

Einsatz von Geophysik und Bodengeochemie bei der Suche nach komplex-sulfidischen Erzvorkommen in der Kreuzeck-Gruppe (Kärnten, Österreich)*)

Von PETER WALLNER & IMMO CERNY**)

Mit 4 Abbildungen

Kärnten
Kreuzeckgruppe
Lagerstättenforschung
Sulfide
Geochemie
Geophysik
Statistische Auswertung

Österreichische Karte 1 : 50.000
Blätter 180, 181

Zusammenfassung

In der südwestlichen Kreuzeckgruppe konnte mit Hilfe von Eigenpotentialmessungen (9450 Profilmeter) und bodengeochemischen Untersuchungen (rd. 400 Proben) ein 4,6 km langer erzführender Horizont indiziert werden. Die stratiformen komplex-sulfidischen Kieserze, Dezimeter bis 2,2 m mächtig, treten in einer Gesteinsabfolge von Metapeliten und Metapsammiten in Begleitung von Metabasiten auf.

Als Erze treten Pyrite und/oder Magnetkies mit unterschiedlichen Gehalten an Zinkblende, Kupferkies, Bleiglanz, Arsenkies, Ilmenit, Bornit und Gold auf.

Der Einsatz der Eigenpotentialmethode führte zur Abgrenzung von Störkörpern, die durch bodengeochemische Suchmethoden zusätzlich bewertet wurden. Die geochemischen Werte erbrachten nur interpretierbare Ergebnisse, wenn im vorliegenden alpinen Steilgelände die Proben aus autochthonen Böden stammten. Der optimale Probenahmeabstand wurde mittels linearer Semivariogrammrechnung ermittelt. Durch F- und t-Tests konnten unterschiedliche geochemische Grenzwerte ermittelt und spezifischen Bereichen im Suchgebiet zugeordnet werden.

Die „Moving-correlation-coefficient-Filtermethode“ erbrachte einen klaren Zusammenhang zwischen geochemischen und geophysikalischen Maxima.

Summary

In the Kreuzeckgruppe, Carinthia, Austria a 4.6 km long ore-bearing horizon could be found by means of self-potential measurements (9450 profile meters) and geochemical soil sample methods (about 400 samples).

In a sequence of metapelites, metapsammites together with metabasites, stratiform complex-sulfidic ores occur in a thickness up to 2.2 m.

As for ores pyrite and pyrrhotite with different contents of sphalerite, chalcopyrite, galenite, arsenopyrite, ilmenite, bornite and natural gold are found.

The application of the self-potential method indicated geophysical abnormal bodies, which were additionally valued by

*) Teilergebnisse des Rohstoff-Forschungsprojektes „Integrierte Rohstoffforschung in der Kreuzeckgruppe“, finanziert durch Mittel des Bundes und des Landes Kärnten.

**) Anschrift der Verfasser: Dr. PETER WALLNER, Institut für Geologie und Lagerstättenlehre, Montanuniversität Leoben, Franz Josef-Straße 18, A-8700 Leoben, Österreich; Dr. IMMO CERNY, Geologische Abteilung der Bleiburger Bergwerks Union, A-9539 Bad Bleiberg, Österreich.

geochemical soil sample methods. Only samples from an ochthoneous soil in steep slopes provided results that could be interpreted.

Using F- and t-tests as well as the "moving-correlation-coefficient-filter method" a clear relationship between geochemical and geophysical anomalies was evident.

1. Einleitung

Die Kieslagervererzungen im Bereich Knappenstube-Strieden, nördlich Oberdrauburg waren seit Jahrhunderten Gegenstand bergbaulicher Tätigkeit.

Den vielversprechenden Literaturhinweisen (CANAVAL, 1898) nachgehend, wurden im Rahmen des Rohstoff-Forschungsvorhabens „Integrierte Rohstoffforschung in der Kreuzeckgruppe“ eine erneute Bearbeitung dieser Vererzungen durch kombinierten Einsatz geologischer, mineralogischer, sowie geochemischer und geophysikalischer Untersuchungsmethoden durchgeführt. Die vorliegende Arbeit behandelt die Ergebnisse geophysikalischer und bodengeochemischer Prospektionsmethoden. Zweck der Untersuchungen war die Klärung des bislang nur vermuteten Zusammenhanges der Kieslagerausbisse bei der „Knappenstube“ und der „Striederener Brücke“, sowie die Verfolgung dieser erzführenden Serie in westlicher und östlicher Richtung (Abb. 1).

In diesem Zusammenhang wurden wertvolle Erkenntnisse über die Anwendung moderner Suchmethoden im alpinen Steilgelände gewonnen.

2. Geologie und Vererzungen

Das Untersuchungsgebiet wird nach MEYER (1980) von mächtigen quarzitären Glimmerschiefern aufgebaut, die mit 30 bis 45° nach N bis NNW einfallen.

In diese Metapelite- bis Metapsammitserie sind bis 35 m mächtige Metabasithorizonte, vornehmlich Grünschiefer, untergeordnet Amphibolite, eingeschaltet. Die Kiesvererzungen stehen mit Ausnahme des „Hein-Erzlagers“ (Neufund von Dipl. Min. HEIN, FU-Berlin) mit diesen in Verbindung. Für die Weiterverfolgung der Erzvorkommen im Gelände bieten sich als Leithorizont Metabasitzüge, sowie die bei allen Lagerausbissen je-

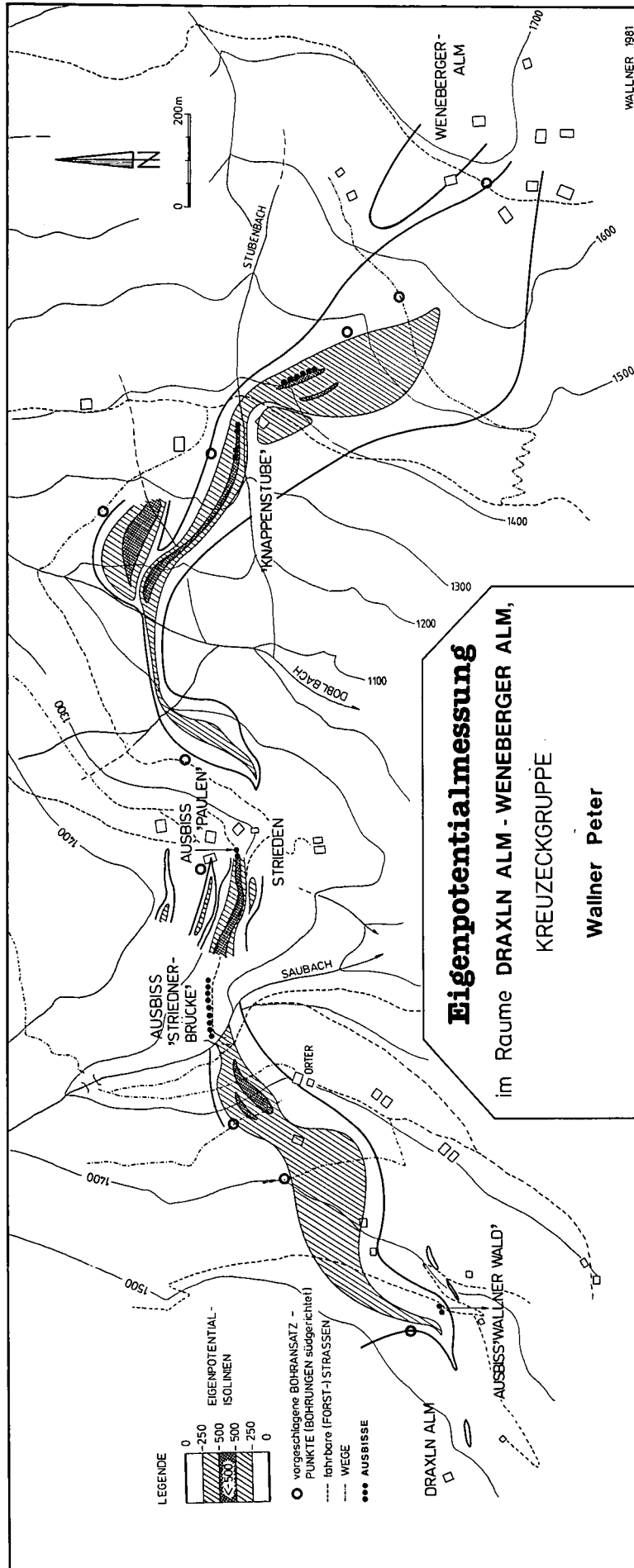


Abb. 1: Lage der Eigenpotential-Meßprofile im Raume Draxln- und Weneberger Alm/Kreuzeckgruppe.

weils im Liegenden auftretenden graphitisch pigmentierten und mylonitisierten Glimmerschiefer an.

Tektonisch wird das Suchgebiet von E–W- bzw. NNW–SSE-gerichteten Störungen geprägt, die Bereichsweise geringfügige Verwerfungen bewirken.

Die Dezimeter bis 2,2 m mächtigen komplex-sulfidischen Kiesvererzungen liegen stratiform und faltenkongruent im Gesteinsverband. Die Derberzlagen werden von bis 3 m mächtigen sulfidischen Imprägnationszonen begleitet. Haupterzminerale sind Pyrit (Knappenstube, „Hein-Erzlager“) oder Magnetkies (Striedener Brücke). Untergeordnet treten Zinkblende, Kupferkies, Bleiglanz und Arsenkies neben Spuren von Gold (bis 102 g/t), Ilmenit und Bornit auf. Mikrosondeanalysen von ZnS zeigen hohe Indiumgehalte bis 1 %. Auf Grund geochemischer und geologischer Parameter sind die bearbeiteten Erzvorkommen dem submarin exhalativ gebildeten Vererzungstyp zuzuordnen. Das Alter der erzführenden Gesteinsabfolge wird als „altpaläozoisch“ angenommen.

3. Eigenpotentialmessungen

Die Eigenpotentialmeßmethode (SP) hat sich im Rahmen des Projektes „Suche nach verborgenen komplex-sulfidischen Derberzkörpern“ als sehr geeignet erwiesen.

Erste Testversuche mit SP und gleichzeitiger Bodenprobenchemie über bekannte Kieslagerlokalitäten in diesem Gebiet zeigten Überlegenheit (schnellere und genauere Abgrenzung von Störkörpern) von SP gegenüber der Geochemie. Auf Grund dieser Erkenntnis wurden zuerst mittels Eigenpotentialmessungen Anomaliebereiche festgestellt, die anschließend mit Hilfe der Bodengeochemie überprüft bzw. qualifiziert worden sind.

Die vorweg im Gelände ausgepflockten Meßprofile wurden unter Verwendung eines FLUKE-Multimeters mit zwei keramischen Topfelektroden (110 m Kabelauslage) vermessen.

Das Meßgebiet liegt bei einer E–W-Erstreckung von ca. 3 km zwischen der Draxln Alm im W und der Weneberger Alm im E. Die Breite des Meßgebietes konnte insofern eingeschränkt werden, da die bekannten Kieslagerausbisse in Verbindung mit den geologischen Vorinformationen eine annähernde Konstruktion der vermuteten Ausbisslinien ermöglichten. Der Arbeitsraum wurde mit 32 Meßprofilen mit Längen zwischen 110 und 460 m (insgesamt 9450 Profilmeter) bei einem Profilabstand zwischen 30 und 270 m überdeckt.

Der Abstand zwischen den einzelnen Meßpunkten entlang der Profile schwankt zwischen 1 und 10 m.

Für detaillierte Versuchsmessungen im 1m-Abstand wurden die Gebiete der unmittelbaren E- und W-Fortsetzung der Vererzung Striedener Brücke ausgewählt.

Die Profile wurden senkrecht zum vermuteten E–W-Streichen der Vererzungen gelegt. Auf Grund der schwierigen Morphologie war dies nicht immer möglich.

Bei der Auswertung wurden sämtliche Meßwerte (arithmetisches Mittel aus Hin- und Retourmessung) auf Basis von Profil 2 bezogen und die so korrigierten Werte mittels Isolinie dargestellt. Dabei kamen nur die Bereiche 0 bis –250, <–250 bis –500 und <–500 mV zur Auftragung.

3.1. Meßergebnisse

Von den 32 gemessenen SP-Profilen zeigen 28 zum Teil markante Anomalien mit Amplituden bis –640 mV

(korrigiert) und Anomaliebreiten (<0 mV) bis zu 390 m (Bereich südlich Knappenstube), was immerhin eine Halbwertsbreite von 240 m ergibt. Die Profile 4, 4a, 9 und 10 liefern keine negativen Potentialwerte. Die Extremwerte der einzelnen Profilanomalien sind untereinander gut korrelierbar. Sie ergeben eine deutlich zusammenhängende Anomalie, die sich von der Weneberger Alm über die Knappenstube, Doblach bei 1150 m SH, Strieden und Orter bis zur Draxln Alm im W verfolgen läßt. Damit wird ein durchgehender Horizont auf eine streichende Länge von ca. 4600 m nachgewiesen. Dieser Anomalieverlauf korrespondiert gut mit den Ergebnissen der geologischen Kartierung und ergibt ein E–W-Streichen mit 35 bis 45° Nordfallen des Störkörpers. Die Gebiete südöstlich und nordwestlich der Knappenstube sowie der Bereich westlich von Orter (Abb. 1) zeigen die deutlichsten bzw. breitesten SP-Anomaliebereiche. Der Störkörper keilt nach SE und SW aus. Im Abschnitt zwischen Striedener Brücke und Strieden sowie zwischen Strieden und Doblach sind die SP-Maxima zum Teil auffallend schmal ausgebildet. Der Hauptstörkörper wird meist von einem (z. B. Orter, Knappenstube) oder mehreren (z. B. östlich Strieden) Störhorizonten begleitet.

3.2. Diskussion der Meßergebnisse

Ein Meßpunktabstand von 10 m ist als ausreichend für die Erfassung von SP-Anomalien im Suchgebiet anzusehen.

Als Ursache für die signifikante Ausbildung von Eigenpotentialanomalien im Zielgebiet sind sulfidische Vererzungen oder graphitisch pigmentierter Glimmerschiefer in Erwägung zu ziehen. Eine annähernde Wichtung Erz-Graphit wurde mit Hilfe der Bodengeochemie, entlang der SP-Profile erreicht. Wie die Untersuchungsergebnisse von GIESE et al. (1980) zeigen, erbringt auch der Einsatz der geophysikalischen Methoden Mise-a-la-Masse, Very-low-frequency-resistivity und Induzierte Polarisation diesbezüglich nicht die erwünschten Ergebnisse. Eine definitive Beantwortung der Frage Erz oder Graphit wird nur durch Schurfgräben bzw. seichte Bohrungen möglich sein. Die SP-Maxima sind nicht immer streng an die Erzausbisse gebunden. So ergibt sich beispielsweise beim Erzaufschluß oberhalb der Knappenstube das Potentialmaximum ca. 15 m im Liegenden, während die SP-Werte in Richtung Ausbiß und weiter langsam abnehmen, ohne daß die Vererzung selbst durch erhöhte Werte in Erscheinung tritt. Eine mögliche Erklärung dafür könnte darin gefunden werden, daß der Erzhorizont bei der Knappenstube untertage durch Strecken teilweise unterbrochen bzw. abgebaut ist und somit der Potentiallinienverlauf gestört oder sogar unterbrochen wird. Moränenüberdeckungen (Profil bei Gehöftgruppe Strieden) ergaben keine SP-Anomalie.

4. Bodenprobengeochemie

Als weitere Prospektionsmethode wurden im Untersuchungsgebiet bodengeochemische Beprobungen durchgeführt.

Folgende Ziele wurden verfolgt:

- Überprüfung der Anwendbarkeit von Bodenprobengeochemie im alpinen Steilgelände;
- Überprüfung des Zusammenhanges der Erzlagerausbisse bei der Striedener Brücke und Knappenstube

- Verfolgung genannter Vererzungen in Richtung SE und W;

Hilfestellung bei der Interpretation von SP-Anomalien zur Unterscheidung von Erz- und Graphit-führenden Gesteinshorizonten.

4.1. Bodenprobenahme und Probenahmebedingungen

Mit dem PÜRCKHAUER-Bohrstock wurden über bekannte Vererzungen im Raume Strieden-Knappenstube sechs Bodenprofile detailliert aufgenommen und beprobt, um Anhaltswerte über die Verteilung der Elemente Pb, Zn und Cu in diesem Boden zu erhalten und Anreicherungstrends festzustellen.

Vom Bohrstock wurde jeweils alle 10 cm eine Probe abgestreift getrocknet und bei -80 mesh gesiebt. Der meist schwach saure sowie tiefgründig durchwurzelte Boden entspricht generell dem Typus „Braunerdeboden“ (MÜCKENHAUSEN, 1975) und widerspiegelt die Bildung unter feuchtkühlen Klimabedingungen. Diese Faktoren bewirken die Ausbildung von A-C-Böden mit fehlendem bzw. höchstens angedeutetem B-Horizont.

Daß es zu keinem deutlich differenzierten Bodenprofil kommt, ist auf das im Steilgelände vorherrschende Hangfließen zurückzuführen, was erhebliche Auswirkungen auf die Ausbildung von sekundären Dispersionshöfen hat. Die durchschnittliche Bodenüberdeckung im Beprobungsgebiet liegt zwischen 30 und 150 cm (im Moränenbereich östlich Strieden mehrere Meter).

Für die bodengeochemische Prospektion im Raume Strieden-Knappenstube wurden als Indikatorelemente Cu, Zn und Pb ausgewählt, da sie im vorliegenden komplexen Sulfidertyp in anomalen Konzentrationen auftreten, nicht aber im Nebengestein bzw. in der weiteren Umgebung.

Die Bodenproben wurden im Labor der Bleiberger Bergwerks Union mittels AAS analysiert.

Für die Ermittlung des optimalen Probenabstandes wurden anhand der Ergebnisse von Testbeprobungen entlang der Profile 1, 11, 12 und 20 lineare Semivariogramrechnungen für die Elemente Pb, Zn und Cu nach der Formel

$$\gamma(h) = 1/2n' \cdot \sum_{i=1}^{n'} (Z_{x_{i+h}} - Z_{x_i})^2$$

durchgeführt, wobei n' Anzahl der Paare, Z_{x_i} Metallwert und $Z_{x_{i+h}}$ Metallwert im Abstand h bedeutet.

Die Variogramme zeigen, daß zur Erfassung der Cu-, Pb- und Zn-Anomalien entlang der Testprofile ein Bodenprobenabstand von 40 bis 50 m ausreicht.

Um detailliertere Aufschlüsse über die Art und Form der sekundären Dispersionshöfe zu erhalten, sowie zur genaueren Abgrenzung auch kleinerer Anomaliebereiche wurden Profile in Weide- und landwirtschaftlich genutzten Flächen im Abstand von 10 m, Profile in Wald- und Rußschgebieten im Abstand von 20 m beprobt.

Die Abstände zwischen den Parallelprofilen schwanken je nach topographischen Gegebenheiten zwischen 50 und 500 m. Eine rasterförmige Probenahme konnte wegen der schwierigen Morphologie nicht durchgeführt werden.

4.2. Verteilung der Elemente im Boden

Zink zeigt eine bevorzugte Bindung an die humosen oberen 30 cm des Bodenprofils. Ein zweiter Anreicherungspeak wird im unteren Teil des A-Horizontes angedeutet.

Zn korrespondiert selten mit Pb, was auf die unterschiedlichen Migrationseigenschaften der Elemente zurückzuführen ist (GINSBURG, 1963; LEVINSON, 1980).

Kupfer akkumuliert sich bevorzugt im unteren Bereich des A-Horizontes, Blei tendiert eher zu einer Anreicherung im tiefsten Teil des Bodenprofils, was der bekannt „migrationsmüden“ Natur dieses Elementes entspricht. Die bereichsweise beobachtbare Pb-Konzentration in den oberen 15 cm der Böden ist zweifelsohne auf die starke Adsorptionseigenschaften (pH-Wert) organischer Substanzen zurückzuführen.

Diese Anreicherungstendenzen zeigen, daß die Elemente Cu, Pb und Zn nicht ausschließlich in jeweils nur einem Bodenhorizont angereichert sind.

Nachdem Cu größtenteils, Pb bevorzugt und Zn teilweise zur Anreicherung im unteren Bereich des A-Horizontes tendieren, wurde für die weitere Bodenbeprobung der untere Abschnitt des A-Horizontes gewählt.

4.3. Auswertung der Analysendaten

Der einheitliche lithologische Aufbau ließ – mit Ausnahme der Moränenüberdeckung bei Strieden – für das gesamte Suchgebiet ähnliche background-threshold- und anomaly-Werte in den Böden erwarten.

Ob dies zutrifft bzw. die Bodenproben mit ihren jeweiligen Buntmetallgehalten tatsächlich einer Grundgesamtheit oder verschiedenen Populationen angehören, konnte mittels Student-t- und Snedecor-F-Verteilung überprüft werden. Ergeben sich auf Grund dieser empirischen Voruntersuchungen zwischen bestimmten Gebieten diesbezüglich signifikante Unterschiede, müssen die geochemischen Grenzwerte bereichsspezifisch ermittelt werden.

Nur unter der Bedingung, daß beide Testmethoden Abhängigkeiten zwischen den Mittelwerten und Standardabweichungen der beobachteten Merkmalsbereiche zeigen, kann die Aussage getroffen werden, daß zwischen den Populationen „keine signifikanten Unterschiede“ bestehen. Das Suchgebiet wurde in 10 Detailbereiche untergliedert. Die Ergebnisse der elementspezifisch durchgeführten Untersuchungen mittels t- und F-Tests sind aus Abb. 2 zu entnehmen.

Aus Abb. 2 geht deutlich hervor, daß die Metallwerte der Bodenproben keinem Gesamtkollektiv zugeordnet werden können, d. h., daß im Arbeitsgebiet verschiedene Detailbereiche mit unterschiedlichen background-threshold- und anomaly-Grenzwerten vorliegen.

Auffallend dabei ist die Tatsache, daß auch Gebiet mit ähnlichen Bodenverhältnissen oder Metallkonzentrationen nur zum Teil miteinander korrespondieren. Man erhält einen äquivalenten Trend, wenn ausschließlich die background-Werte der einzelnen Profile untereinander verglichen werden.

4.4. Geochemische Grenzwerte der untersuchten Elemente

Wie oben mit Hilfe der t- und F-Tests begründet, können für das Suchgebiet keine gemeinsamen Grenzwerte ermittelt werden, sondern es ist notwendig, für einzelne Detailbereiche getrennt solche zu errechnen.

Ermittelt wurden jeweils die statistischen Parameter:
 \bar{x} = background (= arithmetic mean)
 s = standard deviation

$\bar{x} + 2s$ = mögliche Anomaliewerte (Wahrscheinlichkeit: 95,5 %)

$\bar{x} + 3s$ = wahrscheinliche Anomaliewerte (Wahrscheinlichkeiten: 99,7 %).

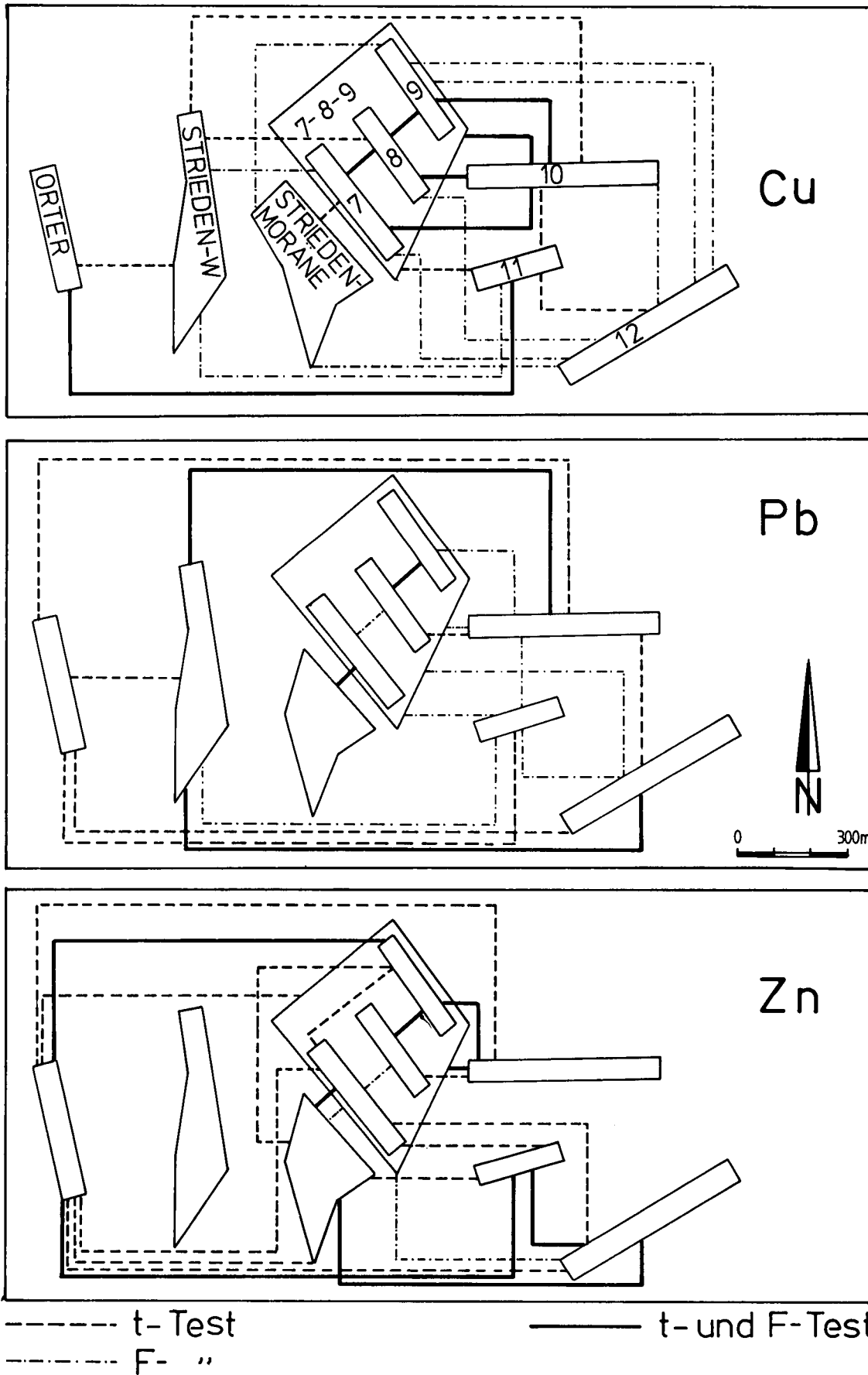


Abb. 2: Student-t- und Snedecor-F-Verteilungsbilder; dargestellt sind die Abhängigkeiten der Parameter \bar{x} und s^2 zwischen Detailbereichen des Suchgebietes. Dabei gilt:
 t-Test: es bestehen keine signifikanten Unterschiede zwischen den Mittelwerten beider Populationen.
 F-Test: es bestehen keine signifikanten Unterschiede zwischen den Streuungen beider Populationen.
 t- und F-Test: beide Populationen gehören einem Kollektiv an.

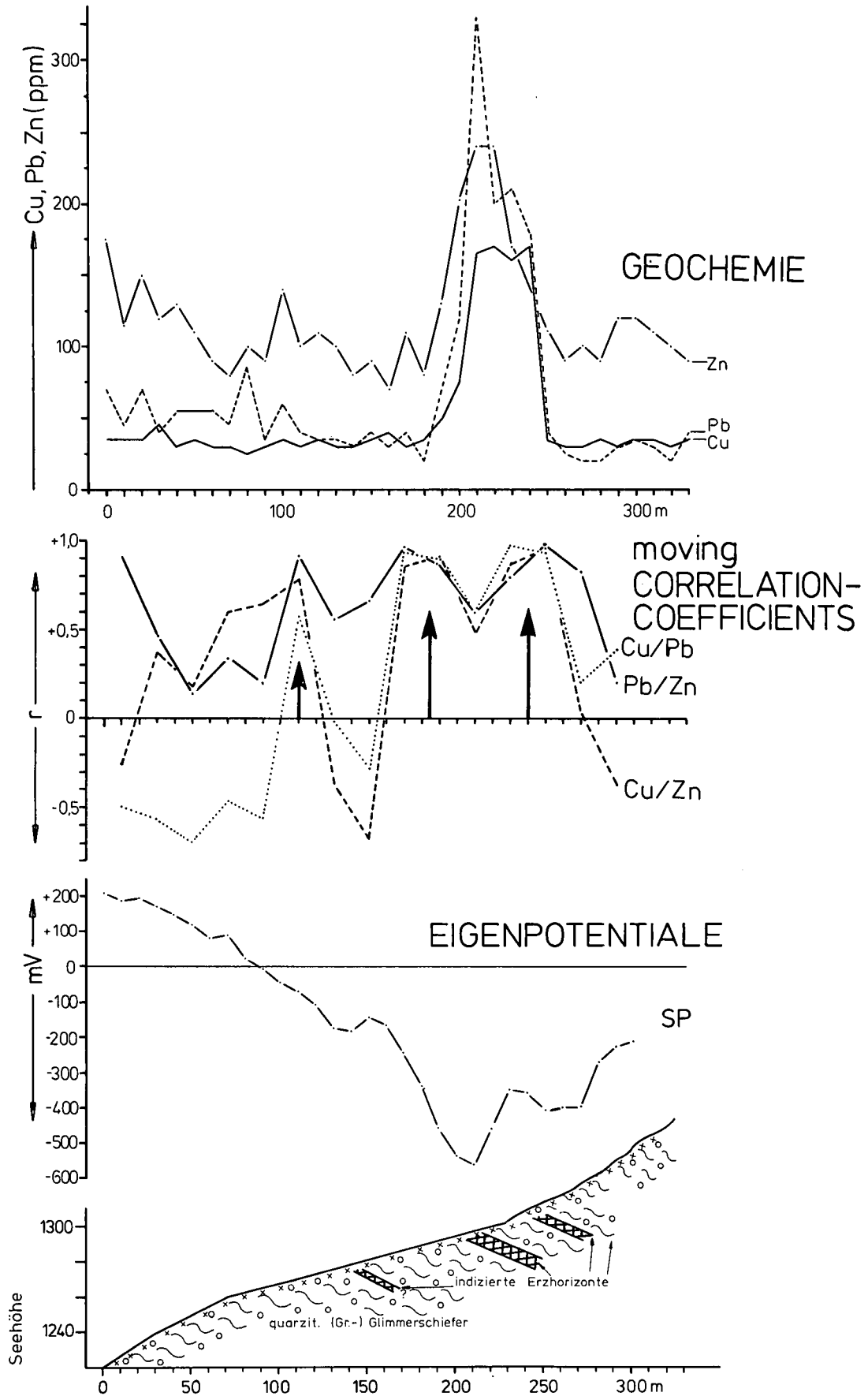


Abb. 3: Vergleich der Ergebnisse von Geochemie, „gleitende Korrelationskoeffizienten“ und SP-Messungen entlang von Profil 20. Die Ergebnisse zeigen deutlich Abhängigkeiten zwischen den stark positiven Korrelationsverhältnissen der Elemente Pb, Zn und Cu, den Maxima der Metallkurven sowie der SP-Anomalie. Obwohl die Migrationseigenschaften der gewählten Indikatorelemente unterschiedlich sind, kommen durch den Glättungseffekt die Unterschiede in den einzelnen Korrelationskurven nicht so stark zum Ausdruck.

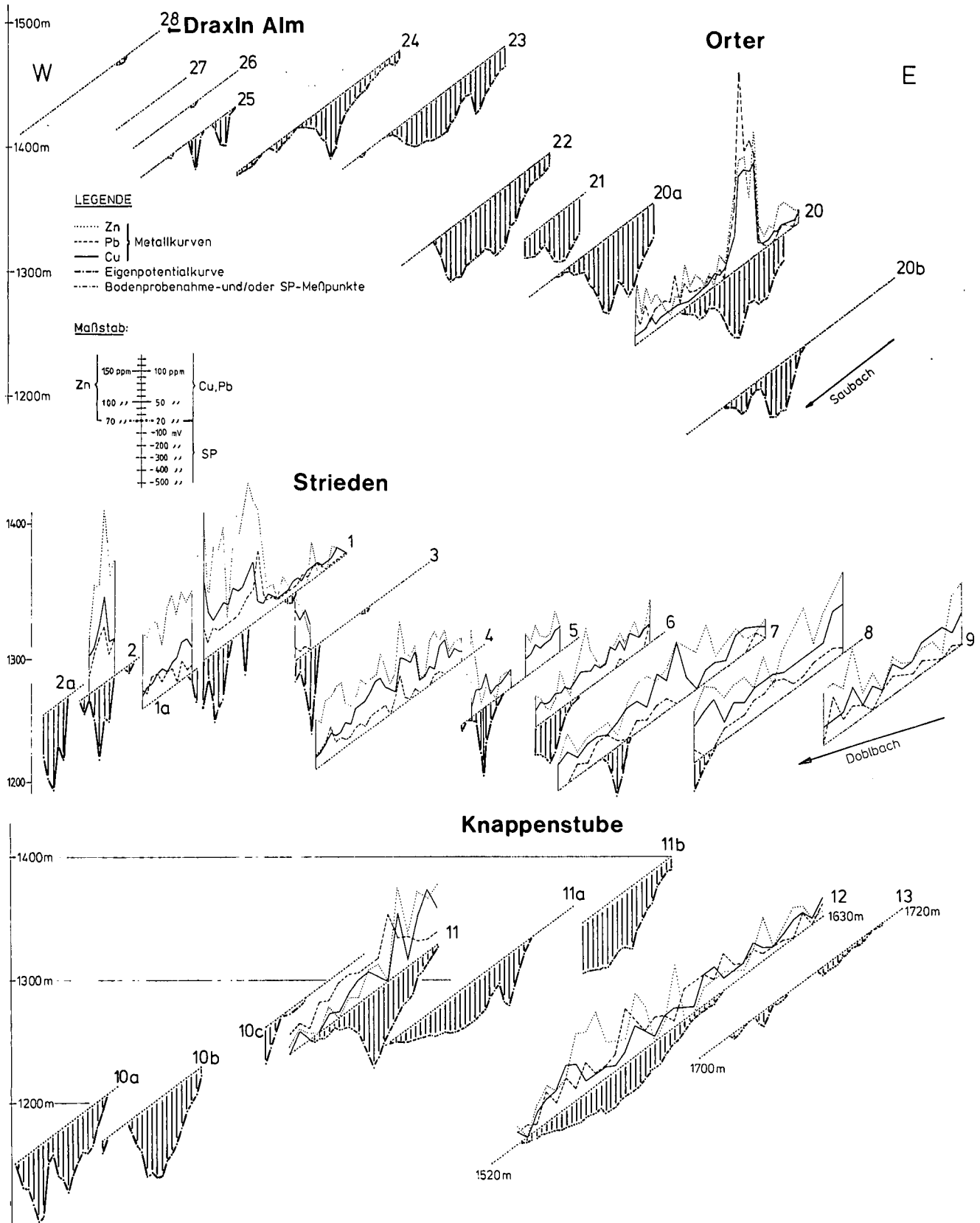


Abb. 4: Geochemie- und SP-Ergebnisse des Suchgebietes; aus Übersichtsgründen sind die im Gelände verschiedenartig gerichteten Profile parallelisiert; Punktabstand: 10 m.

4.4.1. Kupfer

Abb. 2 zeigt, daß die Detailbereiche Orter und 11 bzw. 7-8-9-10 jeweils gleichen Cu-Merkmalbereichen angehören, während diese von Strieden-W, Strieden-Moräne und 12 jeweils eigene Populationen darstellen.

Demnach schwanken die Cu-background-Werte der Detailbereiche zwischen 35 ppm (Orter, 11) und 58 ppm (Strieden W), die Werte ab 53 bis 96 ppm stellen mit 95,5 %-iger Wahrscheinlichkeit bereits mögliche Anomalien dar.

4.4.2. Blei

Die Ergebnisse der t- und F-Testuntersuchungen zeigen eine Werteabhängigkeit der Populationen Strieden W, Bereich 10-12. Die restlichen Bereiche zeigen unterschiedliche geochemische Grenzwerte, wobei insgesamt der background zwischen 20 (Strieden-Moräne) und 48 ppm (Profil 11) schwankt und Werte zwischen 32 und 66 ppm als mögliche Anomaliewerte zu interpretieren sind.

4.4.3. Zink

Im gesamten betrachtet gehören beim Zn wesentlich mehr Detailbereiche zu einem gemeinsamen Merkmalskollektiv. Gemeinsame geochemische Grenzwerte können jeweils für die Bereiche Orter-11-12-Strieden-Moräne, Strieden-W, und 7-8-9-10 errechnet werden.

Die Zn-background-Werte liegen zwischen 99 (Orter, 11, 12, Strieden-Moräne) und 128 ppm (Strieden-W). Als mögliche Anomaliewerte sind Gehalte ab 145 bis 198 ppm anzusehen.

4.5. Moving-correlation-coefficient-Methode

Nachdem die Elementkurven der einzelnen Profile zum Teil schwer interpretierbar sind, wurden mit Filtermethoden nach erzindizierenden Bereichen gesucht.

Versuchsweise wurde am Profil 20 eine „moving-correlation-coefficient-Methode“ angewendet, wobei überprüft werden sollte, ob die Ergebnisse dieses Verfahrens Gesetzmäßigkeiten mit den SP- und Elementkurven erkennen lassen (Abb. 3).

Zur Ermittlung der „gleitenden Korrelationskoeffizienten“ wurden jeweils fünf benachbarten Werte herangezogen, wobei der errechnete Koeffizient dem mittleren der fünf beobachteten Punkte zugeordnet wurde.

4.6. Ergebnisse und Diskussionen der Bodengeochemie

Auf Grund der bereichsweise starken Schwankungen der Metallwerte entlang der Profile war keine isolinienmäßige Darstellung der Daten möglich. Daher wurden die Analysenwerte, zusammen mit den SP-Ergebnissen, profilmäßig dargestellt (Abb. 4).

Die Anwendung der Bodengeochemie im alpinen Steilgelände ist nur erfolgversprechend, wenn Gebiete

mit autochthonen Böden beprobt werden. Überrollte Bereiche, Rutsch- oder Moränengebiete liefern zwar oft hohe Metallwerte, die aber größtenteils nicht zuordenbar sind. Gute Ergebnisse haben Bergrücken und natürlich gewachsenen Wald- und Wiesenböden geliefert.

Die Ursachen für die auf relativ kurze Distanz sich ändernden geochemischen Bodenparameter sind auf zahlreiche Einflußfaktoren zurückzuführen. Hauptursache sind zweifelsohne die verschiedenartige Bodenbedeckung (Bereich „Strieden Moräne“) alte und bereits wieder verwachsene Bergsturz- und Schutthalde, sowie regionale wechselnde Grundwasserführung im morphologisch stark gegliederten Arbeitsgebiet.

Die „moving-correlation-coefficient-Filtermethode“ zeigt klar einen Zusammenhang zwischen deutlichen Korrelationswerten der Indikatorelemente und geochemischen bzw. geophysikalischen Maxima.

Literatur

- CANAVAL, R.: Zur Kenntnis der Erzvorkommen in der Umgebung von Irschen und Zwickenberg usw. – Jb. nathist. Ldmus. Kärnten, **45**, 97–157, 1898.
- GIESE, P., HAAK, V., HEIN, U., SCHNEIDER, H. J. et al.: Bericht über die Ergebnisse der geophysikalisch-geochemischen Prospektionsübungen in der südl. Kreuzeck-Gruppe/Kärnten. – FU Berlin, Fachbereich Geowissenschaften, unveröff. Bericht an die BBU, 1980.
- GINSBURG, J. J.: Grundlagen und Verfahren geochemischer Sucharbeiten auf Lagerstätten der Buntmetalle und seltenen Metalle. – Berlin (Akademie-Verlag) 1963.
- LEVINSON, A. A.: Introduction to Exploration Geochemistry. – Illinois, USA (Applied Publishing Ltd. Wilmette) 1980.
- MEYER, J.: Bericht über geologisch-petrographische Detailuntersuchungen in den Bereichen Strieden-Knappenstube, Kaiser Wieserl, Intrusivstock von Wöllatratten der Kreuzeckgruppe (Kärnten). – Unveröff. Bericht an die BBU, 52 S., 1980.
- MÜCKENHAUSEN, E.: Die Bodenkunde. – Frankfurt am Main (DLG-Verlag) 1975.
- WALLNER, P.: Integrierte Rohstoffsuche in der Kreuzeckgruppe (Kärnten), mit besonderer Berücksichtigung der schichtgebundenen Kieslagervererzungen im Raume Strieden-Knappenstube und Politzberg. – Unveröff. Diss., Inst. f. Geol. u. Lagerstättenlehre, Montanuniversität, Leoben 1981.

Manuskript bei der Schriftleitung eingelangt am 10. Juli 1982.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Archiv für Lagerstättenforschung der Geologischen Bundesanstalt](#)

Jahr/Year: 1983

Band/Volume: [3](#)

Autor(en)/Author(s): Wallner Peter, Cerny Immo

Artikel/Article: [Einsatz von Geophysik und Bodengeochemie bei der Suche nach komplexsulfidischen Erzvorkommen in der Kreuzeck-Gruppe \(Kärnten, Österreich\) 91-98](#)