

# DARSTELLUNG DER VERTEILUNG DER VERERZUNGEN IN DER BUNTMETALLAGERSTÄTTE HARŞIT-KÖPRÜBAŞI

Hikmet AKIN und Mehmet Teker ERDEN

*Institut für Lagerstättenforschung der TU, Berlin, Deutschland*

**KURZFASSUNG.**— Die Buntmetallvererzungen der Lagerstätte Harşit-Köprübaşı, stellen eine Kombination vulkano-sedimentären Types mit Stockwerkvererzungen dar; die Verteilungsformen der Vererzungen sind kompliziert. Aus den Säulendiagrammen der Metallgehalte längs der Bohrungen werden Profile der Lagerstätte konstruiert. Die mathematisch-statistische Auswertung der Analysen ergibt lineare Korrelationen der einzelnen Metallgehalte und Verteilungsbilder, die die genetischen Vorstellungen bestätigen.

## GEOGRAPHISCHE LAGE

Die Lagerstätte Harşit-Köprübaşı befindet sich im Einmündungsbereich des Harşitflusses in das Schwarzmeer an dem westlichen Flussufer. In seiner unmittelbaren Nachbarschaft befinden sich die Strasse Samsun-Trabzon mit einer gutausgebauten Brücke und einer Teefabrik (Abb. I).

## DER GEOLOGISCHE AUFBAU UND DIE GENESE DER LAGERSTÄTTE

Die Vererzungen der Lagerstätte Harşit-Köprübaşı befinden sich in den dazitischen Pyroklastika eines Vulkanschlotes.

Seitlich gehen diese grobkörnigen vererzten Dazit-pyroklastika in feinkörnige andesitische Pyroklastika über. Gutgeschichtete Tuffitserien oberkretazischen Alters bilden das Hangende der Vererzungen (Abb. I), die bis in die Teufen von 200 m reichen können. Darunter befinden sich nur noch kaolinisierte und pyritführende Pyroklastika. Das Liegende der dazitischen Pyroklastika dürfte—aus geologischen Überlegungen heraus—aus den Vulkaniten der Unteren Basischen Serie bestehen.

Die Lagerstätte entstand in zwei Vererzungsphasen (1,7,9): Die erste Phase besteht aus submarin postvulkanisch—während der Diagenese—ausgefällten Buntmetallvererzungen, die als Armerze vorliegen. Die zweite Phase besteht aus hydrothermal (Kata-bis Tele-) gebildeten Vererzungen, die netzartig das ganze Gestein in Form von richtungs- und regellosen Klüften durchziehen. Das Gestein wurde dabei stark silifiziert; Baryt tritt als Gangart auf. (Diese «Stockwerkvererzung» weist grosse Ähnlichkeit mit den Kupferkiesvererzungen des Murgul-Revieres (8) auf. Die Vererzungen der Lagerstätte Harşit-Köprübaşı stellen also eine Kombination von Lagererzen (Grenzerzlager) (2) mit den Stockwerkvererzungen dar.)

Durch oszillatorische Bewegungen, die in Gebieten mit vulkanischer Tätigkeit üblich sind, wurde die Lagerstätte anschliessend aus dem "Meereswasser herausgehoben und erodiert, wobei die Erosion den westlichen Lagerstättenteil stärker erfasst hat, der—erkennbar an einer Störungslinie—vermutlich schneller gehoben wurde. Diese Störungslinie ist durch eine stellenweise Realgar-Auripigment-Vererzung gekennzeichnet und setzt sich in der hangenden

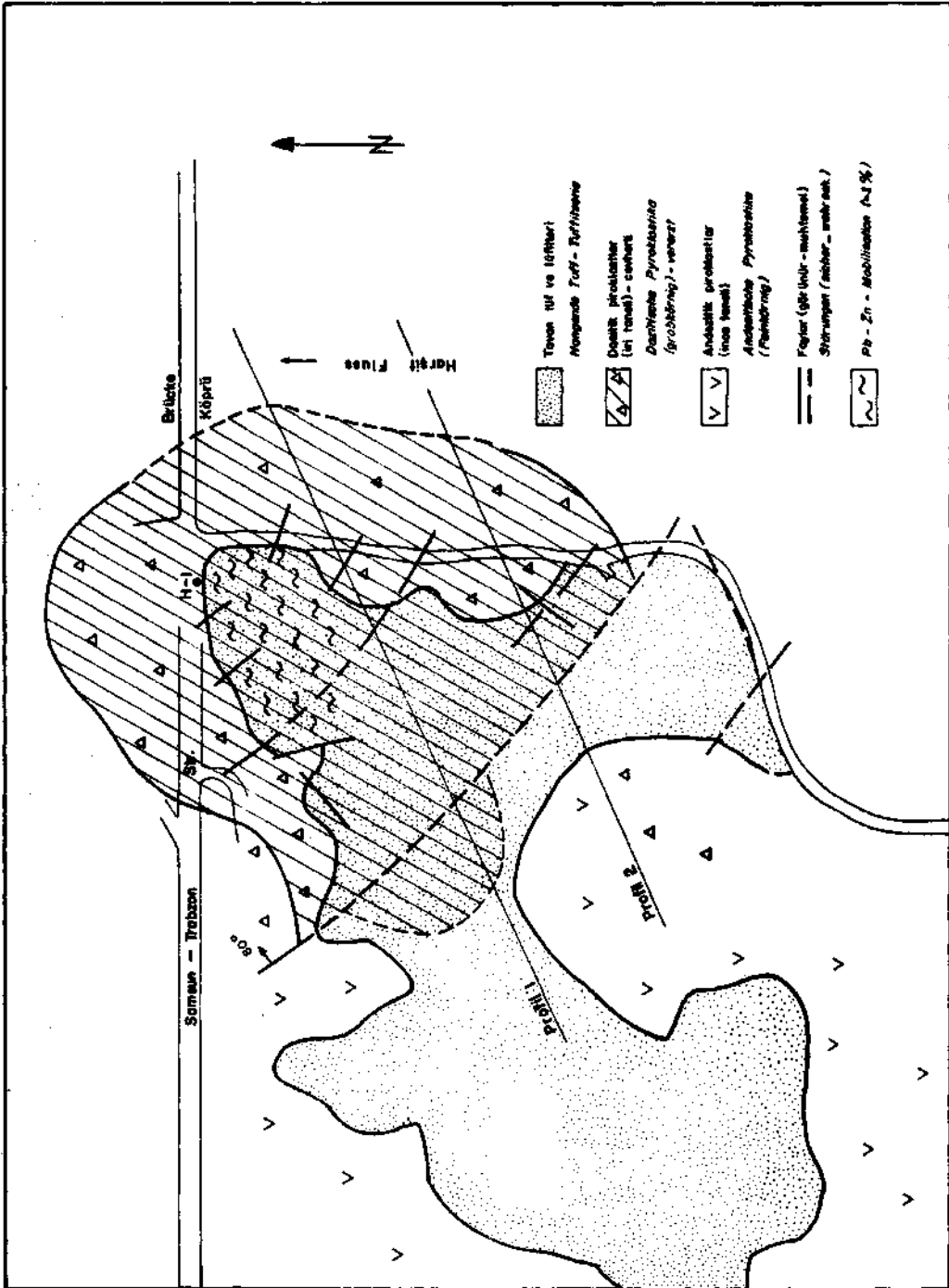


Abb. 1 - Geologische Skizze der Lagerstätte.

Tuffiterie nicht fort. Ein ca. 30 cm mächtiger Konglomerathorizont zwischen den vererzten dazitischen Pyroklastika und den marin gebildeten hangenden Tuffiten wurde nach dieser terrestrischen Erosionsphase gebildet.

Der Aufbau ist durch Bruchtektonik gekennzeichnet; die Tuffite sind an den Störungszonen verschleppt, gestaucht und leicht gebogen, so dass das Bild einer Faltung vorgetäuscht werden kann. Dioritin intrusionen tertiären Alters, die in der unmittelbaren Lagerstättenumgebung stattfanden, sind wahrscheinlich für die tektonische Beanspruchung und für die nachträgliche Mobilisation der Vererzungen in die hangenden Tuffite (in Form von dünnen Kluffüllungen) bzw. in die Störungszonen verantwortlich.

Frühere Autoren haben die Zufuhr der erzhaltigen Lösungen im ostpontischen Gebirge mit den tektonischen Lineamenten in Verbindung gebracht, obwohl über die Genese der Lagerstätten unterschiedliche Ansichten geäußert wurden (3, 6). Neuere Arbeiten versuchen die scheinbar auffällige Konzentration der Vorkommen in verhältnismässig kleinen Räumen in Verbindung mit domartigen Strukturen zu erklären, in deren Mitte sich sogenannte «collapsed zones» befinden sollen (5). Im Raum östlich von Giresun sind weitere detaillierte Untersuchungen notwendig, um den Zusammenhang der Lagerstättenbildung mit dem vulkanischen Geschehen und mit den tektonischen Ereignissen eindeutig festzustellen.

Die Vererzungen der Lagerstätte Harşit-Köprübaşı befinden sich speziell in den Pyroklastika eines Vulkanschotes, der höchstwahrscheinlich die Kreuzungsstelle von mehreren aktiven Störungslinien bildete.

## DARSTELLUNG DER VERTEILUNG DER METALLGEHALTE

Die Vorräte der Lagerstätte wurden durch eine Bohrkampagne des M.T.A.-Institutes erkundet. Die Bohrabstände betragen 50 m; insgesamt wurden über 9000 m gebohrt. Gleichzeitig lief die Schlitzprobenahme in den Untersuchungsstrecken. Es liegt ausreichendes Zahlenmaterial vor, um die Lagerstätte mit statistischen und mathematischen Methoden zu untersuchen.

### Säulendiagramme

Da die Bohrkerne laufend auf ihre Metallgehalte an Pb, Zn, Cu und Sb analysiert wurden, ist die Herstellung von Säulendiagrammen (nach der Teufe und den Metallgehalten) die beste Möglichkeit für die Darstellung der tatsächlichen Verteilungsverhältnisse innerhalb einer Bohrstrecke (Abb. 2).

Es wurde jedoch die jeweilige Länge der analysierten Bohrkerne unterschiedlich gehalten. So erhält man zunächst ein etwas zu kompliziertes Bild der Metallverteilung nach der Teufe. Erst die Auswertung der Analysenwerte in konstant bleibenden Abständen (5, 10, 15, 20 m usf.) ermöglicht es, die Verteilung der Metallgehalte anschaulich darzustellen.

Als günstige Kernlänge für die Darstellung der Vererzung bzw. der Metallgehalte in Form von Profilen für die Vorratsberechnung wurde der Abstand von 10 m gewählt, da bei dieser Kernlänge der Verlauf der Metallverteilung noch deutlich erkennbar ist und die 10 m im Bergbau eine realistische Grosse (Strossenhöhen oder Abbaueinheiten) darstellen. Es wäre ratsam, die Kernlängen bei der Beprobung konstant zu halten, um so die weitere Ausarbeitung zu erleichtern.

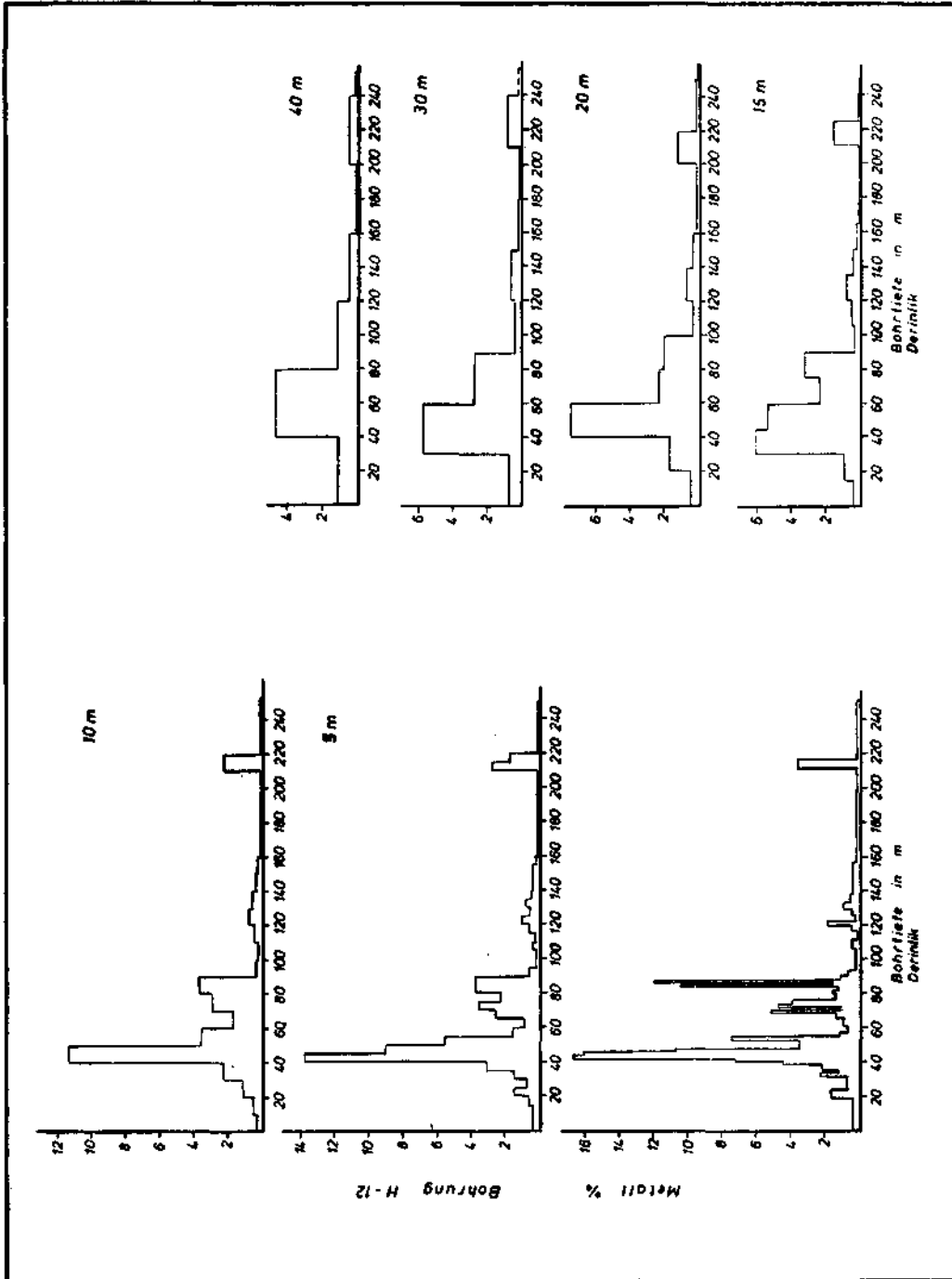


Abb. 2 - Darstellung der Metallgehalte (Pb+Zn+Cu+Sb) nach der Tiefe in Form von Säulendiagrammen;  
 1 - Kernlängen unterschiedlich; 2 - Kernlängen je 5 m; 3 - Kernlängen je 10 m usw.

Steilenweise ist das Kernaushängen jedoch relativ niedrig (ca. 40 %). Der Einfluss des Kernaushängens auf die Endergebnisse konnte nicht berücksichtigt werden.

### Variogramme

In geeigneten Untersuchungsstrecken und Bohrungen, in denen eine regelmässige Probenahme durchgeführt worden ist, wurden die Variogramme (4) berechnet und dargestellt (Abb. 3). Diese eindimensionalen Untersuchungen im Kleinbereich ergaben im allgemeinen Zufallsfunktionen. In einigen Strecken—insbesondere im Reicherzbereich—konnten jedoch auch lineare bzw. transitive Funktionen erkannt werden. Auch die kumulativ-richtungsgebundene Eintragung der quadratischen Unterschiede benachbarter Probenpunkte an Metallgehalten ergab zufallsartige Funktionen (1). Diese stellen jedoch keine Variogramme im eigentlichen Sinne dar.

So muss festgestellt werden, dass die Vererzungen nur in sehr grober Annäherung als isotrop anzusehen sind und eine komplizierte Verteilung aufweisen. Das wäre durch die Überlagerung der beiden Vererzungstypen erklärbar. Die Bohrabstände müssen also bei weiteren Untersuchungen möglichst klein gehalten werden. Unter Berücksichtigung wirtschaftlicher Gesichtspunkte dürfte ein Probenabstand von 10 m für diesen Zweck vertretbar sein (siehe auch Abb. 2 und 3). Die eingehende und vollständige Auswertung der Analysenwerte durch geostatistische Verfahren ist für einen Abbau notwendig und stellt das Thema zukünftiger Arbeiten dar.

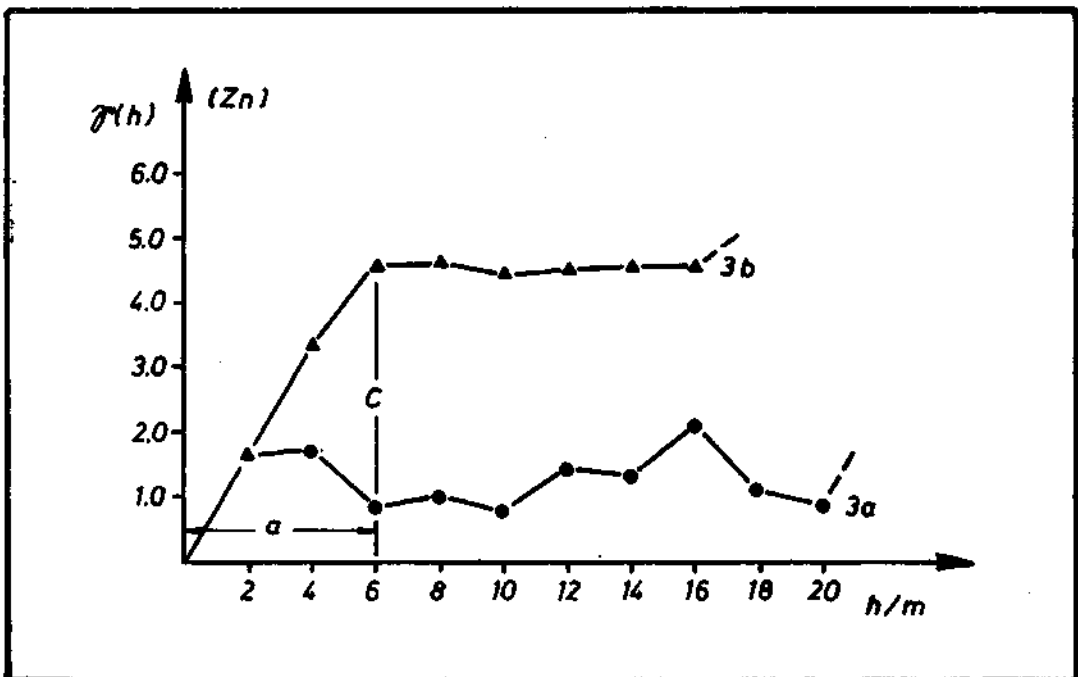


Abb. 3 - Beispiele für eindimensional-experimentelle Variogramme im Kleinbereich: Einzelne Werte sind nach

der Formel  $\gamma(h) = \frac{1}{2N} \sum (x_i - x_{i+h})^2$  errechnet, wobei N die Anzahl der Wertepaare und h der Abstand der Probenahmepunkte bedeutet. Die Kurve (3a) stellt ein Zufalls- und (3b) ein transitives Variogramm dar. Einflusszone der Probe beträgt im letzteren ca. 6 m.

## Verteilung der Metalle in Bohrprofilen

Mit Hilfe der in «Säulendiagramme» erwähnten Säulendiagramme können die Metallgehalte der benachbarten Bohrungen miteinander korreliert werden. Das ist gleichzeitig eine Möglichkeit, die Vererzungen der Lagerstätte durch die Metallgehalte bildlich darzustellen (Abb. 4a und 4b). Mit Hilfe dieser Darstellungen kann wiederum eine detaillierte Vorratsberechnung nach der Profilmethode durchgeführt werden. Ausserdem ist die Abbauplanung und die Abbausteuerung auf solche Darstellungen angewiesen, da die Lokalisierung der Betriebspunkte und eine Vorausplanung der Metallgehalte in Fördererz nur auf diese Weise realistisch durchgeführt werden kann. Insbesondere dreidimensionale Darstellungen in Form von Blockbildern eignen sich sehr gut für diesen Zweck.

Der Vergleich mit geologischen Profilen erlaubt es weiterhin, die erhöhten Metallgehalte in der hangenden Tuffitserie zu erkennen. Tektonisch stark beanspruchte Bereiche weisen auch höhere Metallgehalte als Mobilisationsprodukte auf (Abb. 1). Insbesondere die Antimonerze sind stellenweise relativ hoch in der hangenden Tuffitserie angereichert (bis zu 1,00 % Sb).

## Beziehungen zwischen den Metallgehalten

Ausgewählte 140 Analysenangaben aus 5 verschiedenen Bohrungen wurden mit Hilfe der EDV-Anlagen einer Korrelations- und Regressionsanalyse unterworfen, wobei jede Analysenangabe 4 Analysenwerte an Cu, Pb, Zn und Sb enthält.

Für die Beschreibung der funktionellen Zusammenhänge zwischen den einzelnen Elementen scheint nur die lineare Regressionsfunktion  $Y=a_0+a_1.X$  geeignet zu sein, da sowohl die quadratische als auch die exponentielle Funktion jeweils eine relativ hohe Standardabweichung und ein ungünstiges Bestimmtheitsmass ( $=[\text{Korrelationskoeffizient}]^2$ ) aufweisen. So stellt man also fest, dass die einzelnen Metallgehalte eine gleichsinnige und in Form einer Regressionsgeraden funktionierende Beziehung aufweisen (Abb. 5).

Möglicherweise ist diese Beziehung ein Hinweis auf die weitgehend gleichgebliebene chemische Zusammensetzung der erzbildenden Lösungen während der verschiedenen Vererzungsperioden. Dass bei höheren Metallgehalten die Korrelierbarkeit abnimmt, kann durch die komplizierten Vorgänge bei der Überlagerung zweier Vererzungstypen oder durch die spätere Mobilisation bestimmter Erze erklärt werden.

## ABSCHLIESSENDE BEMERKUNGEN

Die weiterführende mathematisch-statistische Auswertung der Kernanalysenwerte bestätigt die genetische Deutung der Lagerstätte (I). In der obersten Vererzungszone, die unmittelbar unter der hangenden Tuffitserie liegt und i.a. Gesamtmetallgehalt von über 2,5 % (Pb+Zn+Cu+Sb) aufweist, befinden sich die meisten horizontbeständigen Lager- oder Linienformen. Diese Zone stellt mit grosser Wahrscheinlichkeit die eigentliche Überlagerung der zwei Vererzungstypen (primär: synsedimentär-exhalativ und sekundär: Stockwerkvererzung). Die Gesamtmächtigkeit beträgt ca. 20-40 m; stellenweise betragen die Gesamtmetallgehalte in innsenartigen Konzentrationen über 10 %.

In der mittleren Vererzungszone verliert die horizontbeständige Lageform—im Gegensatz zu der oberen Zone—ihre Bedeutung, so dass halb steil gebildete Vererzungszonen für diese Zone mehr charakteristisch sind. Ihre Mächtigkeit ist lokal sehr unterschiedlich; Übergänge zwischen der oberen und der mittleren Zone sind fließend. In dieser Zone befinden sich hauptsächlich Stockwerkvererzungen.

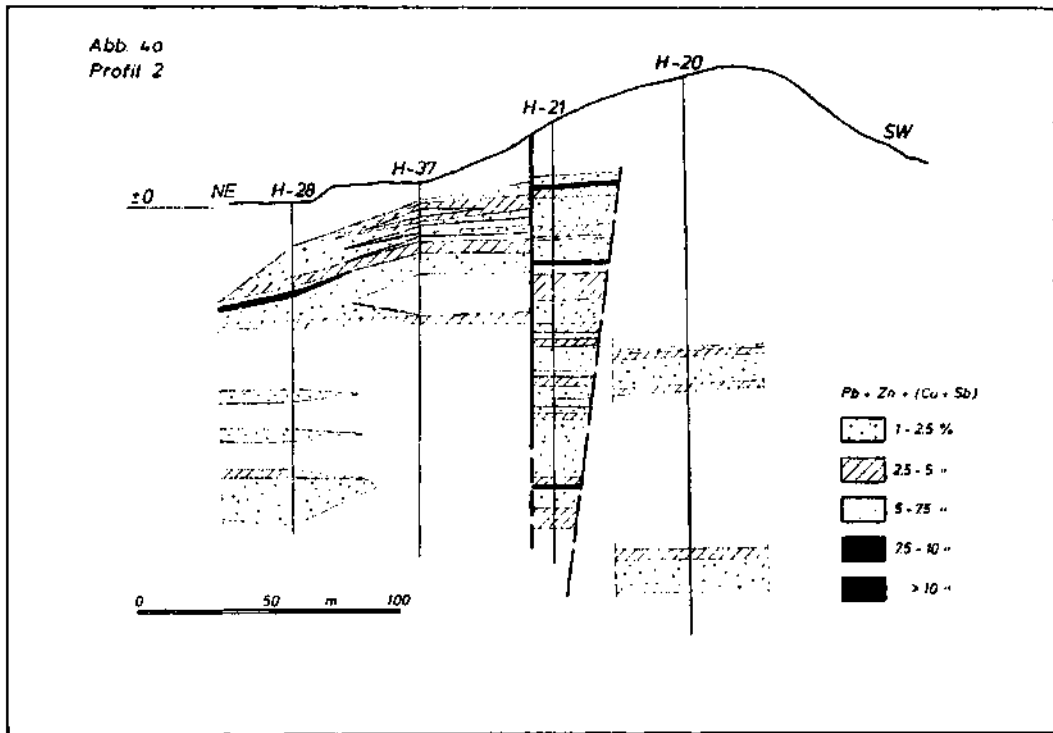


Abb. 4a - Ein Beispiel der Darstellung der Metallverteilung (Cu+Pb+Zn+Sb), mit Hilfe von Säulendiagrammen, in denen Metallgehalte bei unterschiedlicher Kernlänge für die Analysen aufgetragen sind (siehe Abb. 2.1).

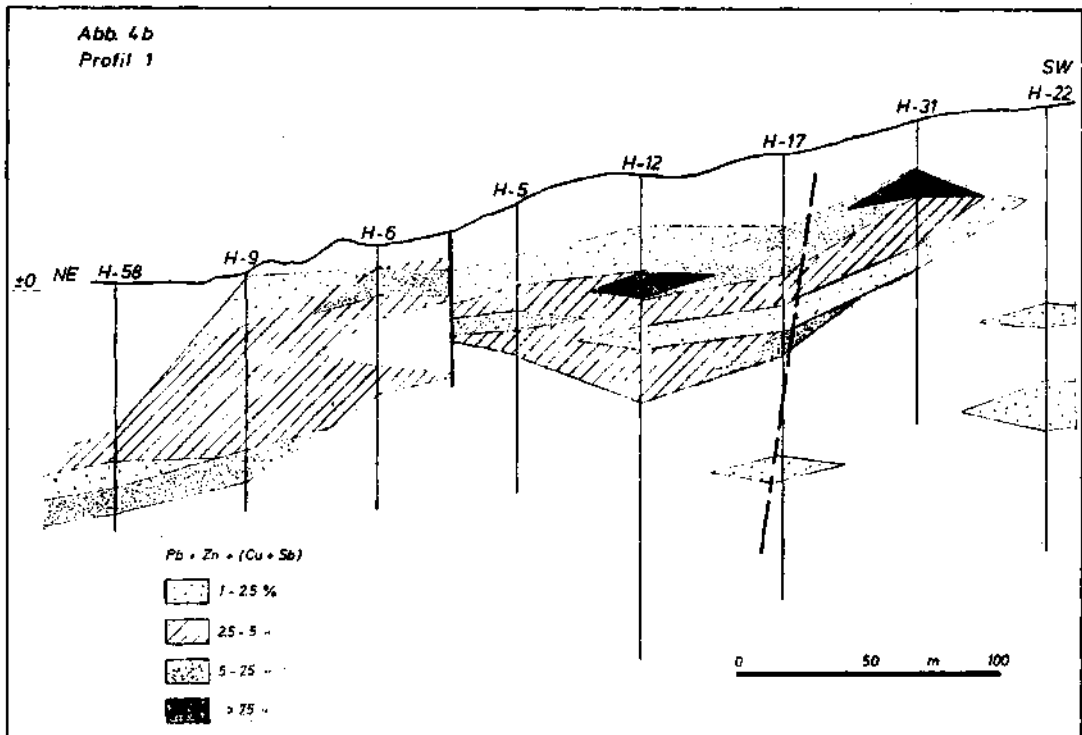


Abb. 4b - Ein weiteres Beispiel der Darstellung der Metallverteilung (Cu+Pb+Zn+Sb), mit Hilfe von Säulendiagrammen, in denen Kernlängen auf 10 m umgerechnet sind (siehe Abb. 2.3).

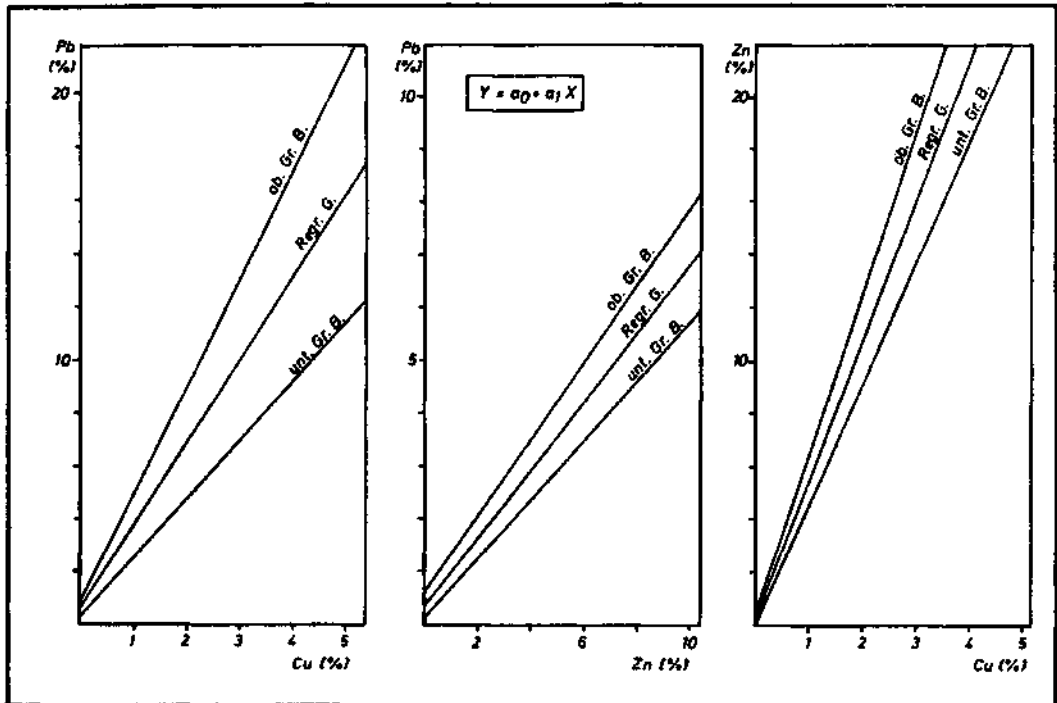


Abb. 5 - Beispiele für die Regressionsgeraden, die die Korrelation zwischen den einzelnen Metallgehalten verdeutlichen.

Die in erster Linie aus kleineren Erzlinen bestehende unterste Zone reicht bis in grössere Tiefen und enthält Stockwerkvererzungen und möglicherweise auch Mobilisationsprodukte. Als Zufuhrstellen für die Erzlösungen kämen zwei Zonen einzeln oder gemeinsam in Frage: 1. Die Umgebung der Bohrung H-I und/oder 2. Die während der oszillatorischen Aufwärtsbewegung entstandene grössere Störungszone, die sich in die hangende Tuffitserie nicht fortsetzt. In den beiden Zonen reichen die Vererzungen bis in die relativ grössere Teufen. Da die Umgebung der Bohrung H-I tektonisch—nach der Entstehung der Vererzungen und nach der Ablagerung der hangenden Tuffite—stark beansprucht worden ist, weist die hangenden Tuffitserie in dieser Zone die höchsten Metallgehalte infolge der Mobilisation auf. Ob die Mobilisationsprodukte in den Störungszone auch die tieferen Bereiche erfasst haben, kann noch nicht genau beantwortet werden.

## LITERATURVERZEICHNIS

- 1 — AKIN, H. (1974): Die Buntmetallkomplexerzlagerstätte Harşit-Köprübaşı, Provinz Giresun, Türkei. *Dissertation*, Berlin.
- 2 — MAUCHER, A. (1960): Die Kieserze von Keltaş, ein Beispiel submariner Gleitfalten in exhalativ-sedimentären Erzlagerstätten. *N. Jb. Miner. Abh. Festband Ramdohr (94)*, Stuttgart.
- 3 — ————et al. (1962): Geologisch-lagerstättenkundliche Untersuchungen im ostpontischen Gebirge. *Bayer. Akad. d. Wiss. Math.-Naturw. Klasse Abhlg.*, Heft 109, München.
- 4 — MATHERON, G. (1963): Principles of geostatistics. *Econ. Geol.*, vol. 58.
- 5 — PEJATOVIC, S. (1973): Metallogeny, valuable sulphide deposits, areal potentiality and prognosis for exploration in the Eastern Pontid Region, Ankara.
- 6 — POLLAK, A. (1961): Die Lagerstätte Lahanos im Vilayet Giresun an der Türkischen Schwarzmeerküste. *M.T.A. Bull.*, Nr. 56, Ankara.
- 7 — RONCEVIC, G. & ACAR, E. (1970): Tirebolu-Harşit-Köprübaşı, baritik polimetalik zuhuru. *M.TA Rap.*, Nr. 4382, (unveröff.), Ankara.
- 8 — SCHNEIDERHÖHN, H. (1955): Die Kupfererzlagerstätte Murgul im Schwarzmeerküstengebiet. Provinz Çoruh, Nordost-Türkei. *Erzmetall*, Bd. 8, H. 10, Stuttgart.
- 9 — VUJANOVIC, V. (1972): The Köprübaşı ore occurrence (NE Turkey). *M.T.A. Bull.*, Nr. 79, Ankara.