

Magistrat der Landeshauptstadt Linz
Amt für Umweltschutz

Bericht Nr. 1/90

Grüne Reihe

Boden- und Pflanzenuntersuchungen in
Linzer Kleingärten

Herausgeber: Magistrat Linz, Amt für Umweltschutz
Leiter: SR Univ.-Doz. Mag. D.I. Dr. Erhard Glötzl
A-4041 Linz, Hauptstraße 1 - 5 Tel.:
(0732)2393/2690

Autoren: Ing. G. Hofer, Dr. K. Aichberger (Bundesanst. für Agrarbiologie
HR Dr. Thalhammer (Bundesanstalt für Lebensmitteluntersuchungen)

Inhalt

	Seite
1. Bodenuntersuchungen	
Ziel der Untersuchungen	3
Material und Methode	3
Ergebnisse und Diskussion	4
Zusammenfassende Beurteilung	9
Standortliste (Beilage 1)	10
Lageskizze (Beilage 2)	12
Übersichtstabelle der Ergebnisse (Beilage 3)	13
Zusammenfassung und Statist. Auswertung	15
Vergl. Durchschnitt Linz mit Durchschnitt Marchfeld und Oberösterreich	16
Histogramme der Schwermetallgehalte in Linz	17
Schwermetallgehalte von Gartenböden in Linz in Relation zum Bodengrenzwert bzw. durchschn. Gehalt von landw. Böden in 00	28
Korrelationen zwischen den Konzentrationen an verschiedenen Schwermetallen	39
Gesamt-Belastungsfaktoren für die Linzer Gartenböden	47
Beurteilung der Schwermetallgehalte der Garten böden in bezug zu Bodengrenzwerten	48
2. Untersuchung von Gemüseproben hinsichtlich Schwer metall- und Nitratbelastung im Rahmen eines Garten- bodenuntersuchungsprogrammes der Stadt Linz	58
3. Schreiben des Amtes für Umweltschutz bezüglich der Abklärung offener Fragen betreffend die Boden- und Pflanzenuntersuchung	64
4. Beantwortung der im Zusammenhang mit der Bodenuntersuchung in Linzer Kleingärten aufgetretenen Fragen	65

BODENUNTERSUCHUNGSPROGRAMM DER GEMEINDE LINZ - GARTENBÖDEN

(Fachgutachten)

1.) Problemstellung und Ziel der Untersuchung

Der Boden ist Lebensgrundlage und Lebensraum für Mensch, Tier und Pflanze. Neben anderen Belastungen sind Böden vor allem dem Schadstoffeintrag aus der Luft und dem Eintrag durch Düngemittel und Agrarchemikalien ausgesetzt oder werden als Deponie für Abfallprodukte unserer Zivilisation genutzt. Die dabei eingebrachten Schadstoffe können von Pflanzen aufgenommen, ins Grundwasser verlagert oder im Boden angereichert werden. Die Belastbarkeit der Böden wurde in dieser Hinsicht in der Vergangenheit vielerorts so strapaziert, daß/3 punktuell direkte oder indirekte Schädigungen von Pflanzen, Tieren und Menschen nicht hintangehalten werden konnten.

Zur Feststellung des aktuellen Belastungsgrades ("Istzustand") der Böden der Gemeinde Linz war vorgesehen, eine repräsentative Anzahl von Bodenproben (Acker-, Grünland- und Gartenböden) hinsichtlich verschiedener chemisch-physikalischer Dauereigenschaften und anorganischer Stoffe wie Nährstoffe, Spurenelemente und Schwermetalle zu untersuchen. Eine Beurteilung und Interpretation der Meßwerte sollte anhand bereits vorliegender und vergleichbarer in- bzw. ausländischer Untersuchungsergebnisse vorgenommen werden.

2) Material und Methode

Probenahme

Die Entnahme der Bodenproben erfolgte im 2. Teil des Untersuchungsprogrammes aus 24 Hausgärten, repräsentativ für die Stadt Linz, unter Beachtung bodenkundlicher sowie emissionsbedingter Verhältnisse (siehe Beilage 1 "Probenahmestandorte und deren Bezeichnung", Beilage 2, Lageskizze der Probenahmestandorte). Pro Standort wurden ca. 20 kg Boden bis zur Bearbeitungstiefe entnommen. Die Probenahmetiefe betrug 25 - 30 cm. Ca. 1 kg der homogenisierten Bodenprobe wurde der chemischen Untersuchung zugeführt.

Eine Zuordnung der Gartenböden in bestimmte Bodenformen und Bodentypen, die vom Standort abhängen, erscheint deswegen nicht sinnvoll, da die anthropogene Vermischung mit Torfprodukten, Bodenhilfsstoffen und Substraten in Kleingärten üblicherweise sehr groß ist.

Chemische Analyse

Die Bodenproben wurden nach Einlangen im Labor an der Luft getrocknet, auf eine Korngröße < 2 mm abgeseibt bzw. für Schwermetallanalysen mittels Achatmörser vermahlen. Die Bestimmung von pH-Wert, organischer Substanz, Karbonatgehalt, Leitfähigkeit, Ton sowie der Haupt- und Spurennährstoffe erfolgte nach den Methoden der Bodenuntersuchung der Arbeitsgemeinschaft Landwirtschaftlicher Versuchsanstalten Österreichs bzw. nach entsprechenden ÖNORM-Vorschriften und nach den Empfehlungen zur Vereinheitlichung der Vorgangsweise bei der Durchführung einer Bodenzustandsinventur (Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, 1989). Zur Be-

Stimmung der Schwermetalle wurden die Bodenproben gemäß ÖNORM L-1085 mit heißem Säuregemisch bestehend aus konzentrierter Salpetersäure und Salzsäure extrahiert und in der Aufschlußlösung die Elemente Kupfer (Cu), Zink (Zn), Blei (Pb), Chrom (Cr), Nickel (Ni), flammenatomabsorptionsspektrometrisch sowie Cadmium (Cd) und Thallium (Tl) mittels Graphitrohrtechnik bestimmt. Arsen (As) und Quecksilber (Hg) wurden nach Perchlorsäureaufschluß AAS-hybrid-technisch bzw. nach dem Kaltdampfverfahren bestimmt. Fluorid wurde mittels ionenselektiver Elektrode im wässrigen Extrakt bestimmt.

3.) Ergebnisse und Diskussion

Die detaillierten Ergebnisse der chemischen Bodenuntersuchung sind der Beilage 3 und 3 a zu entnehmen.

Allgemeine Bodenparameter

Dazu gehören die Ergebnisse der Untersuchung des pH-Wertes, Humus-, Carbonat- und Tongehaltes, der wasserlöslichen Salze (elektrische Leitfähigkeit), sowie der Haupt- und Mikronährstoffe. Der pH-Wert zwischen 6,1 und 7,4 mit einem Durchschnittsgehalt von 7,0 ist für Gartenböden als weitgehend optimal zu bezeichnen. Zu niedrige pH-Werte sind nicht günstig, da sie die Pflanzenverfügbarkeit der Schwermetalle, insbesondere des Cadmiums erhöhen, aber auch die Bodenfruchtbarkeit generell negativ beeinflussen werden kann. Zu hohe Werte hingegen führen einerseits zwar zu einer Festlegung der Schwermetalle, andererseits aber auch zu einer unerwünschten Fixierung der Nährstoffe.

Karbonat und Tongehalt sind bodenkundliche Dauereigenschaften die vom geologischen Ausgangsmaterial abhängen und daher am Standort kaum beeinflussbar sind, obwohl sich Böden von Klein- und Hausgärten aufgrund ihrer intensiven Pflege und Bewirtschaftung vielfach bodentypologisch von den standortspezifischen landwirtschaftlich genutzten Böden entfernen. Hauptverantwortlich ist die in diesem Bereich typische intensive Humuswirtschaft, die den Böden ein hohes Maß an Fruchtbarkeit verleiht. So sind auch die Linzer Gartenböden mit einem Humusgehalt zwischen 3 und 10 % unter diesem Aspekt einzuordnen.

Pflanzenverfügbare Nährstoffe, Fluorid, Nitrat und Biomasse-C

Die pflanzenverfügbaren Nährstoffe Phosphor, Kalium, Magnesium und Bor spiegeln gleichermaßen die Nutzungsart und Intensität wider, bei Gartenböden ganz besonders auch individuelle Düngungsgewohnheiten.

In den von uns untersuchten Kleingärten ist, wie auch in vergleichbaren ausländischen Untersuchungen immer wieder festgestellt werden konnte, die Nährstoffversorgung generell sehr hoch. Speziell bei Phosphat wurden hohe bis sehr hohe pflanzenverfügbare Gehalte festgestellt. Die durchschnittlichen Kalium- und Magnesiumgehalte liegen ebenfalls im oberen Bereich der von der Düngerberatung herausgegebenen Empfehlungen. Der wasserlösliche Fluoridgehalt steigt in manchen Bereichen über 4 mg/kg und korreliert in keiner Weise mit dem Phosphatgehalt, was auf Immissionen anderer Art und nicht auf die Phosphatdüngung hinweist. Auffällig ist, daß sich die Standorte mit erhöhten Fluorwerten durchwegs in Industrienähe befinden.

Nitrat stellt den Stickstoffanteil im Boden dar, der den Pflanzen unmittelbar zur Verfügung steht. Wenn Nitrate im Übermaß vorhanden sind und nicht von Pflanzen aufgenommen werden können besteht akute Gefahr der Belastung des Grundwassers. Aufgrund der unterschiedlichen Düngung und Stickstoffmineralisierung im Boden schwankte der Nitratgehalt der Proben von <1mg bis über 6 mg/100 g zum Zeitpunkt der Probenahme, wobei diese Werte laufenden Veränderungen während der Vegetationszeit unterliegen. Da im Boden nur der aktuelle Stickstoffgehalt ermittelt werden kann, ist eine wertende Aussage nur in Zusammenhang bzw. in Kenntnis der Nitratgehalte der Pflanzen möglich.

Bei der Bestimmung von Biomasse-C wird Glucose als schnell verwertbares Substrat dem Boden zugesetzt und das bei ihrem mikrobiellem Abbau freiwerdende Kohlendioxid bestimmt. Die Kohlendioxidfreisetzung ist somit ein Maß für die gesamte stoffwechselaktive Mikroflora. Biomasse-C ist daher ein Maß für die biologische Aktivität des Bodens. Im allgemeinen sind Böden mit hohem Humusanteil mikrobiologisch aktiver als Böden mit geringem Humusgehalt und hohem Tonanteil.

Säurelösliche Elemente

Der Mensch nimmt Metalle und Metallverbindungen hauptsächlich mit Nahrungsmitteln und in der Regel nur zu einem geringen Teil aus Getränken und der Atemluft auf. Die geprüften Hausgärten dienen der unmittelbaren Nahrungsmittelproduktion. Schwermetallanreicherungen im Boden können bei Überschreitung gewisser Konzentrationen neben Störungen des Bodenlebens und des Pflanzenwachstums auch zu unerwünschter Kontamination der Pflanzen führen, was im Falle von Gemüse und Nahrungspflanzen wiederum negative Auswirkungen auf die menschliche Gesundheit haben kann. Generell liegen die Schwermetallgehalte wesentlich höher als auf vergleichbaren Standorten mit ausschließlich landwirtschaftlicher Nutzung. Diese Beobachtung läßt sich durch andere nationale und internationale Untersuchungen immer wieder bestätigen. In der Beilage (4) sind die Analysenwerte statistisch ausgewertet zusammengefaßt und in der Beilage (5) mit den Durchschnittsgehalten der Ackerböden von Linz verglichen. Graphisch wurde die Verteilung auch in Form von Histogrammen dargestellt, wobei eine Abweichung von der Normalverteilung als Indiz anthropogener Beeinflußung gilt. (Beilage 6)

In einer weiteren Beilage (7) sind die 24 Böden am Beispiel der ökologisch relevanteren Elemente gegeneinander sowie mit dem jeweiligen Grenzwert und den Durchschnittsgehalten der landwirtschaftlich genutzten Böden in Oberösterreich graphisch verglichen.

Da sich die untersuchten Schwermetalle in ihrer ökotoxikologischen Bedeutung wesentlich unterscheiden, wird eine getrennte Bewertung der einzelnen Schwermetalle vorgenommen.

Arsen:	Grenzwert.....	20 ppm
	Belastungsverdacht (ÖNORM L-1075) >	15 ppm
	durchschnittl.Gehalt OÖ.....	6 ppm
	mittlerer Gehalt Gartenböden Linz...	9 ppm
	höchster Gehalt Gartenböden Linz	14 ppm

Eine wesentliche Belastung der Gartenböden Linz mit dem Element Arsen konnte nicht festgestellt werden.

Blei: Grenzwert 100 ppm
Belastungsverdacht (ÖNORM L-1075) > 50 ppm
durchschnittl. Gehalt OÖ..... 21 ppm
mittlerer Gehalt Gartenböden.Linz. ..68 ppm
höchster Gehalt Gartenböden Linz.. .160 ppm

Die Bleibelastung der Linzer Gartenböden ist allgemein erhöht. Bei Grenzwertüberschreitungen bei 25 % der untersuchten Böden ist von erheblicher Belastung zu sprechen. Um Kontaminationen des Gemüses und in weiterer Folge der Bevölkerung hintanzuhalten sind Maßnahmen angezeigt. Da die Bleibelastung überwiegend aus dem Staubbiederschlag und da wiederum aus dem Straßenverkehr kommt, können bei manchen Gemüsesorten durch sorgfältige küchenmäßige Aufbereitung (putzen, waschen, schälen) die Bleigehalte bis zu 80 % gesenkt werden. Zweckmäßig erweisen sich auch straßenseitige Hecken und der Schutz des Gemüses vor Staubbiederschlag mittels Folientunnel.

Cadmium: Grenzwert..... 1.00 ppm
Belastungsverdacht (ÖNORM L-1075) > 0,50 ppm
durchschnittl. Gehalt OÖ..... 0,20 ppm
mittlerer Gehalt Gartenböden Linz....0,52 ppm
höchster Gehalt Gartenböden Linz.... 1,02 ppm

Cadmium wird heute eindeutig als das kritischste Element unter den untersuchten Schwermetallen angesehen. Es ist leicht pflanzenaufnehmbar und bereits in geringen Konzentrationen schädlich für Mensch und Tier. Bei allen untersuchten Gartenböden liegen die Cd-Gehalte über den Durchschnittswerten der landwirtschaftlich genutzten Böden OÖs, und eine Probe erreicht sogar den in der Oö.Klärschlammverordnung neu festgesetzten Bodengrenzwert von 1 ppm. Exakt die Hälfte der Proben schöpfen den Grenzwert bereits zu über 50 % aus. Obwohl die hohen pH-Werte und Humusgehalte der Gartenböden einer Cd-Aufnahme durch die Pflanzen generell entgegenwirken, sind Maßnahmen geboten, jeden weiteren Cd-Eintrag in diese Böden zu minimieren.

Chrom: Grenzwert..... 100 ppm
Belastungsverdacht (ÖNORM L-1075) > 50 ppm
durchschnittl. Gehalt OÖ..... 33 ppm
mittlerer Gehalt Gartenböden Linz...32 ppm
höchster Gehalt Gartenböden Linz....41 ppm

Bei den untersuchten Gartenböden konnte keine Chromanreicherung festgestellt werden.

Kupfer: Grenzwert..... 100 ppm
Belastungsverdacht (ÖNORM L-1075) > 50 ppm
durchschnittl. Gehalt OÖ..... 20 ppm
mittlerer Gehalt Gartenböden Linz...42 ppm
höchster Gehalt Gartenböden Linz...124 ppm

Bei einer Grenzwertüberschreitung sind alle übrigen Gehalte als nur leicht erhöht einzustufen. Da Kupfer ein essentielles Spurenelement darstellt und sich der Großteil der Werte im optimalen Bereich bewegt ist dies durchaus als positiv zu werten.

Nickel: Grenzwert..... 60 ppm
Belastungsverdacht (ÖNORM L-1075) > 40 ppm

durchschnittl. Gehalt OÖ 25 ppm
mittlerer Gehalt Gartenböden Linz...24 ppm
höchster Gehalt Gartenböden Linz....36 ppm

Die Nickelwerte sämtlicher Böden bewegen sich im Normalbereich, es ist keine Anreicherung festzustellen.

Quecksilber: Grenzwert 1,00 ppm
Belastungsverdacht (ÖNORM L-1075) > 0,20 ppm
durchschnittl. Gehalt OÖ 0,10 ppm
mittlerer Gehalt Gartenböden Linz....0,28 ppm
höchster Gehalt Gartenböden Linz 0,79 ppm

Bei Quecksilber treten auf einzelnen Standorten für dieses Element ungewöhnlich hohe Anreicherungen auf. Der Bodengrenzwert nach der OÖ.Klärschlammverordnung wird zwar in keinem Fall überschritten, die Problematik ist aber insofern gegeben, da der geogen bedingte Quecksilbergehalt bei 0,02 ppm liegt und bei diesem Element allgemein die anthropogene Anreicherung im Boden beträchtlich ist.

Thallium: Grenzwert 1,00 ppm
Belastungsverdacht (ÖNORM L-1075) > 0,50 ppm
durchschnittl. Gehalt OÖ 0,33 ppm
mittlerer Gehalt Gartenböden Linz....0,22 ppm
höchster Gehalt Gartenböden Linz 0,46 ppm

Ähnlich wie bei den Ackerböden spiegelt sich bei den Linzer Gartenböden die geogene Situation bzw. das bodenbildende Ausgangssubstrat im Thalliumgehalt wider. Höhere natürliche Konzentrationen werden allgemein auf kristallinen Böden (wie sie im größten Teil des Mühlviertels vorkommen) gefunden. Anthropogene Anreicherungen wurden nicht festgestellt.

Zink: Grenzwert 300 ppm
Belastungsverdacht (ÖNORM L-1075) >150 ppm
durchschnittl. Gehalt OÖ 71 ppm
mittlerer Gehalt Gartenböden Linz....201 ppm
höchster Gehalt Gartenböden Linz...408 ppm

Ein Viertel der untersuchten Gartenböden weisen bei Zink Gehalte auf, die über den Grenzwert liegen und bei etwa der Hälfte der Standorte ist Belastungsverdacht gegeben. Eine Anreicherung von Zink in den Linzer Kleingärten ist somit ähnlich wie im Falle von Blei und Cadmium relativ häufig und vom Ausmaß der Konzentration her beträchtlich. Obwohl Zink ein essentielles Spurenelement ist, muß festgehalten werden, daß der Grenzwert gewissermaßen die maximale obere Grenze für den Optimalbereich bzw. den Übergang in den toxischen Bereich darstellen kann. Abhängig ist die Toxizitätsgrenze vor allem von der Bodenschwere, vom pH-Wert und vom Humusgehalt des jeweiligen Bodens.

Statistische Beurteilung

Die Ergebnisse wesentlicher bodenkundlicher Dauereigenschaften (pH, Humus, Ton, ...) einiger Nährstoffe sowie die Schwermetallgehalte wurden in Einfachkorrelationen verglichen. Einen Überblick über die Abhängigkeiten zwischen den Bodendauereigenschaften und den Schwermetallgehalten bzw. den Schwermetallgehalten untereinander gibt die Beilage 8. Für Korre-

lationskoeffizienten $> 0,7$ wurde eine Regressionsgerade mit einer 95 % Vertrauensgrenze und dem 95 % Vertrauensbereich der abhängigen Variablen berechnet und graphisch dargestellt. (Beilage 9)

Zusammenfassende Beurteilung

Vorrangige Zielsetzung der Untersuchung war es, die Belastungssituation der Linzer Gartenböden mit Schwermetallen festzustellen. Im Gutachten wird eine Bewertung der derzeitigen Situation gegeben. Die Beurteilung muß unter folgenden grundsätzlichen Aspekten betrachtet werden.

- Die Gartenböden dienen üblicherweise der unmittelbaren Nahrungsmittelproduktion, es sind daher entsprechend strenge Richtlinien anzuwenden.
- Es gibt bisher keine Möglichkeit in den Boden eingebrachte und im Boden gespeicherte Schwermetalle daraus wieder unschädlich zu entfernen.
- Die genannten Grenzwerte haben keinen in der Toxikologie üblichen Sicherheitsfaktor zwischen 10 und 100, sondern dieser liegt durchwegs weit unter 10.

Die Beilage (10, 11) zeigt die Schwermetallgesamtbelastung der einzelnen Standorte. Der Gesamtbelastungsfaktor errechnet sich indem die Elementgehalte von Cu, Zn, Cr, Ni, Pb, Cd und Hg des jeweiligen Standortes durch ihre Grenzwerte dividiert **und** die dabei erhaltenen Quotienten addiert werden. Liegt die erhaltene Summe im Bereich zwischen 1 und 2 handelt es sich um Schwermetallgehalte im Normalbereich. Bei einem Faktor >3 kann von einem Belastungsverdacht beim jeweiligen Standort gesprochen werden und es sind weitere Überprüfungen angezeigt.

unter den genannten Gesichtspunkten müssen rund die Hälfte der untersuchten Böden als mit Schwermetallen belastet angesehen werden.

Die höchsten Belastungen treten bei Cadmium, Blei, Quecksilber und Zink auf.

Die Mobilität und Pflanzenverfügbarkeit der Schwermetalle werden im wesentlichen durch bodenchemische Eigenschaften wie pH-Wert, Humus- und Tongehalt beeinflusst. In den Linzer Gartenböden wirken die genannten Parameter einer Schwermetallaufnahme durch die Pflanzen entgegen. Die Pflanzenverfügbarkeit wird auch durch die Herkunft der Schwermetalle, d.h. von Art und Stärke der chemischen Bindung beeinflusst. Aufnahme und Anreicherung der Schwermetalle in Pflanzen sind weiters nach Pflanzenart und Element sehr unterschiedlich.

Häufig erfolgt eine Kontamination der Pflanzen ausschließlich an der Oberfläche über die Staubbelastung bzw. den Lufteintrag. Abschließend ist festzustellen, daß sich aus der Bodenuntersuchung zwar das mögliche Gefährdungspotential durch Schwermetalle abschätzen läßt, eine generelle Vorhersage über die Schwermetallbelastung von Pflanzen, an diesen Standorten, die ja direkt der menschlichen Ernährung dienen, ist aus den genannten Gründen allerdings nur begrenzt möglich.

Ing. G. Hofer Dr. K. Aichberger

G. Hofer
K. Aichberger

ANHANG:

1) Tabelle: Schwermetallgrenz- bzw. Richtwerte für Böden

Element	mg/kg Boden
*Zink	300
*Kupfer	100
*Blei	100
*Chrom	100
*Nickel	60
Arsen	20
*Cadmium	1
*Quecksilber	1
Thallium	1

* diese Schwermetallgrenzwerte beziehen sich auf das 00 Klärschlammgesetz vom 1.Jänner 1990

2) Literatur

K.Aichberger, W.Bachler u. H. Pichler: Schwermetalle in Böden OÖs. und der Verteilung im Bodenprofil. Landw. Forschung.SH 38, 350-362, 1981.

K.Aichberger u. G. Hofer: Arsen-, Quecksilber- und Selengehalte landwirtschaftlich genutzter Böden OÖs. Die Bodenkultur, 39, H 1, 1-11, 1989.

Amt der Tiroler Landesregierung: Bericht über den Zustand Tiroler Böden (Juni 1989)

W.Beck u. K.Aichberger: Verwertung von Siedlungsabfällen aus der Sicht der Landwirtschaft. Der Förderungsdienst 11, 314-316, 1984.

W.E.H.Blum, H. Spiegel und W.W.Wenzel, K.Aichberger, u.a.: Bodenzustandsinventur, Konzeption, Durchführung und Bewertung. Empfehlungen zur Vereinheitlichung der Vorgangsweise in Österreich, Wien 1989.

H.Brüne u.R. Ellinghaus: Schwermetallgehalte in landwirtschaftlich genutzten Ackerböden Hessens. Landw. Forsch. SH 38, 338-349, 1981.

H.Häni, S.Gupta u. A. Siegenthaler: Schwermetallgehalte einiger wenig belasteter typischer Böden der Schweiz. Landw. Forsch. SH 38, 314-323, 1981.

A.Köchler: Die Belastung der Böden des Marchfeldes mit Schadstoffen, öst. Gesellsch. für Natur- und Umweltschutz, Wien, 1987.

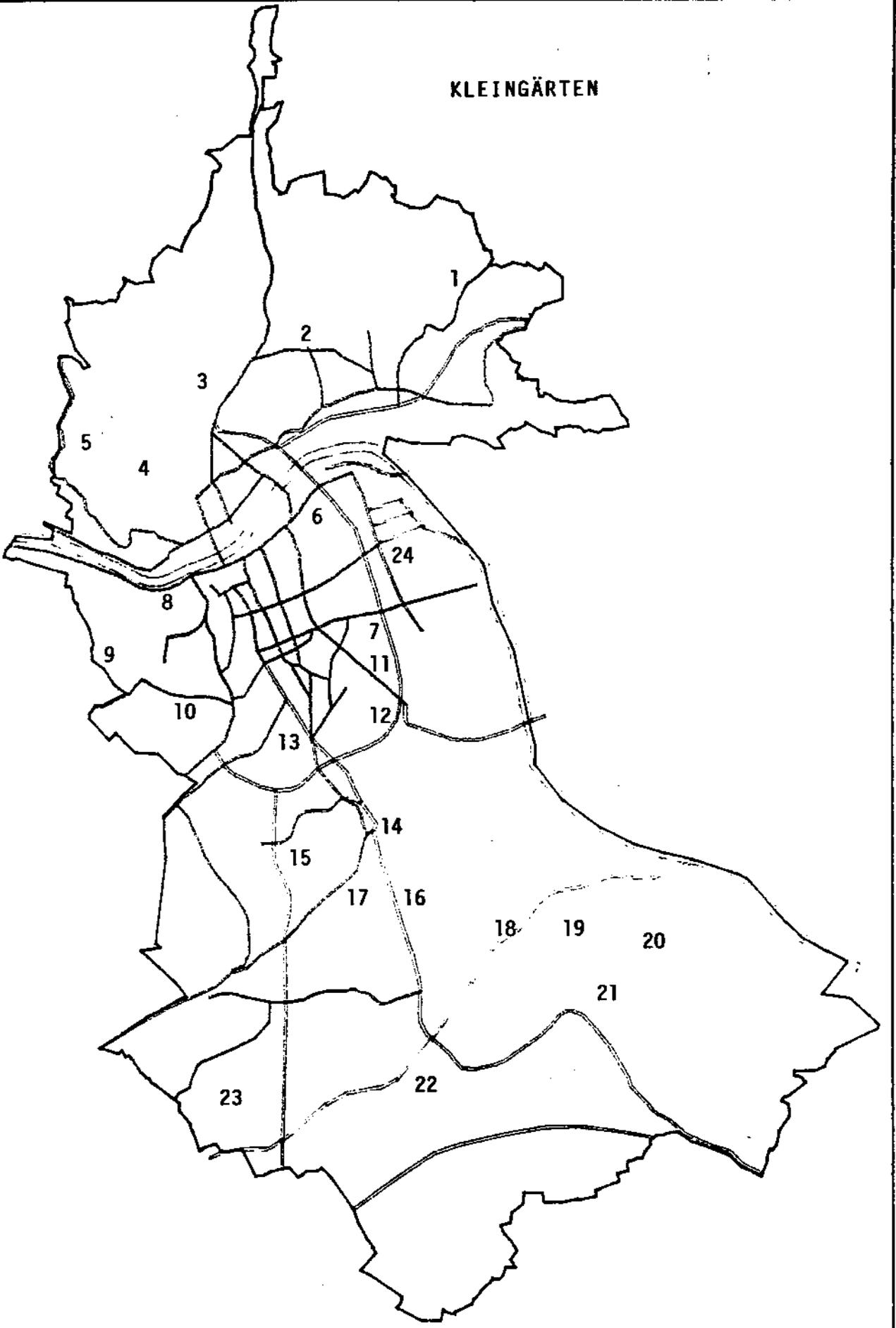
D.Rosenkranz, G. Einsele, H.M. Harre/S: Bodenschutz, Erich Schmidt Verlag, Berlin 1988.

Boden und Gemüseuntersuchung in Linzer Kleingärten -
Standortliste 1989

- | | |
|----------------------|--------------------------|
| 1. Elmberg | 13. Breitwiesergutstraße |
| 2. Steg | 14. Strachgasse |
| 3. Bachlberg | 15. Lißfeld |
| 4. Petrinum | 16. Wahringerstraße |
| 5. Pöstlingberg | 17. Wasserwald |
| 6. Köglstraße | 18. Lunzerstraße |
| 7. Glögglweg | 19. Ufer |
| 8. Mariahilfgasse | 20. Neufelderstraße |
| 9. Zaubertal | 21. Oidenerstraße |
| 10. Froschberg | 22. Kastgründe |
| 11. Chemie Linz | 23. Bäckermühlweg |
| 12. Chemie Parkplatz | 24. Lustenau |

Probenahmestandorte und deren Bezeichnung (Beilage 1)

KLEINGÄRTEN



Beilage 2, Lageskizze der Probenahmestandorte

Standort	pH	Humus	CaCO ₃	Leitf.	Ton	P ₂ O ₅	K ₂ O	Mg	Bor	Cl	SO ₄	Cu	Zn	Pb	Cr	Ni	Cd	Hg	As	Tl	F
		%	%	mS	%	mg / 100 g	mg/kg	mg/100 g	- mg/kg -												
1	6,4	4,7	1,0	0,110	10,1	100	42	23	0,8	3,5	6,5	24	77	24	17	10	0,28	0,070	4,1	0,215	1,65
2	6,1	4,2	0,6	0,062	17,2	23	16	15	0,7	3,5	8,0	43	122	38	41	26	0,28	0,138	4,5	0,463	2,09
3	6,6	5,5	0,4	0,094	12,1	69	36	19	1,1	2,6	4,0	27	92	23	39	24	0,26	0,094	3,9	0,369	1,79
4	6,8	6,9	3,6	0,183	12,2	115	30	18	1,2	4,4	5,5	61	306	100	33	26	0,81	0,386	9,8	0,266	2,11
5	7,0	5,6	3,6	0,121	9,3	71	30	17	1,0	4,4	6,5	39	220	56	39	21	0,54	0,135	4,9	0,332	1,24
6	7,0	4,5	3,2	0,122	11,0	137	34	24	1,3	3,9	10,5	35	276	75	35	28	0,49	0,787	10,7	0,209	0,92
7	7,0	9,7	6,9	0,150	7,4	120	24	18	1,7	4,4	12,0	124	340	132	23	23	0,58	0,530	10,7	0,194	1,33
8	7,2	3,0	11,6	0,114	12,0	88	47	19	1,7	3,5	6,5	45	124	52	30	26	0,46	0,289	10,7	0,214	1,66
9	7,1	4,0	2,1	0,114	14,7	83	55	22	1,2	3,5	38,0	28	160	48	41	30	0,50	0,159	11,5	0,236	2,91
10	7,0	6,8	2,3	0,126	11,3	85	26	26	2,1	3,5	12,0	28	146	45	26	23	0,39	0,150	9,5	0,204	3,14
11	7,0	5,8	4,4	0,122	13,8	109	55	17	1,6	2,6	5,0	50	378	160	41	36	0,80	0,282	13,9	0,267	3,96
12	7,1	4,9	1,3	0,085	12,4	66	16	13	1,1	2,6	6,5	47	216	70	37	28	0,57	0,338	13,7	0,232	5,96
13	7,1	6,0	3,8	0,104	14,6	115	55	21	1,3	3,5	5,0	46	232	94	39	32	0,65	0,354	12,9	0,253	2,99
14	7,1	6,0	4,0	0,090	9,7	74	16	21	1,5	2,6	5,0	78	364	138	33	21	0,87	0,742	12,2	0,223	3,99
15	7,1	4,9	12,6	0,084	11,7	95	31	19	1,6	2,6	4,5	44	408	104	36	25	0,68	0,371	11,2	0,200	2,47
16	7,2	6,0	23,1	0,124	13,5	88	19	27	1,3	3,5	5,5	48	392	86	33	26	1,02	0,395	10,2	0,184	1,78
17	7,1	8,9	9,0	0,295	11,1	160	25	34	2,0	3,5	57,5	41	244	144	34	19	0,65	0,395	8,3	0,181	2,64
18	7,2	3,4	36,5	0,099	11,2	72	22	24	1,5	3,5	6,5	20	104	37	17	16	0,43	0,101	4,2	0,140	1,65
19	7,2	4,7	44,5	0,104	12,3	34	20	17	1,1	2,6	2,0	20	72	22	21	17	0,31	0,135	6,5	0,132	4,86
20	7,2	3,0	35,7	0,095	8,3	34	24	15	0,9	2,6	4,8	13	50	19	16	10	0,27	0,054	4,3	0,073	1,66
21	7,2	5,4	2,1	0,093	12,1	67	33	13	1,1	2,6	6,5	46	210	72	38	29	0,54	0,323	14,9	0,249	5,73
22	7,4	2,8	14,7	0,097	12,7	39	16	16	1,3	3,1	5,5	30	102	33	26	26	0,29	0,094	10,3	0,157	4,02
23	7,3	4,7	18,5	0,104	10,8	55	17	30	1,3	3,5	2,5	26	94	37	29	21	0,40	0,164	7,7	0,170	3,41
24	7,2	5,7	17,4	0,149	8,1	65	40	22	1,2	2,6	9,0	34	106	31	39	22	0,31	0,205	8,5	0,135	2,03

	mg/100g NO ₃ -N	mg CO ₂ /100 g TS .h	
		1. Probenahme Biomasse-C	2. Probenahme
1	3,04	2,56	2,81
2	2,60	4,07	4,55
3	4,28	3,60	3,98
4	4,07	3,10	2,70
5	1,32	4,39	4,95
6	1,66	3,55	3,96
7	2,94	4,49	3,39
8	0,97	3,63	3,63
9	2,71	4,40	3,79
10	2,12	4,02	3,55
11	6,96	4,59	3,82
12	2,58	2,89	2,92
13	2,64	4,74	4,71
14	3,07	3,55	3,22
15	1,89	3,45	3,47
16	0,70	4,71	3,46
17	6,43	10,12	6,34
18	2,34	3,01	3,61
19	2,00	4,20	3,76
20	1,92	4,05	4,64
21	1,44	2,89	3,75
22	1,30	2,60	3,59
23	2,50	4,04	4,44
24	5,03	-	4,39

ZUSAMMENFASSUNG UND STATISTISCHE AUSWERTUNG
DER ANALYSENERGEBNISSE *

(n = 24)

Parameter		\bar{x}	Med.	Min.	Max.	Range
pH		7,0	7,1	6,1	7,4	1,3
org.Sub.	%	5,3	5,2	2,8	9,7	6,9
CaCO ₃	%	11,0	4,2	0,4	44,5	44,1
Leitf.	mS	0,118	0,107	0,062	0,295	0,233
Ton	%	11,7	11,9	7,4	17,2	9,8
P ₂ O ₅ CAL	mg/100g	81	79	23	160	137
K ₂ O CAL	mg/100g	30	28	16	55	39
MgCaCl ₂	mg/100g	20	19	13	34	21
Bor acet.	ppm	1,3	1,3	0,7	2,1	1,4
Chlorid wlös.	mg/100g	3,2	3,5	2,6	4,4	1,8
Sulfat wlös.	mg/100g	9,8	6,5	2,0	57,5	55,5
Fluorid wlös.	ppm	2,75	2,29	0,92	5,96	5,04
<u>säurelösliche Metalle</u>						
Kupfer	ppm	42	40	13	124	111
Zink	ppm	201	185	50	408	358
Blei	ppm	68	54	19	160	141
Chrom	ppm	32	34	16	41	25
Nickel	ppm	24	25	10	36	26
Cadmium	ppm	0,52	0,50	0,26	1,02	0,76
Quecksilber	ppm	0,28	0,24	0,05	0,79	0,73
Arsen	ppm	9,1	10,0	3,9	14,9	11,0
Thallium	ppm	0,22	0,21	0,07	0,46	0,39

\bar{x} = arithmet. Mittelwert
Med. = Medianwert
Min. = niedrigster Wert
Max. = höchster Wert
Range = Streubreite

* Sämtliche Daten beziehen sich auf lufttrockenen Boden.

Vergleich der durchschnittlichen Schwermetallgehalte der Acker- und Gartenböden der Gemeinde LINZ mit den durchschnittl. Gehalten landw. genutzter Böden Oberösterreichs und des Marchfeldes

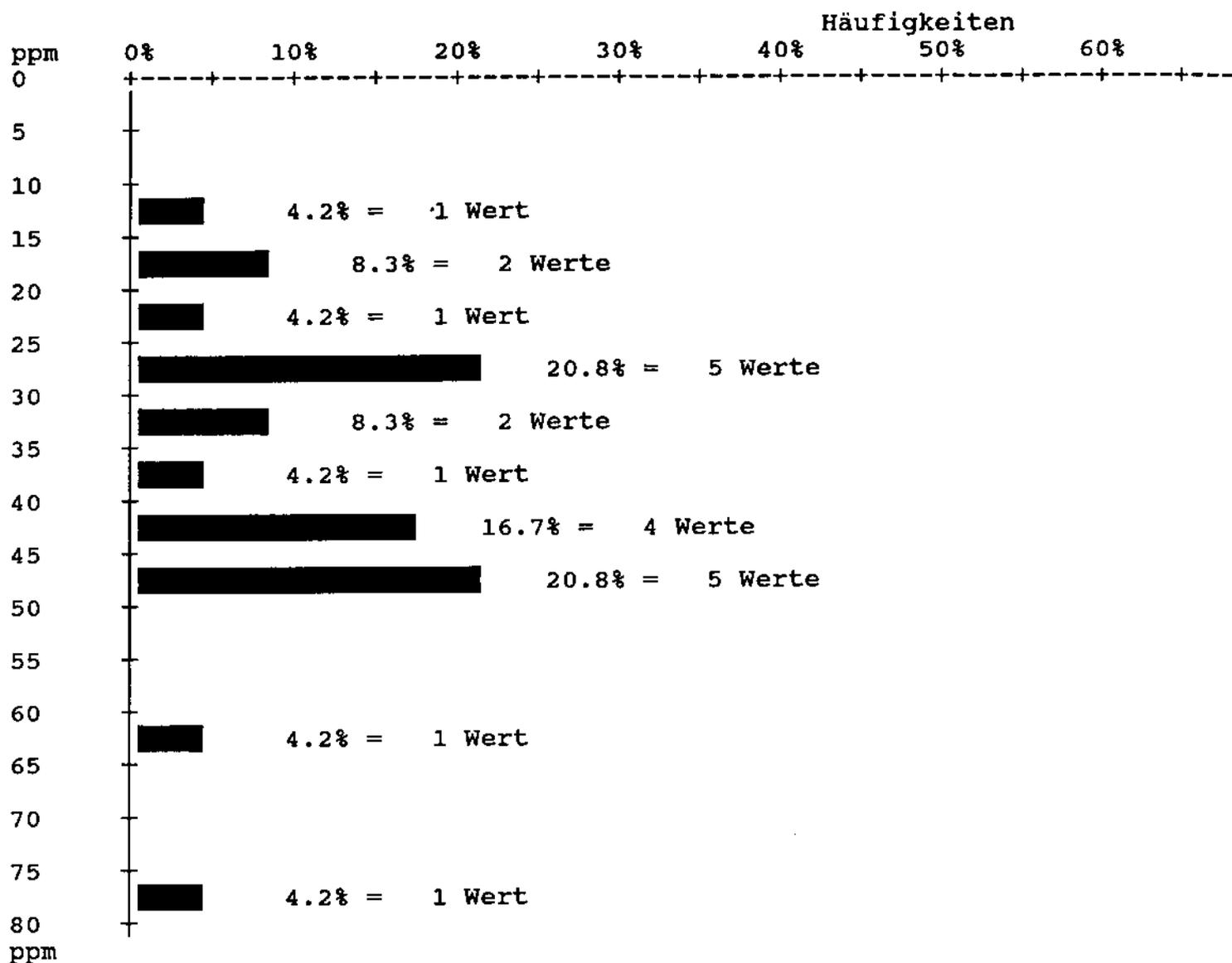
Parameter		Ackerböden/Linz	Gartenböden/Linz	OÖ./Marchfeld
		\bar{x}	\bar{x}	
<u>säurelösliche Metalle</u>				
Kupfer	ppm	24	42	20-30
Zink	ppm	70	201	50-70
Blei	ppm	23	68	20-25
Chrom	ppm	29	32	30-40
Nickel	ppm	24	24	20-25
Cadmium	ppm	0,23	0,52	0,2-0,25
Quecksilber	ppm	0,14	0,28	0,1-0,15
Arsen	ppm	6,7	9,1	6-9
Thallium	ppm	0,28	0,22	-

Histogramme der Schwermetallgehalte der Gartenböden Linz



Histogramm der Kupfergehalte

Gartenböden Linz

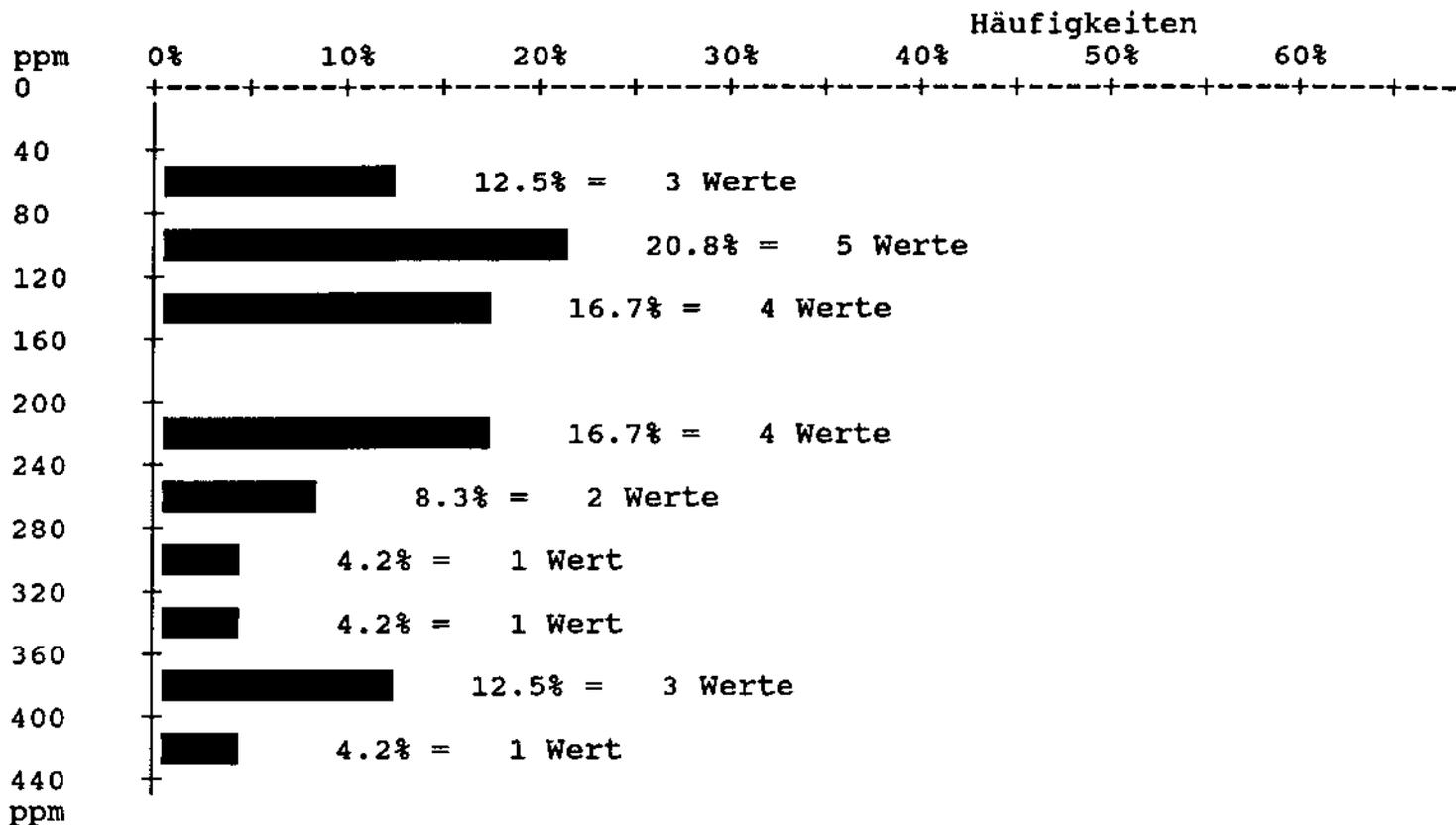


Anzahl	Mittelwert	Streubereich	Standardabw.	Median
24	42	(13.00, 124.00)	22.67	40.00

1 Wert ist nicht im Histogramm :

Histogramm der Zinkgehalte

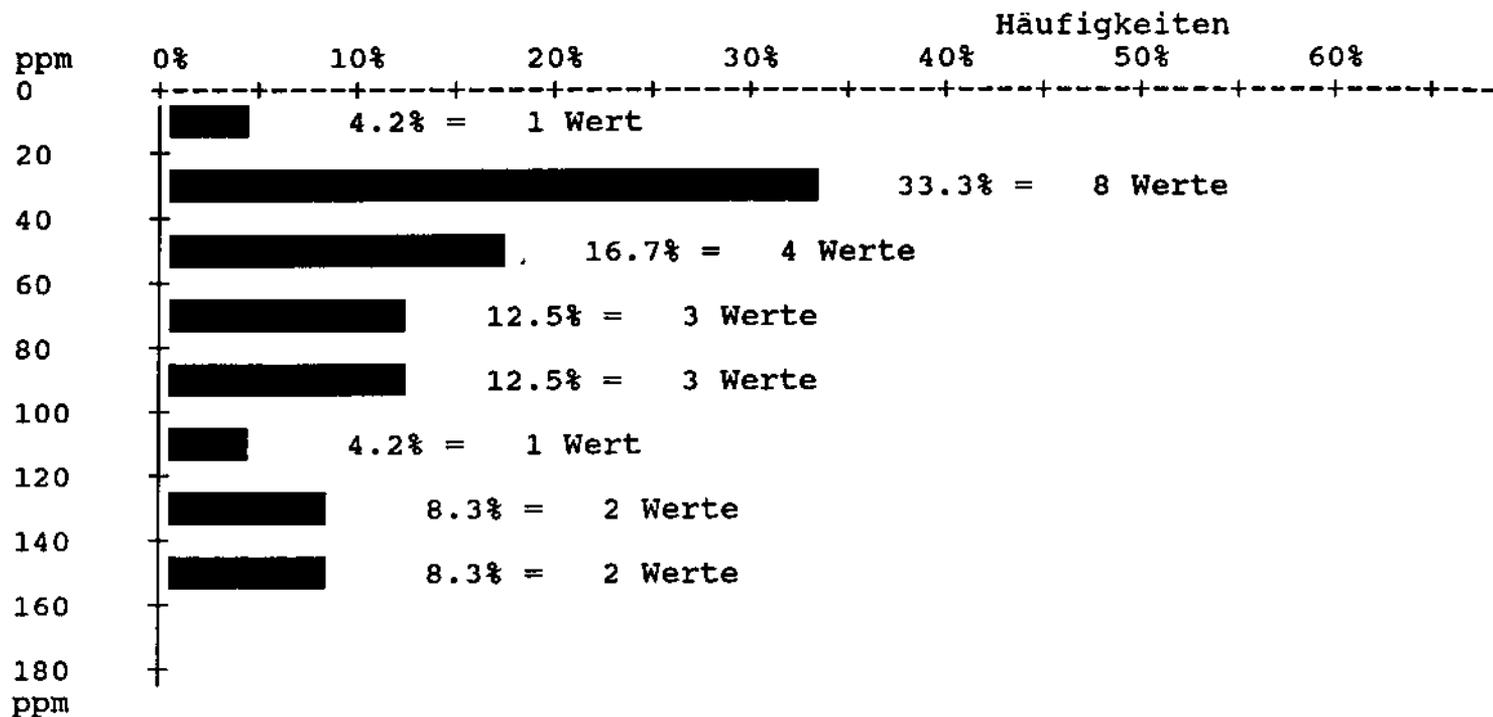
Gartenböden Linz



Anzahl	Mittelwert	Streubereich	Standardabw.	Median
24	201	(50.00, 408.00)	114.19	185.00

Histogramm der Bleigehalte

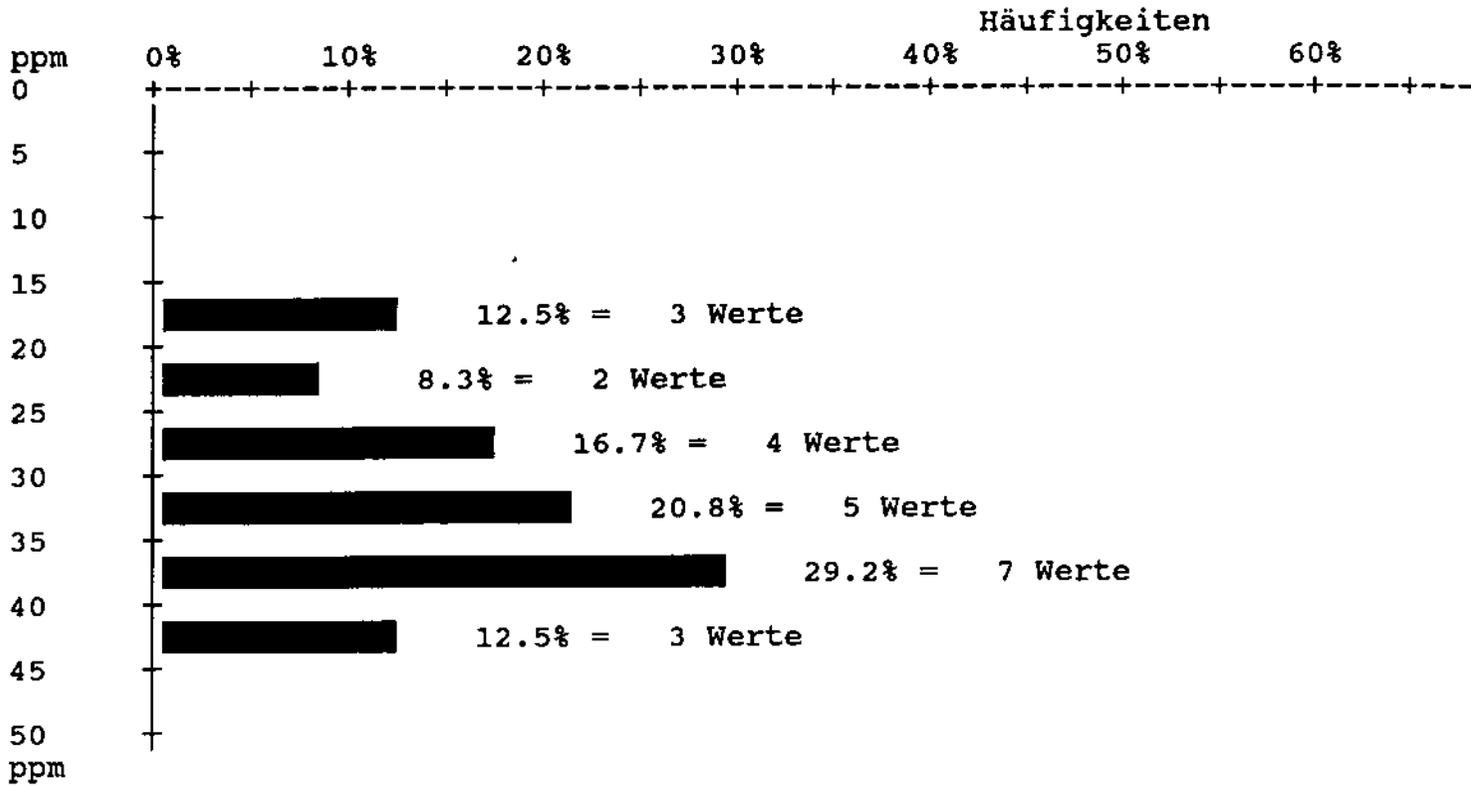
Gartenböden Linz



Anzahl	Mittelwert	Streubereich	Standardabw.	Median
24	68	(19.00, 160.00)	42.65	54.00

Histogramm der Chromgehalte

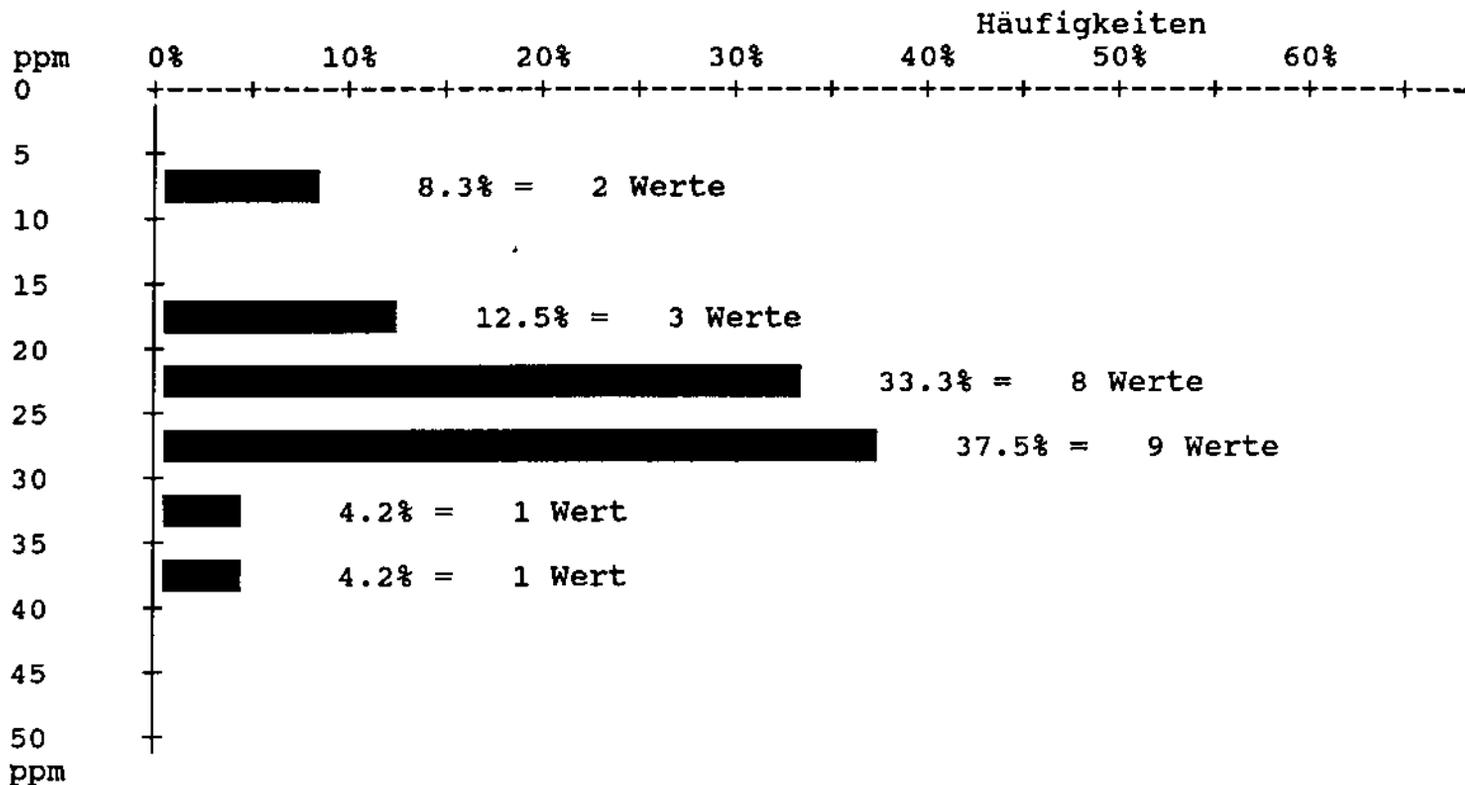
Gartenböden Linz



Anzahl	Mittelwert	Streubereich	Standardabw.	Median
24	32	(16.00, 41.00)	8.14	33.50

Histogramm der Nickelgehalte

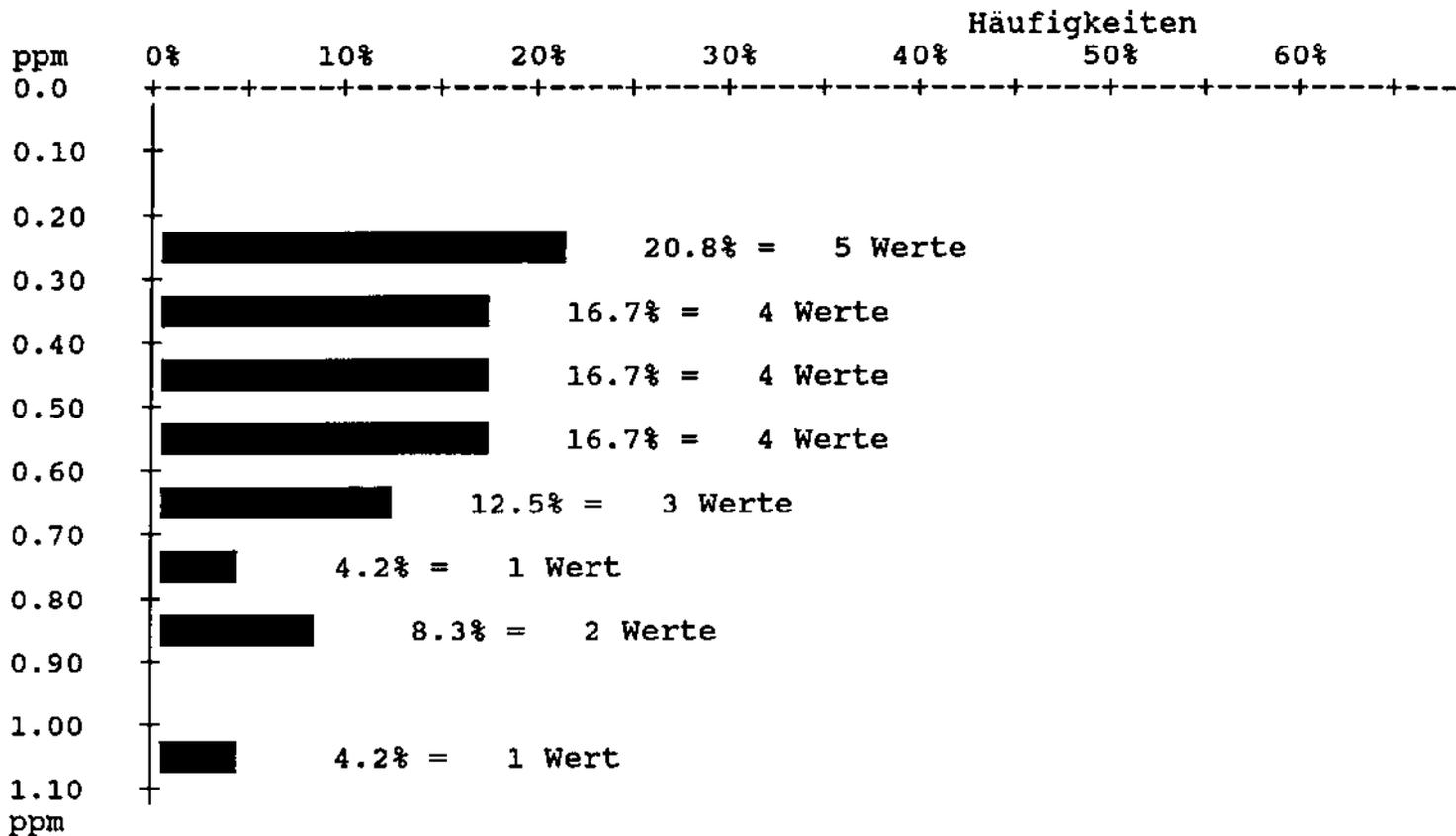
Gartenböden Linz



Anzahl	Mittelwert	Streubereich	Standardabw.	Median
24	24	(10.00, 36.00)	6.19	24.50

Histogramm der Cadmiumgehalte

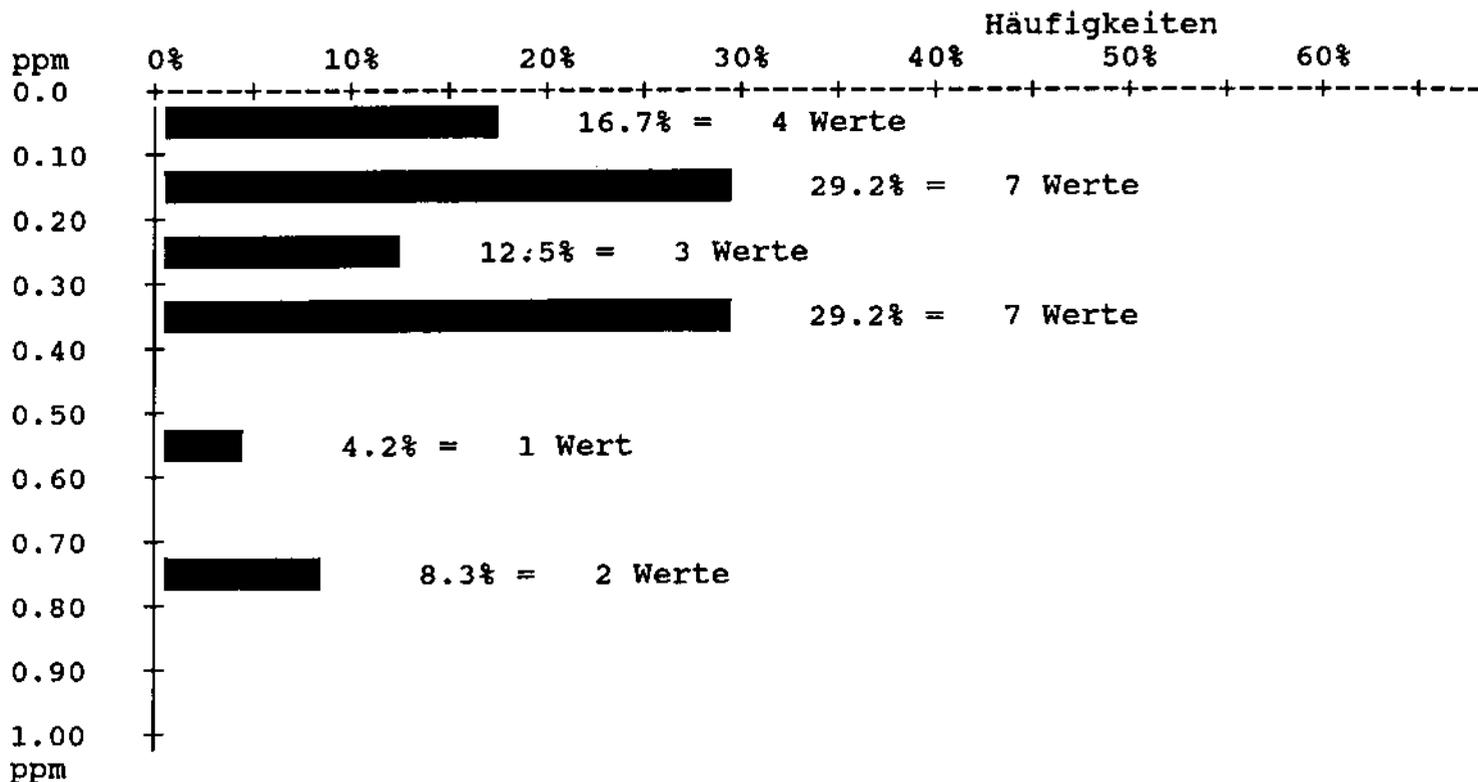
Gartenböden Linz



Anzahl	Mittelwert	Streubereich	Standardabw.	Median
24	0.52	(0.26, 1.02)	0.2118	0.49

Histogramm der Quecksilbergehalte

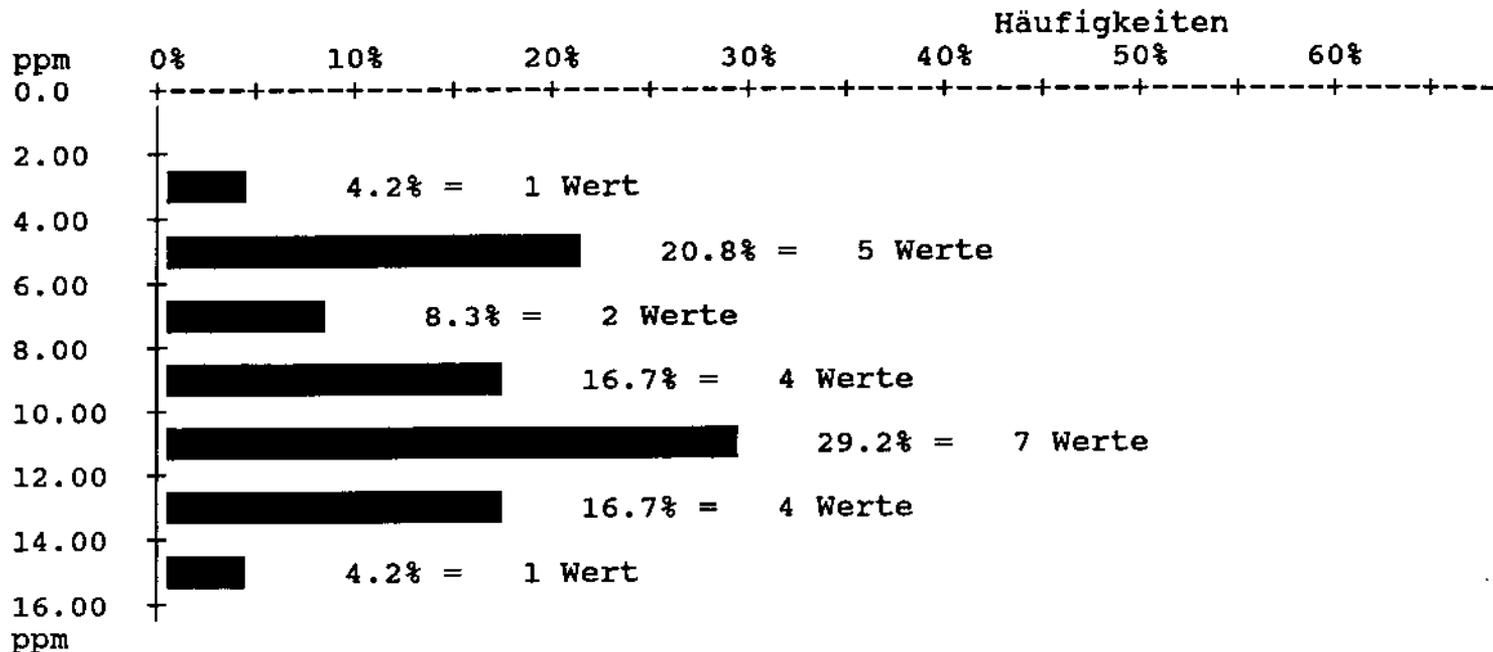
Gartenböden Linz



Anzahl	Mittelwert	Streubereich	Standardabw.	Median
24	0.279	(0.05, 0.79)	0.197698	0.243

Histogramm der Arsengehalte

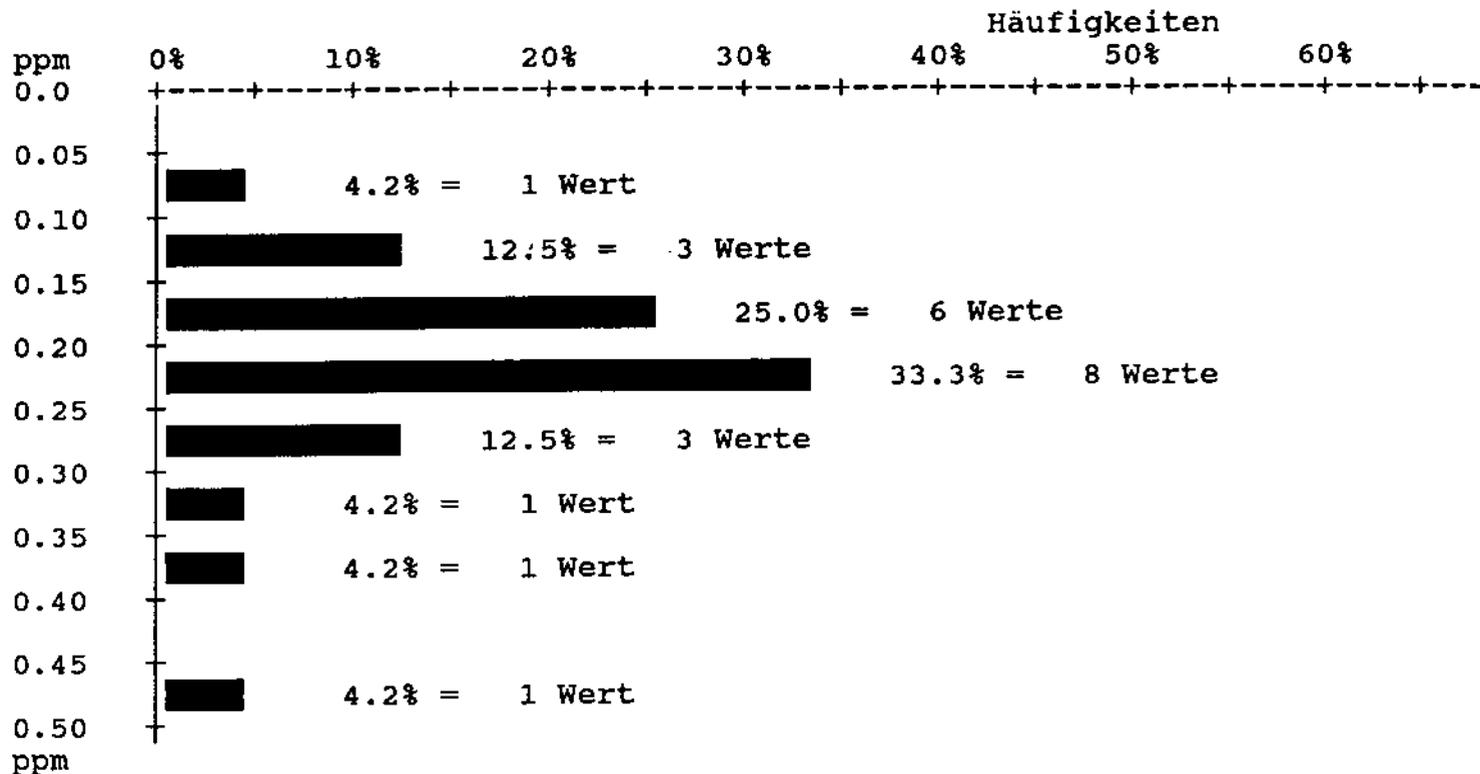
Gartenböden Linz



Anzahl	Mittelwert	Streubereich	Standardabw.	Median
24	9.1	(3.90, 14.90)	3.43	10.00

Histogramm der Thalliumgehalte

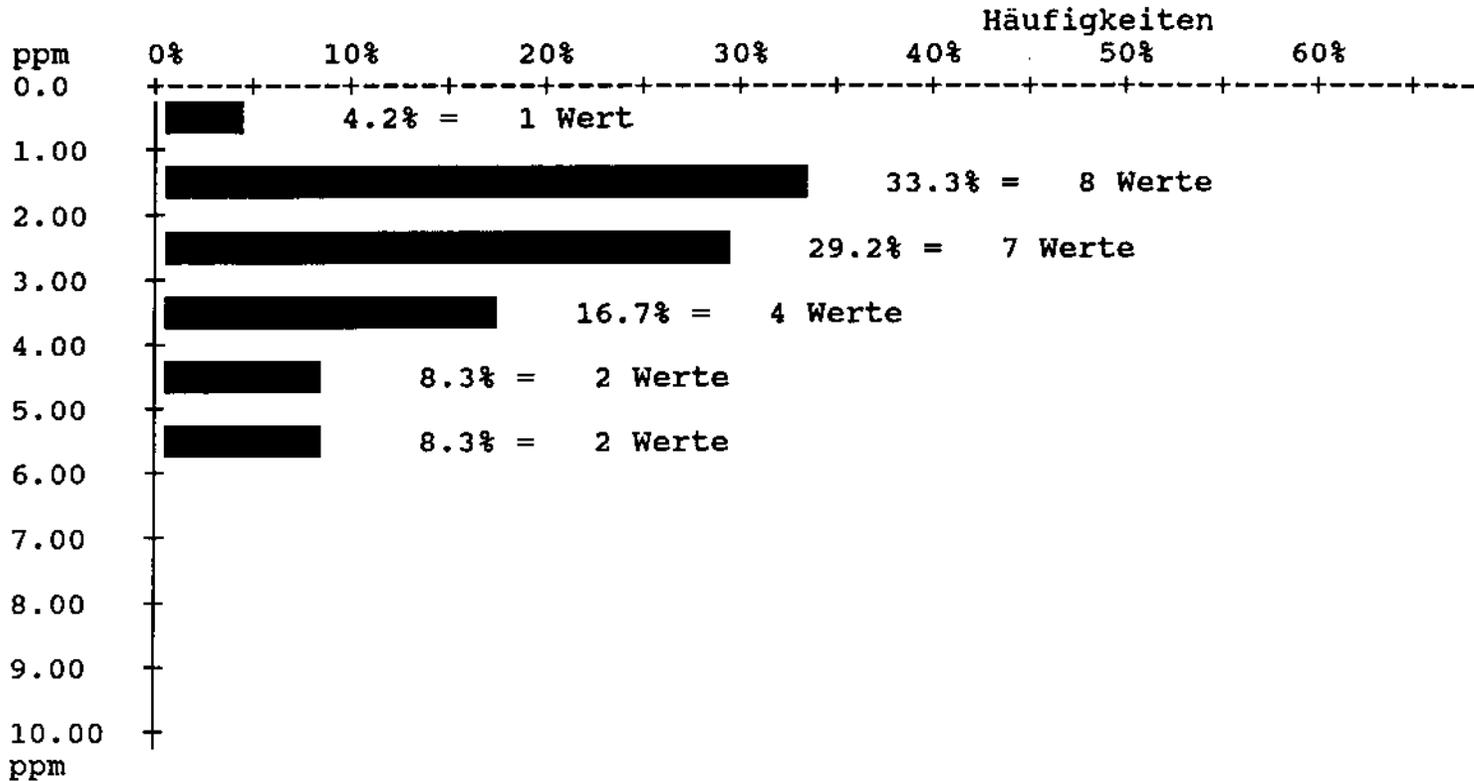
Gartenböden Linz



Anzahl	Mittelwert	Streubereich	Standardabw.	Median
24	0.221	(0.07, 0.46)	0.081886	0.211

Histogramm der Fluorgehalte

Gartenböden Linz



Anzahl	Mittelwert	Streubereich	Standardabw.	Median
24	2.75	(0.92, 5.96)	1.3959	2.29

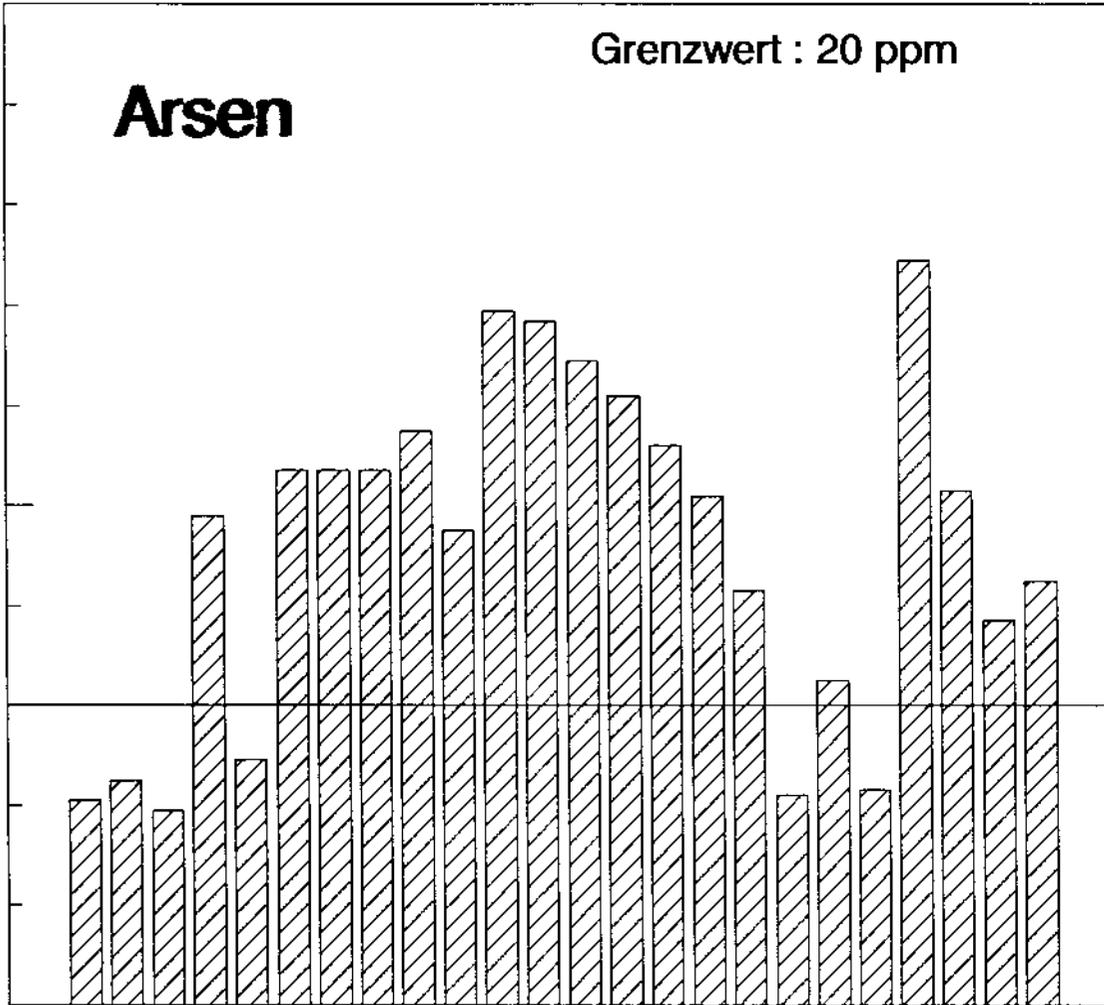
SCHWERMETALLGEGHALTE VON GARTENBÖDEN DER GEMEINDE LINZ IN
RELATION ZUM BODENGRENZWERT bzw. ZUM DURCHSCHNITTSGEHALT
LANDWIRTSCHAFTLICH GENUTZTER BÖDEN OBERÖSTERREICHS

100 %

Arsen

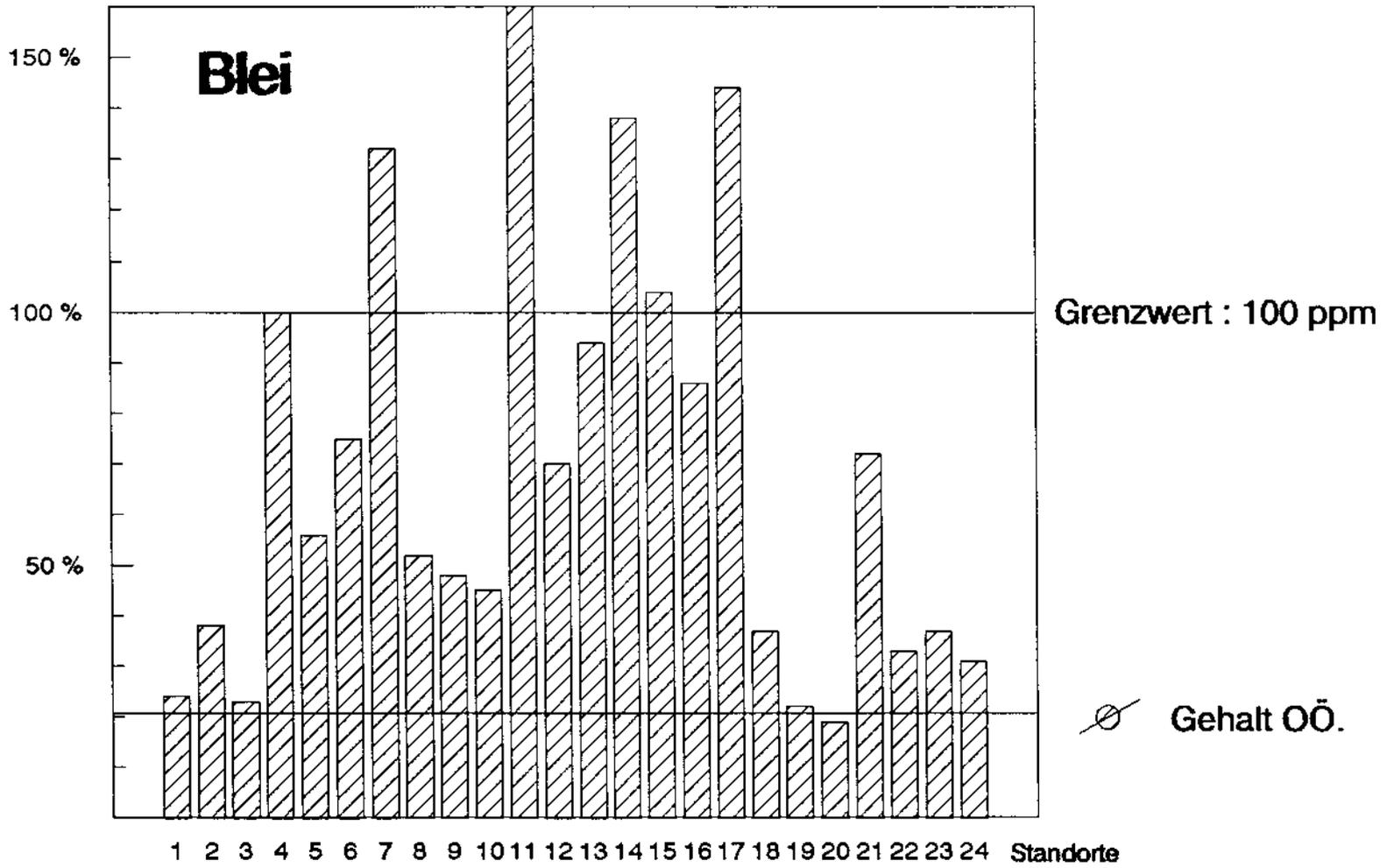
Grenzwert : 20 ppm

50 %



Ø Gehalt OÖ.

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 Standorte

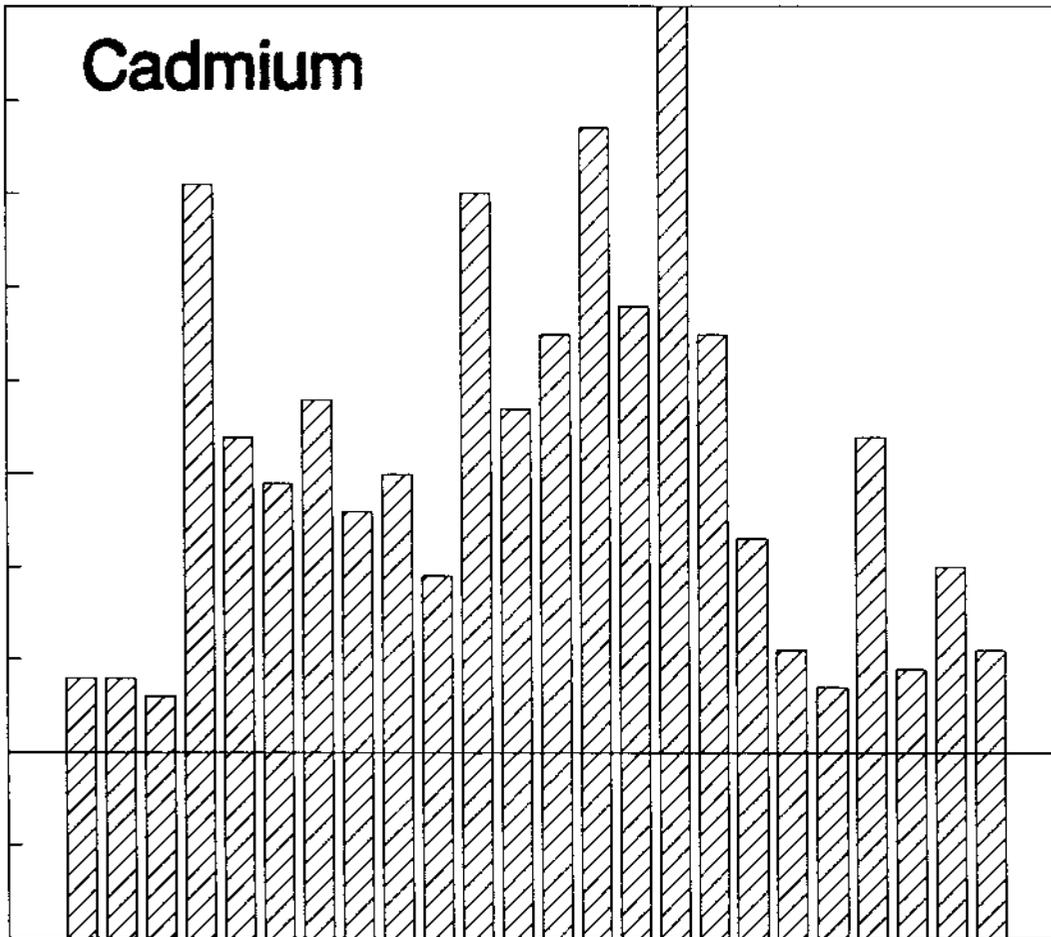


100 %

Cadmium

Grenzwert : 1.0 ppm

50 %



1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 Standorte

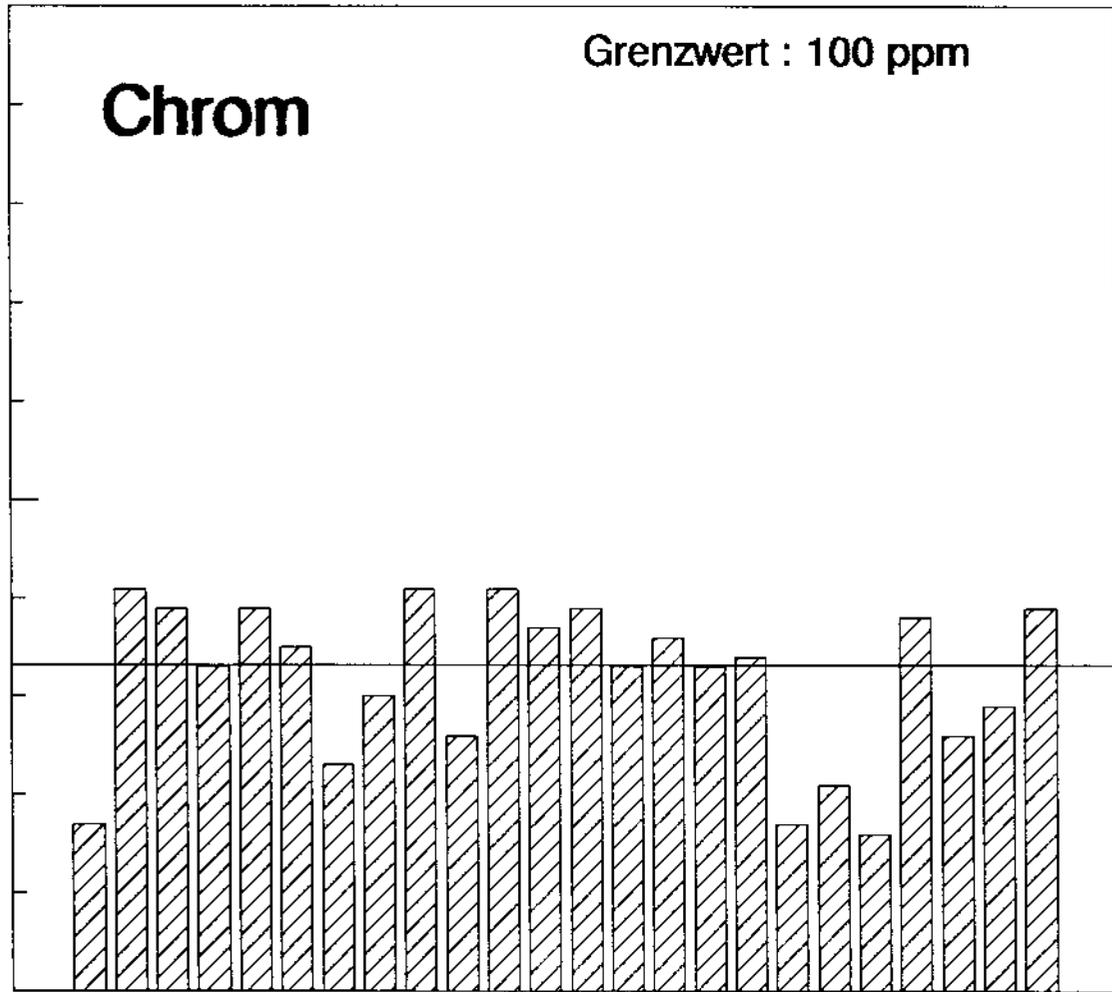
Gehalt OÖ.

100 %

Chrom

Grenzwert : 100 ppm

50 %



⊗ Gehalt OÖ.

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 Standorte

ppm

10

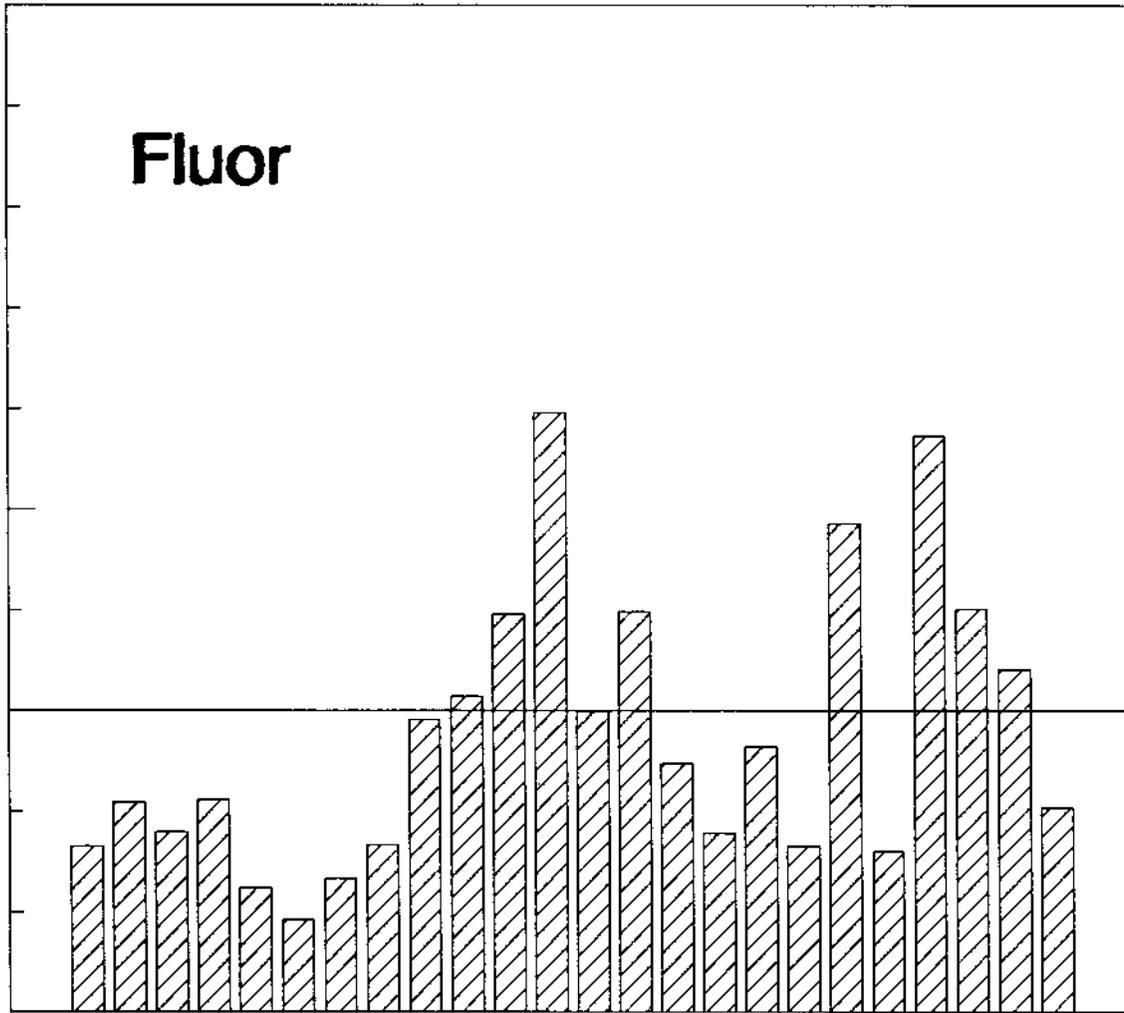
Fluor

5

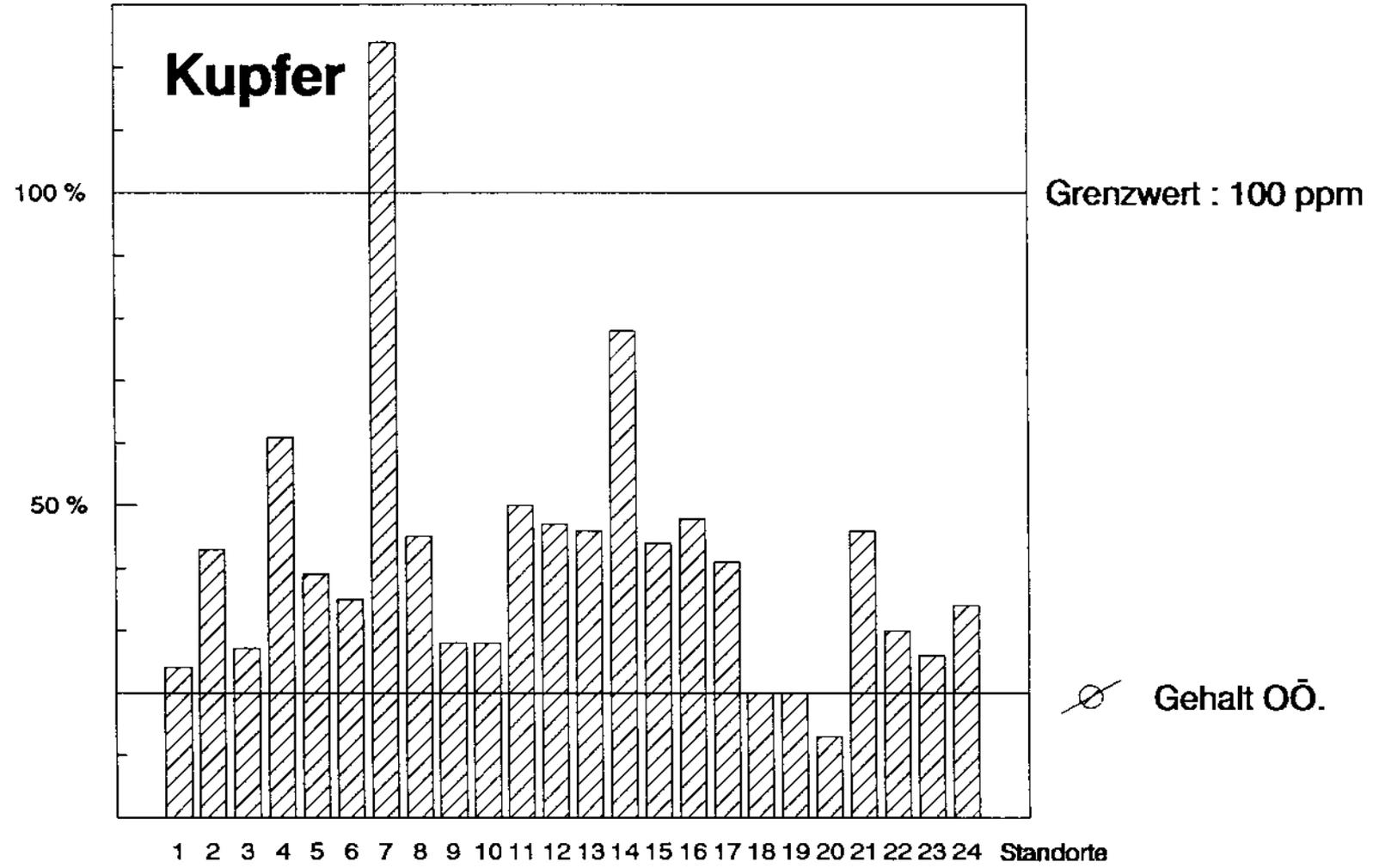
0

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 Standorte

⊗ Gehalt OÖ.



Kupfer



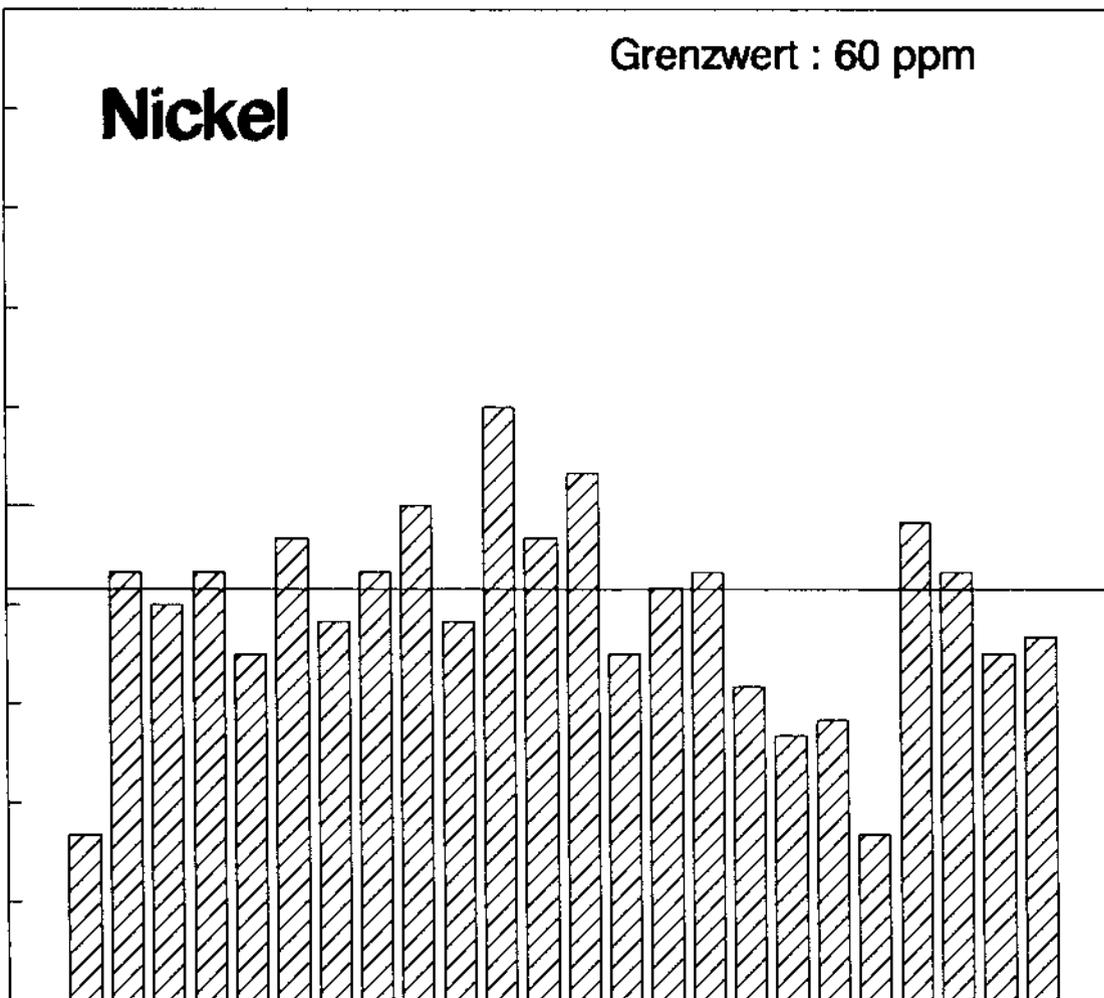
100 %

Nickel

Grenzwert : 60 ppm

50 %

Ø Gehalt OÖ.



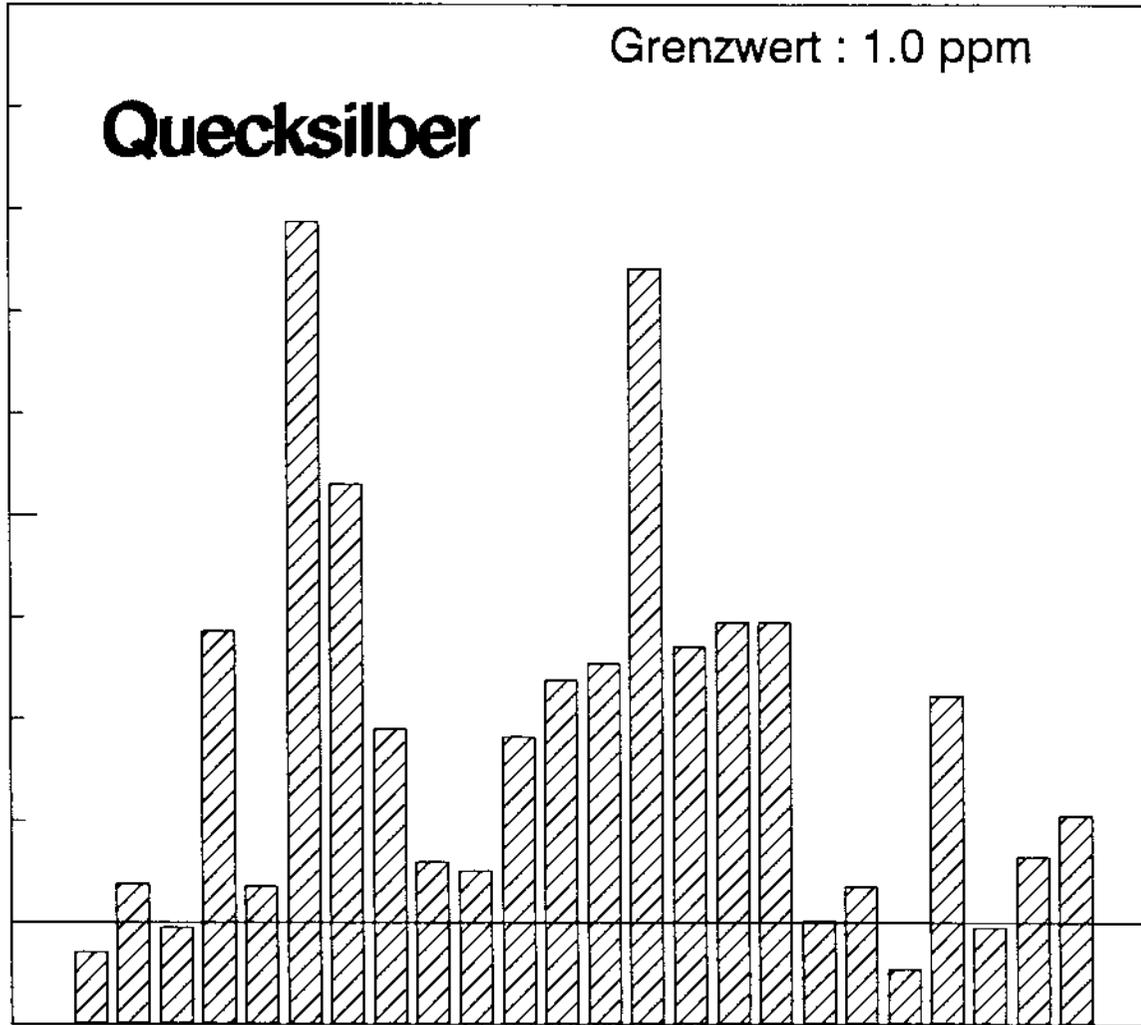
1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 Standorte

100 %

Grenzwert : 1.0 ppm

Quecksilber

50 %



Gehalt OÖ.

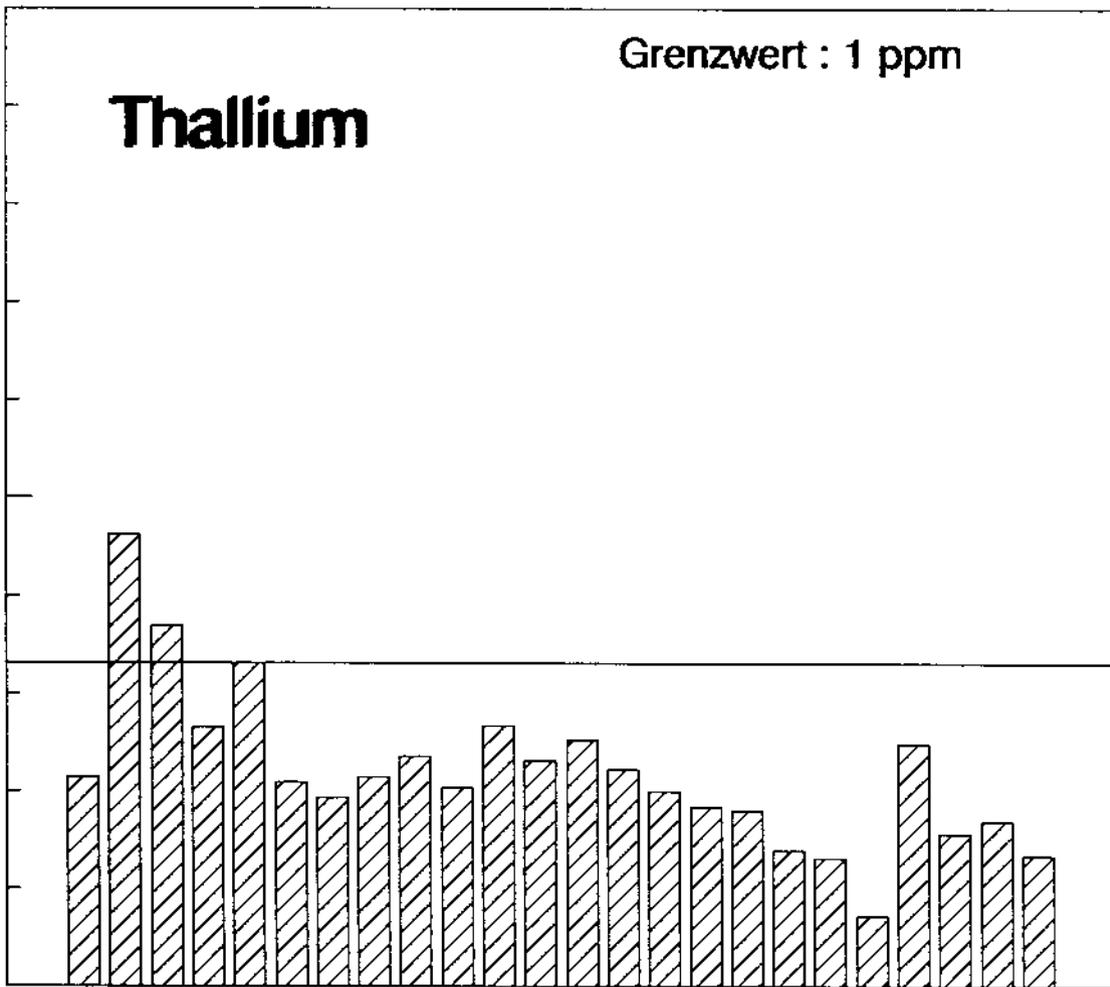
1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 Standorte

100 %

Grenzwert : 1 ppm

Thallium

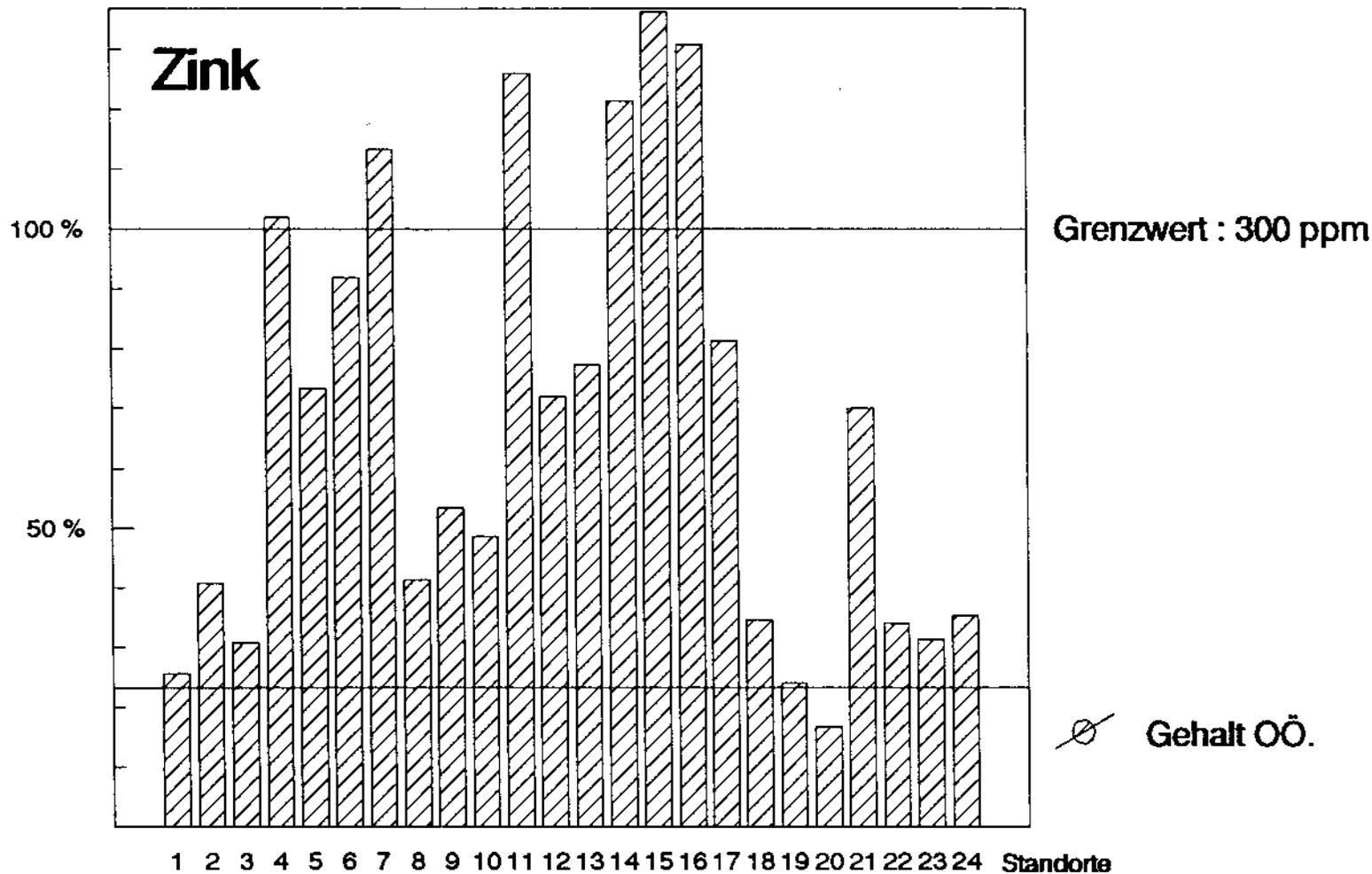
50 %



Ø Gehalt OÖ.

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 Standorte

Zink



Sample Correlations

	PH	HUMUS	TON	P205	CU	ZN	PB	CR	NI	CD	HG	AS	TL	F
PH	1.0000 (24) .0000	-.0997 (24) .6428	-.3054 (24) .1468	.0027 (24) .9901	-.0503 (24) .8155	.0892 (24) .6785	.1020 (24) .6353	-.1557 (24) .4676	.0743 (24) .7300	.2121 (24) .3196	.1322 (24) .5380	.4255 (24) .0382	-.7436 (24) .0000	.3140 (24) .1351
HUMUS	-.0997 (24) .6428	1.0000 (24) .0000	-.2661 (24) .2089	.6219 (24) .0012	.6654 (24) .0004	.5274 (24) .0081	.6557 (24) .0005	.1677 (24) .4336	-.1089 (24) .6124	.4571 (24) .0247	.4298 (24) .0360	.2192 (24) .3033	.1020 (24) .6353	-.0536 (24) .8036
TON	-.3054 (24) .1468	-.2661 (24) .2089	1.0000 (24) .0000	-.1256 (24) .5587	-.2042 (24) .3385	.0417 (24) .8467	-.0019 (24) .9931	.4670 (24) .0214	.5863 (24) .0026	.1213 (24) .5724	-.1384 (24) .5190	.2002 (24) .3484	.5394 (24) .0065	.2776 (24) .1891
P205	.0027 (24) .9901	.6219 (24) .0012	-.1256 (24) .5587	1.0000 (24) .0000	.3895 (24) .0599	.5707 (24) .0036	.6807 (24) .0003	.1656 (24) .4392	.2406 (24) .2574	.5214 (24) .0090	.5837 (24) .0028	.3481 (24) .0955	-.0310 (24) .8855	-.2889 (24) .1709
CU	-.0503 (24) .8155	.6654 (24) .0004	-.2042 (24) .3385	.3895 (24) .0599	1.0000 (24) .0000	.6678 (24) .0004	.7039 (24) .0001	.1554 (24) .4683	.3029 (24) .1502	.5391 (24) .0066	.6392 (24) .0008	.4558 (24) .0252	.1719 (24) .4217	-.0284 (24) .8953
ZN	.0892 (24) .6785	.5274 (24) .0081	.0417 (24) .8467	.5707 (24) .0036	.6678 (24) .0004	1.0000 (24) .0000	.8744 (24) .0000	.3958 (24) .0555	.4937 (24) .0142	.9016 (24) .0000	.7380 (24) .0000	.6072 (24) .0017	.1252 (24) .5599	.0135 (24) .9500
PB	.1020 (24) .6353	.6557 (24) .0005	-.0019 (24) .9931	.6807 (24) .0003	.7039 (24) .0001	.8744 (24) .0000	1.0000 (24) .0000	.3364 (24) .1080	.4399 (24) .0314	.8144 (24) .0000	.7055 (24) .0001	.6092 (24) .0016	.0819 (24) .7035	.1114 (24) .6043
CR	-.1557 (24) .4676	.1677 (24) .4336	.4670 (24) .0214	.1656 (24) .4392	.1554 (24) .4683	.3958 (24) .0555	.3364 (24) .1080	1.0000 (24) .0000	.7726 (24) .0000	.3430 (24) .1008	.2618 (24) .2166	.4443 (24) .0296	.6354 (24) .0008	.1671 (24) .4352
NI	.0743 (24) .7300	.1089 (24) .6124	.5863 (24) .0026	.2406 (24) .2574	.3029 (24) .1502	.4937 (24) .0142	.4399 (24) .0314	.7726 (24) .0000	1.0000 (24) .0000	.4393 (24) .0318	.3431 (24) .1007	.7457 (24) .0000	.4314 (24) .0353	.3057 (24) .1463
CD	.2121 (24) .3196	.4571 (24) .0247	.1213 (24) .5724	.5214 (24) .0090	.5391 (24) .0066	.9016 (24) .0000	.8144 (24) .0000	.3430 (24) .1008	.4393 (24) .0318	1.0000 (24) .0000	.6410 (24) .0007	.5917 (24) .0023	.0373 (24) .8627	.0942 (24) .6616
HG	.1322 (24) .5380	.4298 (24) .0360	-.1384 (24) .5190	.5837 (24) .0028	.6392 (24) .0008	.7380 (24) .0000	.7055 (24) .0001	.2618 (24) .2166	.3431 (24) .1007	.6410 (24) .0007	1.0000 (24) .0000	.5787 (24) .0031	-.0131 (24) .9515	-.0092 (24) .9658
AS	.4255 (24) .0382	.2192 (24) .3033	.2002 (24) .3484	.3481 (24) .0955	.4558 (24) .0252	.6072 (24) .0017	.6092 (24) .0016	.4443 (24) .0296	.7457 (24) .0000	.5917 (24) .0023	.5787 (24) .0031	1.0000 (24) .0000	-.0678 (24) .7529	.5496 (24) .0054
TL	-.7436 (24) .0000	.1020 (24) .6353	.5394 (24) .0065	-.0310 (24) .8855	.1719 (24) .4217	.1252 (24) .5599	.0819 (24) .7035	.6354 (24) .0008	.4314 (24) .0353	.0373 (24) .8627	-.0131 (24) .9515	-.0678 (24) .7529	1.0000 (24) .0000	-.0680 (24) .7523
F	.3140 (24) .1351	-.0536 (24) .8036	.2776 (24) .1891	-.2889 (24) .1709	-.0284 (24) .8953	.0135 (24) .9500	.1114 (24) .6043	.1671 (24) .4352	.3057 (24) .1463	.0942 (24) .6616	-.0092 (24) .9658	.5496 (24) .0054	-.0680 (24) .7523	1.0000 (24) .0000

Korrelationskoeffizient

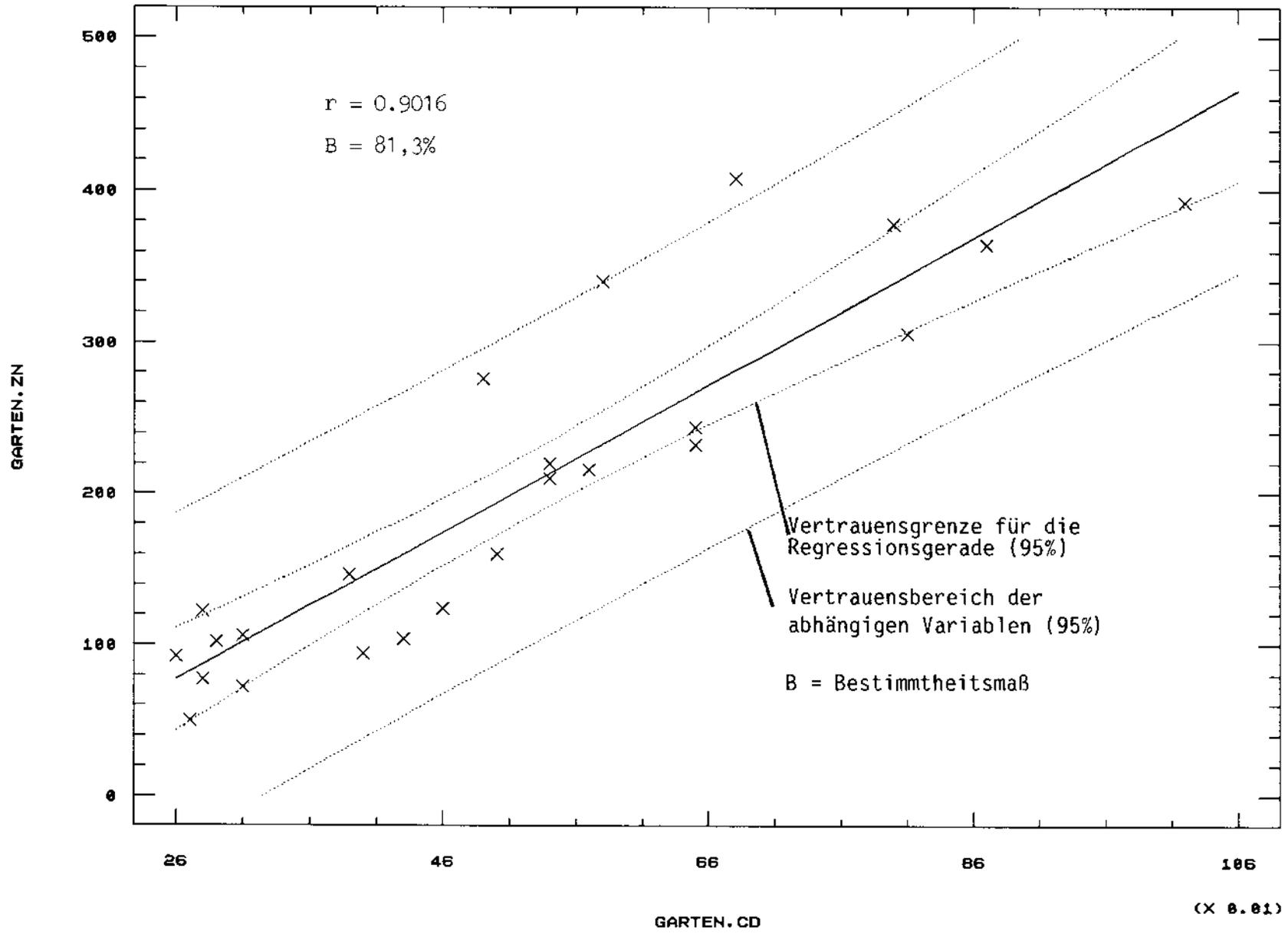
(Anzahl der Werte)

Signifikanzniveau (Irrtumswahrscheinlichkeit)

Signifikanzniveau P

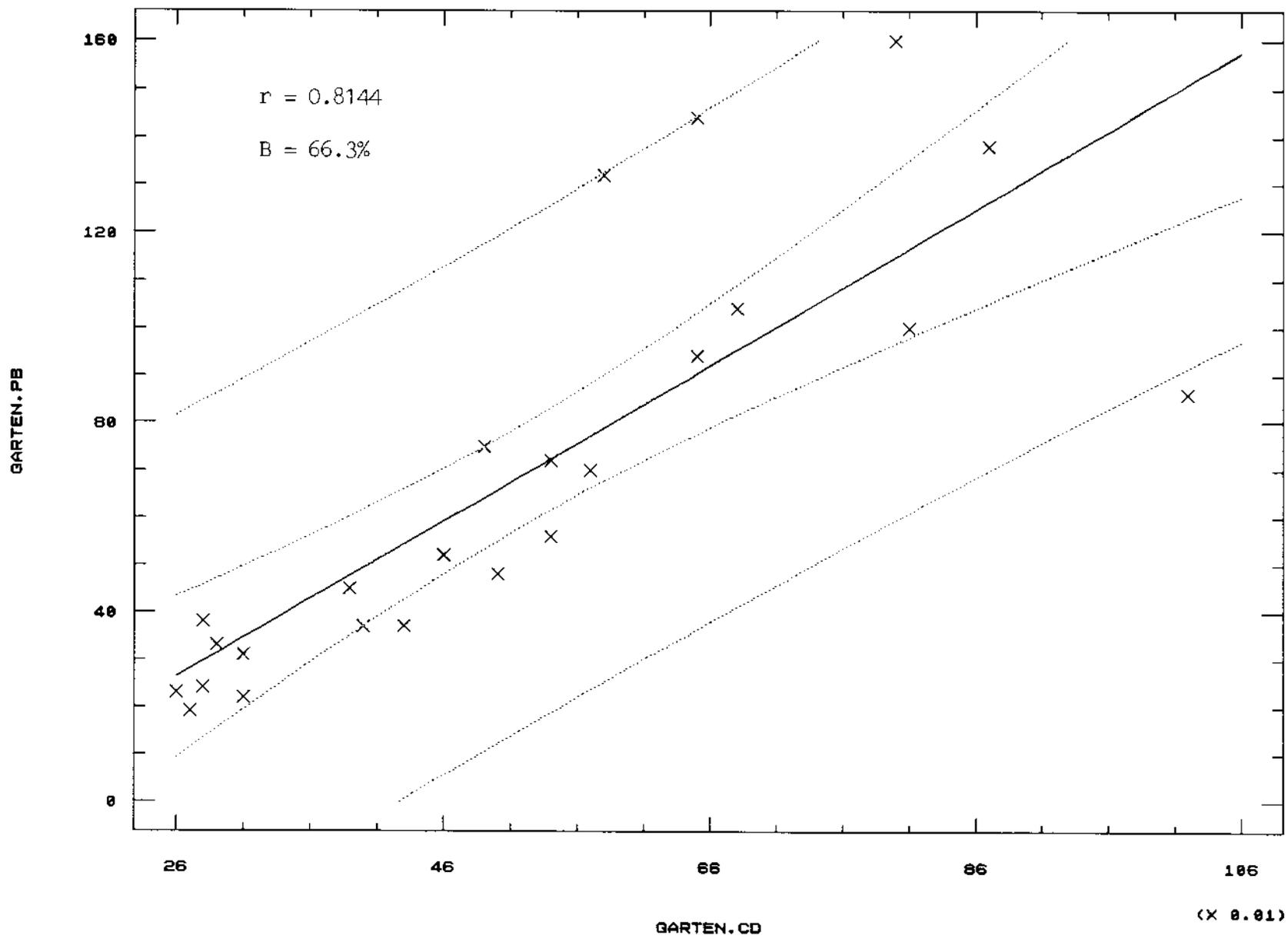
- < 0.05 * signifikant
- < 0.01** hochsignifikant
- < 0.001*** sicher

Regression of GARTEN.ZN on GARTEN.CD

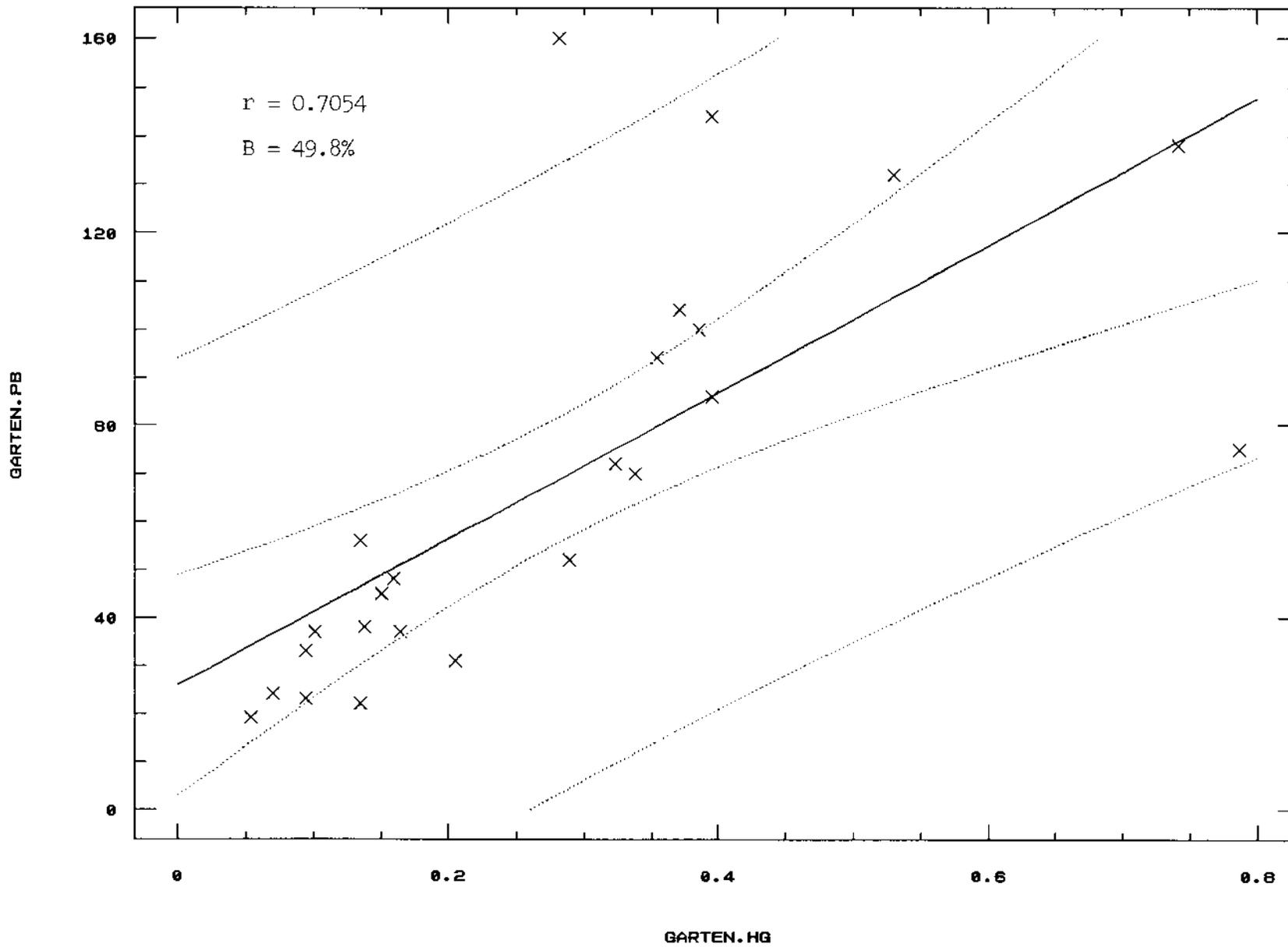


-32-

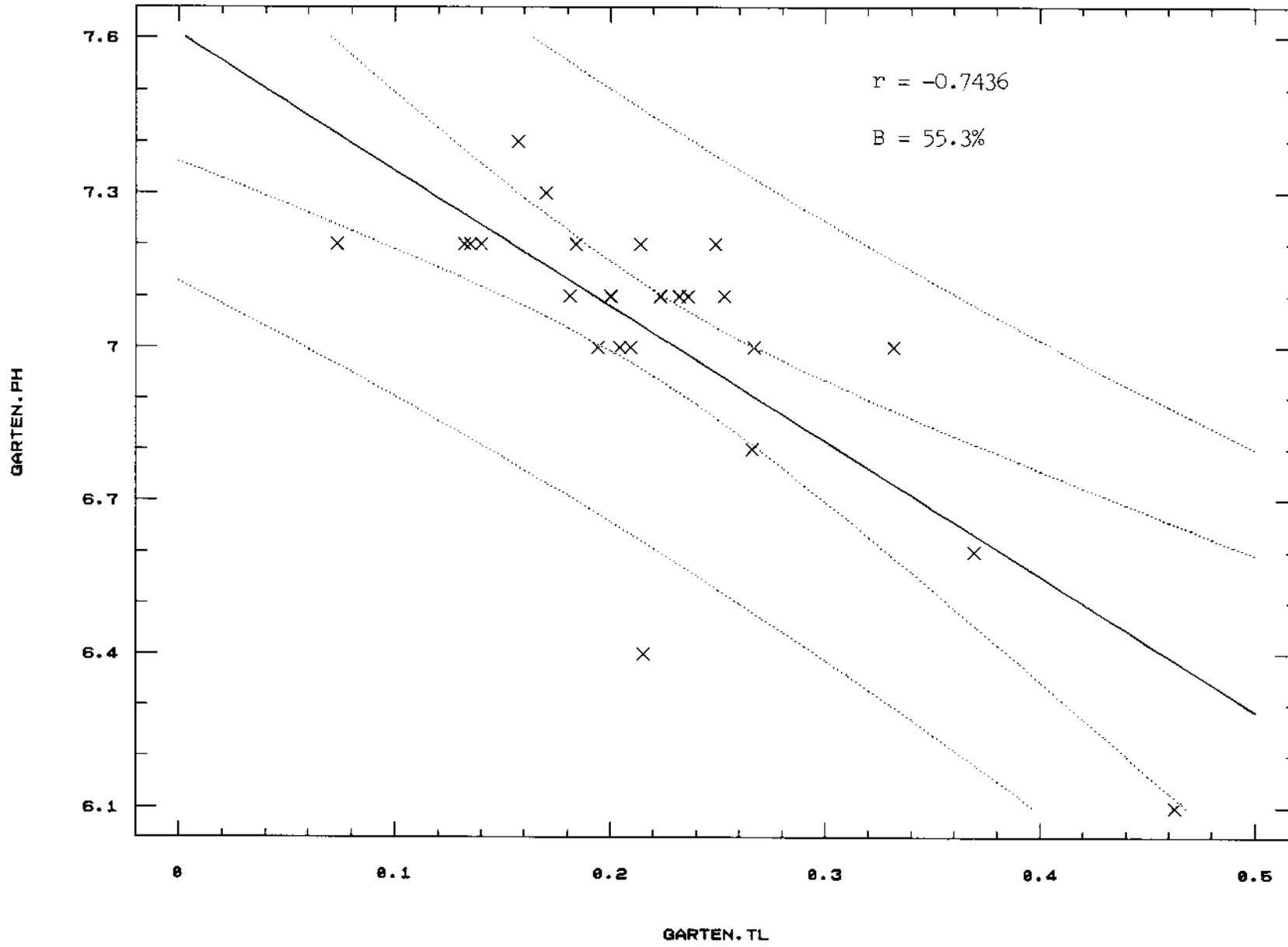
Regression of GARTEN.PB on GARTEN.CD



Regression of GARTEN.PB on GARTEN.HG

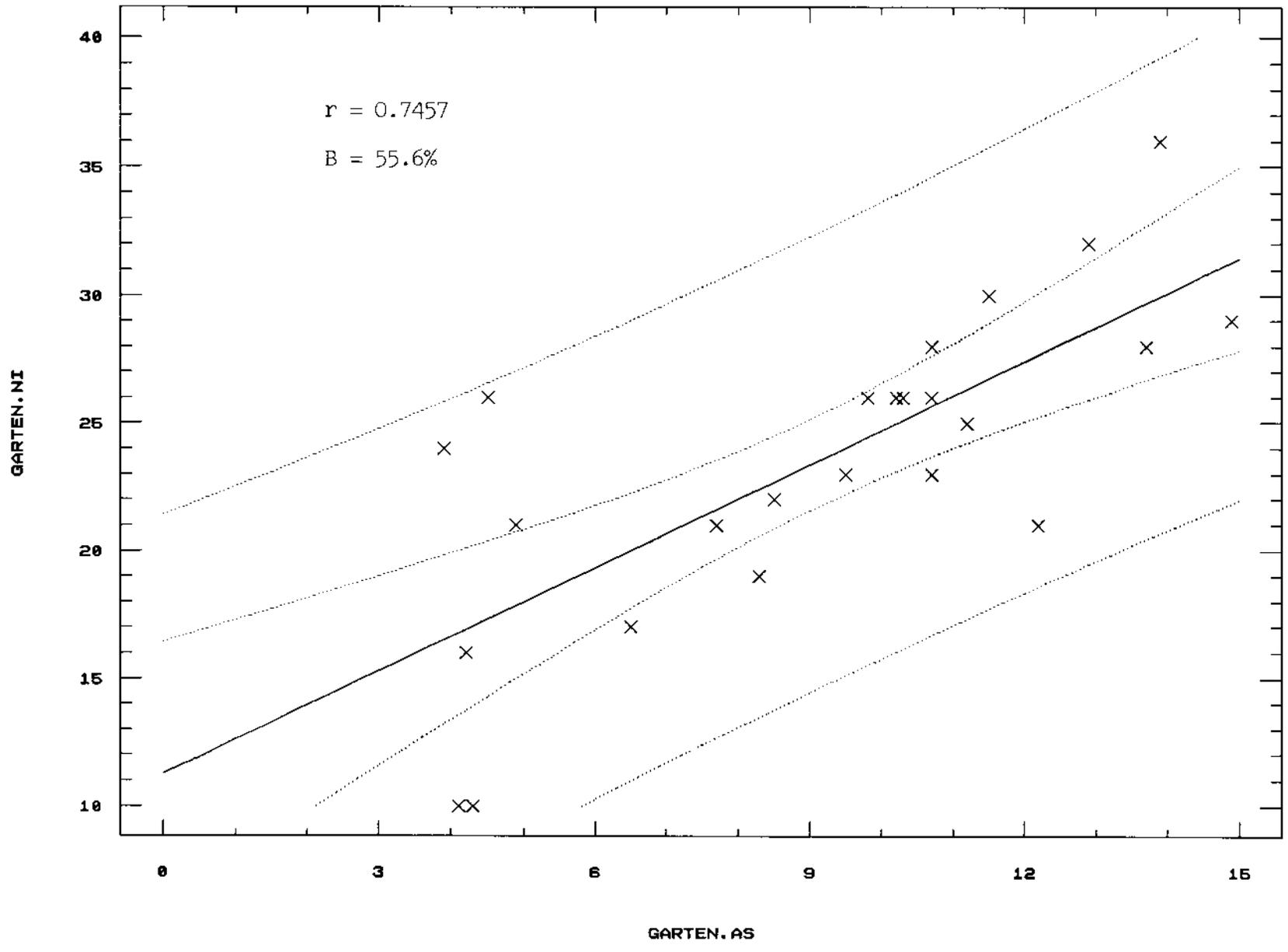


Regression of GARTEN.PH on GARTEN.TL



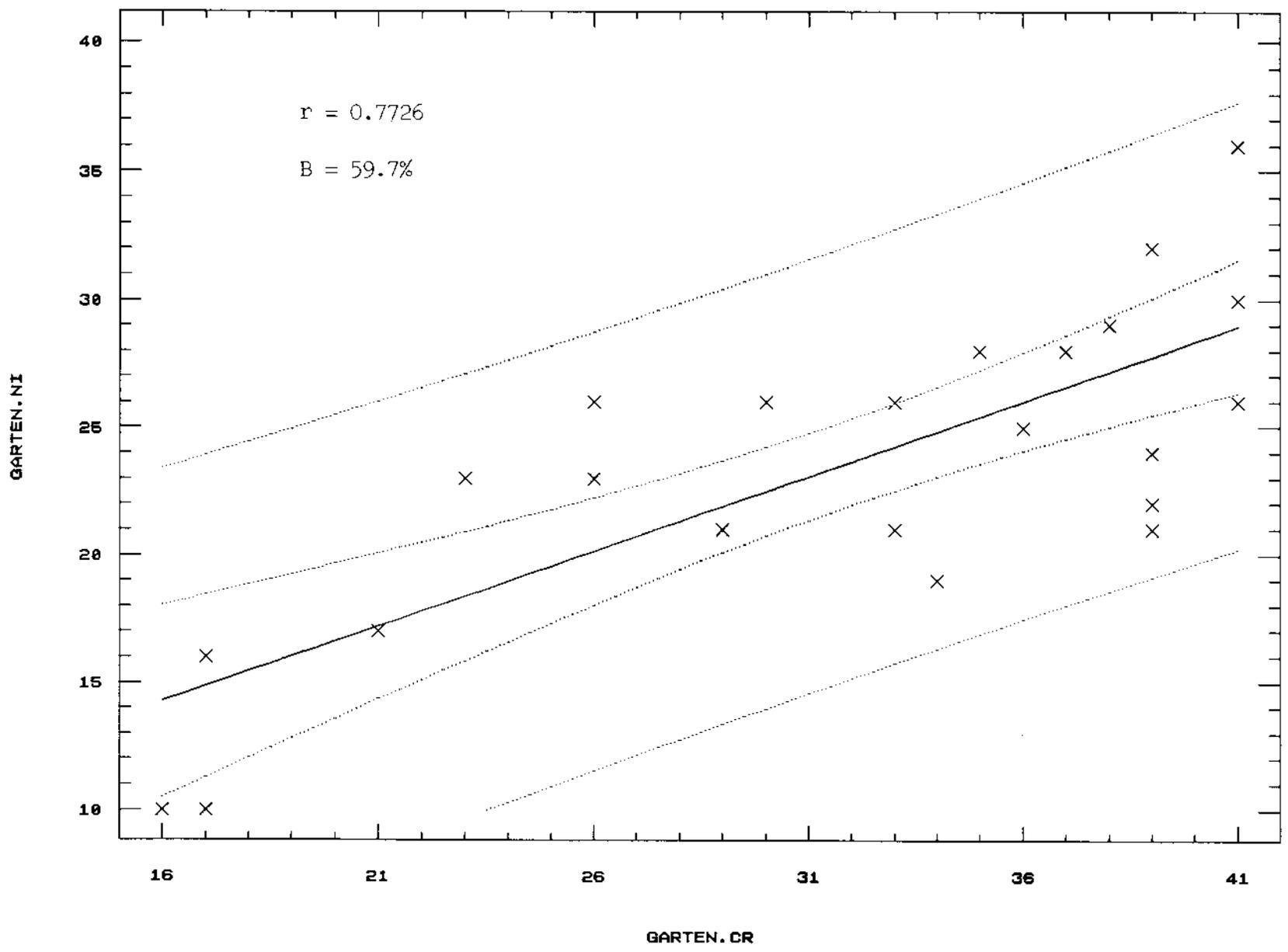
40

Regression of GARTEN.NI on GARTEN.AS



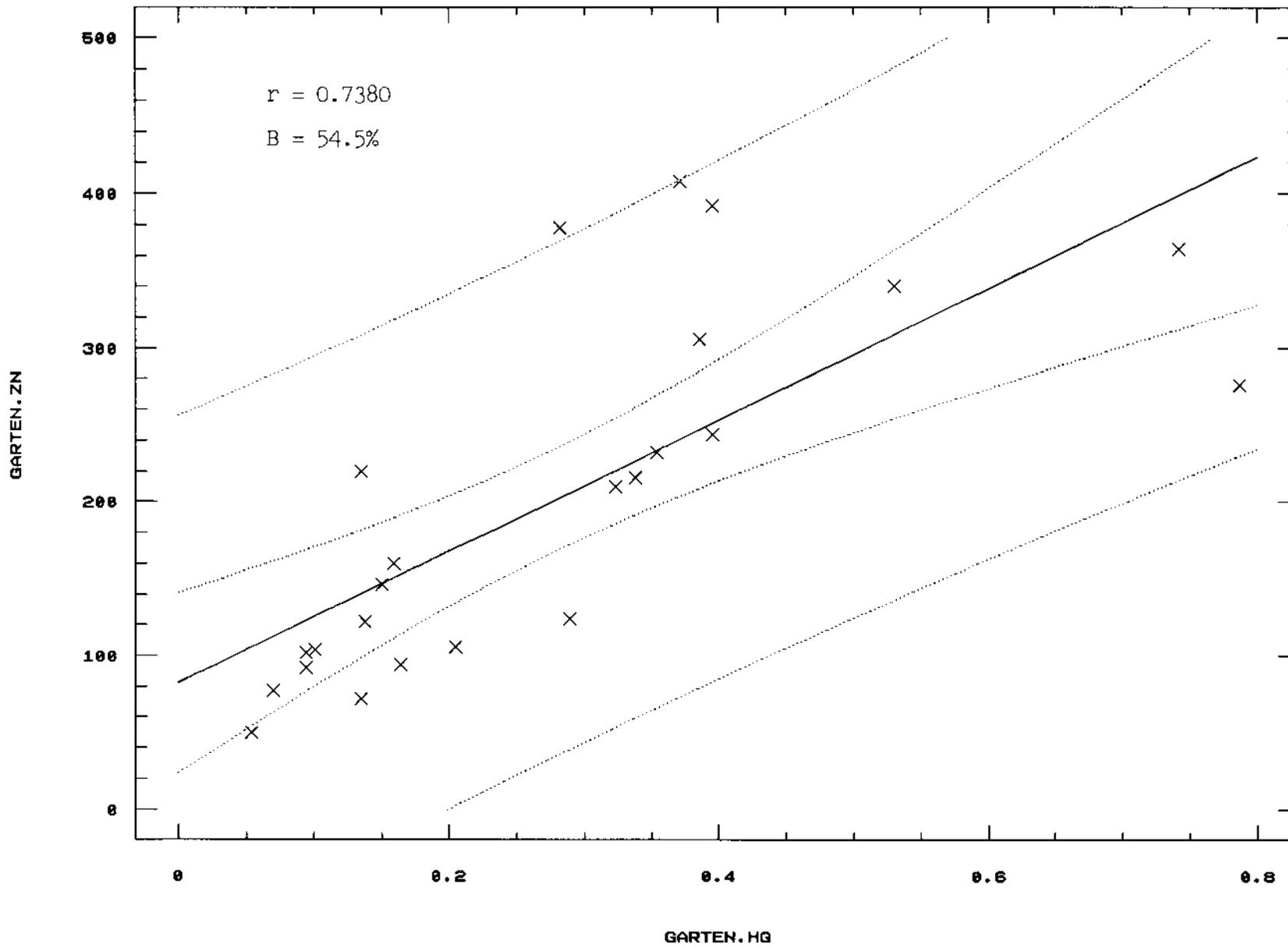
-41-

Regression of GARTEN.NI on GARTEN.CR



-42-

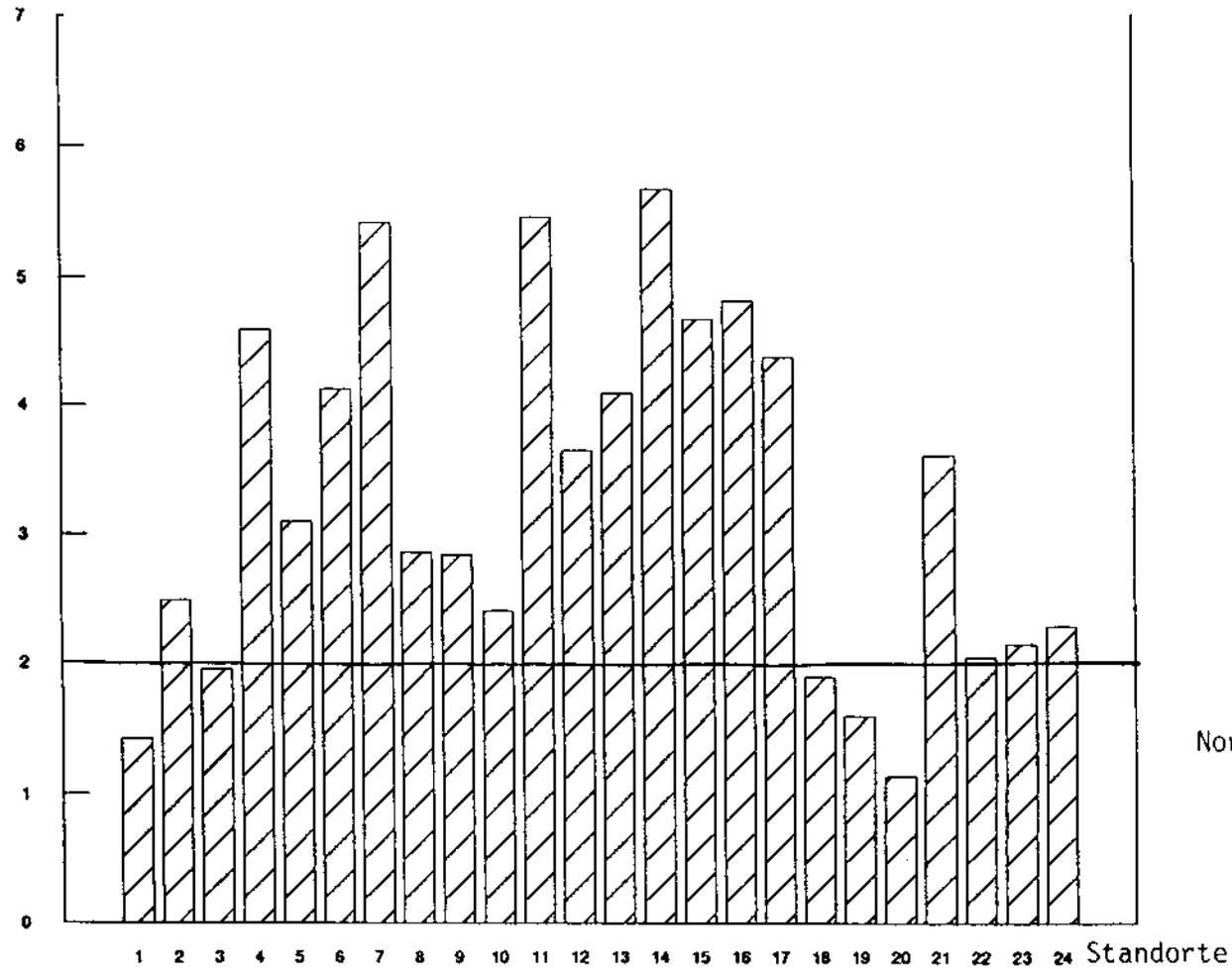
Regression of GARTEN.ZN on GARTEN.HG



Gesamt-Belastungsfaktoren für die Linzer

Gartenböden

Faktor



Kumulative Schwermetallbelastung

Beilage 10

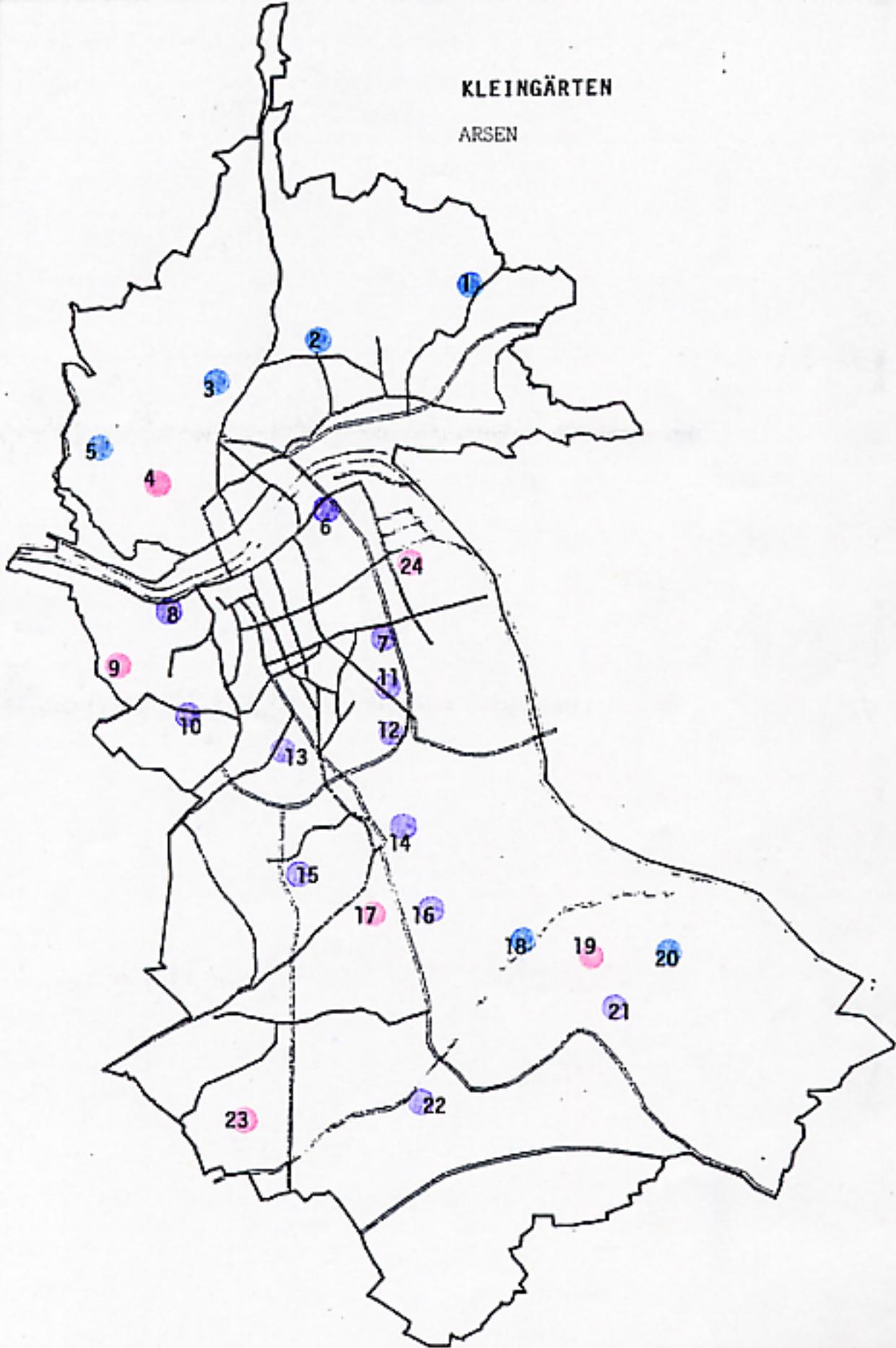
~ 44 ~

BEURTEILUNG DER SCHWERMETALLGEHALTE DER GARTEN-
BÖDEN IN LINZ IN BEZUG ZU DEN BODENGRENZWERTEN

-  ... <10 % des GRENZWERTES NIEDRIGE GEHALTE
-  ... 10-30 % des GRENZWERTES HÄUFIGE GEHALTE
-  ... 30-50 % des GRENZWERTES } ERHÖHTE GEHALTE
-  ... 50-100 % des GRENZWERTES }
-  ... >100 % des GRENZWERTES BELASTET

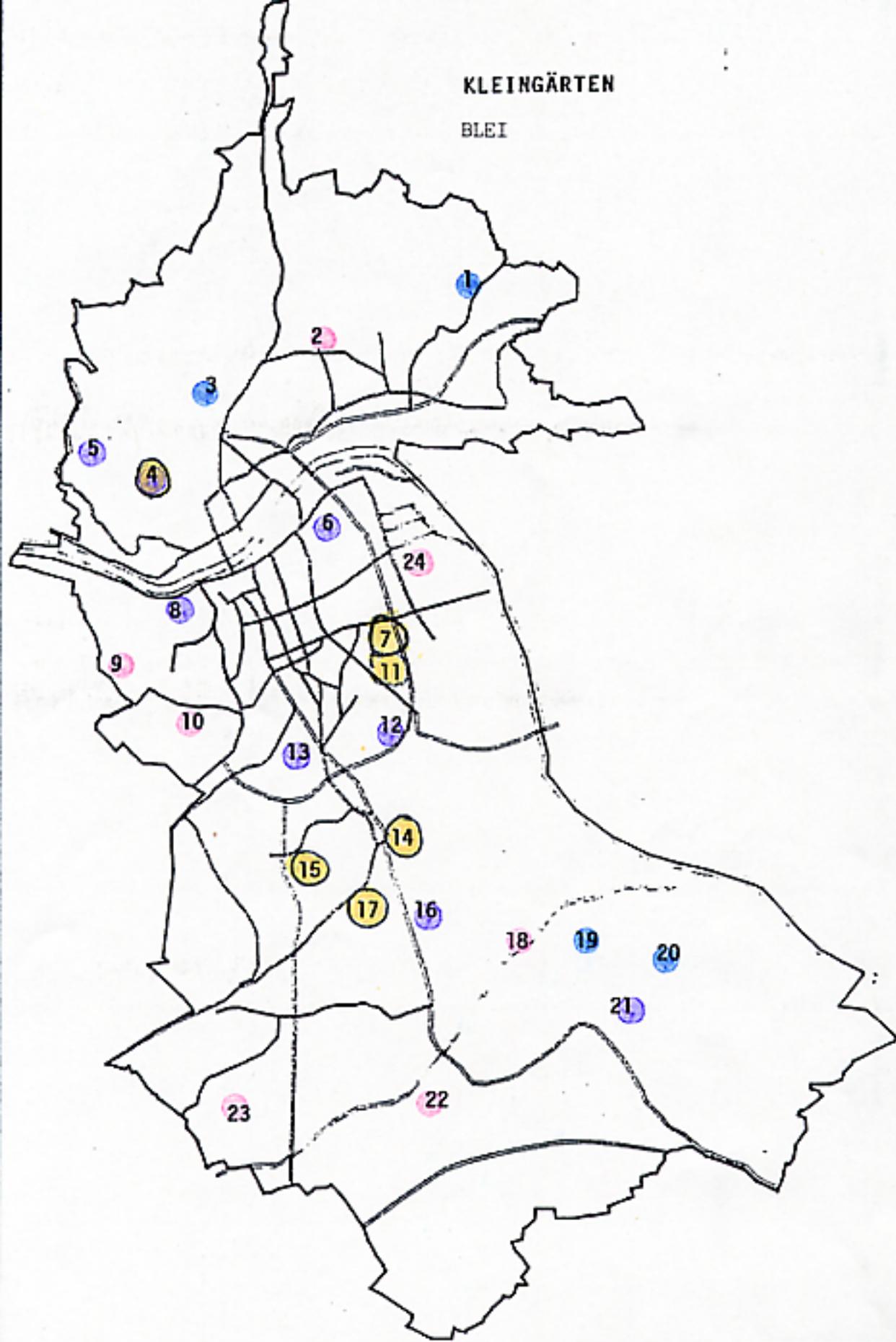
KLEINGÄRTEN

ARSEN



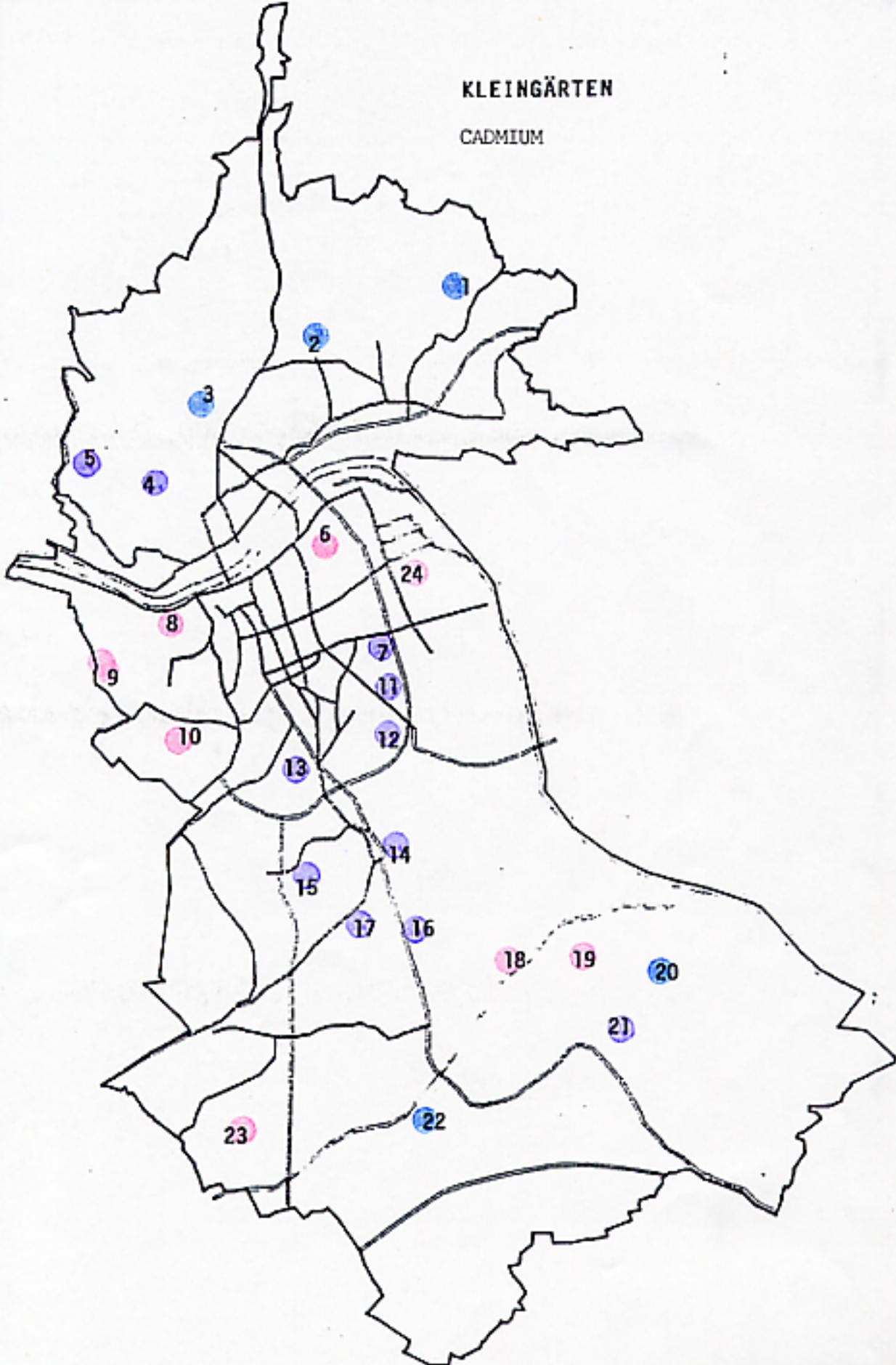
KLEINGÄRTEN

BLEI



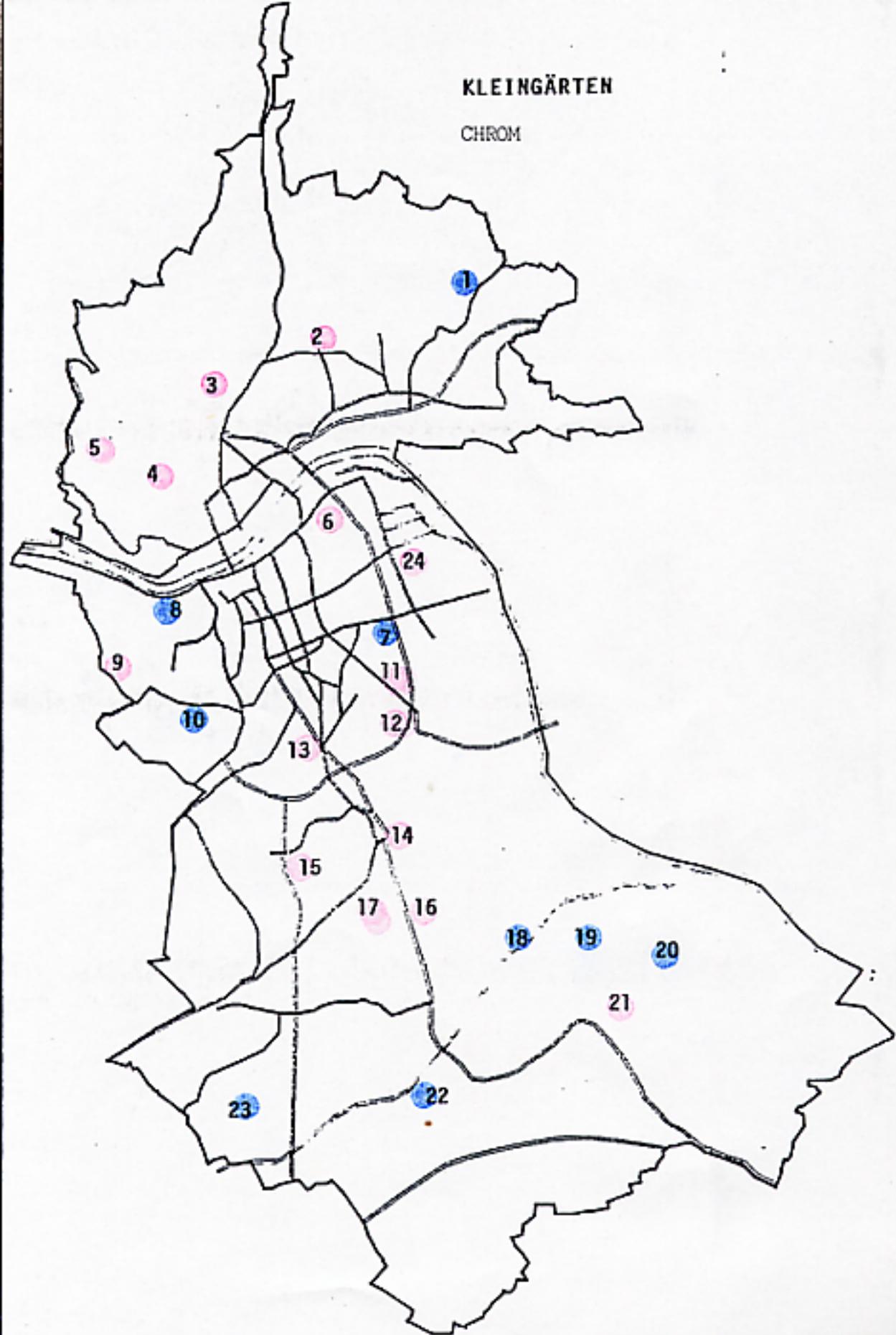
KLEINGÄRTEN

CADMIUM



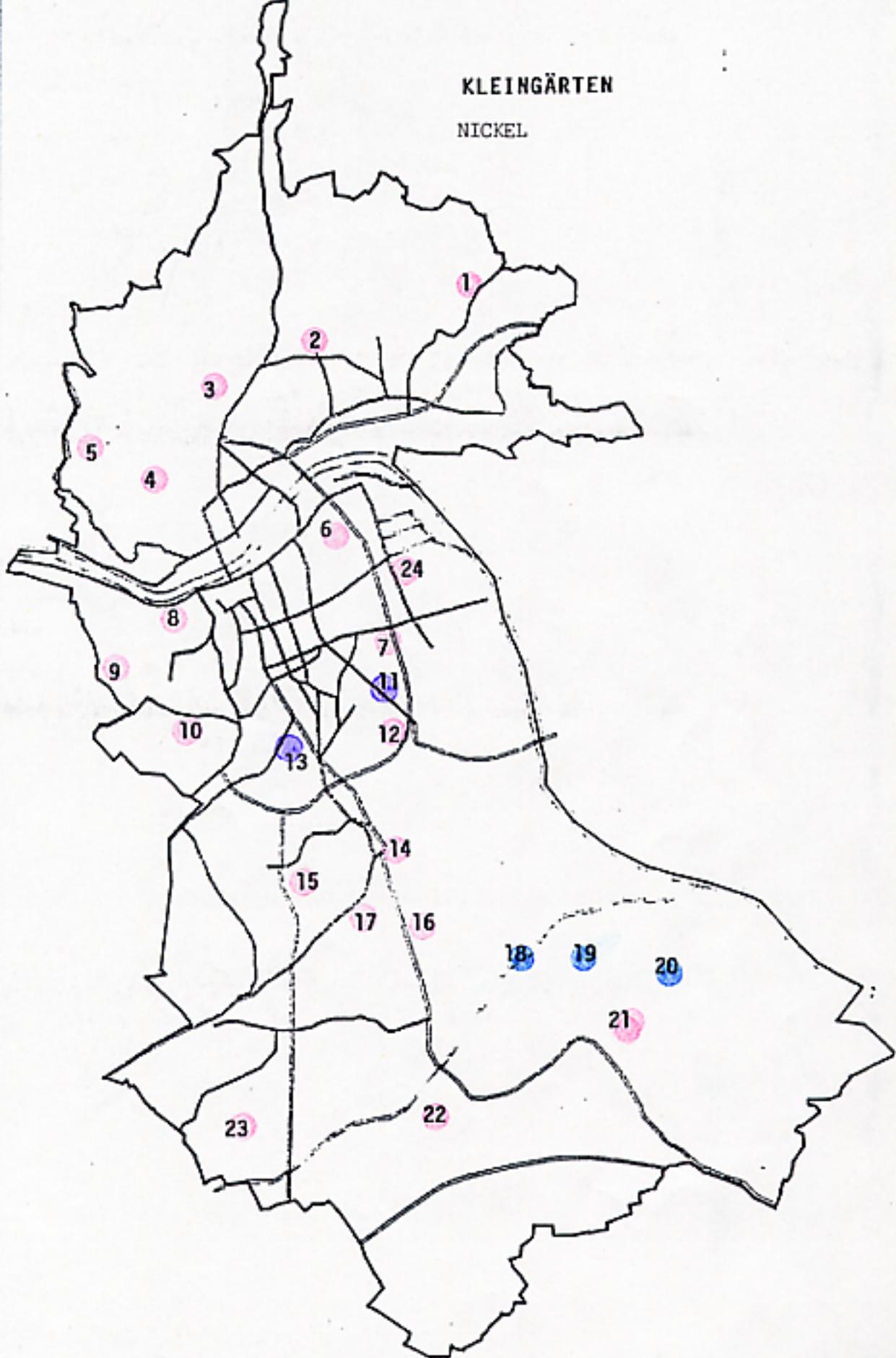
KLEINGÄRTEN

CHROM



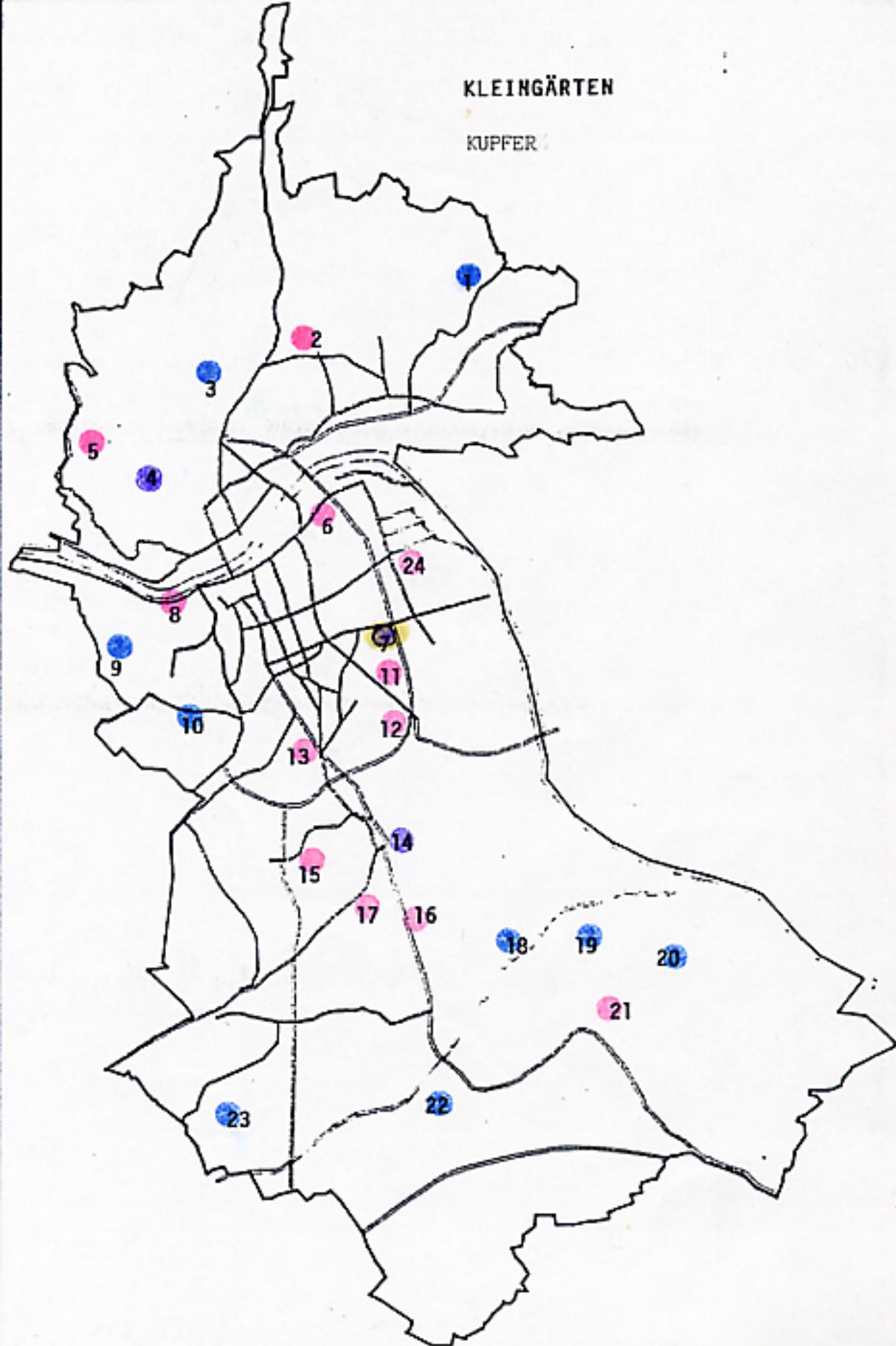
KLEINGÄRTEN

NICKEL



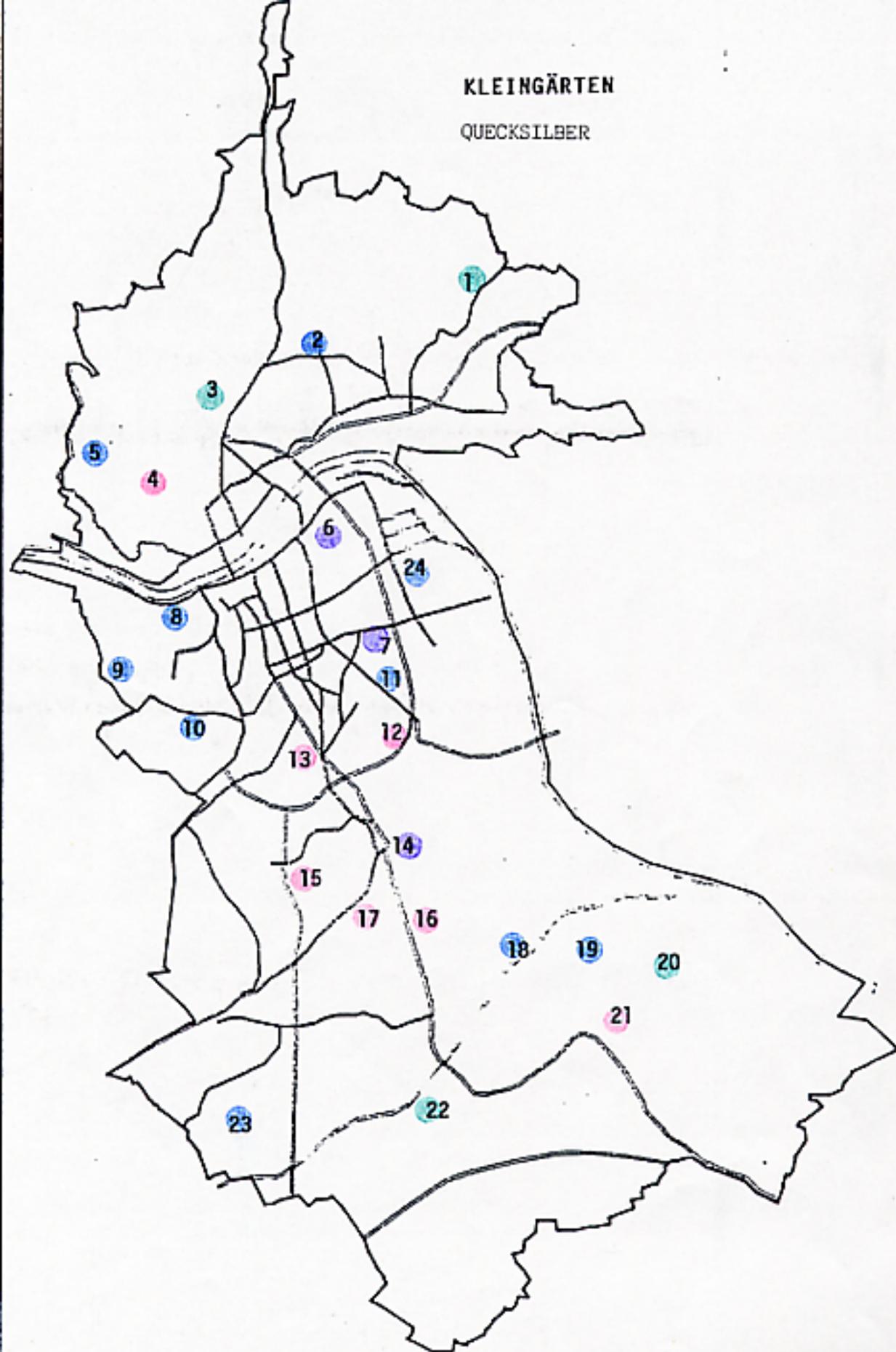
KLEINGÄRTEN

KUPFER



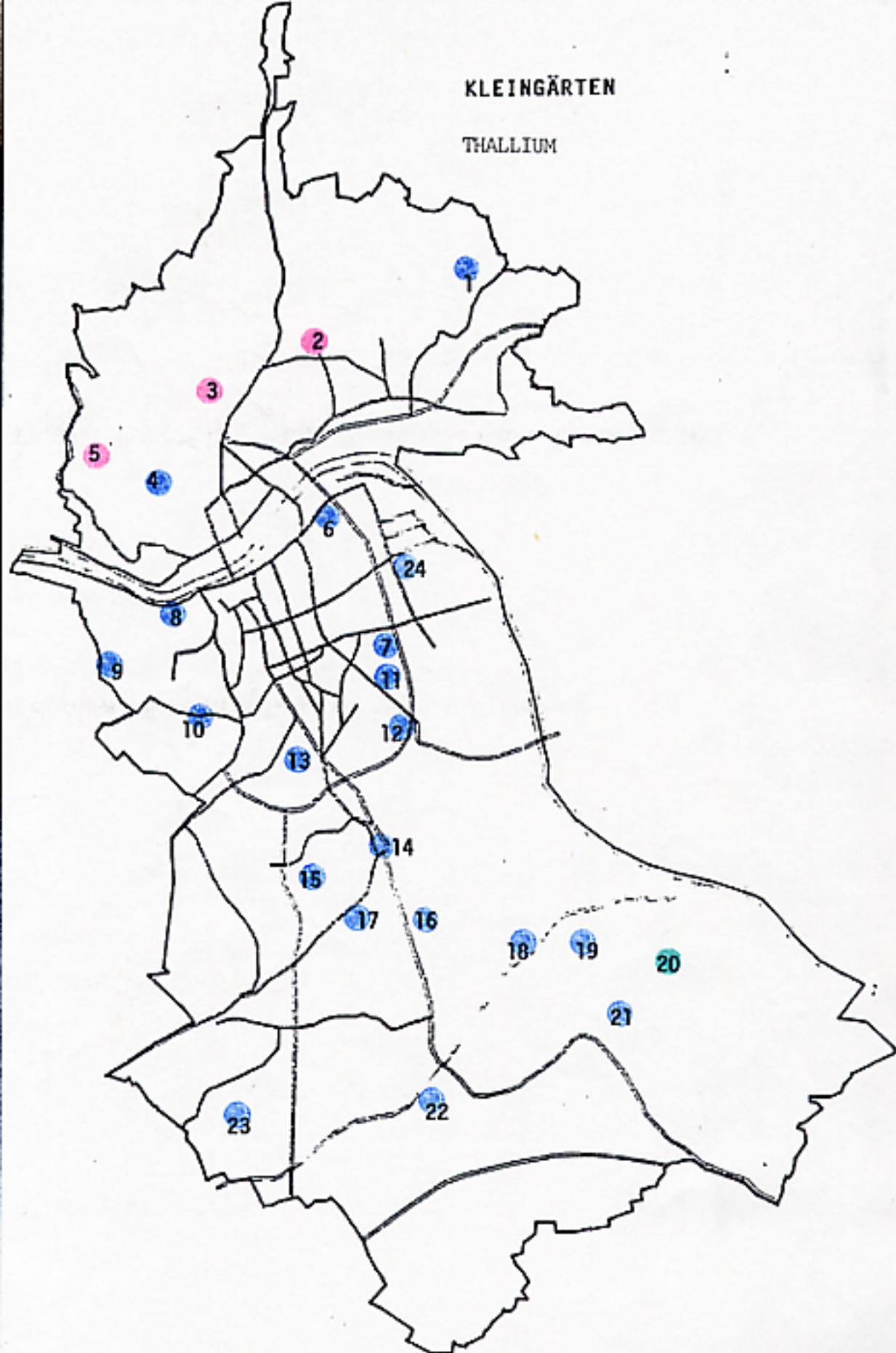
KLEINGÄRTEN

QUECKSILBER



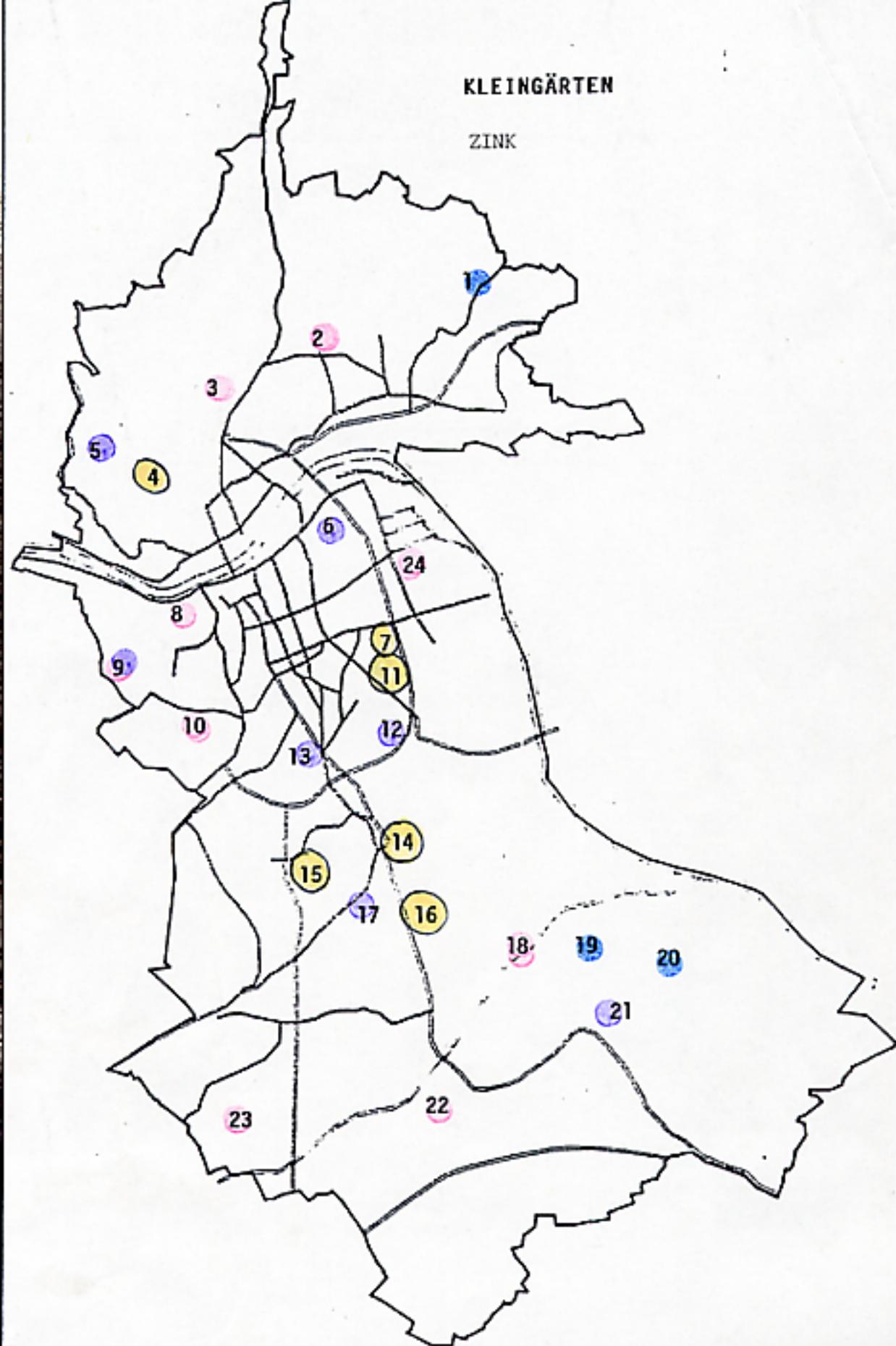
KLEINGÄRTEN

THALLIUM



KLEINGÄRTEN

ZINK





Untersuchung von Gemüseproben hinsichtlich
Schwermetall- und Nitratbelastung
im Rahmen eines Gartenbodenuntersuchungsprogrammes
der Stadt Linz

Ziel der Untersuchungen

Im Zuge von Bodenuntersuchungen in Kleingärten im Räume Linz sollten gleichzeitige Karotten, Petersilie und Salatproben, welche in diesen Gärten angebaut wurden, auf ihren Gehalt an Blei, Cadmium und Quecksilber überprüft werden. Außerdem wurde in diesen Gemüseproben der Nitratgehalt ermittelt. Grund der Untersuchung war festzustellen, ob die Richt- und Grenzwerte für Schwermetalle und Nitrat überschritten wurden.

Probenahme

Die Auswahl der Probenahmestandorte (24 Hausgärten) erfolgte durch die Bundesanstalt für Agrarbiologie. Von Mitarbeitern des Amtes für Umweltschutz der Stadt Linz wurden die Gemüseproben geerntet und zur Untersuchung an die LUA Linz übermittelt.

Probenvorbereitung

Grundsätzlich wurden für die Schwermetallanalyse nur die zum Verkehr bestimmten Pflanzenteile küchenmäßig geputzt und gewaschen der Untersuchung zugeführt. Stiele, Strünke, etc., soweit sie üblicherweise nicht zum Verzehr bestimmt sind, anhaftende Erdreste oder angefaulte Blätter bzw. Pflanzenteile, wurden entfernt.

Methoden

Die Bestimmung der Schwermetalle Blei, Cadmium und Quecksilber erfolgte mit der Atomabsorptions-Spektroskopie: Nach Homogenisieren und nach Aufschluß mit Salpetersäure wurden die Elemente Blei und Cadmium mittels Graphitrohrtechnik und Quecksilber mit der Hydridtechnik im Kaltdampfverfahren bestimmt.

Quecksilber mit der Hydridtechnik im Kaltdampfverfahren bestimmt.

Die Bestimmung des Nitratgehaltes erfolgte nach Homogenisieren und einer Extraktion mittels einer 1 prozentigen Kupfersulfatlösung durch Nitrierung von p-Kresol und Abtrennung des 4-Methyl-2-Nitro-Phenols durch Wasserdampfdestillation. Anschließend erfolgte die spektrophotometrische Bestimmung des Nitrophenolations.

Richtwerte für Schwermetalle im Gemüse

	Blei µg/kg Frischgewicht	Cadmium (µg/kg Frischgewicht	Quecksilber µg/kg Frischgewicht
Häuptelsalat	300	50	30
Karotten	250	100	30
Petersilie	250	100	30

Grenzwerte für Nitratgehalt im Gemüse

	Nitrat g/kg Frischgewicht
Häuptelsalat	3,0
Karotten	1,5
Petersilie	3,5

Ergebnisse der Schwermetalluntersuchungen
und Nitratuntersuchungen

Salat

Standort	Blei (µg/kg)	Cadmium (µg/kg)	Quecksilber (µg/kg)	Nitrat (g/kg)
	Frischgemüse	Frischgemüse	Frischgemüse	Frischgemüse
1	n.n.	6	3	0,84
2	23	23	n.n.	0,85
3	n.n.	21	1	1,26
4		ausgefallen		
5		ausgefallen		
6	59	14	4	0,70
7	143	18	1	0,30
8		ausgefallen		
9		ausgefallen		
10	26	10	3	0,80
11	11	4	n.n.	0,85
12	11	7	5	0,32
13		ausgefallen		
14	43	13	n.n.	0,76
15	20	9	2	0,23
16		ausgefallen		
17	19	6	3	0,81
18	n.n.	15	3	1,03
19	n.n.	15	3	0,51
20	13	15	3	0,75
21		ausgefallen		
22		ausgefallen		
23		ausgefallen		
24		ausgefallen		

Bemerkungen: An 10 Stationen konnte wegen Vernichtung durch Schnecken kein Salat geerntet werden

n.n. = nicht nachweisbar, d. h., der Gehalt an Schwermetallen liegt unterhalb der Erfassungsgrenze

Karotten

Standort	Blei (µg/kg)	Cadmium (µg/kg)	Quecksilber (µg/kg)	Nitrat (g/kg)
	Frischgemüse	Frischgemüse	Frischgemüse	Frischgemüse
1	n.n.	12	7	0,40
2	n.n.	21	n .n.	0,20
3	n.n.	12	n .n.	0,40
4		ausgefallen		
5		ausgefallen		
6	17	6	n .n.	0,20
7	87	4	n .n.	0,03
8		ausgefallen		
9		ausgefallen		
10	n.n.	18	n .n.	0,38
11	12	16	8	0,20
12	n.n.	n.n.	4	0,14
13	n.n.	7	n .n.	0,30
14	11	12	n .n.	0,30
15	n.n.	17	n .n.	0,40
16	n.n.	15	n .n.	0,30
17	10	25	n .n.	0,50
18	n.n.	20	n .n.	0,40
19	n.n.	20	8	0,60
20	n.n.	26	n .n.	0,18
21	n.n.	n.n.	n .n.	0,10
22		ausgefallen		
23	n.n.	27	n .n.	0,38
24	n.n.	22	2	0,40

Bemerkungen: An 5 Stationen konnten keine Karotten geerntet werden

n.n. = nicht nachweisbar, d. h., der Gehalt an Schwermetallen liegt unterhalb der Erfassungsgrenze

Petersilie

Standort	Blei (µg/kg)	Cadmium (µg/kg)	Quecksilber (µg/kg)	Nitrat (g/kg)
	Frischgemüse	Frischgemüse	Frischgemüse	Frischgemüse
1	n.n.	5	n.n.	0,70
2	n.n.	31	n.n.	0,05
3	23	7	n.n.	0,40
4		ausgefallen		
5		ausgefallen		
6	31	9	n.n.	0,30
7	49	9	n.n.	1,20
8		ausgefallen		
9		ausgefallen		
10	18	8	n.n.	1,30
11	7	8	3	1,10
12	40	9	n.n.	0,26
13	42	3	2	2,10
14	n.n.	7	n.n.	1,70
15	15	14	2	0,90
16		ausgefallen		
17	14	9	3	0,50
18	32	7	n.n.	0,25
19	21	8	2	0,24
20	33	7	n.n.	0,90
21	5	7	n.n.	0,09
22		ausgefallen		
23	11	12	2	0,70
24		ausgefallen		

Bemerkungen: An 7 Stationen konnte keine Petersilie geerntet werden

n.n. = nicht nachweisbar, d. h., der Gehalt an Schwermetallen liegt unterhalb der Erfassungsgrenze

Zusammenfassung

Bekanntermaßen können die Gehalte an Schwermetallen in Abhängigkeit von unterschiedlichen Parametern, wie z. B. der äußeren Beschaffenheit, Herkunft aus belasteten und unbelasteten Gebieten stark schwanken.

Die ermittelten Werte für Blei, Cadmium und Quecksilber in den eingereichten Gemüseproben liegen weit unter den von der Codexkommission festgesetzten Richtwerten.

Die Codexgrenzwerte für Nitrat wurden von keiner der eingereichten Proben überschritten.

Da für Kleinkindernahrung wesentlich strengere Maßstäbe hinsichtlich des Nitratgehaltes (höchstens 0,25 Gramm Nitrat pro Kilogramm verzehrsfertige Erzeugnisse mit Gemüse) vorliegen, eignen sich nicht alle Gemüseproben für die Zubereitung von Gemüsegerichten für Kleinkinder.



28. 5. 1990
Linz, am
GZ 304/90/1302

Bundesanstalt für Agrarbiologie
z. H. Herrn Dr. Aichberger
Wieningerstraße 8 4020 Linz

Beilagen: Ergebnisse der Pflanzenuntersuchungen
Informationen über die einzelnen
Kleingärten

Sehr geehrter Herr Dr. Aichberger!

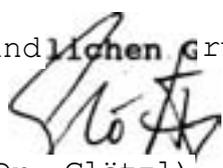
Im Bericht der Bundesanstalt für Agrarbiologie über die Untersuchung vom Böden in Linzer Kleingärten im Jahre 1989 wurden zum Teil Werte festgestellt, die über den Bodengrenzwerten lagen. Kleingartenböden sind durchwegs höher belastet; als beispielweise Ackerböden im Stadtgebiet von Linz.

Es stellen sich daher für das AfU folgernde Fragen:

- a) Was sind die Ursachen, daß in den Kleingärten erhöhte Werte an Schwermetallen auftreten, zumal in keinem einzigen Garten, aus dem Proben entnommen würden, Kunstdünger eingesetzt wurden und Pflanzenschutzmittel laut Aussage der Gartenbesitzer nicht oder nur in sehr geringem Maße Verwendung finden? Über die Bearbeitungsgewohnheiten der Kleingärtner gibt die Beilage Auskunft.
- b) Gibt es Zusammenhänge zwischen Alter bzw. Standort der Kleingärten und den registrierten Bodenbelastungen?
- c) Läßt sich aus dem internen Glashausversuch der Bundesanstalt für Agrarbiologie etwas über die Übertragung der Schwermetalle vom Boden in die Pflanze aussagen? Wie verhalten sich diese Werte im Vergleich zu den analysierten Werten der Lebensmitteluntersuchungsanstalt?
- d) Was könnten für Maßnahmen gesetzt werden, um entweder die Belastung zu verringern, oder, wenn eine Herabsetzung nicht möglich ist, was für Empfehlungen könnten den Gartenbesitzern für die Verwendung bzw. Behandlung ihrer Gartenfrüchte gegeben werden? Gibt es Möglichkeiten zum kostengünstigen Untersuchen des Bodens von Kleingärten?

Da dieses Thema in Linz bereits breites Interesse erregt, ersuchen wir Sie um ehestmögliche Beantwortung dieses Schreibens.

Mit freundlichen Grüßen,


(Dr. Glötzl)



Magistrat Linz-
Amt für Umweltschutz
z.Hd. Herrn Dr. Glötzl
Dr.K.Aichberger
Hauptstr. 1-5, Neues Rathaus
4041 Linz

Zahl: 1488/90-Dr.Ai./O.

Sachbearbeiter: Ing. G. Hofer u.

Klappe/Durchwahl: 240

Linz, am 3. Juli 1990

**Betrifft: Beantwortung der im Zusammenhang mit der Bodenuntersuchung in Linzer
Kleingärten aufgetretenen Fragen**

Bezugnehmend auf Ihr Schreiben vom 28.5.90 GZ 304/90/1302 wird von der Bundesanstalt für Agrarbiologie wie folgt Stellung genommen:

- a) Die Ursachen erhöhter Schwermetallgehalte in Kleingärten können sehr vielfältiger Natur sein und müßten in jedem Einzelfall gesondert untersucht und bewertet werden. Grundsätzlich reichern sich Schwermetalle dort überproportional in Böden an, wo die Einträge wesentlich höher sind als die möglichen Austräge durch Pflanzenentzug und Verlagerung in das Grundwasser (= positive Schadstoffbilanz). Nachfolgend soll eine Reihe möglicher Ursachen aufgelistet werden, die an den verschiedenen Standorten in unterschiedlichem Ausmaß zum tragen kommen können.
- Lokale Immissionen aus KFZ-Abgasen beidseitig von Verkehrswegen im Bereich von 0 bis etwa 50 m vom Fahrbahnrand.
 - Immissionen aus verschiedenen diffusen Quellen (Industrie-Gewerbeemissionen, Hausbrand, Staub; Kleingärten wurden und werden häufig an "stadtökologischen Brennpunkten" wie Autobahnen, Eisenbahnen, unter Starkstromleitungen, Einflugschneisen von Flughäfen, in Stadtrandbereichen und neben Industriebetrieben angesiedelt und bilden oft die Pufferzone zwischen stark umweltbelastenden und empfindlichen Bereichen. In der Fachliteratur werden etwa 3 km rund um den städtischen und industriellen Ballungsbereich zum potentiell mit Schadstoffen belasteten Gebiet gezählt.)
 - Aufbringung von fremden Böden und von Baggergut unbekannter Herkunft und Zusammensetzung.
 - Ablagerungen aus ehemaligen Industrieflächen und Deponien (Altlasten).
 - Anwendung von Handelskomposten, Bodenverbesserungsmitteln, selbstkompostiertem Material jeglicher Art und Rückstände aus dem Hausbrand (Die Gartenböden weisen größtenteils auch eine Nährstoffübersorgung auf).

- Handelsdünger und Pflanzenschutzmittel (tragen heute meist unwesentlich zur Schwermetallbelastung von Böden bei).
- Schwermetallhaltiges Regen- oder Gießwasser

Neben der Schwermetallanreicherung soll auch die Belastung mit organischen Schadstoffen wie polycyclische aromatische Kohlenwasserstoffe, chlorierte Kohlenwasserstoffe, polychlorierte Biphenyle etc. welche ebenfalls aus o.a. Belastungsquellen stammen können, aber nicht Gegenstand der Untersuchung waren, nicht unterschätzt werden.

b) Die Zusammenhänge zwischen dem Alter der Kleingärten und der Belastung mit den Schwermetallen Blei, Cadmium, Zink, und Quecksilber wurden geprüft und trotz geringem Probenumfangs eine signifikant positive Beziehung zwischen der Bewirtschaftungsdauer der Gärten und den Zink- und Bleigehalten im Boden festgestellt (Tab. 1). Bei Cadmium war der Zusammenhang nur sehr lose und für Quecksilber überhaupt nicht mehr gegeben.

Tabelle 1 Einfachkorrelationen zwischen dem Alter der Gärten und den Schwermetallgehalten im Boden

Alter	Cadmium	Zink	Blei	Quecksilber	Korr.Koeffizient
	0,3693	0,4941	0,4819	0,1874	
	(23)	(23)	(23)	(23)	Anzahl
	0,0829	0,0166	0,0199	0,3919	Signifikanzniveau

Signifikanzniveau < 0,05 signifikant
 < 0,01 hoch signifikant
 < 0,001 sicher

Die graphische Auswertung am Beispiel von Blei (Abb. 1) zeigt, daß die Einfachkorrelation nicht von Einzelausreißern geprägt ist. Die Korrelation der Schwermetallgehalte mit dem Alter der Gartenböden bedeutet, daß Bewirtschaftungsdauer und Art der Bewirtschaftung der Kleingärten, Düngegewohnheiten, Pflanzenschutzmaßnahmen u.s.w. in direktem Zusammenhang mit den Zn- und Pb-Bodenwerten am jeweiligen Standort stehen und die erhöhten Gehalte zu einem bestimmten Grad erklären, während die Gehalte der übrigen Schwermetalle eher von anderen Einflußfaktoren geprägt sind.

c) Die Ergebnisse des internen Glashausversuches der ho. Bundesanstalt mit den 23 Kleingärtenböden zeigten, daß die Schwermetallgehalte der Böden nur teilweise mit den Schwermetallwerten in den Gemüsepflanzen (Karotte, Salat, Blattpetersilie) korrelierten, dagegen der pH-Wert des Bodens von größerer Bedeutung für den Schwermetalltransfer in die

Pflanzen war. Ein signifikanter Zusammenhang im Schwermetallgehalt zwischen den Pflanzenarten bestand insbesondere bei Cadmium und Zink; das bedeutet, wenn auf einem Standort eine Gemüseart höhere Cd und Zn -Werte aufweist, auch andere Pflanzenarten stärker mit diesen Schwermetallen kontaminiert sind und dies oft unabhängig von der absoluten Gehaltshöhe im Boden. (Eine detaillierte Versuchsauswertung und Beschreibung wurde durchgeführt und kann gegen Kostenersatz von der Bundesanstalt für Agrarbiologie übermittelt werden.)

Vergleiche mit den Werten der Bundesanstalt für Lebensmitteluntersuchung konnten nicht angestellt werden, da rund ein Drittel der Werte fehlen, die Probenvorbehandlungs- und Analysemethoden der Bundesanstalt für Lebensmitteluntersuchung nicht bekannt sind bzw. aus dem Gutachten nicht hervorgehen und außerdem sehr viele Parameter (ca. 50) mit "nicht nachweisbar" angegeben wurden, welches eine statistisch nicht verrechenbare Größe darstellt.

d) Maßnahmen zur Belastungsverringerung von Kleingartenböden bzw. Gemüse:

allgemeine Maßnahmen

- Verringerung des Ausstoßes von Schwermetallen in die Luft (z.B. Filterung der Industrieabgase, Katalysator für KFZ)
- Ersatz oder Reduzierung von Schwermetallen in Energieträgern (z.B. bleifreies Benzin)
- Anlage von Kleingärten nicht in unmittelbar städtischen und industriellen Ballungsräumen
- nicht im Bereich von Hauptverkehrswegen (Straßen, Schienen, Einflugschneisen)
- Vorprüfung ob der Standort durch Altlasten kontaminiert ist.
- in stark belasteten Gebieten entweder erhebliche emissions- und immissionsmindernde Maßnahmen setzen oder den Gemüseanbau einstellen.

persönliche Maßnahmen des Kleingärtners

- Schutzpflanzungen im Bereich von Emissionsquellen (z.B. Hecken entlang von Straßen)
- Laub von Hecken oder Grünschnitt entlang von Straßen nicht in den Kompost einarbeiten
- Entsprechende Kalkung und ausgewogene Düngung der Böden (den pH-Wert des Bodens im Bereich zwischen 6,5 und 7,0 halten)
- Verzicht auf den Anbau stark schwermetallanreichernder Gemüsearten wie Sellerie (Blatt und Knolle), Spinat, Salat, Karotten
- besonders sorgfältige küchenmäßige Aufbereitung des Gemüses (waschen und schälen; bei Kartoffeln können z.B. mit der Schale bis zu 90 % des Bleis entfernt werden)
- Anbau von Pflanzen die nicht unmittelbar dem menschlichen Verzehr dienen
- Nahrungsangebot mit Produkten aus geringer belasteten Gebieten mischen

Auskunft über die Nähr- und Schadstoffverhältnisse im eigenen Garten gibt nur eine chemische Bodenuntersuchung, die im Abstand von etwa drei bis fünf Jahren wiederholt werden sollte. Folgende Untersuchungsvarianten stehen zur Auswahl bzw. werden von uns empfohlen:

1. Grunduntersuchung:

pH-Wert, Phosphat, Kalium und Magnesium

ä Probe S 86,50

2. Erweiterte Grunduntersuchung:

pH-Wert, Phosphat, Kalium, Magnesium, verfügbare Spurenelemente

(Cu, Zn, Mn), Humus, Nitrat- oder organischer Stickstoff

ä Probe S 236,30

3. Erweiterte Grunduntersuchung + Schwermetalle:

pH-Wert, Phosphat, Kalium, Magnesium verfügbare Spurenelemente

(Cu, Zn, Mn), Humus, Nitrat- oder organischer Stickstoff,

Zink-Blei-Cadmium-(Gesamtgehalte)

ä Probe S 500,30

Für die Untersuchung anzusprechende Institute sind:

Bundesanstalt für Agrarbiologie,

Wieningerstr. 8, 4020 Linz, Tel.Nr.: 0 732/83 0 91-0

Bundeslehr- und Versuchsanstalt für Gartenbau,

Grünbergstr. 24, 1131 Wien, Tel. 0 222/83 35 35

Bundesanstalt für Bodenwirtschaft,

Denisgasse 31-33, 1200 Wien, Tel. 0 222/33 1 03

Für die Beratung ist anzusprechen:

Landwirtschaftskammer für Oberösterreich, Auf der Gugl 3, 4021 Linz, Tel.Nr.: 0 732/57 4 21-0

Wir hoffen hiermit Ihren Fragenkomplex in der gebotenen Zeit umfassend beantwortet zu haben und verbleiben

Mit freundlichen Grüßen

Direktor:

i.A.

iA



(Dr. Aichberger)

Plot of GARTEN.PP vs ALTER.

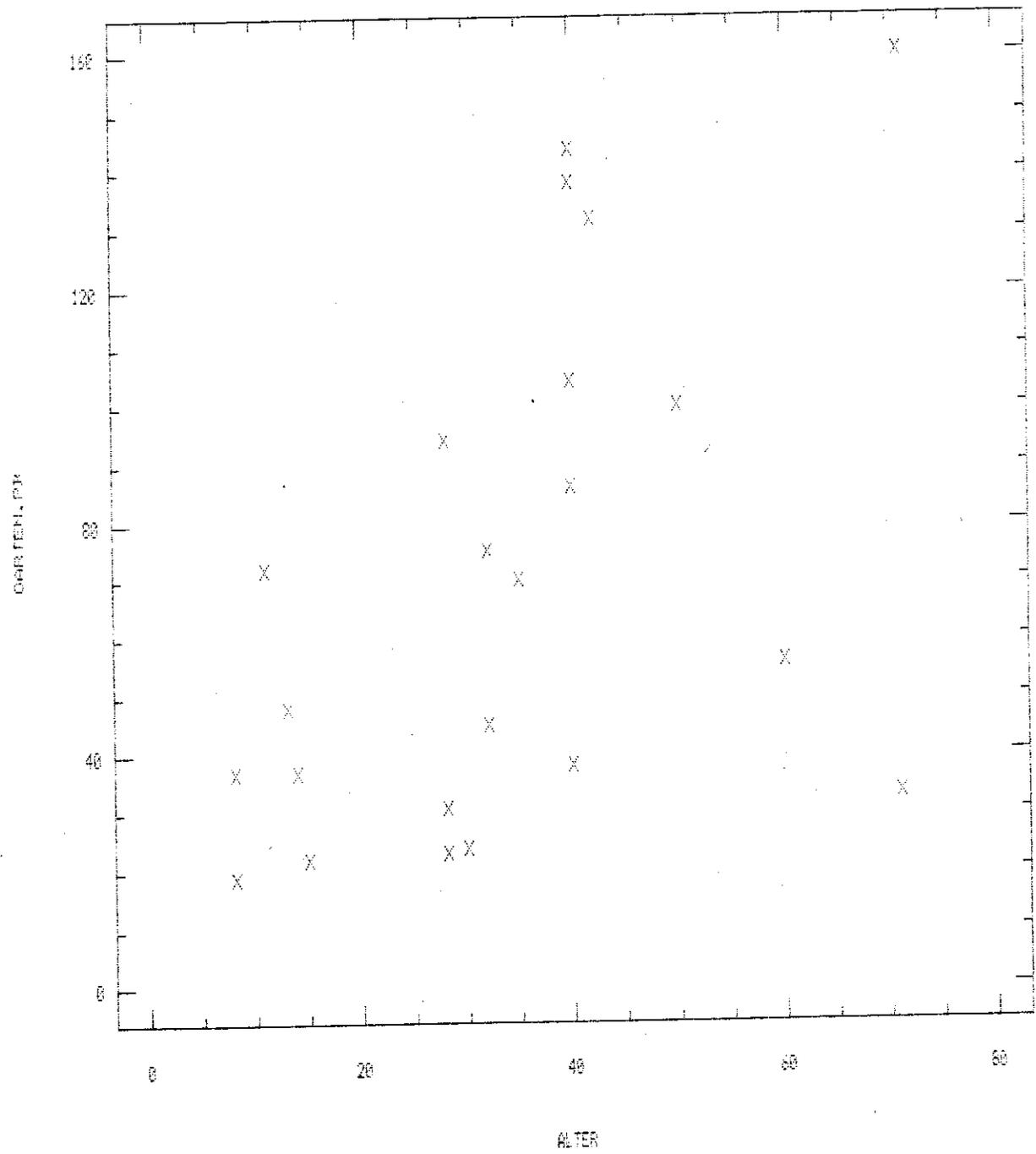


Abbildung 1: Einfachkorrelation zwischen dem Alter der Linzer Gärten und den Bleigehalten der Gartenböden.