

1. Eingangsdatum 1986-01-07	2. Berichtsart Forschungsbericht	3. ARCHIV - Nr. A 06171
4. Titel des Berichtes Geochemische Untersuchungen von Graphitschiefern und Erstellung von Prospektionsparametern in Zusammenhang mit deren Sedimenten und Böden: Enbericht.		5. Standort TEXT R KARTE/BEIL.
11. Verfasser Holzer, Herwig		6. Ordnungszahl
		7. A.Z.
		8. VERTRAULICHKEIT : 3
		9. Abschlußdatum Wien, 1985
		10. Veröffentlichungsdatum
12. Durchführende Institution (Name, Anschrift)		13. Ber.-Nr. Auftragnehmer
		14. Projekt - Code N-A-033/84
		15. Seitenzahlen 14
		16. Literaturangaben
17. Fördernde Institution (Name, Anschrift)		18. Abbildungen 6, 3 Prof.
		19. Tabellen 2
20. Projekttitel Geochemische Untersuchungen von Graphitschiefern und Erstellung von Prospektionsparametern in Zusammenhang mit Sedimenten und Böden.		21. Beilagen
23. Vorgelegt bei (Titel, Ort, Datum)		22. Erledigungen SACHBEARBEITER <i>loo</i>
		B G L Ö <i>erl. G</i>
ÖK - Bl.-Nr. 36		GEOKART
Schlagwörter Waldviertel; Weinberg b. Amstall; Graphitschiefer; Geo - chemie		Kopie an REDAKTION zugeleitet an:
2	3	1
<p>Geol.B.-A. Wien</p>  <p>0 000001 278576</p>		<p>ANMERKUNGEN <i>Had</i></p>
		<p>Sicherheitsfilm M. 998 - E <i>erl. Gabler Quib</i></p>

ARCHIV A 06171-R

TS: 6.10.16.6

Endbericht zum Projekt
"Geochemische Untersuchungen von Graphitschiefern und
Erstellung von Prospektionsparametern in Zusammenhang mit deren
Sedimenten und Böden
Proj. NA 33-1984

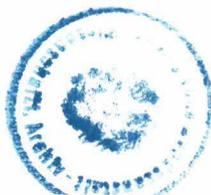
Einleitung und Aufgabenstellung

Im vorliegenden Bericht werden die Ergebnisse der geochemischen Untersuchungen an niederösterreichischen Graphitschiefern wiedergegeben. Es wird in diesem Zusammenhang auf eine ausführliche geologische Detailbeschreibung verzichtet und auf die Arbeit von H. HOLZER (1961) verwiesen. Das Ziel dieses Projekts war eine Untersuchung der Graphitschiefer auf eventuelle wirtschaftliche Anreicherungen von gewissen Spurenelementen oder Edelmetallen. Weiters sollten ausgehend von den analytischen Ergebnissen an Festgesteinsproben geochemische Prospektionsparameter ermittelt werden, die es ermöglichen, auf diese Art von Graphitschiefern bodengeochemisch zu prospektieren. Da die geologische Umgebung aller Waldviertler Graphitlagerstätten sehr ähnlich ist, konzentrierten sich die Untersuchungen auf die ehemalige Lagerstätte Weinberg bei Amstall.

Der vorliegende Bericht gliedert sich in zwei Teile:

1. die Ergebnisse der Festgesteinsgeochemie und
2. die Ergebnisse der Bodengeochemie.

Abschließend folgt eine kurze Bewertung der Untersuchungsergebnisse.



Geochemie der Graphitschiefer und der graphitischen Gneise

Von den Graphitschiefern und den graphitischen Gneisen wurden insgesamt 21 Proben am Institut für Geowissenschaften an der Montanuniversität mittels einer AAS-Anlage (Fa. Perkin Elmer) auf Spurenelemente und Verteilung der Alkali- und Erdalkalielemente untersucht.

Bereits die petrographischen Untersuchungen zeigten, daß Eisen zu sehr großem Teil an die Sulfidphase gebunden vorkommt. Untergeordnet kommt Eisen noch im Chlorit, in Glimmern und in Rutil vor; z. T. noch in etwas Hämatit. Der Gesteinschemismus ist, von den Sulfiden abgesehen, als eisenarm zu bezeichnen.

Eine nähere Untersuchung der Sulfidphase auf die Elemente Ni, Co, Cu, Fe und eine statistische Auswertung der Ergebnisse zeigte, daß bei steigendem Fe-Gehalt auch die Gehalte an Cu, Co und Ni zunehmen. Am prägnantesten erscheint die Zunahme von Co und Ni.

Zink nimmt bei einer Zunahme von Fe leicht ab.

Zn	60	60
Cu	64	30
Ni	238	44
Co	49	12

Die Tabelle zeigt links die ermittelten Durchschnittswerte der Lagerstätte und rechts die Werte der Elementkonzentration in magmatischen Gesteinen in ppm.

Gegenüber den von WEDEPOHL angeführten durchschnittlichen Werten der magmatischen Gesteine liegt bei den Elementen Ni und Co eine Anreicherung um den Faktor 4 - 5 vor.

Das Verhältnis Co/Ni von 4/1 wird im allgemeinen beibehalten, sodaß von einer primären Normalverteilung der Elemente im anorganischen Anteil des Sedimentes ausgegangen werden kann.

Cu wurde nur um den Faktor 2 angereichert, Zink hingegen zeigt gegenüber den Werten von WEDEPOHL keine Anreicherung; das Ausgangsgestein dürfte relativ zinkarm gewesen sein.

Weinberg (%)	Weinberg (%)	nach WEDEPOHL (%)
FeO 7,47	Fe 5,82	Fe 3,54
MnO 0,02	Mn 0,012	Mn 0,07
MgO 0,54	Mg 0,33	Mg 1,39
K ₂ O 2,51	K 2,08	K 2,82
Na ₂ O 4,62	Na 3,45	Na 2,45
CaO 1,61	Ca 1,15	Ca 2,87
Al ₂ O ₃ 10,99	Al 5,81	Al 7,83

Wie aus oben angeführter Tabelle zu ersehen, sind die Graphite und der graphitische Gneis äußerst Al-reich; ferner zeichnen sie sich durch Mg- und Ca-Armut aus.

Bei den Mg-Werten ist allerdings zu berücksichtigen, daß Turmalin im einfachen Flußsäureaufschluß zum Teil erhalten bleibt. Die Werte für K und Na sind gegenüber den Werten von WEDEPOHL erhöht, was mit dem erhöhten Al-Gehalt und dem überwiegenden Auftreten von Feldspat in Einklang steht.

K und Na treten hauptsächlich in die Feldspate, Glimmer und Tonminerale (Verwitterungsphase) ein; Ca tritt ebenso in die Feldspate in Form von Anorthit ein.

Weiters wurde gefunden, daß diese Graphitgesteine äußerst Mn-arm sind. Der ermittelte durchschnittliche Mn-Gehalt entspricht etwa nur einem Siebentel des von WEDEPOHL angeführten Wertes.

Die folgenden Abbildungen zeigen 6 Korrelationsdiagramme mit eingetragener Regressionsgerade.

Aus Abb. 1 ist ersichtlich, daß Ni und Co positiv korrelieren; das heißt bei steigendem Ni-Gehalt nimmt Co zu; ebenso verhalten sich Ni mit FeO (Abb. 2).

Ein Vergleich der beiden Diagramme zeigt, daß Co bei steigendem Ni-Gehalt wesentlich stärker zunimmt als FeO.

Aus den Diagrammen 2 und 4 ist zu ersehen, daß FeO gegenüber Co stärker wächst als gegenüber Ni; das heißt, daß Co eher an Pyrit gebunden vorkommt als an die Nickelsulfide. Dies wird auch durch die EMS- und AAS-Analysen bestätigt.

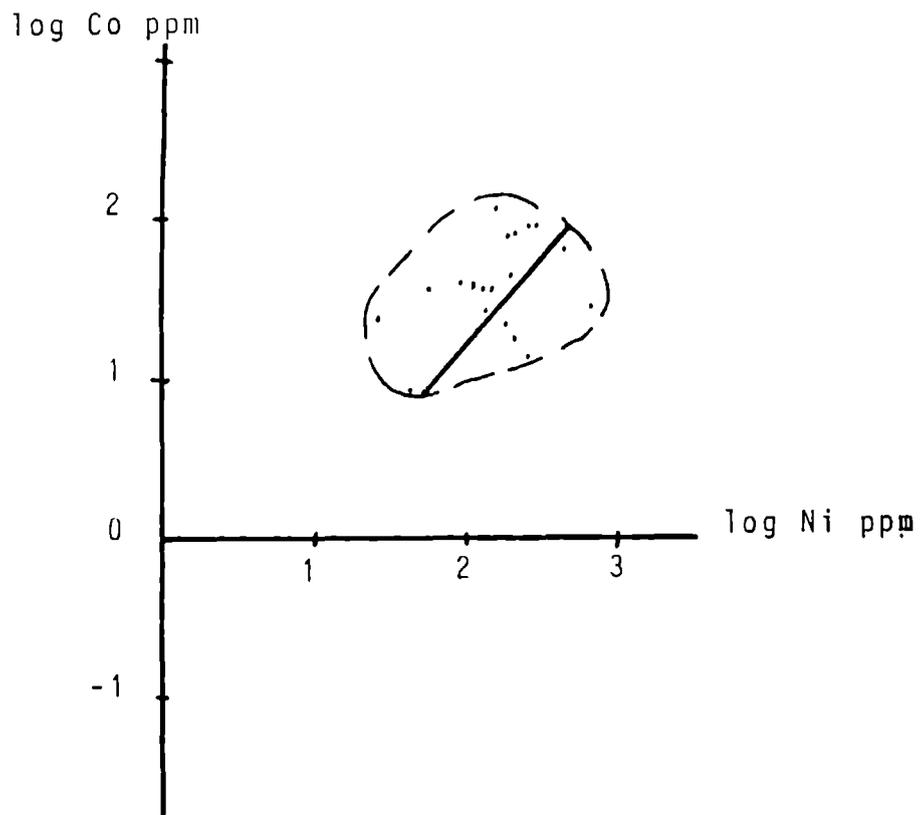


Abb.: 1

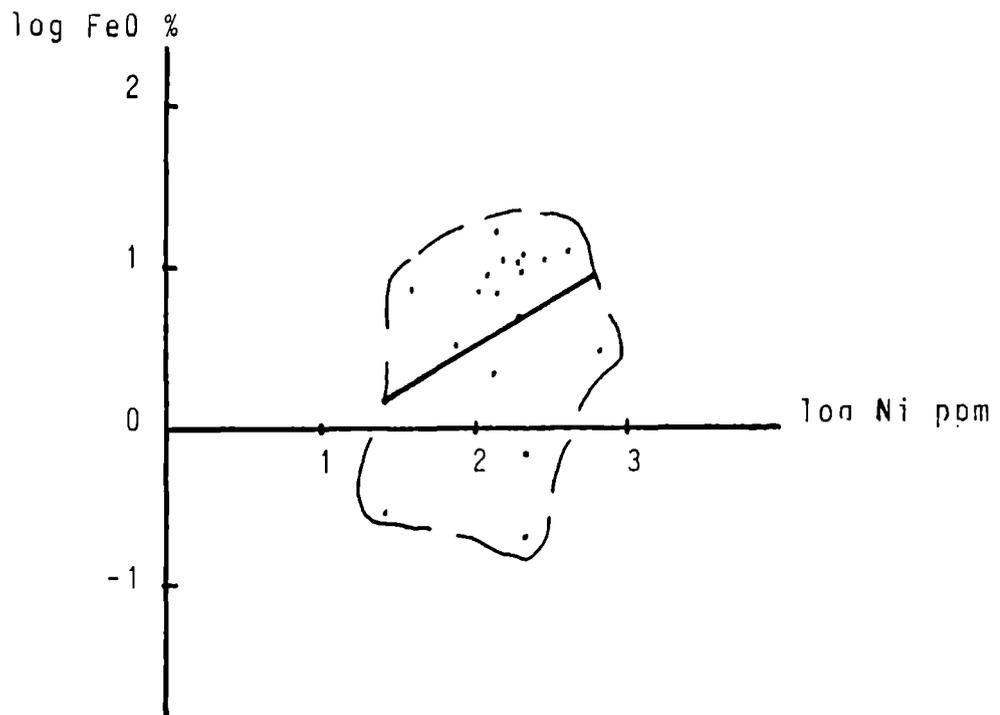


Abb.: 2

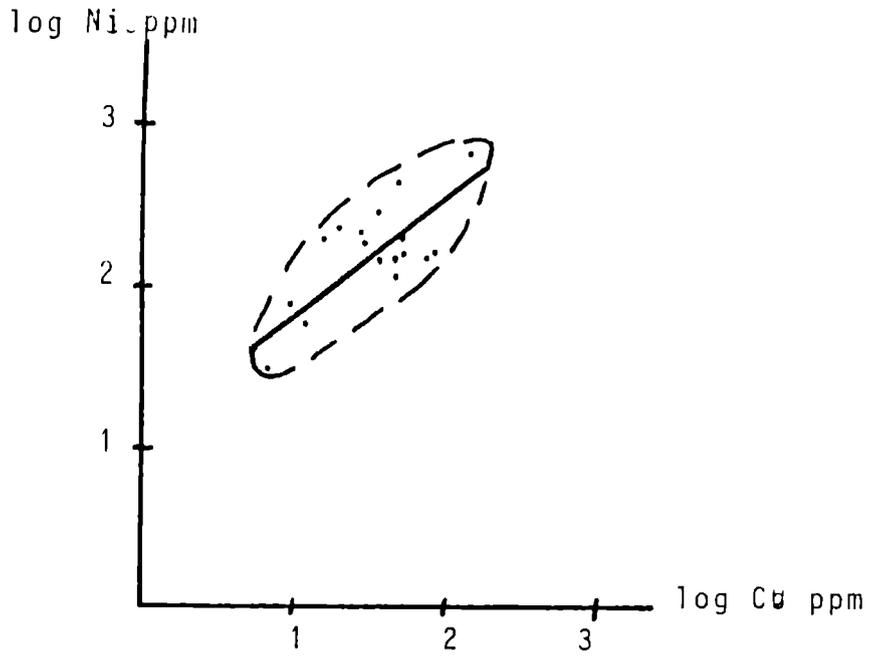


Abb.: 3

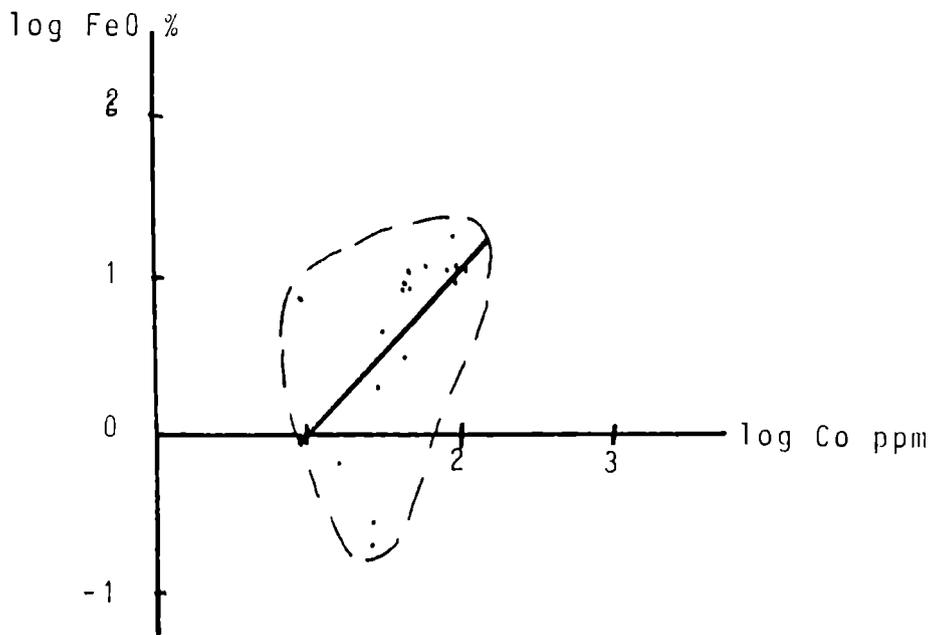


Abb.: 4

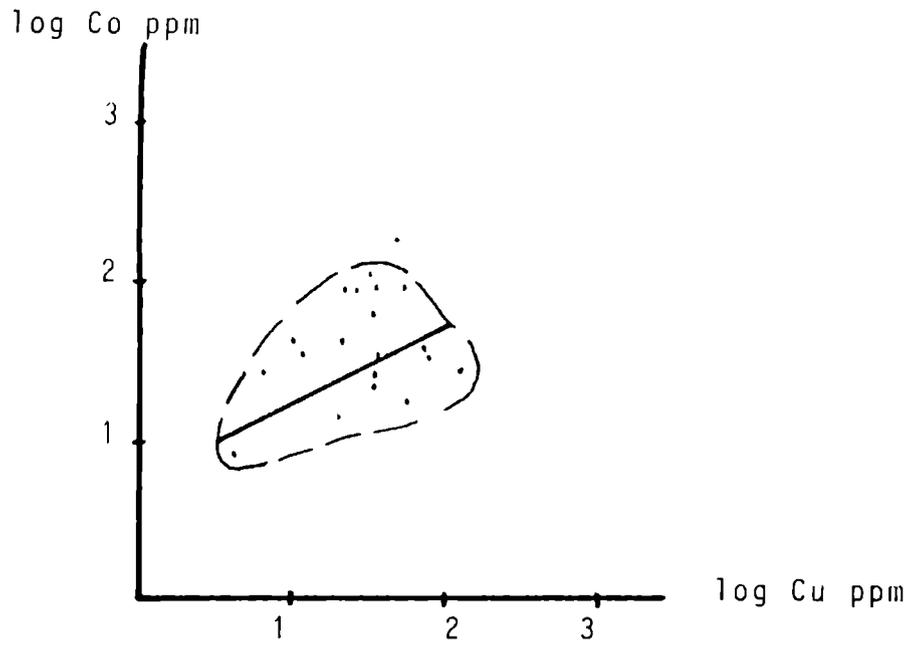


Abb. :5

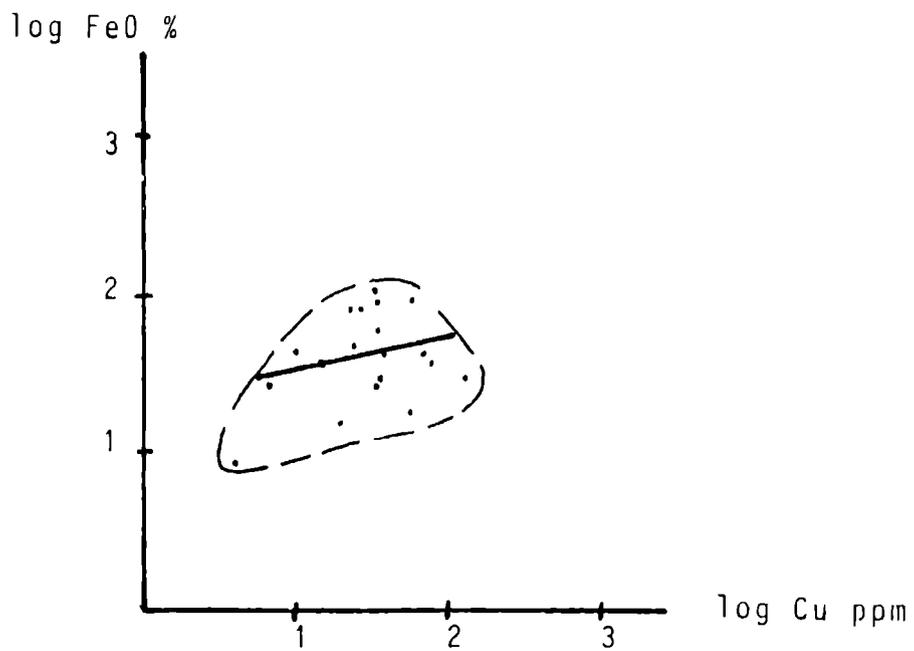


Abb. : 6

Pr. Nr.	C %	Zn ppm	Cu ppm	Ni ppm	Co ppm	FeO %	MnO %	K ₂ O %	Na ₂ O %	CaO %	MgO %	Al ₂ O ₃
1	29,70	34	14	56	35	1,40	0,02	1,84	5,59	1,07	0,31	12,57
2	23,15	26	55	267	97	17,01	0,08	3,21	1,31	0,77	0,99	14,10
3	13,84	25	6	28	28	0,32	0,01	1,13	8,65	1,17	0,22	15,20
4	39,42	97	50	90	58	11,41	0,02	3,39	5,51	1,31	1,02	8,12
5	40,50	67	34	193	25	0,27	0,01	0,76	4,70	2,58	0,42	10,87
6	43,70	157	53	195	18	4,56	0,02	4,77	5,66	1,37	1,58	11,44
7	24,18	72	38	462	58	13,93	0,01	1,84	3,38	1,05	0,57	5,22
8	--	202	41	93	18	1,44	0,13	1,61	3,12	12,04	0,97	6,27
9	24,56	38	70	187	47	11,18	0,01	1,93	1,45	1,06	0,35	7,50
10	28,67	29	24	104	47	7,67	0,02	2,53	5,93	0,93	0,37	13,24
11	3,47	27	10	62	46	3,25	0,01	0,70	7,52	1,15	0,11	12,88
12	16,33	21	25	198	84	8,42	0,02	1,37	3,17	0,48	0,32	8,56
13	40,00	45	33	158	108	12,01	0,01	1,43	5,59	1,16	0,11	12,85
14	18,62	89	135	643	31	2,50	0,03	4,92	4,45	1,37	0,95	8,49
15	14,30	100	47	140	41	7,70	0,01	2,74	5,22	0,82	0,51	7,02
18	--	81	28	195	83	11,39	0,01	2,91	1,39	0,70	0,36	12,01
19	1,34	22	5	41	9	7,21	0,01	3,55	3,66	0,51	0,84	10,43
20	36,58	68	39	303	86	10,37	0,00	4,92	6,23	0,65	0,13	17,86
21	--	24	78	146	36	8,43	0,02	2,39	1,66	1,16	0,68	8,82
22	2,41	61	20	242	15	0,60	0,00	0,41	3,36	1,59	0,25	7,84
23	49,00	116	39	137	29	2,02	0,00	4,11	10,94	1,51	0,67	14,44
24	6,31	58	547	342	53	15,18	0,01	1,87	1,65	0,37	0,67	11,06
25	--	133	98	768	93	15,39	0,17	0,80	3,99	11,43	3,24	7,76
26	--	65	47	915	204	51,31	0,01	0,09	0,84	0,41	0,34	0,03

*	--	60	64	238	49	7,47	0,016	2,51	4,62	1,61	0,54	10,98

Mittelwerte nur über graphitführende Proben ermittelt; ausgenommen sind Pr.Nr.: 8, 25, 26

Tab.: 1

Abb. 3 zeigt eine positive Korrelation von Ni und Kupfer. Ein Vergleich der Diagramme 3 und 5 zeigt, daß Cu bei wachsendem Co-Gehalt nur wenig stärker zunimmt als Ni. Hingegen zeigen die Abbildungen 5 und 6, daß der Co-Gehalt bei wachsendem Cu-Gehalt stärker zunimmt, als der FeO-Gehalt.

Daraus läßt sich der Schluß ziehen, daß Co bevorzugt in die Kupfersulfide Eingang findet, sodann nach den Diagrammen 1, 4 und 5 in den Pyrit und in die Nickelsulfide. Da die Kupfer- und Nickelsulfide nur in sehr zurücktretendem Maße auftreten, dürfte Co zum größten Teil an den Pyrit gebunden sein.

Die AAS-Analysen zeigen, daß die zentralen Graphite, die den höchsten Anteil an Pyrit aufweisen auch die höchsten Werte an Co besitzen.

In weiterer Folge wäre zu prüfen, ob sich auf Basis der Kobaltverteilung in Bodenproben eine Prospektionsmethode auf die österreichischen Graphitschiefer entwickeln läßt.

Al₂O₃:

Aus der Tabelle ist zu ersehen, daß die Werte für Al₂O₃ bei sinkendem Kohlenstoffgehalt abnehmen. Dieser Sachverhalt ist durch gehäuftes Auftreten von Korund in den Graphiten sowie durch eine Zunahme von Quarz und den accessorischen Mineralien wie Turmalin, Glimmer, Titanit, Rutil und Apatit in den graphitarmen Gesteinspartien zu erklären.

CaO und MgO:

Die Ca-Werte differieren stark, da der Graphitschiefer und die marginalen, kohlenstoffärmeren Graphitgneise und -quarzite von Marmor überlagert werden. Durch Verwitterungslösungen kommt es zu Kontaminationen. So sind die Proben mit Werten unter 1,0 % aus der frischen Bruchwand nach einem Abschlag entnommen, während Proben mit Werten zwischen 1,0 % und 1,5 % aus Lagerbereichen stammen, die seit längerer Zeit stillgelegt sind. Die Probe 5 mit einem CaO-Wert von 2,58 zeichnet sich durch Karbonatführung aus (mikroskopisch erkennbar).

Die Proben 8 und 25 stammen aus augitführenden Partien bzw. Amphibolitlagen aus den Marmoren; die hohen CaO-Werte sind damit erklärbar. Die Werte für MgO liegen durchwegs unter 1,6 % und fügen sich recht gut in die Gesamtanalyse ein, allerdings muß das Auftreten von Turmalin berücksichtigt werden.

Fe und MnO:

Die Größenordnung der Analysenwerte für FeO wird durch den stark schwankenden Pyritgehalt bestimmt. Die erhöhten Ni-Werte bei zurücktretendem FeO-Gehalt (z. B. Probe 22) ist auf das vereinzelt Auftreten von \pm freien Pentlanditkörnern zurückzuführen. Die Werte der Probe 26, makroskopisch ein Derberzstück aus einer Pyritflatsche des Lagers I, mikroskopisch überwiegend Pyrit, zurücktretend Pentlandit und untergeordnet Magnetkies sowie Matrixkörner (Quarz und Feldspat), zeigen, daß erst bei starkem Überwiegen von Pyrit (FeO - 51,3 %) Co erhöhte Werte annimmt. Ni hingegen ist unbedingt an Pentlandit gebunden sowie Cu an die Cu-Sulfide Bornit und Covellin.

Die MnO-Werte weisen, wie bereits erwähnt, auf ein äußerst Mn-armes Ausgangsgestein hin. Lediglich die Werte der Proben Nr. 8 (0,13 %) und Nr. 25 (0,17 %) heben sich ab.

Probe 8 ist ein Augit aus dem Marmor des Lagers I und Probe 25 entstammt einer Amphibolitschmitze aus dem Marmor im Lager IV. Nach (JANDA / SCHROLL/SEDLACEK, 1965) sind diese im Marmor eingeschlossenen Amphibolite geochemisch auf Grund des Ni/Co Verhältnisses zu den Orthoamphiboliten zu stellen (vgl. SCHROLL II, 1976):

Im Vergleich mit den Werten von VINE & TOURTELOT (1970) fügen sich die erhaltenen Analysenergebnisse sehr gut in das Bild der Schwarzschiefer ein. Auffallend sind die um das 5-fache erhöhten Na-, Fe- und Co-Werte. Das Element Ni zeigt gegenüber den Schwarzschiefern VINE & TOURTELOT eine Verarmung um den Faktor 2; Cu hingegen liegt etwa in der gleichen Größenordnung.

Die ehemaligen Sapropelite liegen als höchstgraphitisierte Gesteine vor. Auf Grund desorptiver Vorgänge an der kohlig-bituminösen Ausgangssubstanz wurde Ni und Co im Zusammenhang mit Fe und S mobilisiert, wobei vorzugsweise in

den reduzierendsten Bereichen der Graphitkörper, das heißt in den zentralen Spindelbereichen, die Fe-, Ni- und Co-Konzentrationen stattfanden.

Cu tritt in diesen zurück. An Edelmetallen wurden im Zentralbereich der Graphitkörper bis zu 50 ppb Pt gefunden. Proben aus anderen Lagerstättenbereichen lagen bezüglich Pt unter der Nachweisgrenze von 10 ppb. Es scheint aber eine gewisse Zonierung des Pt-Gehaltes zu bestehen, die eine weitere wissenschaftliche Untersuchung rechtfertigen könnte.

Durchschnittswerte nach
VINE & TOURTELOT

	Ø Schwarzschiefer	Weinberg
Al_2O_3	13,22 %	10,98 %
MgO	1,16 %	0,54 %
CaO	2,10 %	1,61 %
Na_2O	0,94 %	4,62 %
K_2O	2,41 %	2,51 %
MnO	0,019 %	0,016 %
FeO	2,57 %	7,47 %
Ni	500 ppm	238 ppm
Cu	70 ppm	64 ppm
Co	10 ppm	49 ppm

Obige Tabelle zeigt eine Gegenüberstellung der Analysenwerte aus Schwarzschiefern (nach VINE & TOURTELOT) und der ermittelten Durchschnittswerte der Analysen aus den Graphitlagerstätten am Weinberg. Signifikante Unterschiede sind in den Werten der Erdalkalielemente sowie Na und Fe zu erkennen. Die Analysen vom Weinberg zeigen ferner eine Verarmung an Ni sowie eine Anreicherung an Co.

Ergebnisse der Bodenanalytik

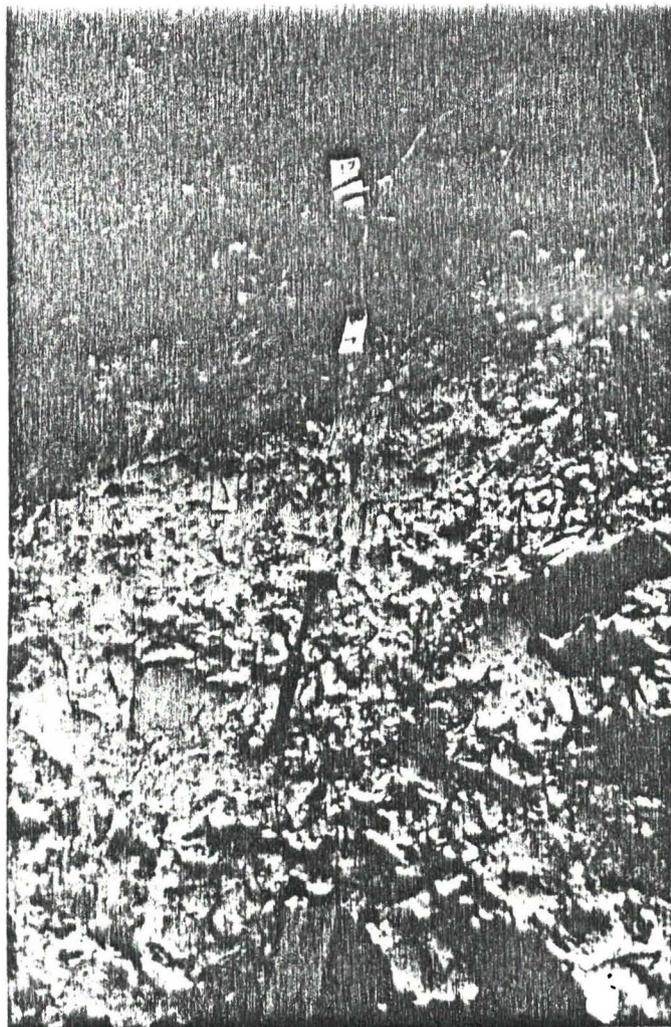
Um eventuelle Prospektionsparameter auf diese Graphitlagerstätten zu ermitteln, wurden drei Bodenprofile beprobt und chemisch analysiert. Die Profile A und B stammen aus Bereichen direkt über dem Graphitlager V der Lagerstätte Amstall, Profil C wurde über karbonatisches Nebengestein gelegt. Die genaue Lage der Proben ist aus den Abbildungen 7, 8, 9 ersichtlich. Die Proben wurden gesiebt und einer Korngrößenanalyse unterzogen, die Korngrößentabellen und die Summenkurven sind als Beilage angelegt.



Profil A



Profil B



Profil C

Zur Ermittlung der geochemischen Charakteristik dieser Bodenproben wurden die kleinen Kornfraktionen ($< 2 \mu$ und $63 - 20 \mu$) einer chemischen Analyse unterzogen. Es wurden die Hauptelemente Magnesium, Kalzium und Eisen analysiert und die Spurenelemente Mangan, Strontium, Zink, Nickel und Kupfer. Da für diese Graphitgesteine ein erhöhter Kobaltgehalt charakteristisch ist, wurden die Bodenproben auch auf Kobalt untersucht. Diese Gehalte lagen alle unter 1 ppm, da diese geringen Gehalte für eine Prospektion unbrauchbar sind, wurden sie auch nicht näher bestimmt. Die Analysenergebnisse sind in Tabelle 2 aufgelistet.

Die Gehalte an Magnesium, Kalzium und Eisen steigen ganz allgemein mit zunehmender Probentiefe im Profil an. Die Ursache liegt wohl darin, daß im Aufschluß schon einige mineralische Komponenten gelöst werden, wie z. B. Karbonate. Diese unverwitterten mineralischen Komponenten nehmen mit zunehmender Tiefe im Profil zu. Es sind daher diese Elemente für eventuelle Prospektionszwecke nicht zu empfehlen, auch ist der Konzentrationsunterschied zwischen Boden über Graphit und dem Nebengesteinsboden bei diesen Elementen zu gering.

Das graphitische Ausgangsgestein ist, wie aus obigem Kapitel ersichtlich ist, sehr verarmt an Mangan. Im Vergleich mit dem Nebengesteinsboden (Profil C) konnten im Zuge dieser Untersuchungen auch sehr niedrige Manganwerte im Boden über der Graphitlagerstätte festgestellt werden. Ob der unterschiedliche Mangan Gehalt alleine ein Prospektionskriterium ist und ob die Konzentrationsunterschiede zum Nebengestein groß genug sind, müßte durch umfangreichere Untersuchungen festgestellt werden. Die anderen untersuchten Spurenelemente zeigen jedenfalls keinen ausreichend großen Konzentrationsunterschied zwischen dem Boden über der Graphitlagerstätte und im Nebengesteinsboden.

Bewertung der Untersuchungsergebnisse

Im Vergleich mit Durchschnittsgehalten von Schwarzschiefern bewegt sich der Gehalt der untersuchten Spurenelemente durchaus im üblichen Rahmen. Lediglich der Gehalt an Kobalt ist etwa um das Fünffache erhöht. Es ist keines der untersuchten Spurenelemente derartig konzentriert, daß hier wirtschaftliches Interesse entstehen könnte.

Die Gehalte an Gold und Platin sind ebenfalls sehr gering, es konnte aber eine gewisse Zonierung des Plattingehaltes zum Graphitlager hin festgestellt werden. Die höchste ermittelte Platinkonzentration lag bei 50 ppp.

Die Böden über den Graphitlagerstätten zeigen nicht dasselbe Spurenelementmuster wie die Festgesteine. Speziell die im Graphit angereicherten Elemente Kobalt und Nickel werden im Boden durch Verwitterungslösungen abgeführt und können daher kaum als Prospektionsparameter verwendet werden. Es scheint allerdings ein sehr geringer Mangangehalt in den Böden über den Graphitlagerstätten im Vergleich zu den Nebengesteinsböden typisch zu sein. Ob dieser Unterschied allerdings als Prospektionsparameter ausreicht, müßte in einer eigenen Untersuchung geklärt werden, die auch die einzelnen Nebengesteinstypen unterscheidet. Auch scheint es erfolgsversprechend zu sein, verschiedene Aufschlußmethoden für die Bodenprobenuntersuchung für diesen speziellen Fall zu testen.

Eine weitere Untersuchung dieser Gesteine auf wirtschaftlich interessante Spurenelementanreicherungen erscheint auf Grund dieser Ergebnisse wenig aussichtsreich. Zur Entwicklung einer geochemischen Prospektionsmethode müßten noch mehrere Bodentypen untersucht werden.

Holze, J.

Objekt-Nr.	A06171
Standort	R
Ordnungs-Nr.	Tab. 2
A.-Z.	/
Vertraulichkeit	3



Ergebnisse der Bodenanalysen über dem Lager V
aus der Graphitlagerstätte Amstall

Tabelle 2

Proben Nr.	Profil A						Profil B										Profil C					
	26	27	28	28	29	30	31	31	32	32	33	33	34	34	35	35	36	37	37	38	39	39
Fraction	63-20	63-20	<2	63-20	63-20	63-20	<2	63-20	<2	63-20	<2	63-20	<2	63-20	<2	63-20	63-20	<2	63-20	63-20	<2	63-20
Mg	700	50	354	50	50	202	303	300	252	1060	1515	1212	1111	900	606	50	50	1212	758	808	200	1010
Ca	9850	3690	7270	3840	2020	4242	7680	2370	6510	1515	18430	2730	11160	3586	11200	2980	1700	5050	2680	9040	12580	19900
Fe	5960	13080	1770	13400	8940	5200	1360	5700	1210	9240	3650	10450	2480	11060	1500	27200	4140	9100	4650	3690	1360	2880
Mn	44	27	7	48	28	18	22	21	41	42	25	39	11	33	4	32	5	48	196	125	24	64
Sr	10	7	1	2	1	3	1	1	1	1	21	1	7	1	1	2	1	1	2	4	2	10
Zn	19	54	52	14	48	35	22	23	45	13	45	29	84	34	51	34	8	22	19	16	34	14
Ni	9	23	3	12	7	6	4	10	5	9	29	9	5	9	3	19	3	10	17	16	5	13
Cu	10	55	4	26	9	12	2	5	2	9	2	10	5	16	3	45	5	10	7	7	3	6