigsten ökologisch relevanten Verhaltensmomente der Kleingärtner. Wasser wird vor allen anderen Dingen in den Gärten gebraucht. Durchschnittlich zwei Drittel der Kleingärten haben einen oder mehrere Wasseranschlüsse. Meist ist sogar die Gartenlaube selbst mit einem Wasseranschluß ausgestattet (63,4 % aller Befragten gibt das an - Frage 37).

Bisher ist noch in keiner anderen Erhebung der letzten Jahre untersucht worden, in welcher Menge Wasser in Kleingärten verwendet wird. In den meisten Anlagen gab es bis zumindest 1990 keine Wasseruhren für jeden Kleingarten. Dies trifft auch heute noch für eine Reihe von Kleingartenanlagen zu. In diesen Fällen und bei allen Anlagen vor 1990 wurde nur die Wassernutzung für die Gesamtanlage gemessen. Die Kosten wurden, unabhängig vom tatsächlichen Verbrauch in jedem Garten, durch eine Kostenpauschale abgegolten. Der Wasserpreis war in der DDR sehr gering und stimulierte keineswegs zur Reduzierung des Verbrauchs. Dies hat sich seit verbrauchsabhängiger Kosten für Wassernutzung erheblich verändert. Die Nutzung von Regenwasser, z.B. des Dachabflußwassers der Lauben, ist auch finanziell attraktiv (Abb. 40).

70 % der Befragten geben an, mehr Regenwasser als vorher zu nutzen. In einigen Anlagen führen dies mehr als 80 % der Kleingärtner an. Dies scheint bereits auf eine deutliche Verhaltensänderung hinzudeuten. Ein ökologisches Umdenken hat damit jedoch noch nicht begonnen, sondern lediglich eine wirtschaftliche Stimulierung des Ressourcenverbrauch mit deutlichen ökologischen Auswirkungen. Ein relativ hoher Prozentsatz der Befragten (23,9 %) gibt, befragt nach Verhaltensänderungen nach der Wende (Frage 17) an, weniger zu gießen. Dies ist eigentlich nur durch eine Veränderung der Gartenstruktur (siehe Abschnitt 6.3) zu erklären. Mehr Rasen und Gehölze, weniger Zier- und Pflanzbeete könnten den geringeren Verbrauch an Wasser begründen. Nur 8,6 % der Befragten gießen in ihrem Garten häufiger als vorher.

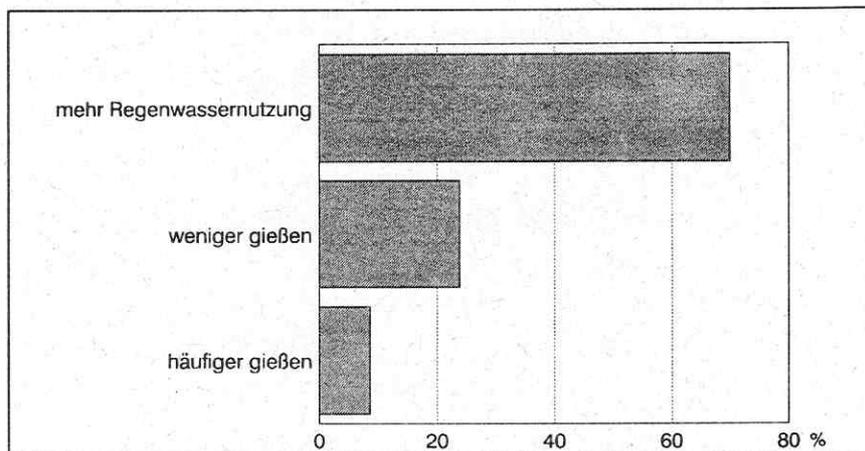


Abbildung 40: Änderung im Verhalten seit 1990 - Beispiel Wassernutzung im Garten (n=1065, Mehrfachantworten möglich)

Wieviel Wasser in den Gärten verbraucht wird, ist bisher weitgehend unbekannt. Teilweise werden hohe Werte erwartet. Die Messung eines einzigen Jahres würde nur erste Anhaltspunkte geben, da für die genutzte Wassermenge natürlich die Witterung im Sommerhalbjahr von entscheidender Bedeutung ist. In die Befragung der Kleingärtner wurden deshalb Fragen zur Wassernutzung und zum Wasserverbrauch einbezogen. Da der Wasserverbrauch jetzt exakt abgerechnet und bezahlt werden muß, ist die Situation, diese Angaben von den Kleingärtnern selbst zu erfragen, zur Zeit sehr günstig. Es besteht eine hohe Sensibilisierung und Kostenbewußtsein für diesen Problemkreis.

Erfragt wurde (Frage 19), wieviel Wasser im Durchschnitt in den Kleingärten im Sommer verbraucht wird (Abb. 41). Hier mußten die Befragten ihre Erfahrungen mehrerer Jahre zusammenfassen. Obwohl dies anscheinend hinter einer konkreten Messung in der Exaktheit der Angabe zurücksteht, sollte nicht verkannt werden, daß hier ein Durchschnittswert über mehrere Jahre (z.T. langjährig) durch den Verbraucher sehr wohl relativ exakt angegeben werden kann.

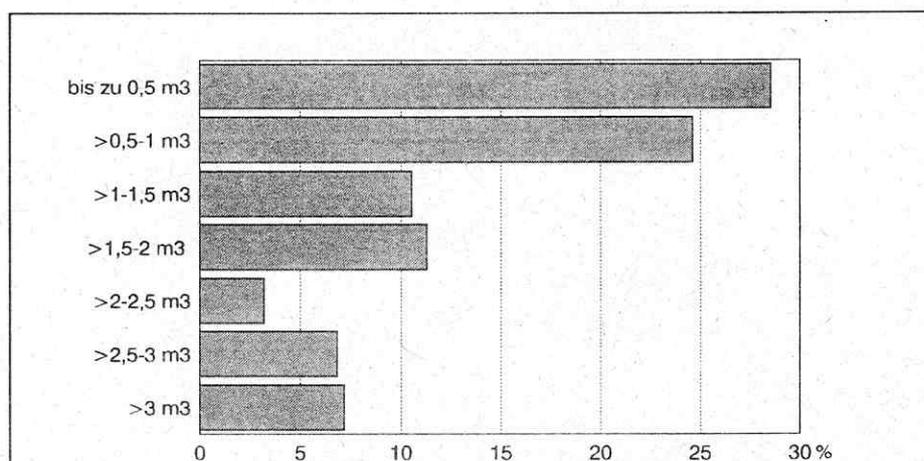


Abbildung 41: Durchschnittlicher Wasserverbrauch je Monat im Sommerhalbjahr (n=1012)

Bezieht man den ermittelten Wasserverbrauch unter humanökologischen Gesichtspunkten auf den Wasserverbrauch in den städtischen Haushalten, ergibt sich folgendes Bild. Bei ca. 12.000 Gartenparzellen in Halle werden pro Parzelle etwa 5.000 l (5 x 1.000 l, das entspricht einem monatlichen Verbrauch von etwa 1000 l in den Monaten April bis August) im Jahr Wasser verbraucht.

Hierbei ist ein geringer Wasserverbrauch außerhalb der Gartensaison noch gar nicht eingerechnet (Herbst, Frühjahr). Dies entspricht einem gärtnerisch bedingtem zusätzlichem Wasserverbrauch von ca. 60 Mio. l = 60.000 m³.

In der Stadt Halle wurden 1988 noch 180.000 - 220.000 m³ Trinkwasser je Tag verbraucht, 1992 sank der Verbrauch auf 110.000 m³ und 1993 auf durchschnittlich 90.000 m³. Der Wasserverbrauch in Halle hat sich damit in nur fünf Jahren halbiert. Er kann, anders als noch vor wenigen Jahren, bereits jetzt zu zwei Dritteln aus dem städtischen Wasserwerk Halle-Beesen getragen werden (HALLESCHES WASSER UND ABWASSER GMBH 1994). Die 60.000 m³ Wasser für Kleingartennutzung entsprechen derzeit weniger als einem städtischen Tagesverbrauch in Halle.

7.2.2 Gießen

Wasser wird in den Gärten überwiegend zum Gießen, aber auch für hauswirtschaftliche Tätigkeiten benötigt. Damit hängt der Wasserverbrauch auch von der Nutzungsweise (Wohnen im Garten, Urlaub im Garten usw.) ab. Andererseits wird zusätzlich Wasser zum Gießen verwendet, das nicht aus dem Wassernetz entnommen ist und demnach nicht über die Wasserabrechnung ermittelt werden kann (Regenwassertonnen). Die Befragung ergab, daß im Durchschnitt aller untersuchten Kleingartenanlagen in Halle das Gießwasser nur zu 26,7 % aus der Wasserleitung entnommen wird. Fast 3/4 des zum Gießen verwendeten Wassers ist extra für diesen Zweck aufgefangenes Regenwasser. Dies ist ein beträchtlicher Grad der Nutzung von Regenwasser in Gärten, der Gärten als ein zumindest in wasserwirtschaftlicher Sicht sparsam wirtschaftendes/ ökologisches System ausweist.

Die Mehrzahl der Gärtner verbraucht im Sommerhalbjahr durchschnittlich bis zu 1 m³ /Monat (1.000 l) Wasser. Zwei Drittel der Befragten benötigt weniger als 1,5 m³ /Monat Wasser (Abb. 41). Abb. 42 zeigt, daß im Sommer überwiegend mehrmals wöchentlich gegossen wird. Etwa ein Drittel der Kleingärtner kann nur das Wochenende zum Gießen nutzen. Diese Angaben lassen sich auch mit den Angaben zur Nutzungsintensität (siehe Abschnitt 5.2.1) vergleichen.

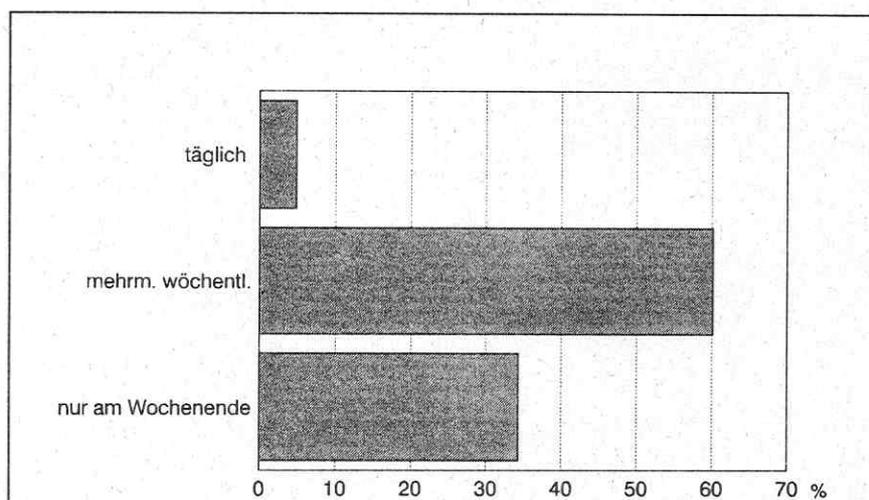


Abbildung 42: Häufigkeit des sommerlichen Gießens im Garten (n=1097)

7.2.3 Niederschlagsaufhöhung

Geht man davon aus, daß die als Verbrauchswerte von den Kleingärtnern angegebenen Wassermengen zum Gießen eingesetzt werden, so ergibt sich folgende Situation:

Die Menge des verbrauchten Wassers hängt nicht allein von der Witterung, sondern auch von der Größe der Pflanzflächen und Beete und natürlich von individuellen Verhaltensweisen ab. Dies begründet auch Unterschiede in der Wassernutzung in den einzelnen Kleingartenanlagen.

Bei einem Verbrauch von 1 m^3 /Monat ($=1.000 \text{ l}$) und einer zu beregnenden Gartenfläche von 260 m^2 (Durchschnittsgartengröße 400 m^2 - davon $2/3$ Bewässerungsflächen $= 260 \text{ m}^2$), werden die natürlichen Niederschläge monatlich um ca. 3,8 mm Gießwasser ergänzt. Bei einer fünfmonatigen Gießperiode im Sommerhalbjahr (April - August) wäre das eine Aufhöhung des Jahresniederschlags um ca. 19 mm. Dies ist in Anbetracht der überschlägigen Rechnung eine nicht sehr bedeutender Jahresniederschlagserhöhung.

7.3 Bodendüngung

Die Frage 23 betrifft die Art der Bodenverbesserung. Sie wurde von 1096 Kleingärtnern beantwortet (Abb. 43).

In der Hauptsache werden von den meisten Kleingärtnern Kompost und Torf zur Bodenverbesserung verwendet. 93 % der Befragten gaben an, eigenen Kompost zu benutzen. Das ist etwas mehr als bei der Befragung in Darmstadt (BARGMANN et al. 1989). Torf steht ebenfalls in Darmstadt an zweiter Stelle der Bodenverbesserungsmittel, allerdings sind die Unterschiede im Anteil der Befragten beträchtlich. Nur 30,3 % der Kleingärtner in Halle verwenden Torf, im Gegensatz zu 63,6 % in Darmstadt.

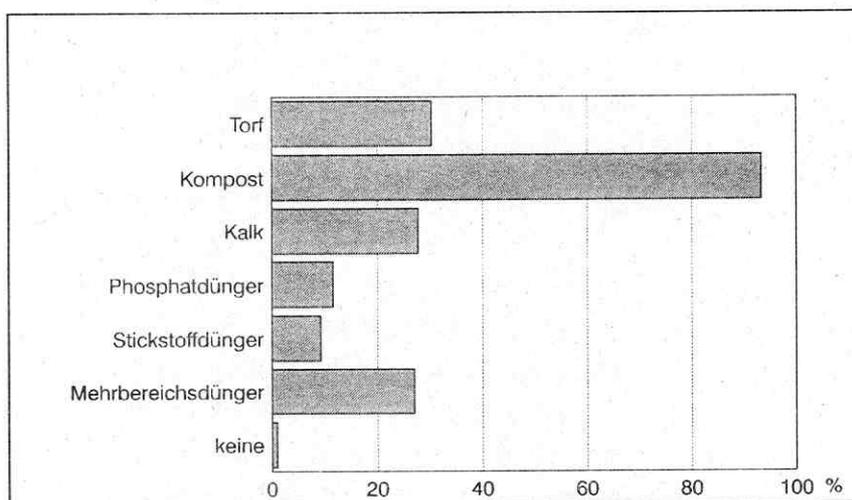


Abbildung 43: Nutzung von Bodenverbesserungsmitteln ($n=1096$)

Chemische Düngemittel werden in der Regel wesentlich geringer eingesetzt. Knapp jeder Dritte gibt an, Kalk und Mehrbereichsdünger zu verwenden. Phosphatdünger nutzen 11,7 % und Stickstoffdünger 9,3 % der Befragten. Es muß allerdings beachtet werden, daß bei der Beantwortung dieser Frage mehrere Antworten gewählt werden konnten. Deshalb und weil nur nach der Art der verwendeten Pflanzenschutzmittel, Dünger etc. gefragt wurde, nicht aber nach der jeweils eingesetzten Menge je m^2 , kann keine Beurteilung der ökologischen Verhaltensweise in diesem Bereich vorgenommen werden. In Gesprächen brachten mehrere Kleingarten-Vorstände zum Ausdruck, daß wahrscheinlich mehr Dünger zur Anwendung kommt, als durch die Kleingärtner angegeben wird. Bei einer Untersuchung in Westberlin (FARNY & KLEINLOSEN 1986) wird deut-

lich, daß in Kleingärten je Hektar Nutzfläche mindestens doppelt so viel Pflanzenschutzmittel ausgebracht werden wie auf landwirtschaftlichen Nutzflächen.

7.4 Schädlingsbekämpfung

Auf die Frage, ob sie Schädlingsbekämpfungsmittel bei der Bewirtschaftung ihres Gartens benutzen, antworteten die Kleingärtner in Halle wie folgt (Abb. 44):

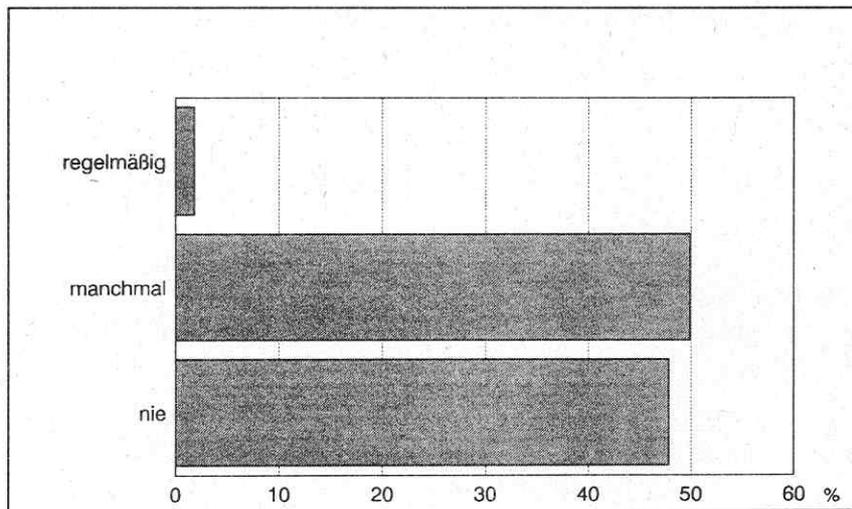


Abbildung 44: Verwendung von Schädlingsbekämpfungsmitteln (n=1093)

47,8 % gaben an, nie Schädlingsbekämpfungsmittel zu verwenden. Fast 50 % benutzen sie manchmal und 20 Befragte (= 1,8 %) regelmäßig. Ob diese Angaben den tatsächlichen Verwendungshäufigkeiten entsprechen, bleibt offen, da befürchtet werden muß, daß die Verwendung von Schädlingsbekämpfungsmitteln bewußt gering angegeben worden sein könnte.

Schädlingsbekämpfung im Kleingarten gehörte in der DDR nicht nur zum Alltag, sondern sogar zur Pflicht. In der Kleingartenordnung der ehemaligen DDR heißt: "Jeder Kleingärtner hat Pflanzenkrankheiten, Schädlinge und Unkraut sachgemäß zu bekämpfen....Den zur Durchführung der Schädlingsbekämpfung getroffenen Anordnungen und Beschlüssen hat der Kleingärtner in der festgesetzten Frist selbst nachzukommen oder sich an der Kosten für gemeinschaftliche Pflanzenschutzmaßnahmen zu beteiligen." (Verband der Kleingärtner...1983, S.15). Es ist möglich, daß sich traditionelle Verhaltensweisen bei der Schädlingsbekämpfung auch heute fortsetzen. Diese Auffassung vertreten auch verschiedene Vorstandsmitglieder einiger Anlagen. Auch bei der Befragung in Darmstadt (BARGMANN et al. 1989) wurde vermutet, daß von den Kleingärtnern die Verwendung von Schädlingsbekämpfungsmitteln bewußt geringer als tatsächlich angegeben wird. Auch hier ist es nur ein Drittel der Befragten, das angibt, keine Pflanzenschutzmittel zu verwenden.

7.5 Nutzung von Gartenfrüchten

Gartenfrüchte, Obst und Gemüse, gehören, trotz im Laufe der Jahrzehnte gewandelter Nutzung von Kleingärten, immer noch zu den wichtigsten Ergebnissen der Arbeit der Kleingärtner. Es lag also nahe zu fragen, wie und in welcher Weise Gartenfrüchte heute genutzt werden. Diesem Themenkreis widmeten sich mehrere Fragen. Gefragt wurde z.B. (Frage 15) inwieweit der Anbau von Gartenfrüchten den Eigenbedarf an Obst und Gemüse deckt (Abb. 45):

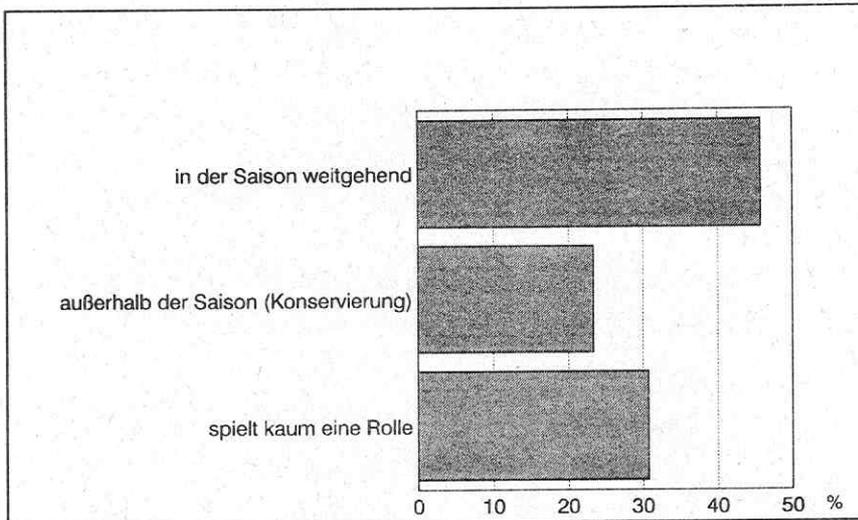


Abbildung 45: Bedarfsdeckung an Obst und Gemüse durch eigenen Anbau im Kleingarten (n=1096)

Für immerhin fast ein Drittel (31 %) der Halleschen Kleingärtner spielt der eigene Obst- und Gemüseanbau im Kleingarten für die Eigenversorgung kaum eine Rolle. Dies war früher angesichts schlechter Versorgung mit Obst und Gemüse nicht so und hat sich seit den letzten Jahren deutlich gewandelt. Immerhin geben (in Frage 17) 40,2 % der Kleingärtner an, jetzt weniger Gemüse als früher anzubauen.

Fast die Hälfte der Befragten (45,8 %) deckt auch jetzt noch während der Saison weitgehend seinen Obst- und Gemüsebedarf aus dem eigenen Garten - und dies trotz reichhaltigen kommerziellem Angebot! Die Konservierung spielt, sicher auch im Vergleich mit früheren Jahren, eine deutlich geringere Rolle. Nur knapp ein Viertel der Gärtner (23,4 %) konserviert noch eigene Erntegüter für den Winter. Da auch in dieser Jahreszeit heute kein Mangel mehr an Obst und Gemüse herrscht, ist vielen Kleingärtnern der damit verbundene Aufwand wahrscheinlich zu hoch. Konservierung gehört eher zu den traditionellen Elementen der Kleingartenbewirtschaftung.

Deutliche Unterschiede sind in den Verzehrgeohnheiten der wichtigsten Gartenfrüchte festzustellen. Diese Fragestellung (Frage 16) war insbesondere wegen möglicher Belastungen des Erntegutes durch Schwermetalle von Bedeutung (Abb. 46).

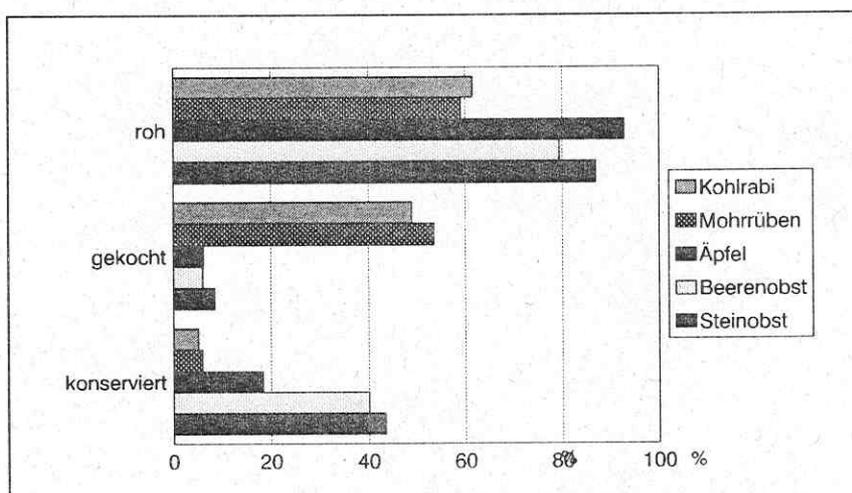


Abbildung 46: Verzehrgeohnheiten ausgewählter Gartenfrüchte (n=910,884,1037,985,1060)

Die Konservierung von Obst und Gemüse für den Winter spielt heute zwar keine bedeutende Rolle mehr, wird aber durchaus von den Kleingärtnern noch betrieben, um die anfallenden Erntegüter nicht verkommen zu lassen, weniger wegen der finanziellen Entlastung oder gar dem Ausgleich von Versorgungsmängeln. Gemüse wird wenig konserviert, dagegen vorwiegend Beeren- und Steinobst. Hier erreicht der Konservierungsanteil sogar 40 % und 43 %. An der Spitze steht nach wie vor der sofortige rohe Verzehr. Gemüse wird zu einem bedeutenden Teil gekocht verzehrt (Kohlrabi 49 %, Mohrrüben 53,5 %). Das Trocknen von Gartenfrüchten zum späteren Gebrauch wird verschwindend gering angewandt und kann bei dieser Auswertung vollständig vernachlässigt werden.

Eindeutig belegbar sind altersabhängige Verhaltensweisen und Verzehrsgewohnheiten. Während die Deckung des Eigenbedarfs bei den 20 - 30jährigen jeweils 25% in der Saison und außerhalb der Saison durch ihre Gartenfrüchte erfolgt, ist das bei den über 60jährigen zu 45 % bzw. 30 % der Fall. Die Gartenfrüchte spielten mit zunehmendem Alter der Kleingärtner (dies ist über alle Altersklassen nachweisbar!) eine immer größere Rolle für die Deckung des Eigenbedarfs (Abb. 47). Deutlich nimmt auch der Anteil des Rohverzehrs bei Gemüse mit zunehmendem Alter ab. Eine Ausnahme machen die (wenigen) 20-30jährigen in der Befragung. Verzehren noch 76 % der 30 - 40jährigen Kohlrabi roh, tun das nur 51,5 % der über 60jährigen. In gleichem Maße nimmt der Verzehr von gekochtem Gemüse zu (bei Kohlrabi: 32 % der 30 - 40jährigen, 61,9 % der über 60jährigen). Ähnliches, wenn auch in weniger bedeutendem Umfang, trifft für das Obst zu. Ältere Kleingärtner konservieren deutlich mehr Obst als jüngere.

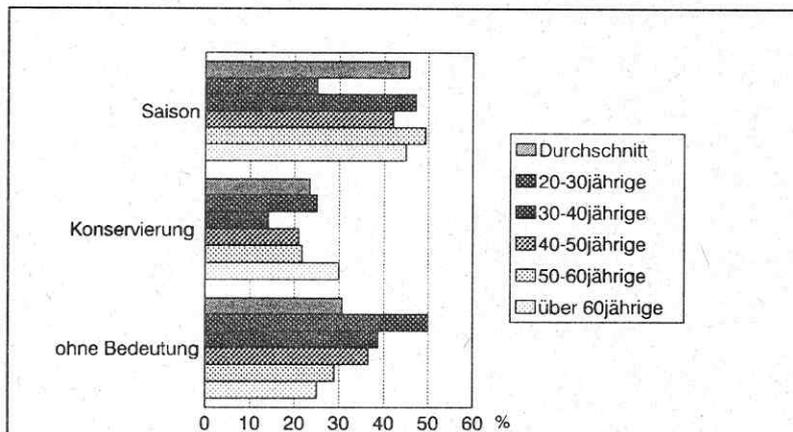


Abbildung 47: Deckung des haushaltlichen Eigenbedarfs an Obst und Gemüse durch Erzeugung im Kleingarten nach Altersklassen (n=1096)

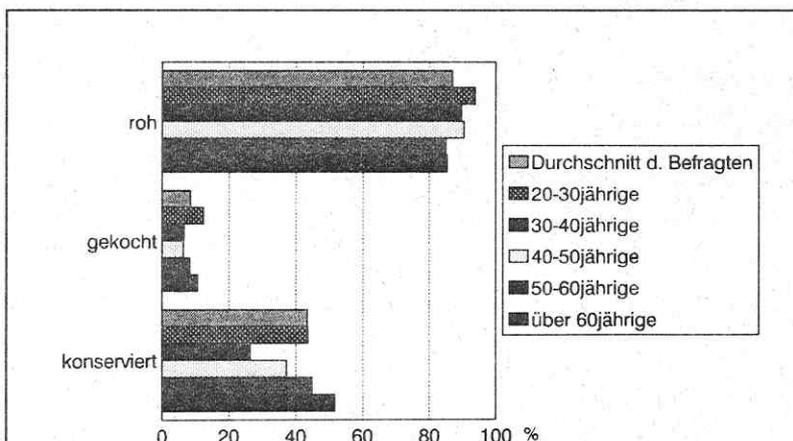


Abbildung 48: Verzehrsgewohnheiten nach Altersgruppen (Beispiel Steinobst) (n=1060)

Während die 30 - 40jährigen nur 26,4 % des Kernobstes konservieren, tun dies 51,8 % der über 60jährigen (Abb. 48).

7.6 Ökologische Gartengestaltung

Die Frage 22: "Was halten Sie von einem ökologischen Garten?" wurde durch einige Angaben erläutert: "z.B. Blumenwiesen als Nahrungsquelle für Insekten und Kleintiere anstatt ausschließlich gepflegten Rasens, Feuchtbiotope ("Tümpel"), Verzicht auf künstliche Dünge- und Schädlingsbekämpfungsmittel usw.". Trotzdem kann nicht sicher davon ausgegangen werden, ob alle Befragten dadurch oder durch eigene Vorkenntnisse und Informationen (z.B. durch die Medien) ausreichend konkrete Vorstellungen von ökologischer Gartengestaltung haben.

Wie sehr ökologisches Verhalten bereits normativ geworden ist, zeigt sich bei der Auswertung der Frage (Abb. 49).

Ein "nein" zum ökologischen Garten wagen nur 16,1 % der Befragten, während 47,6 % angeben, daß genau dies ihnen zusagen würde. Hier kann erwartet werden, daß damit keineswegs tatsächliches Handeln verbunden ist, sondern viel eher der gesellschaftlichen Norm versucht wurde verbal zu entsprechen. Dies kann auch bei der Antwort, daß der Garten "bereits ökologisch" sei, erwartet werden. Nur 13 Personen haben zu dieser Thematik überhaupt keine Meinung.

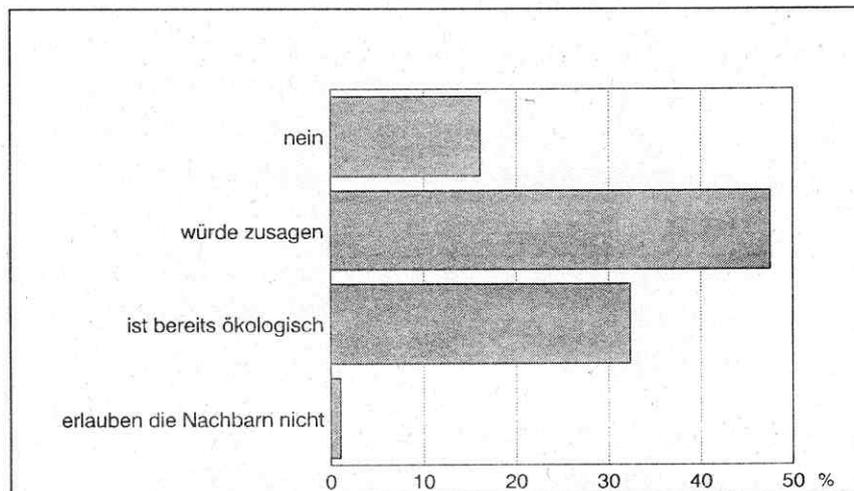


Abbildung 49: Meinung über die ökologische Gestaltung des eigenen Gartens (n=1032)

In der Kleingartenanlage "Dörlau" gibt es niemanden, der einen ökologischen Garten grundsätzlich ablehnt. Hier finden sogar über 66 % der Befragten Gefallen an dem Vorschlag des natürlichen Gärtnerns, während das in der Anlage "Reichsbahn Raffinerie Dieselstraße" vollkommen entgegengesetzt ist. Hier lehnen mehr als ein Viertel der Befragten den ökologischen Garten ab und nur 31,6 % würde er zusagen. Allerdings sind, mit Ausnahme der Anlage "Saaletal", hier die meisten der Befragten der Meinung, ihren Garten bereits nach ökologischen Gesichtspunkten angelegt zu haben.

Nur 12 Kleingärtner sind der Meinung, daß ein evtl. von ihnen bewirtschafteter ökologischer Garten durch sein Aussehen die Gartennachbarn stören würde.

Die Ergebnisse, die die Auswertung dieser Frage gebracht hat, stimmen in Grundsätzen mit den Befragungsergebnissen bei KOLLER 1988 überein.

Auf die Frage 25, welche Vorstellungen ihre Gartengestaltung bestimmen, antworteten die meisten Befragten (43 %), daß sie gern einen schönen Garten hätten (Abb. 50).

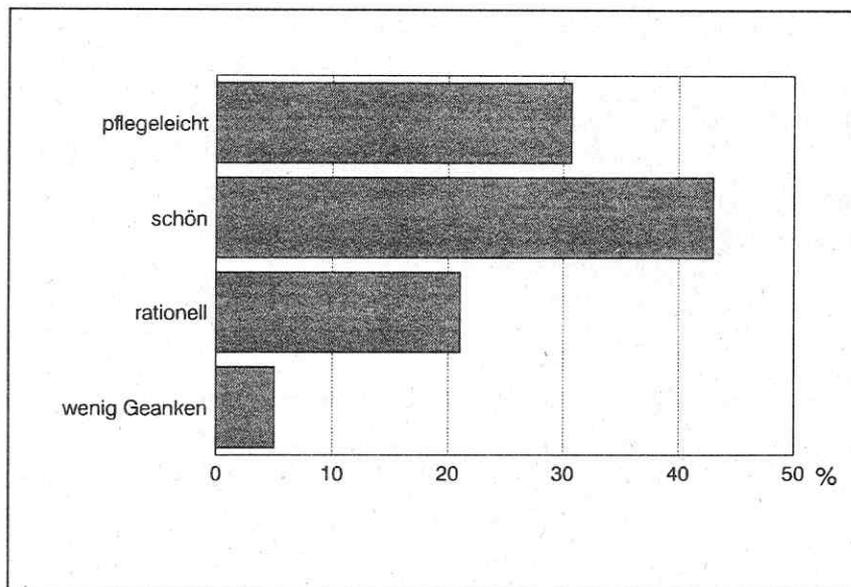


Abbildung 50: Vorstellungen (Leitbilder) der Gartengestaltung (n=1095)

Schönheit ist damit das dominierende Leitbild der Gartengestaltung. Es kann davon ausgegangen werden, daß hier tatsächlich ästhetische Schönheit gemeint ist und das Leitbild des DDR-Kleingartenwesens "Ein schöner Garten ist ein produktiver Garten" nicht mehr bestimmend ist. Daß die meisten Kleingärtner ein "gärtnerisches Leitbild" haben, wird sehr deutlich. Nur 5 % machen sich darüber keine Gedanken.

Gartenarbeit wird zwar als wesentlicher Teil der Gartenerholung angesehen, jedoch präferieren immer mehr Kleingärtner eine Begrenzung des Aufwands der Gartenarbeit. Dies kommt in der Angabe, den Garten möglichst pflegeleicht zu gestalten (30,7 %), deutlich zum Ausdruck.

7.7 Wahrnehmung von störenden Umweltbelastungen im Garten

Die Wahrnehmung von Umweltbelastungen im Kleingarten ist begrenzt und subjektiv. Ist doch gerade der Kleingarten aus der Sicht des Pächters und seiner Familie eine "Öko-Oase" par excellence. Es kann erwartet werden, daß negative Aspekte - soweit sie mit der Kleingartenanlage und der eigenen Bewirtschaftung zu tun haben - eher verdrängt als namhaft gemacht werden. Anders ist es mit den nicht selbst verursachten, aber störend wahrgenommenen Umweltbeeinflussungen anderer. Gerade im Kleingarten werden diese aus der Erwartungshaltung hier in bestmöglicher Umweltsituation zu sein, als besonders störend empfunden. Boden- und Wasserbelastungen (und damit Belastungen des Ernteguts) sind nicht unmittelbar wahrnehmbar. Sie werden lediglich von anderen diagnostiziert und mitgeteilt, treten für den Gärtner aber nicht spürbar in Erscheinung. Entsprechend sind die Reaktionen:

Fast niemand zieht die Aufgabe seines Gartens unter den bestehenden Umständen in Erwägung. 93 % wollen dies nicht. Allerdings wurde auch noch geklärt, wie diese Entscheidung unter veränderten Umweltbedingungen gefällt würde. Dies geschah mit Hilfe der Frage 40, einer hypothetischen Frage. Sie weist die Kleingärtner einfürend darauf hin, daß wegen hoher Bodenbelastun-

gen Nutzungs- und Anbaubeschränkungen für Kleingärten ausgesprochen werden könnten (Abb. 51).

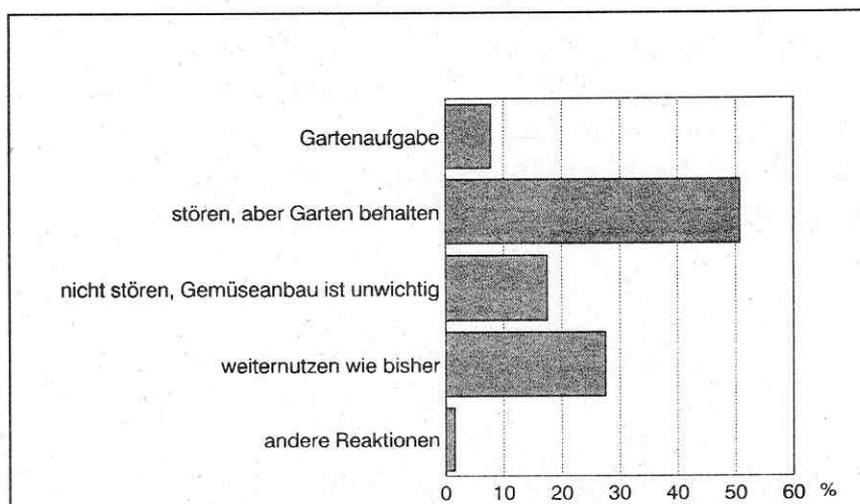


Abbildung 51: Verhalten bei Nutzungs- und Anbaubeschränkungen aus Gründen der Umweltbelastung (n=1092)

Die Kleingärtner werden aufgefordert zu bekunden, wie sie reagieren würden, wenn wegen hoher Umweltbelastungen in ihrer Kleingartenanlage der Verzehr von selbstgezogenem Gemüse als gesundheitsbeeinträchtigend eingeschätzt werden würde. Nur sehr wenige (7,8 %) würden aus diesem Grund den Garten aufgeben, weil ihnen der Gemüseanbau doch sehr wichtig ist. Somit halten unter gegenwärtigen wie auch unter vorgegebenen Belastungsbedingungen etwa der gleiche Anteil der Gärtner an ihrem Kleingarten fest. Belastung des Bodens und der Gartenfrüchte sind damit kein ernsthafter Grund für Nutzungsänderungen bis hin zur Gartenaufgabe. Allerdings sind die Gründe für eine weitere Nutzung des Kleingartens recht unterschiedlich. In Halle streut die Meinung in den einzelnen Anlagen sehr. In der Kleingartenanlage "An der Pauluskirche" würde in einem solchen Fall niemand seinen Garten aufgeben, während es in der Anlage "Am Kirchenacker" 22 % tun würden. Etwa die Hälfte der Gartenbesitzer würde in Halle eine derartige Einschränkung zwar stören, sie würden ihren Kleingarten aber weiterhin behalten. Mehr als ein Viertel aller Befragten würden trotz derartiger Umweltbelastungen ihren Garten weiterhin so nutzen wie bisher.

Ähnlich ist die Wahrnehmung der Luftbelastung. Auch sie kann nur bedingt durch eigene Sinnesorgane wahrgenommen werden. Dies trifft evtl. bei Augen- und Hautreizungen durch Ozon im Sommer oder bei Schwefeldioxidbelastungen und Rauch aus Heizungsprozessen im Winter zu. Da die Gärtner überwiegend im Sommer im Garten sind, spielen Winterbelastungen weniger eine Rolle. Kraftfahrzeugabgase werden wegen der Entfernung der meisten Gärten zur Straße weniger wahrgenommen. Nur 6,3 % der Kleingärtner geben an, sich durch Luftbelastung gestört zu fühlen. Diese Zahl steigt in industriellem Umfeld etwas an (z. B. "Osendorfer Hain" 21,6 %, "Dieselstraße" 29,1 %), ist jedoch auch in Bereichen, in denen nachgewiesenermaßen keine höheren Luftbelastungen vorliegen z. T. höher als der Durchschnitt (z.B. "Fuchsberg" 11,2 % "Sonne" 11,9 %). Subjektive Wahrnehmung und tatsächliche Belastung fallen also durchaus nicht immer überall zusammen.

Ganz anders ist die Situation bei im tatsächlichen Sinne durch die Kleingärtner wahrnehmbaren Umweltbelastungen durch Lärm. Gefragt war hier (Frage 43) nach Umgebungslärm. Hiervon fühlen sich deutlich mehr Personen negativ beeinflusst als durch andere Umweltbelastungen. 23 % aller Befragten geben diese Störung an. In einigen Anlagen fühlen sich noch viel mehr Kleingärtner gestört, besonders in die Nähe von Bahnanlagen, z.B. "Habichtsfang I" 50,0 %, "Dieselstraße" 69,6 %, "Sonne" 32,8 %). Hier zeigt sich, daß die typische Lokalisation von Kleingartenanlagen auf sogenannten Rest- und Splitterflächen in ungünstiger, oft eisenbahnnaher Lage eine erhebliche Beeinträchtigung der Nutzungsfähigkeit der Anlagen darstellt, jedoch bei der Konzeption bisher kaum berücksichtigt wurde.

8 Zusammenfassung

Die vorliegende Untersuchung zur Nutzung und Erholungsfunktion von 15 Halleschen Kleingartenanlagen ist die bisher größte der letzten Jahre in den neuen Bundesländern. Es konnten Befragungsergebnisse von 1097 Kleingärtnern ermittelt und erfolgreich ausgewertet werden. Schwerpunkt der Erfassung war die differenzierte Ermittlung der Nutzungssituation der Kleingärten und deren Erholungsbedeutung. Diese Erkenntnisse können für eine weitere planungsbezogene Auswertung verwendet werden.

Durch die Untersuchung konnten detaillierte Ergebnisse zu Arten der Gartennutzung, zu Wünschen und Zielen der Pächter, zum Nutzungsumfang und zur täglichen, wöchentlichen und jährlichen Nutzungsverteilung ermittelt werden. Pauschalaussagen konnten differenziert, unerwartete Ergebnisse z.B. hinsichtlich der Altersbezogenheit oder winterlichen Gartennutzung erzielt werden. Es bestätigt sich, daß die Kleingärten eine sehr große Bedeutung für ihre Nutzer haben, daß hier der größte Teil der persönlichen Freizeit im Freien verbracht wird und ein zweiter Lebensmittelpunkt neben der Wohnung besteht. Bei keiner anderen Grünflächennutzung ist die Einbeziehung in den täglichen Lebensablauf so weitgehend und umfangreich. Dies muß durch die Stadtplanung stärker berücksichtigt werden. Generell sollte auch die räumliche Verbindung von Geschoßwohnungsgebieten und einer gärtnerischen Nutzung des internen und umgebenden Freiraums wesentlich mehr als bisher berücksichtigt werden. Garten und Haus (Wohnung) gehören noch immer für sehr viele Stadtbewohner zusammen. Die räumliche Integration kann zur Wohnzufriedenheit und zur Identifikation mit dem Stadtviertel und letztlich zum geringeren Wegzugswunsch (Einfluß auf Segregation) und damit zur Stabilität der Wohngebiete beitragen. Bewohnbare, von ihren Einwohnern als attraktiv empfundene Städte müssen einen deutlichen inneren Strukturwandel erfahren. Dazu gehört die Erhöhung der Wohngebietsattraktivität durch vielfältige Angebote der Versorgung und Freizeitaktivität. Das Leitbild der stadtinternen Polyzentralität mit dadurch vermindertem Verkehr und größerer Wohnzufriedenheit läßt sich nur durch gleichzeitige Auflockerung und Ergänzung der Baustrukturen durch nutzbare Freiräume erreichen. Zu diesem Freiraumspektrum gehört der Garten als Haus-, Hof- oder Kleingarten. Er entspricht den individuell-gestalterischen und naturbezogenen Bedürfnissen der Stadtbewohner in idealer Weise.

Im einzelnen können folgende detaillierte Erkenntnisse aus der Untersuchung abgeleitet werden:

- Mehr als zwei Drittel der Kleingärtner - bezogen auf die Befragungsstichprobe - sind älter als 50 Jahre und fast ein Drittel über 60 Jahre. Nur 1,5 % der Kleingärtner in Halle sind jünger als 30 Jahre. Ältere Bevölkerungsteile treten im Vergleich mit der Altersstruktur der Stadtbevölkerung überproportional als Kleingärtner auf. Diese Überalterung der Kleingärtner im Vergleich zur "normalen" Bevölkerungsstruktur der Stadt ist in Halle sehr deutlich ausgeprägt.

Die Altersstruktur der Kleingartenpächter in Halle stimmt weitgehend mit der in den alten Bundesländern überein.

- Jeder zehnte Kleingärtner in Halle ist arbeitslos.
- Nur in 16,6 % der befragten Kleingartenhaushalte leben Kinder unter 14 Jahre, dabei dominieren 1 - Kind - Haushalte.
- Bei langer Kleingartennutzung und Berücksichtigung des Wandels der Familienstruktur ist eine früher engere Beziehung von Kleingärten und Familien mit Kindern durchaus denkbar.
- Kleingärten werden häufig von "Großfamilien genutzt (2-3 Generationen).
- Am Kleingartenbesitz wird in der Regel lange festgehalten. Es entwickelt sich eine sehr enge Beziehung zum Kleingarten und eine Lebensweise, die den Kleingarten als Teil der Lebenssphäre von Kleingärtnern einschließt. Dies und der Mangel an Kleingärten im städtischen Bereich führen zu einer relativ seltenen Aufgabe von Kleingärten.
- Hauptmotive für die Gartennutzung sind Entspannung/Erholung, gesunde Tätigkeit an frischer Luft und die Möglichkeit, privaten Freiraum unter freiem Himmel zu nutzen.
- Finanzielle Gründe, sich mit Gartenfrüchten zu versorgen, waren auch zu DDR-Zeiten nicht vorrangig. Die Notwendigkeit einer Selbstversorgung auf Grund eines mangelnden Angebotes mit Gartenfrüchten bestand jedoch durchaus.
- Die Wirtschaftlichkeit der Erzeugung von Gartenfrüchten zählt nicht zu den wichtigsten Motiven der Kleingartennutzung, obwohl das Erscheinungsbild der Anlagen auf die große Bedeutung des Obst- und Gemüseanbaus hinweist.
- Für eine Motivationsänderung sehen die meisten Kleingärtner trotz langjähriger Pachtdauer und damit höherem Lebensalter sowie der stattgefundenen politischen, wirtschaftlichen und gesellschaftlichen Veränderung kaum Gründe.
- Das Gemeinschaftsleben der Kleingärtner in ihrer Anlage hat einen hohen Stellenwert, allerdings hat seine Intensität nach der politischen Wende (entsprechend den Angaben vieler Kleingärtner) stark nachgelassen. Sozialstrukturelle Merkmale, besonders die soziale Stellung im übrigen Leben und im Beruf spielen keine wesentliche Rolle im Gemeinschaftsleben. Allerdings grenzt man sich Fremden gegenüber meist ab, beobachtet sie mißtrauisch und fühlt sich (13 % der Befragten) von ihnen gestört.
- Als besonders wichtig bei der Ausstattung ihrer Kleingartenanlage erscheint den Kleingärtnern das Vereinshaus als sozialer Mittelpunkt ihrer Anlage. Ähnlich große Bedeutung wird dem Kinderspielplatz beigemessen. Ihn halten mehr als 50 % der Gärtner für wichtig, obwohl nur knapp 17 % der Befragten Kinder bis zu 14 Jahren im eigenen Haushalt haben. Hierin zeigt sich wiederum, daß die Kleingärten häufig als Mehr-Generationen-Gärten genutzt werden.
- Wenn man davon ausgeht, daß 98 % der befragten Kleingärtner in Mietwohnungen wohnen, so liegt die Schlußfolgerung nahe, daß Kleingärten den notwendigen Ausgleich zu objektiv feststellbaren und subjektiv empfundenen Mängeln im Wohnbereich erbringen. 41 % der Gärtner haben keinen privaten grünen Freiraum an ihrer Wohnung, von 55 % die ihn in Form von Terrasse oder Balkon besitzen wird er oft nicht als Gartenersatz empfunden. Oftmals stehen den Kleingärtnern auch nur sehr kleine Wohnungen zur Verfügung. 65 % von ihnen leben

in Wohnungen bis zu 60 m². Dem Kleingarten kommt also eine große Bedeutung bei der Kompensation von defizitären Wohnsituationen zu.

- Auch Belästigungen und Beeinträchtigungen im direkten Wohnumfeld können durch Kleingartenanlagen kompensiert werden. Fast 30 % der Halleschen Kleingärtner geben an, in sehr dicht bebauten Wohngebieten zu leben ohne gut erreichbare Grünflächen in der näheren Umgebung. Da allerdings auch 60 % meinen Grünanlagen in Wohnungsnähe zu haben, sind öffentliche Grünflächen offenbar kein Ersatz für privat genutzten Freiraum.
- Die Nutzung von Kleingartenanlagen verringert somit gewollt den Druck der Bevölkerung auf andere öffentliche Freiflächen. Kleingärtner verbringen oftmals fast ihre gesamte Freizeit im Garten, suchen öffentliche Grünflächen in Wohngebietsnähe nur sehr selten auf und unternehmen relativ wenig Ausflugsfahrten mit dem PKW am Wochenende.
- Wünschenswert wäre eine direkte Einbindung von Kleingartenanlagen in die Wohngebiete, um eine schnelle, möglichst sogar fußläufige Erreichbarkeit der Gärten durch ihre Nutzer zu gewährleisten. In Halle allerdings wohnen nur 42 % der Kleingärtner innerhalb eines Aktionsradiuses von 3 km um ihre Wohnung. Häufig weite Entfernungen zum Kleingarten ergaben sich aus der Tatsache, nur mit großen Schwierigkeiten einen Kleingarten bekommen zu können und dafür auch lange Wege in Kauf zu nehmen. Diese Situation besteht heute nicht mehr. Nach Angaben einiger Vorsitzender kann sich das Entfernungsproblem in Zukunft von selbst lösen, da neue Pächter jetzt zunehmend mehr aus der näheren Umgebung der Anlagen kommen.
- Neben Kleingartenanlagen mit deutlichem Wohngebietsbezug auch wohngebietsentfernte Anlagen. Hier wird der hohe Zeitaufwand für den Weg oftmals durch die Verwendung eines Verkehrsmittels kompensiert. Dadurch kann ein weit entfernter Garten auch noch in einer zumutbaren Zeit erreicht werden. Die größere Entfernung kann somit durch eine höhere Geschwindigkeit bei der Verkehrsmittelnutzung ausgeglichen werden. In Halle benötigen 86 % der Kleingärtner bis zu 30 min. um in ihren Garten zu gelangen.
- Zum Erreichen des Kleingartens wird mit fast 48 % am häufigsten der PKW genutzt. Allerdings fährt auch ein Viertel der Kleingärtner mit dem Rad zum Garten. Natürlicherweise wird in wohngebietsbezogenen Anlagen überwiegend zum Garten gelaufen oder mit dem Rad gefahren, während in Anlagen ohne Wohngebietsbezug die Pächter in der Mehrzahl zur PKW-Nutzung gezwungen sind.
- Die mangelnden Parkmöglichkeiten an wohngebietsentfernten Kleingartenanlagen werden auf Grund der Tatsache, daß hier die meisten Kleingärtner den Garten mit dem PKW aufsuchen, am häufigsten als störende Faktoren genannt.
- Die tägliche Nutzung des Gartens durch die Kleingärtner erscheint in Halle im Vergleich mit anderen Städten sehr gering. Nur 21 % der Befragten sind im Sommerhalbjahr täglich im Garten. Die Entfernung des Gartens von der Wohnung hat nur zum Teil nutzungsmindernden Einfluß, vielmehr sind hier soziale Merkmale bestimmend, von denen allerdings nur die Altersstruktur in die Untersuchung einbezogen wurde.
- Auch im Winter ist die Nutzungshäufigkeit nicht dominant abhängig von der Entfernung des Gartens von der Wohnung, sondern von der Altersstruktur.

- Die Aufenthaltsdauer im Sommerhalbjahr differiert zwischen Werktagen und Wochenenden. Die meisten Pächter bleiben werktags etwa 1-3 Stunden im Garten (ein Drittel). Am Wochenende bleibt die Mehrzahl der Befragten (38 %) länger als 9 Stunden. Bei schönem Wetter verlängern viele Kleingärtner den Gartenbesuch auf das ganze Wochenende und verbringen auch die Nacht im Garten. Im Vergleich zu DDR-Zeiten soll das Übernachten im Garten aber aus Angst vor Einbrüchen zurückgegangen sein.
- Auch die Bedeutung des Kleingartens als Ort an dem ein größerer Teil des Urlaubes verbracht wird ist in den letzten Jahren um etwa die Hälfte zurückgegangen. Dies kann durch neue und nun erreichbare attraktiven Urlaubszielen begründet sein.
- An Werktagen zeigen sich entsprechend der Nutzung öffentlicher Grünflächen zwei Nutzungsspitzen, die zwischen 8 und 10 Uhr sowie zwischen 15 und 17 Uhr liegen. In diesen Zeiträumen kommen prozentual die meisten Kleingärtner in ihren Garten. An den Wochenenden kommen die meisten Pächter (71 %) allerdings bereits in der Zeit zwischen 8 und 10 Uhr in die Anlage. Hier wird geringere wöchentliche Nutzungsfrequenz durch längere Nutzungsdauer und früheren Nutzungsbeginn kompensiert.
- 61 % der Befragten fühlen sich durch Störungen in der Gartennutzung beeinträchtigt. Schlechte Bodenbeschaffenheit, Umweltbelastungen sowie mangelhafte Verkehrsanbindung und schlechte Erreichbarkeit sind die am häufigsten genannten negativen Merkmale. Auch bei diesen Aussagen zeigt sich eine deutliche Altersabhängigkeit.
- 91 % aller Befragten sind mit der Größe ihres Gartens zufrieden.
- Die Ausstattung der Kleingärten in Halle ist deutlich aufwendiger als in den alten Bundesländern. Besonders deutlich wird dies bei der Betrachtung der Gartenhäuser. Feste Steinhäuser mit aufwendigen Terrassen sind häufig. Jeder vierte Kleingärtner hat ein Gartenhaus, das größer als 24 m² ist. Stromanschluß gibt es fast überall, Wasser, Toilette und Übernachtungsmöglichkeiten in zwei Dritteln der Gartenhäuser. Damit sind die Kleingärten in den neuen Bundesländern deutlich besser ausgestattet als die in den alten Ländern, was auf eine größere Bedeutung als Lebenssphäre hinweist.
- Nach der politischen Wende kam es nicht zu auffälligen Umstrukturierungen in der Gartennutzung. Der Anteil an Rasenflächen und Blumenbeeten wurde vergrößert, die Gemüsebeete reduziert. Ein Drittel der Kleingärtner baut mehr Kartoffeln an als früher. Am Erscheinungsbild der Anlagen hat sich aber nichts wesentliches geändert. Der größere Freizeitumfang der Gärtner hat allerdings dazu geführt, daß fast die Hälfte von ihnen jetzt häufiger im Garten sind und der Kleingarten somit der wichtigste Freiraum auch für berufstätige Kleingärtner ist.
- Der Kleingarten ist in Deutschland, abgesehen von den Aufwendungen für seinen Erwerb, ein finanziell wenig aufwendiges Freizeithobby, daß den Familienhaushalt nicht wesentlich belastet.
- Für den Wasserverbrauch besteht unter den Kleingärtnern seit der politischen Wende eine hohe Sensibilität und ein größeres Kostenbewußtsein als früher, da der Wasserpreis enorm gestiegen ist und in vielen Fällen nicht mehr pauschal bezahlt werden muß. 70 % der Kleingärtner geben an, mehr Regenwasser als früher zu nutzen, fast ein Viertel aller Befragten gießt jetzt weniger.

- Die Problematik des Wasserverbrauchs ist sehr schwierig einzuschätzen, da Wasser im Garten nicht nur zum Gießen, sondern beim sommerlichen Wohnen oder Urlaub im Garten auch für hauswirtschaftliche und persönliche Zwecke verwendet wird. Deshalb gibt es auch große Differenzen zwischen minimalen und maximalen Verbrauchswerten. Auch ob und in welchem Umfang in Tonnen aufgefangenes Niederschlagswasser zum Gießen Verwendung findet ist sehr unterschiedlich. Die Meinungen der Kleingärtner über den tatsächlichen Spareffekt dieser Maßnahme gehen weit auseinander.
- Kompost und Torf werden von den meisten Kleingärtnern zur Bodenverbesserung verwendet. Chemische Düngemittel finden dagegen nach eigenen Angaben bei wesentlich weniger Kleingärtnern Anwendung. Fast 50 % der Befragten benutzen teilweise Schädlingsbekämpfungsmittel.
- Bei der Nutzung von Gartenfrüchten zeigen sich im Vergleich zu früher deutliche Unterschiede bei der Konservierung, einem ehemals traditionellem Element der Kleingartenbewirtschaftung. Nur 23 % der Kleingärtner konservieren noch eigene Erntegüter für den Winter. Heute ist bei einem reichhaltigem Obst- und Gemüseangebot im Winter die Konservierung zu aufwendig. Auch geben fast ein Drittel der Befragten an, daß der Fruchtanbau für ihre Eigenversorgung kaum eine Rolle spielt.
- Eindeutig belegbar sind auch altersabhängige Verzehrgeohnheiten und Verhaltensweisen bei der Bedarfsdeckung. Mit zunehmendem Alter spielen die eigenen Gartenfrüchte eine immer größere Rolle bei der Bedarfsdeckung, wird mehr Obst konserviert, nimmt der Anteil des Rohverzehr von Gemüse ab und von gekochtem Gemüse zu.
- Fast 50 % der Befragten würde ein "ökologischer Garten" zusagen, allerdings sollte er bei wenigsten 43 % auch "schön anzusehen" sein. Schönheit ist somit das dominierende Leitbild der Gartengestaltung. Die Gartenarbeit solle aber auch nicht zu viel Zeit in Anspruch nehmen, denn 31 % der Kleingärtner wollen ihren Garten möglichst "pflegeleicht" gestalten.
- Am Kleingartenbesitz wird u.U. auch bei Umweltbelastungen zu (93 % der Befragten geben das an) festgehalten. Nur sehr wenige würden aus einem solchen Grunde ihren Garten aufgeben.

9 Literatur

- ALBRECHT, W. (1987): Rekreationsgeographische Studie(n) zur Naherholungsform "Freizeitwohnen" im Agrarbezirk Neubrandenburg: Die Bedeutung des VKSK, Fachrichtung Kleingärten, für die Naherholung.-Greifswald, Univ., Sekt. Geographie, unveröffentlichter Forschungsbericht. Bd. 2: Die rekreative Funktion. 137 S.
- BARGMANN, H., H. EIGLER, J. ZABEL (1989): Parzellierte Idyllen in der Stadt - eine Untersuchung zur sozialen Struktur, Nutzungspräferenzen und Umweltbewußtsein Darmstädter Kleingärtner. - In: Darmstädter Kleingartenanlagen. Entwicklung, Nutzung und Belastung aus soziologischer und geoökologischer Sicht, S.27-61
- BAYERISCHES FERNSEHEN: Sendung "Unser Land" 19.10.1985, 19.00 Uhr (zitiert bei KOLLER 1988)
- BECKER H. (1978): Mietwohnung-Garten-Kleingartenanlage, In: Das Gartenamt, H. 1, S.3-7

- BREUSTE, I. (1989): Untersuchungen zur Erholungsfunktion von Grünflächen der Städte Halle und Halle-Neustadt unter besonderer Berücksichtigung selbständiger öffentlicher Grünflächen und Kleingartenanlagen. - Halle, Univ., Diss. A, Mathem.-Naturwiss. Fak.
- BREUSTE, I. (1991): Untersuchungen zur Erholungsbedeutung städtischer Grünflächen in Halle. - In: Das Gartenamt - Hannover/Berlin. Bd. 40, H. 11, S. 734 - 740
- BREUSTE, I. (1992a): Empirische Untersuchungen zur Kleingartennutzung in der DDR am Beispiel der Stadt Halle. - In: Greifswalder Beiträge zur Rekreationsgeographie/Freizeit- und Erholungsforschung, Bd. 3., Greifswald, S. 153 - 168
- BREUSTE, I. (1992b): Grünflächen und ihre Erholungsfunktion in der Stadt Halle. - In: FU Berlin, Inst. f. Tourismus, Berichte und Materialien Nr. 12. WOLF, K.; MIELITZ, G. (Hrsg.): Teil II Freizeit und Tourismus in der ehemaligen DDR, Berlin, S. 91 - 108
- BREUSTE, I., J. BREUSTE (1993): Grün- und Erholungsflächen der Stadt Halle - Nutzung, Akzeptanz und Konflikte. - Beitrag zum Landschaftsplan der Stadt Halle. - Halle, 79 S. Text, 169 S.
- BREUSTE, I., J. BREUSTE. (1994a): Ausgewählte Aspekte sozialgeographischer Untersuchungen zur Kleingartennutzung in Halle/Saale. - In: Greifswalder Beiträge zur Rekreationsgeographie/Freizeit- und Tourismusforschung, Bd. 5., Greifswald, S. 171 - 177
- BREUSTE, I., J. BREUSTE (1994b): Erholungsnutzung von Grünflächen im Stadtgebiet von Halle/Saale. - In: Greifswalder Beiträge zur Rekreationsgeographie/Freizeit- und Tourismusforschung, Bd. 5., Greifswald, S. 155 - 177
- BUNDESMINISTERIUM FÜR RAUMORDNUNG, BAUWESEN UND STÄDTEBAU (Hrsg.) (1976): Sozialpolitische und städtebauliche Bedeutung des Kleingartenwesens, Schriftenreihe 03 "Städtebauliche Forschung", H.03045, Bonn-Bad Godesberg
- FARNY, H., M. KLEINLOSEN (1986): Kleingärten in Berlin (West) - Die Bedeutung einer privaten Freiraumnutzung in einer Großstadt. Berlin
- GRÖNING, G. (1974): Tendenzen im Kleingartenwesen - dargestellt an einer Großstadt, in: Landschaft und Stadt, Beiheft 10, Stuttgart
- HALLESCHES WASSER UND ABWASSER GMBH 1994 (Hrsg.): Informationsblatt Wasserwerk Halle-Beesen. Halle 1994
- HANKE, H. (1979): Freizeit in der DDR. Berlin(O)
- JANSEN, P.G. (1986): Kleingartenbedarf in Nordrhein-Westfalen. Grundlagen für die Erstellung von kommunalen Kleingartenbedarfsplänen in Nordrhein-Westfalen. Dortmund (=Schriftenreihe Landes- und Stadtentwicklungsforschung des Landes Nordrhein-Westfalen, Sonderveröffentlichungen. Bd. 0.031)
- KAHL, A. (1992): Grünau '92. Intervallstudie. Forschungsinstitut Wohnen. Leipzig.
- KEIDEL, T. (1995): Großwohnsiedlungen am Beispiel Leipzig-Grünau - ökologische Aspekte ihrer weiteren Entwicklung. In: Sächsisches Staatsministerium für Umwelt und Landesentwicklung und Sächsisches Landesamt für Umwelt und Geologie (Hrsg.): 1. Leipziger Symposium "Stadtökologie in Sachsen", Tagungsband. Dresden, S. 38-43

-
- KIND, G. (1987): Prognostizierung günstiger Wechselbeziehungen zwischen Umwelt und Stadt-reproduktion (Stadtökologie).-Weimar, HS für Architektur und Bauwesen, Sekt. Gebietsplanung u. Städtebau, unveröffentlichter Forschungsbericht
- KOLLER, E. (1988): Umwelt-, sozial-, wirtschafts- und freizeitgeographische Aspekte von Schrebergärten in Großstädten, dargestellt am Beispiel Regensburgs. In: Regensburger Beiträge zur Regionalgeographie und Raumplanung Bd. 1
- LAAGE, E. (1971): Die Parzellengröße von Kleingärten, In: Das Gartenamt, H. 3, S.114-117
- LEIPACHER, B. (1975): Kleingärten-Kleine Gärten für Bewohner von Mehrfamilienhäusern, In: Garten und Landschaft, H. 5, S.321-322
- MNICH, E. (1993): Bürgerumfrage Halle 1993 (=Der Hallesche Graureiher, Forschungsberichte des Instituts für Soziologie, Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg 93-1) Halle
- STADT HALLE (SAALE), EINWOHNER- UND STATISTIKAMT (HRSG.) (1995): Statistisches Jahrbuch der Stadt Halle (Saale) 1993, Halle
- VERBAND DER KLEINGÄRTNER, SIEDLER UND KLEINTIERZÜCHTER (HRSG.) (1983): Kleingartenordnung des Verbandes der Kleingärtner, Siedler und Kleintierzüchter
- WEBER, P., P. NEUMANN (1993): Freiraumsicherung versus Wohnraumbeschaffung. Bewertung und Bedeutung von Gartenflächen im Stadtteil Osnabrück/Kalkhügel. Münster (=Arbeitsberichte d. Arbeitsgem. Angew. Geographie Münster e.V., Bd. 23)

ANHANG - FRAGEBOGEN

Lieber Gartenfreund!

Das Umweltforschungszentrum Leipzig-Halle GmbH widmet sich gegenwärtig in Zusammenarbeit mit der Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg, Institut für Geographie, einer wissenschaftlichen Untersuchung der ökologischen und Erholungsbedeutung von Kleingärten in Halle. Diese Untersuchungen sollen dazu dienen, wissenschaftlich fundierte Kenntnisse über den ökologischen Wert und die Bedeutung von Kleingärten als Grün- und Erholungsräume in Städten zu erzielen. Die Ergebnisse der Studie werden dem Dezernat Umwelt- und Naturschutz der Stadt Halle zur Auswertung zur Verfügung gestellt. Damit werden wissenschaftliche Grundlagen für eine sachgerechte Planung und Entscheidung, die die Kleingärten der Stadt Halle betreffen, geschaffen.

Wir bitten Sie, unser Anliegen dadurch zu unterstützen, indem Sie durch Ihre Angaben in diesem Fragebogen Aussagen zur Erholungsbedeutung und Nutzung von Kleingärten treffen. Selbstverständlich ist es nicht nötig Namen, Anschriften o. a. persönliche Daten anzugeben. Die Inhalte und Auswertungen des Fragebogens dienen lediglich wissenschaftlichen Zwecken und werden in keiner anderen Weise genutzt.
Für Ihre Bereitschaft zur Mitarbeit danken wir Ihnen herzlich.

Bitte beantworten Sie folgende Fragen!

1. Seit wann haben Sie einen Kleingarten?
seit 19 ..
2. Wie lange haben Sie auf Ihren Garten warten müssen?
.... Jahre
3. Warum haben Sie einen Kleingarten gepachtet?
Welche der folgenden Motive waren damals für Sie wichtig? (Mehrere Antworten möglich!)
 - begeisterter Kleingärtner
 - privater Freiraum unter freiem Himmel
 - Erlebnisraum für meine Kinder/Enkel
 - mußte durch Wohnungswechsel meinen früheren Garten aufgeben

- besitze keinen Garten am Haus, wollte wenigstens einen in Wohnungsnahe
- Selbstversorgung mit Obst und Gemüse aus finanziellen Gründen
- Selbstversorgung mit Obst und Gemüse aus gesundheitlichen Gründen
- Ruhe vor Stadtlärm
- Entspannung/Erholung
- gesunde Tätigkeit an frischer Luft
- Freizeitgestaltung
- Ausgleichsbeschäftigung zum Berufsleben/selbständiges Arbeiten in der Natur
- Naturverbundenheit
- Gemeinschaftsinn, der bei Kleingärtnern gepflegt wird
- Altersbeschäftigung
-

4. Sind das auch heute noch Ihre Gründe für die Nutzung eines Kleingartens?
Wenn nicht, was sind Ihre heutigen Motive?
.....
.....
.....

Nun einige Fragen zu Ihrer Wohnsituation:

5. Wohnen Sie?
 - zur Miete
 - in einer Eigentumswohnung
 - im eigenen Haus
6. Wieviel m² hat Ihre Wohnung ungefähr?
..... m²
7. Wieviele Zimmer (ohne Küche und Bad) hat Ihre Wohnung?
..... Zimmer
8. Haben Sie an Ihrer Wohnung zu Ihrer persönlichen Verfügung?
 - einen Garten
 - Gemeinschaftsgarten mehrerer Wohnparteien
 - Terrasse, Balkon oder Loggia
 - nichts dergleichen

- ja, manchmal
- selten
- fast nie

Nun einige Fragen zur Bewirtschaftung Ihres Gartens

14. Wie beurteilen Sie die Größe Ihres Kleingartens?
 genau richtig
 zu klein
 zu groß
15. Inwieweit deckt der Eigenanbau an Gemüse und Obst den Bedarf Ihres Haushaltes?
 (Bitte nur eine Antwort ankreuzen!)
 in der Saison weitgehend
 deckt durch Konservierung den Bedarf auch außerhalb der Saison
 spielt kaum eine Rolle

16. Wie genießen Sie Obst und Gemüse Ihres Gartens überwiegend?

	roh	gekocht	getrocknet	konserviert
Kohlrabi				
Mohrrüben				
Äpfel				
Beerenobst				
Kernobst				

17. Was haben Sie in Ihrer Gartennutzung in den letzten Jahren geändert?

(Mehrere Antworten sind möglich!)

- mehr Rasenfläche
- weniger Gemüsebeete
- mehr Blumenbeete
- mehr Kartoffelpflanzen
- mehr Ziergehölze
- zusätzlicher "Biotop" (z. B. Tümpel oder Naturgartenteil)
- ich gehe häufiger in den Gärten
- ich gehe weniger häufig in den Gärten
- ich gräße weniger

9. In welcher Umgebung liegt Ihre Wohnung?
 locker bebaut Wohngebiet mit Gärten
 dicht bebaut Wohngebiet mit gut erreichbaren Grünanlagen
 dicht bebaut Wohngebiet ohne Frei- und Grünflächen in der Nähe

10. Sind Sie mit Ihrer Wohnumgebung zufrieden?

- ja
- teils/teils
- nein

Nun einige Fragen zur Nutzung von Stadtgrünflächen

11. Nutzen Sie eine Grünanlage der näheren Umgebung Ihrer Wohnung?

Wenn ja, welche?

- oft
- manchmal
- nie

12. Besuchen Sie folgende Grünanlagen am Wochenende:

	häufig	manchmal	selten
Heide			
Peißnitz			
Rabeninsel			
Galgenberg			
Saaleau b. Beesen			
Zoo			
Botan. Garten			
Pestalozzipark			
Stadtpark (Leninp.)			
Klausberge			
Ziegelwiese			

13. Fahren Sie am Wochenende mal raus aus der Stadt ins Grüne?

- ja, häufig

- ich gieße öfter
 ich nutze mehr Regenwasser

18. Wie häufig gießen Sie in der Regel in Ihrem Garten im Sommerhalbjahr?
 täglich
 mehrmals wöchentlich
 am Wochenende
19. Wieviel Wasser verbrauchen Sie durchschnittlich im Monat in Ihrem Garten?
ca. l
20. Woher beziehen Sie überwiegend Ihr Gießwasser?
 Wasserleitung
 Regentonne (Metall)
 Regentonne (Plaste)
21. Wie hoch sind Ihre jährlichen Aufwendungen für Gartenbedarf (Pflanzen, Sämereien, Dünger, Pflanzenschutzmittel, Gartengeräte)
ca. DM
22. Was halten Sie von einem teilweise ökologischen Garten? (z. B. Blumenwiese als Nahrungsquelle für Insekten und Kleintiere anstatt ausschließlich gepflegten Rasens, Feuchtbiotop ("Tümpel"), Verzicht auf künstliche Dünge- und Schädlingsbekämpfungsmittel usw.)
 kommt für mich nicht in Frage
 diese Art des Gärtnerns würde mir zusagen
 mein Garten ist bereits nach ökologischen Gesichtspunkten angelegt
 erlauben meine Nachbarn nicht

23. Welche Art der Bodenverbesserung wenden Sie hauptsächlich an?
Ich verwende:
 Torf
 Kompost
 Kalk
 Phosphatdünger
- Stickstoffdünger
 Mehrbereichsdünger
 keine
24. Verwenden Sie in Ihrem Kleingarten Schädlingsbekämpfungsmittel?
 regelmäßig
 manchmal
 nie
25. Nach welchen Vorstellungen gestalten Sie Ihren Garten? (Bitte nur eine Antwort ankreuzen!)
 Ich versuche, meinen Garten "pflegeleicht" zu gestalten.
 Ich versuche, den Garten schön zu gestalten.
 Ich versuche, beim Anbau meiner Nutzpflanzen so rationell wie möglich vorzugehen.
 Über Gartengestaltung mache ich mir wenig Gedanken.
- Nun einige Fragen zur Nutzung Ihres Gartens**
26. Wie oft halten Sie sich im Sommerhalbjahr im Garten auf?
 täglich
 mehrmals wöchentlich
 nur am Wochenende
27. Wie lange halten Sie sich im Sommerhalbjahr an einem Werktag durchschnittlich im Garten auf?
 bis zu 1 Stunde
 1 bis 3 Stunden
 3 bis 6 Stunden
 6 bis 9 Stunden
 mehr als 9 Stunden
28. Ab wann sind Sie werktags im Sommerhalbjahr üblicherweise im Garten?
ab..... Uhr
29. Wie lange halten Sie sich am Wochenende im Sommerhalbjahr durchschnittlich im Garten auf?

- bis zu 1 Stunde
 - 1 bis 3 Stunden
 - 3 bis 6 Stunden
 - 6 bis 9 Stunden
 - mehr als 9 Stunden
30. Ab wann sind Sie am Wochenende im Sommerhalbjahr üblicherweise im Garten?
ab..... Uhr
31. Wie oft halten Sie sich im Winterhalbjahr im Garten auf?
- täglich
 - mehrmals wöchentlich
 - einmal in der Woche
 - ein- bis zweimal im Monat

- Ich darf an meiner Laube keine Anbauten vornehmen.
- Das Grundstück ist zu klein.
- Der Garten kann von allen Seiten eingesehen werden.
- Die Bodenbeschaffenheit ist schlecht.
- Ich fühle mich durch Nagetiere und Ungeziefer gestört.
- Die Vereinsordnung ist zu streng.
- Ich fühle mich durch meine Nachbarn gestört.
- Nutzungsbeschränkungen, und zwar
- Auflagen, und zwar
-

36. Wie groß ist die Grundfläche Ihrer Laube?
..... m²

37. Wie ist Ihre Laube ausgestattet?
- Strom vorhanden
 - fließendes Wasser
 - Pumpe
 - Toilette
 - Ofen
 - Übernachtungsmöglichkeit

38. Welche Vereinseinrichtungen halten Sie für notwendig?
- Vereinsheim
 - Sportmöglichkeit
 - Kinderspielplatz
 -

39. Ziehen Sie in Erwägung, Ihren Garten aufzugeben?
- nein
 - ja, aus Gesundheits- oder Altersgründen
 - ja, wegen Zeitmangel
 - ja, weil Gründe für die Anpachtung entfallen sind
 - z. B. Kinder aus dem Haus
 - z. B. seit der Wende großes Angebot an Gartenfrüchten im Handel
 - ja, wegen Ortswechsel
 - ja, wegen Wohnungswechsel

32. Wie erreichen Sie Ihren Garten in der Regel? (Bitte nur eine Antwort ankreuzen!)
- zu Fuß
 - mit dem Fahrrad
 - mit dem Moped oder Motorrad
 - mit dem Auto
 - mit öffentlichen Verkehrsmitteln

33. Wie lange brauchen Sie normalerweise, um Ihren Garten zu erreichen?
- 0 - 15 min.
 - 15 - 30 min.
 - 30 - 45 min.
 - 45 - 60 min.
 - mehr als 60 min.

34. Wie groß ist die Entfernung zwischen Ihrer Wohnung und Ihrem Garten?
..... km

35. Gibt es etwas, was Ihnen an Ihrer Kleingartenanlage nicht gefällt?
- räumliche Lage, und zwar
 - Verkehrsanbindung, Erreichbarkeit
 - Umweltbelastungen, und zwar
 - Ausstattung der Anlage

- ja, wegen Anpachtung eines anderen Gartens
 ja, finanzielle Gründe

40. In verschiedenen Städten mussten wegen hoher Bodenbelastung Nutzungs- und Anbau einschränkungen für Kleingärten ausgesprochen werden. Wie würden Sie reagieren, wenn wegen hoher Umweltbelastungen in Ihrer Kleingartenanlage aus diesen Gründen der Verzehr von Gemüse als gesundheitsgefährdend eingeschätzt werden müsste?

- Ich würde den Garten aufgeben, weil mir der Gemüseanbau wichtig ist.
 Es würde mich zwar stören, aber ich würde den Garten behalten.
 Ich würde mich nicht sonderlich daran stören, weil der Gemüsebau nicht besonders wichtig für mich ist.
 Ich würde trotzdem den Garten so weinternutzen wie bisher.

41. Verbringen Sie Ihre Urlaubstage überwiegend im Garten?

- ja
 nein

42. Übermachten Sie im Sommerhalbjahr häufig am Wochenende oder im Urlaub im Garten?

- ja
 zeitweise
 nein

43. Was empfinden Sie bei der Nutzung Ihres Gartens als störend?

- zu große Entfernung bis zum Garten
 geringe Parzellengröße
 beschränkte Übernachtungsmöglichkeiten
 Umgebungslärm
 schlechte Luft
 fehlende Parkmöglichkeiten für PKW
 fehlende Möglichkeiten für das Kinderspiel
 störender Durchgangsverkehr fremder Personen

Nun einige Fragen zu Ihrer Person (natürlich anonym)

44. Wie alt sind Sie?

- 20 bis 30 Jahre
 30 bis 40 Jahre
 40 bis 50 Jahre
 50 bis 60 Jahre
 über 60 Jahre

45. Leben Sie gegenwärtig?

- allein (ledig, verwitwet, geschieden)
 in einer Ehe (o. eheähnliche Gemeinschaft)

46. Sind Sie z. Z. erwerbstätig?

- ja
 nein, ich bin Rentner/Rentnerin
 nein, ich bin Hausfrau/-mann
 nein, z. Z. nicht

47. Wieviele Personen leben in Ihrem Haushalt? (Sie selbst mitgerechnet)

- Erwachsene im arbeitsfähigen Alter (einschl. volljährige Kinder)
 Kinder über 14 Jahre
 Kinder zwischen 6 und 14 Jahren
 Kinder unter 6 Jahren
 Erwachsene im Rentenalter

Vielen Dank für Ihre Mitarbeit. Bitte reichen Sie den Fragebogen an den Vorstand Ihrer Kleingartenanlage zurück. Wir informieren Sie nach Auswertung der Fragebögen gern über das Gesamtergebnis.

ANLAGEN

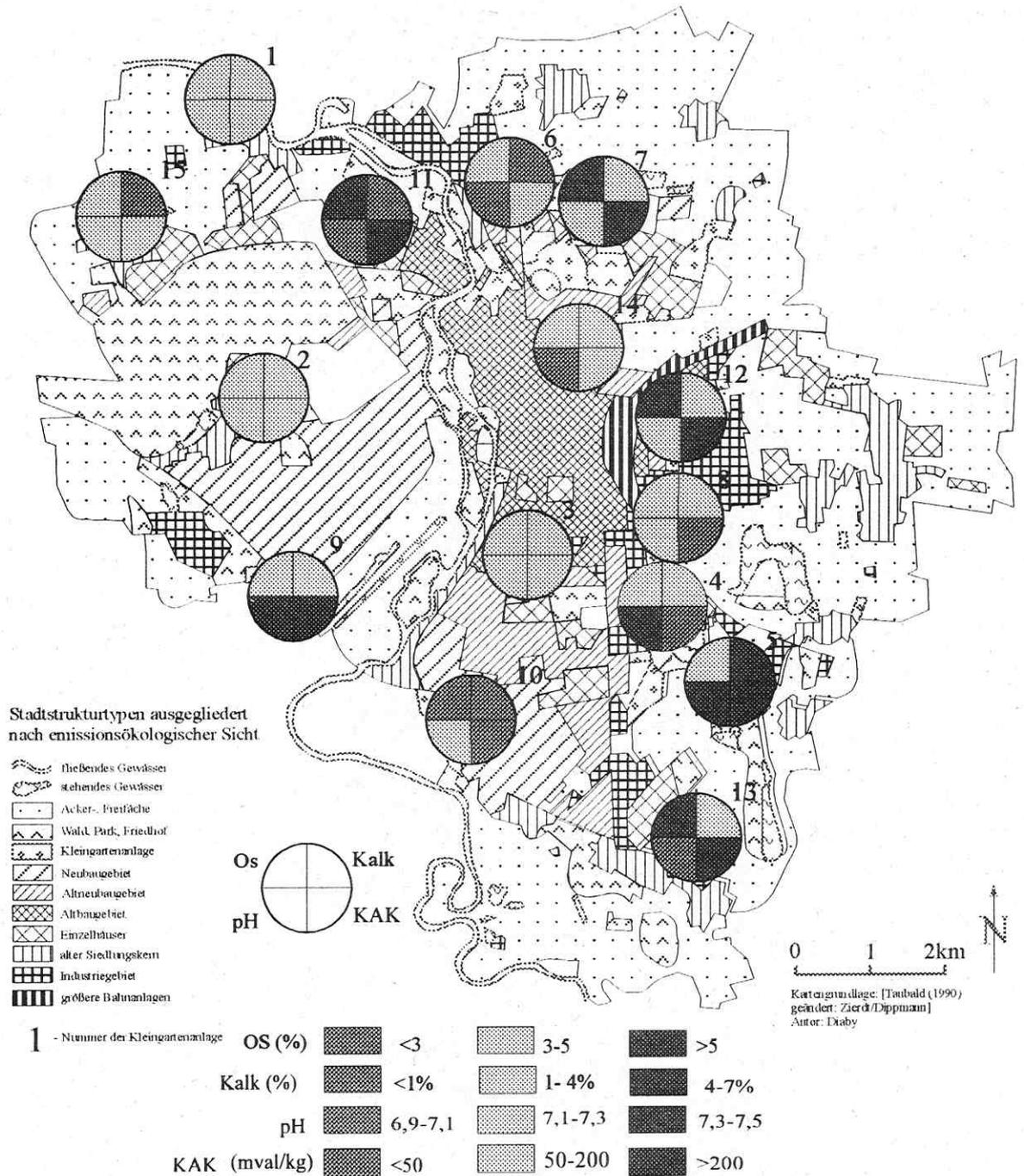
- 1 - Pedologische Kenngrößen, Schwermetallgesamtgehalte und Grenzwertfaktoren (Tiefenverteilung)**
- 2 - Grenzwertfaktoren und Toxizität (Oberböden 1992/93)**
- 3 - H₂O- und CaCl₂-lösliche Schwermetallgehalte**
- 4 - NH₄Cl-lösliche Schwermetallgehalte**
- 5 - Pflanzen-Grenzwertfaktoren 1992/93**
- 6 - Transferfaktoren**
- 7 - Anreicherungsfaktoren**

Anlage (Nr.)	Garten	Horizont	Schwermetallgesamtgehalte in mg/kg								
			Cd	Cr	Cu	Ni	Pb	Zn	Mn	Fe (%)	
Saale-Tal (1)	38	RAp1	0,86	20,5	32,3	26,4	42	142	554	1,70	
		RAp2	1,78	22,9	30,7	25,5	51	145	616	1,90	
		yYR	0,72	23,4	19,7	27,4	39	88	556	1,80	
		fAh	0,57	18,8	15,3	25,9	8	59	436	1,60	
		fBv	0,64	18,7	17,7	24,6	17	52	508	1,70	
		fC	1,01	17,6	16,3	27,9	8	58	568	1,70	
	122	yYAp1	1,02	30,5	62,0	22,5	84	244	415	1,30	
		yYAp2	0,74	27,1	51,7	20,8	116	223	398	1,30	
		yjY1	1,16	30,8	47,0	20,7	84	186	386	1,30	
		yjY2	0,79	16,4	19,3	18,0	21	47	370	1,30	
		yjY3	0,80	19,1	15,3	26,8	13	58	527	1,70	
		fC	1,36	18,4	15,0	24,0	15	42	447	1,50	
	101	Ap1	0,83	17,2	15,8	15,5	6	64	310	1,00	
		Ap2	1,00	16,3	15,0	15,3	121	64	292	0,71	
		B	0,56	11,1	7,2	12,0	18	25	220	0,98	
		AhBt	0,67	16,0	9,9	17,9	6	28	299	1,14	
		C	0,78	20,2	13,1	22,1	16	39	381	1,41	
	Habichtsfang (2)	42	yYAp1	1,18	55,0	7,3	29,9	83	178	786	1,70
			yYAp2	1,38	51,3	7,4	30,6	84	159	716	1,60
yY1			0,99	31,7	5,9	32,7	71	83	756	1,60	
yY2			0,33	50,4	2,4	63,7	37	61	829	2,90	
Gr			0,42	56,0	2,3	47,7	37	67	692	2,70	
8		jYAp1	1,20	22,3	4,1	15,9	64	126	430	0,90	
		jYAp2	1,30	23,6	4,1	15,9	63	111	412	0,90	
		jY	0,71	18,9	2,7	14,1	51	44	321	0,80	
		C	0,77	18,0	2,1	14,5	35	22	83	0,70	
		CGo1	0,67	19,8	1,3	20,9	32	29	225	0,70	
		CGo2	0,73	16,1	0,7	17,9	29	22	60	0,55	
		CGr	0,94	8,0	0,7	8,8	27	9	40	0,40	
78		RAp1	1,43	37,2	8,8	30,9	98	340	686	2,10	
		RAp2	1,31	30,8	6,3	27,3	74	138	811	1,50	
		R	0,65	28,8	4,8	35,5	48	77	820	1,70	
		Go1	0,24	61,0	26,3	50,9	48	115	281	0,50	
		Go2	0,52	64,7	46,4	30,6	45	82	224	0,50	
Paul-Riebeck-Stift (3)		22	RAp1	1,23	33,2	13,1	19,3	143	273	576	1,71
			RAp2	2,39	35,0	15,4	17,2	137	270	597	1,92
	R		0,59	30,8	13,3	26,2	119	133	508	1,58	
	IC		0,67	40,5	5,0	22,1	24	73	526	1,72	
	C1		0,96	29,1	3,2	18,9	19	47	369	1,63	
	Acker	C2	0,52	28,7	2,6	12,2	19	37	285	1,52	
		Ah1	1,13	16,0	50,1	28,4	49	36	254	0,47	
		Ah2	1,00	15,2	40,0	13,9	31	110	235	1,10	
		Bv	0,56	11,2	5,9	7,2	nn	2	41	1,11	
		C	0,63	4,9	5,4	5,8	32	15	7	1,11	
	278	CGo	0,35	4,6	3,1	3,2	7	10	5	0,13	
		RAp1	0,97	35,1	12,3	18,1	93	220	473	1,54	
		RAp2	1,86	28,1	12,8	20,0	130	207	460	1,62	
		R	0,54	30,1	4,6	21,0	30	53	413	1,48	
		C1	0,48	32,9	2,9	27,8	18	53	324	1,86	
Dieselstraße (4)	21	C2	0,58	17,1	1,3	12,2	83	53	333	0,43	
		yYAp1	0,57	18,4	60,7	16,2	117	211	462	1,50	
		yYAp2	1,02	18,7	57,0	16,8	127	158	422	1,40	
		yY	0,77	12,9	44,0	14,7	83	71	479	1,40	
		Bv	0,55	13,8	21,3	19,4	21	35	417	1,70	
		Cv	0,55	17,2	21,0	19,3	39	36	376	1,80	
	Cn	0,82	20,0	18,0	21,7	17	35	320	1,80		
113	RAp1	1,39	34,4	70,8	19,7	99	257	541	1,60		

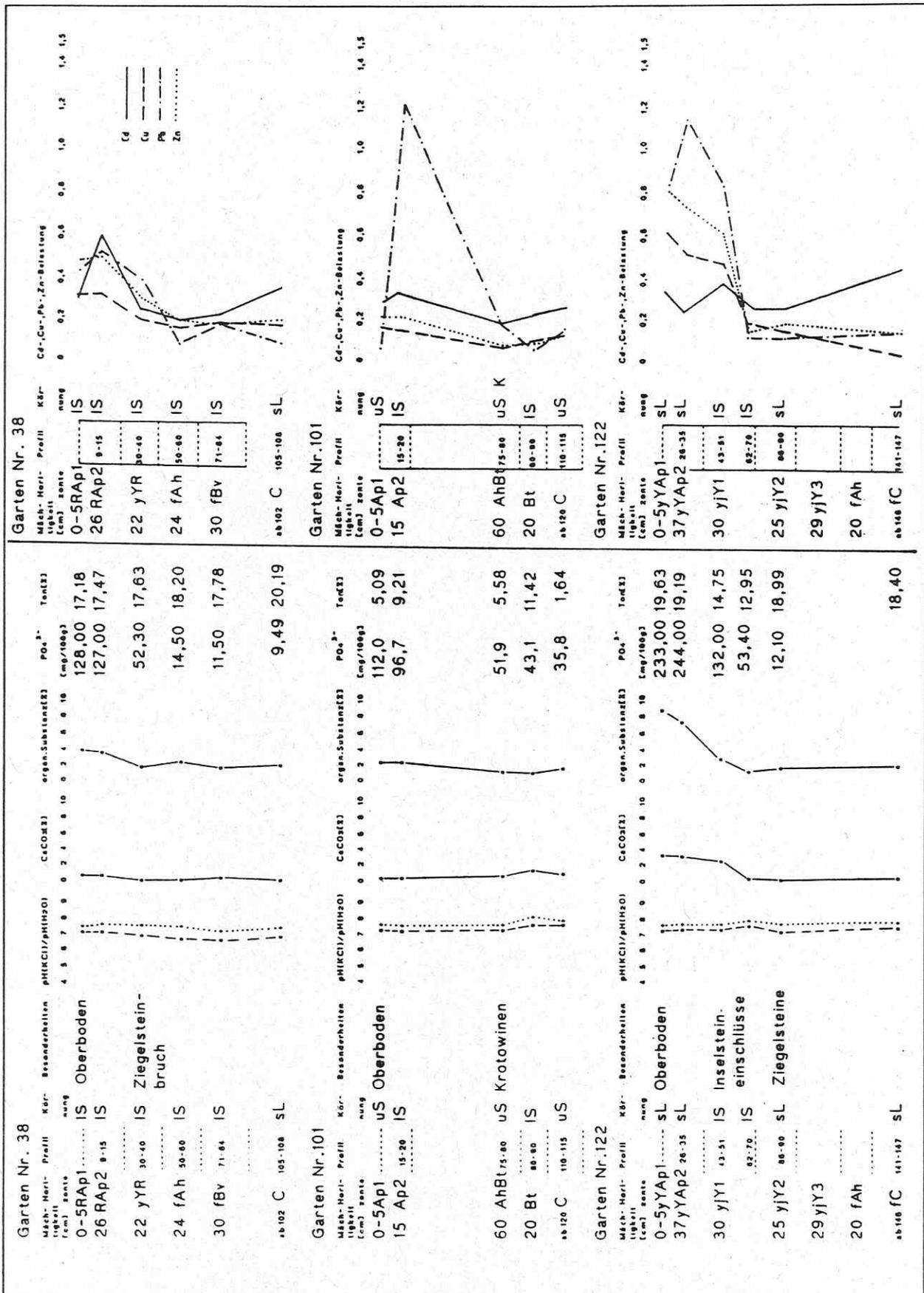
Anlage (Nr.)	Garten	Horizont	Schwermetallgesamtgehalte in mg/kg								
			Cd	Cr	Cu	Ni	Pb	Zn	Mn	Fe (%)	
		RAp2	1,70	28,8	67,3	21,1	81	186	602	1,90	
		R	1,11	17,4	36,0	18,1	41	80	497	1,70	
		Bv	1,33	72,4	47,7	21,0	80	179	740	1,80	
		Cn1	1,25	39,7	43,3	19,4	107	176	622	1,60	
		Cn2	1,04	15,4	39,7	18,0	73	77	463	1,50	
		145	jYAp1	1,07	11,6	15,7	16,2	38	30	382	1,40
			jYAp2	0,89	17,0	13,0	15,7	15	26	317	1,50
			jY1	0,66	17,6	15,0	15,1	17	32	264	1,50
			jY2	0,93	17,3	17,3	19,6	18	37	582	1,70
					0,70	20,4	10,3	20,8	16	43	323
			C	0,89	21,2	9,0	19,5	18	39	286	1,50
Osendorfer Hain (5)	1	jYRAp1	1,79	40,2	3,8	22,1	29	63	579	1,82	
		jYRAp2	1,73	30,9	3,7	20,0	24	73	320	1,41	
		jYR1	0,57	24,1	3,1	20,0	19	53	340	1,39	
		jYR2	0,56	27,3	2,7	19,1	18	43	299	1,41	
		jY	0,64	33,6	2,6	15,8	18	33	262	1,37	
	74	jYRAp1	1,00	28,9	9,5	20,5	64	147	415	1,42	
		jYRAp2	0,73	30,1	11,8	19,3	65	140	664	1,51	
		jYR	0,26	27,5	4,9	19,8	17	47	332	1,61	
		Jy	0,09	28,8	5,5	21,4	21	57	342	1,53	
	59	jYRAp1	1,11	34,3	8,5	20,4	63	157	420	1,45	
		jYRAp2	1,39	30,2	15,4	22,7	86	160	501	1,63	
		jYR1	0,32	34,2	3,8	21,8	21	57	335	1,57	
		jYR2	0,52	29,5	4,4	23,3	20	58	333	1,59	
	Oppiner Weg (6)	74	RAp1	0,75	15,4	43,3	17,8	147	232	380	1,79
RAp2			1,36	14,1	43,3	14,9	123	234	383	1,71	
R			1,49	10,5	18,0	15,2	63	87	365	1,57	
E			1,18	10,3	8,3	15,0	34	13	321	1,47	
fAp			1,40	16,3	10,3	13,6	36	24	310	1,40	
fBv			0,63	14,7	9,3	15,8	36	21	291	2,28	
IC			0,67	17,1	7,7	15,9	32	17	300	1,39	
54		RAp1	0,52	13,6	28,0	9,2	90	180	451	1,76	
		RAp2	1,21	10,5	24,7	17,2	88	157	429	1,65	
		R	0,67	31,8	14,7	17,8	39	37	457	1,71	
		C1	0,56	21,9	10,0	14,8	37	17	256	1,05	
5		RAp1	1,85	48,9	70,7	18,9	146	770	490	1,62	
		RAp2	1,50	43,2	68,3	17,4	114	287	490	1,60	
		R	0,92	33,6	17,3	16,6	41	25	486	1,49	
		C1	0,75	32,5	15,7	19,7	43	43	457	1,54	
		C2	0,64	27,3	13,3	20,5	42	20	368	1,24	
Küttener Weg (7)		49a	jYAp1	2,56	41,5	72,7	7,2	266	467	514	1,52
			jYAp2	1,37	37,6	69,7	19,5	194	480	549	1,51
			jY1	1,00	18,6	70,7	20,1	203	547	472	1,55
	yY		0,57	17,1	89,0	20,8	261	510	488	1,71	
	jY2		1,48	9,0	8,3	33,5	45	38	233	0,86	
	58	yjYAp1	1,11	43,3	63,0	11,9	135	460	519	1,59	
		yjYAp2	5,43	42,4	65,0	20,4	127	467	525	1,50	
		Bt	5,25	15,7	15,0	21,3	58	89	377	1,29	
		C	0,67	2,9	6,0	17,5	30	17	139	0,57	
	253	RAp1	1,01	35,8	31,3	7,8	105	n.b.	834	1,83	
		RAp2	1,31	33,2	28,0	20,9	115	230	890	1,86	
		R1	1,29	21,3	20,0	20,0	65	77	539	1,74	
		R2	0,99	15,4	13,7	19,4	42	30	460	1,56	
		Cv	1,05	16,7	14,0	18,7	41	23	422	1,60	
	Kanenaer Weg (57	RAp1	0,91	33,4	13,2	17,2	90	148	514	1,50
			RAp2	1,25	28,7	14,6	17,6	100	164	571	1,60
			R1	0,95	12,6	8,2	16,2	69	80	438	1,50

Anlage (Nr.)	Garten	Horizont	Schwermetallgesamtgehalte in mg/kg								
			Cd	Cr	Cu	Ni	Pb	Zn	Mn	Fe (%)	
	22	R2	1,39	14,3	3,4	16,9	19	52	360	1,70	
		Cv	0,40	23,7	3,3	25,5	39	53	337	2,11	
		RAp1	3,10	13,0	11,0	15,6	165	276	398	1,60	
		RAp2	1,66	16,5	14,4	15,5	96	261	398	1,70	
		R1	1,00	11,8	10,5	14,2	91	113	458	1,50	
		R2	0,57	17,8	4,7	20,0	19	54	379	1,65	
		Cv	0,56	25,8	3,4	26,4	18	54	355	2,10	
	111	jYRAp1	1,62	15,8	96,3	18,5	145	286	369	1,30	
		jYRAp2	1,29	16,1	80,7	19,0	162	305	460	1,50	
		jY	0,87	13,8	63,7	14,5	74	77	488	1,50	
		fAh	0,43	16,1	30,3	18,5	30	36	372	1,60	
		IC	0,55	25,5	25,7	20,0	15	37	297	1,70	
	Passendorfer Damm (9)	40	yYAp1	0,86	32,4	41,3	38,4	47	137	845	2,50
			yYAp2	1,01	30,9	38,7	36,9	35	132	884	2,60
			yY	0,83	28,9	38,3	39,1	44	104	907	2,70
yjY			0,66	30,0	34,3	42,4	27	89	1250	3,00	
115		RAp1	0,69	19,9	6,9	34,4	24	98	694	2,00	
		RAp2	0,61	22,1	7,5	38,3	17	73	796	2,30	
		R1	0,85	11,4	9,2	40,6	23	68	576	1,90	
		R2	0,74	34,4	5,2	33,6	11	39	576	2,30	
77		jYAp1	0,70	35,3	9,3	42,6	31	81	830	2,60	
		jYAp2	0,69	31,5	9,5	41,5	42	84	930	2,60	
		jY1	0,75	32,9	8,3	41,2	32	72	855	2,70	
		jY2	0,92	33,9	8,5	47,1	20	76	1075	3,00	
		fAh	1,90	22,4	7,2	48,4	18	90	1275	2,90	
		fC	1,12	36,5	7,6	55,1	18	98	1133	2,90	
Sonne (10)		112	RAp1	0,97	16,6	22,0	16,2	71	80	349	0,85
	RAp2		0,47	20,1	20,3	14,7	39	97	273	0,78	
	R		0,37	18,6	15,3	14,3	27	30	241	0,71	
	C		0,43	15,2	20,3	20,1	14	23	125	0,58	
	GCo		1,60	14,1	86,3	30,1	15	33	35	0,58	
	81	RAp1	1,63	29,9	53,0	13,1	61	143	362	0,95	
		RAp2	1,33	8,7	51,3	13,9	53	150	357	0,94	
		R	0,77	20,8	8,3	14,8	14	20	424	0,97	
		fAh	0,77	16,3	7,0	17,4	12	15	446	1,10	
		fGo	0,47	15,6	4,3	14,8	9	14	180	1,08	
	225	RAp1	0,66	22,5	13,3	14,5	19	60	314	0,98	
		RAp2	0,57	20,4	13,3	14,6	2	32	343	0,89	
		fAh1	0,44	13,0	8,7	16,6	15	41	364	0,90	
		fAh2	0,44	13,9	7,8	21,0	16	28	316	0,97	
		CGo	0,62	23,6	6,7	19,3	n.n.	57	43	1,23	
Fuchsberg (11)	75	RAp1	1,27	26,9	9,8	12,8	127	228	407	1,10	
		RAp2	1,15	8,2	11,1	15,3	130	235	587	1,50	
		R	1,35	9,2	10,0	13,3	128	184	448	1,80	
		mC	0,52	107	1,2	5,9	41	33	140	1,70	
	145	RAp1	1,09	26,1	9,0	10,3	122	160	420	1,30	
		RAp2	1,19	27,8	9,4	9,1	124	164	424	1,30	
		R1	1,03	19,8	8,5	6,1	128	120	417	1,30	
		R2	0,56	16,9	1,6	5,3	39	12	308	0,82	
		mC	0,87	23,5	0,7	4,4	27	2	154	0,60	
	277	RAp1	1,35	20,3	6,7	10,0	83	168	419	1,10	
		RAp2	1,65	20,1	6,7	6,1	80	168	426	1,20	
		R1	0,91	29,6	3,1	10,1	59	42	348	0,80	
		R2	0,63	10,2	0,7	7,4	27	17	174	0,70	
		mCn	0,40	15,4	0,9	7,4	31	3	126	1,80	
	Freiimfelder Schloß (12)	175	yYAp1	1,21	31,4	34,5	20,2	157	393	564	2,10
yYAp2			1,14	30,5	24,3	20,2	133	340	473	1,77	

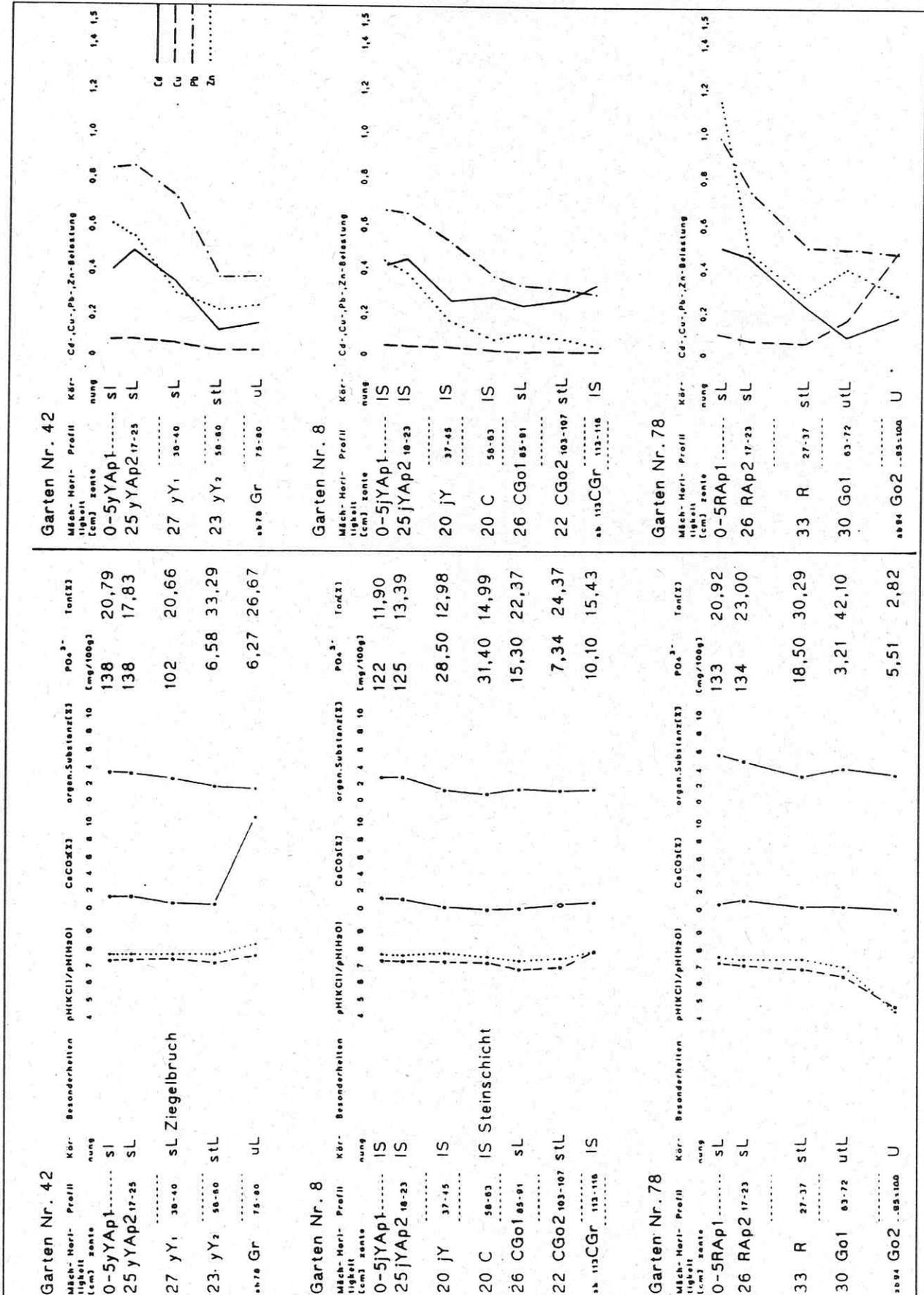
Anlage (Nr.)	Garten	Horizont	Schwermetallgesamtgehalte in mg/kg									
			Cd	Cr	Cu	Ni	Pb	Zn	Mn	Fe (%)		
		yY1	0,77	31,7	28,8	17,8	134	290	463	1,72		
		yY2	0,87	23,9	22,8	20,6	105	150	415	1,56		
		135 yYAp1	1,16	35,2	22,4	22,7	240	430	593	1,99		
		yYAp2	1,25	32,3	21,7	23,4	179	420	591	2,03		
		yY1A	1,18	0,0	21,7	21,5	187	330	603	2,02		
		yY2	0,68	25,8	21,4	17,3	142	330	488	1,76		
		fAhGo	0,67	25,1	5,7	21,1	42	163	596	1,70		
		122 RAp1	1,07	27,6	18,2	20,6	135	333	570	1,95		
		RAp2	1,02	23,2	16,6	19,3	283	353	543	1,89		
		R	1,09	28,0	15,4	18,5	185	217	448	1,55		
		Bv	0,78	20,6	6,0	18,6	25	30	338	1,16		
		C	0,71	18,1	2,0	12,9	13	12	210	0,89		
		Radeweller Straße (13)		12 jYRAp1	0,79	34,2	9,6	23,3	51	133	685	1,86
				jYRAp2	0,90	40,4	9,0	21,0	74	217	681	1,75
				jYR	0,94	34,9	2,8	9,3	34	59	645	1,67
jY	0,70			20,1	2,8	10,3	12	100	155	0,72		
54 jYRAp1	1,36			28,4	7,4	21,0	48	200	586	1,71		
jYRAp2	0,96			40,8	8,1	21,3	55	217	675	1,84		
jYR	0,43			27,0	3,6	8,0	25	43	553	1,69		
jY	0,66			14,9	1,5	19,9	15	160	134	0,66		
	0,37			12,3	1,5	21,7	10	10	108	1,16		
26 jYRAp1	0,81			31,7	7,6	21,9	58	217	706	1,78		
jYRAp2	0,74			32,7	8,5	18,1	63	227	669	1,83		
jYR	0,62			25,4	4,8	14,7	30	53	616	1,60		
jY1	0,51			17,6	2,5	25,3	13	11	187	1,10		
jY2	0,27			28,8	3,6	22,8	20	50	655	2,11		
Pauluskirche (14)				9 jyYAp1	1,00	31,5	9,5	4,7	105	176	532	1,70
		jyYAp2	1,13	21,2	8,8	16,5	110	168	499	1,60		
		jyY1	1,01	20,9	4,5	17,0	82	28	303	1,10		
		jyY2	0,63	46,9	2,3	12,7	45	10	196	0,80		
		fAh	0,63	52,5	3,0	8,6	40	36	307	1,80		
		27 RAp1	1,04	33,4	3,9	25,1	41	44	332	2,30		
		RAp2	1,04	35,7	13,8	26,6	131	184	420	1,80		
		RAp3	0,94	37,2	13,1	18,2	125	197	423	1,90		
		R1	0,94	35,9	11,5	18,4	116	185	412	1,70		
		R2	1,13	26,8	6,2	17,5	40	44	315	1,70		
		iC	0,60	12,8	7,8	20,9	108	220	490	1,40		
		47 RAp1	1,51	29,6	9,4	14,9	141	260	620	1,80		
		RAp2	1,81	24,0	11,0	17,4	106	87	502	1,60		
		R1	0,71	34,2	3,9	21,0	24	60	484	1,90		
		R2	0,72	29,4	2,5	4,9	25	37	280	1,60		
iC	0,81	11,2	0,8	4,9	11	10	38	1,40				
Dörlau (15)		45b Ap1	0,79	18,1	53,8	11,6	12	78	378	1,00		
		Ap2	1,03	13,1	18,6	23,2	42	74	368	1,02		
		Ap3	0,57	16,8	12,8	23,7	15	59	391	1,06		
		fAh	0,87	17,0	10,0	18,2	42	72	373	1,08		
		C	0,56	19,1	6,2	12,5	34	25	183	1,39		
		Cgo	0,50	12,0	1,9	2,3	15	2	15	0,96		
		49 Ap1	0,93	8,3	16,0	13,3	74	66	256	0,58		
		Ap2	1,00	10,6	16,6	14,3	n.n.	65	276	0,71		
		yAp	0,63	11,8	13,5	14,0	30	52	273	0,75		
		fGoAh	0,61	10,5	6,4	14,4	10	34	303	0,71		
		100 jyAp1	0,91	4,0	16,0	13,5	n.n.	83	256	0,08		
		jyAp2	1,04	11,9	16,7	14,0	1	101	249	0,76		
		jY	0,72	10,5	7,5	13,0	154	46	165	0,77		



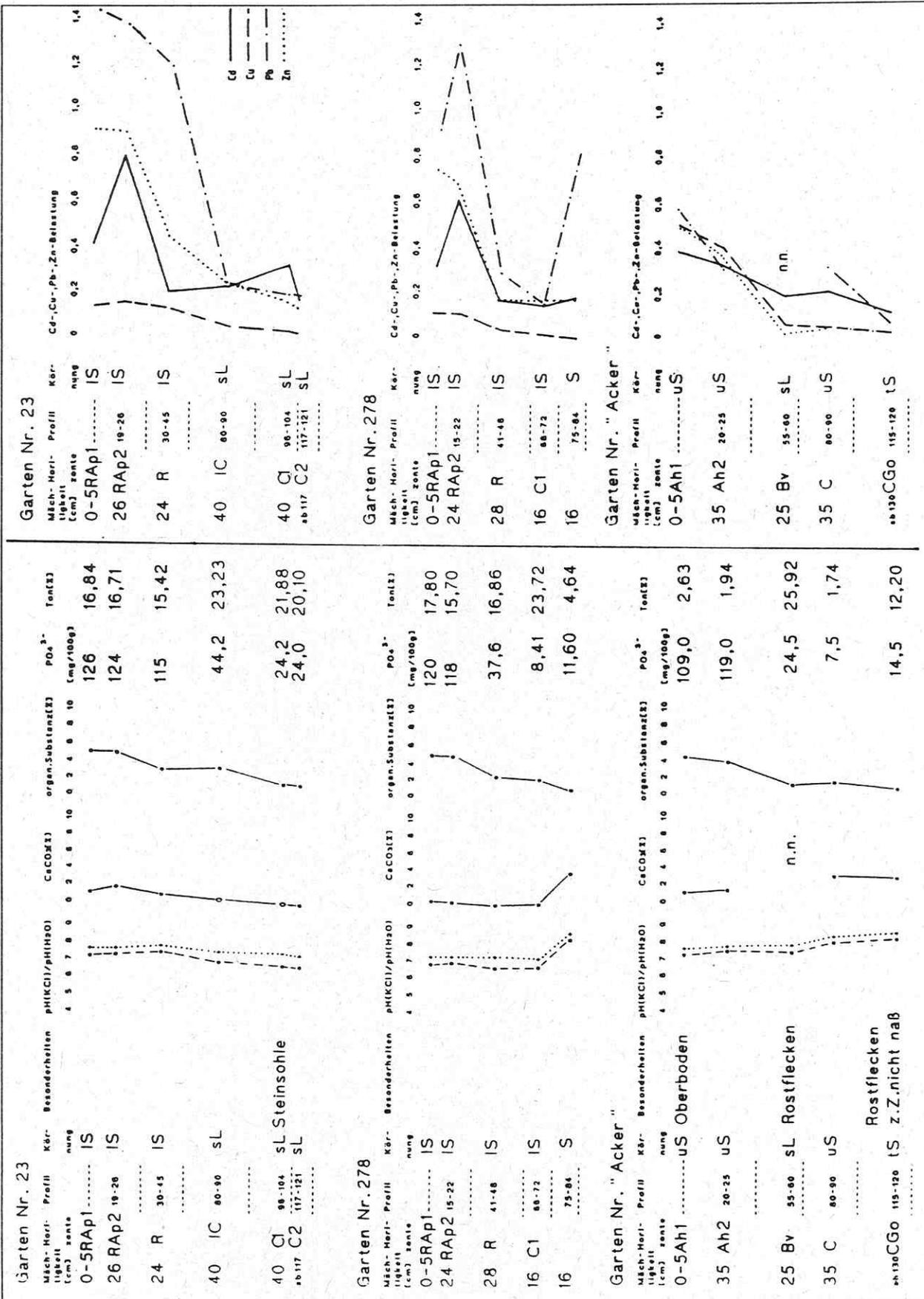
Anlage 1-3/1: Tiefenverteilung von Schwermetallen (Grenzwertfaktoren) und pedologischen Kenngrößen in der KGA „Saaletal“



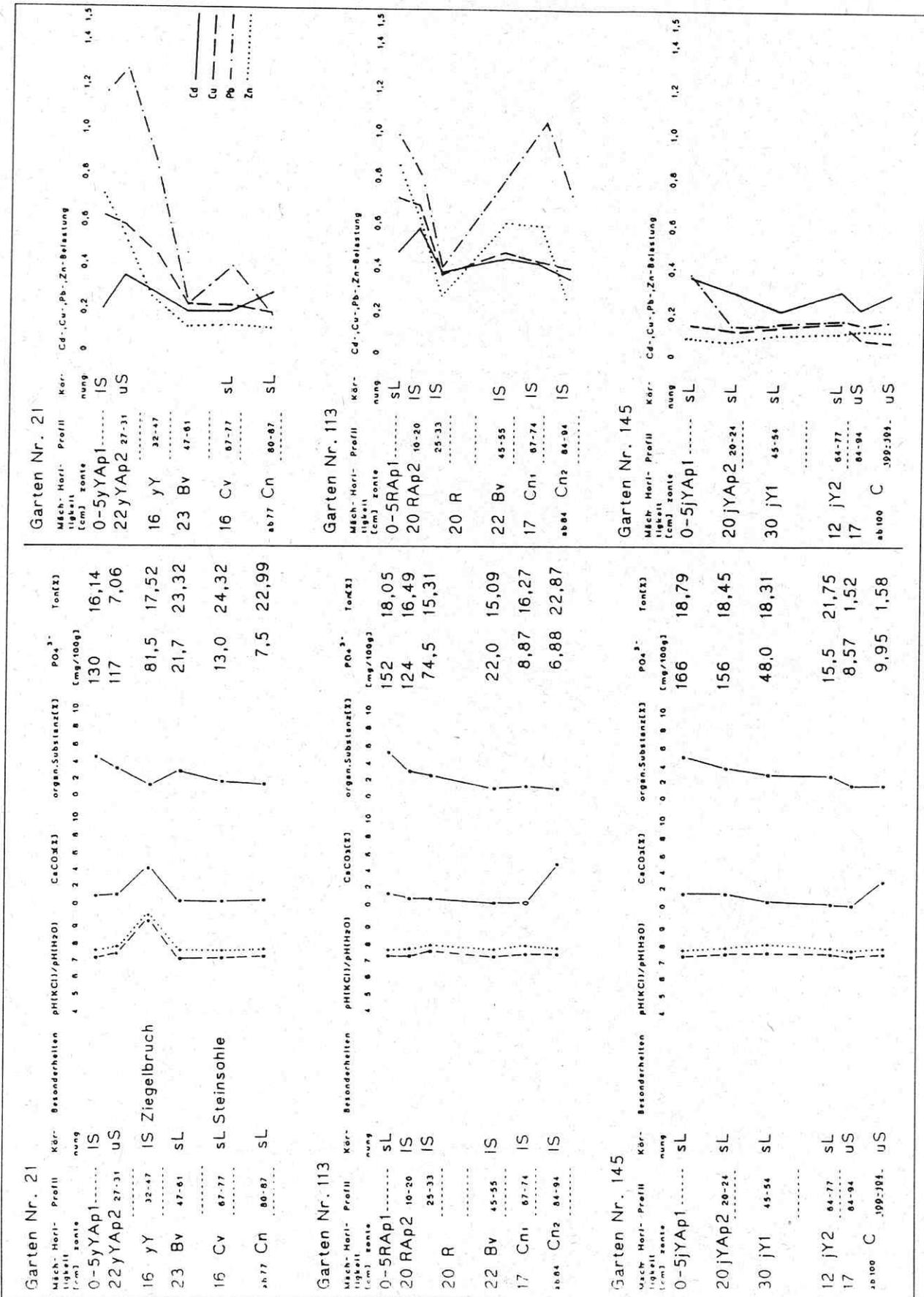
Anlage 1-3/2: Tiefenverteilung von Schwermetallen (Grenzwertfaktoren) und pedologischen Kenngrößen in der KGA „Habichtsfang“



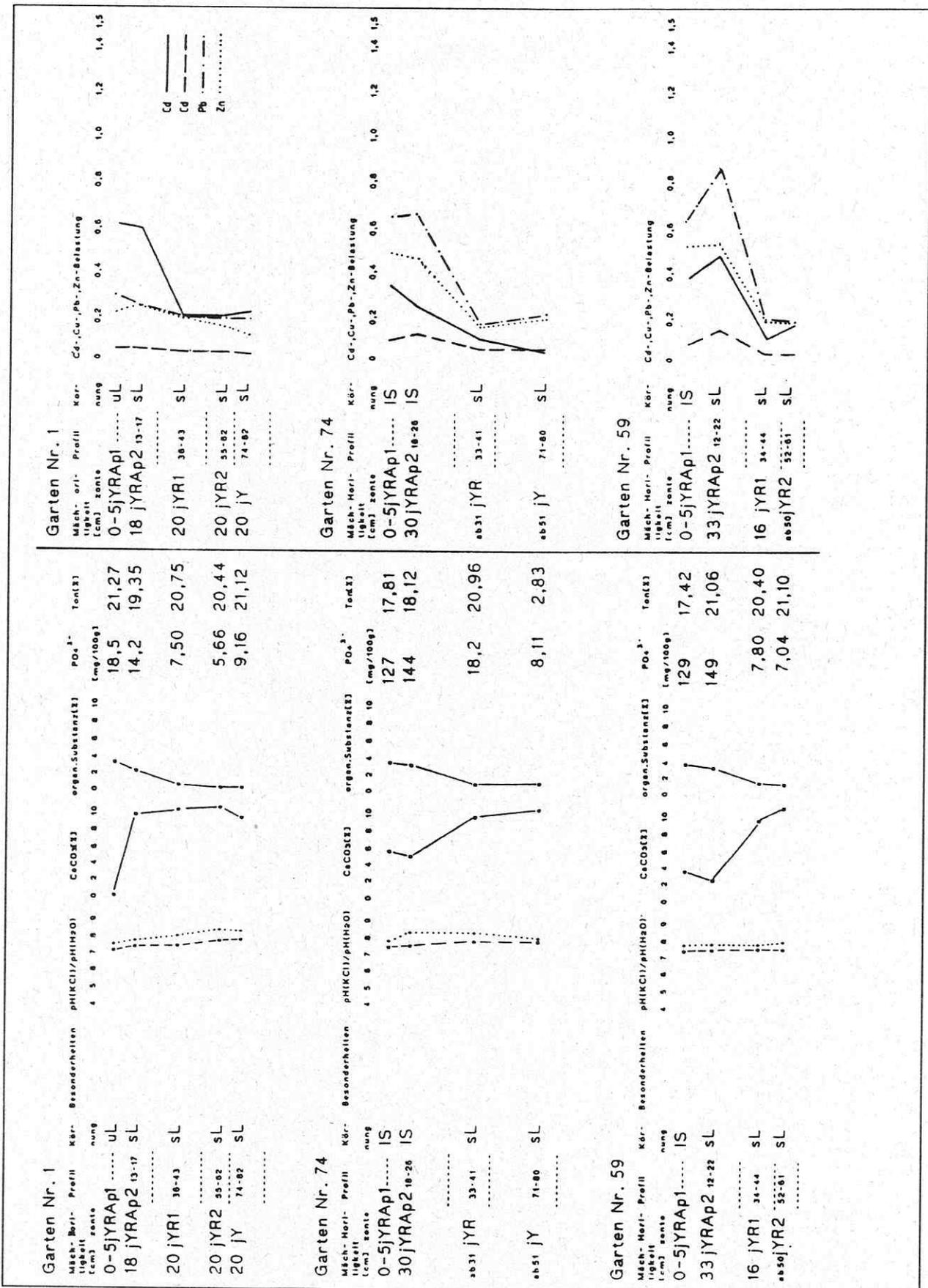
Anlage 1-3/3: Tiefenverteilung von Schwermetallen (Grenzwertfaktoren) und pedologischen Kenngrößen in der KGA „Paul-Riebeck-Stift“



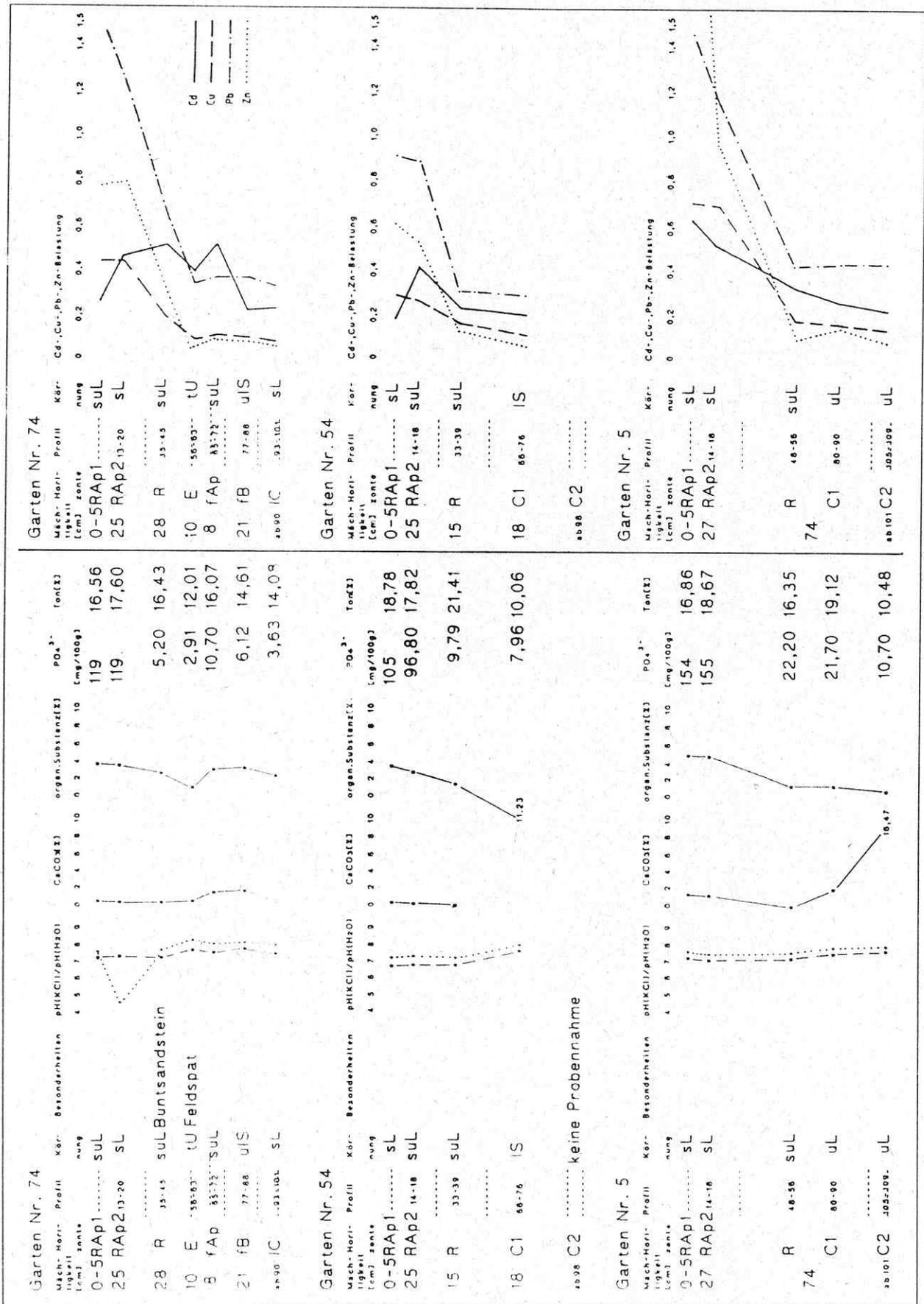
Anlage 1-3/4: Tiefenverteilung von Schwermetallen (Grenzwertfaktoren) und pedologischen Kenngrößen in der KGA „Dieselstraße“



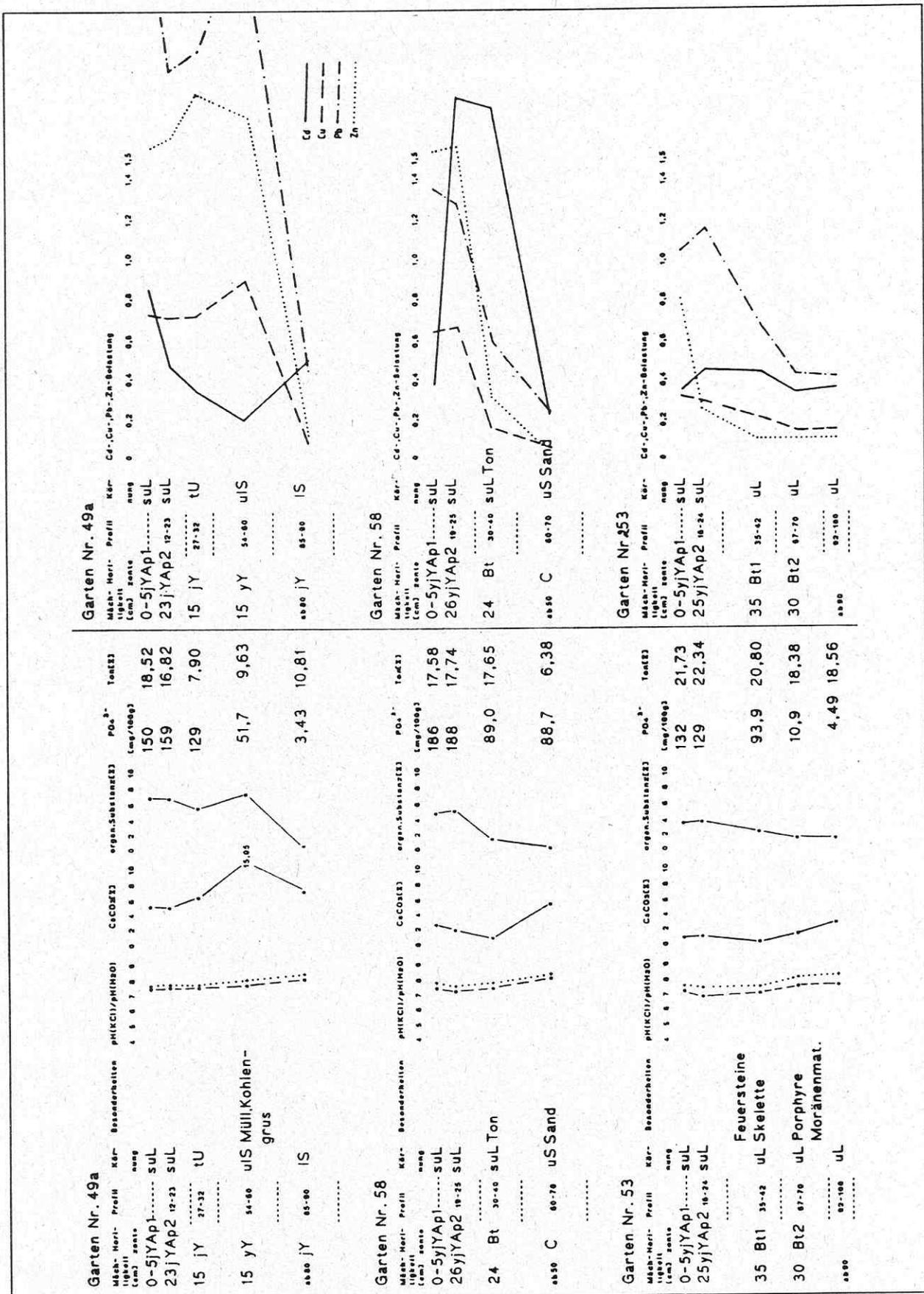
Anlage 1-3/5: Tiefenverteilung von Schwermetallen (Grenzwertfaktoren) und pedologischen Kenngrößen in der KGA „Osendorfer Hain“



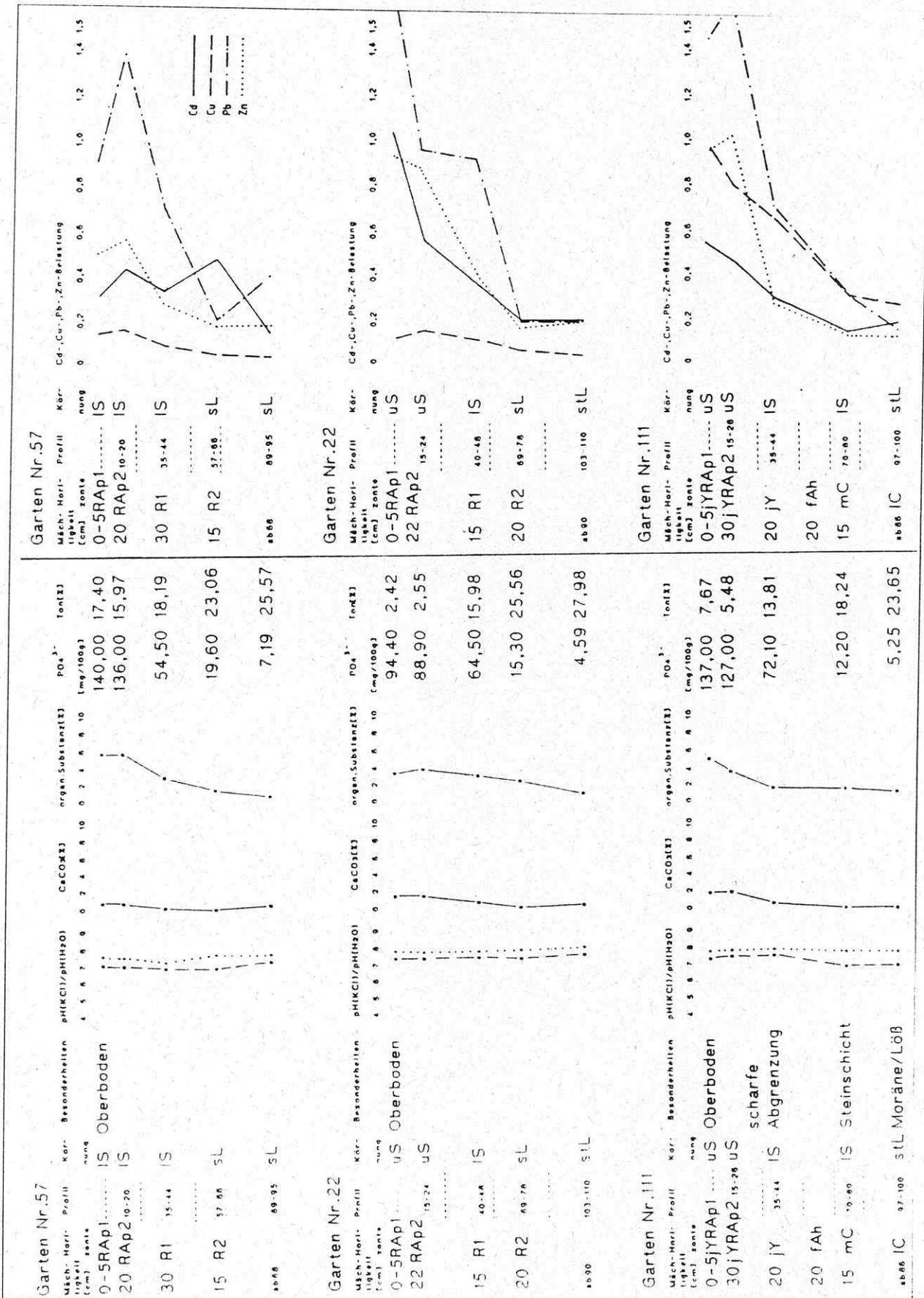
Anlage I-3/6: Tiefenverteilung von Schwermetallen (Grenzwertfaktoren) und pedologischen Kenngrößen in der KGA „Oppiner Straße“



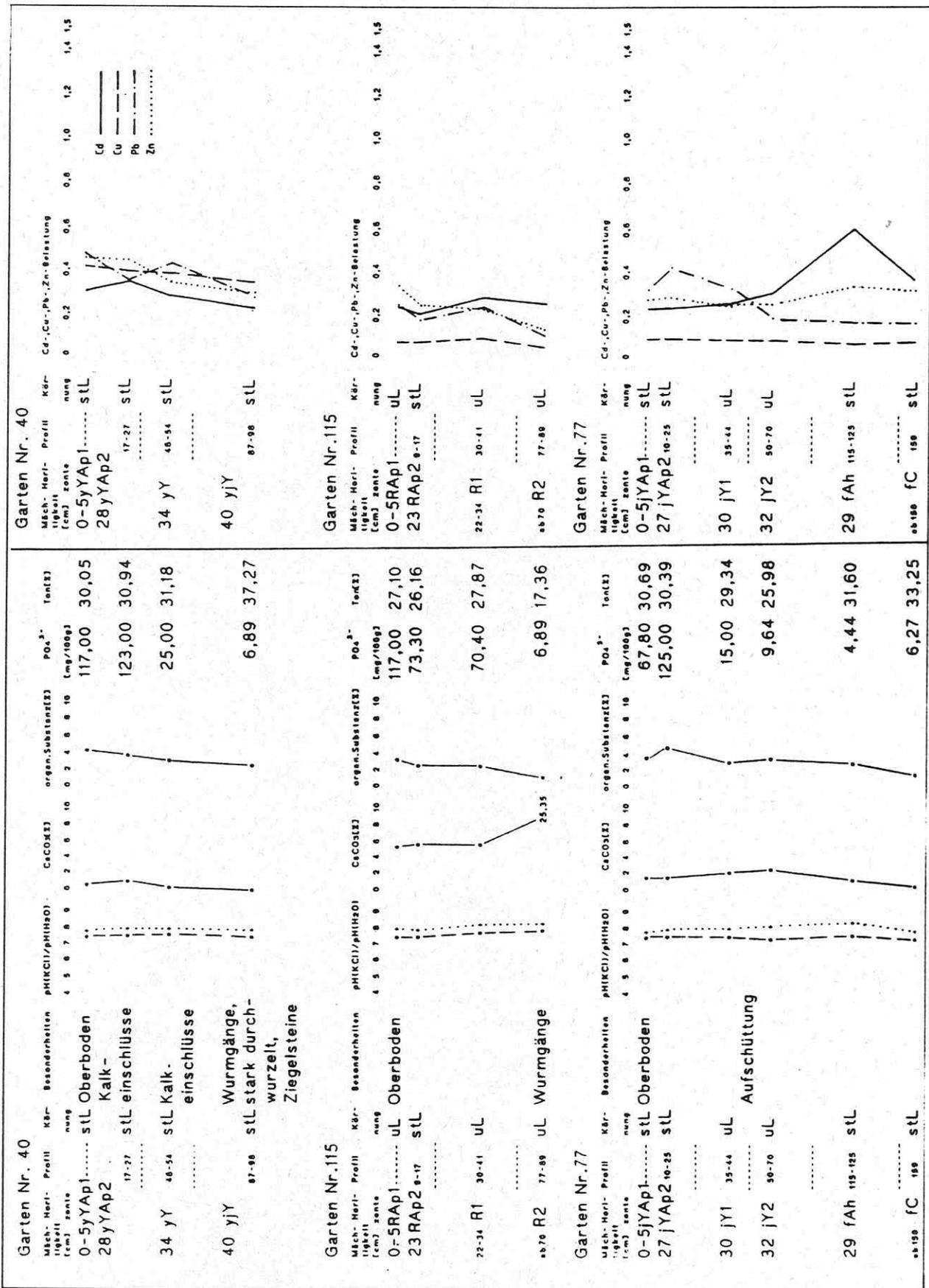
Anlage 1-3/7: Tiefenverteilung von Schwermetallen (Grenzwertfaktoren) und pedologischen Kenngrößen in der KGA „Küttener Weg“



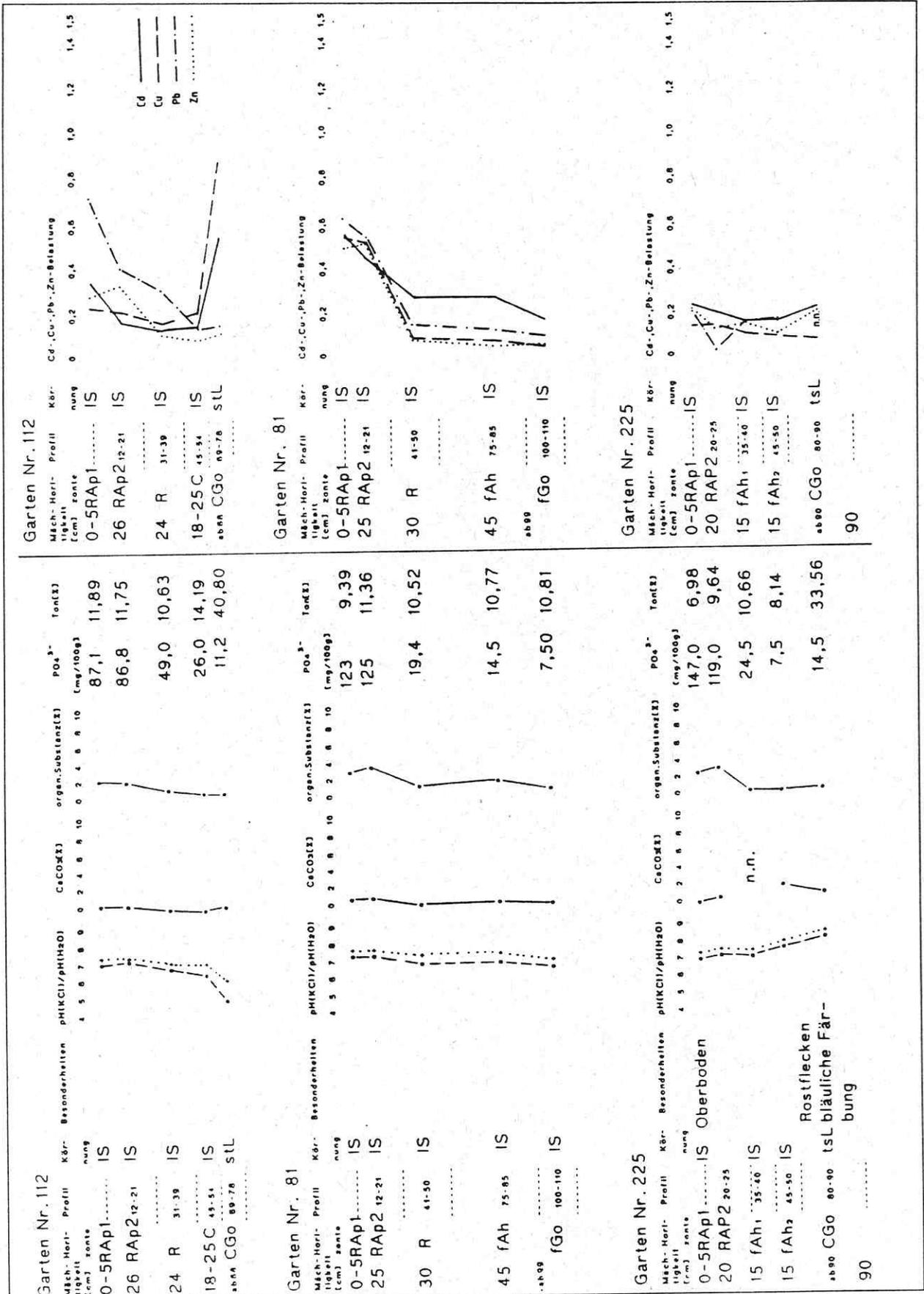
Anlage 1-3/8: Tiefenverteilung von Schwermetallen (Grenzwertfaktoren) und pedologischen Kenngrößen in der KGA „Kanenaer Weg“



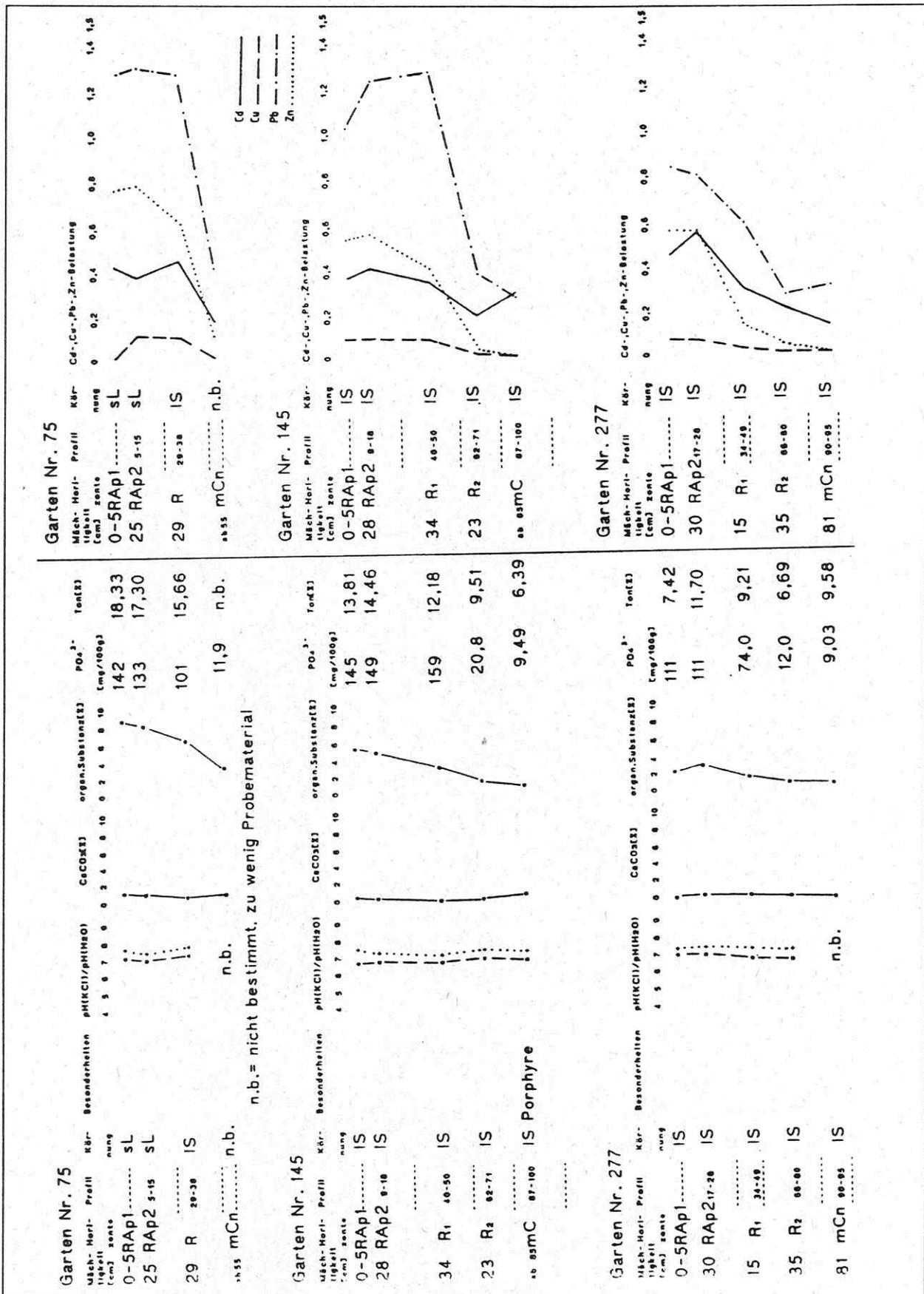
Anlage 1-3/9: Tiefenverteilung von Schwermetallen (Grenzwertfaktoren) und pedologischen Kenngrößen in der KGA „Passendorfer Damm“



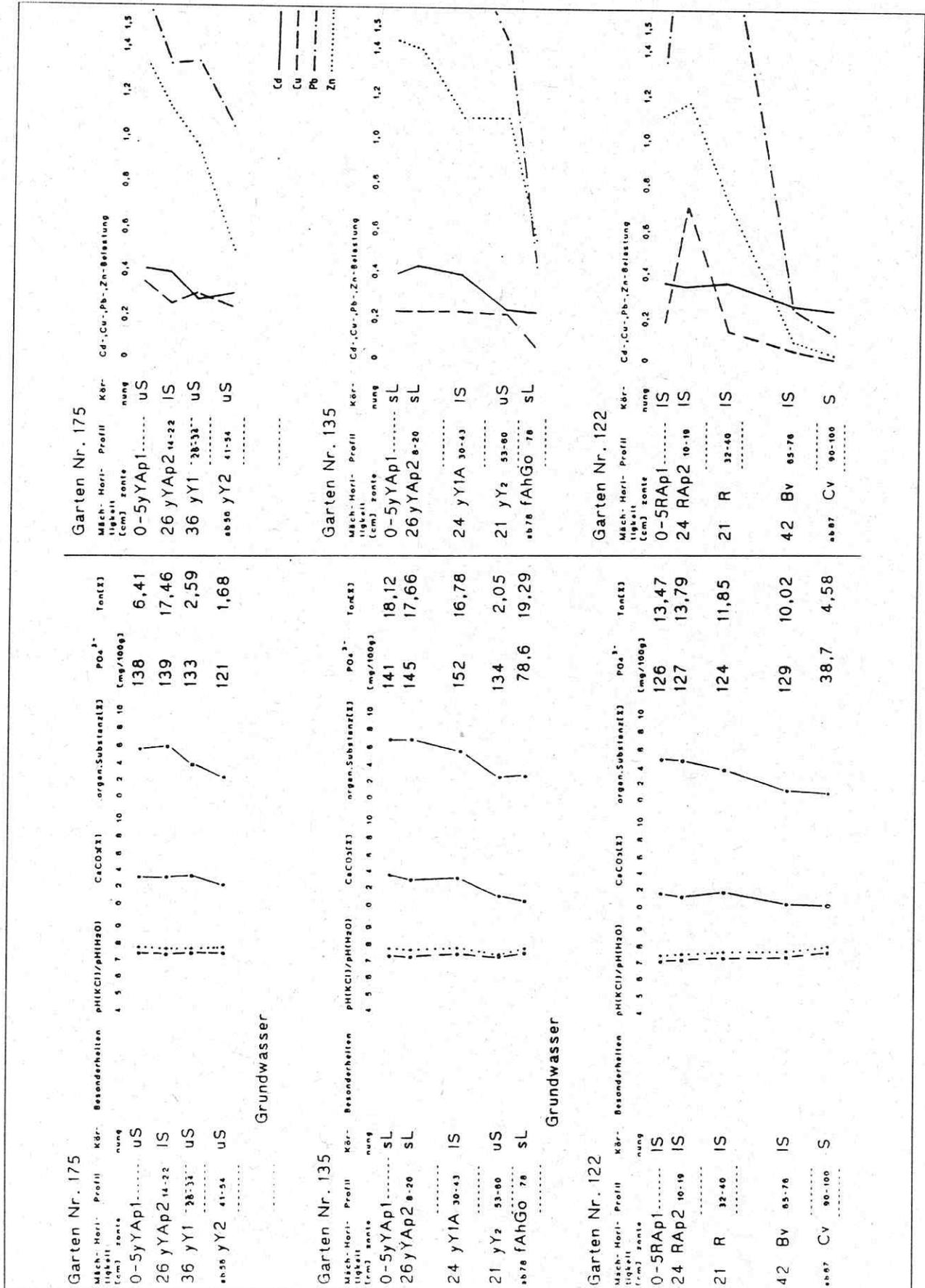
Anlage 1-3/10: Tiefenverteilung von Schwermetallen (Grenzwertfaktoren) und pedologischen Kenngrößen in der KGA „Sonne“



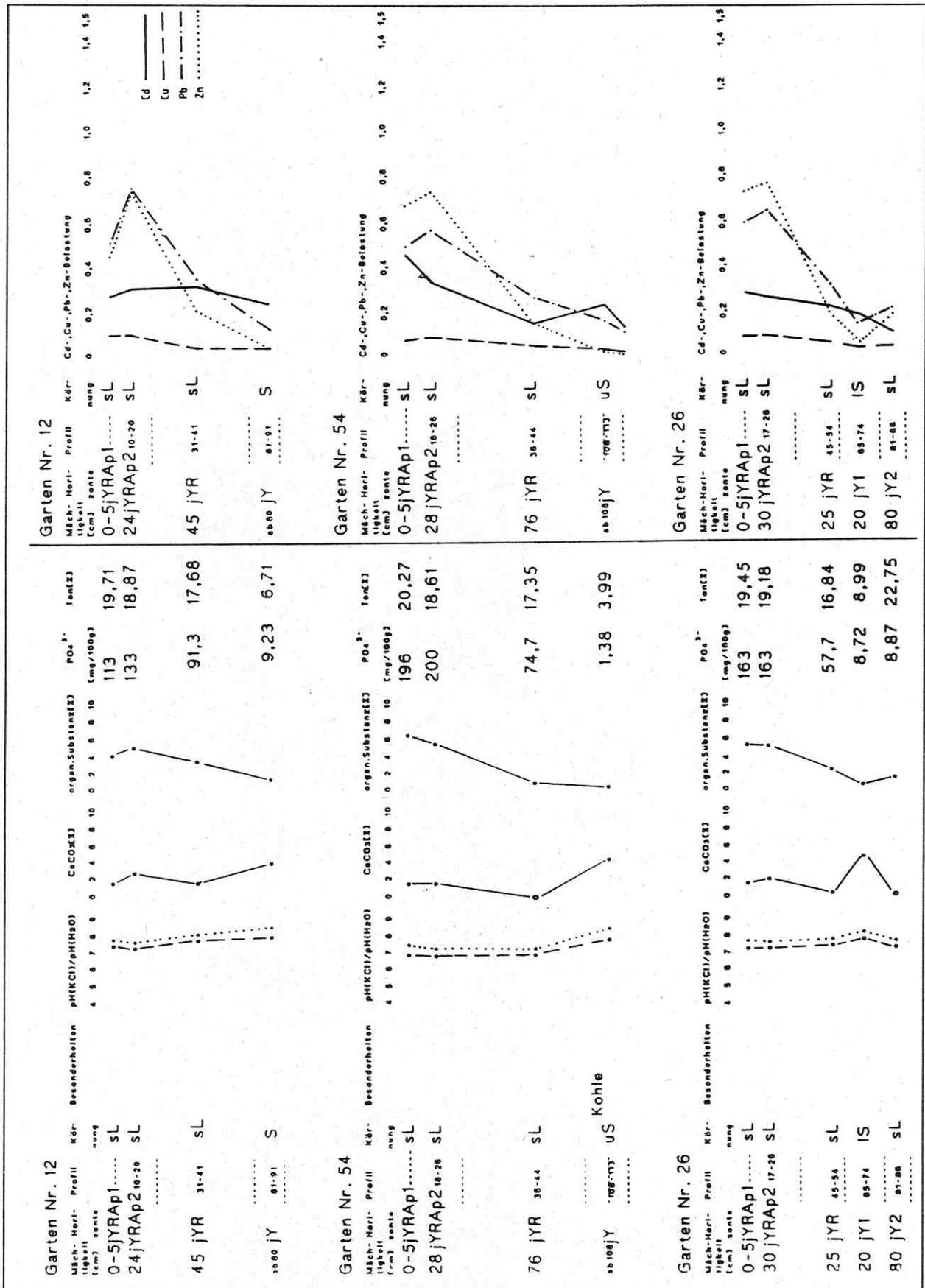
Anlage 1-3/11: Tiefenverteilung von Schwermetallen (Grenzwertfaktoren) und pedologischen Kenngrößen in der KGA „Fuchsberg“



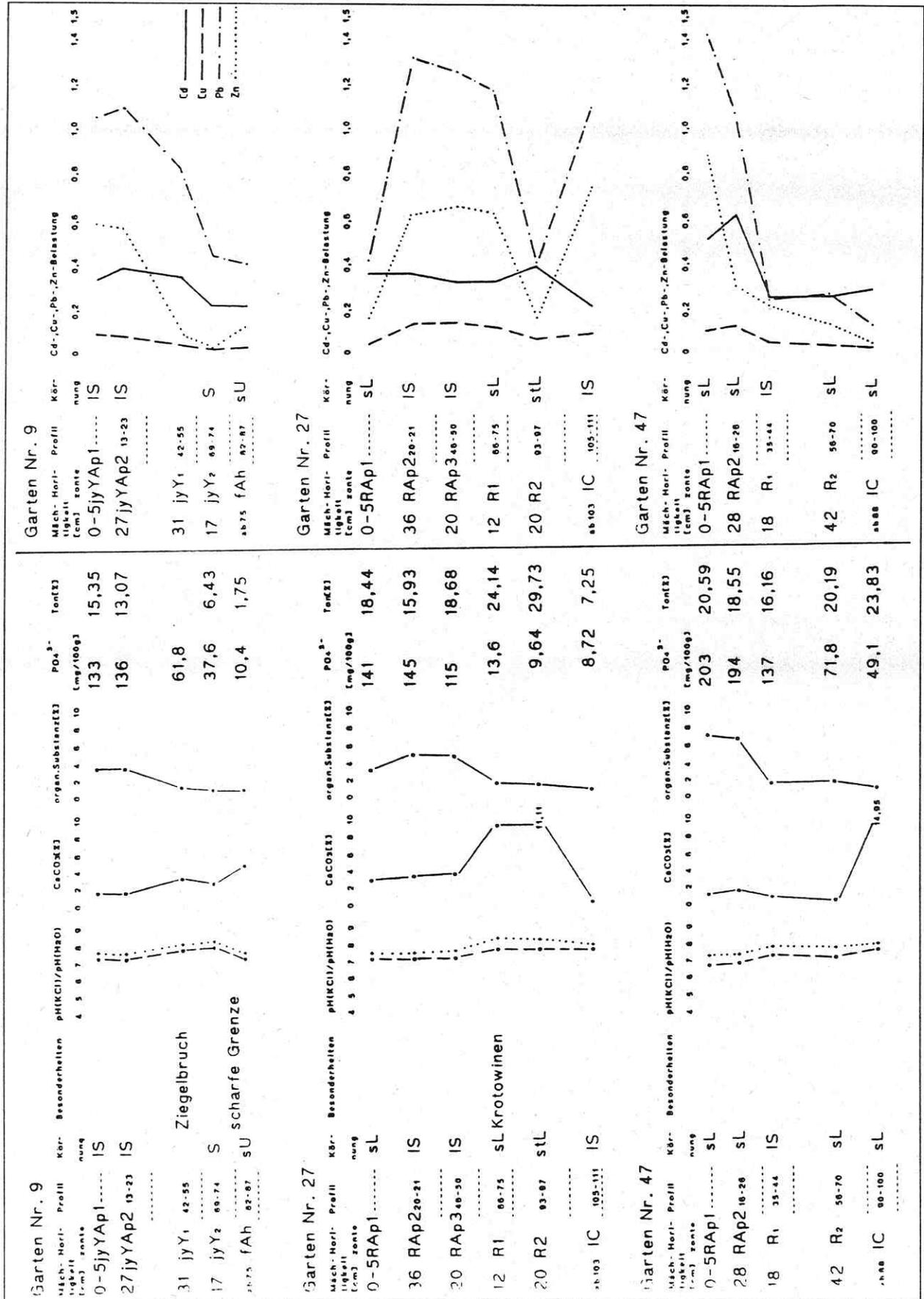
Anlage 1-3/12: Tiefenverteilung von Schwermetallen (Grenzwertfaktoren) und pedologischen Kenngrößen in der KGA „Schloß Freimfelde“



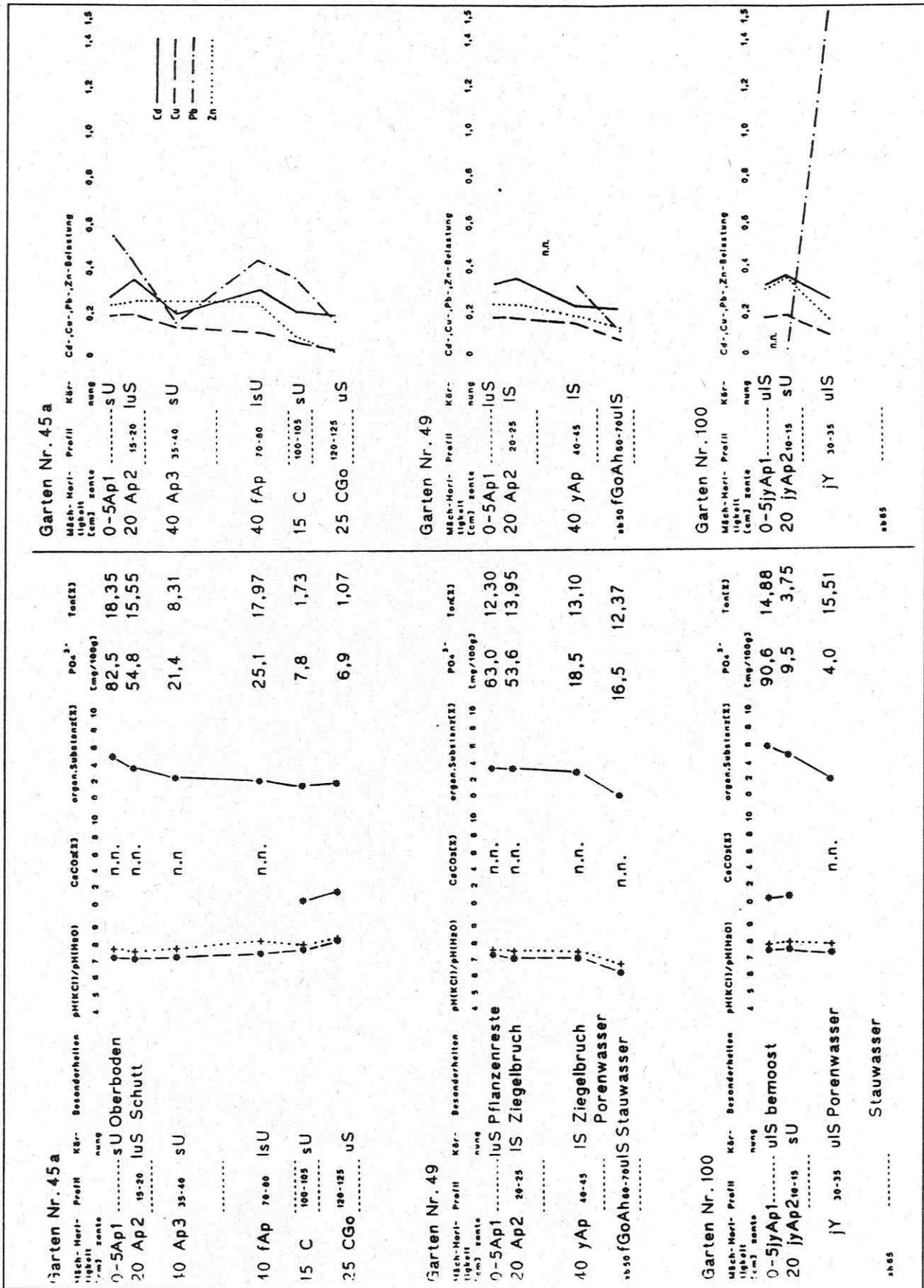
Anlage 1-3/13: Tiefenverteilung von Schwermetallen (Grenzwertfaktoren) und pedologischen Kenngrößen in der KGA „Radeweller Straße“



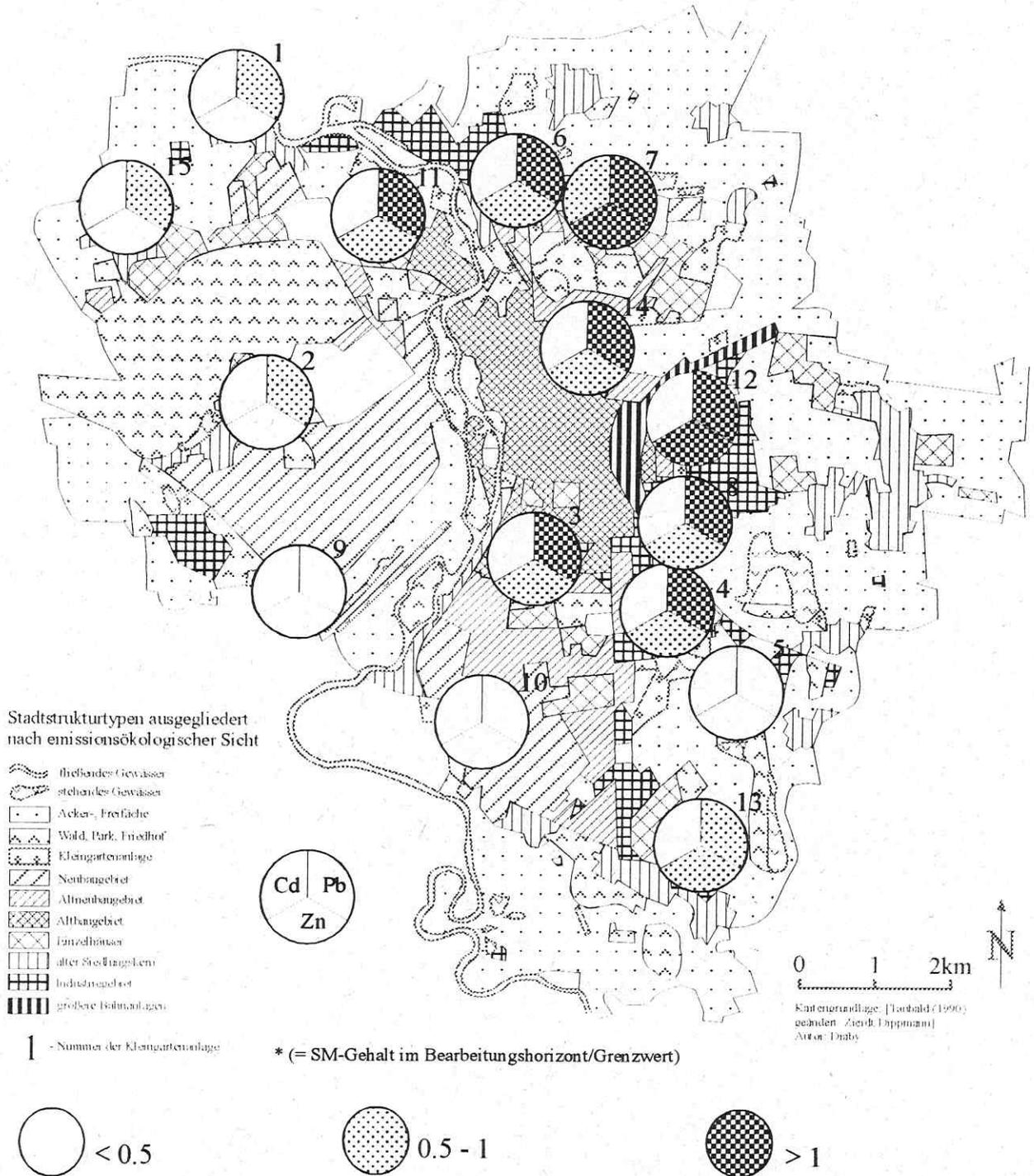
Anlage 1-3/14: Tiefenverteilung von Schwermetallen (Grenzwertfaktoren) und pedologischen Kenngrößen in der KGA „Pauluskirche“



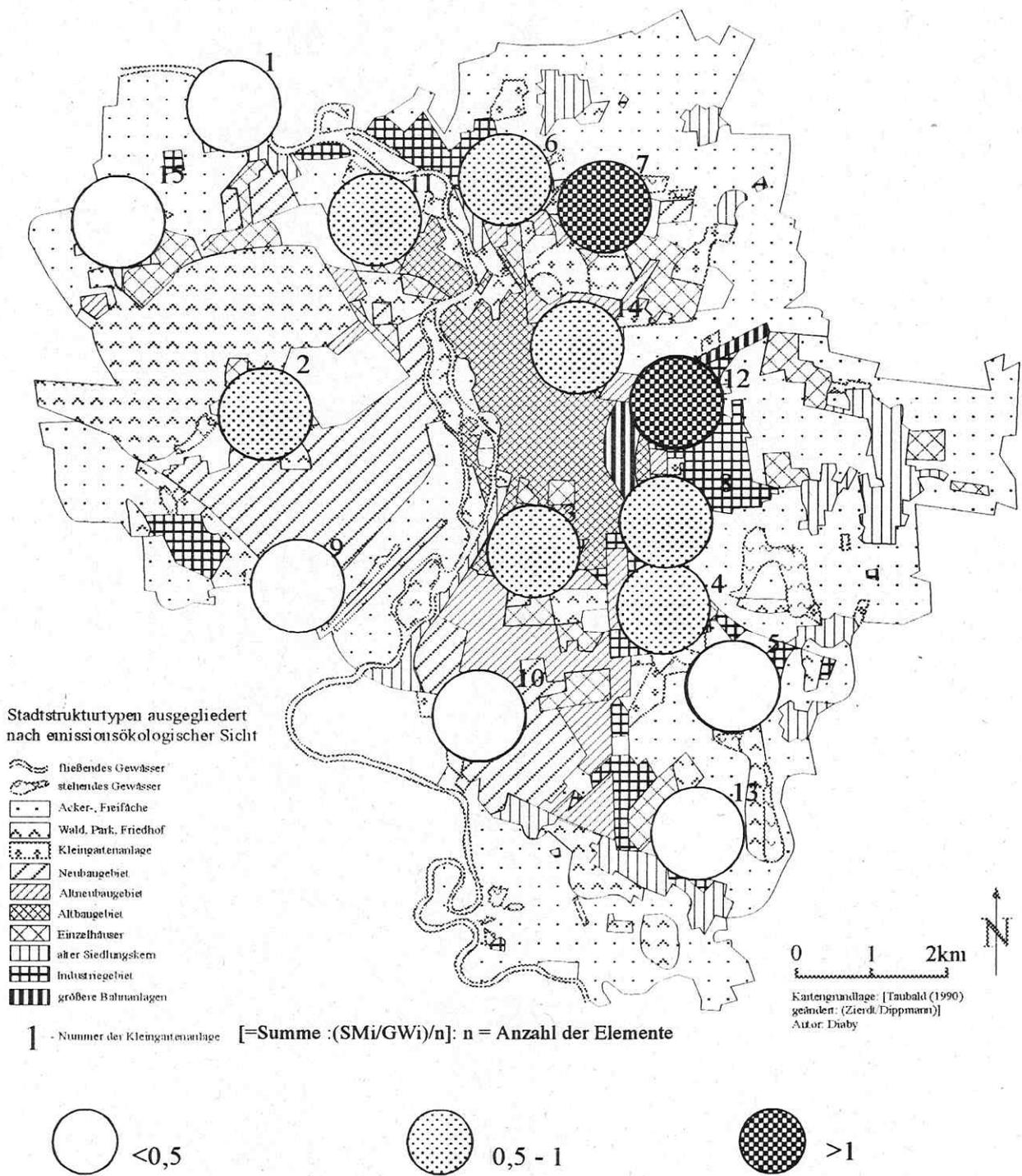
Anlage 1-3/15: Tiefenverteilung von Schwermetallen (Grenzwertfaktoren) und pedologischen Kenngrößen in der KGA „Dörlau“



Anlage 2-1: Schwermetallgrenzwertfaktoren* im Bearbeitungshorizont der KGA (1992)



Anlage 2-2: Toxizitätsstufe* der Schwermetallbelastung (Cd, Pb, Zn) im Oberboden der KGA (1992)



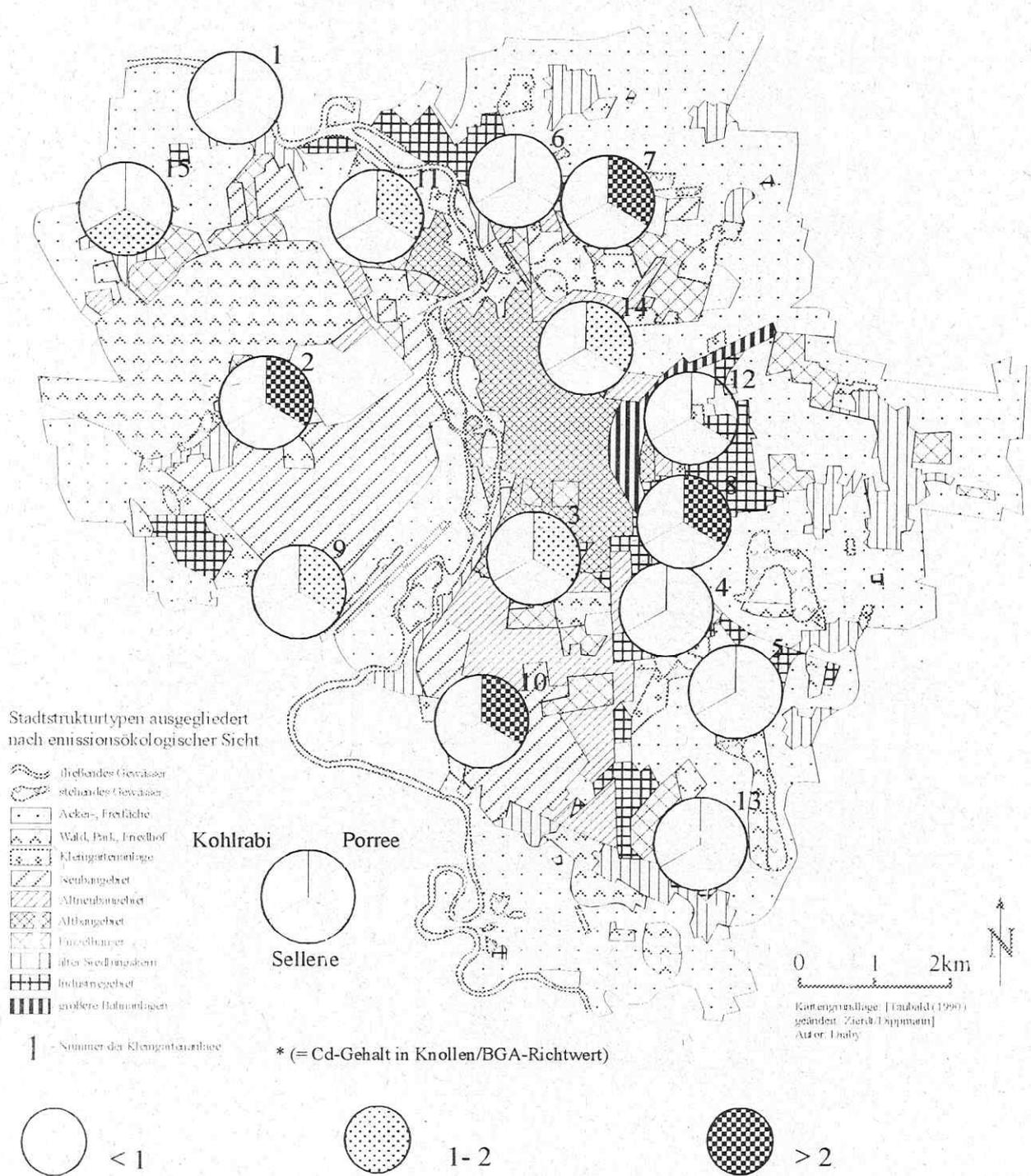
Anlage 3: Durchschnittliche Konzentrationen in H_2O - und $CaCl_2$ -Aufschluß im Oberboden im Verhältnis zum Gesamtgehalt (in %)

	H_2O					$CaCl_2$				
	Cd	Cu	Ni	Pb	Zn	Cd	Cu	Ni	Pb	Zn
Saaletal	1,0	0,8	0,7	nn	1,1	1,2	0,5	5,8	8,2	0,4
Habichtsfang	nn	1,8	0,7	nn	nn	12,4	2,6	6,3	6,6	0,6
P.-Riebeck-Stift	3,0	0,4	1,4	nn	1,7	8,2	1,2	8,0	4,6	0,3
Dieselstraße	2,3	0,3	1,4	nn	nn	9,2	0,3	7,4	9,4	0,5
Osendorfer H.	1,2	1,0	2,9	nn	nn	5,4	1,9	6,7	10,0	1,3
Oppiner Weg	1,8	0,4	2,6	nn	nn	11,1	0,3	10,3	5,0	0,5
Küttener Weg	1,5	0,2	2,0	nn	0,3	9,1	0,3	14,9	3,6	0,3
Kanenaer Weg	2,2	0,3	1,6	nn	nn	5,0	0,4	8,6	4,4	0,6
Passendorfer D.	4,5	0,4	0,9	nn	nn	21,6	0,9	3,3	11,3	1,6
Sonne	nn	0,6	nn	nn	nn	1,4	0,4	27,9	7,8	1,2
Fuchsberg	3,0	1,7	3,8	nn	nn	7,5	1,7	15,4	5,2	1,4
Freiimfelde	0,9	0,5	0,6	nn	nn	10,7	0,7	7,2	3,3	0,3
Radeweller Str.	1,1	1,3	nn	nn	nn	1,8	1,8	2,8	14,9	0,5
Pauluskirche	4,3	1,5	2,1	nn	nn	7,8	2,3	1,7	12,4	0,8
Dörlau	3,2	1,0	1,8	0,4	nn	9,9	1,0	2,4	15,5	0,9

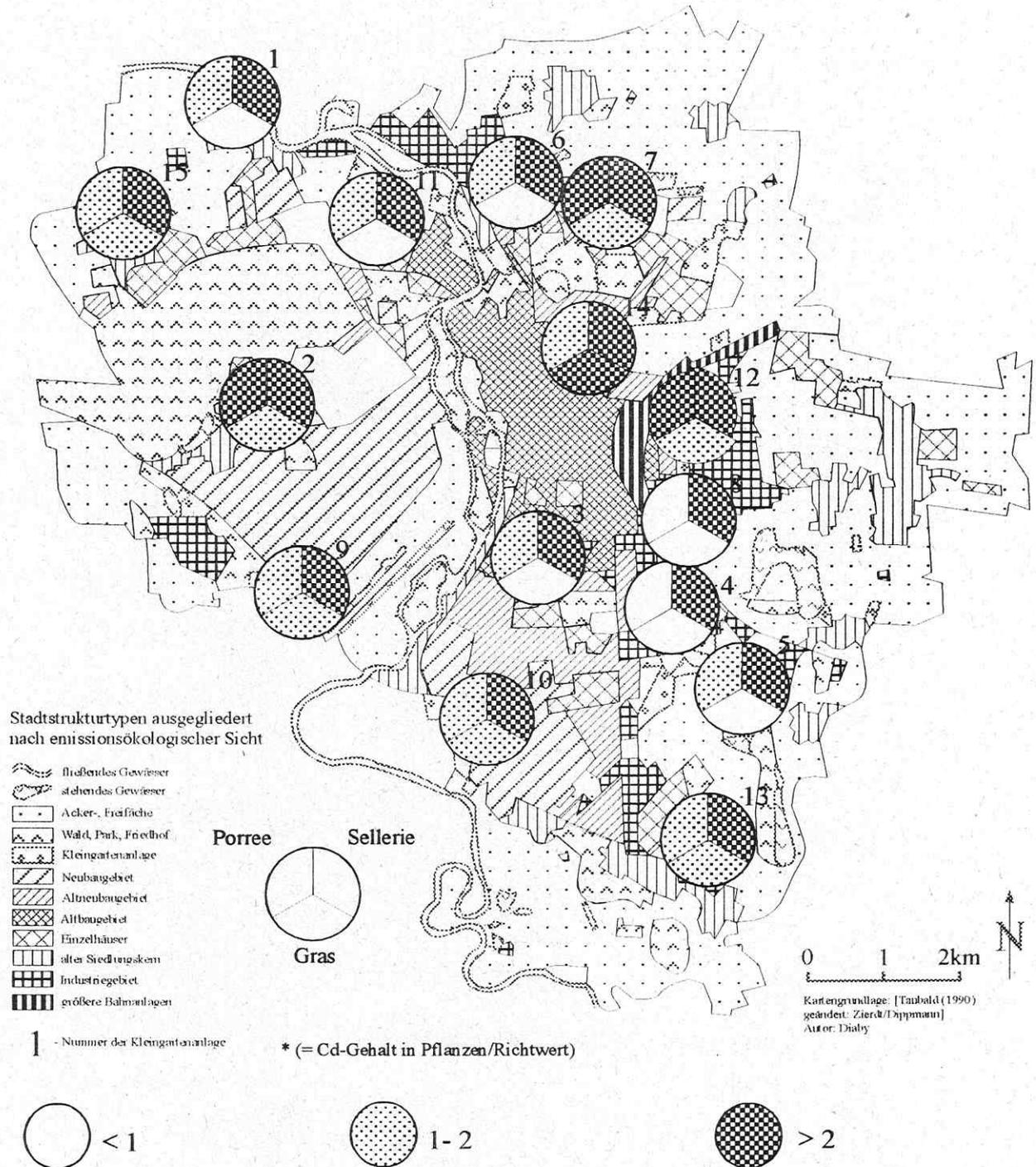
Anlage 4: Durchschnittliche Konzentrationen im NH_4Cl -Aufschluß im Oberboden
im Verhältnis zum Gesamtgehalt (in %)

		Al	Ca	Na	Mg	K	KAKeff	Cd	Cu	Ni	Pb	Zn
Saaletal	Mittelwert	0,27	50,4	17,9	8,8	14,2	91,7	1,4	0,8	2,6	4,8	1,1
	RSD(%)	7,5	11,6	30,5	31,1	98,2						
Habichtsfang	Mittelwert	0,54	99,9	1,8	3,8	10,2	116,2	2,2	2,6	2,2	nn	3,2
	RSD(%)	17,0	63,3	45,9	72,5	14,9						
P.-Riebeck-Stift	Mittelwert	0,31	52,7	6,8	17,6	21,9	99,4	6,4	12,4	1,4	1,8	2,6
	RSD(%)	46,4	89,9	58,5	55,8	55,8						
Dieselstraße	Mittelwert	0,21	32,7	2,8	3,9	4,9	44,5	7,7	5,4	1,4	nn	0,8
	RSD(%)	15,6	12,5	105,8	24,6	24,6						
Osendorfer H.	Mittelwert	0,24	215,1	23,7	23,3	48,8	311,1	4,7	3,9	4,9	6,6	2,1
	RSD(%)	8,9	12,6	56,9	26,7	4,9						
Oppiner Weg	Mittelwert	0,50	134,4	2,1	5,5	9,4	151,8	8,9	0,7	5,6	1,4	2,7
	RSD(%)	64,6	57,7	86,0	34,4	15,8						
Küttener Weg	Mittelwert	0,86	306,0	2,8	10,3	8,7	328,6	7,9	7,8	8,0	0,9	3,5
	RSD(%)	25,3	54,3	97,0	83,5	22,9						
Kanenaer Weg	Mittelwert	0,17	27,8	10,8	3,0	9,1	50,9	8,8	5,9	2,7	0,6	0,8
	RSD(%)	5,1	7,6	47,6	24,8	27,4						
Passendorfer D.	Mittelwert	0,33	67,0	12,7	7,3	6,1	93,4	6,1	2,7	3,2	0,0	2,6
	RSD(%)	18,2	21,4	73,3	22,7	27,3						
Sonne	Mittelwert	0,14	19,8	5,2	14,3	4,0	43,5	5,8	0,2	nn	nn	1,0
	RSD(%)	0,3	3,9	61,8	1,2	15,4						
Fuchsberg	Mittelwert	0,65	175,6	2,0	6,4	23,6	208,3	9,0	7,1	9,0	0,0	4,2
	RSD(%)	29,6	49,4	63,6	40,9	144,8						
Freimfelde	Mittelwert	0,55	198,7	3,3	15,1	6,1	223,7	4,8	1,9	4,1	0,1	2,1
	RSD(%)	65,1	99,2	102,8	97,1	30,6						
Radeweller Str.	Mittelwert	0,26	219,2	6,9	24,0	27,6	278,0	4,0	1,8	4,8	0,2	1,0
	RSD(%)	16,0	23,0	67,4	59,4	49,9						
Pauluskirche	Mittelwert	0,45	94,9	1,4	6,1	12,4	115,2	7,3	5,2	5,5	0,7	2,2
	RSD(%)	4,1	8,0	23,0	45,7	72,0						
Dörlau	Mittelwert	0,34	56,6	1,9	4,6	80,8	144,3	9,8	13,0	3,8	nn	3,4
	RSD(%)	51,9	72,1	17,4	49,1	26,3						
Mittelwert aus den 15 KGA (n = 90)							153,4					
RSD (%)							62,0					

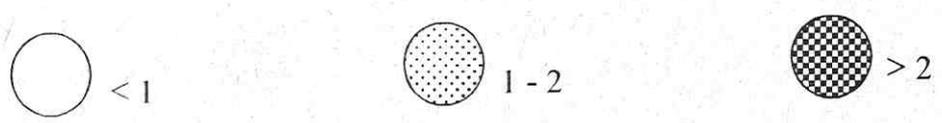
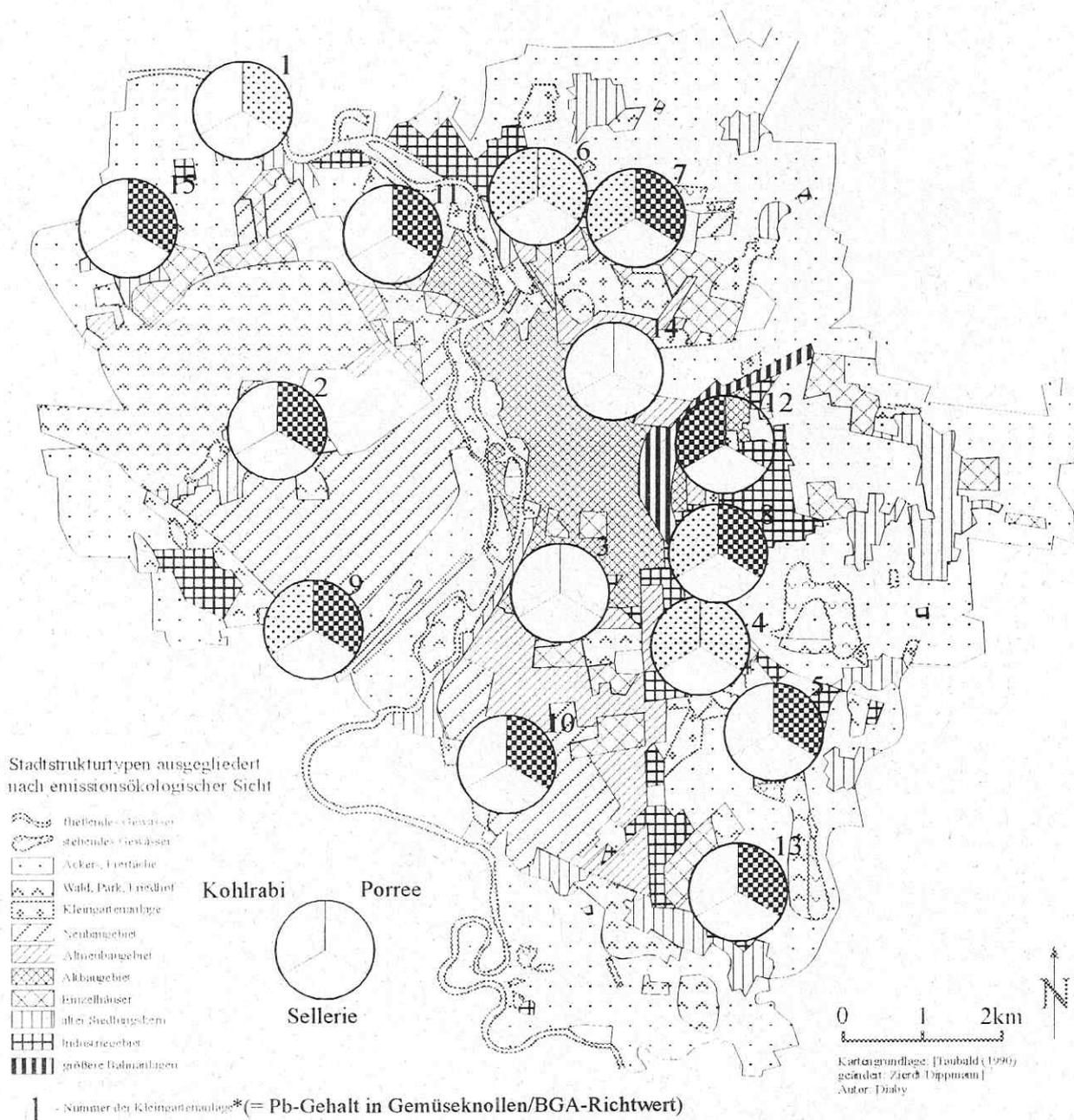
Anlage 5-1: Grenzwertfaktor* der Cd-Gesamtgehalte in Gemüseknollen (1992/93)



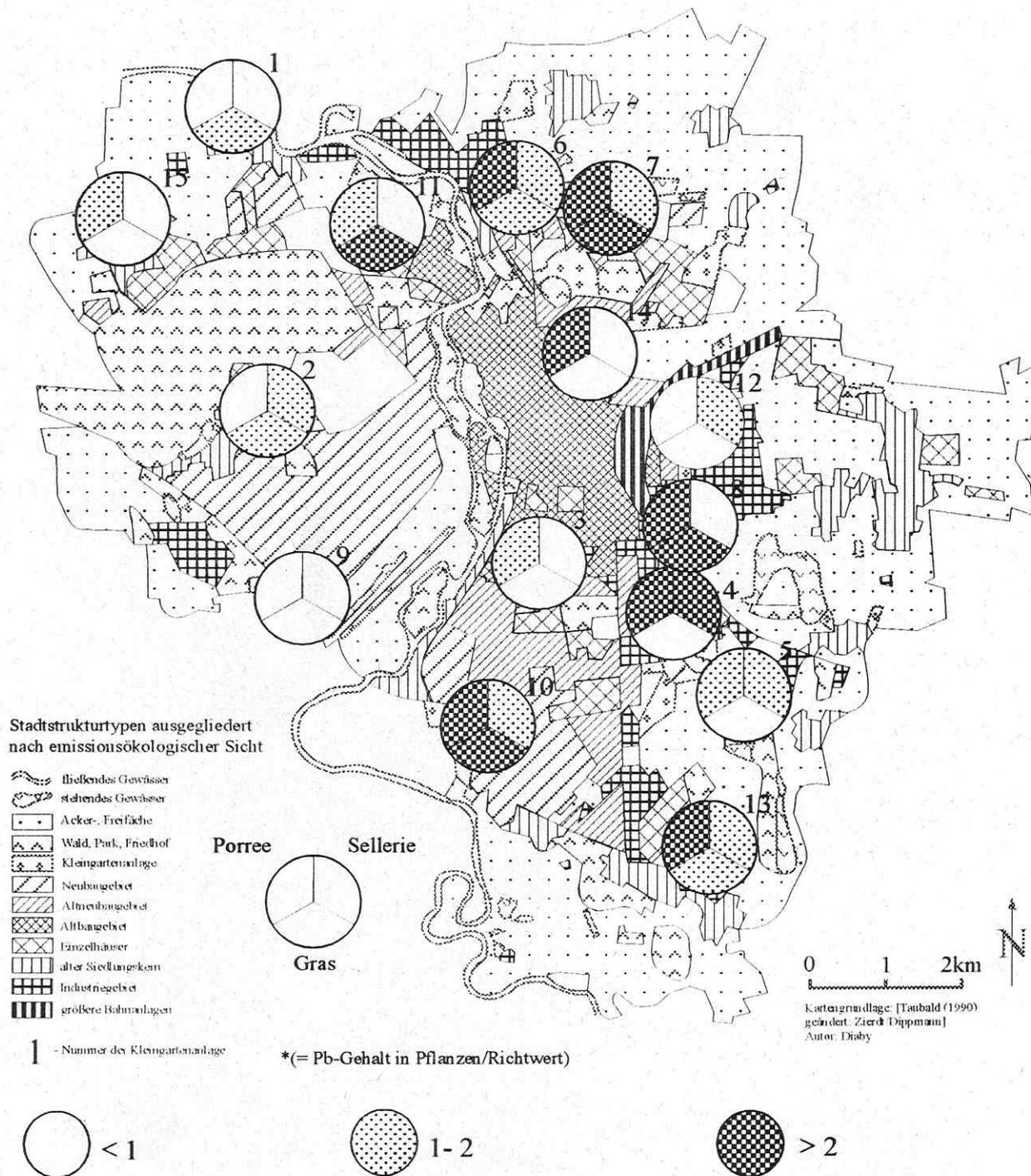
Anlage 5-2: Grenzwertfaktor* der Cd-Gesamtgehalte in Gemüseblättern und in exponierter Graskultur (1992/93)



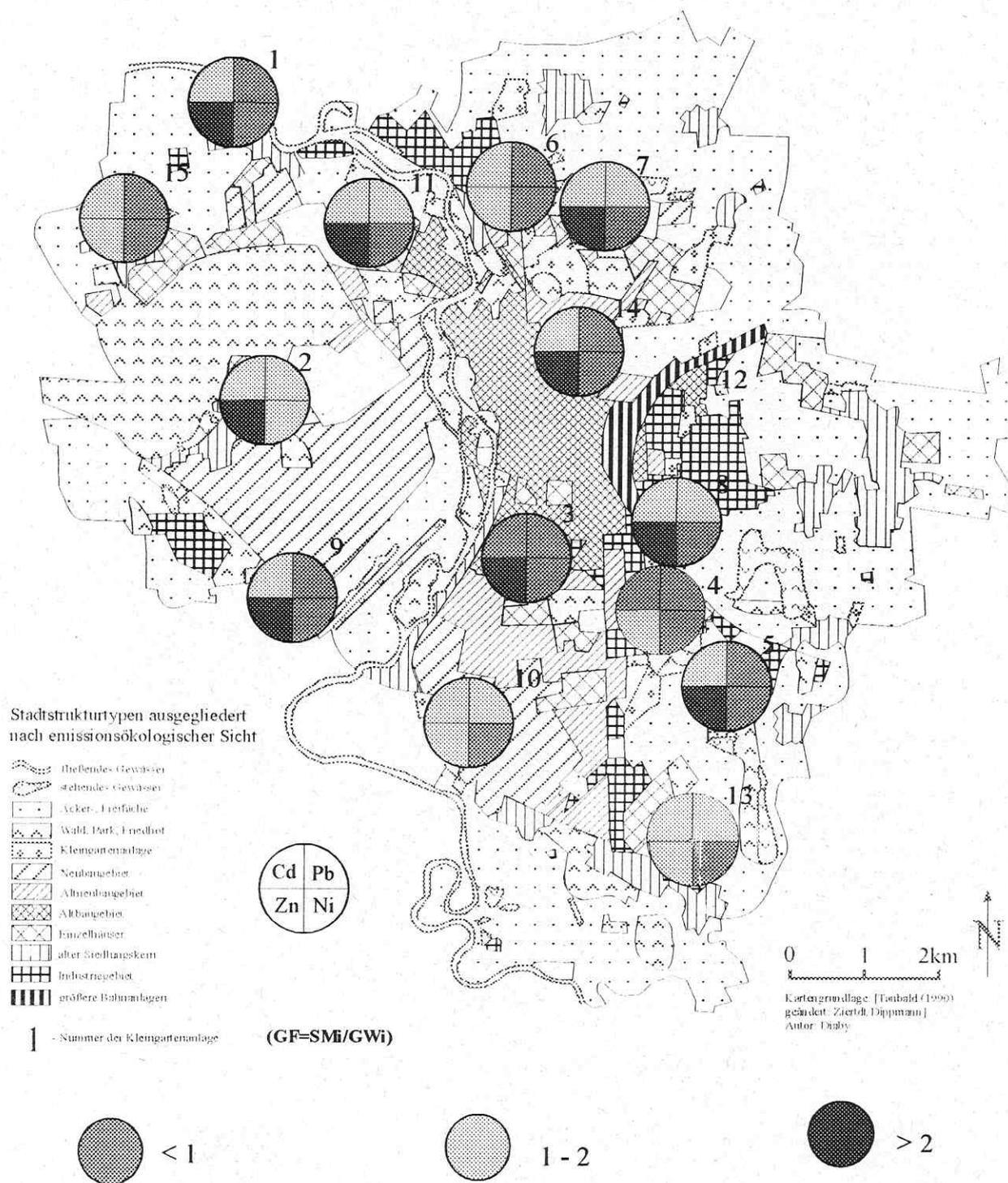
Anlage 5-3: Grenzwertfaktor* der Pb-Gesamtgehalte in Gemüseknollen (1992/93)



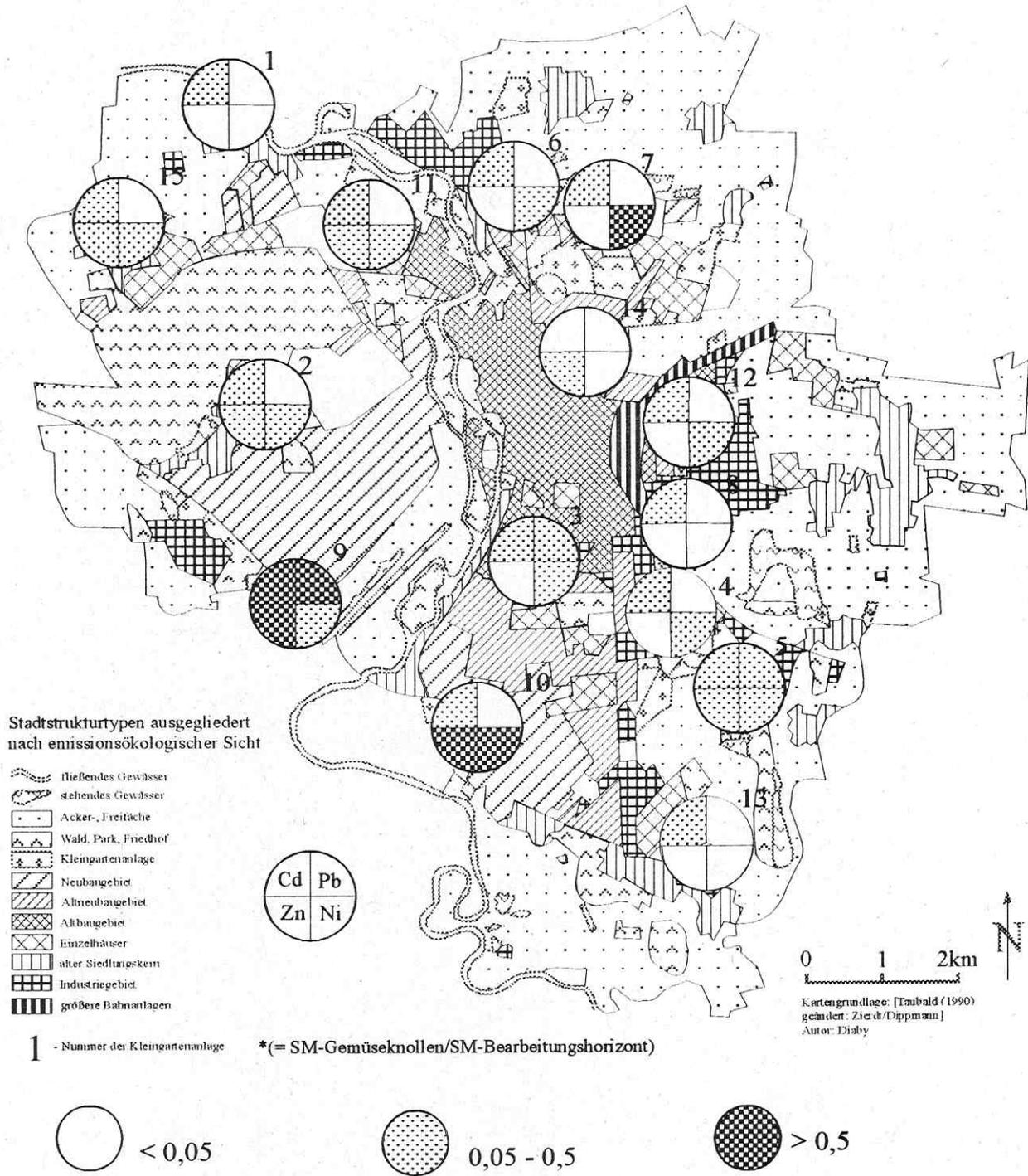
Anlage 5-4: Grenzwertfaktor* der Pb-Gesamtgehalte in Gemüseblättern und in exponierter Graskultur (1992/93)



Anlage 5-5: Grenzwertfaktoren der Schwermetalle in exponierten Grasproben (1992/93)

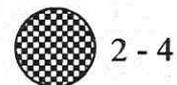
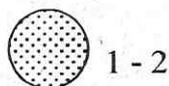
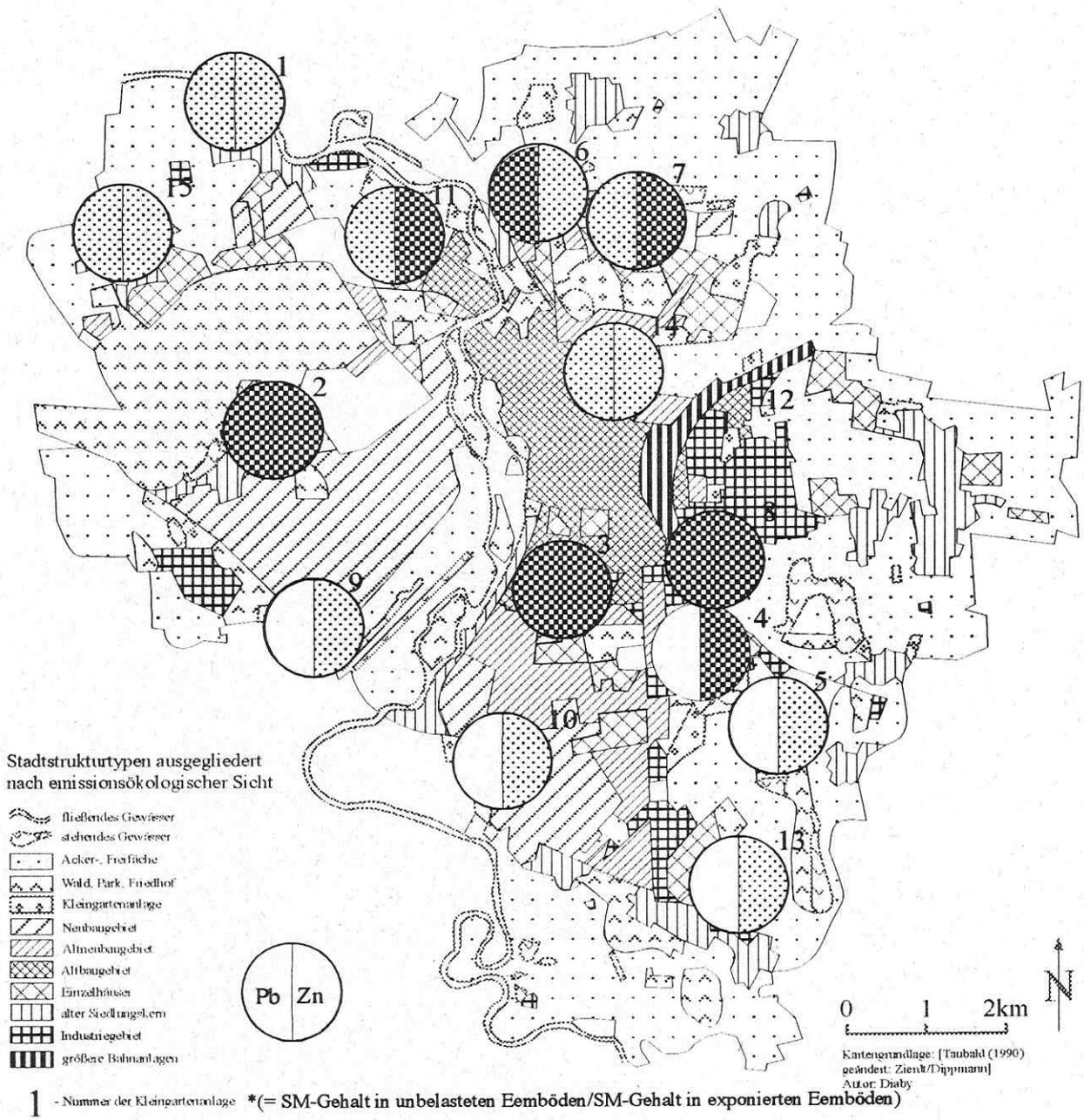


Anlage 6: Schwermetall-Transferfaktoren in KGA (1992/93)



		Cd	Cr	Cu	Ni	Pb	Zn	Mn	Fe
Saaletal	Mittelwert	1,4	1,2	2,4	0,8	5,0	3,6	1,0	0,9
	RSD(%)	57,9	24,7	51,2	18,8	46,4	48,0	7,1	19,6
Habichtsfang	Mittelwert	2,3	1,4	3,1	1,1	2,2	3,6	5,0	2,2
	RSD(%)	38,1	86,2	91,9	53,5	10,5	41,6	99,4	69,5
P.-Riebeck-Stift	Mittelwert	2,9	1,6	5,5	1,8	5,9	4,3	3,3	2,5
	RSD(%)	18,9	23,2	76,2	25,7	67,8	69,4	83,6	50,0
Dieselstraße	Mittelwert	1,2	1,2	2,2	0,9	3,3	3,0	1,3	1,0
	RSD(%)	22,5	60,0	42,1	22,1	102,2	77,6	7,0	18,5
Osendorfer H.	Mittelwert	4,8	1,1	2,0	1,1	2,7	2,4	1,6	1,0
	RSD(%)	80,1	3,4	30,1	22,2	42,5	14,1	10,7	10,9
Oppiner Weg	Mittelwert	1,9	1,0	4,5	0,9	3,3	16,7	1,4	1,4
	RSD(%)	32,6	56,9	36,2	8,9	28,4	51,7	16,9	10,8
Küttener Weg	Mittelwert	2,4	3,1	7,1	0,7	4,1	16,7	2,7	1,9
	RSD(%)	87,3	39,2	62,6	38,7	30,9	57,8	34,4	38,1
Kanenaer Weg	Mittelwert	3,2	0,8	3,8	0,7	6,6	5,3	1,4	0,8
	RSD(%)	28,8	49,3	10,1	24,6	59,5	47,8	17,9	5,7
Passendorfer D.	Mittelwert	1,0	0,9	1,3	0,9	1,9	1,5	0,9	0,9
	RSD(%)	42,4	26,4	8,7	17,6	15,4	43,9	35,4	4,8
Sonne	Mittelwert	1,8	1,3	3,8	0,7	4,9	6,4	5,5	1,1
	RSD(%)	106,4	3,6	132,4	39,4	32,5	83,2	89,9	33,9
Fuchsberg	Mittelwert	2,5	0,9	9,7	1,9	3,4	10,2	3,2	1,2
	RSD(%)	49,9	71,0	31,9	37,2	28,8	32,4	13,1	71,3
Freiimfelder	Mittelwert	1,5	1,3	4,7	1,2	4,9	5,5	1,6	1,5
	RSD(%)	43,2	34,5	41,2	50,6	32,2	67,9	60,0	48,2
Radeweller Str.	Mittelwert	1,9	1,8	3,6	1,4	3,9	2,5	3,4	1,9
	RSD(%)	43,2	34,5	41,2	50,6	32,2	67,9	60,0	48,2
Pauluskirche	Mittelwert	1,8	1,9	2,8	1,9	2,8	3,4	1,5	1,2
	RSD(%)	10,4	63,8	54,9	62,3	74,1	73,2	43,2	22,9
Dörlau	Mittelwert	0,8	2,2	3,0	1,7	1,7	5,5	7,8	1,0
	RSD(%)	70,0	35,8	82,1	96,5	20,7	31,3	21,7	56,4

Anlage 7-2: Schwermetallanreicherung* in exponierten Eemböden (1992/93)



Stadtökologische Forschungen

Nr. 1 UFZ-Bericht Nr. 5/1996

Winkler, M.: Untersuchungen zur gepflanzten Vegetation und ihre ökologische Bedeutung

Nr. 2 UFZ-Bericht Nr. 6/1996

Arndt, E. & Pellmann, H.: Ökologische Charakterisierung von Biotopen im urbanen Raum am Beispiel von Modelltiergruppen

Nr. 3 UFZ-Bericht Nr. 8/1996

Frühauf, M., Breuste, I., Breuste, J., Diaby, K., Sauerwein, M., Zierdt, M.: Hallesche Kleingärten. Nutzung und Schadstoffbelastung als Funktion der sozioökonomischen Stadtstruktur und physisch-geographischer Besonderheiten.

Autoren:

Dr. Iris Breuste

Dr. Karamba Diaby

Prof. Dr. Manfred Frühauf

Martin Sauerwein

Dr. Michael Zierdt

Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg

Institut für Geographie

Domstraße 5

D-06108 Halle

Telefon 0345/832441

Telefax 0345/2025605

Prof. Dr. Jürgen Breuste

UFZ-Umweltforschungszentrum Leipzig-Halle GmbH

Herausgeber:

Prof. Dr. Jürgen Breuste

Redaktion:

Dr. Peter Böhm

Projektbereich Urbane Landschaften

UFZ-Umweltforschungszentrum Leipzig-Halle GmbH

Permoserstraße 15

04318 Leipzig

Telefon 0341/235-2843

Telefax 0341/235-2534