



Bericht Nr.: 6/89

Grüne Reihe

Bodenuntersuchungen in Linzer Ackerböden

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

Autor: K. Aichberger (Bundesamt für Agrarbiologie, Linz)
im Auftrag des Amtes für Umweltschutz

(Fachgutachten)

1) Problemstellung und Ziel der Untersuchung

Neben anderen Belastungsquellen sind Böden heute auch einem Schadstoffeintrag aus der Luft in verschiedenen Formen (Gase, Säuren, Metallstaub, etc.) ausgesetzt. Diese Schadstoffe werden von Pflanzen aufgenommen, ins Grundwasser verlagert oder im Boden angereichert. 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 vorerst auf 35 Ackerstandorten, repräsentativ für die Gesamtfläche der Gemeinde, unter Beachtung bodenkundlicher sowie emissionsbedingter Verhältnisse (siehe Beilage 1 "Probenahmestandorte und deren Bezeichnung"). Pro Standort wurde eine bodenmorphologisch einheitliche Fläche von ca. 0,5 Hektar beprobt, wobei 15 - 20 Einzelproben aus dem Oberboden zu einer Mischprobe vereinigt wurden. Die Probenahmetiefe betrug 25 - 30 cm. Bei 6 von 35 Standorten erfolgte die Probenahme bis zu einer Tiefe von 90 cm, getrennt in 3 Schichten 30 cm. Hierbei wurden 10-12 Einstiche zu einer Horizont-Mischprobe vereint. Aufgrund der speziellen Fragestellung des Untersuchungsprojektes wurde im Zuge der Probengewinnung und nachfolgenden Probenaufarbeitung jeglicher Kontakt des Bodenmaterials mit Metallteilen vermieden

(Bohrstöcke mit Kunststoffauskleidung, Holzwerkzeuge, Kunststoffsiebe, etc.).

Folgende Bodenformen bzw. Bodentypen waren in den Naturräumen Au (Au), Niederterrasse (NT), Höhere Terrassen (HT) und Kristallin (K) des Untersuchungsgebietes anzutreffen:

- Graue Auböden (Standorte 21, 22, 27)
- Braune Auböden (Standorte 7, 16, 17, 28, 29, 33, 34)
- Kalkhaltige Lockersediment-Braunerden auf Lößlehm oder lehmigen Deckschichten (Standorte 6, 18, 19, 20, 24, 25, 32)
- Kalkfreie bis vergleyte Lockersediment-Braunerden und Pseudogleye (Standorte 1, 8, 11, 12, 13, 15, 23, 26, 30, 31, 35)
- Felsbraunerden auf Kristallin (Standorte 2, 3, 4, 5, 9, 10, 14)

Chemische Analyse

Die entnommenen Bodenproben wurden nach Einlangen im Labor an der Luft getrocknet, auf eine Korngröße ≤ 2 mm abgesiebt bzw. für Schwermetallanalysen mittels Mörser vermahlen. Die Bestimmung von pH-Wert, organischer Substanz, Karbonatgehalt, Leitfähigkeit, Ton sowie der Haupt- und Spurennährstoffe erfolgte nach den Methoden für Bodenuntersuchung der Arbeitsgemeinschaft Landwirtschaftlicher Versuchsanstalten Österreichs bzw. nach entsprechenden ÖNORM-Vorschriften. Zur Bestimmung der Schwermetalle wurden die Bodenproben gemäß ÖNORM L 1085 mittels heißem Säuregemisches bestehend aus konzentrierter Salpetersäure und Salzsäure extrahiert und in der Aufschlußlösung die Elemente Eisen (Fe), Mangan (Mn), 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 Perchlorsäureextraktion AAS-hydridtechnisch bzw. nach dem Kaltdampfverfahren bestimmt. Die Bestimmung von Molybdän (Mo) erfolgte spektralphotometrisch nach trockener Veraschung und Salzsäureextraktion der Proben und Fluorid wurde mittels ionenselektiver Elektrode im wässrigen Extrakt bestimmt.

3) Ergebnisse und Diskussion

Die detaillierten Ergebnisse der chemischen Bodenuntersuchung sind der Beilage 2 zu entnehmen.

Allgemeine Bodenparameter

Hiezu gehören die Ergebnisse der Untersuchung auf pH-Wert, Humus-, Karbonat- und Tongehalt, Gehalt an löslichen Salzen (elektr. Leitfähigkeit), sowie die Haupt- und Mikronährstoffe. Auf landwirtschaftlichen Flächen, die als Acker genutzt werden, sind pH-Werte zwischen 6,0 und 7,0 als wünschenswert anzusehen. Von wenigen Ausnahmen abgesehen, können die pH-Werte der untersuchten Böden als gut beurteilt werden. Die Problematik zu niedriger pH-Werte (<5,0) liegt darin, daß die Bodenfruchtbarkeit generell negativ beeinträchtigt wird und zusätzlich die Löslichkeit bzw. Pflanzenverfügbarkeit der meisten Schwermetalle im Boden erhöht wird.

Unter organischer Substanz (Humusgehalt) des Bodens versteht man alle in und auf dem Boden befindlichen abgestorbenen, pflanzlichen und tierischen Stoffe und deren organische Umwandlungsprodukte. In landwirtschaftlich genutzten Ackerböden werden vielfach Humusgehalte zwischen 1 und 4 % angetroffen. Grünland und Gartenböden können höhere Gehalte an organischer Substanz aufweisen. Die organische Substanz ist wichtig zur Erhaltung der Bodenstruktur, zur Nähstoffnachlieferung, aber auch zur chemischen Komplexbindung beispielsweise der Schwermetalle. Mit zunehmendem Humusgehalt steigt das Bindungsvermögen für Schwermetalle. Die in den Ackerböden Linz festgestellten Humusgehalte entsprechen weitgehend oberösterreichischen Durchschnittswerten.

Karbonat- und Tongehalt sind Parameter, die bodenkundliche Dauereigenschaften beschreiben und standortsabhängige Größen darstellen. Der Gehalt an Kalziumkarbonat im Boden wird weitgehend vom geologischen Ausgangsmaterial (Lößlehm, Kalkschotter, kristallines Gestein) bestimmt, und die vorgefundenen Werte korrespondieren sehr gut mit den bodenkundlich-naturräumlichen Beschreibungen der Böden. Ebenso vom Ausgangssubstrat abhängig ist der Tongehalt der Böden. Er ist ein Maß für die Bodenschwere und Sorptionskraft der Böden. Böden mit Tongehaltswerten von 15 bis 25 % (lehmige Schluffe, schluffige Lehme) sind als mittelschwer einzustufen und zeichnen sich

meist durch eine gute Speicherkapazität aus. Eine wesentlich schlechtere Sorptionskraft haben leichte, sandige Böden mit Tongehalten <15 % (z.B. Standorte 21, 28, 29 und 34). Die elektrische Leitfähigkeit als Maß für die Konzentration anorganischer Salze im Boden entspricht im Bereich von 0,036 bis 0,174 Millisiemens üblichen Werten landwirtschaftlich genutzter Böden.

Pflanzenverfügbare Nährstoffe und Fluorid

Die pflanzenverfügbaren Nährstoffe Phosphor, Kalium, Magnesium und Bor sind ein Ausdruck für die jeweilige Intensität der Bodennutzung bzw. Höhe der Düngergabe. Die bei den untersuchten Böden der Gemeinde Linz festgestellten Durchschnittsgehalte liegen im Normalbereich und sind nach den Richtlinien der Österreichischen Düngerberatung der Stufe C "ausreichend versorgt" zuzuordnen. Ebenfalls als durchaus übliche Werte sind die Chlorid- und Sulfatgehalte einzustufen. Tendentiell wurden höhere wasserlösliche Sulfatgehalte bei Böden mit niedrigeren pH-Werten (z.B. Felsbraunerden auf Kristallin) festgestellt, während bei industrienahen Standorten keine erhöhten Chlorid- und Sulfatwerte gemessen wurden.

Die wasserlöslichen Fluoridwerte der Linzer Böden variieren zwischen 1 und 7,8 ppm, wobei der mittlere Wert von 3,7 ppm um eine Einheit über dem oberösterreichischen Durchschnittswert für Ackerböden von 2,8 ppm liegt. Gehalte von mehr als 4 ppm wasserlösliches Fluor im Boden sind durch eine für Ackerböden übliche Phosphatdüngung (P-Dünger enthalten Fluor!) alleine nicht mehr erklärbar. Die höchsten Fluoridwerte wurden in Linz bei den Böden der emissionsnahen Standorte gemessen.

Säurelösliche Metalle

Dem Bereich Schwermetalle sollte im gegenständlichen Untersuchungsprogramm besondere Beachtung geschenkt werden. Nach heutigem Wissensstand können Schwermetalle über das geologische Ausgangsmaterial, durch Luftimmission (Industrie, Straßenverkehr, Hausbrand, etc.), Siedlungsabfälle, Düngemittel, Pflanzenschutzmittel und sonstige Chemikalien in den Boden gelangen, wobei es praktisch aber nur schwer möglich ist, die jeweiligen Kontaminationsquellen anteilmäßig zu erfassen. Der Beilage 2 ist eine detaillierte Auflistung der

Schwermetallgehalte im Krumboden der 35 Standorte, sowie eine Zusammenfassung aller Daten inklusive statistischer Auswertung, mit Angabe der relativen Häufigkeiten, arithmetischen Mittelwerte, Medianwerte und Streubreiten zu entnehmen. Bei 6 Standorten wurden die Schwermetalle zusätzlich in den Bodenhorizonten 30-60 cm und 60-90 cm bestimmt. Die Ergebnisse zeigen, daß die Ackerböden der Stadtgemeinde Linz im Vergleich zu in- und ausländischen Untersuchungen (AICHBERGER et al., 1981; AICHBERGER und HOFER, 1989; BRÜNE und ELLINGHAUS, 1981; HÄNI et al., 1981; KÖCHL, 1987; van DRIEL und SMILDE, 1981) im Schwermetallgehalt ein noch weitgehend natürliches Gehaltsmuster aufweisen. Bei Untersuchungen landwirtschaftlich genutzter Böden Oberösterreichs und des niederösterreichischen Marchfeldes wurden mittlere Werte folgender Größenordnung ermittelt :

Kupfer	20-30 ppm
Zink	50-70 ppm
Nickel	20-25 ppm
Chrom	30-40 ppm
Blei	20-25 ppm
Cadmium	0,20-0,25 ppm
Arsen	6,0 -9,0 ppm
Quecksilber	0,10-0,15 ppm

Eine graphische Darstellung der Schwermetallgehaltswerte der 35 Ackerstandorte in Relation zu den Bodengrenzwerten bzw. zum durchschnittlichen Gehalt landwirtschaftlich genutzter Böden Oberösterreichs wird in Beilage 3 gegeben. Aus den Abbildungen wird ersichtlich, daß die Gehalte mehr oder weniger im Bereich des jeweiligen oberösterreichischen Durchschnittswertes liegen und die Bodengrenzwerte in keinem einzigen Fall erreicht oder überschritten werden. Generell ist aber festzustellen, daß bei den Standorten im städtischen Bereich der Gemeinde Linz (Nr.7-20) die Kupfer-, Zink-, Blei-, Quecksilber- und teilweise Arsengehalte durchwegs über den oberösterreichischen Durchschnittswerten liegen. In einzelnen Fällen, bei Blei, Quecksilber und Arsen sind die Werte sogar deutlich höher als der oberösterreichische Durchschnittsgehalt. Für die Schwermetalle Nickel, Chrom, Cadmium, Molybdän und Thallium ist dieser Trend nicht zu erkennen, sodaß anzunehmen ist, daß für deren Gehalte

im Boden eher geogene und/oder pedogene Faktoren maßgeblich sind. Eine Interpretation der säurelöslichen Eisen- und Mangangehalte im Boden ist schwierig, da hierzu allgemein wenig Datenmaterial vorliegt. Diese Metalle sind insofern von geringer toxikologischer Bedeutung, als sie von Natur aus im Boden in höheren Konzentrationen vorkommen und zugleich deren pflanzenphysiologische Schadschwelle hoch liegt. Obwohl die in der Literatur (KLOKE, 1980; BECK und AICHBERGER, 1984) vorgeschlagenen bzw. in Bodenschutz- oder Klärschlammgesetzen (Klärschlammverordnung der BRD, Klärschlammverordnung Vorarlberg, Steiermärkisches Bodenschutzgesetz) pragmatisch festgelegten Schwermetallgrenz- oder Richtwerte für Böden (Tab.-Anhang) keine toxikologischen Schadschwellen darstellen - die Schwermetallaufnahme der Pflanzen hängt noch von einer Reihe anderer Faktoren ab - besitzen diese Werte auch in Österreich Richtwertcharakter bei der Beurteilung von Schwermetallbelastungen der Böden.

Eine Beurteilung der aktuellen Schwermetallgehalte für den jeweiligen Standort in bezug auf die Bodengrenzwerte wird in Beilage 4 gegeben. Zur Differenzierung der Einzeldaten wurde folgendes Klassifikationsschema gewählt:

niedrige Gehalte	<10 % des Grenzwertes
häufige Gehalte	10-30 % des Grenzwertes
erhöhte Gehalte	30-100 % des Grenzwertes
Belastungen	>100 % des Grenzwertes

Bei Zugrundelegung dieses Bewertungsschemas befinden sich die Kupfer-, Zink-, Blei-, Cadmium- und Thalliumwerte der Böden von Linz größtenteils im Bereich der "häufigen" Gehalte. Bei einigen Standorten (z.B. Nr. 13, 16) sind diese Werte allerdings - immis-sionsbedingt (?) - schon als "erhöht" einzustufen. Als überwiegend "erhöht" in bezug auf ihren Grenzwert sind die Arsen-, Chrom- und vor allem Nickelwerte der Böden zu klassifizieren. Dies ist allerdings eine Beobachtung, auf die in der Literatur mehrfach hingewiesen wird und die nicht ausschließlich für die Böden Linz zutrifft (vgl. Durchschnittswerte Oberösterreich !). Die Quecksilbergehalte liegen von Ausnahmen abgesehen unter 10 % der jeweiligen Grenzwerte.

Im niedrigen bis häufigen Gehaltsbereich sind die Molybdän-

werte einzustufen. Für die Cadmium- und Thalliumgehalte läßt sich aus der graphischen Darstellung zusätzlich eine Abhängigkeit vom geologischen Ausgangsmaterial der Böden erkennen. Während speziell die Böden auf Kristallin und kalkfreien, lehmigen Deckschichten im Vergleich zu den übrigen Standorten die niedrigsten Cadmiumgehalte aufweisen, wurden bei dieser Gruppe von Böden die höchsten Thalliumwerte festgestellt. Schwermetallbelastungen bzw. Grenzwertüberschreitungen wurden für keinen Standort ausgewiesen.

In Beilage 5 werden die festgestellten Schwermetallgehalte der Linzer Böden sowie die jeweiligen oberösterreichischen Durchschnittswerte in Relation zum Bodengrenzwert für jeden einzelnen der 35 Standorte graphisch dargestellt. Mit dieser Form der Darstellung wäre übersichtlich zu erkennen, ob und welche Schwermetalle auf einem bestimmten Standort in problematischer Konzentration vorkommen. Obwohl bekanntlich keine Schwermetallgrenzwertüberschreitungen beobachtet wurden, fällt auf, daß bei einigen Standorten die Schwermetallgehalte größtenteils über den oberösterreichischen Mittelwerten liegen (z.B. Standort Nr. 13, 14, 16, 17), andere Standorte wiederum Gehalte aufweisen, die generell niedriger sind als die Landesdurchschnittswerte (Nr. 21, 22, 28, 29). Die Ursachen für die unterschiedlichen Gehalte sind sowohl im bodenbildenden Ausgangsmaterial, als auch auf Grund der Lage bestimmter Standorte in bezug auf möglicherweise vorhandener Schwermetall-emittenten zu sehen.

Die Verteilung der Schwermetalle im Bodenprofil wurde bei 6 der insgesamt 35 Probenahmestandorte untersucht. In Beilage 6 kommt das relative Verhältnis der Gehalte von Kupfer, Zink, Nickel, Chrom, Blei, Cadmium, Quecksilber und Thallium in den Bodenhorizonten 0-30 cm, 30-60 cm und 60-90 cm zum Ausdruck (Gehalte in Schichttiefe 0-30 cm = 100 %). Die geringste Differenzierung mit der Bodentiefe zeigen die Schwermetalle Nickel, Chrom und Thallium, die stärkste das Element Quecksilber. Markante Gehaltsunterschiede in den Horizonten treten ferner bei Blei und Cadmium auf. Die relativ gleichmäßige Verteilung von Nickel, Chrom und Thallium stellt einen

Hinweis auf die in erster Linie geogene Grundlast bei diesen Elementen dar. Die Tiefenprofile von Kupfer, Zink und insbesondere von Quecksilber, Cadmium und Blei deuten auf immissionsbedingte Anreicherungen in den oberen Bodenschichten hin. Obwohl die Cadmium- und Quecksilberwerte der Ackerkrume in bezug auf den tolerierbaren Grenzwert noch niedrig liegen, liefert das Tiefenprofil für diese Elemente einen deutlichen Hinweis auf anthropogene Verunreinigungen. Die Abnahme der Gehalte mit zunehmender Bodentiefe unterstreicht zugleich aber auch die erhebliche Filterleistung des Bodens bei der Tiefenverlagerung dieser Schwermetalle.

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Aichberger'.

(Dipl.Ing. Dr. 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
Molybdän	5
Cadmium	2
Quecksilber	2
Thallium	1

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.

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

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.

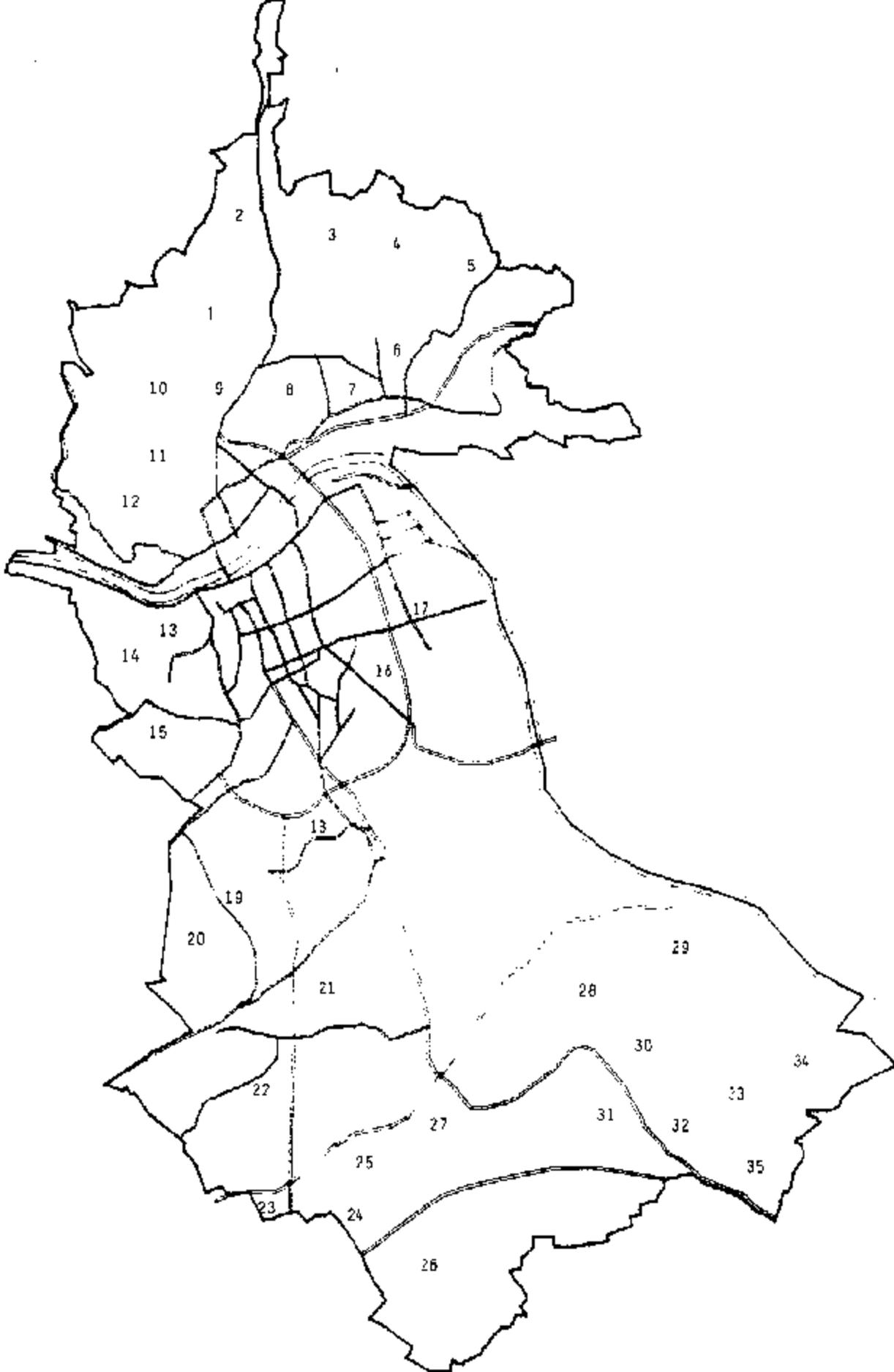
A.Kloke: Orientierungsdaten für tolerierbare Gesamtgehalte einiger Elemente in Kulturböden. Mitt. VDLUFA, H 1-3, 1980.

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

W.van Driel u. K.Smilde: Heavy-metal contents of Dutch arable soils. Landw.Forsch. SH 38, 305-313, 1981.

PROBENAHMESTANDORTE UND DEREN BEZEICHNUNG

- 1 Bachl
- 2 Höllmühlstraße
- 3 Maderleithnerweg
- 4 Oberbairingerstraße
- 5 Elmberg
- 6 Statznergutweg
- 7 Dornach
- 8 Freistädterstraße
- 9 Bachlbergweg
- 10 Pösmayrsteig
- 11 Windflach
- 12 Spatzenbauer
- 13 Mariahilfgasse
- 14 Sonnenpromenade
- 15 Pieringerhofstraße
- 16 Chemie Linz
- 17 Pummererstraße
- 18 Hanuschstraße
- 19 Landwiedstraße
- 20 Ellbognerstraße
- 21 BSA Auwiesen
- 22 Angererhofweg
- 23 Wambach
- 24 Napoleonhof
- 25 Fischdorf
- 26 Mönchgraben
- 27 Stroblmühle
- 28 Neufelderstraße
- 29 Weikerlwirt
- 30 Ufer
- 31 Ebelsberg
- 32 Pichlingerstraße
- 33 Zeisigweg
- 34 Schwaigau
- 35 Campingplatz Pichlingersee



ERGEBNISSE DER CHEMISCHEN BODENUNTERSUCHUNG

- a) ANALYSENERGEBNISSE (Oberböden, Bodenprofile)

- b) HÄUFIGKEITSVERTEILUNGEN FÜR VERSCHIEDENE ELEMENTE IN ACKER
BÖDEN DER GEMEINDE LINZ

- c) ZUSAMMENFASSUNG UND STATISTISCHE AUSWERTUNG DER ANALYSEN
ERGEBNISSE

ANALYSENERGEBNISSE-BODENPROFILE

Standort	B-Nr./ 1988	Typ	Boden- horizont/cm	Cu	Zn	Ni	Cr	Pb	Cd	Tl	Hg
							P p m		-		
	3122		0 - 30	17	68	17	30	17	0,13	0,44	0,09
3	3125	FB	30 - 60	16	59	21	35	8	0,03	0,7	0,05
	3125		60 - 90	16	59	20	34	8	0,03	0,7	0,02
	3127		0 - 30	22	71	27	32	19	0,25	0,35	0,1
8	3128	sLB	30 - 60	21	64	28	33	12	0,23	0,35	0,04
	3129		60 - 90	20	57	27	32	9	0,14	0,29	0,03
	3130		0 - 30	39	81	25	29	61	0,24	0,29	0,52
13	3131	sLB	30 - 50	33	62	28	29	33	0,08	0,33	0,29
	3132		60 - 90	30	61	35	32	15	0,06	0,33	0,12
	3135		0 - 30	33	88	33	38	31	0,39	0,28	0,15
15	3136	BA	30 - 60	26	73	34	37	16	0,19	0,28	0,07
	3137		60 - 90	18	50	26	29	7	0,11	0,19	0,03
	3138		0 - 30	33	77	28	31	36	0,21	0,23	0,42
19	3139	khLB	30 - 60	31	67	37	35	18	0,09	0,29	0,1
	3140		60 - 90	31	65	42	40	13	0,08	0,23	0,07
	3143		0 - 30	11	39	11	12	13	0,19	0,13	0,07
29	3144	BA	30 - 60	8	23	9	10	4	0,12	0,12	0,03
	3145		60 - 90	5	12	4	6	n.n.	0,07	0,04	0,01

**ZUSAMMENFASSUNG UND STATISTISCHE AUSWERTUNG
DER ANALYSENERGEBNISSE ***

(n = 35)

Parameter		x	Med.	Min.	Max.	Range
pH		6,6	7	4,9	7,3	2,4
org.Sub.	‰	2,6	2,7	1,7	3,6	1,9
CaCO ₃	‰	10,8	3,2	0	41,6	41,6
Leitf.	mS	0,09	0,09	0,036	0,174	0,138
Ton	‰	16,6	16,9	8,3	23,7	15,4
P205 CAL	mg/100 g	22	22	7	36	29
K20 CAL	mg/100 g	24,7	24	10	60	50
Mg CaClp	mg/100 g	16,6	17	6	31	25
Bor acet.	ppm	1	1	0,1	2,5	2,4
Chlorid wlös.	mg/100 g	3,9	3,5	2,6	9,6	7
Sulfat wlös.	mg/100 g	5,2	4,5	2	14,5	12,5
Fluorid wlös.	ppm	3,4	3,7	1	7,8	6,8
säurelösliche Metalle						
Eisen	‰	1,96	2,1	0,8	2,6	1,8
Mangan	ppm	611	622	310	1080	770
Kupfer	ppm	23,97	24	12	37	25
Zink	ppm	69,57	70	40	98	58
Blei	ppm	22,8	21	14	58	44
Chrom	ppm	28,91	31	12	42	30
Nickel	ppm	23,68	24	12	34	22
Cadmium	ppm	0,23	0,22	0,13	0,37	0,24
Quecksilber	ppm	0,14	0,12	0,07	0,43	0,36
Arsen	ppm	6,68	6,9	1,7	11,4	9,7
Selen	ppm					
Thallium	ppm	0,28	0,23	0,11	0,58	0,47
Molybdän	ppm	0,63	0,64	0,39	1,16	0,77

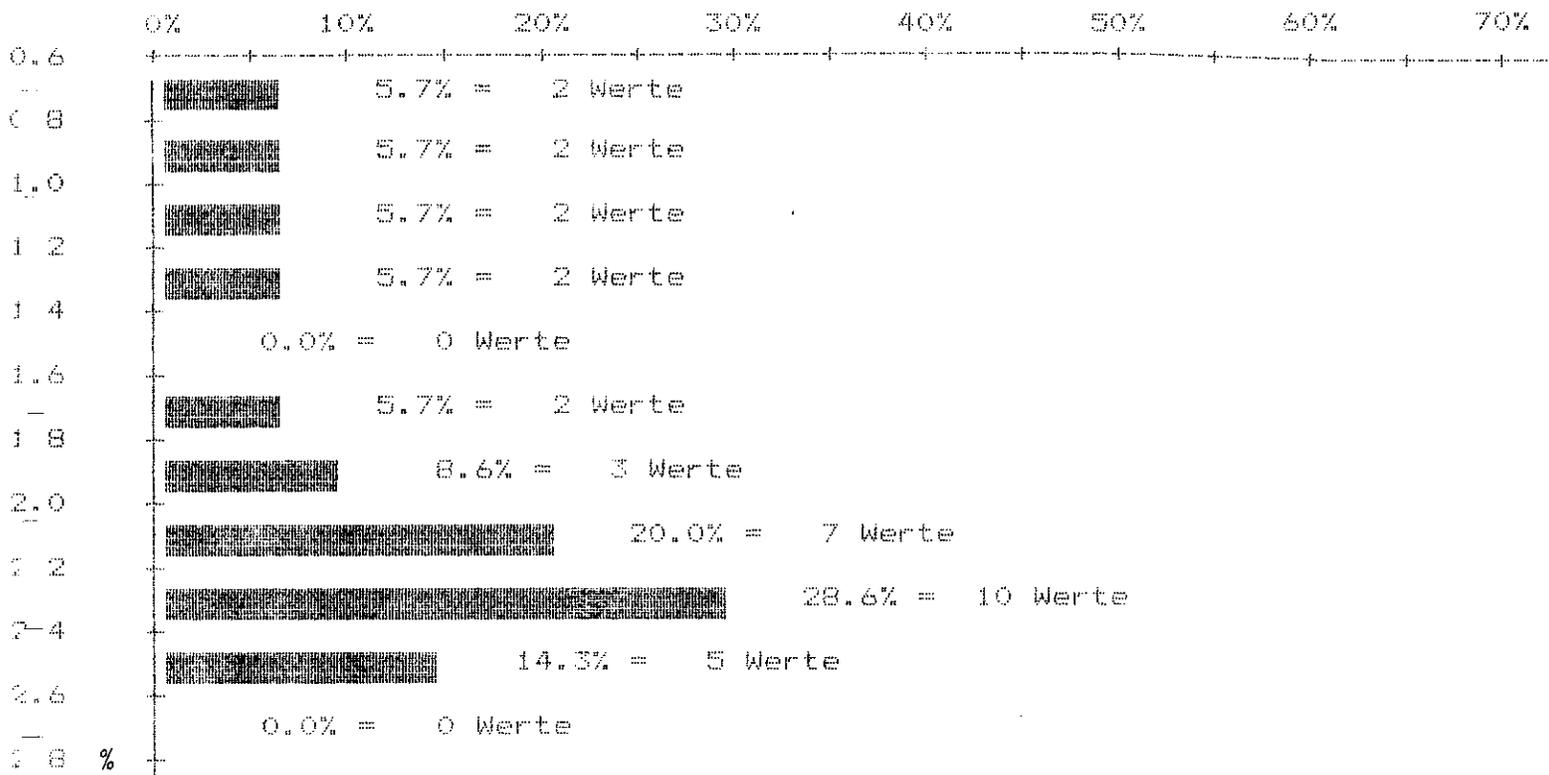
x arithmet.
Med. Medianwert
Min. niedrigster Wert
Max. höchster Wert
Range Streubreite

* Sämtliche Daten beziehen sich auf lufttrockene Boden.

Histogramm der Eisengehalte

Ackerböden LINZ

Häufigkeiten

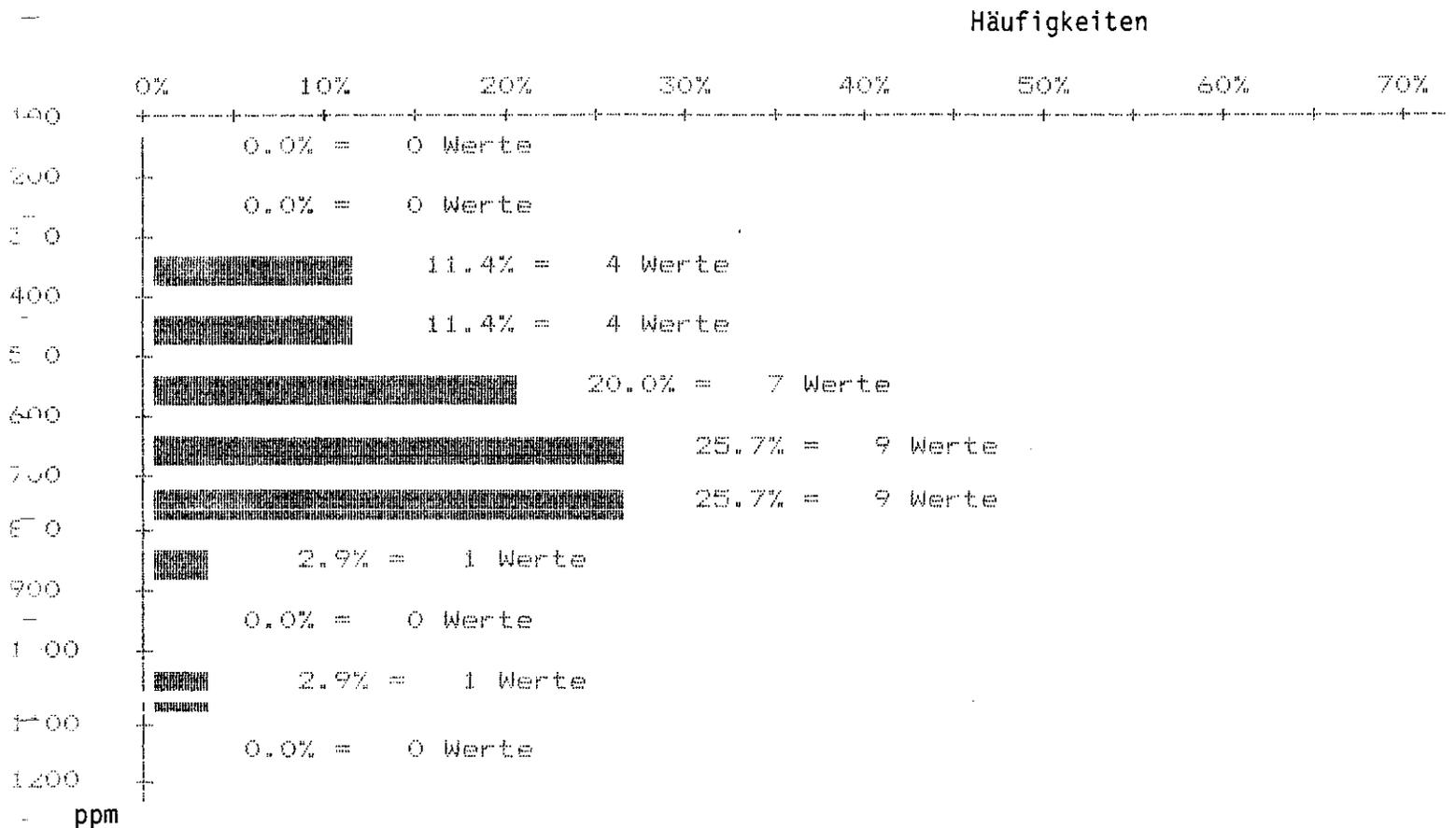


Anzahl	Mittelwert	Streubereich	Standardabw.	Median
35	2.0	(0.80, 2.60)	0.55	2.1

Folgende Werte sind nicht im Histogramm :

Histogramm der Mangangehalte

Ackerböden LINZ



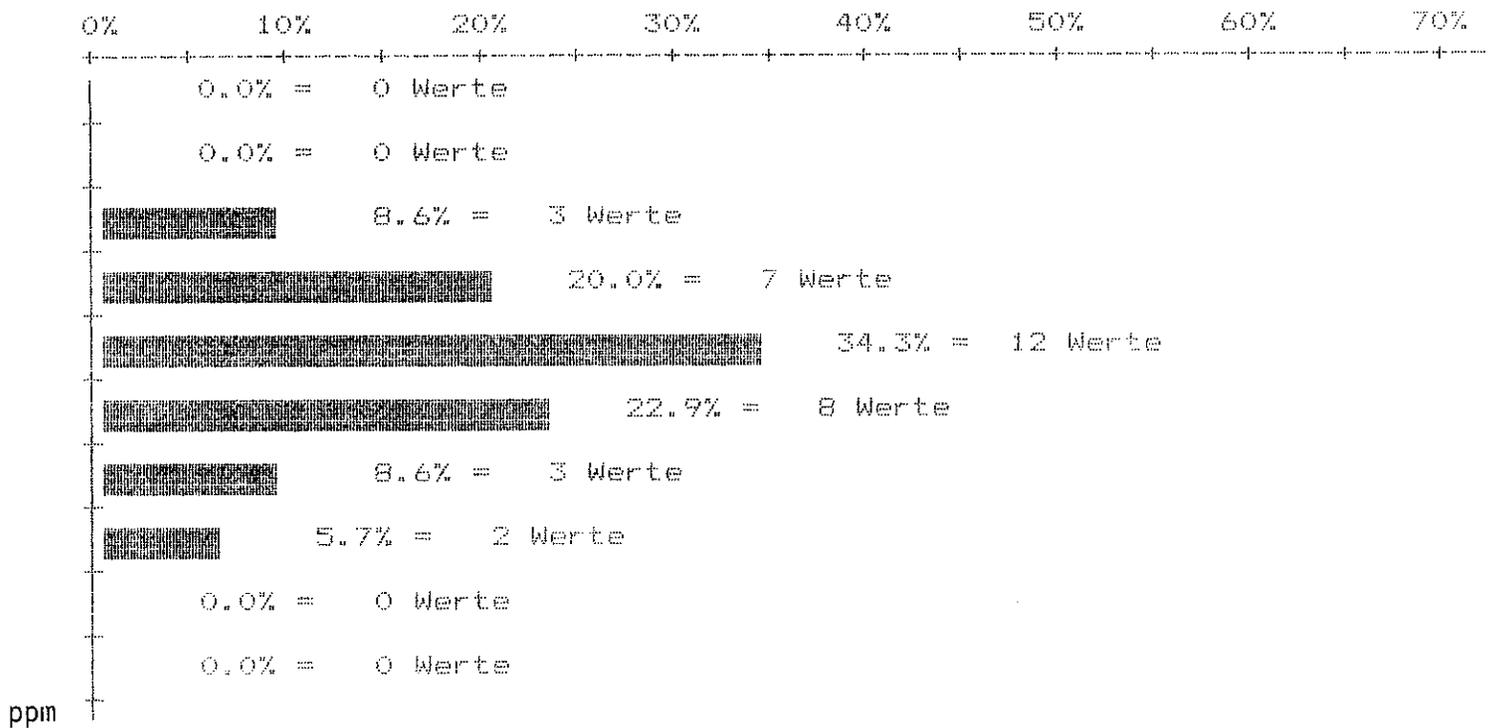
Anzahl	Mittelwert	Streubereich	Standardabw.	Median
35	611	(310.00, 1080.00)	154.53	622

Folgende Werte sind nicht im Histogramm :

Histogramm der Kupfergehalte

Ackerböden Linz

Häufigkeiten



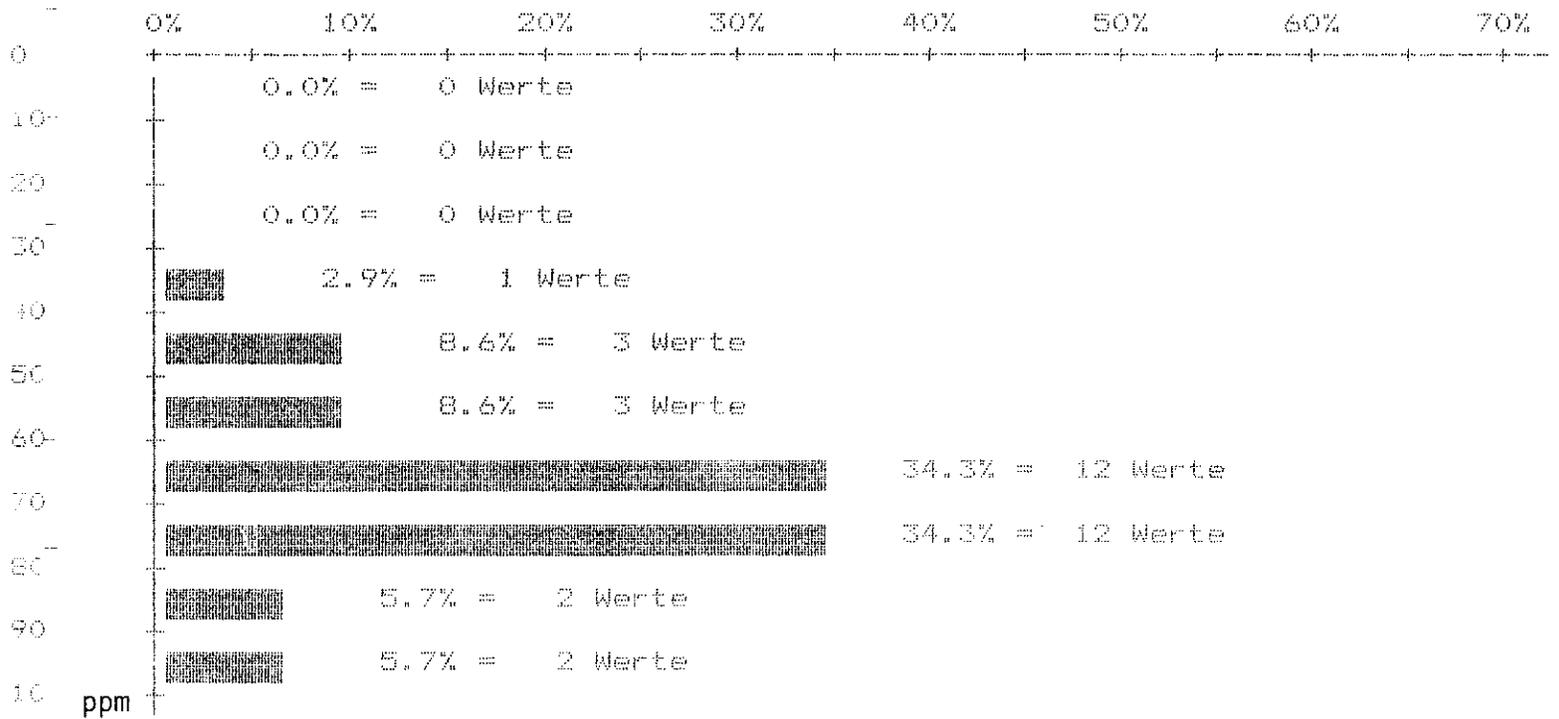
Anzahl	Mittelwert	Streubereich	Standardabw.	Median
35	24	(12.00, 37.00)	6.15	24

Folgende Werte sind nicht im Histogramm :

Histogramm der Zinkgehalte

Ackerböden Linz

Häufigkeiten

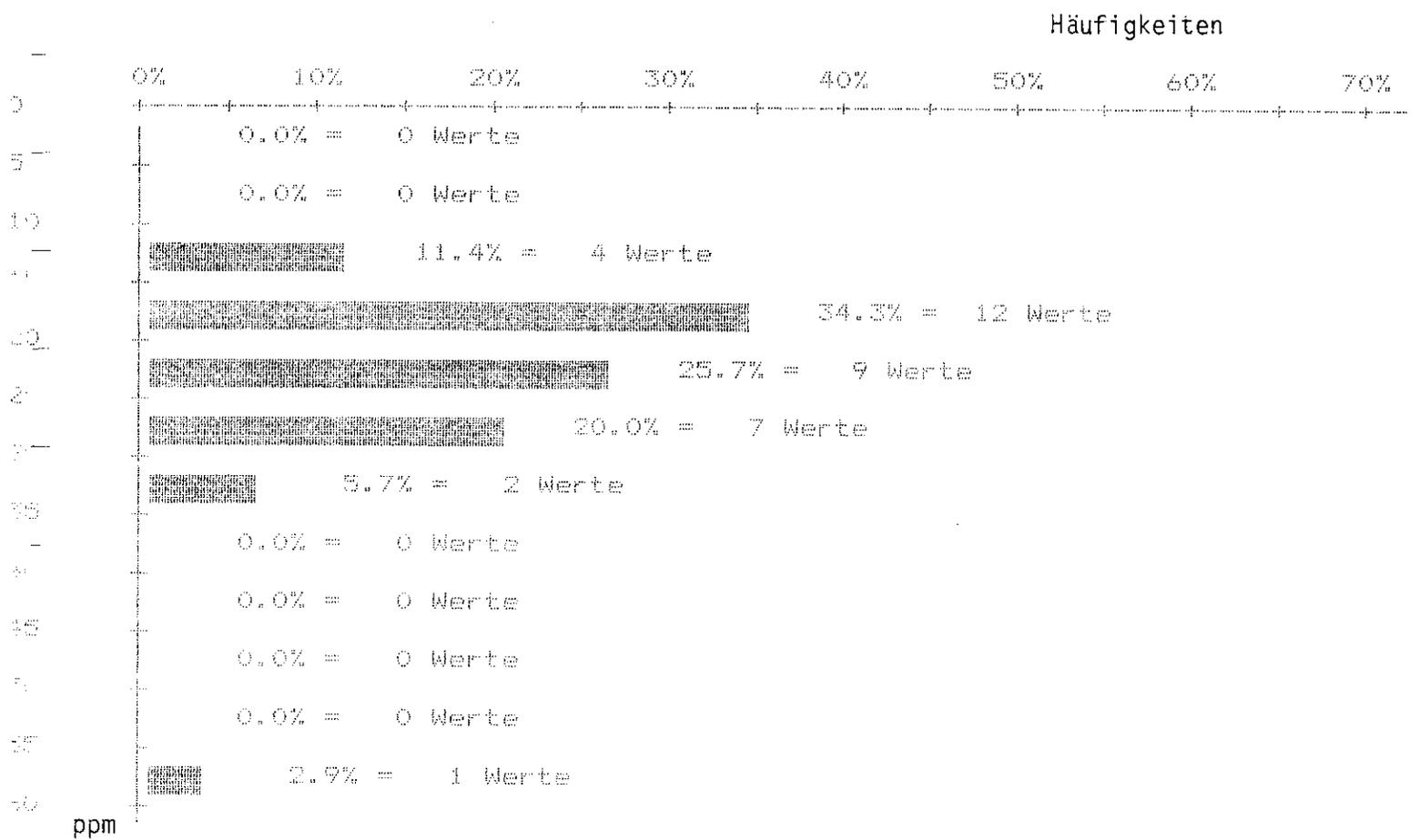


Anzahl	Mittelwert	Streubereich	Standardabw.	Median
35	70	(40.00, 98.00)	12.86	70

Folgende Werte sind nicht im Histogramm :

Histogramm der Bleigehalte

Ackerböden Linz

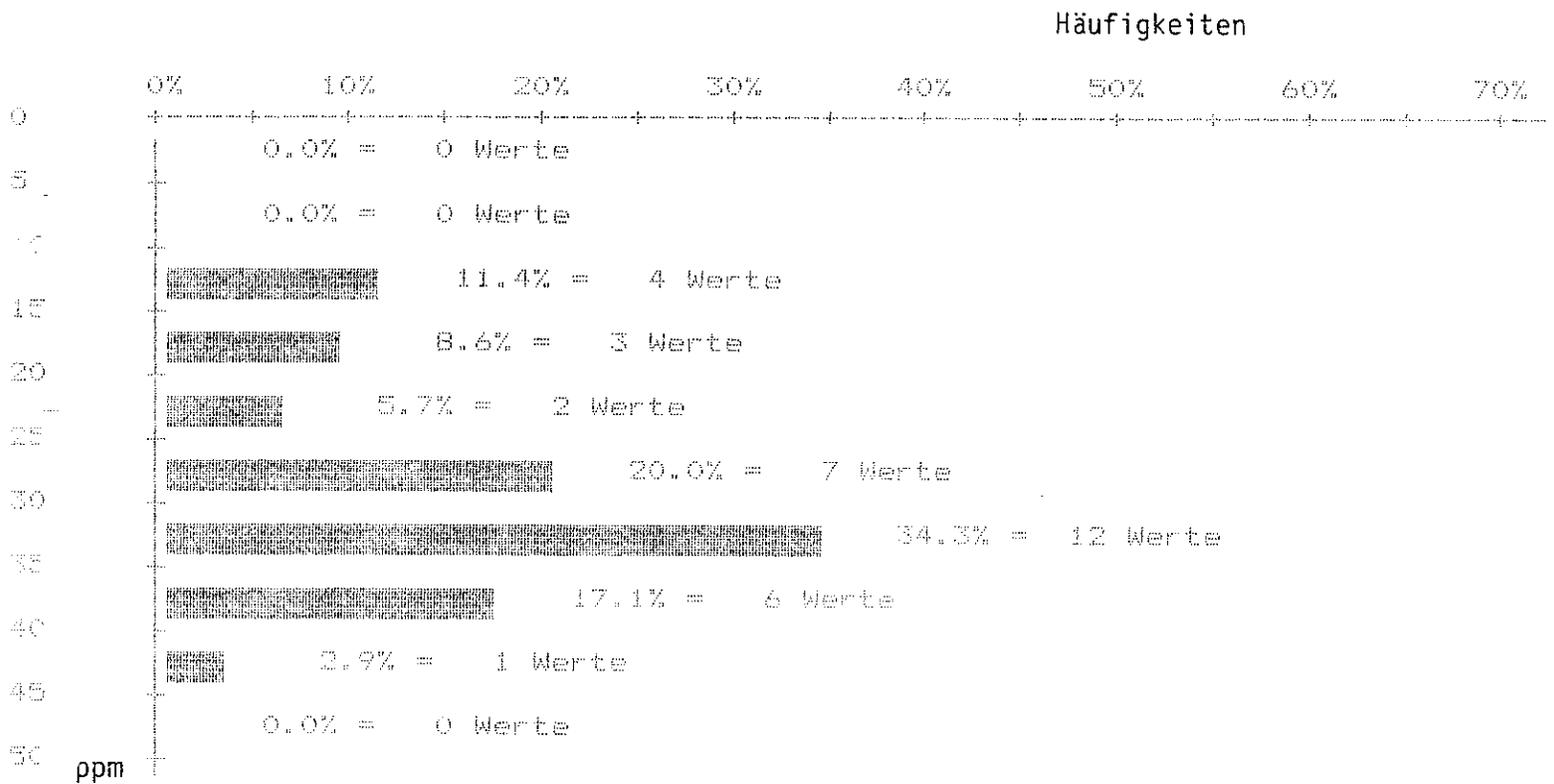


Anzahl	Mittelwert	Streuereich	Standardabw.	Median
35	23	(14.00, 58.00)	7.92	21

Folgende Werte sind nicht im Histogramm :

Histogramm der Chromgehalte

Ackerböden Linz

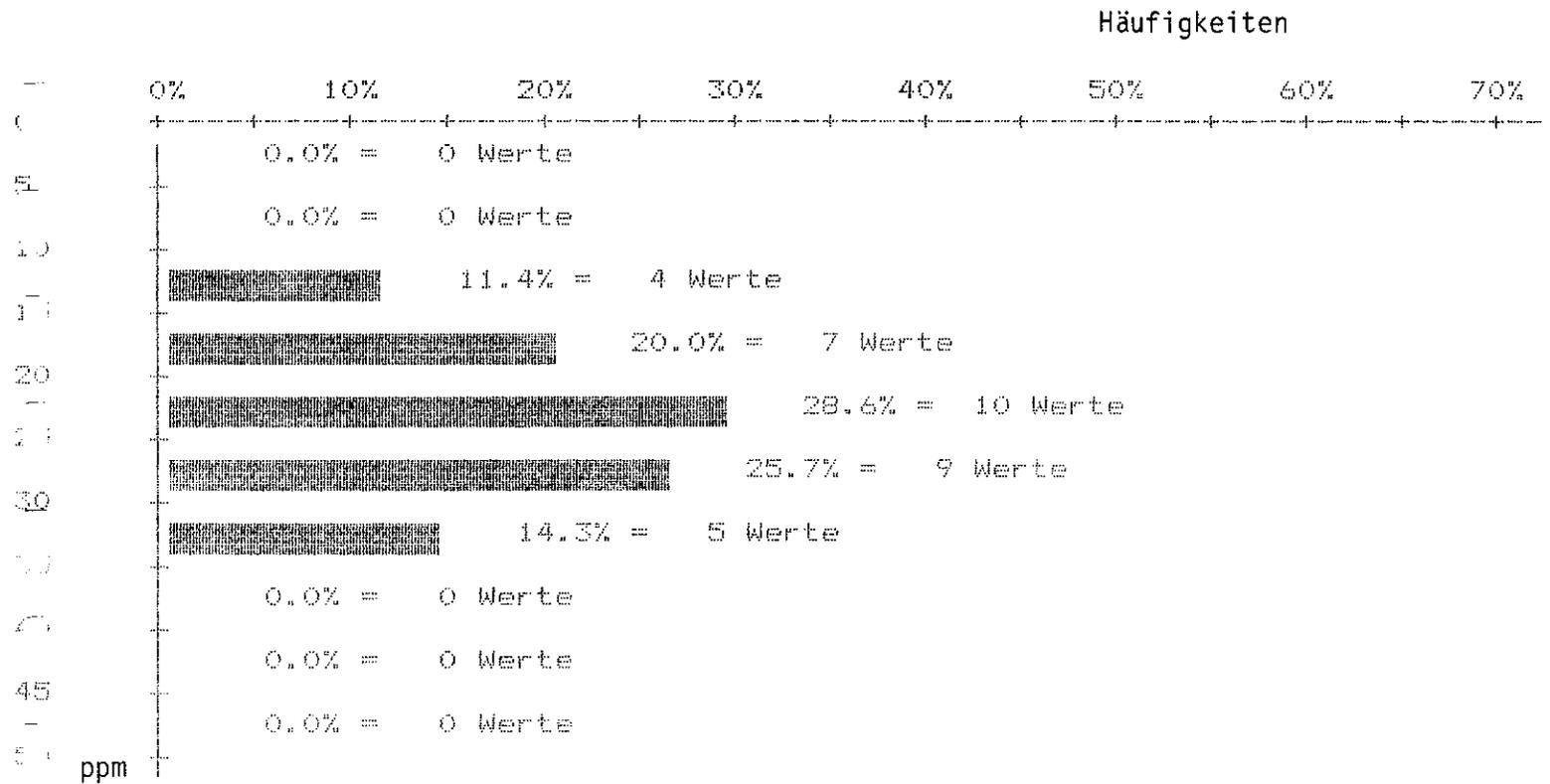


Anzahl	Mittelwert	Streubereich	Standardabw.	Median
35	29	(12.00, 42.00)	8.06	31

Folgende Werte sind nicht im Histogramm :

Histogramm der Nickelgehalte

Ackerböden Linz



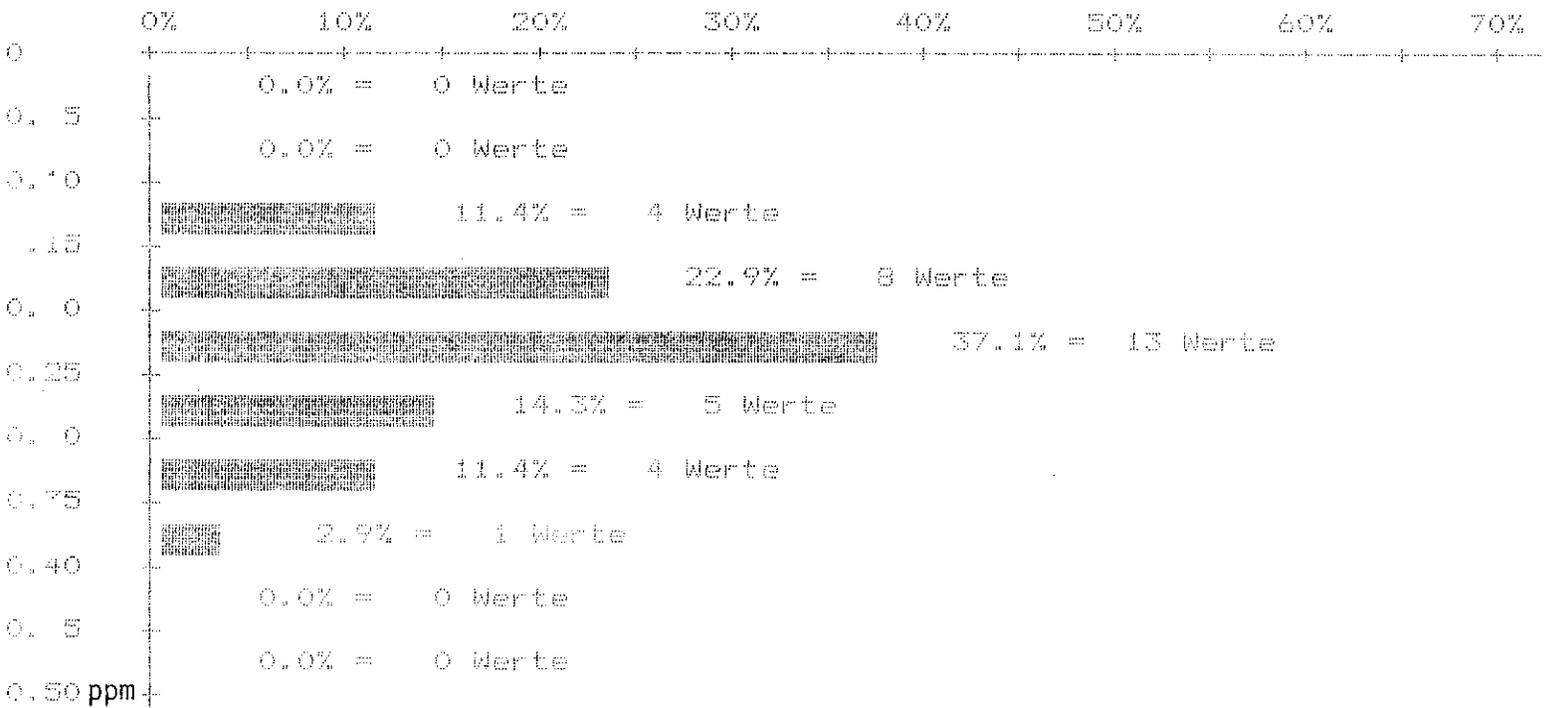
Anzahl	Mittelwert	Streubereich	Standardabw.	Median
35	24	(12.00, 34.00)	6.52	24

Folgende Werte sind nicht im Histogramm :

Histogramm der Cadmiumgehalte

Ackerböden Linz

Häufigkeiten

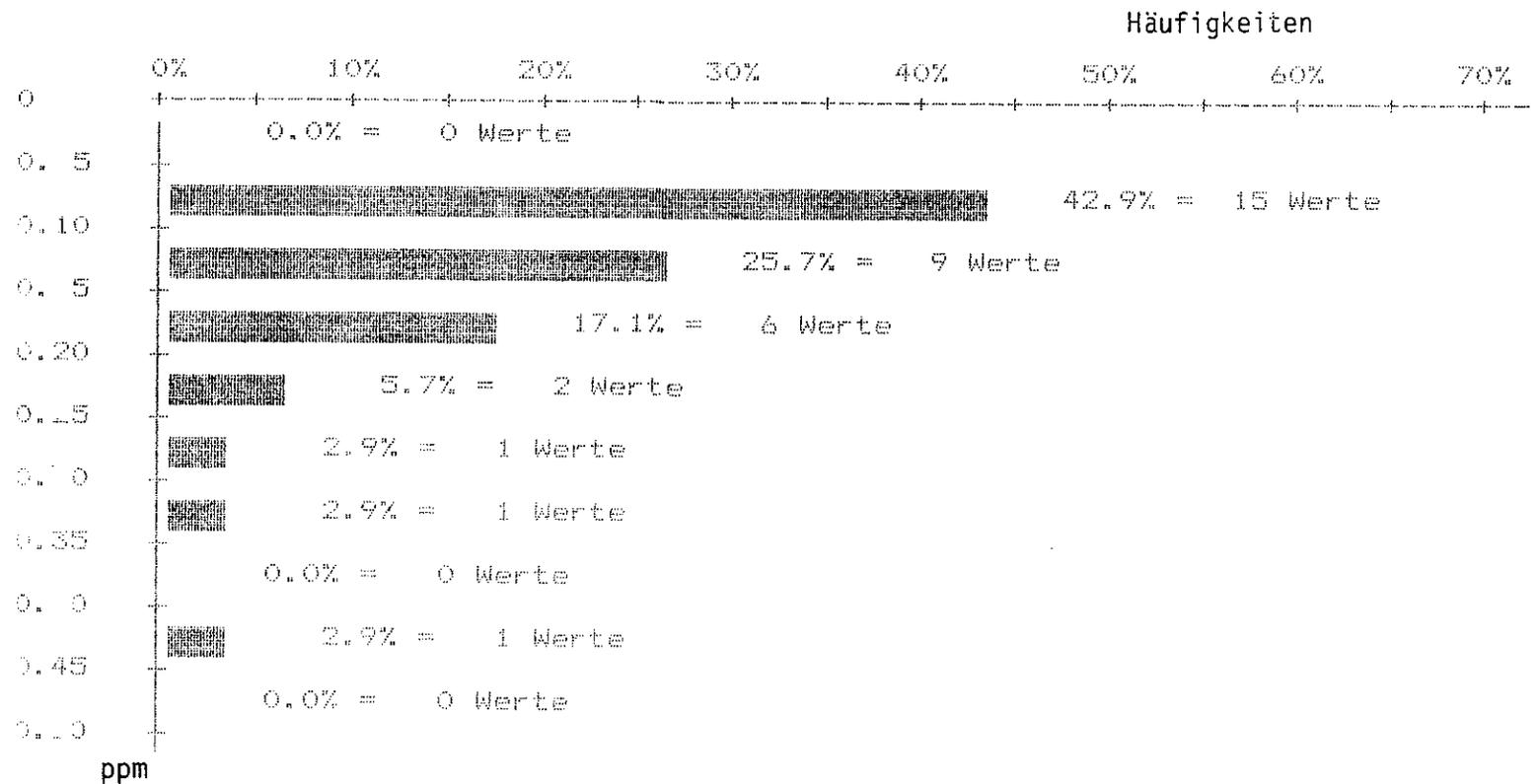


Anzahl	Mittelwert	Streubereich	Standardabw.	Median
35	0.23	(0.13, 0.37)	0.0623	0.22

Folgende Werte sind nicht im Histogramm :

Histogramm der Quecksilbergehalte

Ackerböden Linz



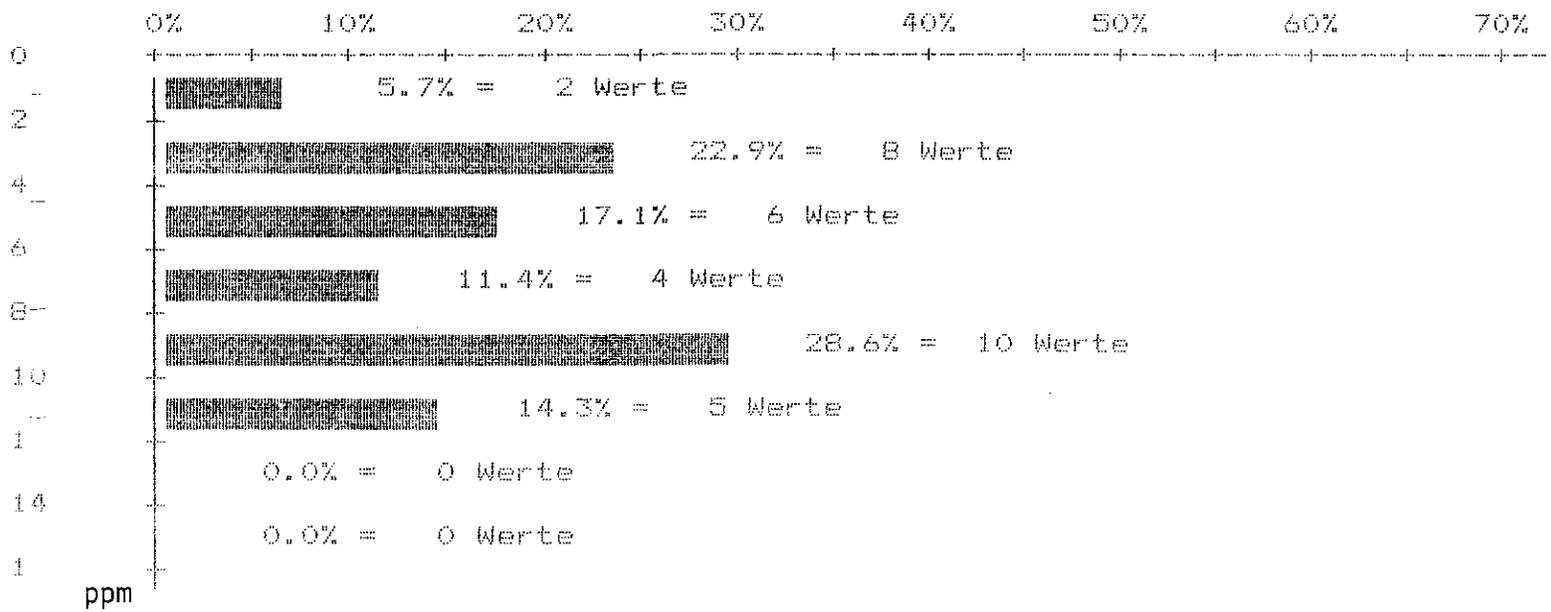
Anzahl	Mittelwert	Streubereich	Standardabw.	Median
35	0.14	(0.07, 0.43)	0.0780	0.12

Folgende Werte sind nicht im Histogramm :

Histogramm der Arsengehalte

Ackerböden Linz

Häufigkeiten

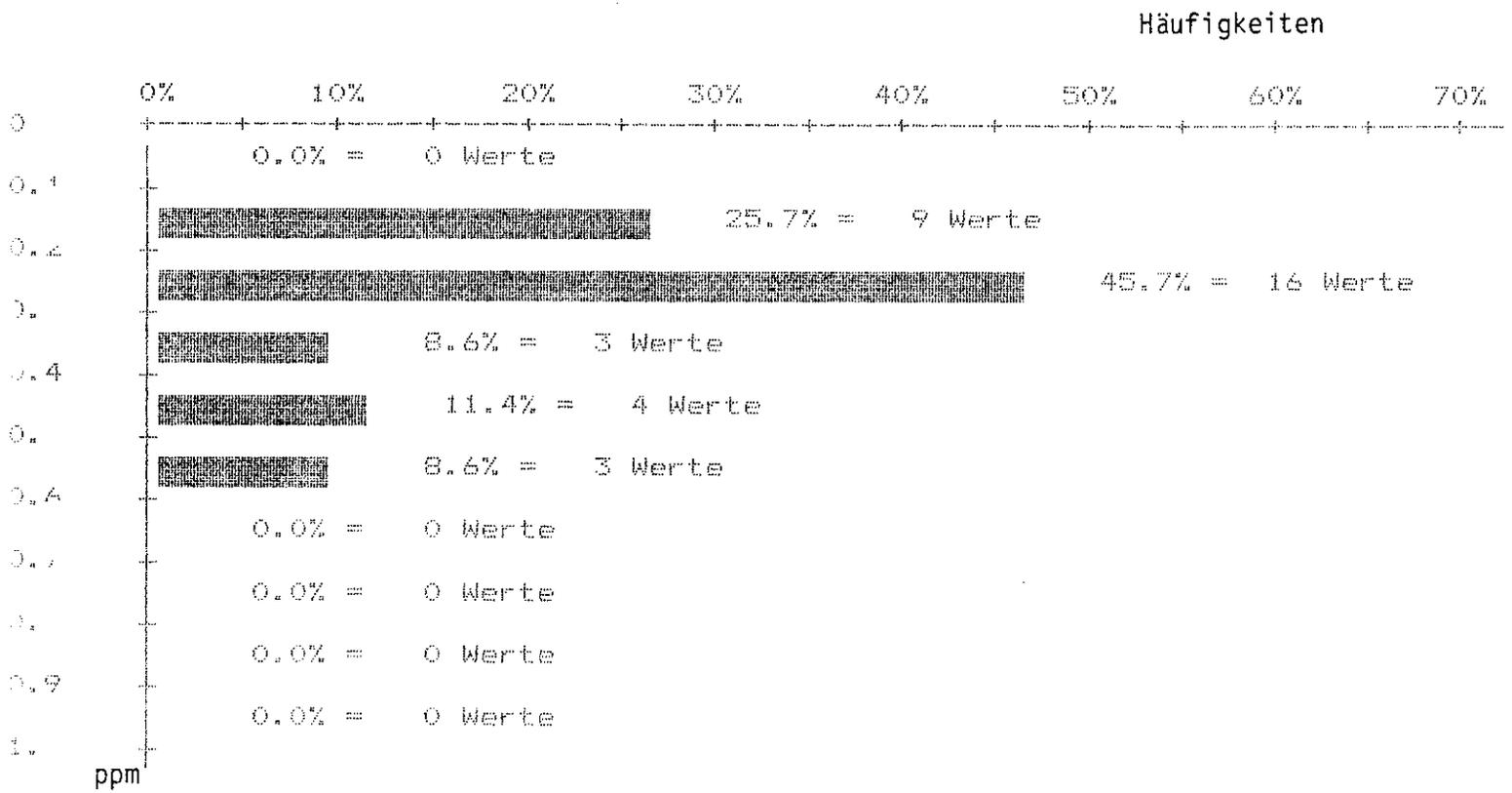


Anzahl	Mittelwert	Streubereich	Standardabw.	Median
35	6.7	(1.70, 11.40)	2.96	6.9

Folgende Werte sind nicht im Histogramm :

Histogramm der Thalliumgehalte

Ackerböden Linz

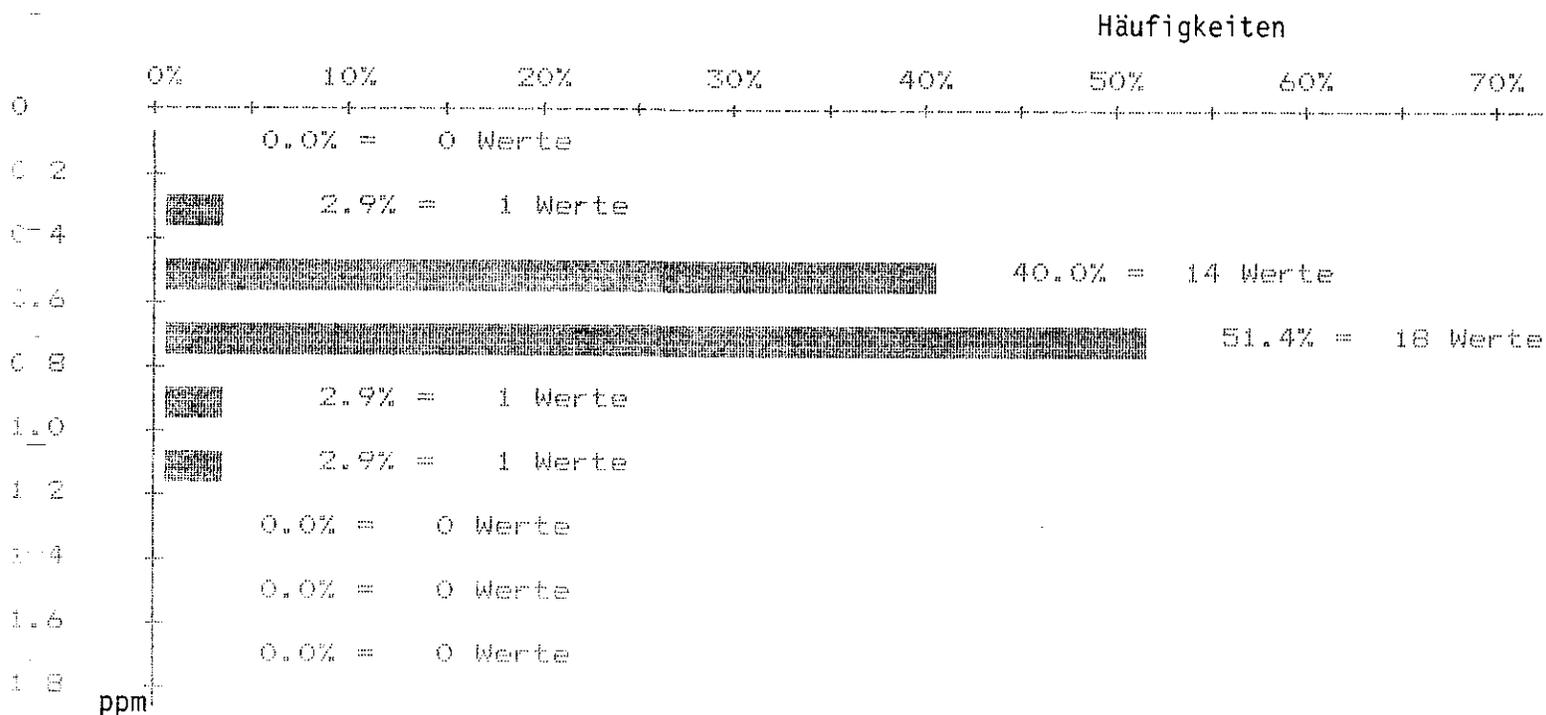


Anzahl	Mittelwert	Streubereich	Standardabw.	Median
35	0.28	(0.11, 0.58)	0.1236	0.23

Folgende Werte sind nicht im Histogramm :

Histogramm der Molybdängehalte

Ackerböden Linz

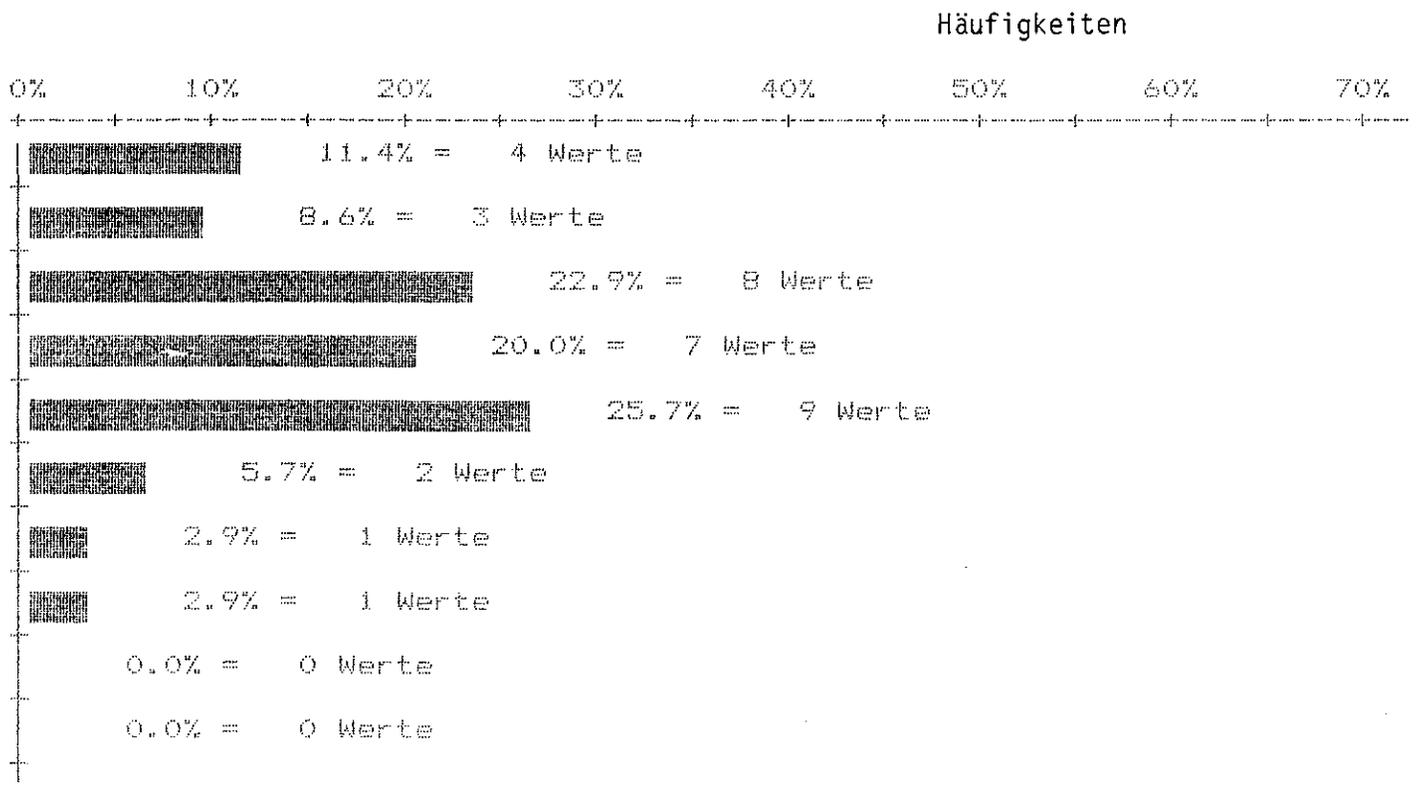


Anzahl	Mittelwert	Streubereich	Standardabw.	Median
35	0.63	(0.39, 1.16)	0.1477	0.64

Folgende Werte sind nicht im Histogramm :

Histogramm der Fluorgehalte

Ackerböden Linz



Anzahl	Mittelwert	Streubereich	Standardabw.	Median
35	3.4	(1.00, 7.80)	1.57	3.7

Folgende Werte sind nicht im Histogramm :

ANALYSENERGEBNISSE - OBERBÖDEN

Standort	Nummer	Typ	Material	PH	Humus Z	CaCO3 Z	Leitfähig- keit mS	Ton Z	P205 ng/100g	K2O ng/100g	Ng ng/100g	Bor ppm	Cl ng/100g	SO4 ng/100g	Fe Z	Mn ppm	Cu ppm	Zn ppm	Pb ppm	Cr ppm	Ni ppm	Cd ppm	Hg ppm	As ppm	Mo ppm	Tl ppm	F ppm
1	1418	sLB	HT	5.5	2.6	0.4	0.053	16.9	30	34	14	0.4	2.6	11.9	2.6	640	22	70	30	27	17	0.18	0.18	6.9	0.66	0.26	3.4
2	1420	FB	K	4.9	3.1	0.0	0.036	15.8	16	31	6	0.3	2.6	11.0	2.6	518	27	98	25	31	22	0.14	0.14	1.9	0.64	0.55	<1.0
3	1409	FB	K	5.9	3.0	0.0	0.055	13.9	11	19	13	0.1	2.6	12.0	1.9	382	13	61	16	27	14	0.13	0.10	2.6	0.39	0.49	<1.0
4	1410	FB	K	5.2	3.6	0.0	0.040	16.8	13	28	8	0.2	3.5	14.5	2.3	640	18	78	18	32	18	0.15	0.07	1.7	0.53	0.56	<1.0
5	1411	FB	K	6.0	2.5	0.0	0.075	15.6	19	59	15	0.2	5.3	9.5	1.9	458	34	64	15	28	19	0.22	0.08	3.5	0.55	0.41	2.5
6	1414	khLB	HT	7.0	2.4	6.0	0.095	15.1	10	10	16	1.2	2.6	4.0	1.7	622	22	59	21	24	20	0.23	0.09	7.8	0.80	0.21	2.9
7	1412	BA	Au	6.7	2.2	1.5	0.074	16.7	15	12	23	0.6	3.5	4.5	2.4	604	26	80	20	35	30	0.26	0.11	8.6	0.44	0.28	3.7
8	1413	sLB	HT	6.3	2.3	0.8	0.052	16.9	18	26	13	0.2	3.5	6.5	2.5	644	22	77	27	35	21	0.18	0.17	5.4	0.63	0.33	4.7
9	1419	FB	K	5.8	2.8	0.4	0.073	14.2	13	60	9	0.3	2.6	8.0	2.1	536	21	68	22	31	24	0.15	0.14	2.8	0.55	0.40	2.2
10	1417	FB	K	5.6	3.6	0.0	0.054	15.2	28	29	19	0.9	2.6	6.0	2.5	580	24	80	21	42	25	0.17	0.14	3.7	0.78	0.58	1.6
11	1415	sLB	HT	5.4	3.4	1.0	0.042	17.1	24	24	12	0.4	2.6	7.0	2.3	544	29	85	28	33	24	0.18	0.17	4.0	0.75	0.41	<1.0
12	1416	sLB	HT	6.2	2.9	0.8	0.065	17.2	36	29	22	0.6	2.6	5.5	2.1	722	25	77	25	29	24	0.21	0.18	8.5	0.82	0.28	2.9
13	1421	sLB	HT	5.8	2.8	0.6	0.063	17.9	20	18	20	0.4	4.4	5.5	2.3	746	37	79	58	30	25	0.18	0.43	9.7	0.62	0.23	2.5
14	1422	FB	K	6.2	2.9	0.6	0.077	17.1	25	19	20	0.6	3.5	6.0	2.6	596	28	88	26	37	28	0.21	0.13	8.2	0.75	0.43	2.1
15	1423	sLB	HT	6.4	2.4	0.6	0.082	18.0	20	29	23	0.4	2.6	4.5	2.3	774	28	76	32	29	27	0.21	0.24	9.7	0.72	0.23	4.3
16	1431	BA	Au	7.1	3.1	3.2	0.089	20.2	28	27	24	1.9	3.5	4.0	2.4	706	32	92	52	38	33	0.34	0.13	11.4	0.60	0.32	7.8
17	1432	BA	Au	7.1	2.6	11.4	0.092	15.0	30	19	15	1.7	2.6	3.0	2.1	626	32	79	29	31	30	0.26	0.21	10.6	0.71	0.22	6.5
18	1424	khLB	HT	7.1	1.9	14.9	0.107	14.7	26	14	11	0.7	2.6	2.5	2.1	794	30	77	27	27	26	0.19	0.17	9.6	0.74	0.22	4.2
19	1407	khLB	HT	7.3	1.7	6.8	0.099	20.1	22	12	11	1.0	3.5	2.0	2.3	692	28	70	24	39	34	0.19	0.16	10.4	0.64	0.20	4.8
20	1408	khLB	HT	7.2	3.1	7.1	0.106	17.0	18	22	19	1.5	3.5	4.0	2.2	712	36	73	26	35	29	0.29	0.26	9.2	0.64	0.20	4.1
21	1425	GA	Au	7.2	3.0	39.7	0.113	11.1	25	19	13	1.3	2.6	4.5	0.8	310	16	48	22	15	12	0.33	0.14	3.2	0.67	0.15	4.1
22	1426	GA	Au	7.1	2.9	41.6	0.124	17.7	22	30	19	1.3	5.3	3.0	1.0	426	17	62	19	16	16	0.35	0.09	4.6	0.72	0.21	2.9
23	1428	gLB	HT	7.0	2.9	2.2	0.148	23.7	7	21	31	1.2	5.3	2.0	2.5	774	26	74	20	37	34	0.37	0.12	9.8	1.16	0.26	3.7
24	1441	khLB	HT	6.4	2.3	3.8	0.114	18.2	27	23	17	1.9	5.3	2.0	2.3	1080	25	62	19	36	33	0.25	0.08	10.1	0.42	0.22	4.2
25	1427	khLB	HT	7.2	2.8	29.4	0.113	16.7	34	31	20	1.3	2.6	3.0	1.2	482	20	57	20	19	18	0.30	0.07	5.0	0.68	0.19	4.1
26	1433	TP	HT	7.2	2.0	4.4	0.114	18.4	20	17	18	1.0	4.4	3.0	2.3	746	24	62	17	33	30	0.21	0.09	10.4	0.51	0.23	5.1
27	1429	GA	Au	7.2	2.9	36.1	0.174	14.8	14	14	13	1.7	9.6	4.0	1.1	482	18	50	22	15	17	0.25	0.33	4.5	0.49	0.21	4.5
28	1437	BA	Au	7.2	2.0	36.8	0.091	8.3	28	11	13	1.2	3.5	5.5	0.9	370	15	50	16	12	12	0.22	0.09	3.6	0.54	0.11	1.8
29	1434	BA	Au	7.2	2.2	36.8	0.097	10.9	12	15	10	1.2	3.5	3.5	0.8	358	12	40	14	12	12	0.21	0.07	3.6	0.55	0.12	3.9
30	1440	sLB	HT	7.2	2.2	0.6	0.083	18.8	18	29	20	1.0	3.5	4.0	2.1	840	24	69	20	31	26	0.23	0.10	8.9	0.51	0.19	2.0
31	1430	sLB	HT	7.3	2.4	2.7	0.152	20.9	19	21	17	2.2	7.9	6.0	2.3	726	24	64	20	35	29	0.17	0.10	9.5	0.69	0.21	3.6
32	1438	khLB	HT	7.2	3.1	4.4	0.097	20.4	30	27	19	2.5	2.6	3.0	2.2	652	24	80	21	37	32	0.26	0.08	7.4	0.56	0.23	4.0
33	1435	BA	Au	7.2	2.7	32.3	0.119	19.7	23	25	24	1.8	6.1	2.0	1.3	558	20	67	17	22	22	0.33	0.07	4.9	0.49	0.25	2.6
34	1439	BA	Au	7.1	2.1	26.9	0.111	11.8	36	25	14	1.6	5.3	3.0	1.3	532	21	63	14	20	22	0.23	0.11	6.0	0.74	0.18	3.7
35	1434	sLB	HT	6.7	2.0	1.0	0.111	18.5	35	36	20	1.4	7.0	4.5	1.8	620	19	56	15	32	24	0.25	0.08	6.4	0.43	0.20	5.9

SCHWERMETALLGEGHALTE VON ACKERBÖDEN DER GEMEINDE LINZ IN
RELATION ZUM BODENGRENZWERT bzw. ZUM DURCHSCHNITTSGEGHALT
LANDWIRTSCHAFTLICH GENUTZTER BÖDEN OBERÖSTERREICHS

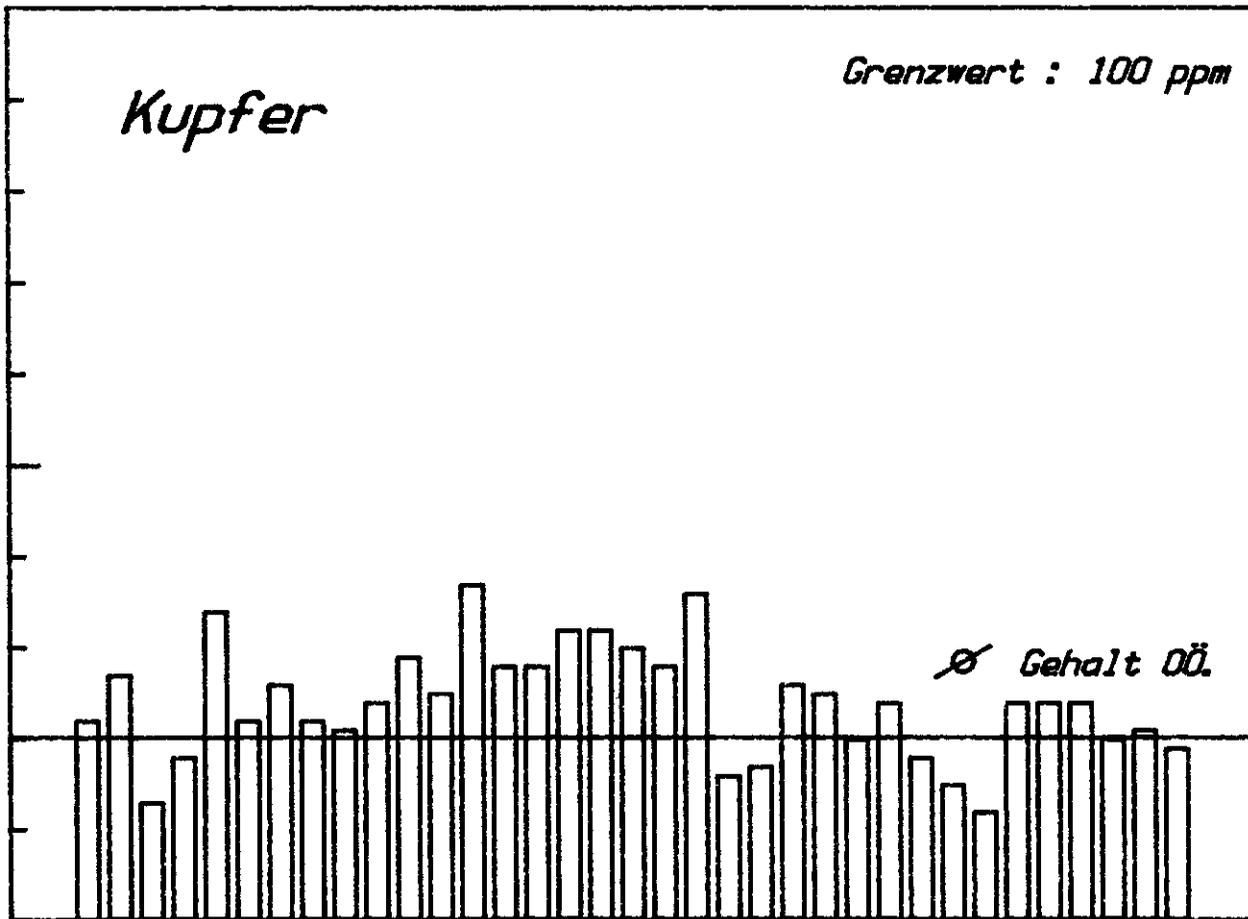
100%

Kupfer

Grenzwert : 100 ppm

50%

Ø Gehalt ÖÖ.



1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31 32 33 34 35 Standorte

100 %

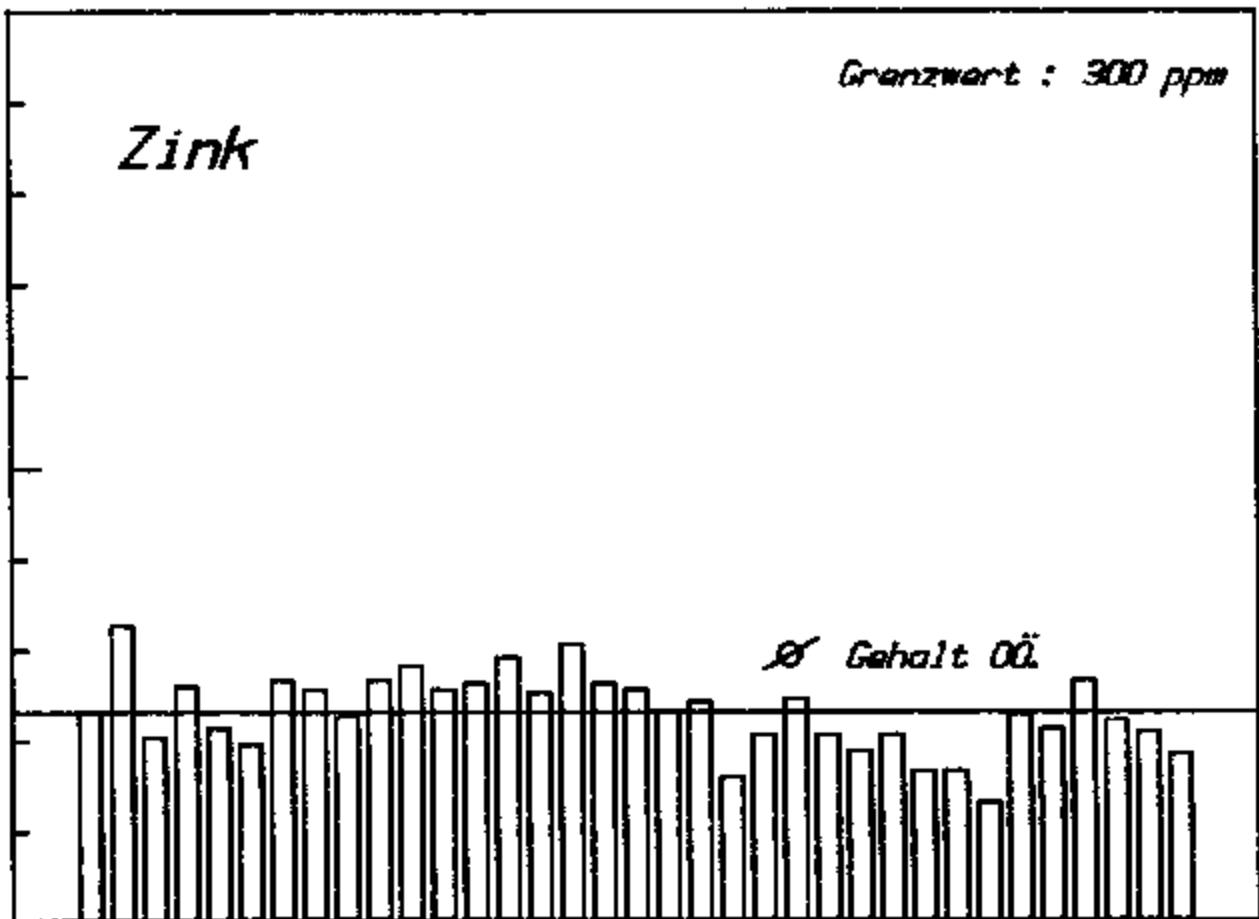
Zink

Grenzwert : 300 ppm

50 %

Ø Gehalt 00.

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31 32 33 34 35 Standorte



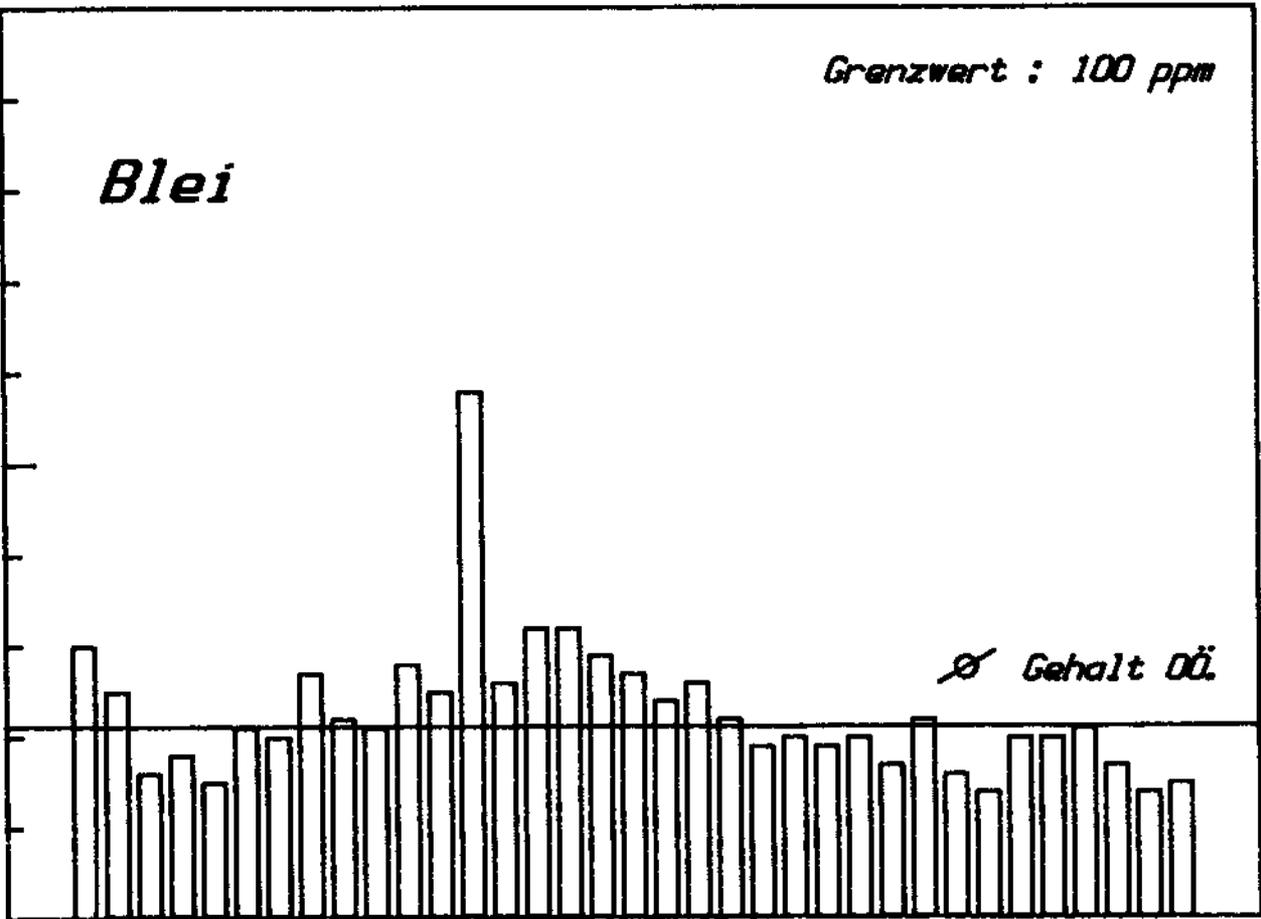
100 %

Grenzwert : 100 ppm

Blei

50 %

Ø Gehalt $\mu\text{g/l}$



1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31 32 33 34 35 Standorte

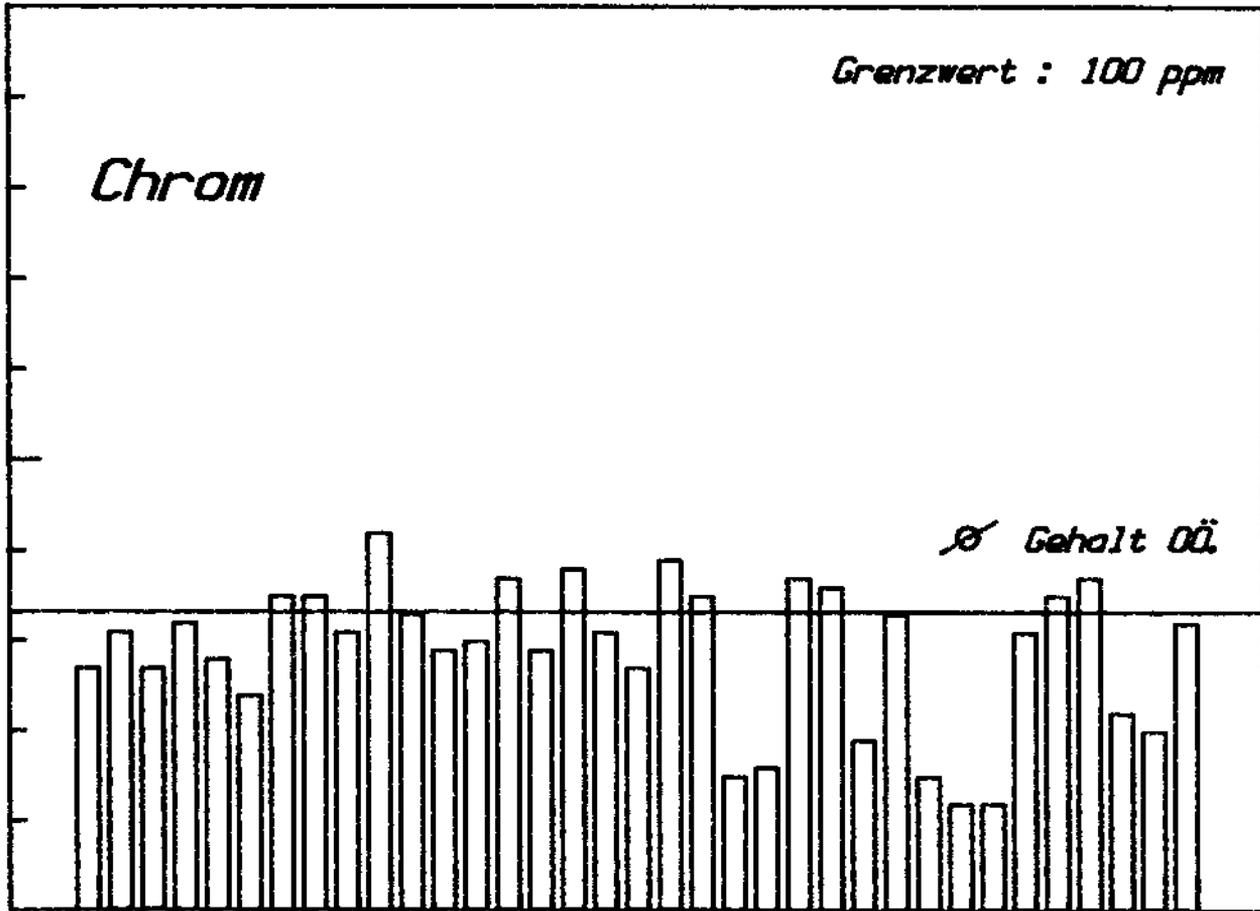
100 %

Grenzwert : 100 ppm

Chrom

50 %

Ø Gehalt Öl



1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31 32 33 34 35 Standorte

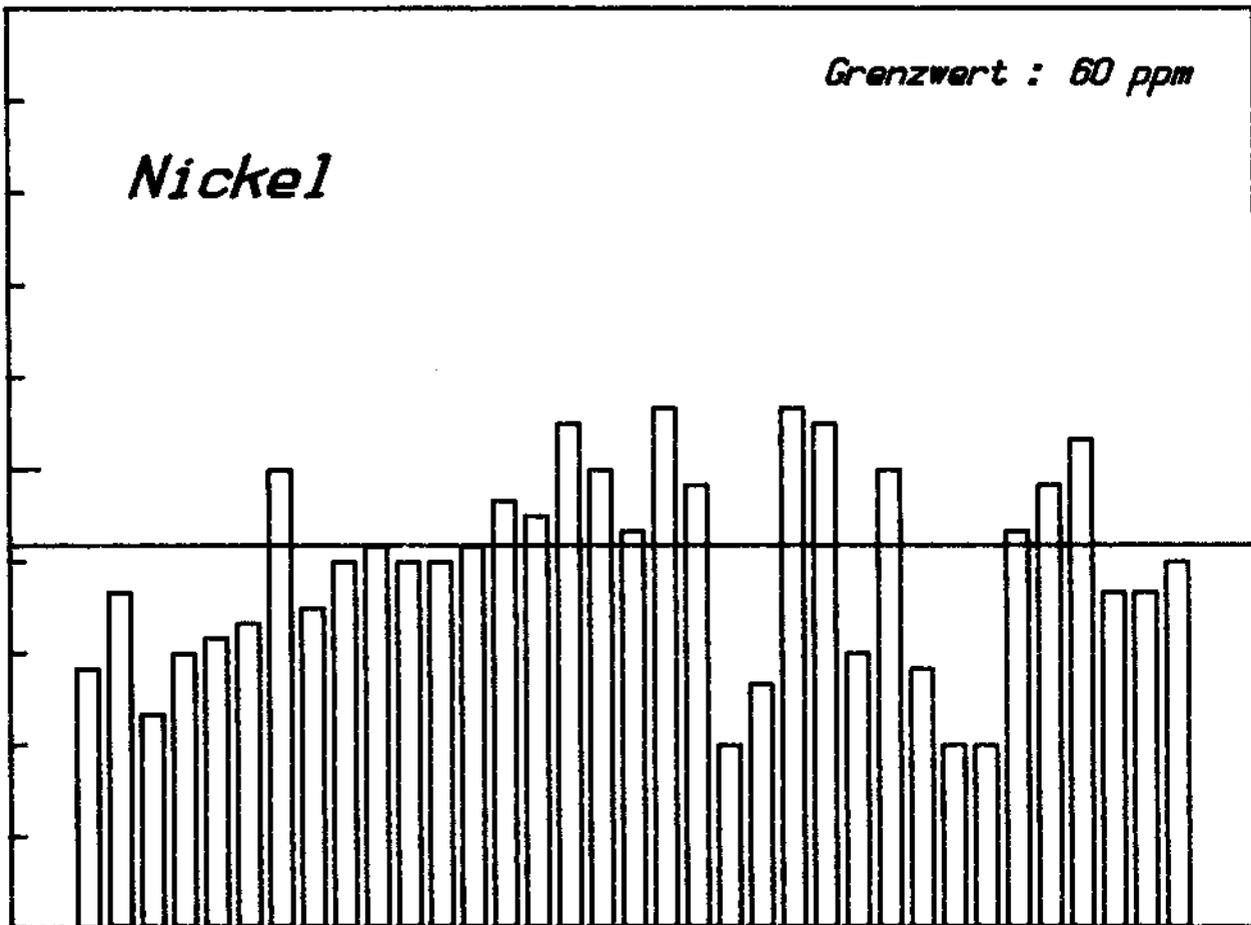
100 %

Grenzwert : 60 ppm

Nickel

50 %

Ø Gehalt Öl



1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31 32 33 34 35 Standorte

100 %

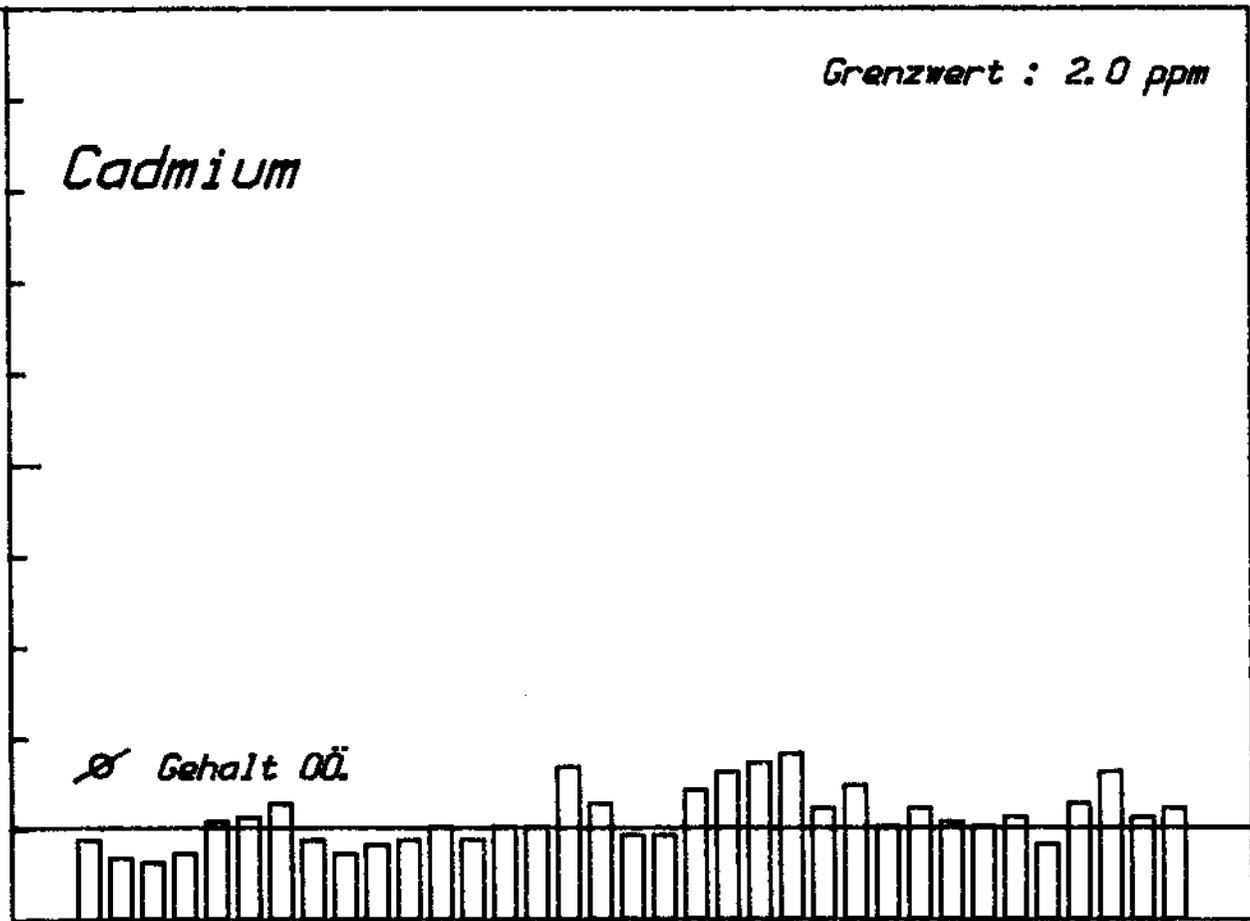
Grenzwert : 2.0 ppm

Cadmium

50%

Ø Gehalt 00.

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31 32 33 34 35 Standorte



100 %

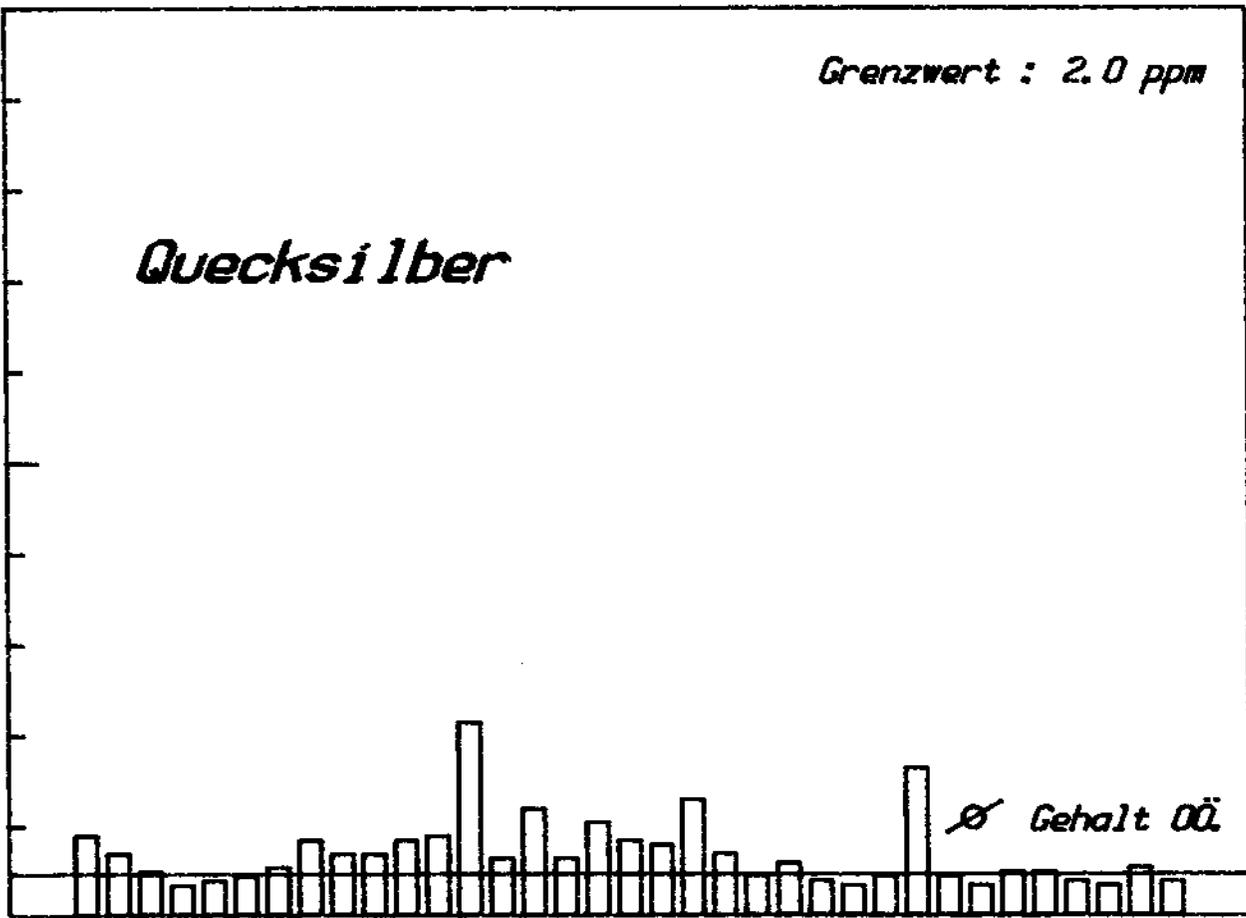
Grenzwert : 2.0 ppm

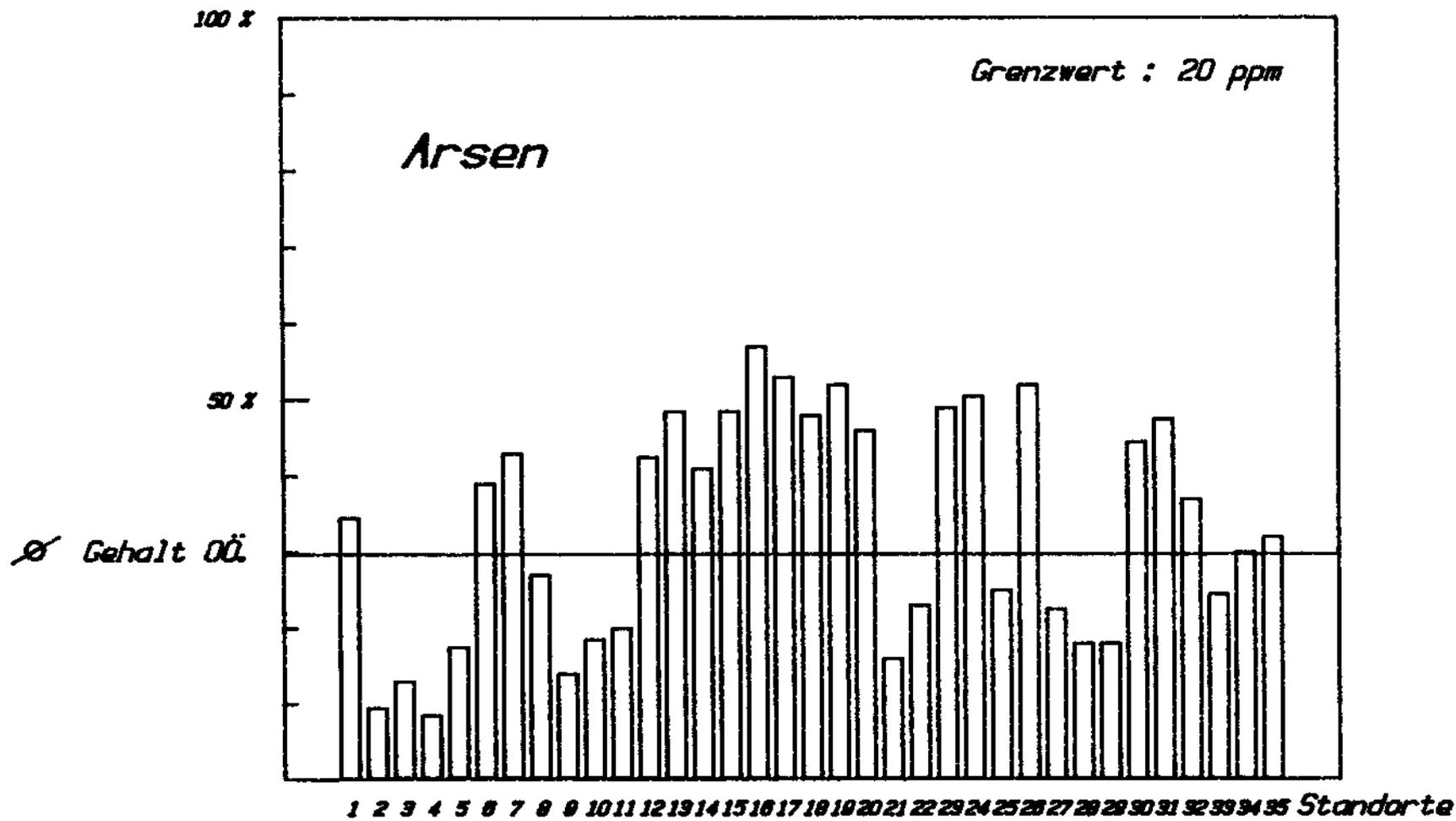
Quecksilber

50 %

\emptyset Gehalt Öl

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31 32 33 34 35 Standorte



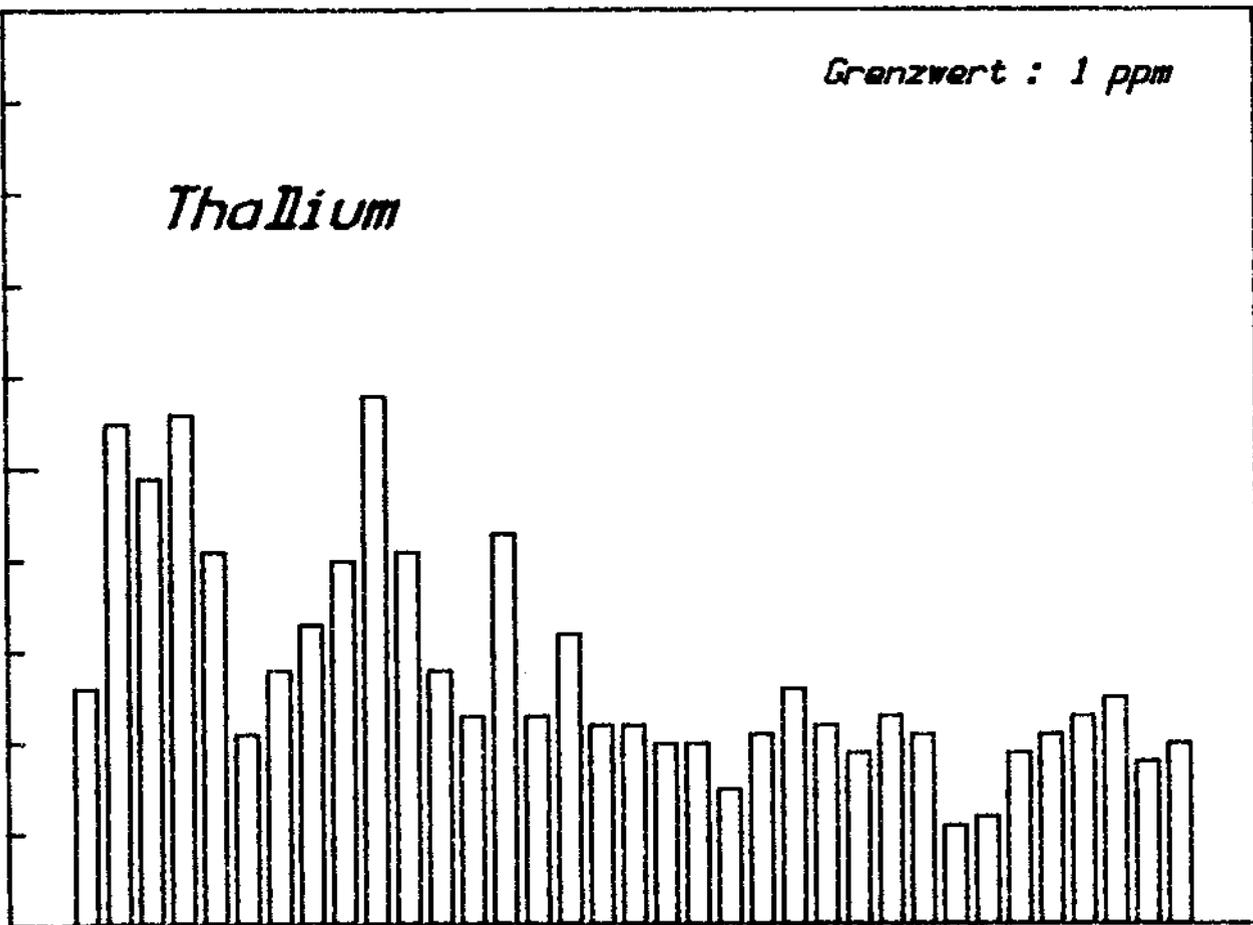


100 %

Grenzwert : 1 ppm

Thallium

50 %



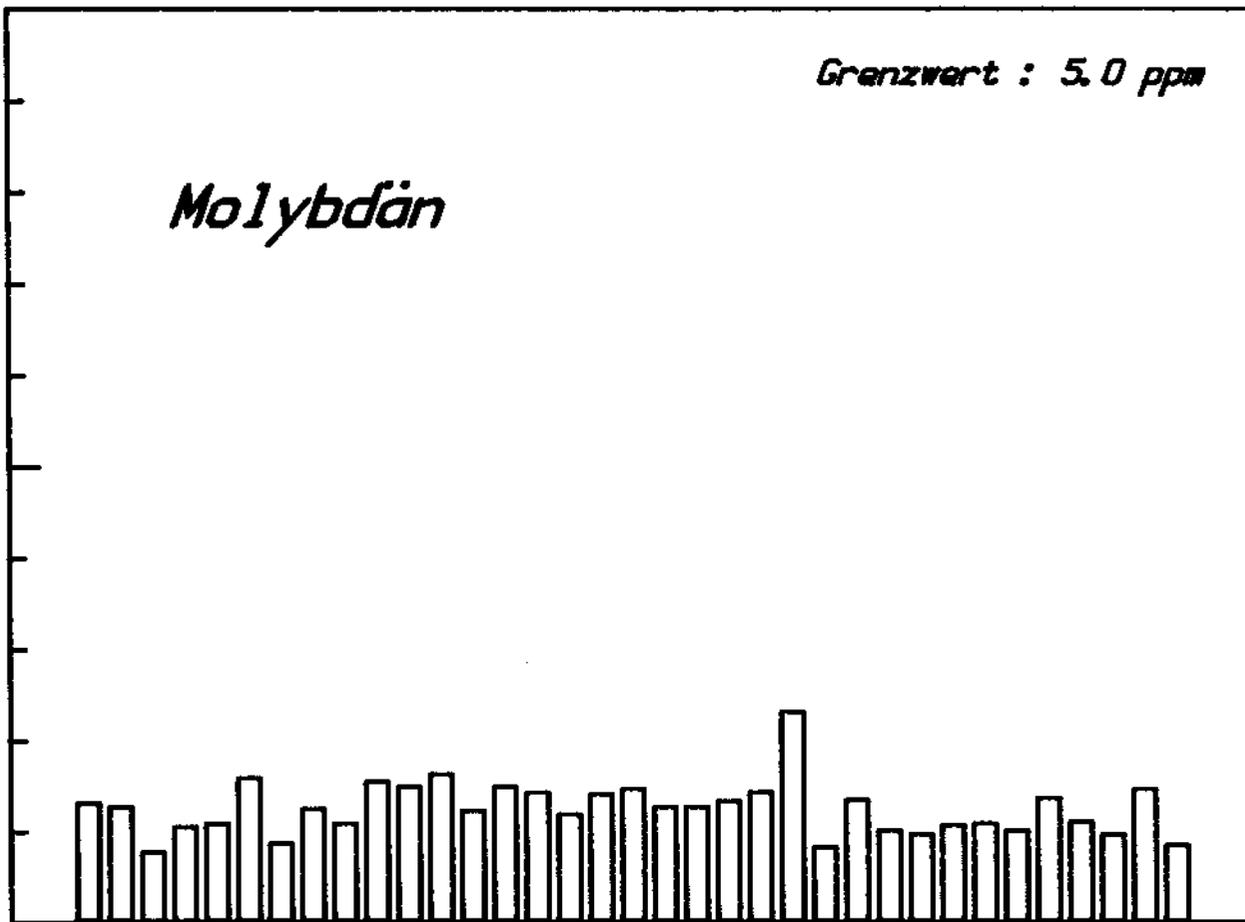
1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31 32 33 34 35 Standorte

100 %

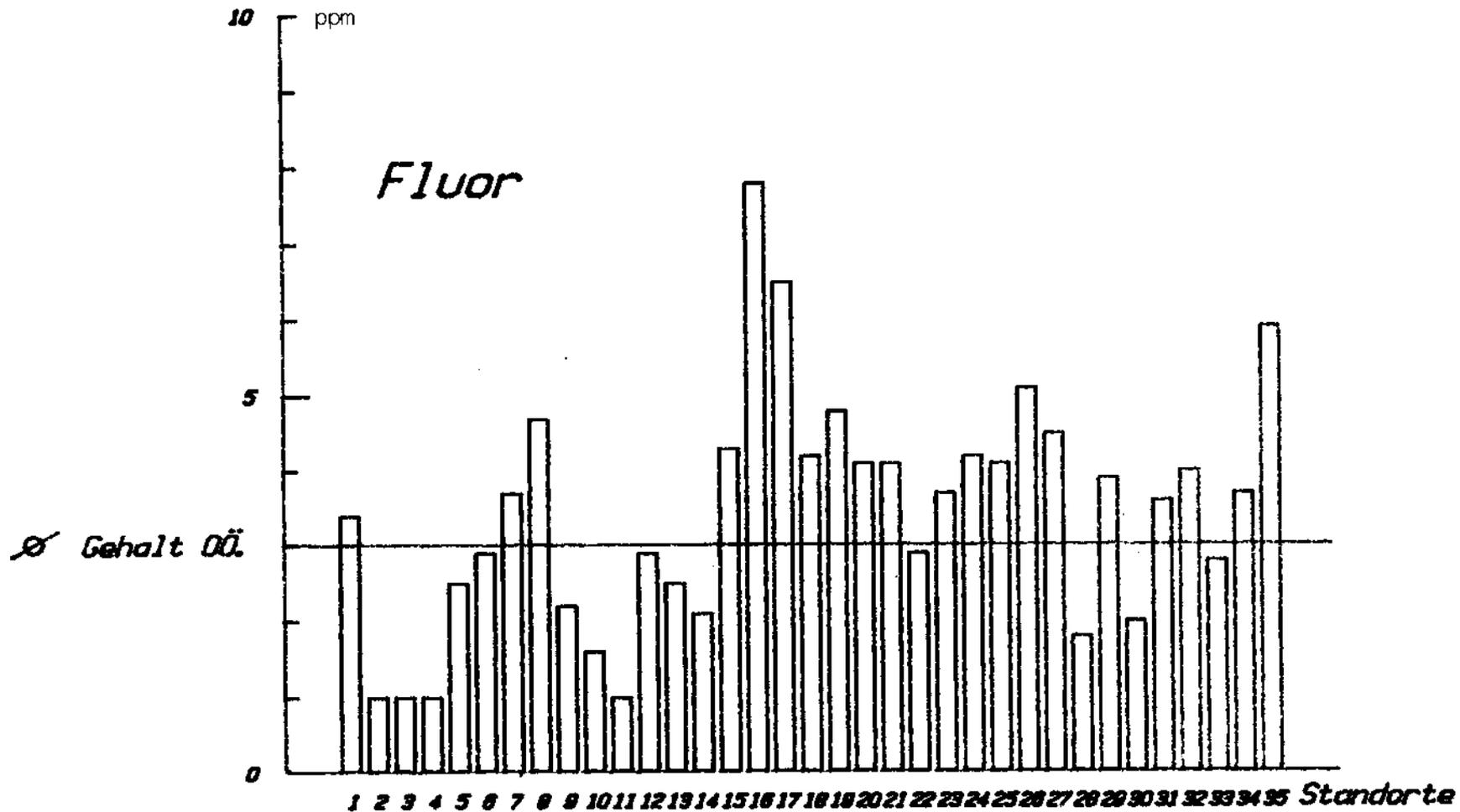
Grenzwert : 5.0 ppm

Molybdän

50 %



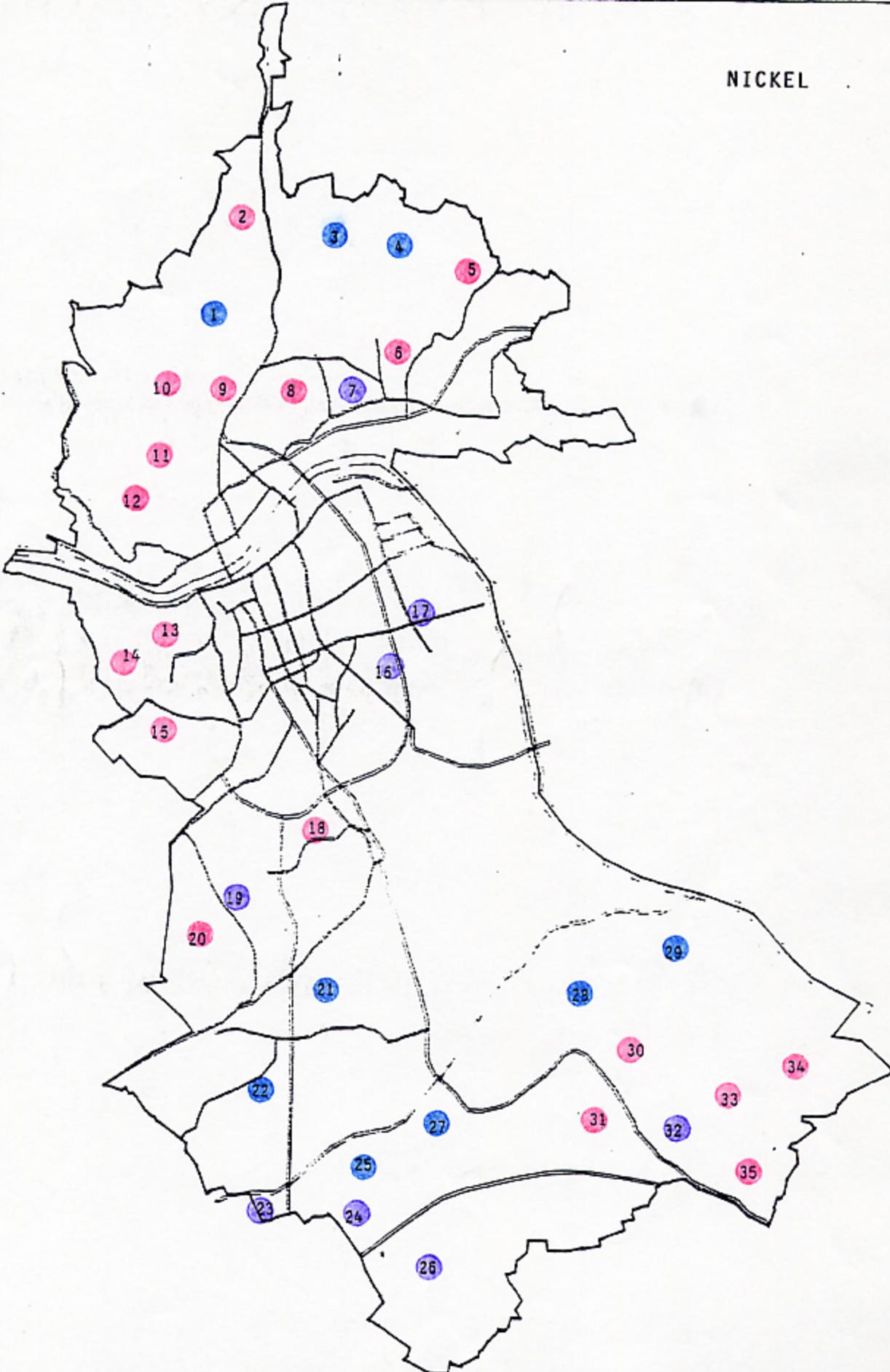
1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31 32 33 34 35 Standorte



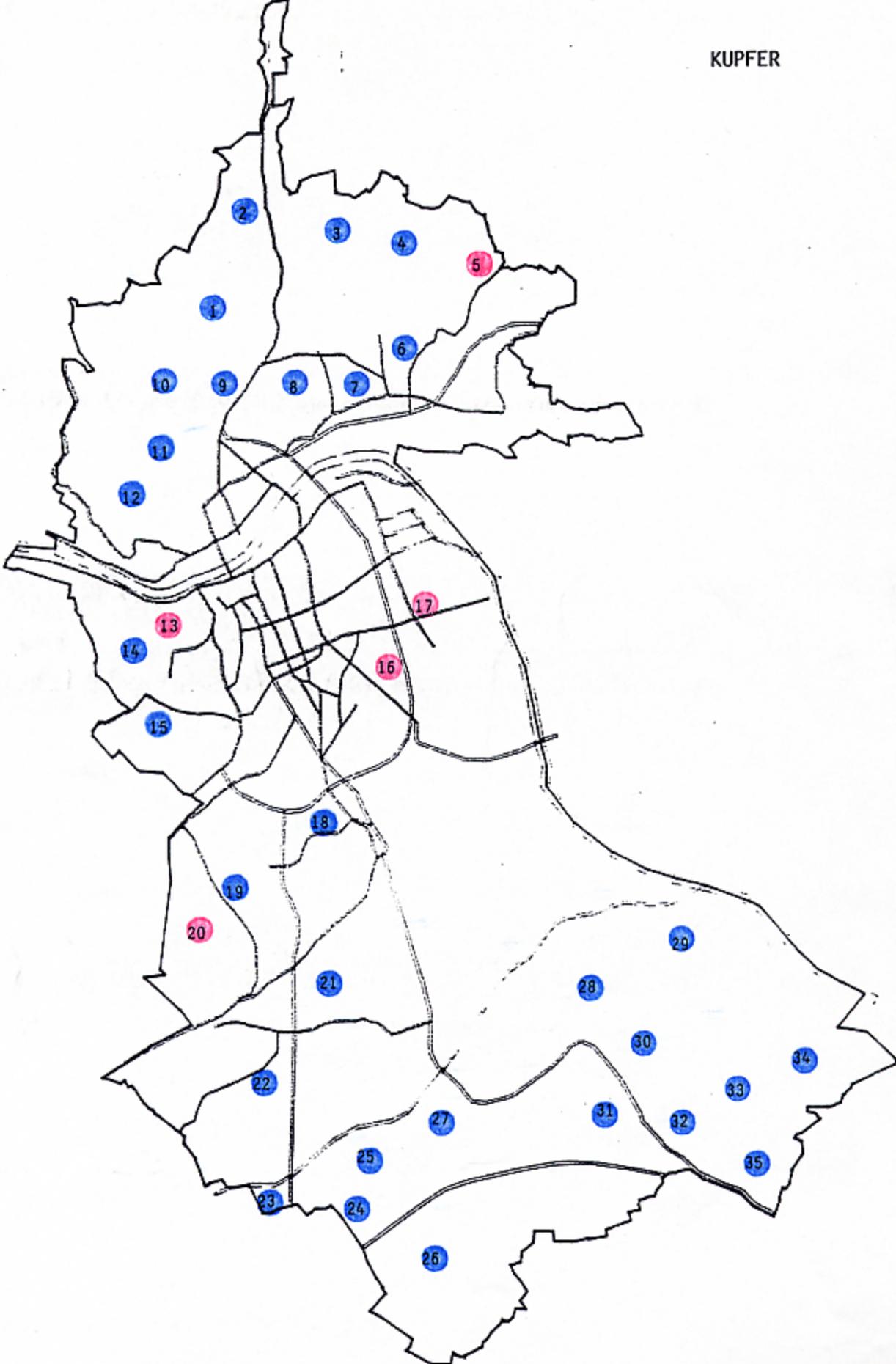
BEURTEILUNG DER SCHWERMETALLGEHALTE DER ACKER- BÖDEN LINZ IN BEZUG ZU DEN BODENGRENZWERTEN

-  <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

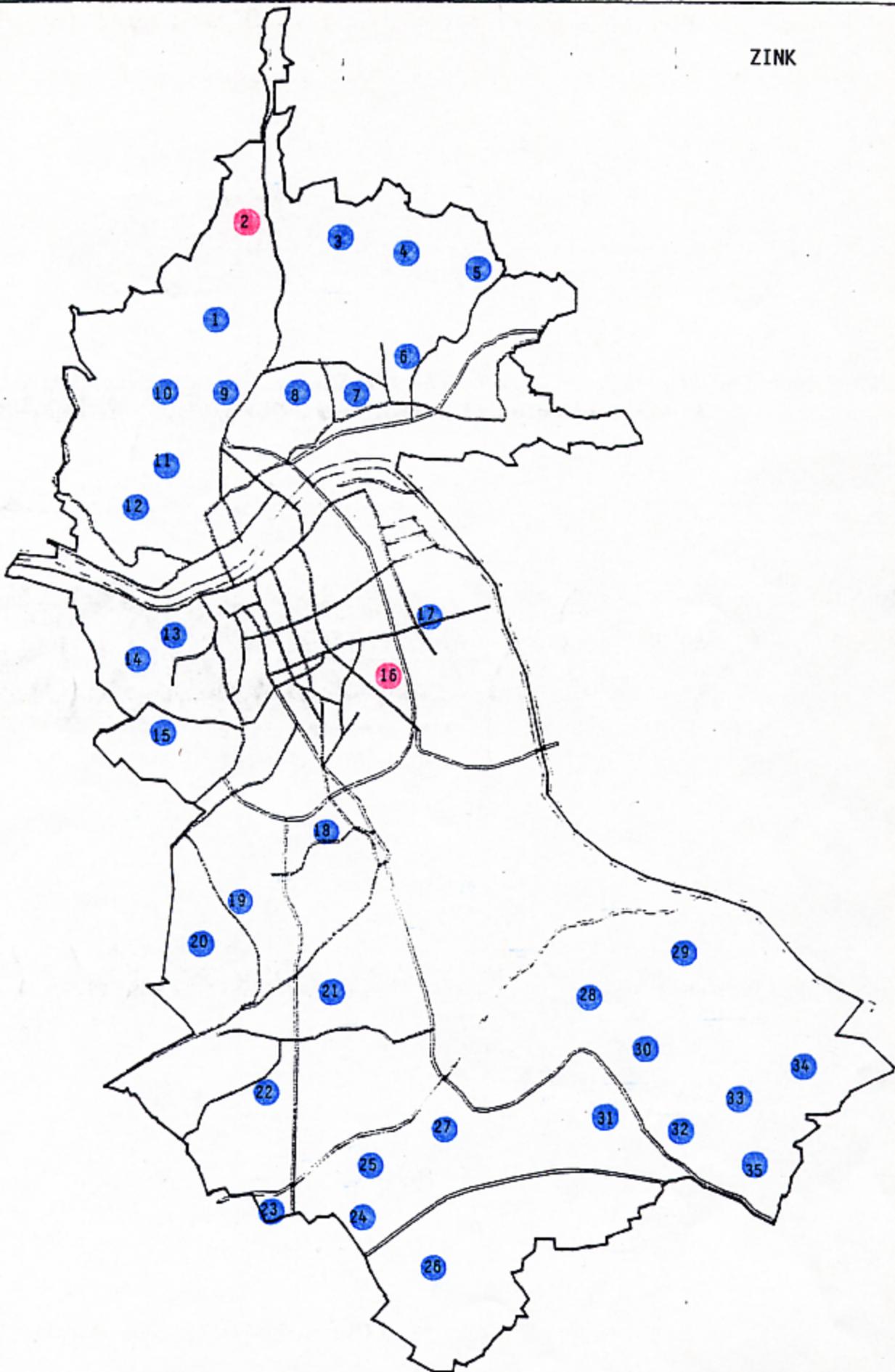
NICKEL



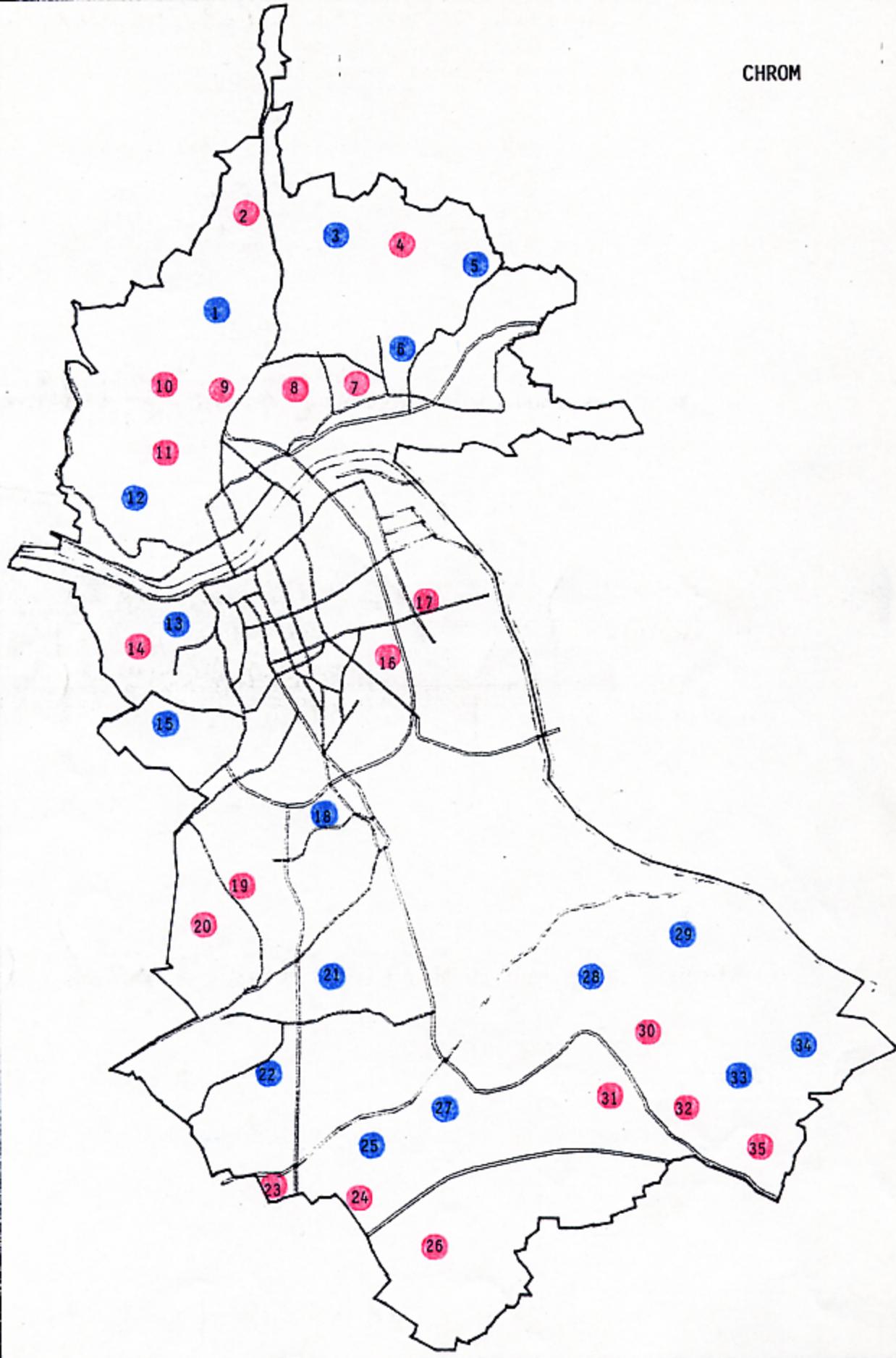
KUPFER



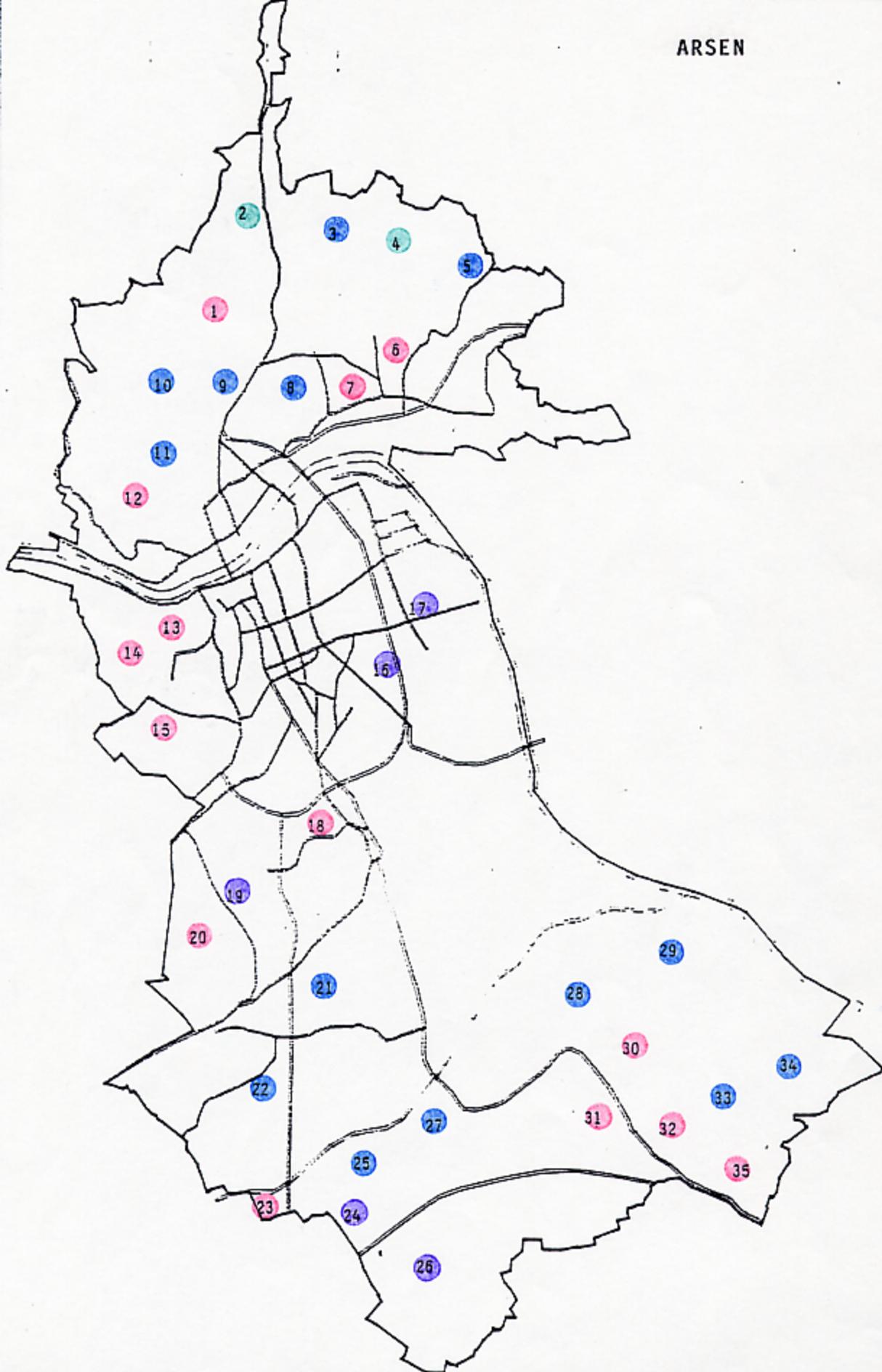
ZINK

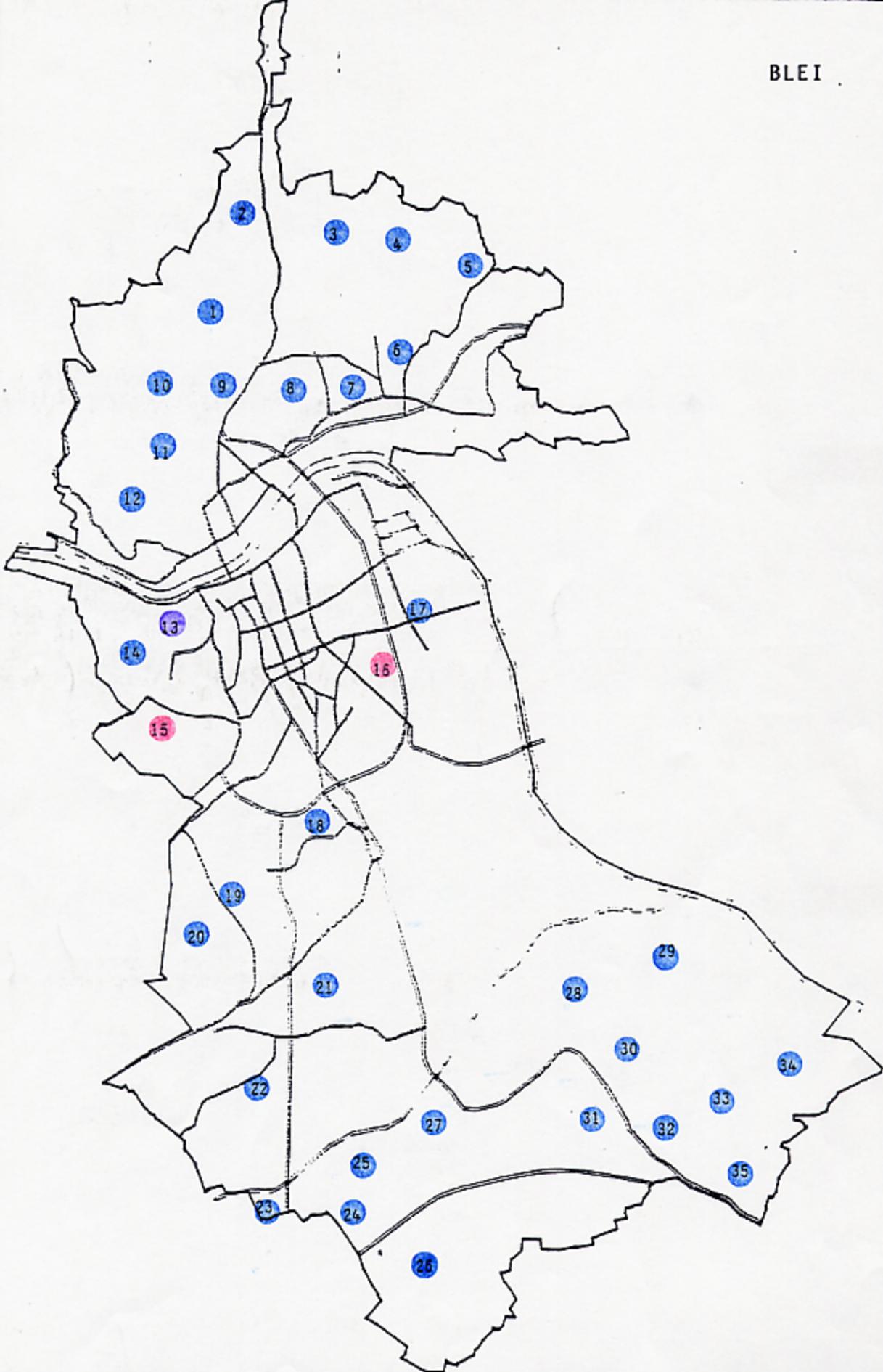


CHROM

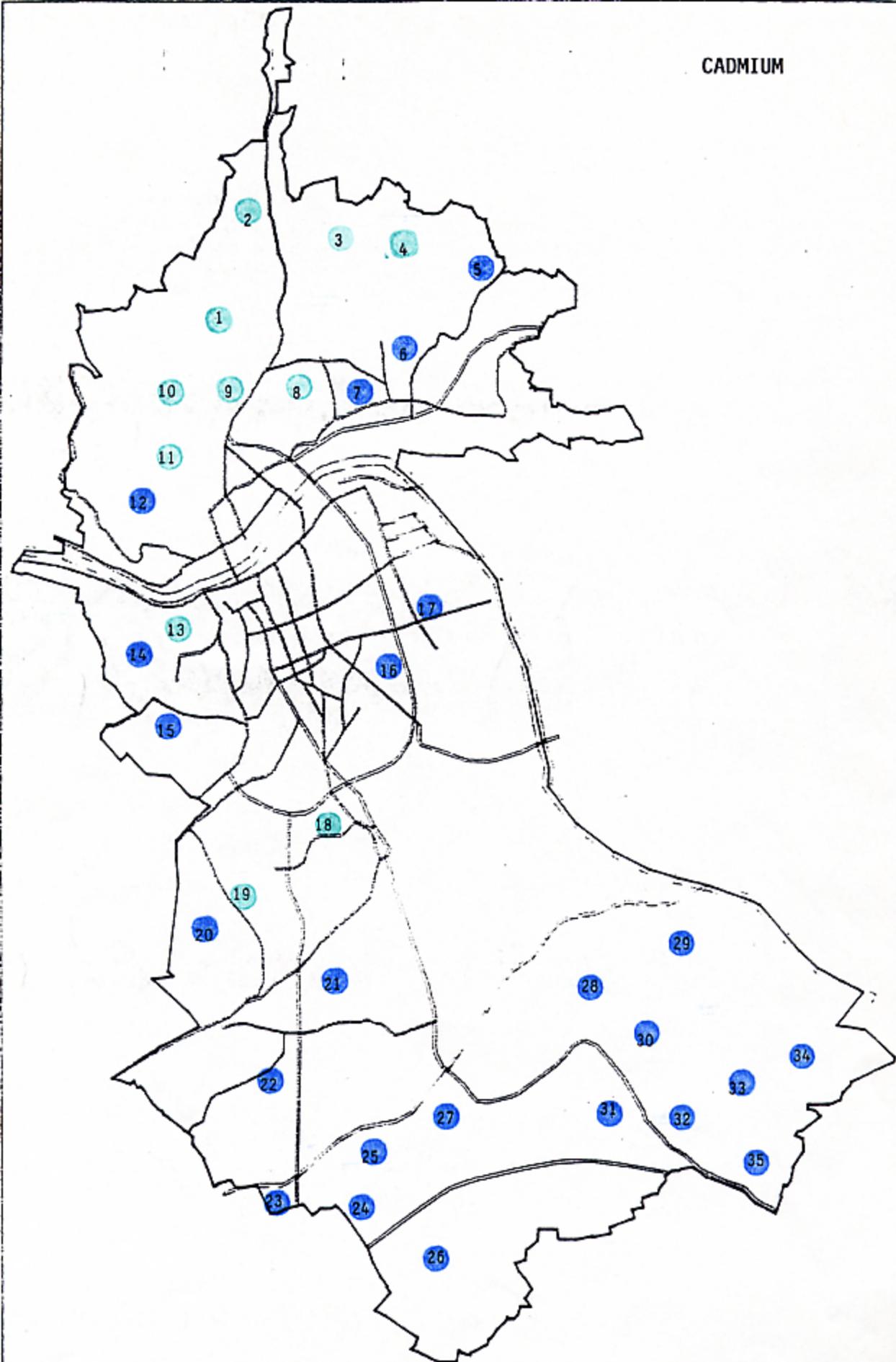


ARSEN

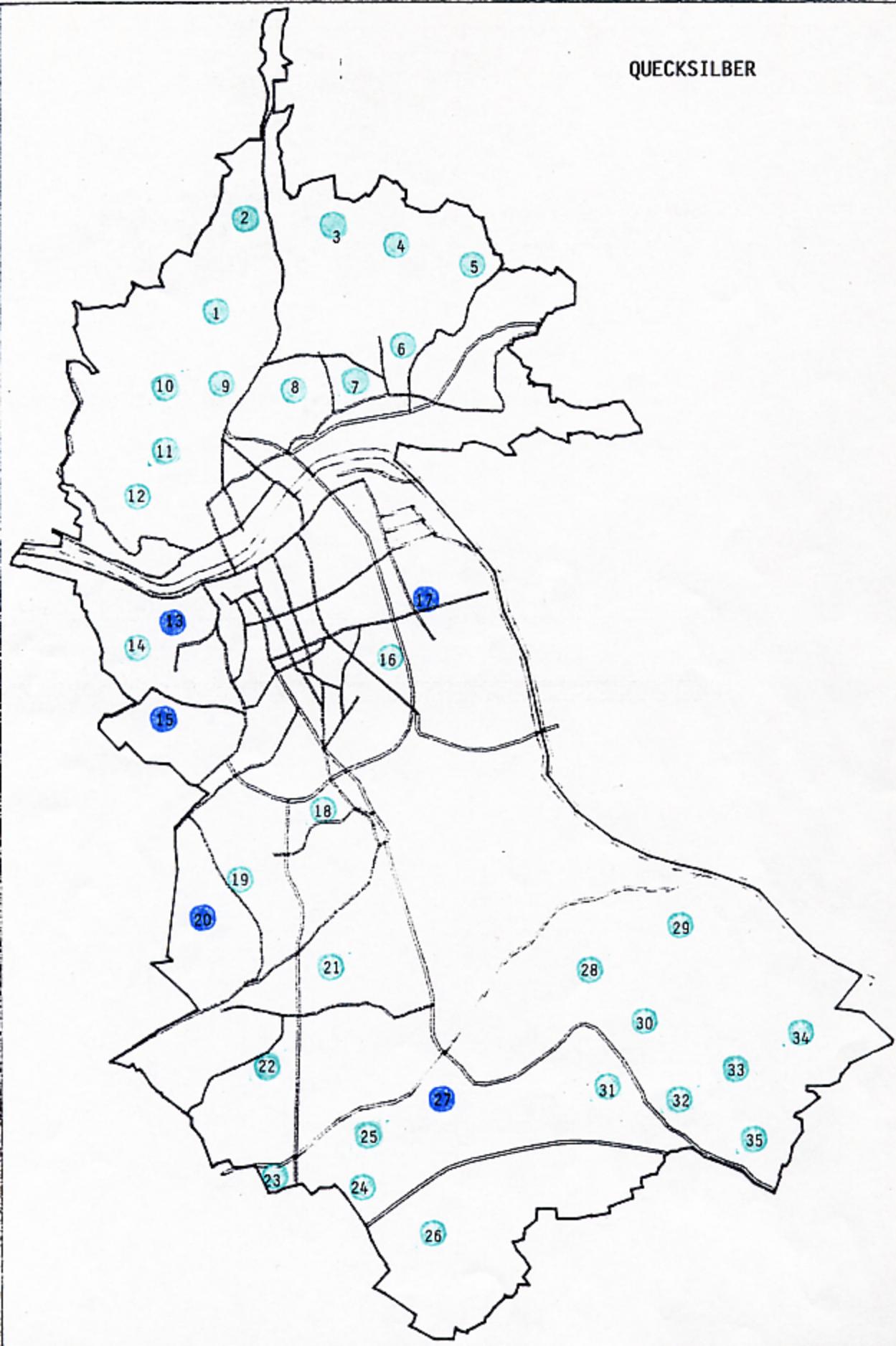




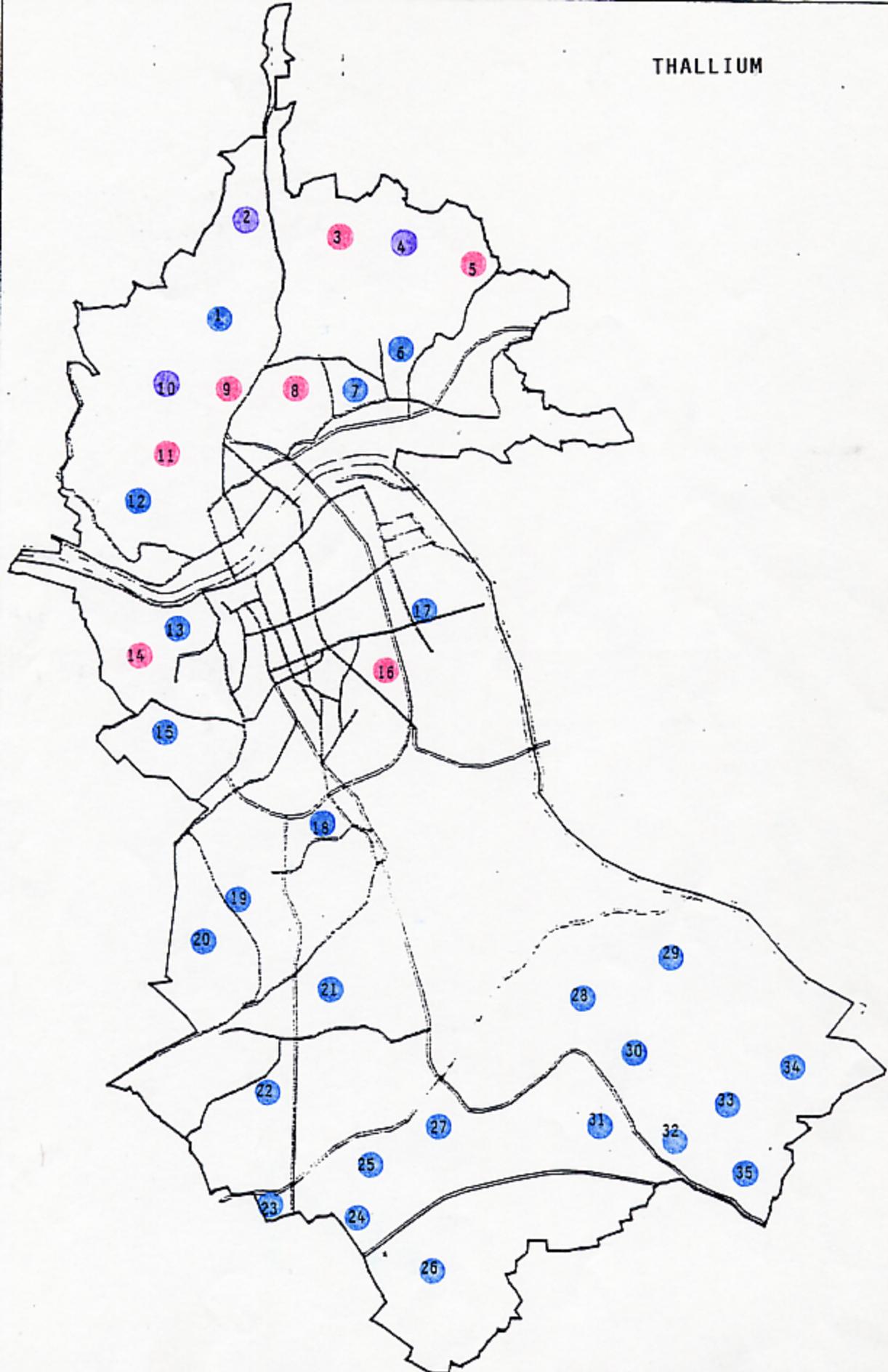
CADMIUM



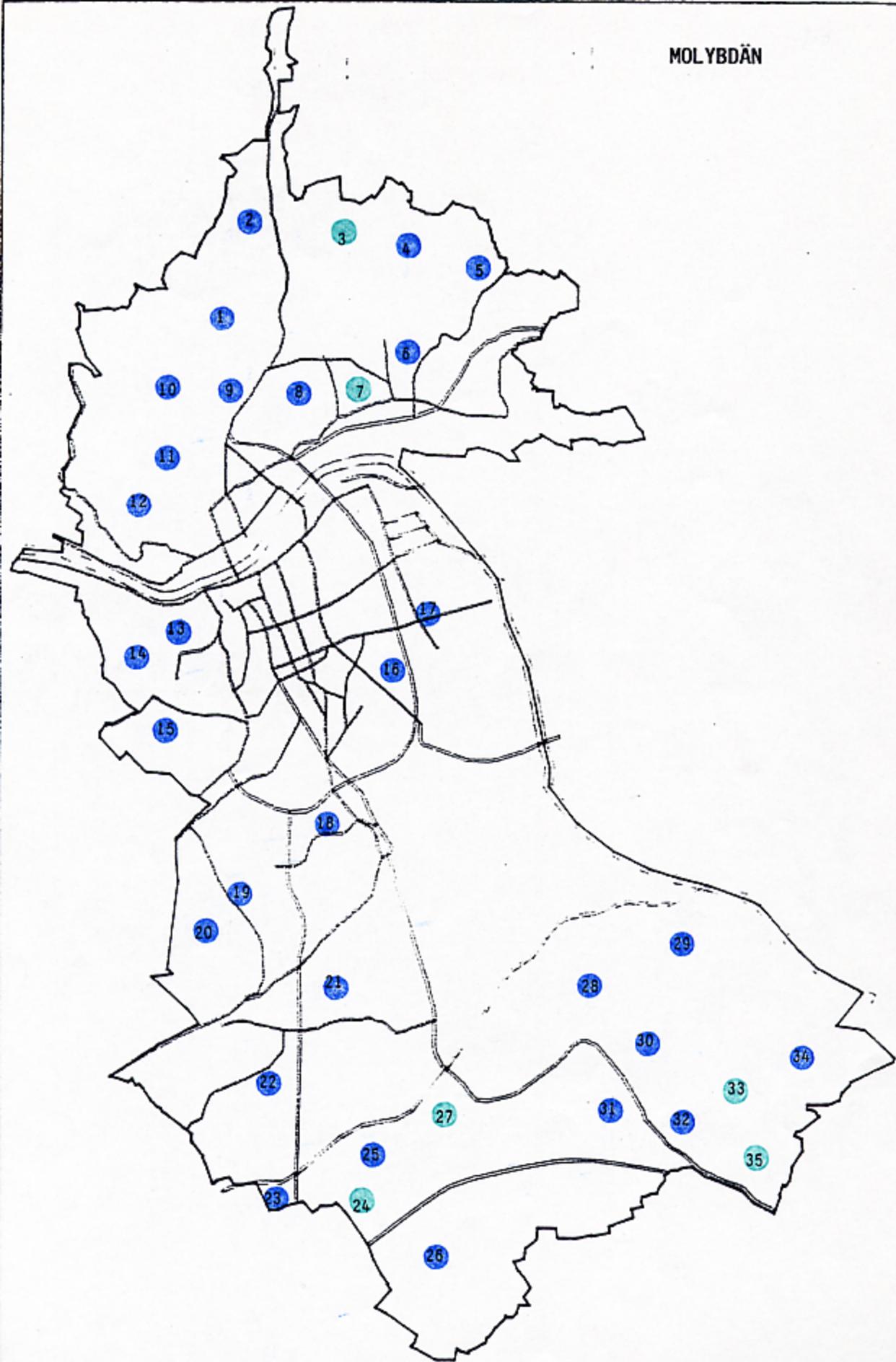
QUECKSILBER



THALLIUM

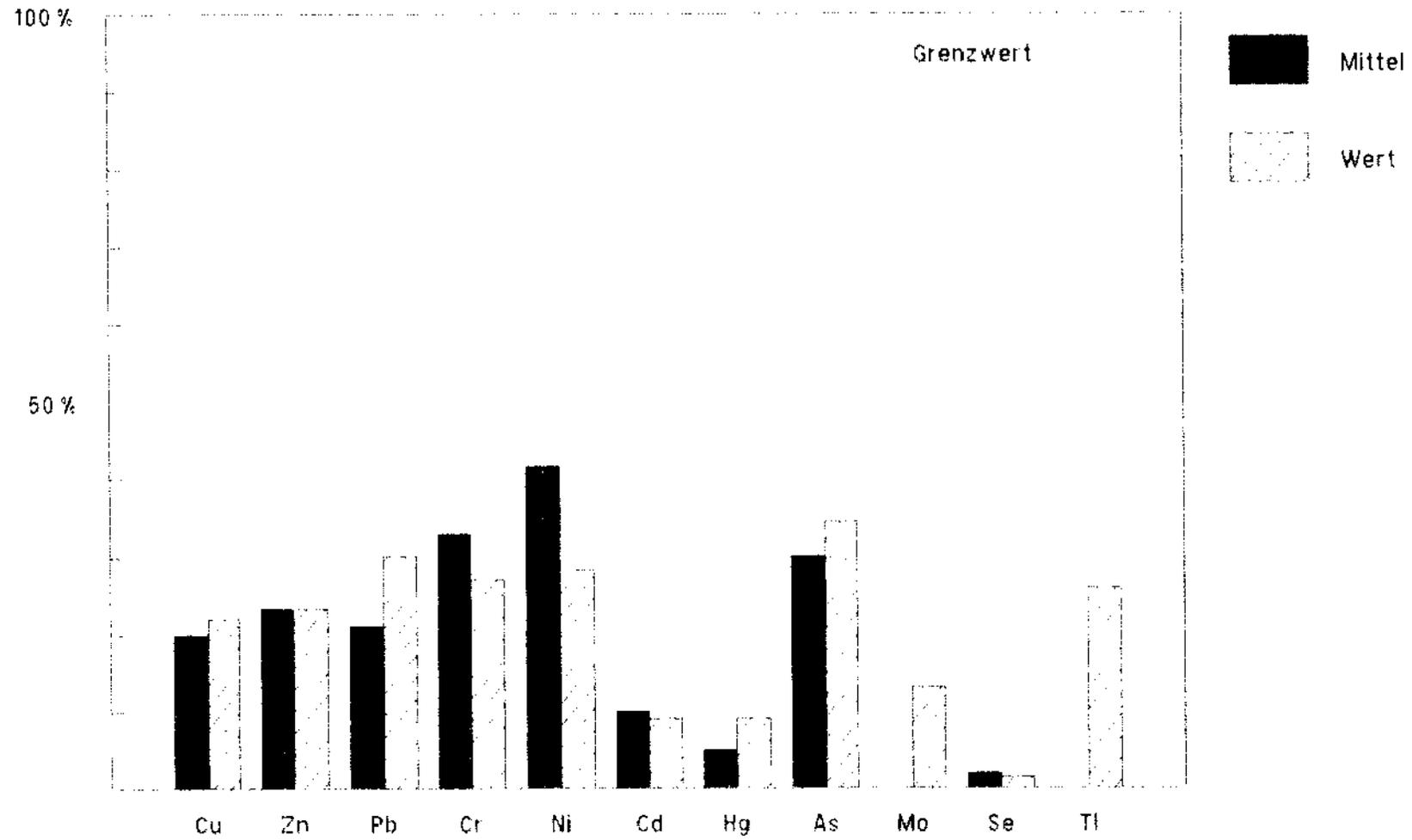


MOLYBDÄN

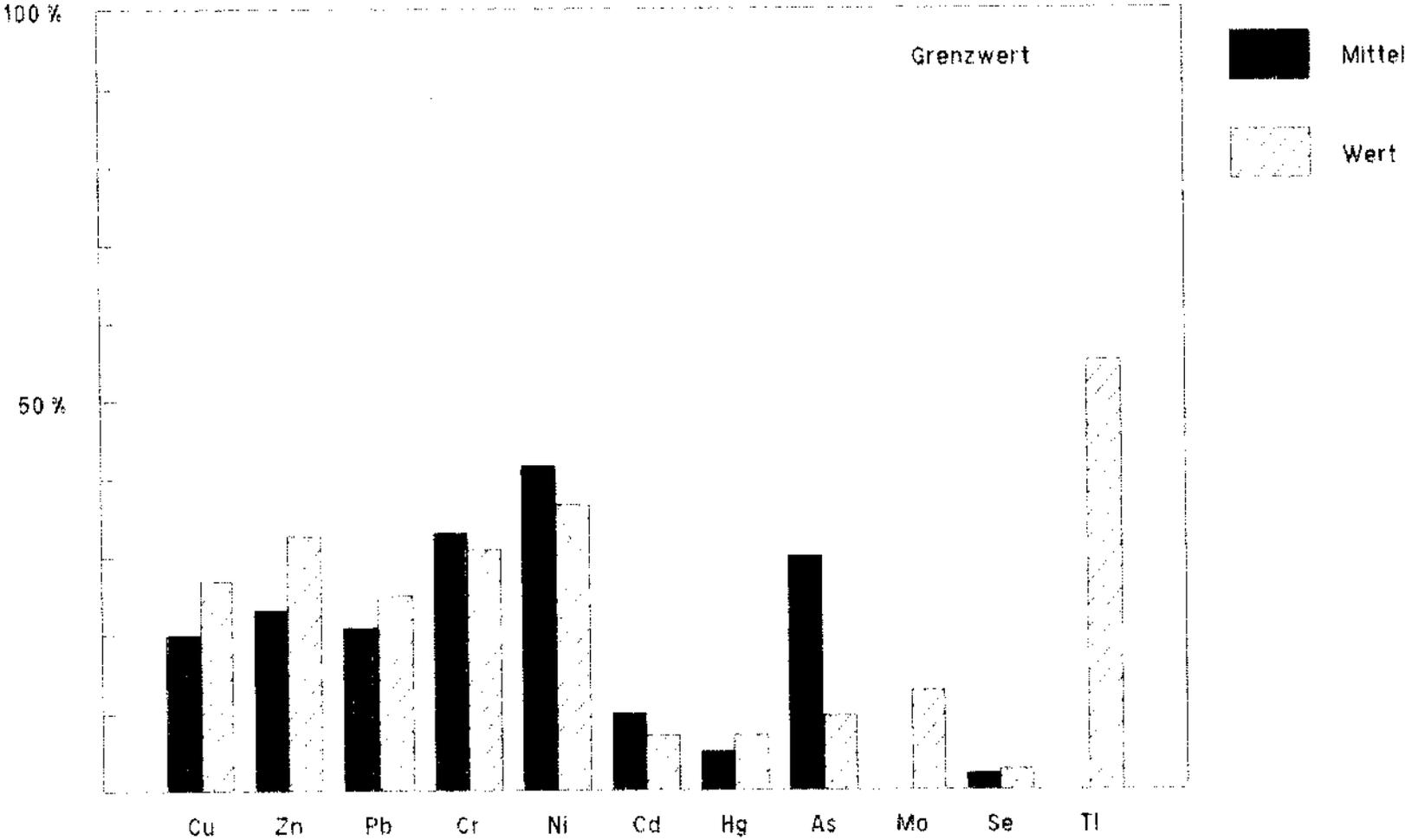


SCHWERMETALLGEHALTE DER BÖDEN IN RELATION ZUM
BODENGRENZ- und OP.DURCHSCHNITTSWERT FÜR DEN
JEWEILIGEN STANDORT

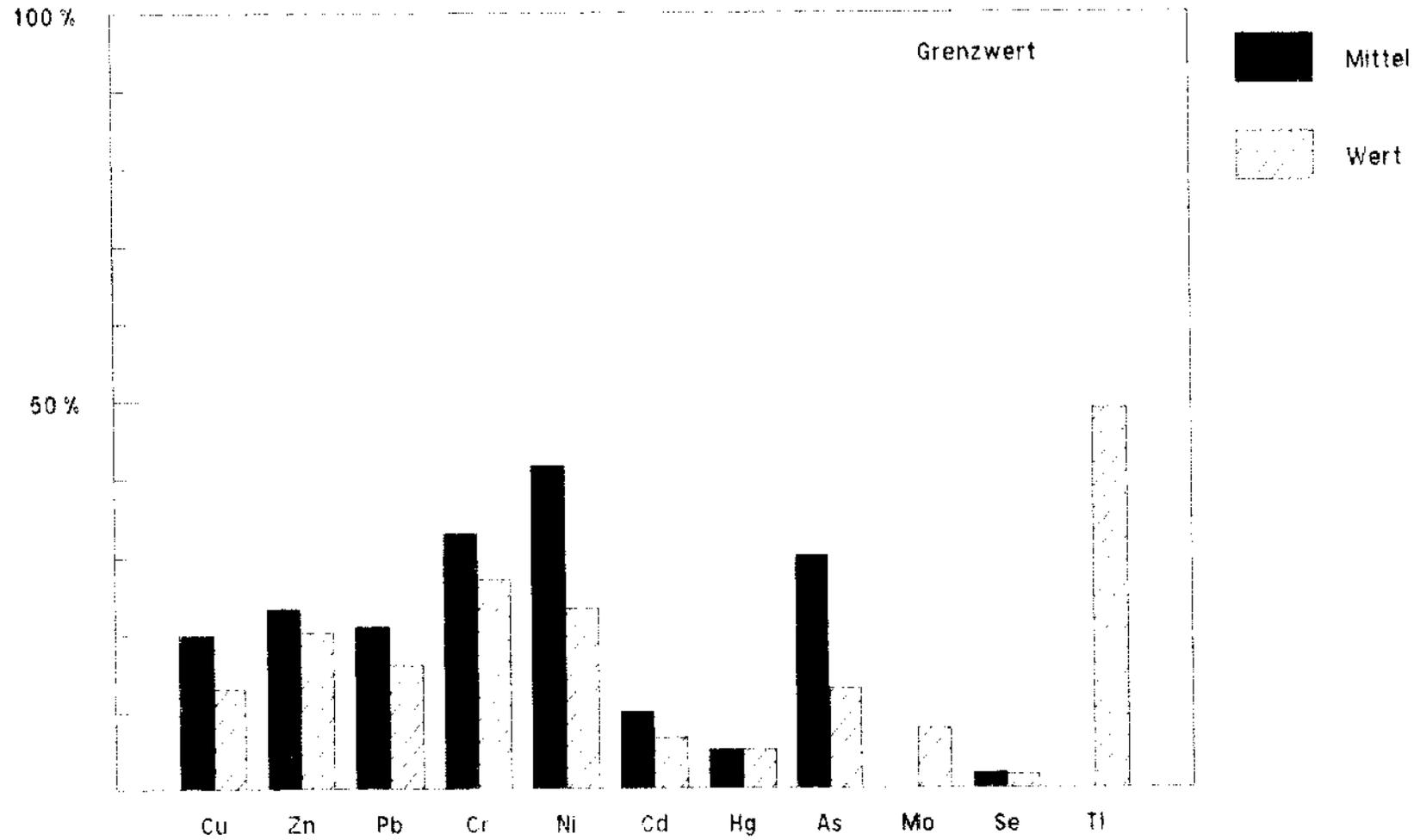
Standort 1



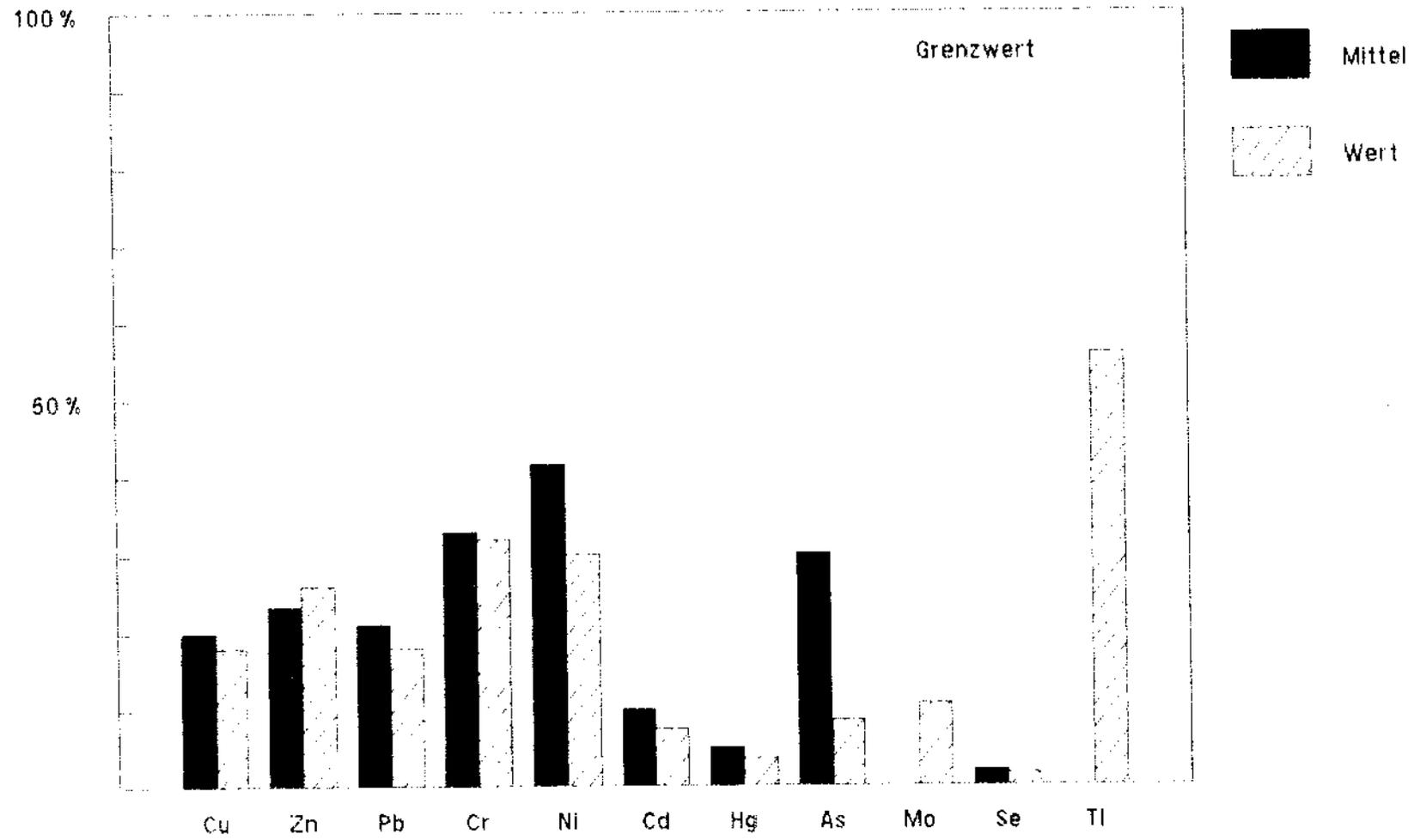
Standort 2



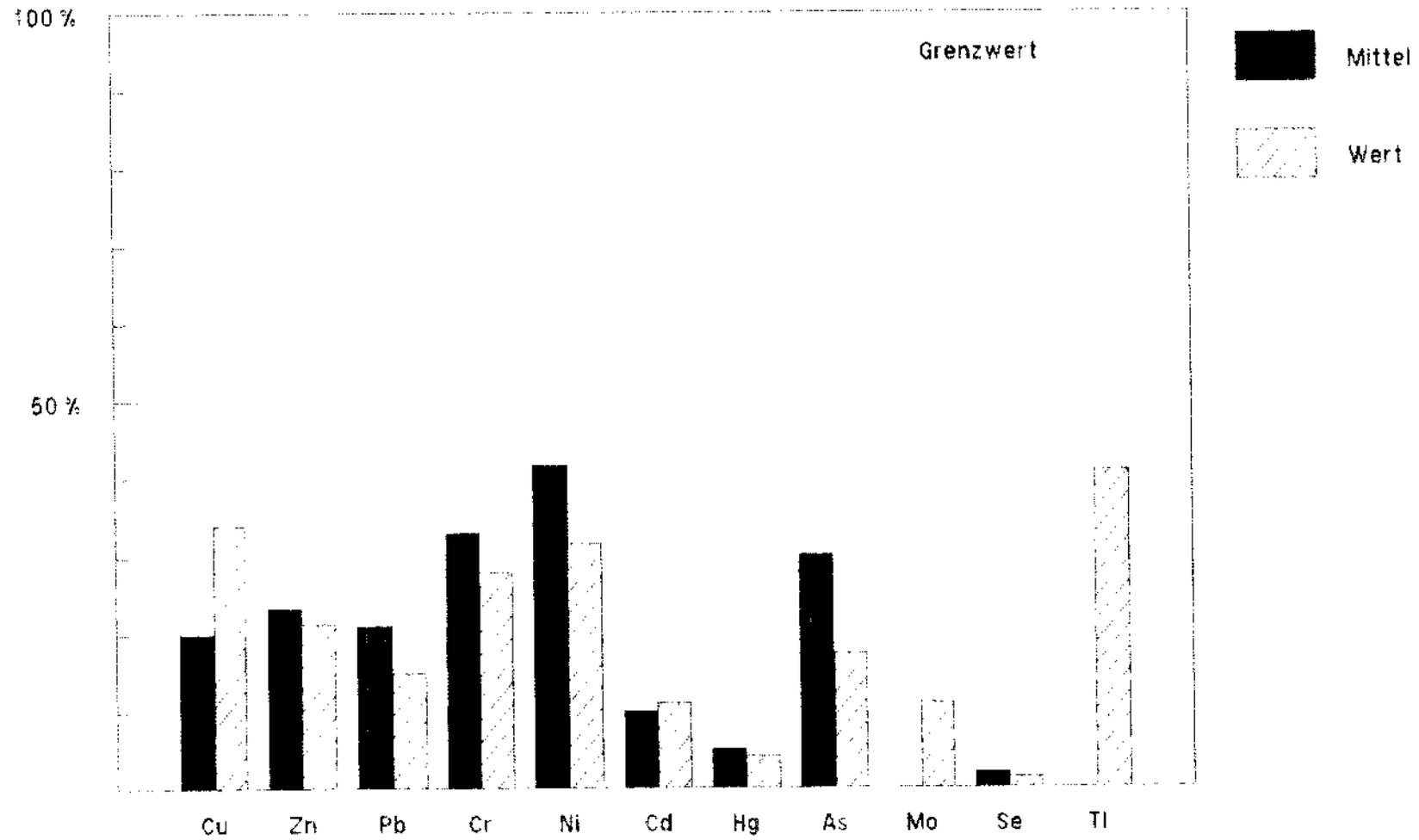
Standort 3



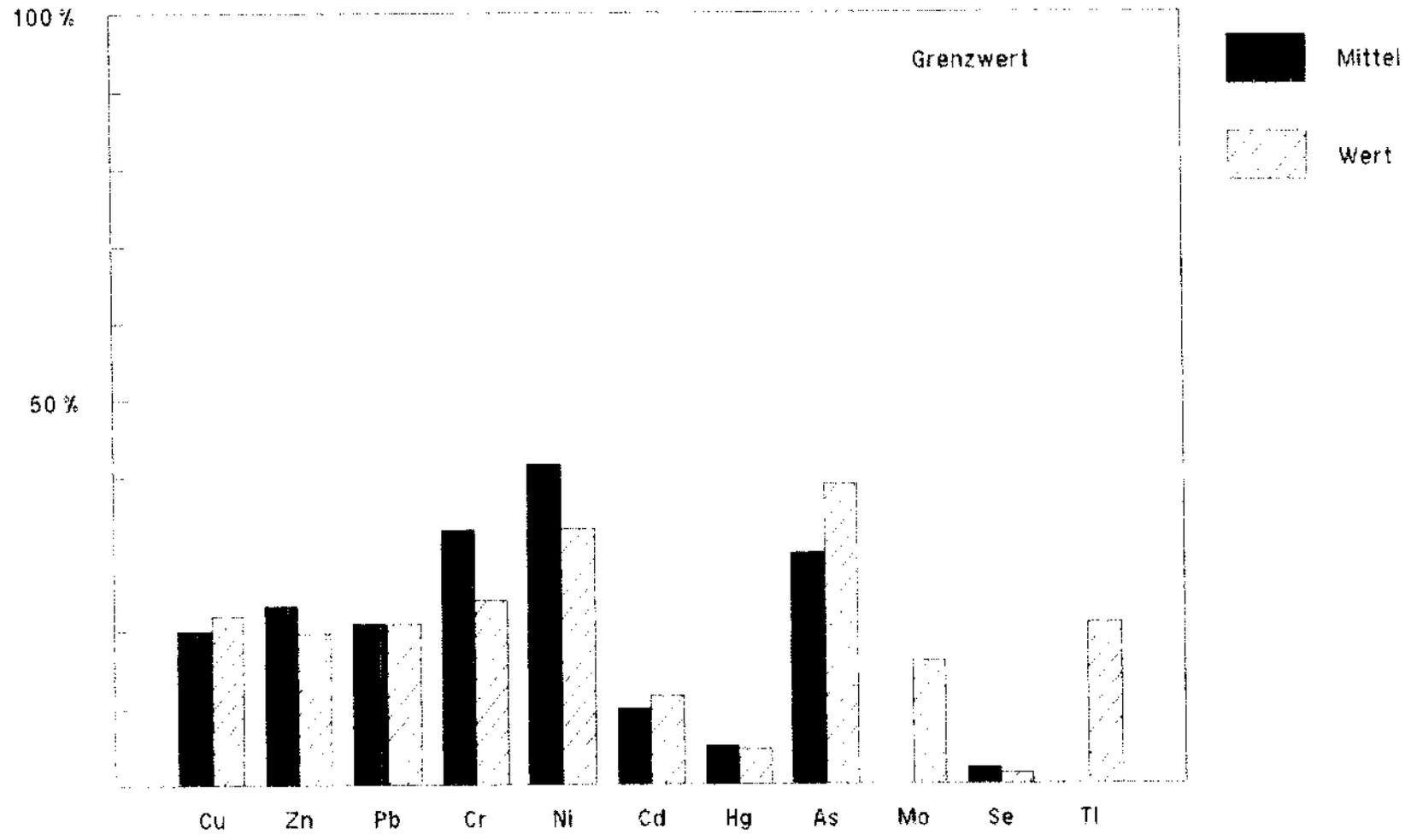
Standort 4



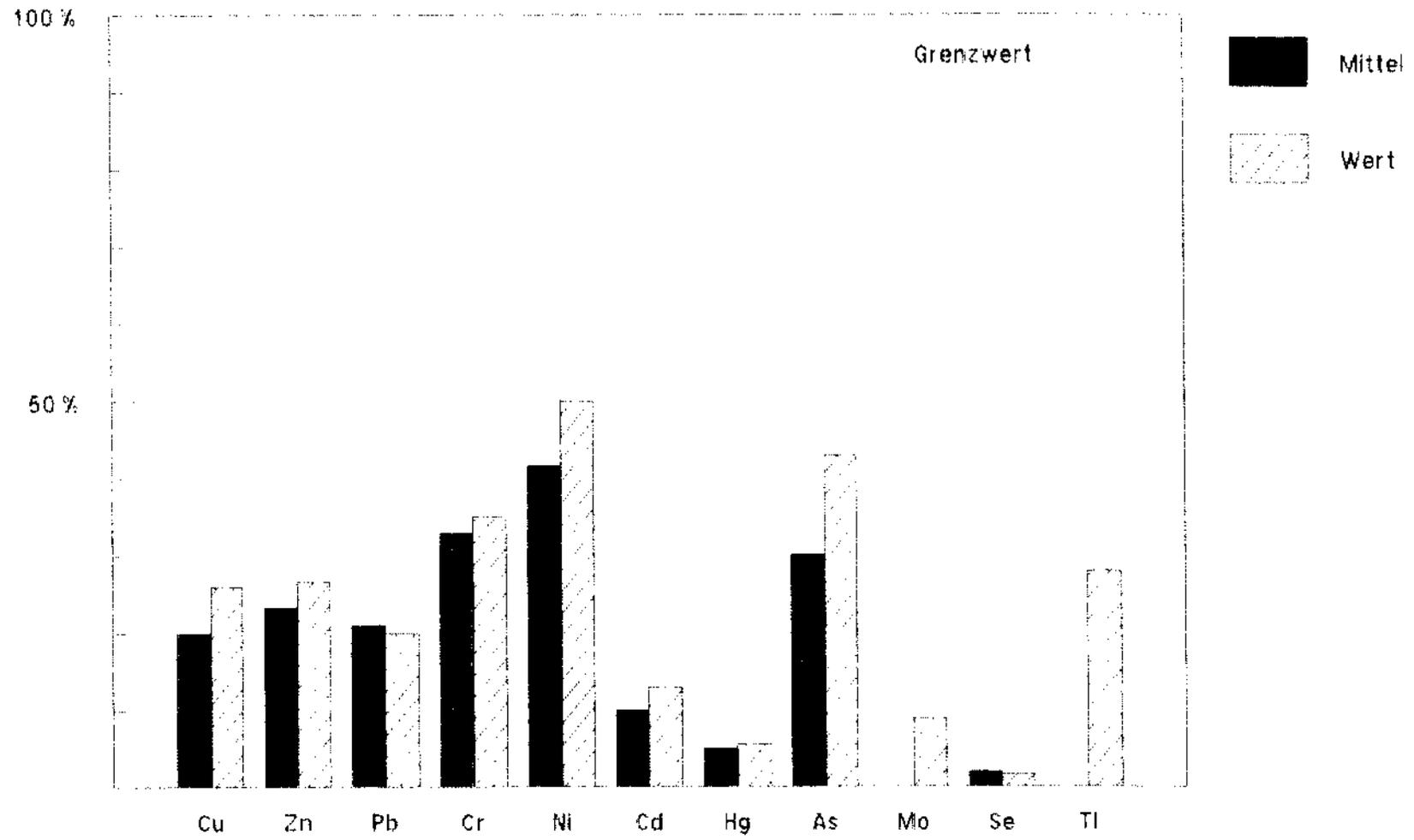
Standort 5



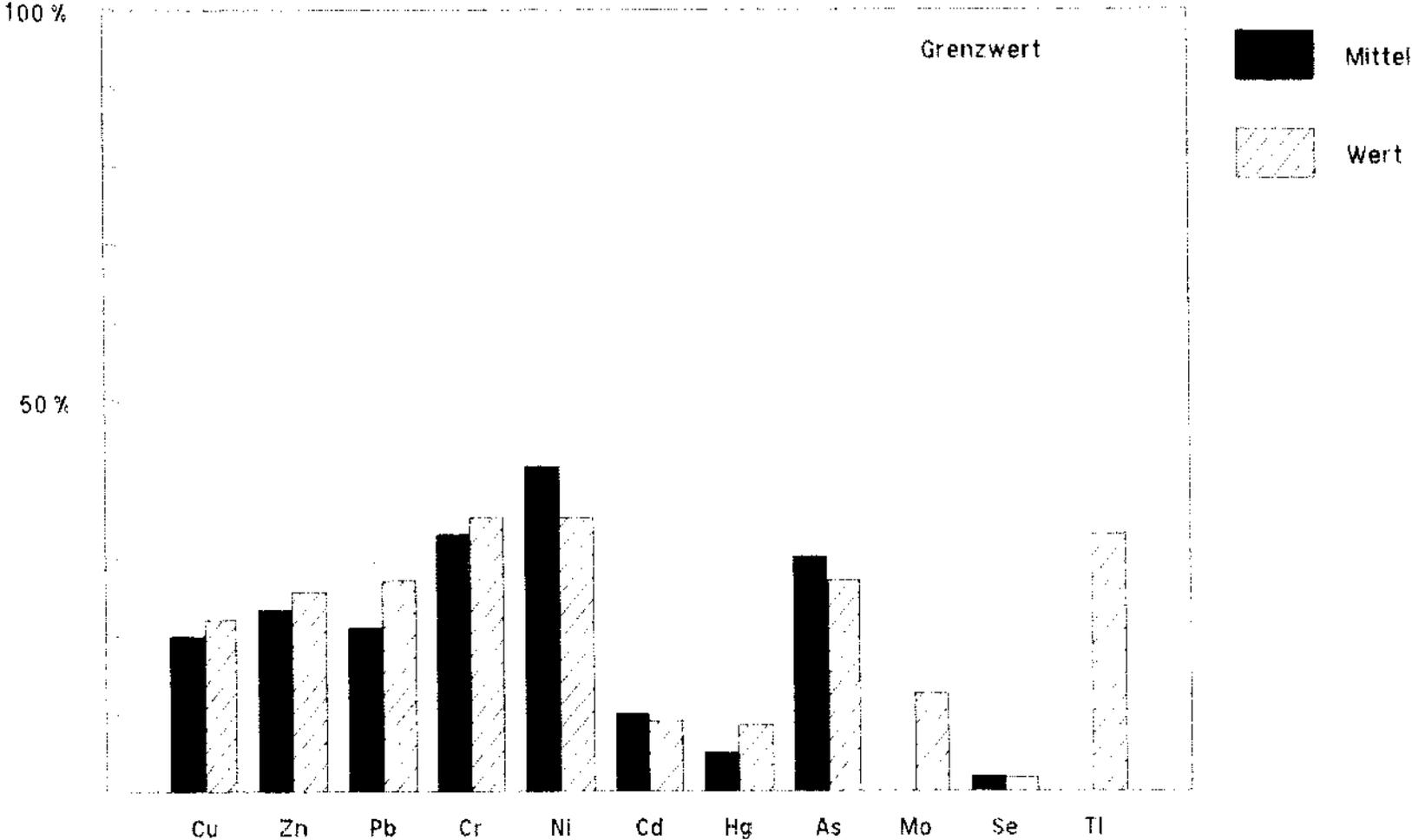
Standort 6



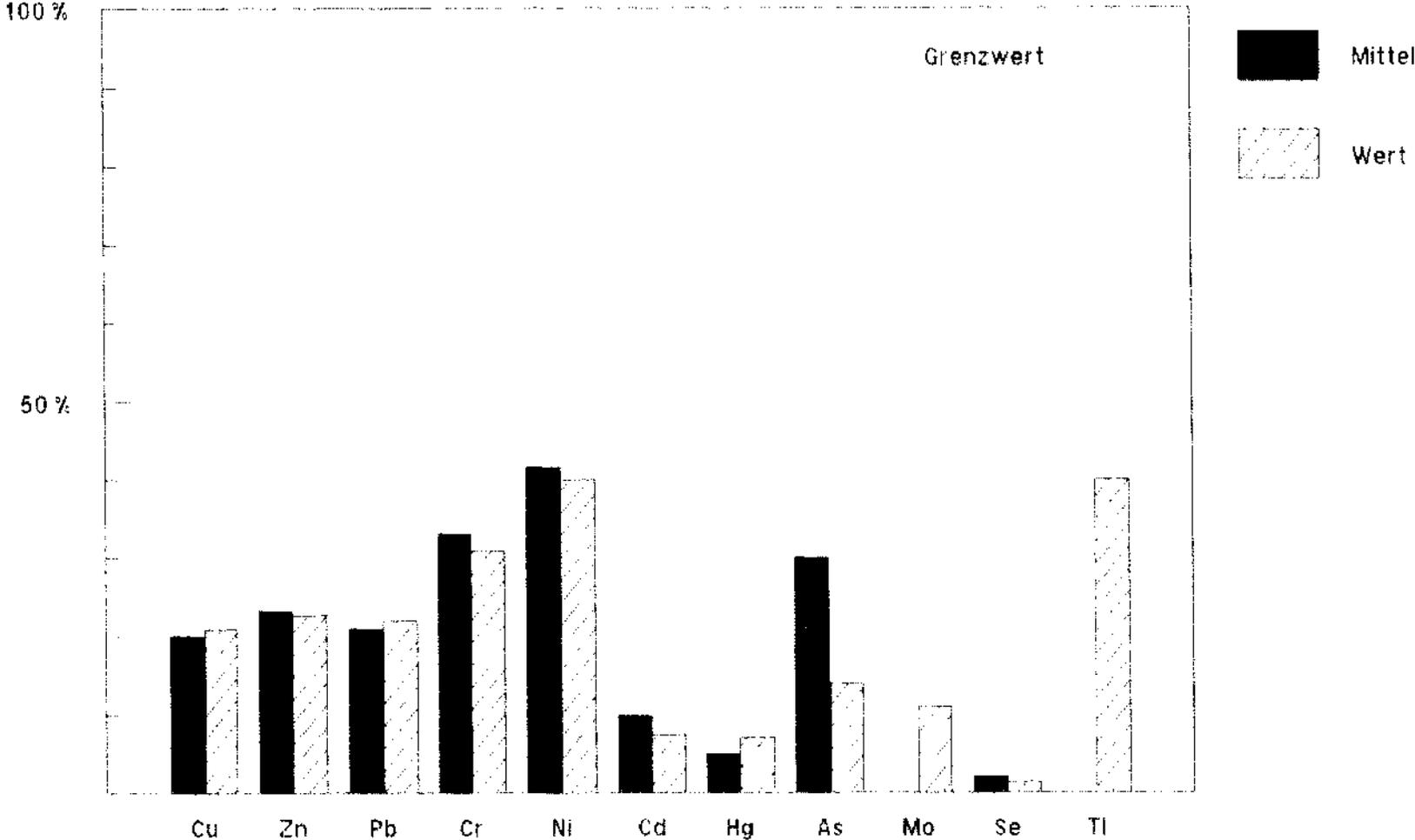
Standort 7



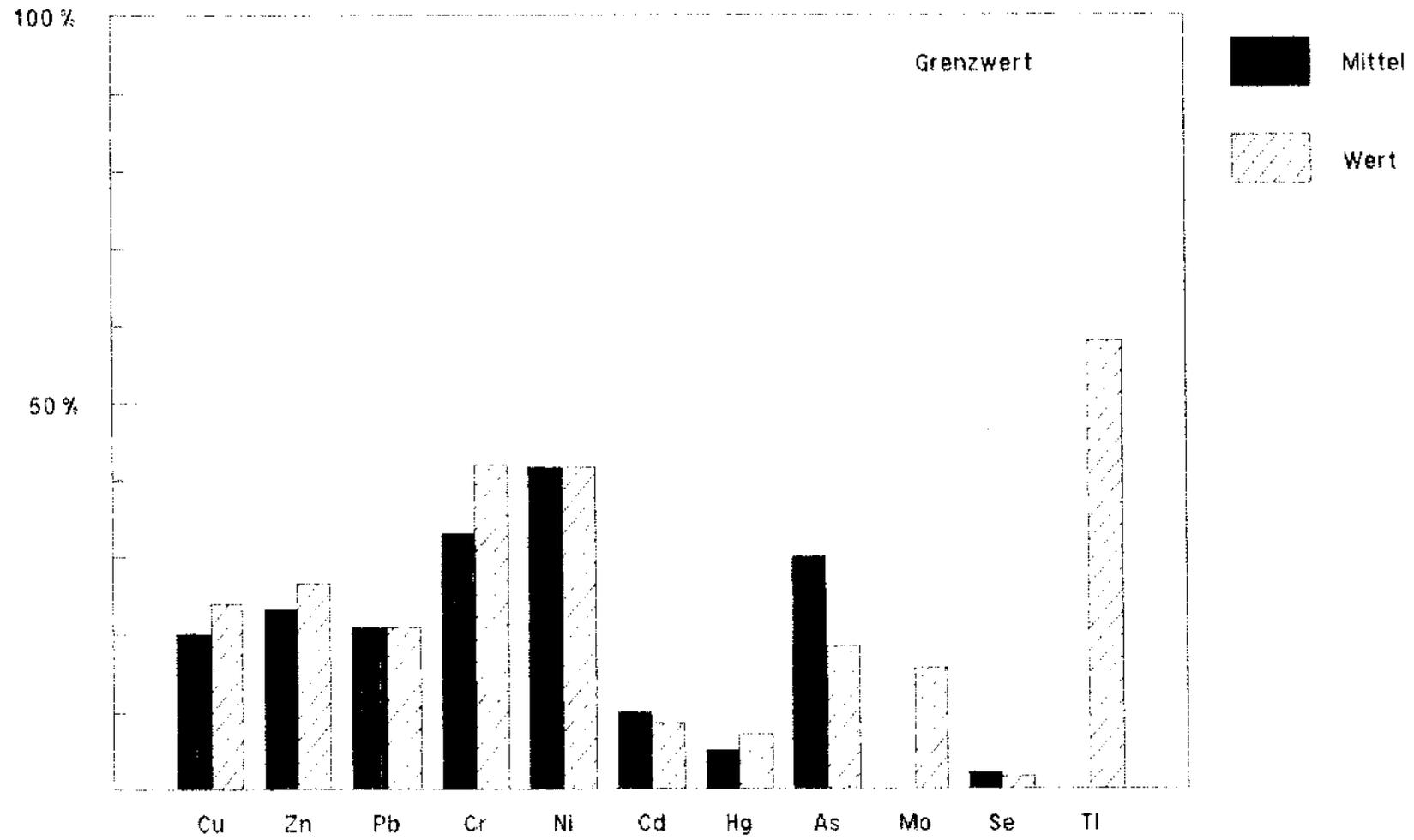
Standort 8



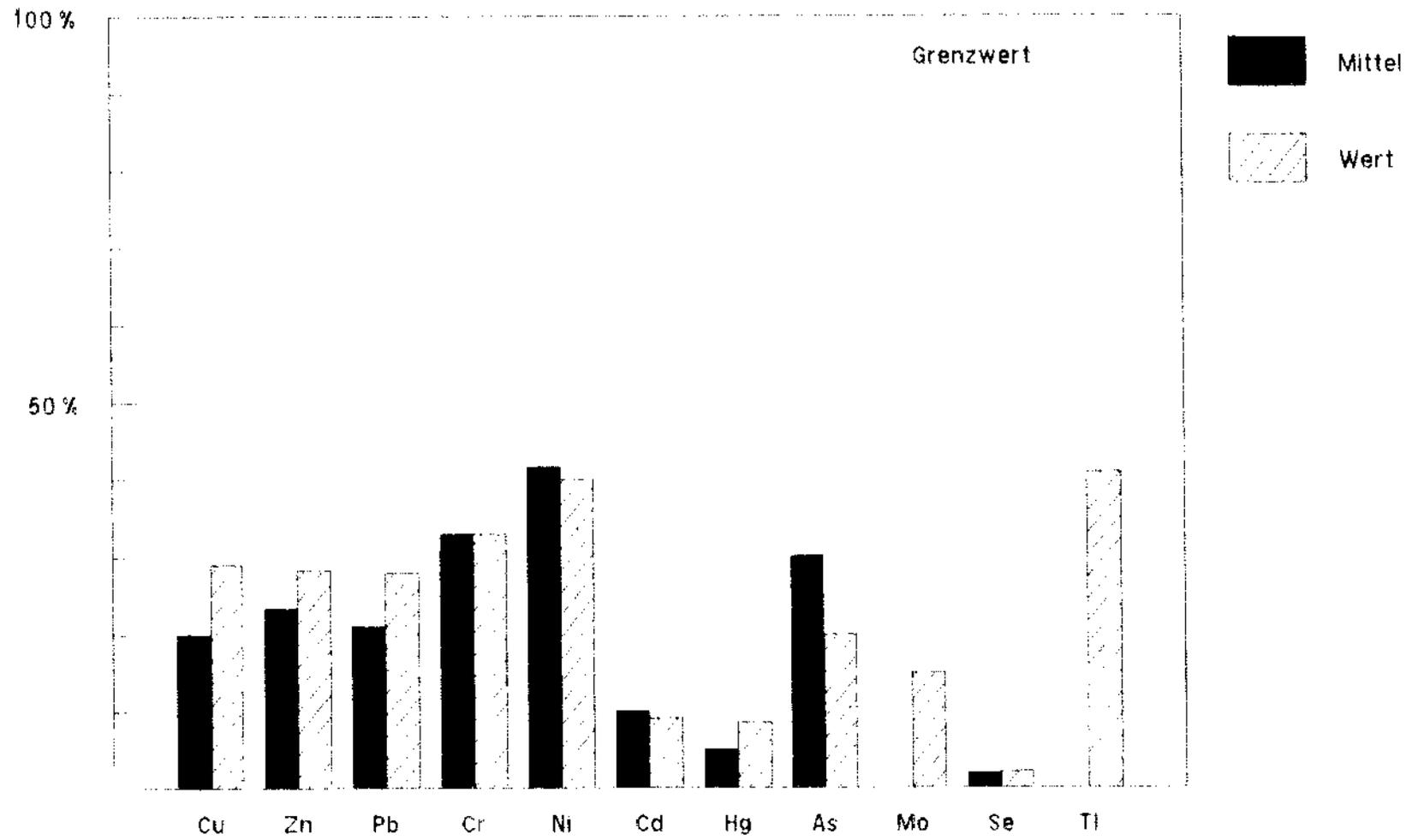
Standort 9



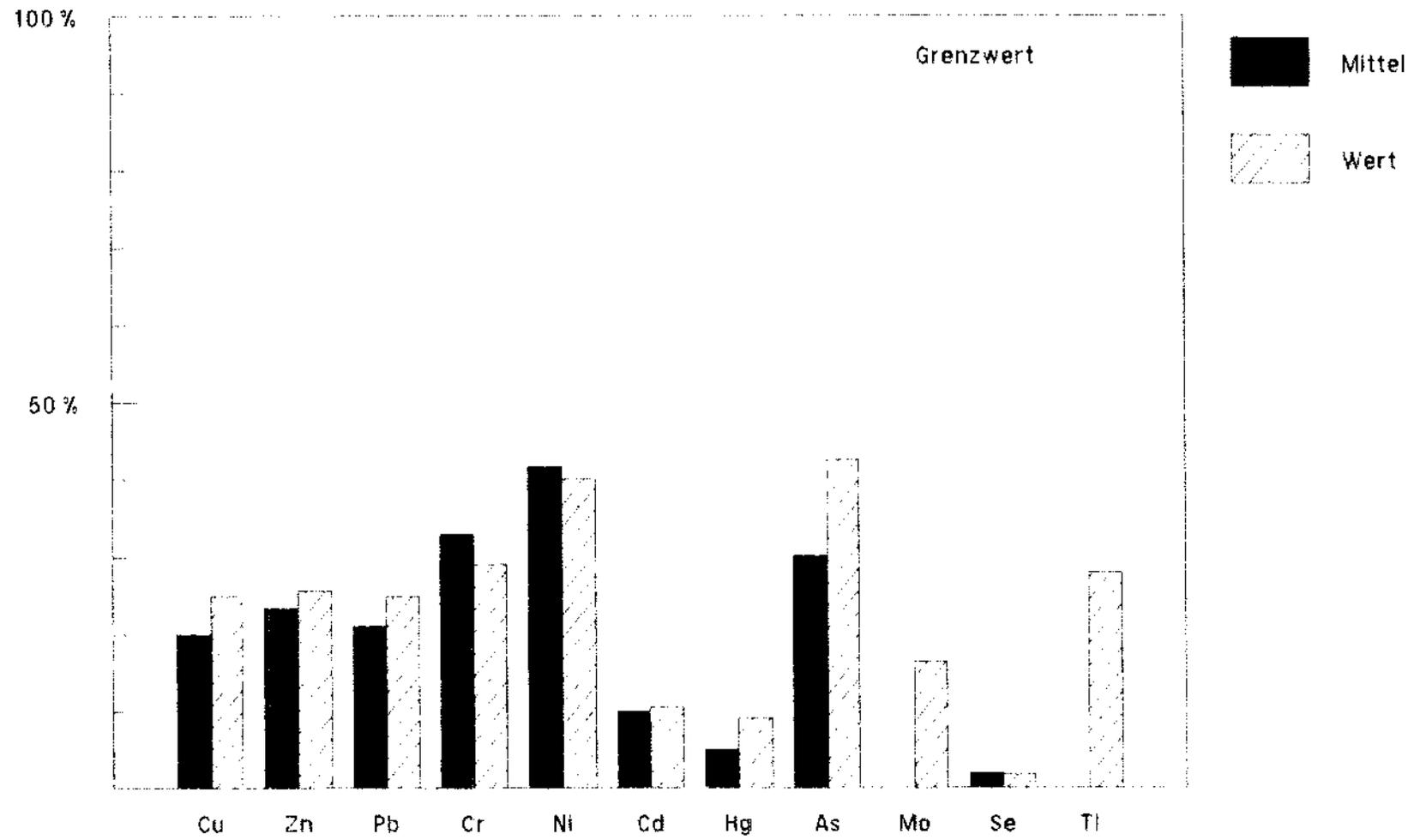
Standort 10



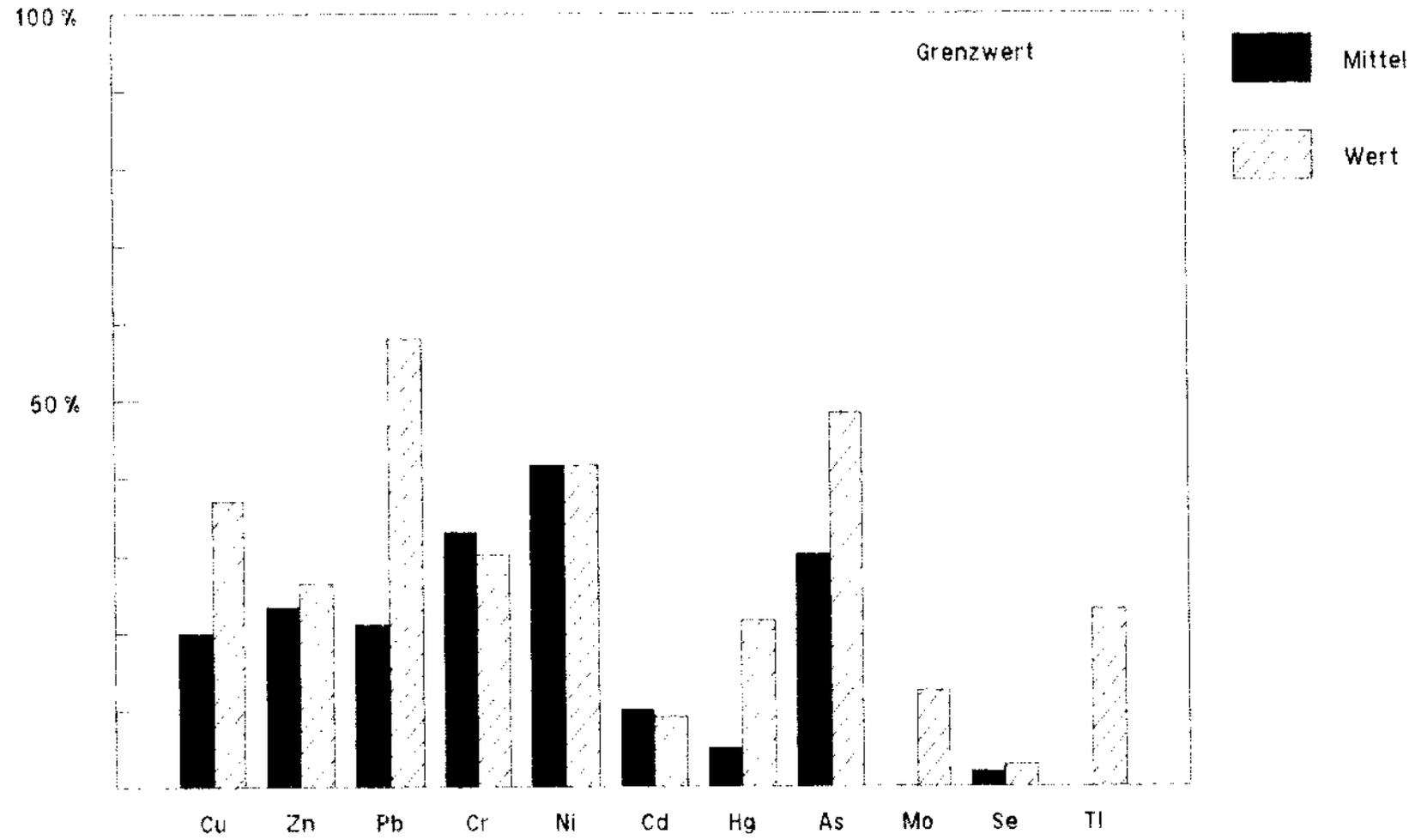
Standort 11



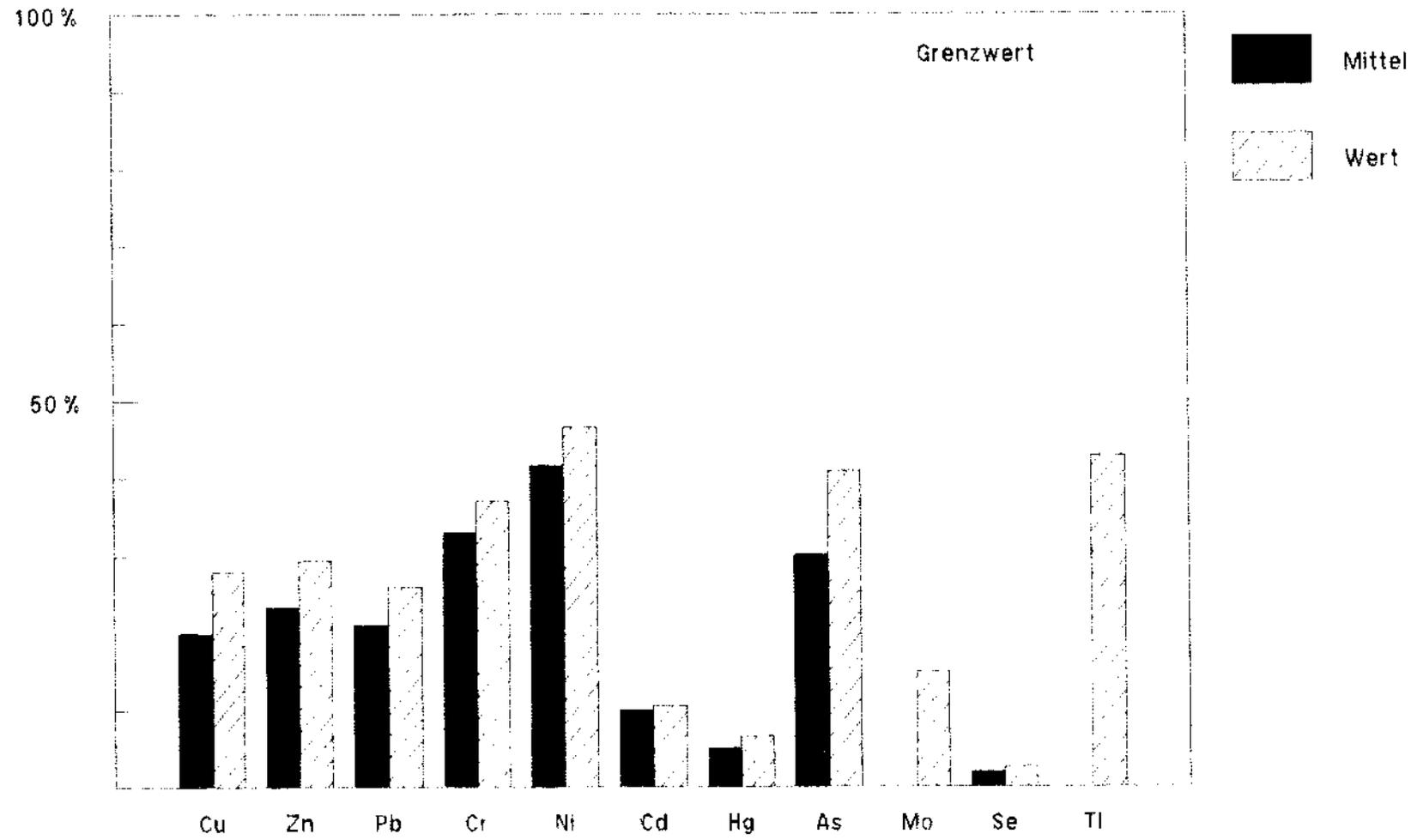
Standort 12



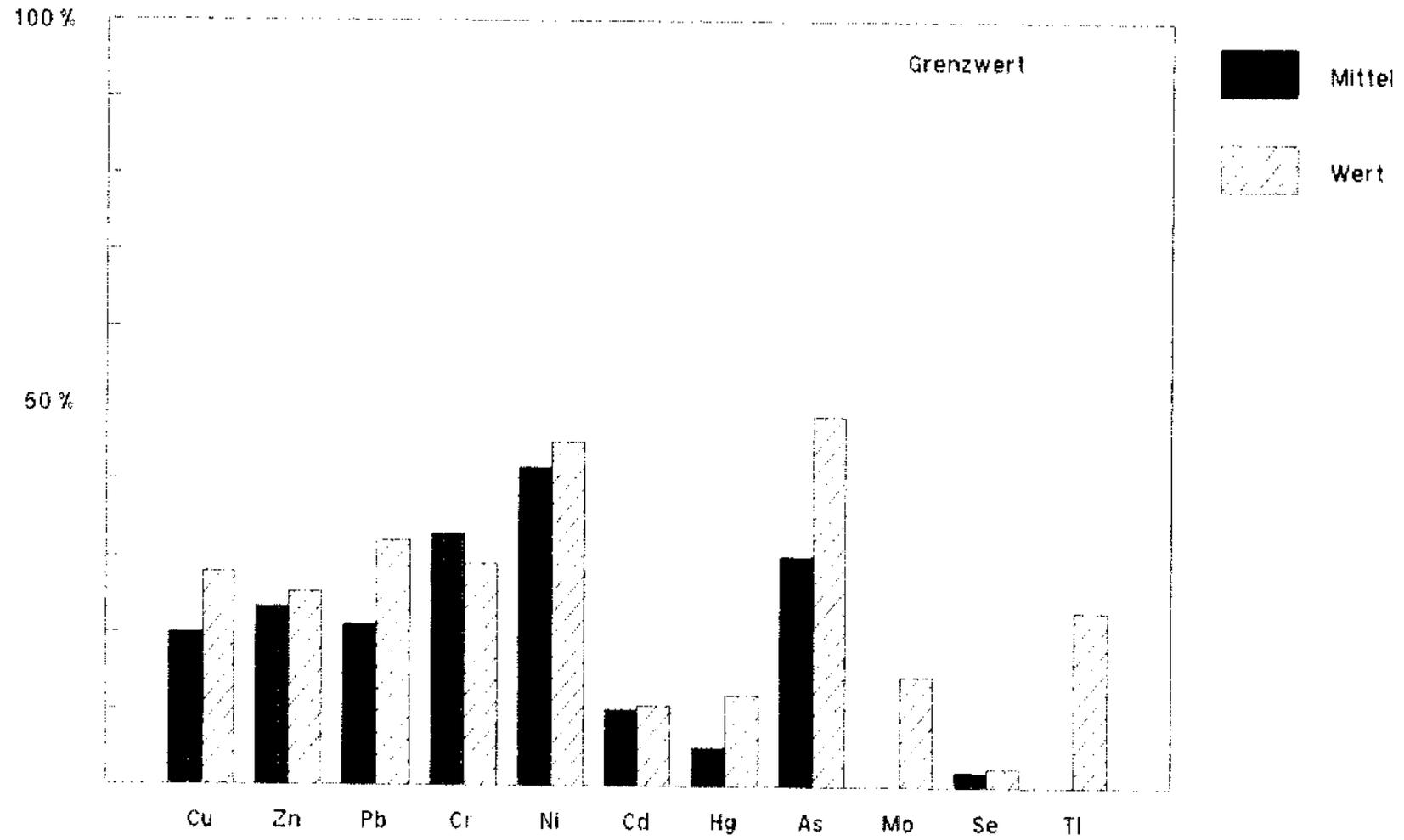
Standort 13



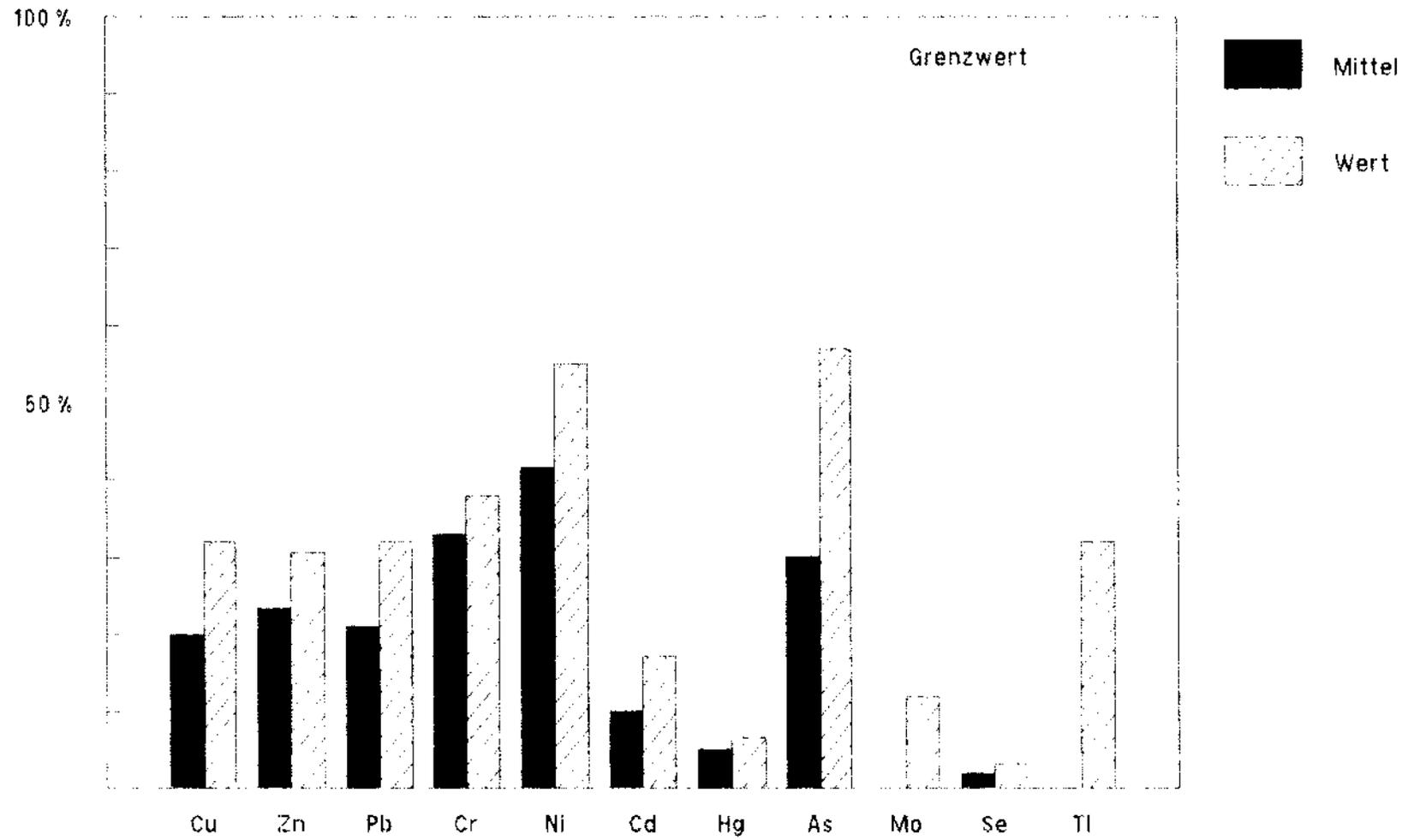
Standort 14



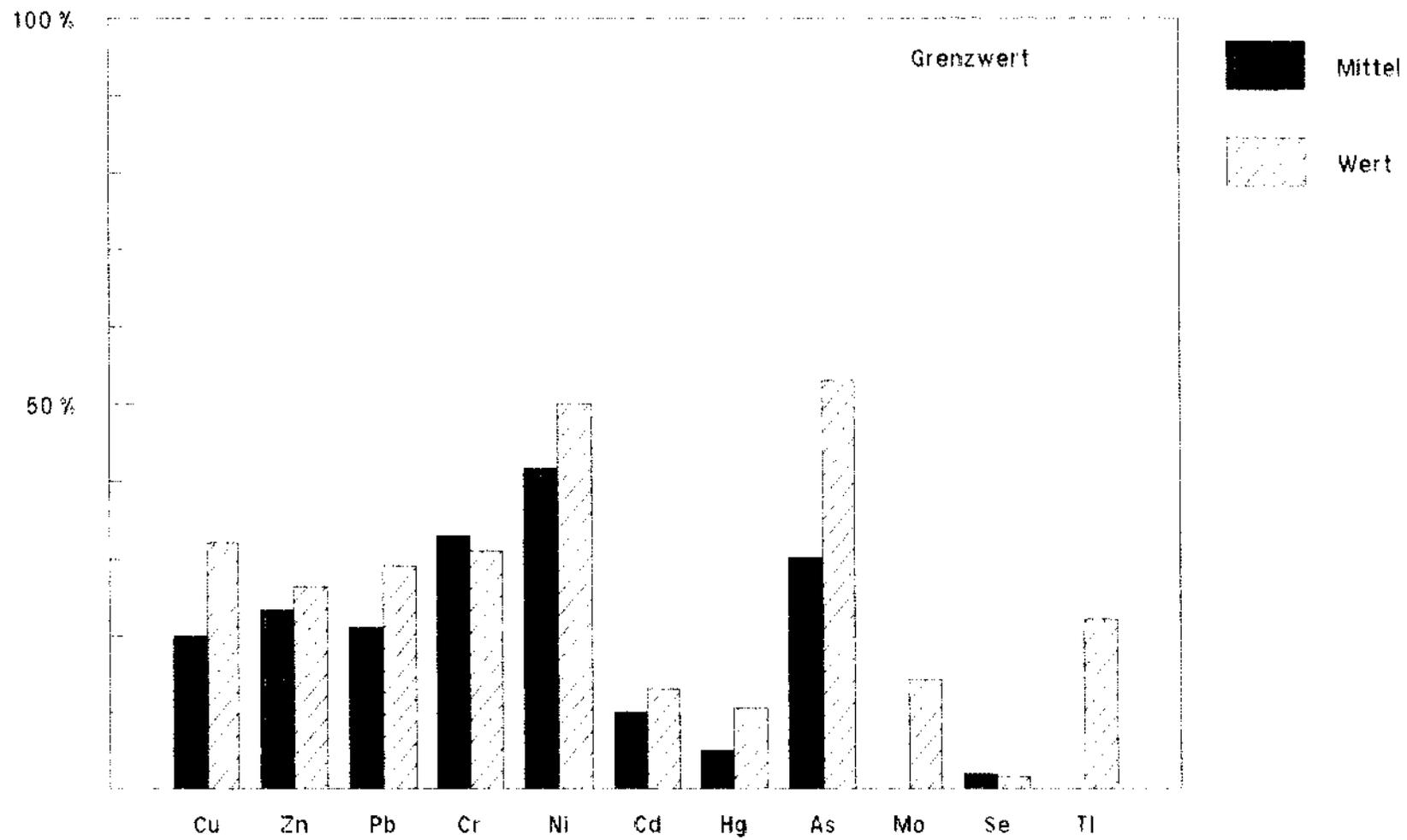
Standort 15



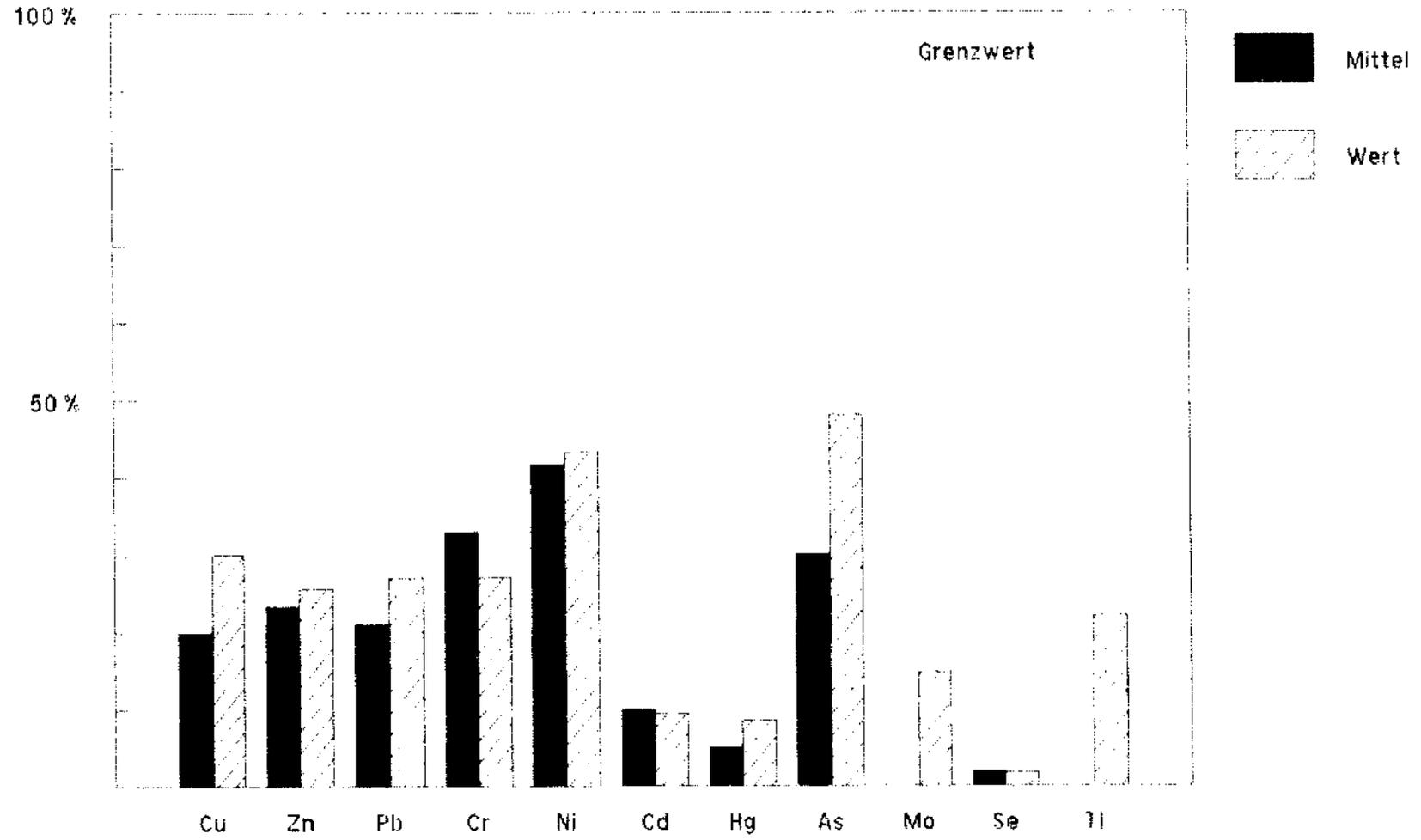
Standort 16



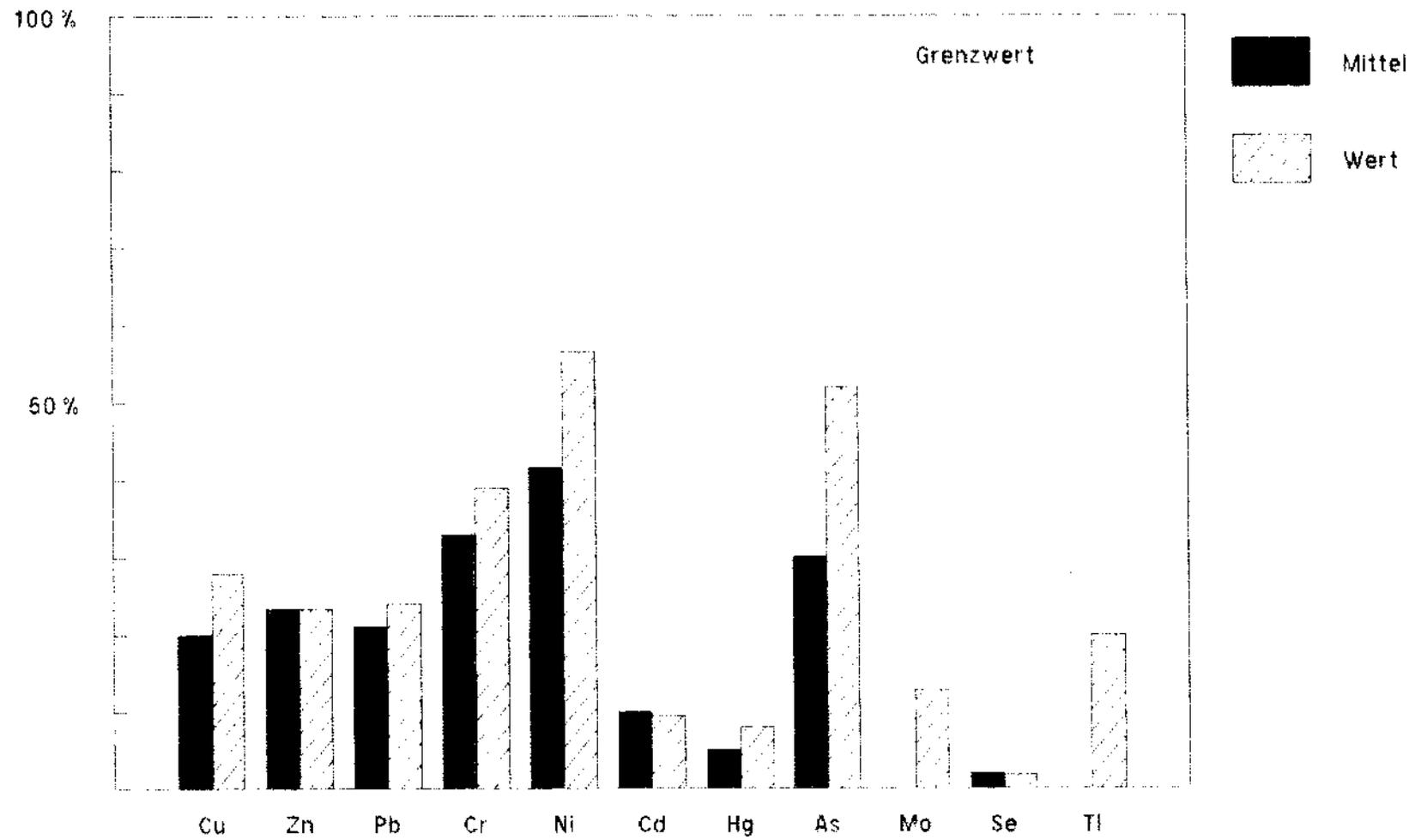
Standort 17



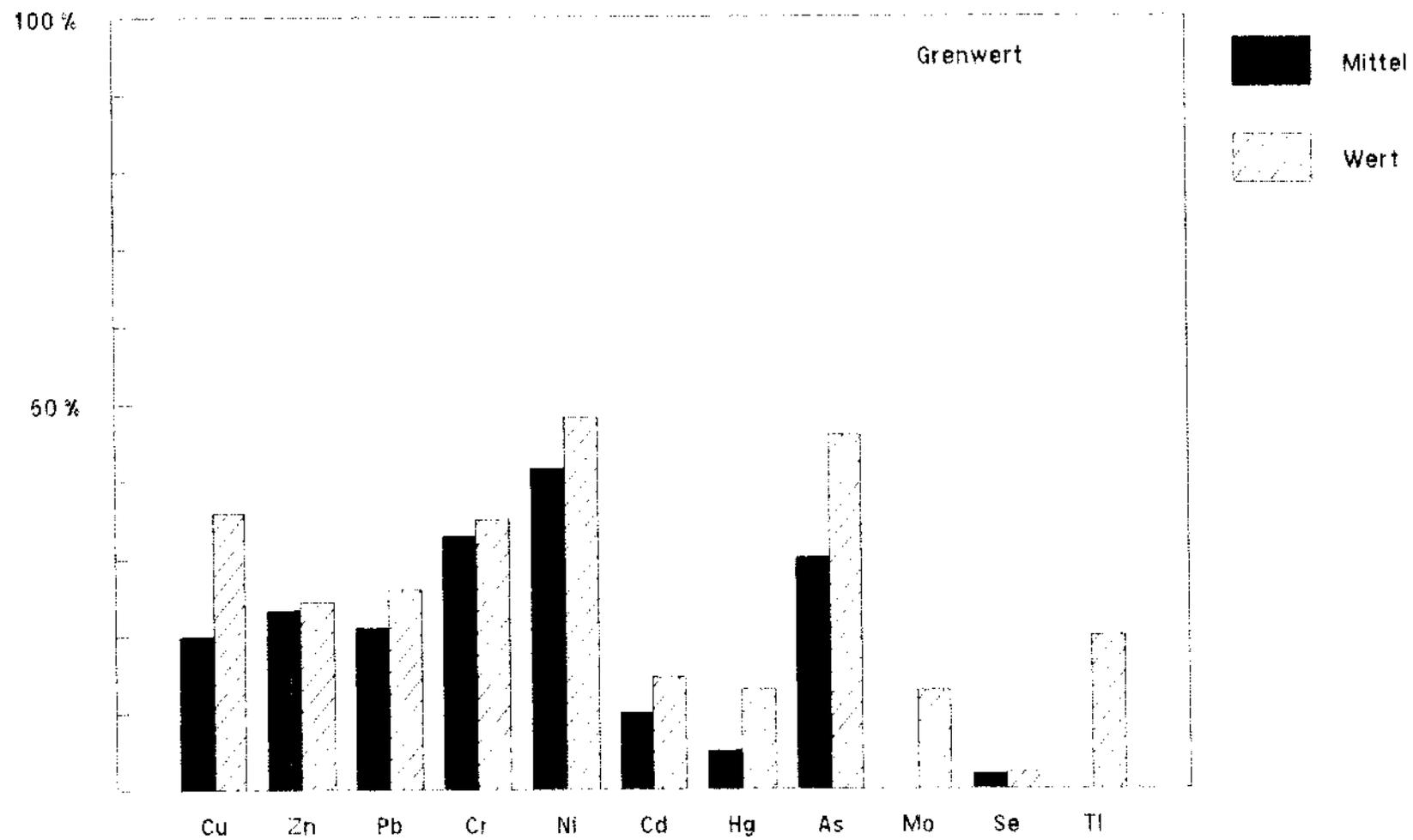
Standort 18



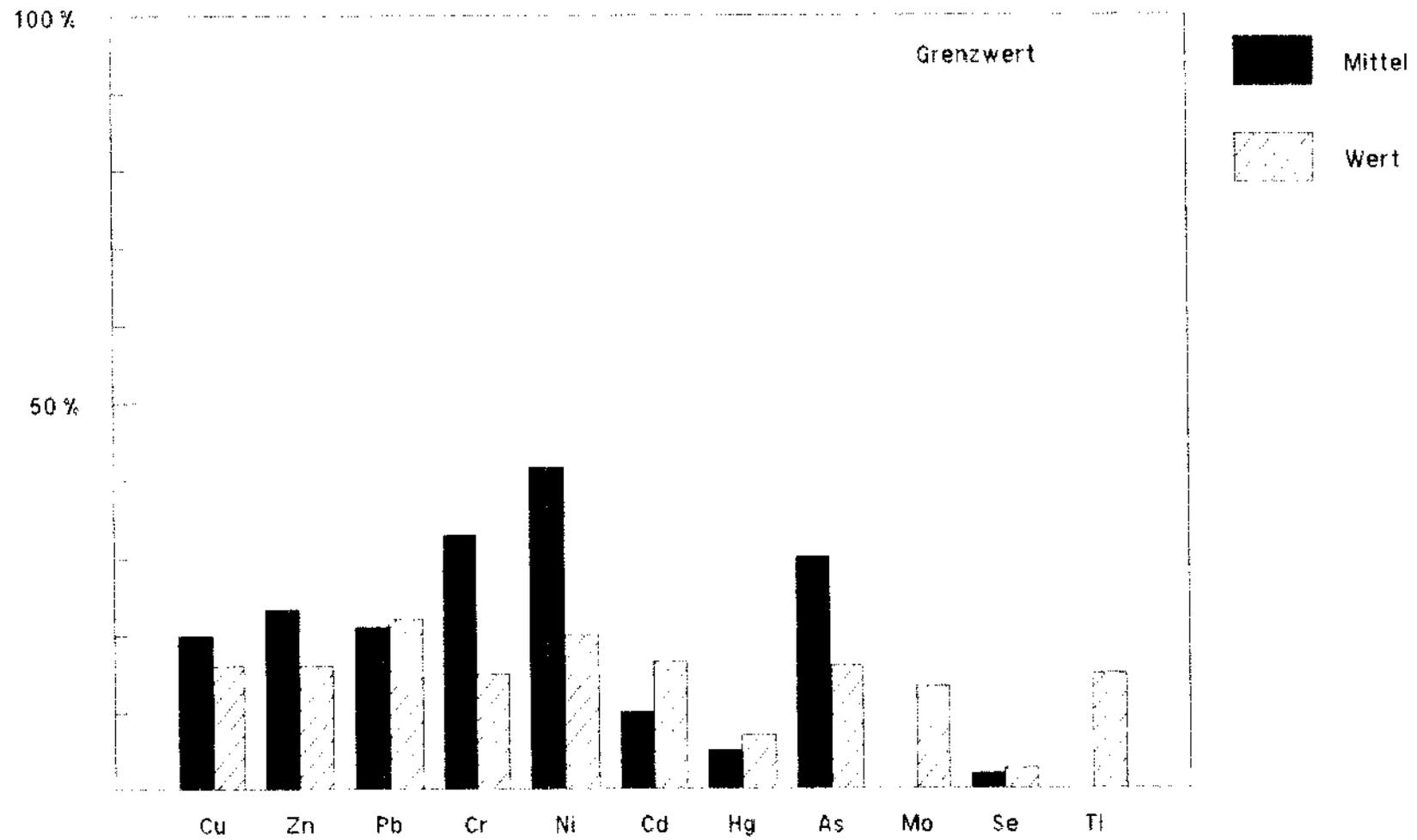
Standort 19



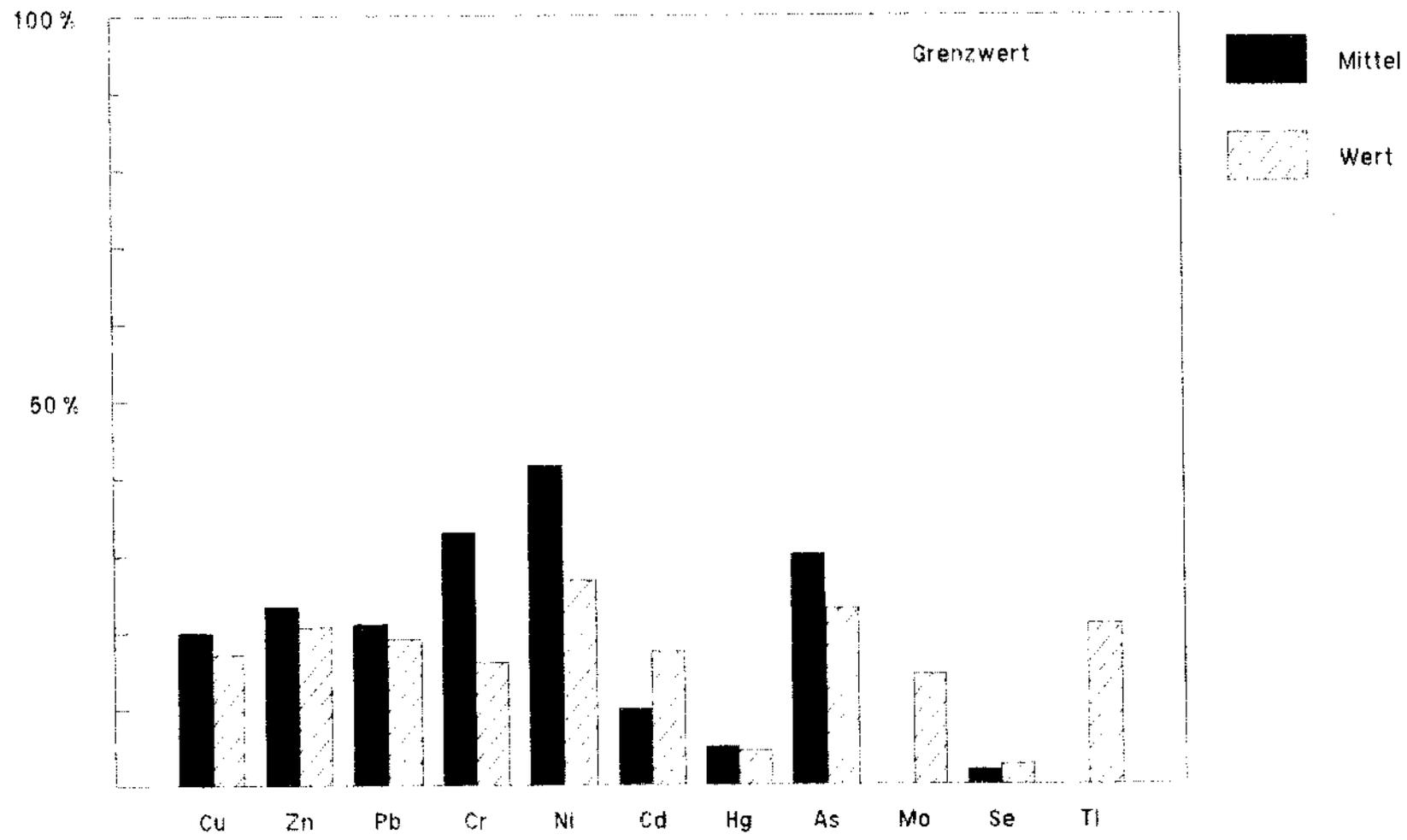
Standort 20



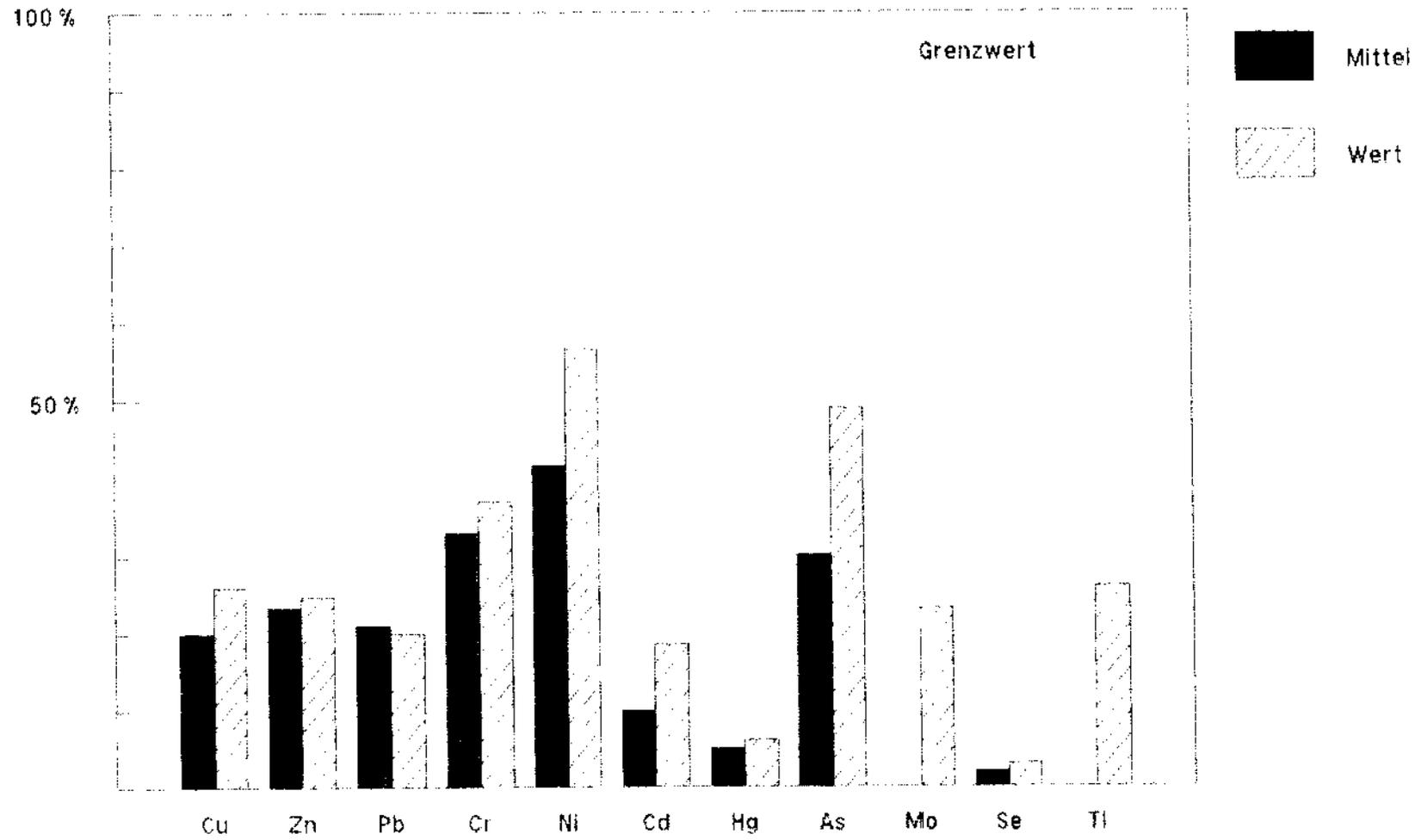
Standort 21



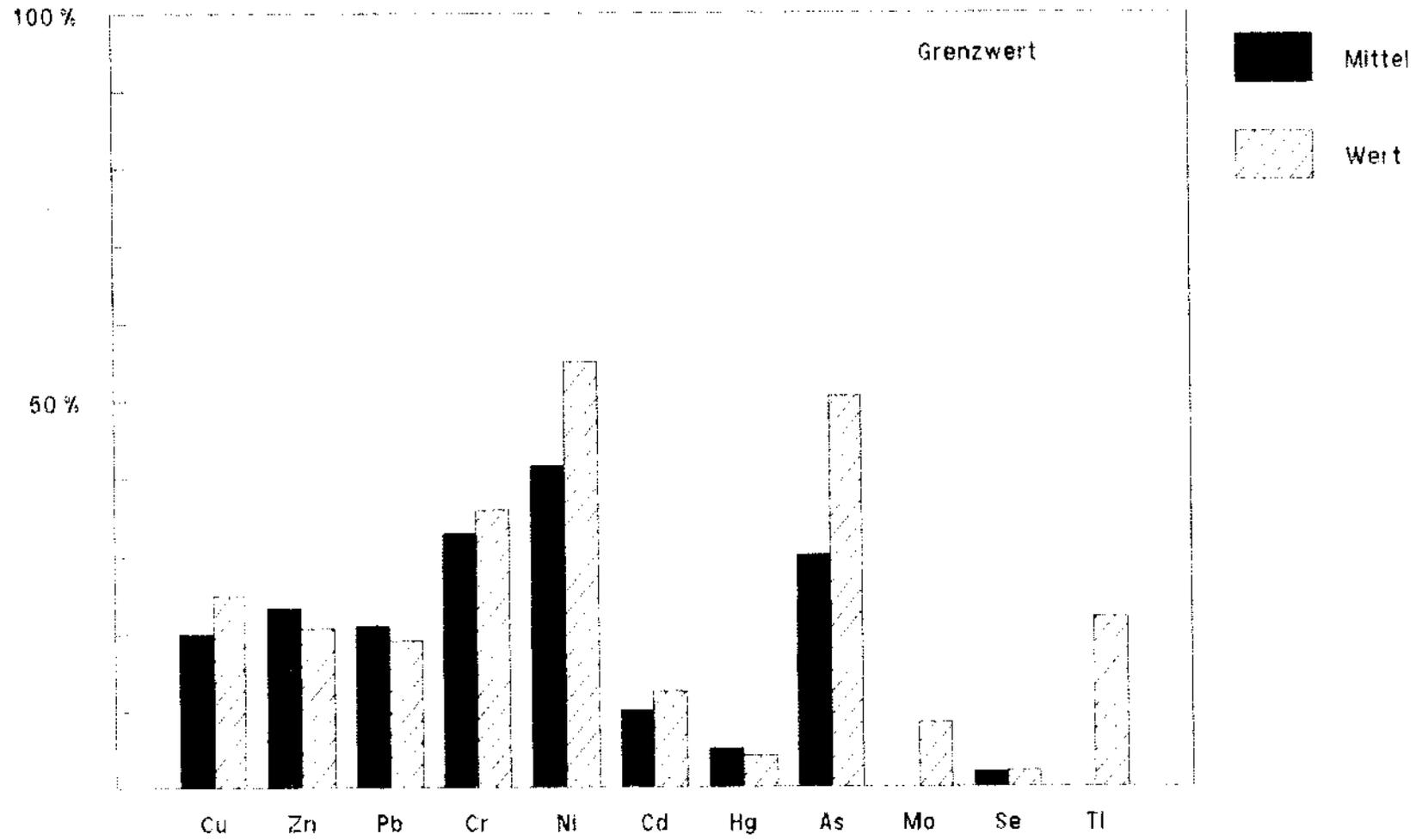
Standort 22



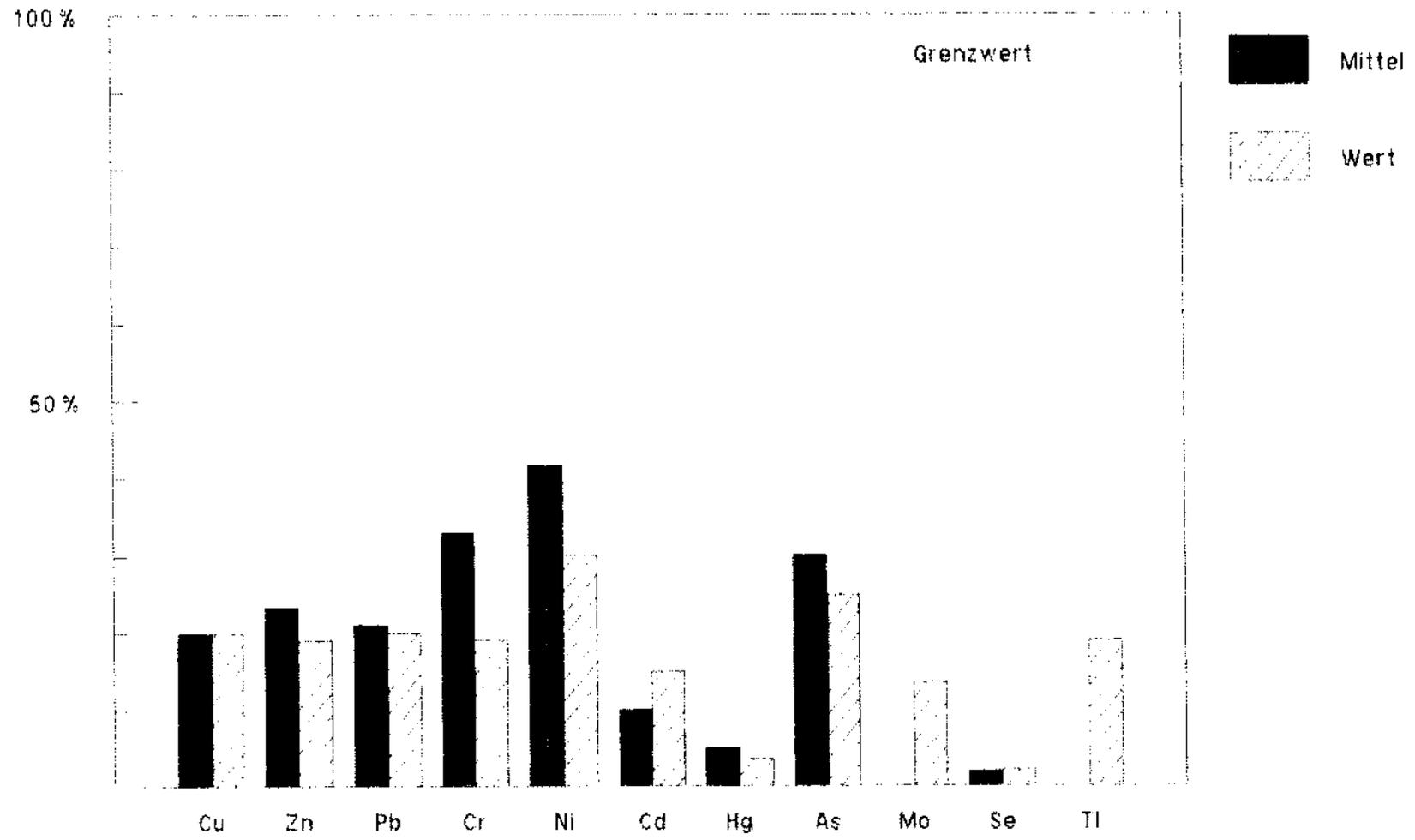
Standort 23



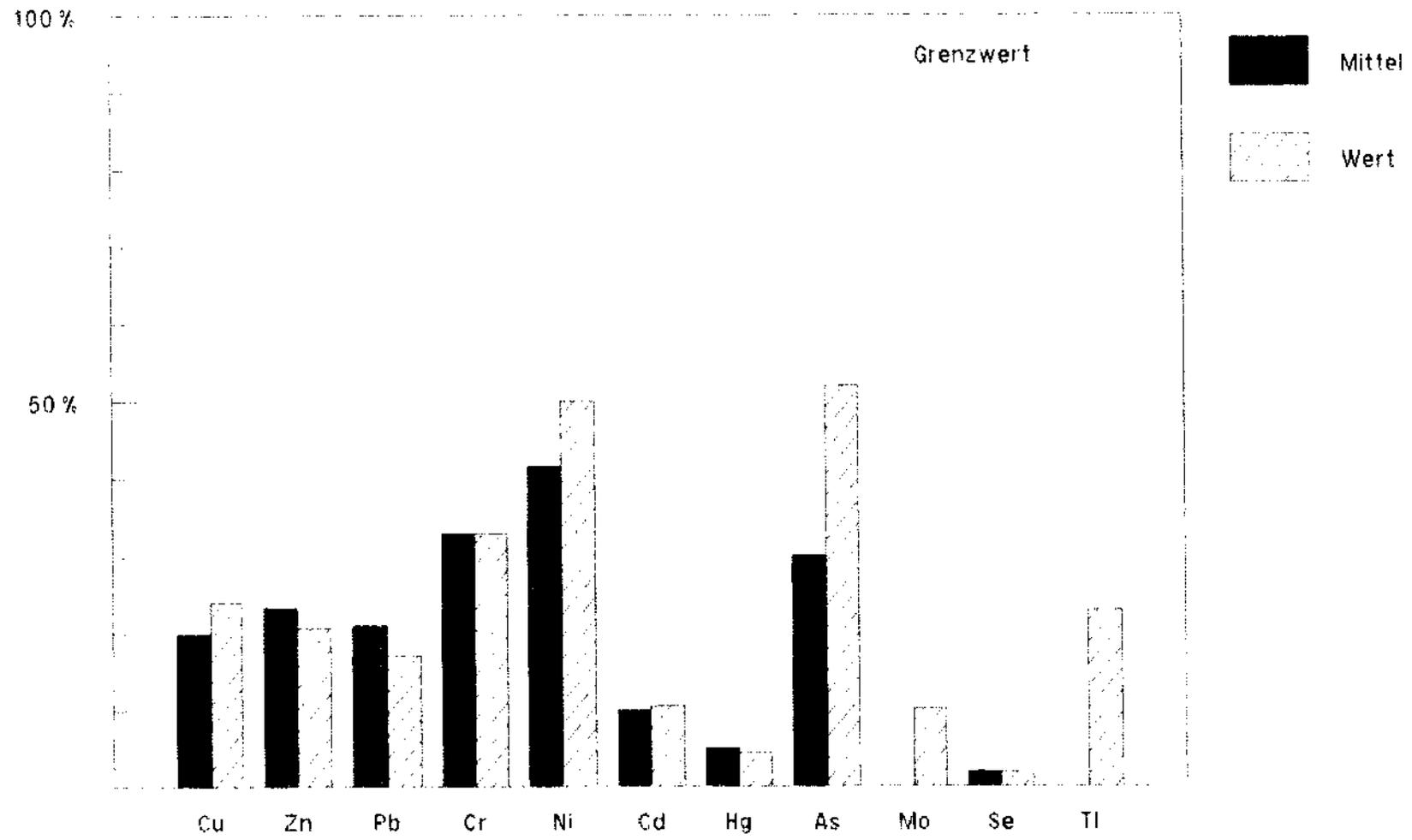
Standort 24



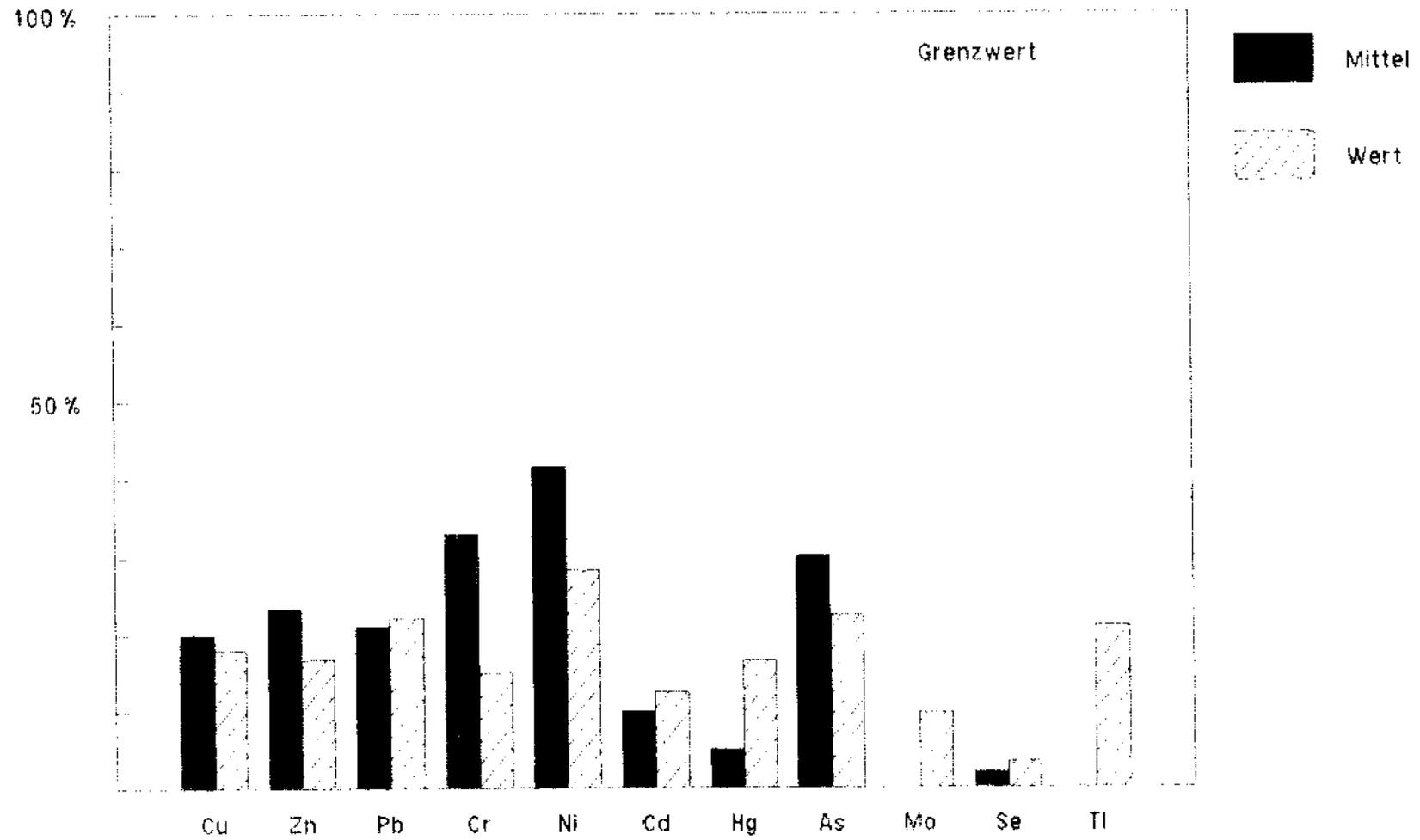
Standort 25



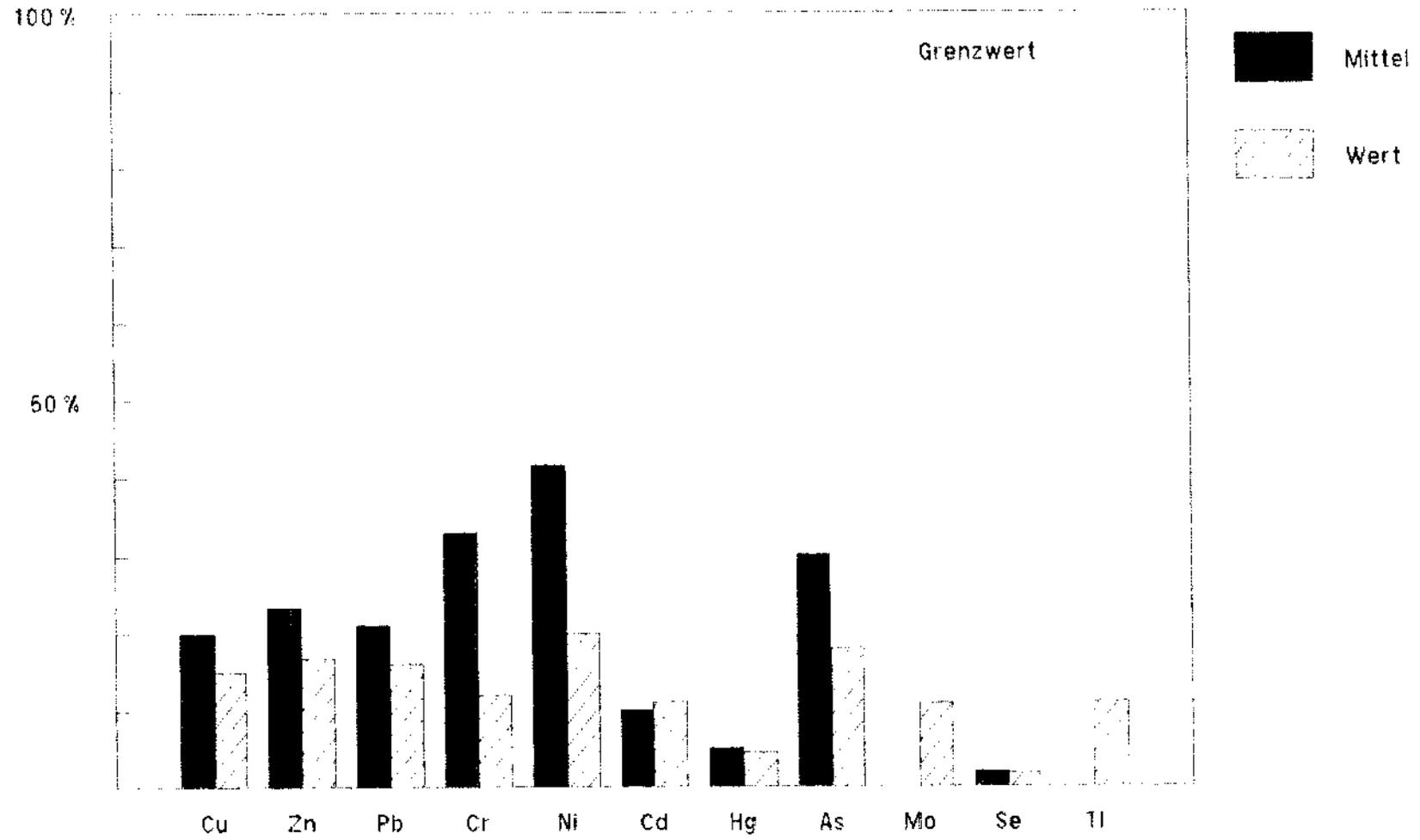
Standort 26



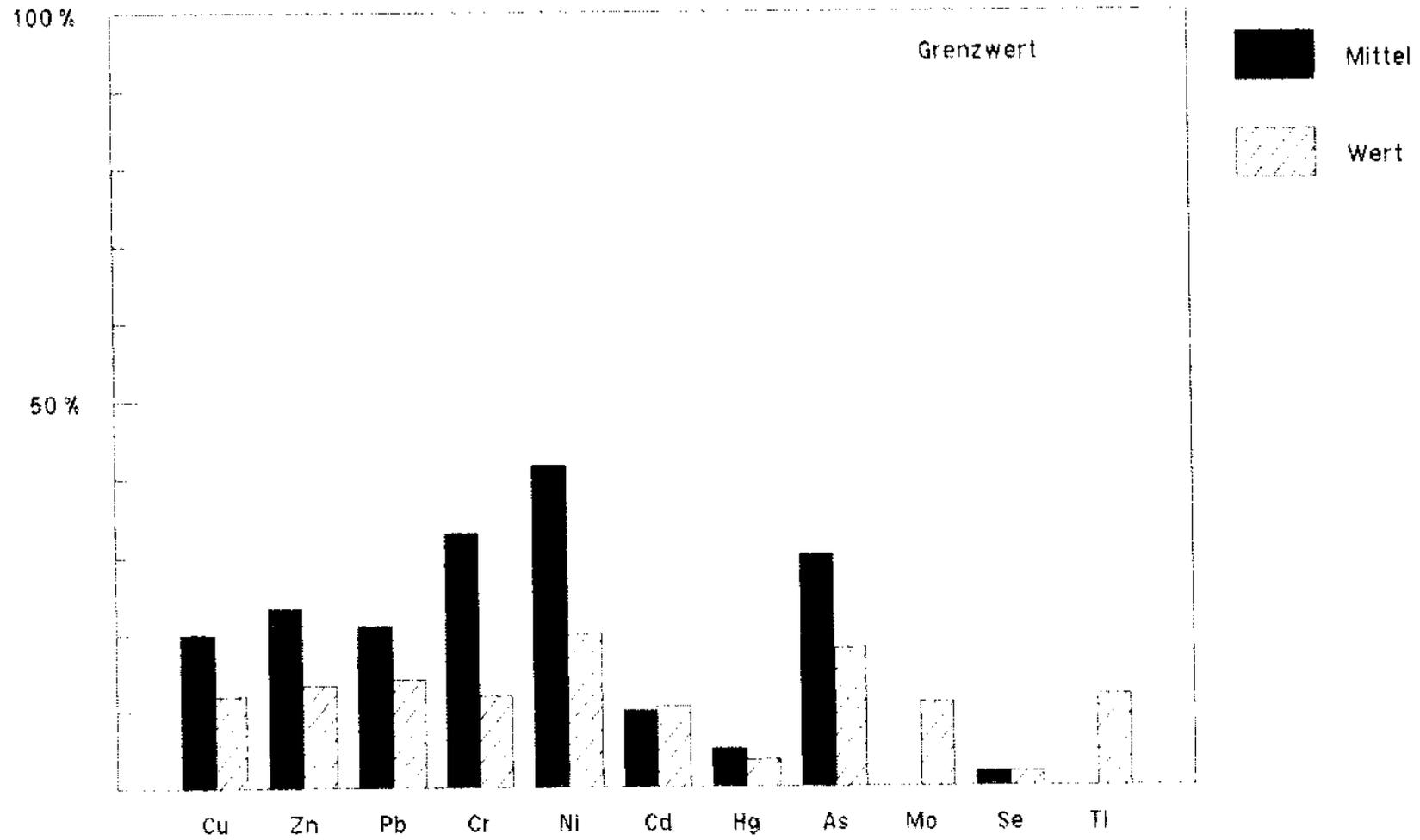
Standort 27



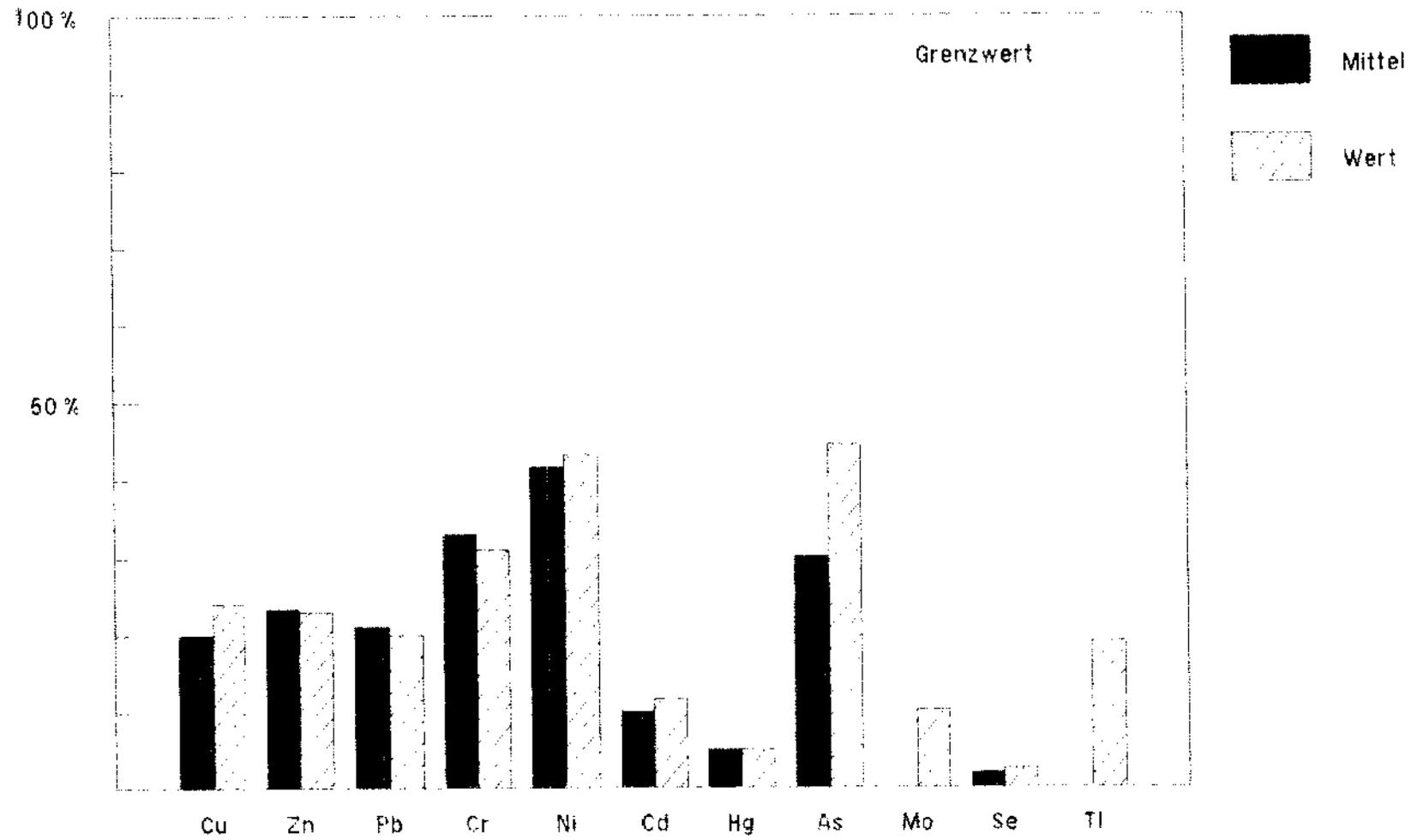
Standort 28



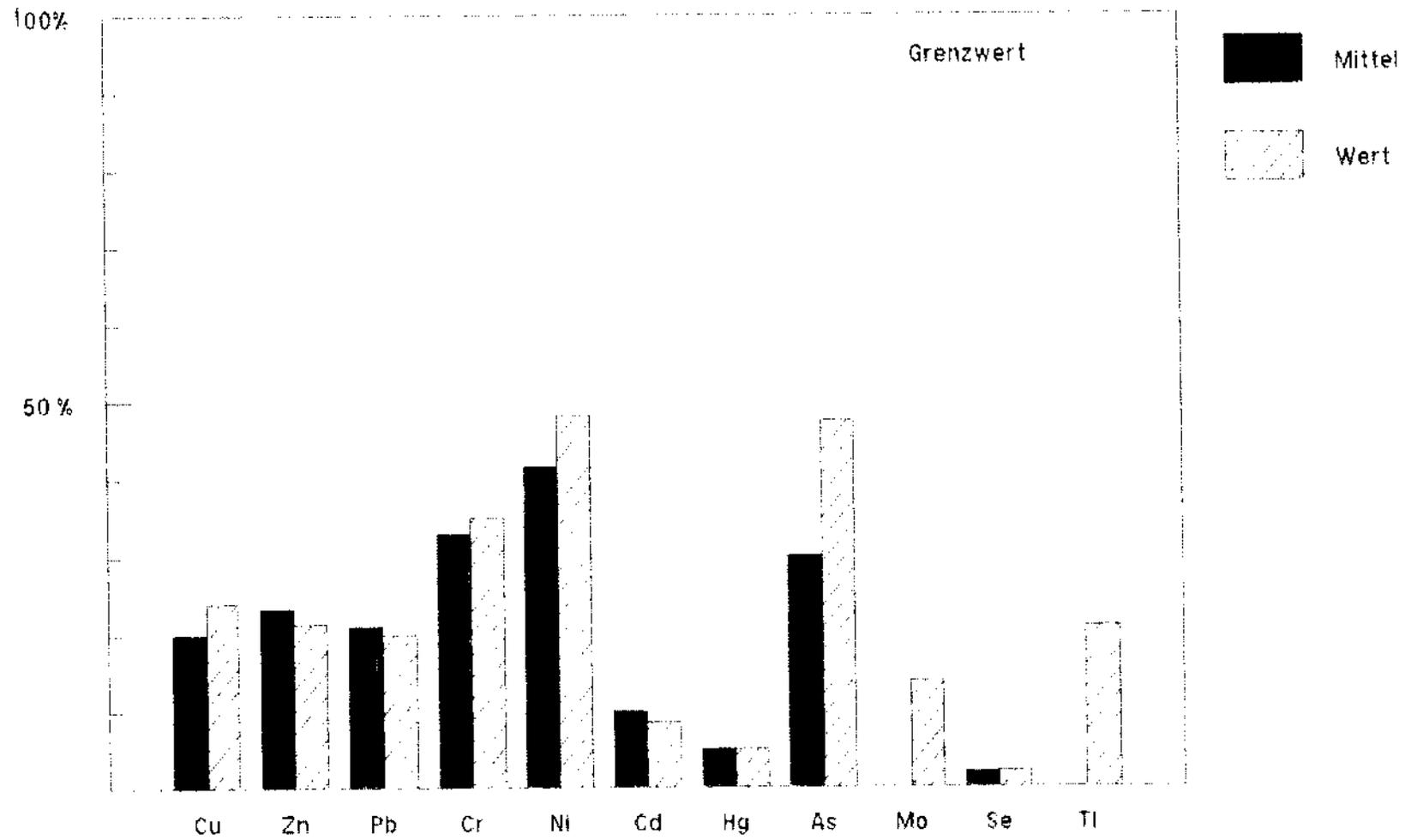
Standort 29



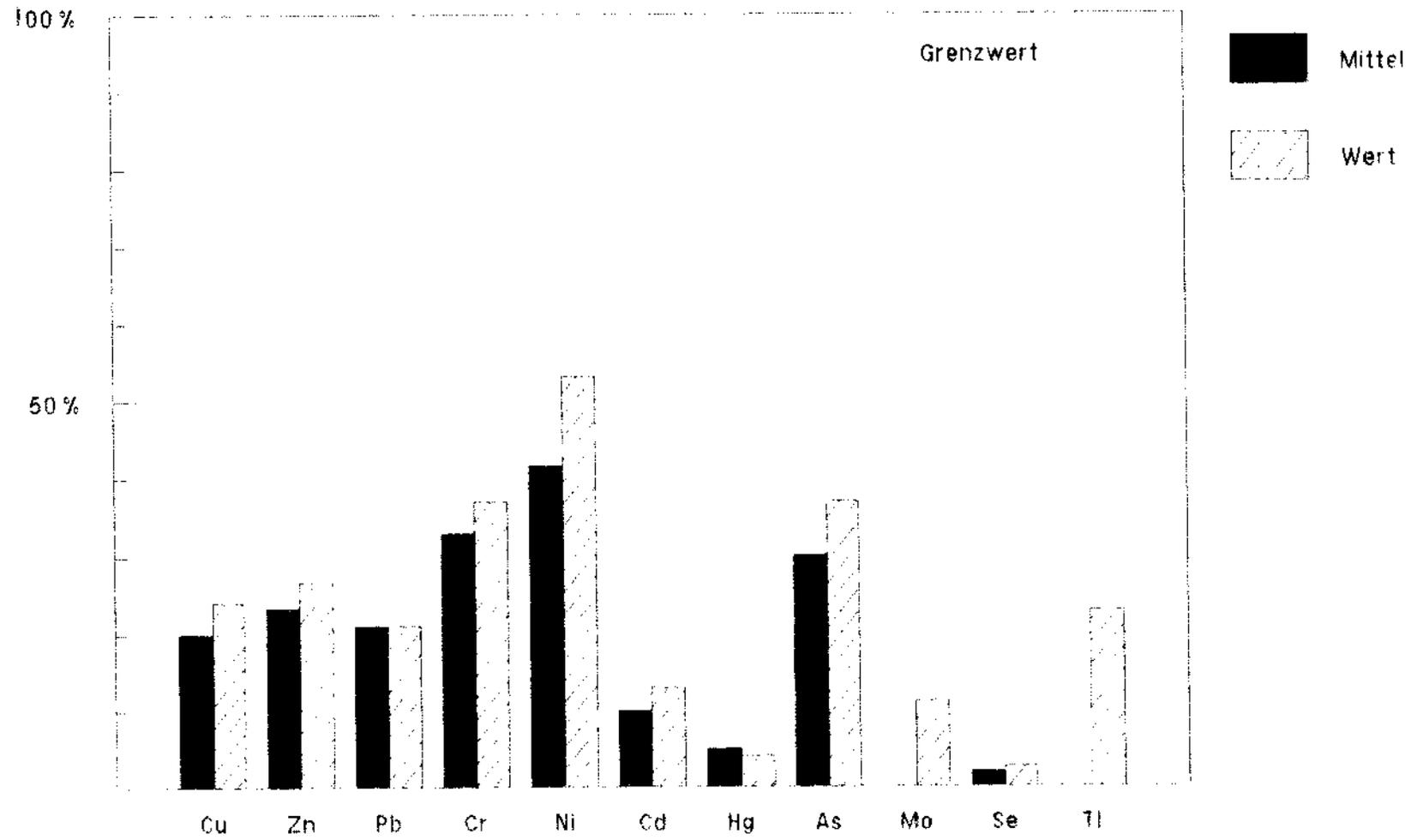
Standort 30



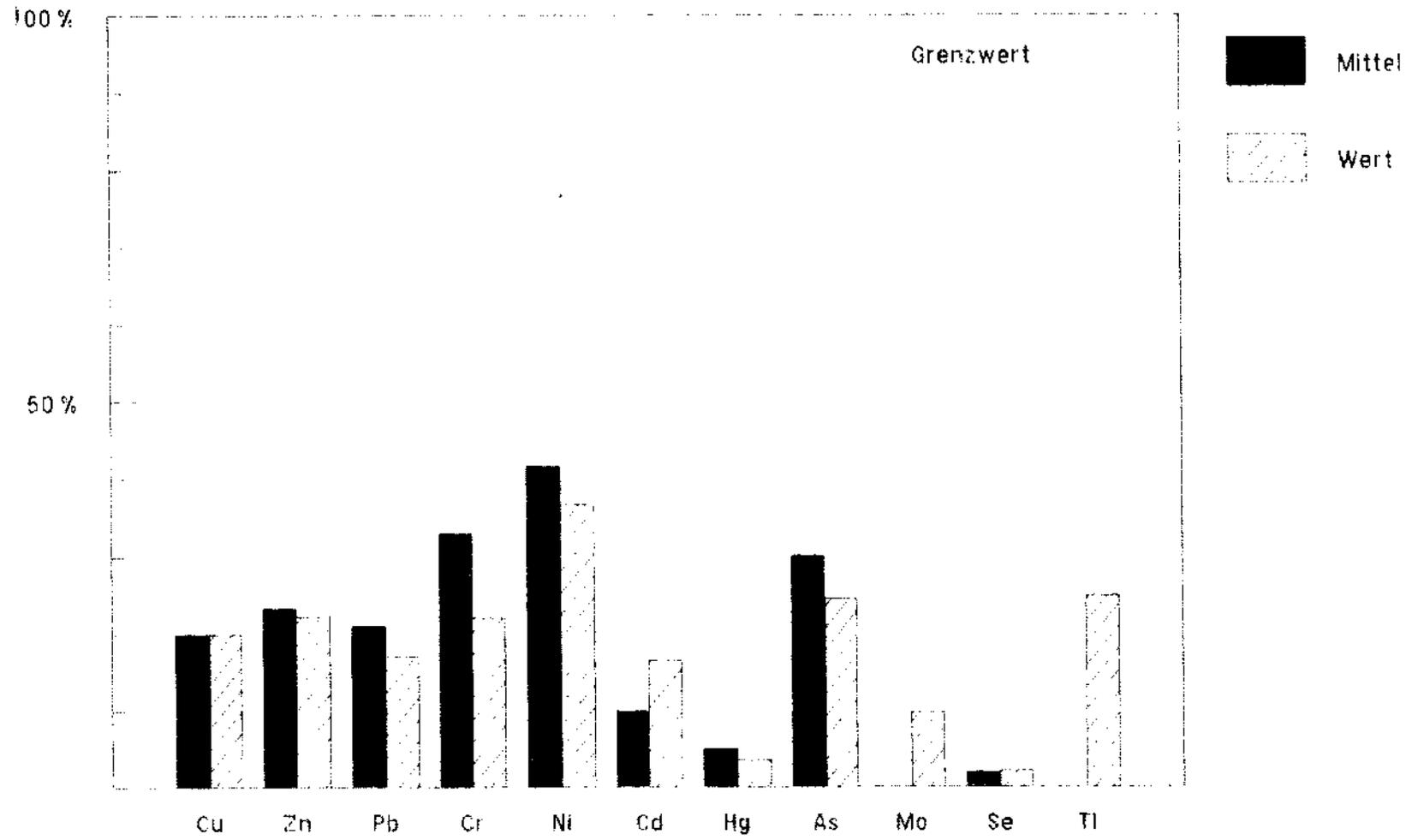
Standort 31



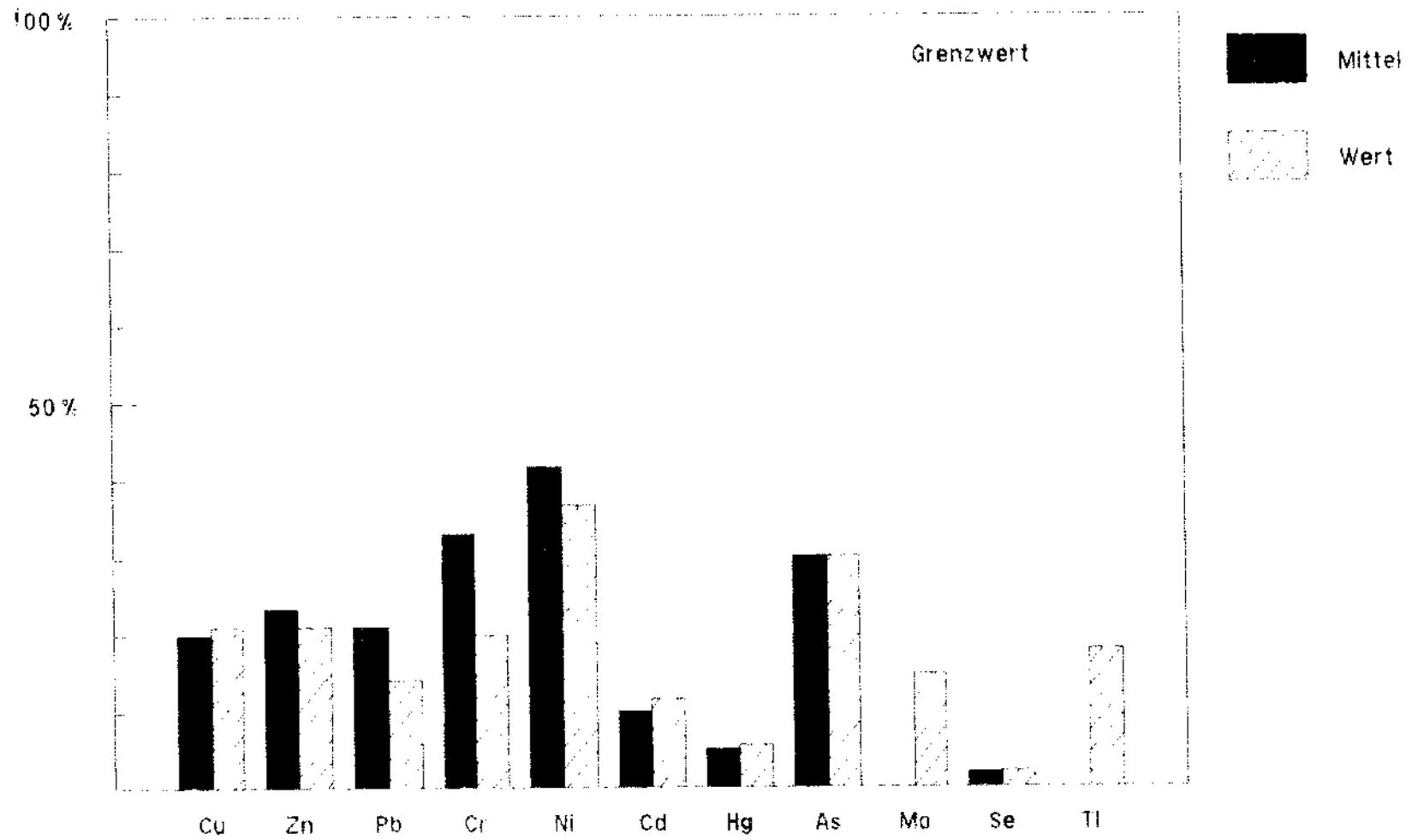
Standort 32



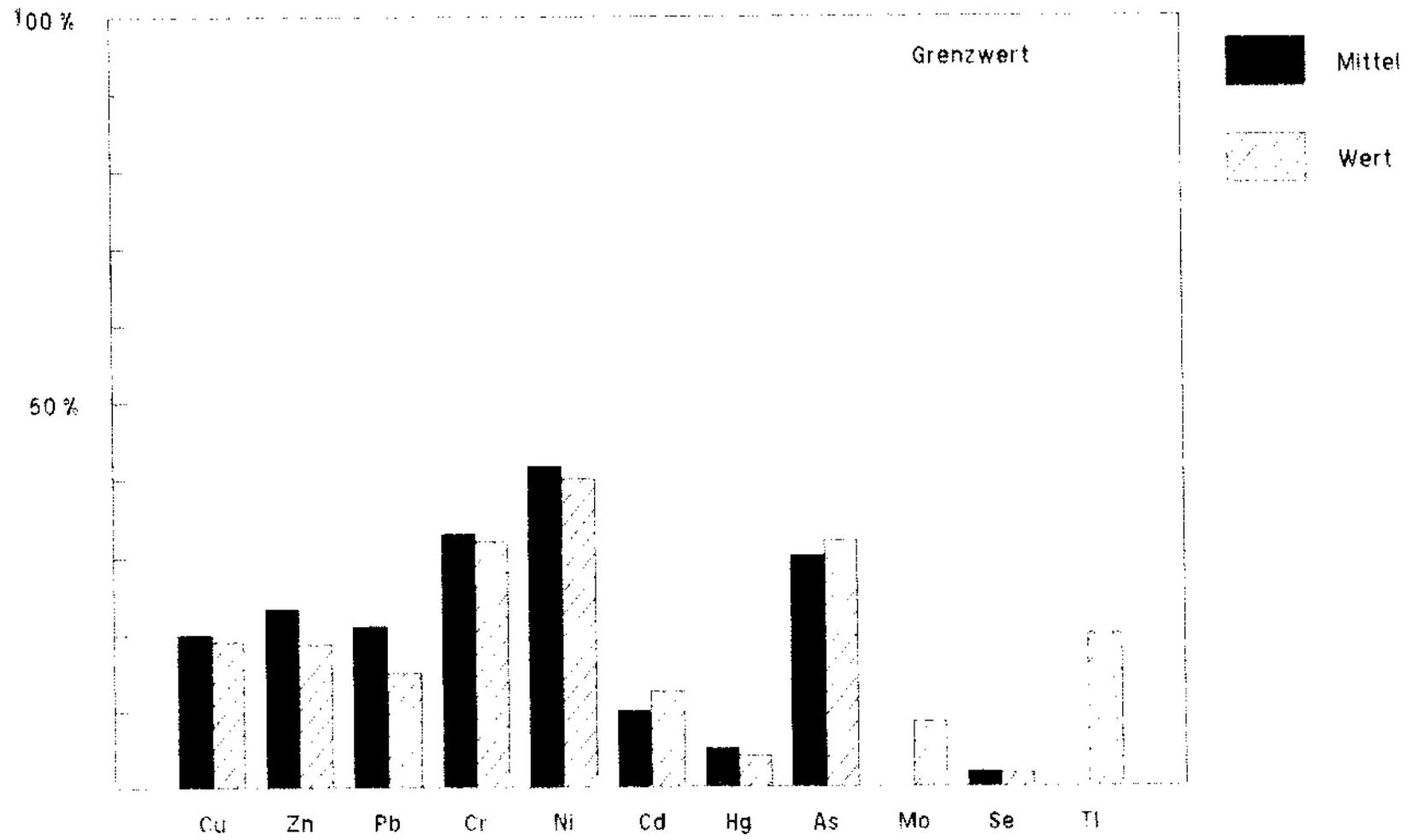
Standort 33



Standort 34

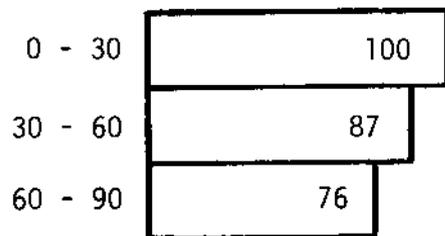


Standort 35

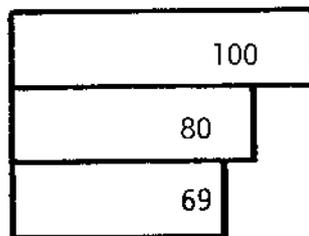


VERÄNDERUNG DER SCHWERMETALLGEHALTE MIT DER BODENTIEFE (Angaben in Rel.-%)

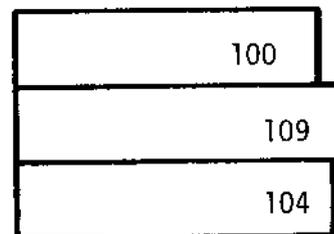
Cu



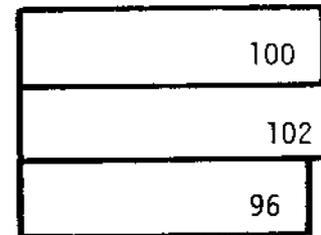
Zn



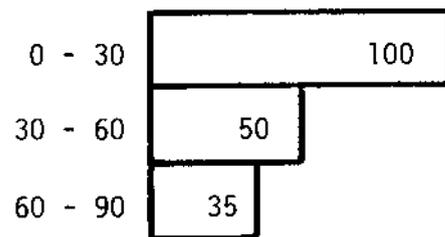
Ni



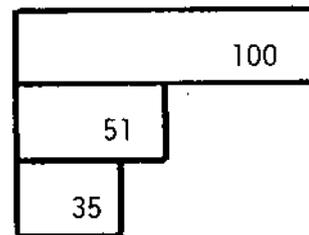
Cr



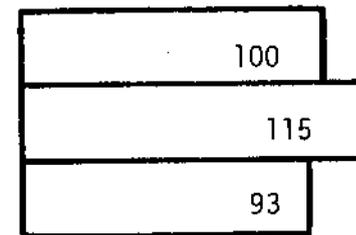
Pb



Cd



Tl



Hg

