

55, 1066.

3 Expl.

HESSISCHES LAGERSTÄTTENARCHIV

HEFT 3

R
354



Gedruckt mit Unterstützung
der Kurhessischen Kupferschieferbergbau G.m.b.H.
sowie der Fachvereinigung Metallerzbergbau e. V.

Druck: Hof- und Waisenhaus-Buchdruckerei Kassel

3. 46X.

Kupferschiefer, Sanderz und Kobaltrücken
im Richelsdorfer Gebirge
(Hessen)

VON
ERNST MESSER
LENGERS/WERRA



Mit 29 Tafeln, 39 Abbildungen und 19 Tabellen

R
354-3

HERAUSGABE UND VERTRIEB
HESSISCHES LANDESAMT FÜR BODENFORSCHUNG
WIESBADEN, MAINZER STRASSE 25

WIESBADEN 1955

Hess. Lagerstättenarch.	3	125 S.	39 Abb.	19 Tab.	29 Taf.	Wiesbaden, 25.8.1955
-------------------------	---	--------	---------	---------	---------	----------------------

Inhalt

	Seite
Einleitung	9
I. Topographische und geologische Verhältnisse	10
A. Topographische Lage	10
B. Stratigraphie	10
C. Tektonik	13
II. Lagerstättenkundliche Untersuchungen am Kupferschiefer, am Sand- erz und an den Kobaltrücken	15
A. Probenahme und Untersuchungsmethoden	15
B. Die profilmäßige erzmikroskopische Untersuchung der Kupfer- schieferlagerstätte	16
1. Zur Petrographie der Schichten der Kupferschieferlagerstätte	16
a) Das Liegende	16
b) Kupferschiefer, Dachberge und Zechsteinkalk	17
2. Die Vererzung im ungestörten Feld	18
a) Die profilmäßige Verteilung der primären Sulfide	18
b) Die Verwachsungsformen der Sulfide	20
α) Primärstrukturen	20
β) Sekundärstrukturen im Gefolge von Diagenese und schwacher Tektonik	23
c) Sekundäre Klufffüllungen im Gefolge nachdiagenetischer Tektonik	25
3. Die Vererzung in Rückennähe	29
a) Im Bereich „leerer“ Rücken	29
b) Im Bereich „edler“ Rücken	30
4. Die Umlagerungen im Gebiet der Zechsteinkalkvererzungen im Baufeld des Reichenbergschachtes	30
a) Die Vererzung im Kupferschiefer und in den Dachbergen	30
α) Im Feldesteil mit überwiegender Kupferführung im Kupferschiefer	30
β) Im Feldesteil mit überwiegender Kupferführung im Zechsteinkalk	31

b) Die Vererzung des Cornberger Sandsteins	32
a) Primärstrukturen	32
β) Sekundärstrukturen	32
c) Die Zechsteinkalkvererzungen	33
C. Die Metallverteilung in der Kupferschieferlagerstätte nach den Analysenwerten der erzmikroskopisch - analytisch untersuchten Profile, der Tiefbohrungen und der Betriebsproben	35
1. Die Verteilung der Metalle im Baufeld der Anlagen Wolfsberg und Schnepfenbusch	36
2. Die Verteilung des Kupfers im Baufeld des Reichenberg- schachtes	49
3. Die Verteilung der Metalle in der gesamten Kupferschiefer- lagerstätte	52
D. Zusammenfassung der Ergebnisse der lagerstättenkundlichen Un- tersuchung des Kupferschiefervorkommens im Richelsdorfer Ge- birge	71
E. Zur Geochemie und Herkunft der Metallgehalte des Kupfer- schiefermeeres	78
F. Die Mineralführung der Kobalt Rücken	81
1. Allgemeine Ausbildung der Gänge	81
2. Mineralisationsphasen und Bildungsbedingungen	82
3. Mineralbestand und Verwachsungsformen	87
a) Die Arsenide	88
b) Die Mineralien der „Sulfidischen Übergangsphase“	89
c) Die Mineralien der „Sulfidisch-karbonatischen Hauptphase“	90
d) Die Mineralbildungen im Gefolge oxydierender Lösungen	91
e) Die Gangarten	91
G. Zusammenfassung der Untersuchungsergebnisse über die Kobalt- rücken	92
Zusammenfassung	94
Tabellen-Anhang	97
Schriftenverzeichnis	124

Verzeichnis der Abbildungen

	Seite
Abb. 1	Häufigkeits-Diagramm der bedeutenden Schwerspatgänge bzw. Kobaltrücken im Richelsdorfer Gebirge (nach dem „Generalgrundriß des Richelsdorfer Kobaltbergbaues“) 13
Abb. 2	Häufigkeits-Diagramm der Störungen im Grubenfeld des Schnepfenbuschschachtes (nach Grubenrissen) 14
Abb. 3	Häufigkeits-Diagramm der Störungen im Grubenfeld der Anlage Wolfsberg (nach Grubenrissen) 14
Abb. 4	Profilmäßige Verteilung der primären Sulfide im Baufeld der Anlagen Wolfsberg und Schnepfenbusch (nach den Ergebnissen der erzmikroskopisch-analytischen Profiluntersuchung) . 19
Abb. 5 u. 6	Profile Wolfsberg 1 a und Wolfsberg 1 b. Profilmäßige Verteilung der Cu-, Pb- und Zn-Gehalte und der primären Sulfide im Baufeld der Anlage Wolfsberg (nach der erzmikroskopisch-analytischen Profiluntersuchung) 37
Abb. 7	Profil Wolfsberg 2 38
Abb. 8	Profil Wolfsberg 3 39
Abb. 9	Profile Wolfsberg 4 und 5 40
Abb. 10	Profile Wolfsberg 6 und 7 40
Abb. 11	Profile Schnepfenbusch 2 und 3. Profilmäßige Verteilung der Cu-, Pb- und Zn-Gehalte und der primären Sulfide im Bau- feld des Schnepfenbuschschachtes (nach der erzmikroskopisch- analytischen Profiluntersuchung) 42
Abb. 12	Profil Schnepfenbusch 1 43
Abb. 13	Profil Schnepfenbusch 4 43
Abb. 14 a	Kupferverteilung im Sanderz der Abbauabteilung am Berg V, Schnepfenbuschschacht (nach Betriebslagenproben) 46
Abb. 14 b	Petrographische Ausbildung des Sanderzes in der Abbauabtei- lung am Berg V, Schnepfenbuschschacht 46
Abb. 15	Kupferverteilung im Sanderz der Abbauabteilung am Berg V, Schnepfenbuschschacht 47

Abb. 16	Profil Ronshausen 6. Profilmäßige Verteilung der Cu-, Pb-, Zn- und Ag-Gehalte in der Richelsdorfer Kupferschieferlagerstätte, Südmulde (nach Tiefbohrergebnissen)	52
Abb. 17	Profil Ronshausen 8	53
Abb. 18	Profil Ronshausen 7	54
Abb. 19	Profile Machtlos 6 und Wolfsberg 1	55
Abb. 20	Profile Machtlos 7 und 1	56
Abb. 21	Profile Hönebach 1, 2 und Ronshausen 5	57
Abb. 22	Profile Ronshausen 3, Wolfsberg 5, Machtlos 5 und 3	58
Abb. 23	Profile Bellers 1, Wildes Loch, Wolfsberg 6 und 2	59
Abb. 24	Profile Machtlos 2, Wolfsberg 4 und Richelsdorf 1	60
Abb. 25	Profile Iba 1 und Ronshausen 2	61
Abb. 26	Profile Ronshausen 1 und 4	62
Abb. 27	Profile Ronshausen 13 und Iba 4	63
Abb. 28	Profil Solz 13. Profilmäßige Verteilung der Cu-, Pb-, Zn- und Ag-Gehalte in der Richelsdorfer Kupferschieferlagerstätte, Nordmulde (nach Tiefbohrergebnissen)	64
Abb. 29	Profile Solz 11, Mönchhosbach 1 und Weißenhasel 2	64
Abb. 30	Profile Dens 2, Tannenberg 2, Weißenhasel 12 und Solz 8	65
Abb. 31	Profile Weißenhasel 7, 10 und 1	66
Abb. 32	Profil Weißenhasel 11	66
Abb. 33	Profile Dens 4, Mönchhosbach 2 und Solz 7	67
Abb. 34	Profile Cornberg 3 und 2, Solz 14 und Weißenhasel 3	67
Abb. 35	Profile Weißenhasel 6 und Mönchhosbach 3	68
Abb. 36	Profile Lindenau 1 und Nentershausen 2	68
Abb. 37	Profile Lindenau 2, Weißenhasel 8 und Solz 9	68
Abb. 38	Profile Weißenhasel 4 und 5, Nentershausen 3, Tannenberg 3 und Cornberg 5	69
Abb. 39	Schematische Darstellung der syngenetischen Verteilung der Erze in der Kupferschieferlagerstätte im Richelsdorfer Gebirge	72

Einleitung

Von den Vorkommen des mitteldeutschen Kupferschiefers hat bisher nur das Mansfelder Gebiet eine umfassende lagerstättenkundliche Bearbeitung erfahren. Aus dem umfangreichen Schrifttum über den Mansfelder Kupferschiefer kommt den überwiegend erzmikroskopischen Arbeiten von H. SCHNEIDERHÖHN (1923) und W. HOFFMANN (1923/1924) sowie den stärker der Metallverteilung und den geologischen Verhältnissen gewidmeten Arbeiten von G. GILLITZER (1936), E. KAUTZSCH (1941), R. LANG (1922) und G. RICHTER (1941) besondere Bedeutung zu. Des weiteren ist noch die spektrographische Profiluntersuchung von A. CISSARZ (1930) zu erwähnen, in der die profilmäßige Verteilung der Hauptmetalle und der Spurenmetalle erfaßt wird.

Die wenigen lagerstättenkundlichen Betrachtungen über das Kupferschiefervorkommen im Richelsdorfer Gebirge (G. RICHTER [1941], E. KAUTZSCH [1941] und G. GUNZERT [1953]) befassen sich hauptsächlich mit der Metallverteilung in der Lagerstätte und basieren auf den Analysenwerten der bis 1941 niedergebrachten Tiefbohrungen sowie der Betriebsproben der Kurhessischen Kupferschieferbergbau GmbH, Sontra. Erzmikroskopische Untersuchungen, die lagerstättenkundlich ausgewertet wurden, sind bisher nicht durchgeführt. Diese Lücke in der lagerstättenkundlichen Untersuchung des Richelsdorfer Kupferschiefervorkommens soll die hier vorliegende Arbeit schließen; dementsprechend ist sie in starkem Maße der erzmikroskopischen Betrachtung der Kupferschiefererze gewidmet.

Mit ihren drei verschiedenen Erztypen — dem normalen Kupferschiefer, dem Sanderz und dem Zechsteinkalkerkz — bietet die Lagerstätte nicht nur ein abwechslungsreiches Untersuchungsmaterial, sondern auch die Möglichkeit, verschiedene Sonderprobleme des „Kupferschiefers“ eingehend zu verfolgen, zum Beispiel die Genese der Zechsteinkalkerkze und des Sanderzes. Aber auch die Frage nach dem Ausmaß der Veränderung der syngenetisch-sedimentären Metallverteilung bzw. der Primärvererzung durch sekundäre Umlagerungen läßt sich auf Grund der gekoppelten erzmikroskopisch-analytischen Untersuchungsmethode mit größerer Sicherheit beantworten als durch alleinige Betrachtung der Metallverteilung oder gar nur der Kupferverteilung.

Im Verband der Kupferschieferlagerstätte treten die Kobaltrücken auf, die bisher nur als „Schwerspatgänge“ lagerstättenkundlich untersucht wurden. Auch hier fehlt eine erzmikroskopische Bearbeitung. E. KAUTZSCH (1953) hat allerdings eine Arbeit von A. SCHÜLLER angekündigt, die sich mit den „Mansfelder Rücken“ befaßt. Da den „Rücken“ häufig große Bedeutung für die sekundären Umlagerungen im Kupferschiefer beigemessen wird, hat der Verfasser es für notwendig erachtet, auch die Mineralführung der Kobaltrücken im Rahmen der vorliegenden Arbeit mit zu betrachten.

Mit den Verhältnissen im Richelsdorfer Gebirge wurde ich durch eine Meldearbeit bekannt, die ich 1950 am Mineralogischen Institut der Bergakademie Clausthal durchführte. Auf Anregung von Herrn Prof. Dr.-Ing. H. BORCHERT habe ich diese reine erzmikroskopische Untersuchung in der hier vorliegenden Arbeit fortgesetzt, wobei mir von vielen Seiten großzügige Hilfe zuteil wurde. Mein ganz besonderer

Dank gilt: Herrn Bergwerksdirektor Oberbergrat H. RÖVER; er gab als derzeitiger Leiter der Kurhessischen Kupferschieferbergbau GmbH, Sontra, die für die Durchführung meiner Arbeit entscheidende Erlaubnis zur Erlangung von Probematerial und Unterlagen aus seinem Werk und ließ darüber hinaus meiner Arbeit stets tatkräftige Unterstützung angeheihen; den Herren Professoren Dr.-Ing. H. BORCHERT und Dr.-Ing. F. BUSCHENDORF, Herrn Privatdozent Dr.-Ing. H. HÜTTENHAIN sowie den Herren Dr.-Ing. A. WILKE und Dipl.-Ing. R. TSCHÖPKE danke ich für die Förderung meiner Arbeit auf wissenschaftlichem Gebiet. Herrn Prof. Dr.-Ing. H. BORCHERT habe ich weiterhin für die Betreuung bei den erzmikroskopischen Untersuchungen am Mineralogischen Institut der Bergakademie Clausthal zu danken. Ferner danke ich Herrn Dr. G. GUNZERT für die freundliche Überlassung von Unterlagen, den Herren Dipl.-Ing. R. MENGELBIER, Dipl.-Ing. H. TRIEBEL, Obersteiger A. BOCHENEK, den Herren Betriebsführern M. HÜLSEBUSCH, F. ERICHT und E. MEYER für ihre zuvorkommende Unterstützung bei der Beschaffung von Unterlagen, für die Überlassung von Erzstufen und die Ermöglichung der Befahrung ihrer Anlagen. Weiter habe ich zu danken der Lagerstätten-Forschungsstelle der GDMB, Clausthal, und den Herren des Betriebslaboratoriums der Kurhessischen Kupferschieferbergbau GmbH, Sontra, für die Ausführung chemischer und spektrographischer Analysen sowie Frau L. WAGNER, den Herren H. SCHULZ, E. TARANT und P. FRANZ für Schreib-, Korrektur-, Zeichen- und Fotoarbeiten.

I. Topographische und geologische Verhältnisse

A. Topographische Lage

Die Kupferschieferlagerstätte im Richelsdorfer Gebirge liegt nordöstlich bis östlich von Bebra. Das durch rund 100 Tiefbohrungen untersuchte Gebiet von insgesamt 80 km² wird etwa durch den Linienzug Weiterode-Hönebach-Süß-Lindenau-Cornberg-Weiterode umfahren (Taf. 22). Die Rotliegendeaufbrüche bei Nentershausen, Iba und Solz zerlegen das Vorkommen in zwei Teilgebiete, deren Benennung nach den in oder bei ihnen gelegenen Ortschaften als Ronshausen-Hönebacher und Solz-Sontraer Mulde erfolgte. Nach ihrer geographischen Lage werden sie auch als Süd- und Nordmulde bezeichnet.

Die abbauwürdige Flözfläche beträgt nach Angaben der Kurhessischen Kupferschieferbergbau GmbH insgesamt 37 km². Davon entfallen auf die Südmulde 26,5 km² und auf die Nordmulde 10,5 km². Man rechnet nach E. KAUTZSCH (1941) für das gesamte bauwürdige Gebiet mit einem Kupfervorrat von 1,0 Mio. t.

B. Stratigraphie

Bei der Bearbeitung der Tiefbohrungen der Studiengesellschaft Deutscher Kupferbergbau GmbH hat sich G. RICHTER (1941) außer mit der Metallverteilung auch eingehend mit den geologischen Verhältnissen im Richelsdorfer Gebirge befaßt. Auf seinen Angaben und Untersuchungsergebnissen beruht die tabellarische Aufstellung der Schichtenfolge im Richelsdorfer Gebirge (Tab. 1) und die nachfolgende stratigraphische Beschreibung.

Das Vorpermische Grundgebirge ist im Norden des Richelsdorfer Gebirges bei Albungen/Werra und im Westen bei Rotenburg a. d. Fulda durch Tagesaufschlüsse angeschnitten. Es besteht vorwiegend aus Grauwacken. In den Aufschlüssen an der Werra finden sich außerdem noch Phyllite und Serizitschiefer. An der Nordgrenze des Richelsdorfer Gebirges sind paläozoische Gesteine weiterhin durch einige Tiefbohrungen nachgewiesen. Die altersmäßige Stellung dieser Gesteine ist noch nicht geklärt. Nach einer alten Bohrung wird

Tabelle 1

Schichtenfolge im Richelsdorfer Gebirge (nach G. RICHTER 1941)

Formation	Abteilung, Stufe	Schichten	
Trias	Bunt-sand-stein	Mittlerer	Bausandstein
		Unterer	Zone feiner, fester Sandsteine
			Stubensand
			Rote, dünnplattige Sandsteine
			Alheimer Sandstein
			Bunte Zone
		Bröckelschiefer	
Perm	Zech-stein	Oberer	Obere Letten
		Mittlerer	Plattendolomit
			Untere Letten
			Hauptdolomit
			Jüngerer Anhydrit
			Gr. Letten m. Gips / Bunte Tone
	Alterer Anhydrit / Salze der Werra-Serie		
	Unterer	Knotenschiefer	
		Zechsteinkalk	
	Rotliegendes	Kupferschiefer	
		Cornberger Sandstein	
		Graue Konglomerate	
			Rote Konglomerate und Sandschiefer
		Vorpermisches Grundgebirge (Grauwacken, Serizitschiefer, Quarz, Phyllite. Einstufung noch unsicher.)	

das Unterperm bei Nentershausen von grauen Schiefertönen, quarzigen Sandsteinen und grauen, festen Kohlensandsteinen unbekanntes Alters unterlagert.

Im zentralen Teil der Kupferschieferlagerstätte beträgt die Mächtigkeit des Rotliegenden nach dieser im Rotliegendenaufbruch angesetzten Tiefbohrung etwa 1000 m. 10—15 km nördlich und nordwestlich keilen die unterpermischen Schichten aus.

Die in bankiger Wechsellagerung angeordneten rotgefärbten Konglomerate und Sandschiefer sind von 10—12 m mächtigen, graufarbenen konglomeratischen Gesteinen überlagert. Die Graufärbung dieser hangenden Schichten wird allgemein auf örtliche Aufbereitung oder nur nachträgliche Durchtränkung und Ausbleichung der Rotliegendensedimente durch das transgredierende Zechsteinmeer zurückgeführt.

In einer einige km breiten Saumzone ist als jüngstes Sediment des Unterperms der Cornberger Sandstein abgelagert. Nur eine schmale, sich trichterförmig ins Werrabecken öffnende Rinne ist innerhalb dieser Saumzone frei von Cornberger Sandstein. Dieses hellfarbene, schräggeschichtete Gestein von maximal 15 m Mächtigkeit hält man für eine Dünenbildung des späten Oberrotliegenden.

Im Unteren Zechstein kommen als marine Sedimente der Kupferschiefer und der Zechsteinkalk zur Ablagerung.

Der 18—24 cm mächtige Kupferschiefer ist ein feinschichtiger, bituminöser Mergelschiefer. Die im Mansfelder Revier herrschende Spezialgliederung (Feine Lette — Grobe Lette — Kammschale — Schieferkopf — Dachberge) kann für das Richelsdorfer Vorkommen kaum durchgeführt werden, denn die zur Unterscheidung der Lagen herangezogenen Merkmale, wie z. B. Korngrößen- und Farbunterschiede, sind nur schwach oder überhaupt nicht erkennbar.

Der Kupferschiefer geht allmählich durch kontinuierliche Änderung in der Zusammensetzung der gesteinsbildenden Komponenten in den Zechsteinkalk über. Die Mächtigkeit der Übergangsschichten, die im folgenden in Anlehnung an die betriebsüblichen Bezeichnungen „Dachberge“ genannt werden, beträgt etwa 60—70 cm.

Der Zechsteinkalk ist im gesamten Gebiet ziemlich gleichartig als dunkelgraues, leicht gefasertes Gestein ausgebildet, das makroskopisch im frischen Anbruch keine Feinschichtung erkennen läßt. Seine Mächtigkeit beträgt 3—10 m. Die größten Mächtigkeiten erreicht er im Gebiet der von Cornberger Sandstein freigebliebenen Rinne.

Die Lagerungsverhältnisse des Mittleren Zechsteins sind recht unterschiedlich. Im nördlichen Bereich folgt dem Zechsteinkalk bis zu 50 m mächtiger Anhydrit, der an der Basis gegen das Werrabecken hin teilweise durch Knotenschiefer ersetzt wird. Im Süden vertreten dann hangend die bis zu 150 m mächtigen Salze der Werra-Serie den Anhydrit. Sie reichen primär wohl sicher bis in den Raum Dens-Nentershausen. Infolge Auslaugung liegt jetzt der Salzhang etwa auf der Linie Ronshausen-Hönebach. Hangend verzahnen sich die Werra-Salze mit den Bunten Tonen. Die maximal 30 m mächtigen Bunten Tone gehen im Norden in graue Letten mit Gips über. Dann folgt der Jüngere Anhydrit oder bei dessen Fehlen der Hauptdolomit. Beide letztgenannten Gesteine sind infolge Faziesvertretung ebenfalls miteinander verzahnt; stellenweise überdeckt der Hauptdolomit aber auch den 5—10 m mächtigen Jüngeren Anhydrit. Der nicht überall entwickelte Hauptdolomit zeigt unterschiedliche Faziesausbildung bei maximaler Mächtigkeit von 30 m.

Die Ablagerungen des Oberen Zechsteins sind wieder bedeutend gleichmäßiger. Die Unteren Letten bestehen aus Tonmergeln in Wechsellagerung mit Gips. Sie erreichen Mächtigkeiten bis zu 35 m.

Dichte, oft massige Kalke im Verband mit „Röhrchenkalk“ bilden die Nordfazies des Plattendolomits. Im Süden ist er als Stinkkalk entwickelt bei Mächtigkeiten zwischen 20 und 28 m. Dagegen ist der Plattendolomit im Verbreitungsgebiet des „Röhrchenkalkes“ nur etwa 20 m mächtig.

Die Oberen Letten liegen als sandig-tonige, z. T. auch kalkige Gesteine von 20 — 25 m Mächtigkeit vor.

Der Buntsandstein ist mit 400 m Gesamtmächtigkeit im Vergleich zu den Nachbargebieten nur gering ausgebildet.

Der liegende Bröckelschiefer ähnelt bei feinerer und geringerer Sandbeteiligung noch stark den Oberen Letten. Ihm folgt eine „Bunte Zone“ aus Sandsteinen und Letten, die dann von hellfarbigem, dickbankigen Sandsteinen, dem Alheimer Sandstein, überlagert werden. Die hangenden Schichten des Unteren Buntsandsteins bilden rote, dünnplattige Sandsteine.

Der Mittlere Buntsandstein ist durch den Stubensand und den Bausandstein vertreten, die durch eine Zone fester, feinkörniger Sandsteine voneinander getrennt sind.

C. Tektonik

Im Rahmen der vorliegenden Arbeit konnte keine systematische Untersuchung der tektonischen Verhältnisse im Richelsdorfer Gebirge durchgeführt werden. Deshalb möchte der Verfasser sich nur auf eine kurzgefaßte, rein beschreibende Darstellung der tektonischen Situation beschränken, obwohl sich Gesetzmäßigkeiten bezüglich der Einordnung der Klüfte zu konjugierten Kluftsystemen andeuten.

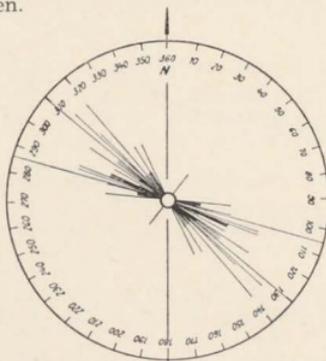


Abb. 1. Häufigkeits-Diagramm

der bedeutenden Schwerspatgänge bzw. Kobaltrücken im Richelsdorfer Gebirge
(nach dem „Generalgrundriß des Richelsdorfer Kobaltbergbaues“)

Das Richelsdorfer Gebirge ist ein Gebiet ausgeprägter Schollentektonik. Brüche wohl jungjurassisch-kretazischen Alters (G. RICHTER 1941) haben die Entstehung zahlreicher Einzelschollen bewirkt (vgl. Taf. 22 u. 23). Die Spalten und Klüfte der Hauptverwerfungen wurden z. T. durch thermale Lösungen ausgefüllt und bilden heute die Schwerspatgänge bzw. Kobaltrücken. Die Hauptstörungen streichen vorwiegend herzynisch (Taf. 22 u. Abb. 1) und zeigen öfter horizontale bis leicht geneigte Rutschflächenstreifung, die auf Seitenverschiebungen zurückzuführen sind. — Die kleineren Störungen bevorzugen Richtungen zwischen 10° und 50° (vgl. Abb. 2 u. 3). Oft bewirken diese zusammen mit den atektonischen Störungen der Salzablagung ausgiebige Schollenzertrümmerungen.

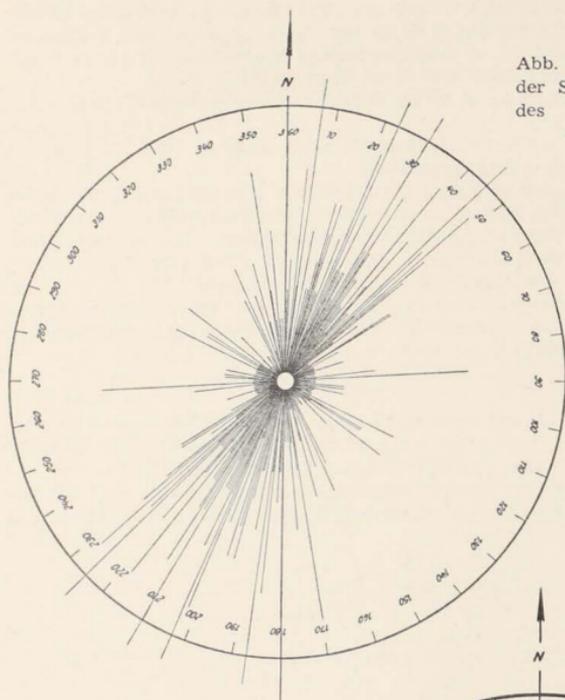


Abb. 2. Häufigkeits-Diagramm
der Störungen im Grubenfeld
des Schnefenbuschschachtes
(nach Grubenrissen)

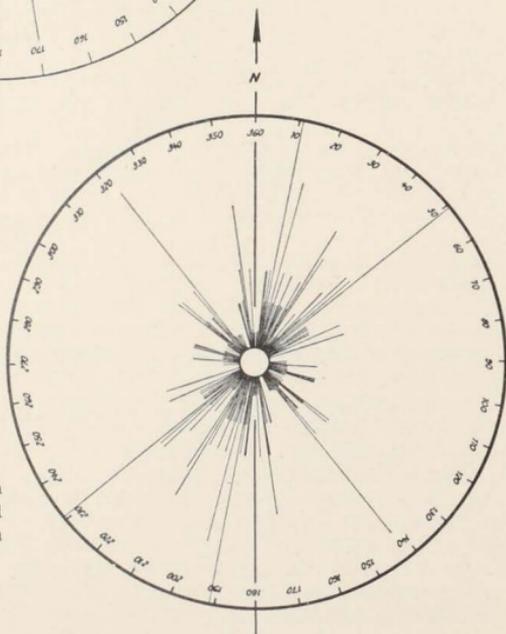


Abb. 3. Häufigkeits-Diagramm
der Störungen im Grubenfeld
der Anlage Wolfsberg (nach
Grubenrissen)

II. Lagerstättenkundliche Untersuchungen am Kupferschiefer, am Sanderz und an den Kobaltrücken

A. Probenahme und Untersuchungsmethoden

Der Verfasser hat den Kupferschiefer, das Sanderz und die Zechsteinkalk-erze der Richelsdorfer Kupferschieferlagerstätte 1950 in einer lagerstättenkundlichen Meldearbeit erstmalig erzmikroskopisch untersucht. Die damalige Bearbeitung kleiner Profilquerschnitte erwies sich als sehr brauchbare Methode für die Erfassung der Vererzungsverhältnisse dieses sedimentären Lagerstättentypus. Sie kommt deshalb in der vorliegenden Arbeit in erweitertem Umfang zur Anwendung, indem nunmehr geschlossene Lagerstättenprofile gezogen und in kontinuierlicher Anschliff-Reihe bzw. Lagenproben-Folge erzmikroskopisch sowie chemisch-analytisch untersucht wurden. — Der Verfasser führte die Probenahme aus Gründen der Genauigkeit eigenhändig aus; sie lief im einzelnen wie folgt ab:

Aus den derzeitigen Abbaubetrieben der Anlagen Wolfsberg und Schnepfenbusch wurden 12 Profile von 30—55 cm Schiefer- und 15—28 cm Sanderzmächtigkeit entnommen, die in profilmäßiger Abfolge als 15—25 cm mächtige Stückproben anfielen. Mittels Carborundsäge wurden je 2 Profilsäulen von ca. 50 x 80 mm Grundfläche herausgeschnitten. Jeweils eine dieser Säulen war für die erzmikroskopische Untersuchung in anschliffgroße Stücke zu zerlegen; die zweite wurde für die analytische Ermittlung der Verteilung der Kupfer-, Blei- und Zinkgehalte in 15—50 mm mächtige Lagen nach folgendem Schema aufgeteilt:

Schieferprofile (vom Liegenden zum Hangenden)

Von	0—12 cm:	20 mm mächtige Lagen
Von	12—18 cm:	30 mm mächtige Lagen
Über	18 cm:	40 mm mächtige Lagen

Sanderzprofile (vom Hangenden zum Liegenden)

Von	0—6 cm:	15 mm mächtige Lagen
Von	6—13,5 cm:	25 mm mächtige Lagen
Über	13,5 cm:	25—50 mm mächtige Lagen

Die analytischen Bestimmungen, insgesamt 720 Einzelanalysen, übernahm freundlicherweise das Betriebslaboratorium der Kurhessischen Kupferschieferbergbau GmbH, Sontra.

Auf die zunächst geplante analytische Erfassung der Verteilung des Silbers, der gesteinsbildenden Komponenten und der Spurenmetalle wie Re, Co, Ni, Mo und V mußte aus technischen Gründen verzichtet werden. Die vorliegenden Betriebsanalysen zeigen die Verteilung dieser Komponenten nur unzureichend und lückenhaft auf.

Die besonderen Vererzungsverhältnisse im Westfeld der Anlage Schnepfenbusch am Berg 5 und Carl-Stolln (siehe Taf. 24) wurden in drei 18—25 cm mächtigen Schieferprofilen und drei stichprobenartig von 20 zu 20 cm gezogenen Sanderzprofilen von 1,80 m Gesamtmächtigkeit erzmikroskopisch untersucht. — Weiterhin standen aus der 1950 durchgeführten Meldearbeit zur Verfügung:

1. Aus dem Baufeld der Anlage Wolfsberg

Die Anschliffe von 3 Schiefer- und Sanderzprofilen (15—30 cm Mächtigkeit) aus dem Feldesteil oberhalb der Wolfsberger Stolln-Sohle.

2. Aus dem Baufeld des Reichenbergschachtes

Die Anschliffe eines stichprobenartig von 20 zu 20 cm gezogenen Profiles über 2,0 m Gesamtmächtigkeit sowie Einzelanschliffe und Handstücke aus dem Gebiet der Zechsteinkalkvererzungen.

Einzelanschliffe, Teilprofile und Handstücke aus den Feldesteilen mit höheren abbauwürdigen Schiefermächtigkeiten.

In geringem Umfang wurden ergänzend Schiefer-, Sanderz- und Zechsteinkalk-Dünnschliffe ausgewertet.

Die Untersuchung der Kopaltrücken gilt im wesentlichen der lagerstättenkundlichen Abgrenzung gegen die Kupferschieferlagerstätte bezüglich Genesis und gegenseitiger Beeinflussung in der Erzführung. Die umfassende systematische Bearbeitung der Kopaltrücken würde eine eigene, in sich geschlossene Aufgabe darstellen und konnte im Rahmen der vorliegenden Arbeit nicht zur Durchführung gelangen. Immerhin war für die Probenahme das Ziel gesetzt, die Mineralparagenese der Kopaltrücken möglichst vollständig zu erfassen. — Das Probenmaterial wurde hauptsächlich erzmikroskopisch ausgewertet. Die überwiegende Menge des untersuchten Materials lieferten die Aufschlüsse der Grubenfelder der Anlagen Schnepfenbusch und Wolfsberg; einige Proben stammen aus den Schwerspätgruben „Franziska“ bei Braunhausen, „Münden“ bei Nentershausen und „Wilhelm I“ in Bauhaus.

Die Entnahmestellen der untersuchten Profile und Stückproben sind in den Übersichtsrisen (Taf. 24 u. 25) gekennzeichnet.

B. Die profilmäßige erzmikroskopische Untersuchung der Kupferschieferlagerstätte

1. Zur Petrographie der Schichten der Kupferschieferlagerstätte

Der Kupferschiefer mit 16—24 cm Mächtigkeit und die hangenden 18 cm der konglomeratischen Lagen der Rotliegendformation — das Sanderz — bilden z. Zt. das normale Fördererz der Richelsdorfer Kupferschieferlagerstätte. In Sonderfällen werden Sanderzmächtigkeiten bis zu 2,0 m abgebaut. Der Cornberger Sandstein als Liegendes ist infolge niedriger Kupfergehalte generell nicht abbauwürdig. Die Abbauwürdigkeit der Schichten des Unteren Zechsteins — bestehend aus Kupferschiefer, Dachbergen und Zechsteinkalk — erreicht maximal in Gebieten sekundär überprägter Kupferverteilung 3—6 m, wobei jedoch taube Mittel in Stärke von 1—2 m auszuhalten sind.

a) Das Liegende

Rotliegendes Konglomerat

Als konglomeratische Komponenten der grau gefärbten hangenden Rotliegendeschichten treten auf: Quarz, Feldspat — als Plagioklas und Orthoklas — sowie Quarzit, Kieselschiefer und Glimmerschiefer. Das zwickelfüllende Bindemittel ist überwiegend karbonatisch bei geringer Beteiligung sandig-kieseliger Bestandteile. Es enthält die Sulfide, deren Mengenanteil sich mit zunehmendem Abstand vom Hangenden schnell verringert. Dem Bindemittel der hangenden 4—8 cm des Konglomerates ist ferner tonig-bituminöse Substanz beigemischt. Dadurch sind die hangendsten 5 cm der Sanderze dunkel gefärbt. Der Bergmann hat für diese Lagen, die fast immer die erzreichsten der Lagerstätte sind, die Bezeichnung „Schwarzkopf“ geprägt.

Die Karbonate und Sulfide des Bindemittels liegen allotriomorph und gleichaltrig vor. Gelegentlich verdrängen sie in geringem Maße die Konglomeratkomponenten (Taf. 2 Fig. 4).

Das Rotliegende zeigt bankige Wechsellagerung von grobkörnigen konglomeratischen und feinkörnigen sandigen Lagen, die manchmal auch in ausgeprägter Schrägschichtung vorliegen. Die detritalen Komponenten der sandigen Lagen haben Korngrößen von 0,1 bis 0,5 mm. Die Körner der konglomeratischen Lagen erreichen maximale Durchmesser von 40—50 mm. Alle Übergänge von rein sandigen Lagen über Lagen mit konglomeratischen Einsprenglingen bis zu fast nur aus Konglomeratkörnern bestehenden Lagen treten in den hangenden erzführenden Schichten des Rotliegenden auf.

Nach einem mehrmonatigen Mittel des Fördergutes der Anlage Wolfsberg (G. GUNZERT 1953, S. 261) hat das konglomeratische Sanderz folgende chemische Zusammensetzung:

SiO ₂	65,0 %	Cu	1,6 %
Al ₂ O ₃	9,8 %	Pb	Spuren
CaO	7,5 %	Zn	0,1 %
MgO	1,2 %	Fe	1,7 %
Na ₂ O	2,0 %	Mn	0,2 %
P	0,075 %	Ag	12 g/t

Cornberger Sandstein

Der Cornberger Sandstein ist ein gleichkörniger, feldspatreicher Sandstein mit vorwiegend Plagioklasbeteiligung. Das tonig-serizitische Bindemittel weist nur geringe Karbonatanteile auf. Die Karbonate bilden konkretionsartige Nester. In den hangenden cm wird die Karbonatbeteiligung größer. Die Durchmesser der Sandsteinkörner liegen zwischen 0,1 und 0,3 mm.

b) Kupferschiefer, Dachberge und Zechsteinkalk

Die gesteinsbildenden Komponenten des Kupferschiefers und seiner hangenden Übergangsschichten bis zum Zechsteinkalk — der Dachberge — sind Karbonate, tonig-bituminöse Grundmasse und als Detritusbestandteile Quarz und Glimmer.

Das feinverteilte, etwa bis zum Magerkohlenstadium inkohlte Bitumen macht die tonige Grundmasse im Dünnschliff undurchsichtig. Die abgerundeten Quarzkörner erreichen in allen Lagen des Profils maximale Durchmesser von 65 μ . Die Glimmerblättchen sind ausgesprochen parallel zur Schichtebene eingelagert. Die Karbonate bestehen meist aus flaserigen, selten rundlichen konkretionären Gebilden von 0,01—0,2 mm Dicke (Taf. 1 Fig. 1, 2 u. 3). Im Wechsel mit tonigen Zwischenmitteln bewirken die lagig angeordneten Karbonatfasern die Feinstschichtung des Mergelschiefers. Die kupferreichen liegenden 5—8 cm des Kupferschiefers sind im allgemeinen kurzflaserig und besonders reich an tonig-bituminösen Bestandteilen (Taf. 1 Fig. 1). Nur gelegentlich weisen sie örtlich gute Feinstschichtung auf (Taf. 3 Fig. 8). Infolge höherer Karbonatbeteiligung zeigen die hangenden Lagen des Kupferschiefers und die untersten cm der Dachberge ausgeprägtere Flaserung und entsprechend auch makroskopisch deutlichere Schichtung (Taf. 1 Fig. 2). In den hangenden Schichten der Dachberge klingt die Beteiligung der bituminösen Bestandteile allmählich ab. Da mit ihrer Abnahme gleichzeitig die Feinstschichtung und auch die Schwarzfärbung der Dachberge mehr und mehr verloren geht, gleichen sie farb- und strukturmäßig immer stärker dem dichten, dunkelgrauen Zechsteinkalk.

Der Zechsteinkalk enthält nur noch wenig bituminöse Substanz, ist aber in seinen liegenden Partien reicher an Detritusquarz als die quarzreichsten Schieferlagen. Ohne Anwitterung und auch im Dünnschliff ist das Schichtgefüge des Zechsteinkalkes aber kaum zu erkennen.

In der nachfolgenden Tabelle wird die chemische Zusammensetzung der Schichten des Unteren Zechsteins im Gebiet der Kupferschieferlagerstätte aufgezeigt.

Tabelle 2

Chemische Zusammensetzung der Schichten des Unteren Zechsteins im Bau-
feld des Reichenbergschachtes (R) und der Anlage Wolfsberg (W)

Schichten	Mächtigkeit cm	SiO ₂ %		Al ₂ O ₃ %		CaO %		MgO %	
		R	W	R	W	R	W	R	W
Kupferschiefer und Dach- berge	0—20	21,0	28,0	10,0	11,0	19,0	19,0	7,0	2,5
	20—40	23,0	29,0	9,0	12,0	18,0	19,0	7,5	5,0
	40—90	32,0		11,0		16,0		7,5	
	40—100		36,0		11,5		15,0		7,0
Zechstein- kalk	90—140	38,0		10,0		16,0		7,4	
	100—125		41,0		14,0		12,0		8,5
	140—190	51,0		12,5		11,0		4,0	

Anm.: Die Analysenwerte für die Schichten der Anlage Reichenberg sind Durchschnittswerte mehrerer horizontalisiert entnommener Proben (G. GUNZERT 1953).

Die Werte für Anlage Wolfsberg entstammen Gesteinsproben, die als Profilproben für betriebliche Zwecke gezogen wurden:

Von 0—75 cm, Mittel aus 5 Profilproben

Von 75—100 cm, Mittel aus 3 Profilproben

Von 100—125 cm, eine Profilprobe

Der Kupferschiefer und die Dachberge des Reichenberg- und Wolfsberg-Baufeldes haben etwa die gleichen CaO- und Al₂O₃-Gehalte, unterscheiden sich aber merklich im MgO- und SiO₂-Gehalt. Die Schichten des Grubenfeldes der Anlage Reichenberg sind SiO₂-ärmer und MgO-reicher als die entsprechenden Schichten des Baufeldes der Anlage Wolfsberg.

2. Die Vererzung im ungestörten Feld

In den Feldesteilen, die tektonisch nicht oder nur mäßig gestört sind, treten folgende Erzminerale auf:

Bornit, Kupferglanz, Kupferkies, Covellin, Zinkblende, Bleiglanz und Schwefelkies.

Kupferglanz liegt in zwei Farbvarietäten vor. Die hellblaue Varietät zeigt bei ausreichender Teilchengröße meist deutliche Anisotropie und dürfte rhombischer Kupferglanz sein. Nach Art der noch zu beschreibenden Paragnese ist die tiefblaue Abart eine feinlamellare Verwachsung zwischen Kupferglanz und Covellin (vgl. P. RAMDOHR 1950, S. 309). Schwefelkies kommt als Markasit und Pyrit vor.

a) Die profilmäßige Verteilung der primären Sulfide

Die Abb. 4 zeigt zusammenfassend die Verteilung der primären Sulfide

in den untersuchten Profilen aus dem Baufeld der Anlagen Wolfsberg und Schnepfenbusch (vgl. Einzelprofile Abb. 5—13, S. 37 ff.). Die sich aus der Verteilung der Sulfide ergebenden Zonenabfolge und die dazu gehörigen Erläuterungen müssen hier vorweggestellt werden, da bei der nachfolgenden Beschreibung der Vererzungsformen speziell auf die Zoneneinteilung häufig Bezug genommen wird.

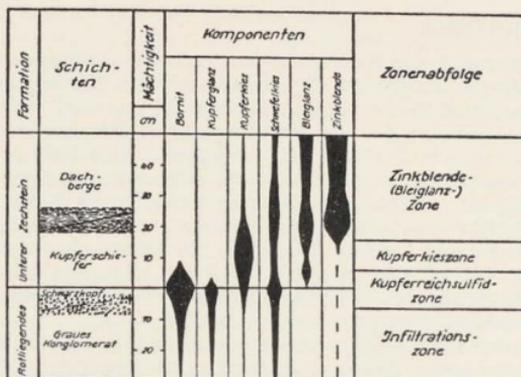


Abb. 4. Profilmäßige Verteilung

der primären Sulfide im Baufeld der Anlagen Wolfsberg und Schnepfenbusch (nach den Ergebnissen der erzmikroskopisch-analytischen Profiluntersuchung).

Die Hauptsulfide des Sanderzes und der liegenden 4—6 cm — im Extremfall 8 cm — des Kupferschiefers der Anlagen Wolfsberg und Schnepfenbusch sind Bornit und Kupferglanz. Letzterer tritt mengenmäßig mehr zurück. Außerdem beteiligen sich an der Vererzung dieser Schichten lagenweise unterschiedlich auch Kupferkies und seltener Zinkblende, die beide als Durchläufer über die gesamte untersuchte Profilmächtigkeit vorkommen. Die Sulfide des Schwarzkopfs und der bornit- und kupferglanzführenden untersten Kupferschieferlagen zeigen die gleichen Verwachsungsformen. Diese Lagen sollen als „Kupferreichsulfidzone“ zusammengefaßt werden (vgl. Abb. 4).

Die Sulfide der kupferärmeren Konglomeratlagen unterhalb des Schwarzkopfs bilden andere Verwachsungen. Die Vererzung reicht ins Liegende maximal 3—5 m hinein. Sie ist, wie noch aufgezeigt wird, durch die das liegende Konglomerat infiltrierenden Bodenlösungen des Kupferschiefermeeres erfolgt. Das erzführende hangende Rotliegende — ausschließlich des Schwarzkopfs — wird demzufolge als „Infiltrationszone“ bezeichnet. (Man beachte in Abb. 4 die in Rubrik „Schichten“ angedeuteten Fazieswechsel).

Hangend schließen sich an die Kupferreichsulfidzone nur überwiegend kupferkiesführende Lagen mit gelegentlich stärkerer Bleiglanzbeteiligung an, die als „Kupferkieszone“ erfaßt werden.

Die metallarme Kupferkieszone bildet den Übergang zur „Zinkblende-(Bleiglanz-) Zone“, der die hangenden Lagen des Kupferschiefers und die Dachberge mit überwiegend Zinkblende- und mäßiger Bleiglanz-Führung zugeordnet werden sollen.

Schwefelkies nimmt an der Vererzung der Schichten über die gesamte untersuchte Profilmächtigkeit teil. In den Schieferschichten findet er sich in Form feinsten Teilchen, die dem Nebengestein oder den Kupfersulfiden eingelagert sind. Nur im Sanderz und in den geschlossenen Sulfidlagen des Schiefers tritt er auch in derberen Körnern auf.

b) Die Verwachsungsformen der Sulfide

a) Primärstrukturen

Der Feinstschichtung des Kupferschiefers und der Dachberge fügen sich die primären Sulfide gut ein (Taf. 3 Fig. 8). Die feinsten Erzteilchen bilden perlkettenförmig aufgereichte bis häutchenförmige Säume und Nebengesteinspartikel und kleine Anhäufungen von oft idiomorphen Einzelkörnchen. Außerdem sind über die gesamte Profilmächtigkeit kugelförmige Gebilde von $6-15 \mu$ Durchmesser vorhanden, die in der Literatur allgemein als „vererzte Bakterien“ bezeichnet werden. Die gröberen Sulfidkörner haben rundliche, in Richtung der Schichtebene ausgelängte Formen. In erzreichen Lagen schließen sie sich zu Fasern und Linsen zusammen. Sie bilden aber auch häufig gemischte Sulfid-Karbonat-Fasern. Mit den Karbonatkörnern sind die Erzteilchen unregelmäßig verzahnt und gleichwertig ohne ausgeprägte Verdrängungserscheinungen verwachsen (Taf. 4 Fig. 12).

Die Erzlinsen umschließen bevorzugt Bitumenschlieren, die Einschlüsse sedimentierter organischer Substanz darstellen. Oft wurden auch Sulfidbeläge auf den Außenseiten von Fischversteinerungen festgestellt. Die Erzlinsen erreichen bei 0,1—3 mm Mächtigkeit 5—60 mm Längserstreckung — im Sonderfall, als beidseitige Außenbeläge von Fischversteinerungen, sogar mehrere dm. Ferner treten horizontbeständige Erzlagen von einigen mm Mächtigkeit und bis zu 150 m verfolgter Längserstreckung auf. Sie bestehen innerhalb der Kupferreichsulfidzone überwiegend aus Bornit, in der Zinkblende-(Bleiglanz-)Zone dagegen aus „komplexen“ Pyrit-Kupferkies-Zinkblende-Verwachsungen. — Die Bornitlagen der Kupferreichsulfidzone in den Anlagen Wolfsberg und Schnepfenbusch haben nur geringe Flächenausdehnung von etwa einigen qdm. Sie sind nur unmittelbar über dem Liegenden ausgebildet. Bei der Verfestigung der Schichten wurden ihnen infolgedessen nicht selten die Unebenheiten des Liegenden aufgeprägt.

Im Schiefer der Anlage Reichenberg kommen die Bornitlagen erst in 15—30 cm Abstand vom Liegenden, aber gelegentlich in dreifacher Wiederholung und beträchtlicher Ausdehnung vor. In der 4. und 5. Abbaustrecke auftretende, bis zu 3 mm mächtige Bornitlagen konnten über 20 m einfallende Erstreckung bzw. die gesamte freigelegte streichende Abbaustößlänge von 35—40 m verfolgt werden. Hangend und liegend zu den Bornitlagen sind im gleichen Feldesteil noch weitere geringmächtigere Kupferkieslagen im Profiquerschnitt angeordnet.

Die bis zu 2 mm mächtigen Sulfidlagen der Zinkblende-(Bleiglanz-)Zone der Anlagen Wolfsberg und Schnepfenbusch zeichnen sich ebenfalls durch erhebliche Flächenausdehnung aus. Die Einmessung zweier in 20—24 cm und 50—53 cm Abstand vom Liegenden auftretenden Lagen ergab, daß beide über den gesamten Strebstoß einzelner Abbaubteilungen von 120—150 m streichender Länge vorhanden sind. Durch Störungen werden die schichtgebundenen Sulfidlagen nicht beeinträchtigt; auch in verworfenen Flözteilen treten sie in gleichen Abständen vom Liegenden auf. Allenfalls bilden sie Ansatzpunkte für nachträglichen Absatz jüngerer Sulfide aus den Lösungen, die auf den Verwerfungsclüften zirkulierten (Taf. 9 Fig. 33). Unter dem Mikroskop im Anschliff

werden noch feinere, horizontbeständige Erzfilme sichtbar, die nicht selten Übergänge von erzeichen Nebengesteins- zu reinen Erzlagen zeigen.

Im liegenden Konglomerat bilden Karbonate und Sulfide das zwickelfüllende Bindemittel, an dessen Aufbau im Schwarzkopí noch tonig-bituminöse Substanz beteiligt ist. Die Karbonate, im wesentlichen Kalkspat, sind mit den Sulfiden allotriomorph verwachsen. Beide korrodieren und verdrängen mitunter die Konglomeratkörner (Taf. 2 Fig. 4). Nur in den tieferen Lagen des Konglomerates treten Pyrit und Kupferkies auch in idiomorphen Formen auf.

Die im Schieferprofil häufig vorkommenden kleinsten Kiesteilchen sind infolge ihrer geringen Korngröße nicht immer eindeutig bestimmbar. Nach dem Reflexionsvermögen und der Schleifhärte der Einzelteilchen zu urteilen, dürften die „vererzten Bakterien“ normalerweise nur als jeweilig reine Schwefelkies- oder Kupferkiesgebilde vorliegen. In sehr bornitreichen Lagen bestehen die Einzelteilchen auch aus Bornit.

Die „vererzten Bakterien“ unterscheiden sich von den bis zu dieser Größenordnung herunter auftretenden Schwefelkieskonkretionen durch ihren kugelförmigen, lockeren Aufbau aus feinsten Einzelteilchen und ihre auffallend gleiche Größe zwischen 6 und 15 μ (Taf. 4 Fig. 13). Die Schwefelkieskonkretionen dagegen wechseln in der Größe stärker (10—150 μ). Sie wirken gelegentlich porös, sind aber voll mit Schwefelkies ausgefüllt. Im Konglomerat treten die Konkretionen auch in der Infiltrationszone auf, während die „vererzten Bakterien“ nur noch im Schwarzkopf festgestellt wurden.

Die kleinen, idiomorphen Kieskörnerchen, die sich oft zu unregelmäßigen Klümpchen zusammenballen, bestehen nach Tracht, Härte und Reflexionsvermögen aus Pyrit.

In Erzkörnern und -fasern, die sich aus mehreren Komponenten aufbauen, sind die Sulfide meist nur wenig verzahnt verwachsen. Sie verdrängen sich gegenseitig nicht und lassen keine Bildungsfolge erkennen. Für Kupfersulfide untereinander gilt dies nicht.

Zinkblende enthält häufig wolkig verteilt feinste, rundliche oder spindelförmige Kupferkiesteilchen von etwa 2 μ Größe. Auch im Bornit sind nicht selten Kupferkies- und Schwefelkies-Ovoide eingelagert.

Besonders in den Kupferkies-Zinkblende-Schwefelkies-Lagen und -Linsen, aber auch im Schwarzkopf, bilden die Sulfide „komplexe“ Verwachsungsformen. Die Erzlagen sind in sich feinschichtig aufgebaut. Die geschlossene Mittellage besteht aus teils lappigen, teils wurmförmigen bis feinyrmekitischen Verwachsungen mit wechselnder Mengenbeteiligung der genannten Sulfide (Taf. 5 Fig. 14 u. 15). Beidseitig schließen sich meist aufge-lockerte Säume aus teilweise idiomorphen Pyritkörnern an, die pflastersteinartig oder senkrecht-stengelig zur Lage angeordnet sind. Die randlichen Pyritsäume enthalten oft auch Zinkblende- und Kupferkieskörner.

Die Sulfidlagen der Kupferreichsulfidzone führen als primäre Einlagerungen nur kleine Schwefelkies- und Kupferkies-Ovoide. An Stellen örtlich begrenzter Anschwellungen lösen sie sich zu 2—3 Einzellagen auf, die in sich oft noch feingeschichtet sind. Erzeugt wird diese Aufgliederung durch feinste, lagige Einschaltungen aus tonig-bituminöser Substanz. Stärkere Beteiligung tonig-bituminöser Bestandteile kann zur lokalen Zerflaserung der Bornitlagen führen.

Bevorzugt im Übergang von der Kupferkieszone zur Kupferreichsulfidzone sind Bornit und Kupferkies oft unregelmäßig und ohne ausgeprägte Verdrängungsstrukturen verwachsen. Im Schwarzkopf und den unteren Kupferschieferlagen bilden Bornit und Kupferglanz rundliche und flammenförmige Verwachsungsformen in gemeinsamen Kornverbänden (Taf. 2 Fig. 5), deren gene-

tisch enge Zusammengehörigkeit sich im gegenseitigen Korngefüge bei gekreuzten Nikols durch die Anisotropie des Kupferglanzes widerspiegelt. Diese Form der Bornit-Kupferglanz-Verwachsungen läßt auf gleichzeitige Bildung beider Sulfide als Primärkomponenten schließen.

Schwefelkies ist an der Vererzung im Sanderz reichlicher und grobkörniger als im Kupferschiefer beteiligt. Im Schwarzkopf tritt er ausschließlich als Markasit auf, am häufigsten mit Bornit verwachsen. Vom Bornit mit wolkig verteilten Schwefelkies-Ovoiden über Bornit mit netzförmigen Schwefelkieseinlagerungen bis zum Schwefelkies mit geringen Borniteinlagerungen treten alle Übergangsformen auf. Oft bilden Bornit und Schwefelkies auch konzentrische Strukturen (Taf. 5 Fig. 17). — In der Infiltrationszone bestehen die Erzkörner meist nur aus einem Sulfid. Bornit und Kupferglanz sind neben Schwefelkies die Hauptkomponenten. Schwefelkies kommt nebeneinander als Pyrit und Markasit vor. Kupferkies und Pyrit sind oft idiomorph und bilden kleine Bisphenoide bzw. Oktaeder und Würfel von 5—15 μ Größe.

Bei stärkerer Vererzung des tieferen Liegenden, wie z. B. in der Abbauabteilung am Berg 5, Anlage Schnepfenbusch, treten aureolenförmige Kupferkies-säume um Markasit- und Pyritkerne auf. Oftmals sind auch Markasit-Bornit-Rosetten in Kupferkiesfüllmasse eingelagert (Taf. 5 Fig. 16). Kupferkies als jüngstgebildete Komponente verdrängt randlich die eingelagerten Sulfide leicht. Im Anschliff erweisen sich die groben Konglomeratlagen dieses Feldesteiles stets am erzeichsten.

Die Verwachsungsformen der Sulfide der Primär-Paragenese, insbesondere des Schwarzkopfs sowie der aus mehreren Sulfidkomponenten bestehenden Erzlagen und -linsen, deuten darauf hin, daß die Sulfide der Kupferschieferlagerstätte primär als Sulfidgele gefällt wurden. Gemäß der gemischten Zusammensetzung der Gele bildeten sich bei der Auskristallisation die „komplexen“, z. T. auch konzentrischen Verwachsungen als typische Gelstrukturen (Taf. 5 Fig. 14—17). Bei geringer Abweichung von der formelmäßigen Zusammensetzung einer kristallisierten Komponente entsteht nur ein Sulfid mit mehr oder weniger zahlreichen Einlagerungen eines zweiten oder dritten Minerals. In der Kupferreichsulfidzone kamen bevorzugt Cu-Fe-Sulfidgele zur Abscheidung. Als primäre Sulfide bildeten sich vor allem Bornit und auch Schwefelkies, in geringerer Menge Kupferglanz und Kupferkies. Je nach dem Cu-Fe-Verhältnis der Sulfidgele entstand bei überwiegendem Kupfergehalt Bornit mit mehr oder weniger zahlreichen Schwefelkieseinlagerungen oder im Falle höherer Fe-Anteile Schwefelkies mit Borniteinlagerungen. Aus sehr Cu-reichen Sulfidgelen konnte primär auch Kupferglanz zusammen mit Bornit auskristallisieren (Taf. 2 Fig. 5).

In der Kupferkieszone reichten die gefällten Kupfermengen nur noch zur Bildung von Kupferkies aus. Jedoch fielen gelegentlich schon stärker Zn und Pb mit aus, deren Beteiligung in der Kupferreichsulfidzone recht unbedeutend ist.

Die Kupferkiesführung nimmt in der Zinkblende-(Bleiglanz-)Zone stark auf Kosten der PbS- und ZnS-Vererzung ab. Nur in den schichtbeständigen Sulfidlagen und in den Sulfidlinen ist der Kupferkiesanteil noch beträchtlich. Bei erhöhter Metallabscheidung wurden in der Zinkblende-(Bleiglanz-)Zone gemischte Cu-Fe-Zn-Pb-Sulfidgele ausgefällt, aus denen Kupferkies, Schwefelkies (als Pyrit), Zinkblende und Bleiglanz in feinsten „komplexen“ Verwachsungsformen auskristallisieren (Taf. 5 Fig. 14 u. 15).

Die Erzlinsen bildeten sich jeweils aus Gelschlieren, die durch örtlich stärkere Sulfidfällungen entstanden. Dagegen dürften die schichtgebundenen Sulfidlagen auf kurzzeitig erhöhte Metallabscheidungen innerhalb kleiner Teilgebiete der Lagerstätte zurückzuführen sein.

Offensichtlich hat der Zersetzungsvorgang organischer Substanz die Ausfällung der Sulfide unmittelbar mitbeeinflusst, was die häufig festgestellten Sulfidanreicherungen um sedimentierte organische Bestandteile beweisen.

Aus der Beteiligung der tonig-bituminösen Bestandteile am Bindemittel der hangenden cm des Konglomerates ist zu schließen, daß die Vererzung des Schwarzkopfs hauptsächlich mechanisch durch das Einsickern der ersten Bodensedimente des Kupferschiefermeeres in die noch lockeren hangenden Lagen des Rotliegenden erfolgte. Auch der in Fig. 6 auf Taf. 2 gezeigte Sanderzeinschluß im Kupferschiefer erbringt den Beweis, daß die Vererzung des Schwarzkopfs noch vor der Verfestigung und mit Beginn der Ablagerung des Kupferschiefers stattgefunden haben muß. Die Entstehung solcher Sanderz-„Röllchen“ im liegendsten Kupferschiefer erklärt sich wie folgt: Von abgleitenden Schwarzkopfmassen, die durch subaquatische Rutschungen in Bewegung gerieten, lösten sich kleinere Teilmengen. Durch weiteres Abrollen nahmen diese rundliche bis elliptische Formen an und lagerten sich als röllchenförmige Gebilde auf den ersten, noch geringmächtigen Schlammlagen des Kupferschiefermeeres ab. Solche Sanderz-„Röllchen“ weisen die gleichen Vererzungsformen wie das normale Sanderz auf. Sie wurden an einer Stelle mit stärkeren subaquatischen Rutschungen in größerer Anzahl gefunden.

Die Vererzung der Infiltrationszone — des tieferen Liegenden ausschließlich des Schwarzkopfs — dürften die ersten Bodenlösungen des Kupferschiefermeeres verursacht haben, die in das noch unverfestigte Konglomerat eindringen. — Die komplexen Gelstrukturen sind in der Infiltrationszone selten. Die Sulfide treten stärker nach Komponenten getrennt, z. T. auch in idiomorphen Formen auf. Sie sind mit den gleichaltrigen Karbonaten des Bindemittels allotriomorph verwachsen. Neben der Vererzung haben demnach die Bodenlösungen zugleich auch die karbonatische Abbindung des hangenden Rotliegend-Konglomerates bewirkt. Die Unterschiede der Sulfidverwachsungsformen gegenüber denen des Schwarzkopfs sind wahrscheinlich die Folge einer differenzierten Ausfällung nach Kupfer- und Eisensulfiden. Dies mag daran gelegen haben, daß sicher sowohl die Metall- als auch die H_2S -Konzentration der infiltrierenden Lösungen verhältnismäßig gering war. Im Sinne von A. MAUCHER und K.-C. TAUPITZ (1954) würde man hier von „hydratischen“ Bildungen sprechen.

β) Sekundärstrukturen im Gefolge von Diagenese und schwacher Tektonik

Mechanische Beanspruchungen haben sich auf die Sulfidlagen des Kupferschiefers unterschiedlich ausgewirkt. Die verhältnismäßig spröden Kupferkies-Schwefelkies-Zinkblende-Lagen sind ausgezeichnete Nachbilder der tektonischen Kluftsysteme, da sie bei Beanspruchung leicht kataklastisch reagieren. Die in den Kieslagen entstehenden Klüfte sind oft wieder mit Kalkspat verheilt. Randlich setzt sich auf den Klüften auf Kupferkies selten etwas Kupferglanz ab (Taf. 6 Fig. 18). Die duktileren Bornitlagen dagegen haben durch den Gebirgsdruck nur feinste, die Lagen senkrecht durchsetzende Risse erhalten, die allerdings durch sekundär einwandernden Kupferkies ausgezeichnet hervor-

gehoben werden. Der Kupferkies wächst von den Rißfüllungen aus lamellar flammen- und leistenförmig in den Bornit hinein (Taf. 6 Fig. 19). Mit Annäherung an kleine Verwerfungen nimmt die Kluft- und Rißbildung in den Sulfidlagen zu. Dementsprechend wird auch die Bornitverdrängung durch Kupferkies intensiver und führt stellenweise zu fast völligem Ersatz des Bornits. Da Kupferkies orientiert von den senkrechten Rissen aus vordringt, sind die schnitzelförmigen Bornitreste säulig bzw. stengelig im Kupferkies angeordnet. Sekundärer Kupferglanz ist in den Sulfidlagen als seltener Verdränger von Bornit noch jünger als Kupferkies, den er mitverdrängt.

Außer diesen durch tektonische Vorgänge bedingten Strukturen zeigen die Kupfersulfide der Kupferreichtulfidzone noch folgende sekundäre Verwachsungsformen:

Die primären Bornitlagen und -körner sind häufig durch Kupferkiesrandsäume gegen das Nebengestein und eingeschlossene Nebengesteinsbestandteile abgegrenzt. Von den Randsäumen aus wachsen oft flammen- und spindelförmige, leicht wellige Kupferkieslamellen in den Bornit hinein (Taf. 7 Fig. 22). Manchmal führt die lamellare Kupferkiesverdrängung zur Zerschnittzelung des Bornits (Taf. 6 Fig. 21).

Sehr oft wird Bornit von feinsten, netzförmig angelegten Adern aus tiefblauem Kupferglanz durchzogen. Von diesen Adern aus durchsetzen kleine, teils wellige Kupferkiesspindeln oder -leisten orientiert den Bornit. Fast immer sind die Spindeln und Leisten von einem hauchdünnen Kupferglanzhäutchen überzogen. Die Kupferkiesspindeln sind nur 5—30 μ lang und selten mächtiger als 1 μ (Taf. 6 Fig. 20).

Oft zerfällt Bornit vom Rand oder von Rissen aus in ein gekröseartiges, feinkörniges Gemenge aus Kupferkies, tiefblauem Kupferglanz und Covellin. Dieser Vorgang ist allgemein jünger als die Kupferkiesspindelbildung (Taf. 6 Fig. 20).

Durch Kupferglanz wird Bornit flächenhaft verdrängt. Nicht selten folgt dieser Vorgang einer von Korngrenzen oder Rissen ausgehenden Verdrängung des Bornits durch Covellin und tiefblauen Kupferglanz oder dem gekröseartigen Bornitzerfall nach. In Bornit eingelagerter Markasit und Kupferkies widersetzen sich der Verdrängung durch Kupferglanz länger bzw. gänzlich; denn häufig dringt der Kupferglanz unter Stehenlassen der Markasit- oder Kupferkiesteile bevorzugt im Bornit vor bzw. treten Markasiteinlagerungen zusammen mit geringen Bornitresten noch im Kupferglanz auf.

Die Kupferkiesrandsaumbildung um Bornit mit oftmals lamellarer Verdrängung kann durch die Einwirkung der bei der Diagenese freiwerdenden, sicher eisenhaltigen Wässer auf den Bornit entstanden sein. Jünger als die Kupferkiesrandsaumbildung sind die zementativen Zerfalls- und Verdrängungsstrukturen, die Bornit mit Kupferkies, Covellin und Kupferglanz liefert. — Nach P. RAMDOHR (1950, S. 331) können Kupferkiesentmischungsspindeln außer durch primäre Entmischung auch bei beginnendem zementativen Zerfall des relativ instabilen Bornits entstehen. Die häutchenförmigen Kupferglanzüberzüge auf den Kupferkiesspindeln und -leisten und das Einmünden dieser Teilchen in Kupferglanzädrchen oder Risse sprechen in ganz besonderem Maße dafür, daß die Bildung der orientiert eingelagerten Entmischungsteilchen auf beginnenden Zerfall und nicht auf primäre Entmischung zurückzuführen ist. — Weiter fortgeschrittene Zerfallsstrukturen des Bornits stellen die feinkörnigen, gekröseartigen Verwachsungen aus Kupferkies, Covellin und Kupferglanz dar (rechte Bildseite von Fig. 20, Taf. 6). Schließlich kann es zur örtlich völligen Verdrängung des

Bornits und der Bornit-Covellin-Kupferglanz-Verwachsungen durch Kupferglanz kommen.

c) Sekundäre Kluffüllungen im Gefolge nachdiagenetischer Tektonik

In keinem Feldesteil sind die Schichten der Kupferschieferlagerstätte völlig frei von tektonischen Einwirkungen. In allen Abbaubteilungen treten im Sanderz, im Kupferschiefer und in seinen hangenden Schichten Vertikalkluftsysteme mit z. T. ausgezeichnet geradlinigem Verlauf der geringmächtigen Klüfte auf. Außerdem durchsetzen noch kleine und kleinste unregelmäßige Klüfte diese Schichten. Die sekundären Kluffüllungen führen überwiegend Kalkspat und Gips; letzterer zeigt sich aber nicht in allen Feldesteilen. Außer Bornit, Kupferglanz, Kupferkies, Zinkblende, Bleiglanz und Schwefelkies enthalten sie vielfach auch Erzminerale, die in der primären Paragenese nicht vorkommen. Zu nennen sind rosagrauer Kupferglanz, Fahlerz, Cerussit und ein bisher unbestimmbares Mineral. Die Kluffüllungen beeinflussen aber maximal nur wenige mm ins Nebengestein hinein die primären Sulfide, praktisch nur den Bornit und den Kupferkies. Beide werden oft durch die Einwirkung der auf den Klüften zirkulierenden Lösungen in Kupferglanz übergeführt.

Infolge ihrer Geringfügigkeit haben die eben gekennzeichneten Umlagerungen, die sich im Bereich dieser Klüfte vollziehen, keinen wesentlichen Einfluß auf die Erzführung im sonst ungestörten Feld. Von ihnen sind zu unterscheiden die Umlagerungen in ausgesprochenen Rücken zonen, in deren Bereich Sekundärvorgänge tatsächlich Verschiebungen der Metallgehalte in vertikaler und horizontaler Richtung und die Entstehung anderer Mineralparagenesen bewirkten.

Die feinen Klüfte und Risse im Kupferschiefer führen an Erzminerale überwiegend Kupferglanz, Bornit, Kupferkies und seltener auch Covellin. In den Klüften der Dachberge finden sich daneben auch Zinkblende, Bleiglanz und Markasit. Diese schichtgebundene Mineralisierung der Klüftchen sei besonders hervorgehoben. Sind die drei wichtigsten Kupfersulfide an den Kluffüllungen beteiligt, bildet Kupferglanz meist die Mittelpartie. Beidseitig wird er von einer wechselnd breiten Bornitzone umgeben. Der Bornit ist durch einen schmalen Kupferkiessaum gegen das Nebengestein bzw. Kalkspateinlagerungen abgegrenzt (Taf. 8 Fig. 27 u. 28).

Bei Beteiligung von Gips (der auf saure Lösungen mit niedrigeren pH-Werten deutet) an den Kluffüllungen tritt gewöhnlich noch rosagrauer Kupferglanz hinzu. Zwei besondere Strukturen solcher Gängchen mit Gips- und rosagrauer Kupferglanz-Führung sollen eingehend beschrieben werden, um die Verwachsungsformen des rosagrauen Kupferglanzes mit Bornit und Kupferglanz genauer aufzuzeigen:

An den Einmündungen primärer Kupfersulfidlagen in Gipsgängchen entstehen oft pilzhutförmig in die Gängchen hineinwachsende Gebilde aus Bornit, Kupferglanz, Kupferkies und rosagrauem Kupferglanz (Taf. 9 Fig. 4). Die traubigen Bornit-Anwachszone n werden hierbei durch girlandenförmige Kupferkiessäume nachgezeichnet, von denen aus der Kupferkies lamellar in den Bornit hineinwächst. Hauptsächlich in den Randpartien sind in die Bornitzonen stellenweise Kupferglanz und rosagrauer Kupferglanz eingebaut. Beide verdrängen den Bornit flächenhaft. Bei Verdrängung durch rosagrauen Kupferglanz bildet Kupferkies stets dünne Reaktionssäume um die rundlichen Bornitreste.

In einer Vertikalkluft mit Lagenstruktur bildet rosagrauer Kupferglanz eine Kruste zwischen Kupferglanz und der sich anschließenden, etwa 1 cm mächtigen

gen Gipslage (Taf. 7 Fig. 24). Die Verwachsungsfront zwischen Gips und rosagrauem Kupferglanz ist stark aufgegliedert. Dagegen wächst der rosagraue Kupferglanz auf der geradlinigen Begrenzung des Kupferglanzes glatt auf. Zwischen Kupferglanz und rosagrauem Kupferglanz liegt ein nahezu geschlossener Kupferkies-Reaktionssaum, der gegen den Kupferglanz scharf abschließt (Taf. 9 Fig. 32); in den rosagrauen Kupferglanz jedoch greift dieser Saum mit feinsten, orientierten Franssen und schuppenförmigen Teilchen hinein. Nicht selten sind die Einzelkörner der rosagrauen Kupferglanzkruste von aufgelockerten Intergranularsäumen aus Kupferkies umgeben, die ebenfalls aus feinsten, orientierten Schüppchen bestehen. In einigen Körnern mit Winkellage im Reaktionssaum gegen Kupferglanz finden sich solche Kupferkiesteilchen als gerichtete Einlagerungen gleichmäßig über die gesamte Kornfläche verteilt. Der Kupferkies ist auffällig satter und dunkler als normal gefärbt.

Die sekundären Kluffüllungen im Sanderz zeichnen sich gegenüber denen des Schiefers durch hervorragend rhythmische Strukturen aus. Die Sulfide bilden geschlossene Füllungen der bis zu 2 cm mächtigen Gängchen oder krustenförmige Überzüge auf den Stößen noch offener Klüfte. Gangart — gewöhnlich Kalkspat — ist an den Kluffüllungen nur gering beteiligt. Kupferkies, Bleiglanz und Zinkblende bilden die Hauptfüllmasse. Die Rhythmiten sind meist in den Kluffnähten angeordnet. An ihrem Aufbau nehmen stets Kupferkies, Kupferglanz und rosagrauer Kupferglanz, häufig Zinkblende, seltener Bornit und Bleiglanz teil. In den sekundären Rißauskleidungen kommen neben Kupferkies, Kupferglanz und Bornit auch Covellin und Cerussit vor. Wenn Bleiglanz auf Kupferkies aufwächst und dabei den Kupferkies randlich verdrängt, tritt Fahlerz als Reaktionssaum zwischen beiden Mineralien und in Form kleiner, rundlicher Einlagerungen im Bleiglanz auf. Wegen der geringen Teilchengröße ist keine sichere Bestimmung möglich. Nach der Paragenese dürfte es sich aber um Kupferfahlerz handeln. Das bisher unbestimmbare Mineral wurde in rundlichen, wurmförmigen Verwachsungen mit Kupferkies, Kupferglanz und rosagrauem Kupferglanz in letzten Hohlraumfüllungen festgestellt. (Eigenschaften des bisher unbestimmbaren Minerals: Farbe — rein weiß; Kupferkies erscheint daneben grünlich-gelb, rosagrauer Kupferglanz hellbraun. Reflexionswert (geschätzt) ~ 45 — 55 . Anisotropie — mittelstark; vorwiegend weiß und braune Töne. Verwachsungsformen mit Kupferkies und rosagrauem Kupferglanz — lappig und wurmförmig bis myrmekitisch.)

Die Rhythmiten bauen sich aus Zonen, Bändern, geschlossenen und aufgelockerten Säumen in unregelmäßiger Komponentenfolge auf. Diese Formen ordnen sich konzentrisch um noch offene Hohlräume bzw. bilden lagig einseitige oder symmetrische Hohlraumfüllungen in den Kluffnähten (Taf. 9 Fig. 30 u. 31). Durch das Zusammenfließen an Einschnürungsstellen der auszufüllenden Hohlräume oder durch Einlagerungen von meist idiomorphen Körnern aus anderen Komponenten entstehen in einzelnen Zonen oder Bändern traubige, konzentrische Gebilde mit eigenen rhythmischen Füllungen (Taf. 10 Fig. 37). Die Formen der entstehenden Nebengebilde werden von den nach innen folgenden Bändern und Säumen in Richtung auf das Rhythmitenzentrum nachgezeichnet (Taf. 9 Fig. 31).

Jedeilig die zur Kluffnaht hinzeigende Begrenzungsfläche der einzelnen Anwachszonen ist geradlinig oder bei kristallfreudigen Komponenten eigengestaltig ausgebildet (Taf. 10 Fig. 34 u. 35). Am rosagrauen Kupferglanz ist infolge seiner ausgeprägten Neigung zur Idiomorphie und starken Anisotropie bei gekreuzten Nikols gut die Wachstumsrichtung der Kornaggregate zu erkennen. Die stäbchenförmigen, manchmal auch gekrümmten Kristalle sitzen büschelförmig auf der Begrenzungsfläche der äußeren vorher gefällten Lagen und sind

offensichtlich von außen nach innen in die Hohlräume hineingewachsen (Taf. 10 Fig. 34 u. 35).

Bei Aufeinanderfolgen von Kupferglanz und rosagrauem Kupferglanz liegt zwischen beiden fast immer ein Reaktionssaum aus Kupferkies (Taf. 10 Fig. 34 u. 35). Oftmals sind die in den Büscheln angeordneten Einzelstäbchen aus rosagrauem Kupferglanz durch Kupferkies-Intergranularsäume voneinander getrennt. In den durch das büschelförmige Wachstum entstehenden Zwickeln weiten sich die Intergranularsäume zu Zwickelfüllungen aus (Taf. 11 Fig. 38—40; Taf. 10 Fig. 36). Die aufgelockerten Bänder — bestehend aus feinsten, z. T. stäbchenförmigen Teilchen von rosagrauem Kupferglanz — sind in Kupferkies eingebettet. Die unter $1\ \mu$ dünnen Stäbchen sind oft stark gekrümmt, rollen sich manchmal förmlich auf und schließen sich häufig zu wirren, losen Bündeln zusammen (Taf. 11 Fig. 38—40; Taf. 10 Fig. 36).

In einem Anschliff, der als einziger bei starker Beteiligung von rosagrauem Kupferglanz nur geringe rhythmische Strukturen enthält, bildet der rosagraue Kupferglanz zahlreiche, über die gesamte Schlifffläche verteilte Einlagerungen, die nur im Nahbereich der Rhythmiten fehlen. Die roh rechteckigen Einlagerungen sind an einigen Stellen leicht parallel gerichtet und im Vergleich zu den Korngrößenverhältnissen der Rhythmiten relativ grob. Die Verwachsungsform ist wohl als Entmischungsstruktur ehemaliger Gele zu deuten.

Da über 10 Anschliffe den rosagrauen Kupferglanz in ausreichender Korngröße enthalten, können bezüglich der bisher wenig beschriebenen Eigenschaften dieses Minerals einige ergänzende Angaben gemacht werden:

Die auffälligsten Merkmale des rosagrauen Kupferglanzes sind sein hoher Reflexionspleochroismus und die außerordentlich hohe Anisotropie, die farb- und intensitätsmäßig etwa der des Markasits gleichkommt. Anisotropie und Reflexionspleochroismus sind die wertvollsten Unterscheidungszeichen gegenüber Bornit und Kupferglanz, da die Farbunterschiede nicht immer — besonders beim Fehlen von Vergleichskomponenten oder in feinsten Verwachsungen — zur zuverlässigen Bestimmung ausreichen dürften. In dem vom Verfasser untersuchten Material liegt nämlich der rosagraue Kupferglanz manchmal im selben Anschliff in blaugrauer, kaum noch rosafarbener Varietät und auch in dunkleren rosabraunen Farbtonungen vor. Während die erstgenannte Varietät dem hellblauen Kupferglanz sehr nahe steht, gleicht die zweite schon beinahe frischpoliertem Bornit. Zwischen beiden extremen Farbvarietäten finden sich zahlreiche Zwischenabstufungen.

Der Reflexionswert ist allgemein niedriger als der des Kupferglanzes, kann aber bei entsprechender Schnittlage nach den beim Fotografieren gemachten Erfahrungen dicht an den Kupferglanzwert herankommen.

Weitere wichtige Kennzeichen des rosagrauen Kupferglanzes sind seine starke Neigung zur Idiomorphie und seine gegenüber Kupferglanz und Bornit auffälligen Kristallformen. Zu nennen sind vor allem die spießig-stengeligen Formen mit büscheligem Wachstum, wie sie in den Rhythmiten sehr häufig auftreten; die Entstehung dieser Strukturen ist aber sicher durch die noch zu behandelnden Bildungsbedingungen begünstigt. Oftmals treten auch einfache, rechteckige Kornformen ohne bevorzugt stengeliges Wachstum auf. Selten sind allotriomorphe Korngefüge, die sich nur bilden, wo rosagrauer Kupferglanz als alleinige Komponente vorliegt.

Der rosagraue Kupferglanz löscht gerade aus. Die Gegenfarben für dunkelbraun und für tiefblau sind in Diagonalstellung zur 45° -Stellung gelb und weiß nach creme. Nach Auslöschung und Kristallform ist der rosagraue Kupferglanz rhombisch.

Von Bedeutung für die Beurteilung der Entstehungsweise der sekundären Kluffüllungen ist die Paragenese von Gips mit rosagrauem Kupferglanz und den übrigen Sulfiden. Die Mineralparagenesen der Kluffüllungen sind sicher aus sulfathaltigen Lösungen hervorgegangen. Dafür zeugen die Beteiligung des Gipses und der offenbare Einfluß der gipsabscheidenden Lösungen auf die Entstehung des rosagrauen Kupferglanzes. Diese Lösungen dürften nichts anderem als den auf den Klüften zirkulierenden Wässern lateralsekretionärer Abkunft entsprechen und sicherlich nicht magmatisch-hydrothormaler Entstehung sein. Mit Bleiglanz und Zinkblende sind zwar am Aufbau der sekundären Kluffüllungen zwei Mineralien beteiligt, die häufig auch in der Rücken-Paragenese auftreten. Da aber die besonderen Merkmale, die PbS und ZnS als Erze der Kopaltrücken zeigen (S. 90 ff.), nie am Bleiglanz und an der Zinkblende der sekundären Kluffüllungen beobachtet wurden, besteht keine Veranlassung, die sekundären Kluffüllungen mit den Kopaltrücken genetisch in Verbindung zu bringen.

Ich halte es für wahrscheinlich, daß ein von P. RAMDOHR (1950, S. 337) unter Bornit aufgeführtes „jüngstes, braunrotes Mineral“ in Paragenese mit zementativ entstandenen Kupfersulfiden mit rosagrauem Kupferglanz identisch ist. Dafür spricht die am rosagrauen Kupferglanz gemachte Beobachtung bezüglich seiner wechselnden Farbtönungen, die ja eigentlich die Einengung „rosagrau“ verbieten. P. RAMDOHR vermutet für diese Mineralparagenese eine Bildung aus stark saurer Lösung bei ganz geringer Temperatur. Damit nennt er für das „braunrote, jüngste Mineral“ eine Paragenese und Bildungsbedingungen, wie sie ähnlich auch für den rosagrauen Kupferglanz der Kluffüllungen der Kupferschieferlagerstätte sicher vorliegen.

Nach teilweiser Ausfüllung der Klüfte durch die jeweiligen Hauptkomponenten Kupferkies, Bleiglanz oder Zinkblende erfolgte der Absatz weiterer Sulfide durch rhythmische Fällungen einzelner Gellagen. Der Girlandenbau verschiedener Absatzzonen, die traubigen Formen um die als Kristallisationskeime wirkenden idiomorphen Körner, die spießig-stengeligen Kristallformen des rosagrauen Kupferglanzes als Wachstumsformen in zähen Medien und die klassischen „Entglasungs“-Strukturen der gekrümmten, sich teilweise aufrollenden dünnen Stäbchen aus rosagrauem Kupferglanz sind typische Kennzeichen für ursprüngliche Gele. Das Wachstum in Richtung auf die Kluffnaht und die Bildung einzelner Absatzlagen zeigt sich in der stets nur eigengestaltigen Ausbildung der inneren Begrenzungsflächen der einzelnen Lagen sowie der Wachstumsrichtung der Körner zur Hohlraummitte hin. Weiter ist zu erkennen, daß oft erst während der Auskristallisation rosagrauer Kupferglanz und Kupferkies aus einer gemeinsamen Gelfällung entstanden. Der kristallfreundige rosagraue Kupferglanz entwickelt in solchen Lagen seine Eigen gestalt; Kupferkies dagegen fungiert als zwickelfüllende Masse (Taf. 10 Fig. 34—36; Taf. 11 Fig. 38—40). Diese Verwachsungsformen zwischen rosagrauem Kupferglanz und Kupferkies lassen übrigens den Verdacht aufkommen, daß im Chemismus der rosagraue Kupferglanz wahrscheinlich dem Kupferkies näher steht als dem Kupferglanz oder Bornit. In diese Richtung deuten auch die Kupferkies-Reaktionssäume zwischen Kupferglanz oder Bornit einerseits und rosagrauem Kupferglanz andererseits. Besonders auffällig ist auch, daß die Reaktionssäume aus Kupferkies gegen Kupferglanz geschlossen ausgebildet sind, während sie in den rosagrauen Kupferglanz oft stark aufgegliedert übergehen. Ähnliche Erscheinungsformen zeigen die feinen, aufgelockerten Intergranularsäume aus Kupferkies in rosagrauem Kupferglanz (Taf. 9 Fig. 32).

3. Die Vererzung in Rückennähe

a) Im Bereich „leerer“ Rücken

Unter diesem Abschnitt soll die Ausbildung der Erze im Nahbereich größerer Verwerfungszonen (wie z. B. Grabenbrüchen) beschrieben werden, die ohne wesentliche hydrothermale Gangfüllungen der Co-Ni-Paragenese geblieben sind. In diesen Erzen wurden festgestellt:

Bornit, Kupferglanz, Covellin, gediegen Kupfer, Cuprit, Malachit, Azurit und geringe Mengen Kupferkies.

Letzterer findet sich allerdings nur in Verwachsung mit Bornit und Kupferglanz als zementatives Zerfallsprodukt von Bornit. Kupferglanz erscheint hier in Luft weiß mit rötlichem Farbton und ist anisotrop.

Die Schichten der Kupferschieferlagerstätte wurden in unmittelbarer Nähe größerer Verwürfe durch die Gebirgsbewegungen und, falls die entstandenen Hohlräume ohne hydrothermale Ausfüllung blieben, durch langanhaltende Einwirkung der zirkulierenden Wässer gefüge- und vererzungsmäßig verändert. Kupferschiefer und Dachberge wirken in diesen Gebieten mürbe und zersetzt; sie enthalten zahlreiche nahezu schichtparallele und diagonale Gängchen sowie nesterförmige und lagenartige Hohlraumfüllungen, deren Füllmasse überwiegend aus Kalkspat bei geringer Beteiligung von Erzen besteht. Das liegende Konglomerat ist ebenfalls mürbe und durch Brauneisen- und Manganoxydneubildungen meist braun oder schwarz gefärbt. Besonders in den groben Konglomeratlagen ist das Bindemittel stark ausgelaut. Häutchenförmige Überzüge aus Covellin und pulverige Anflüge aus Malachit und Azurit treten im Sanderz und im Schiefer außerordentlich zahlreich auf.

Die auffälligsten Erscheinungen im Nahbereich „leerer“ Rücken sind die nesterförmigen und lagigen Hohlraumfüllungen im Schiefer, die bei nur kurzer Längerstreckung Mächtigkeiten bis zu 15 mm erreichen (Taf. 3 Fig. 9 u. 10). Die Haupterze dieser Hohlraumfüllungen sind Bornit und Kupferglanz. Unter Nachzeichnung der durch tektonische Beanspruchung entstandenen Rißsysteme verdrängt Kupferglanz netzförmig Bornit und wird seinerseits wieder durch Cuprit netzförmig verdrängt. Cuprit greift stets nur Kupferglanz an (Taf. 3 Fig. 10 u. 11). Die Verdrängung des Bornits durch Kupferglanz erfolgt unter gleichzeitiger Bildung von Entmischungsspindeln, -flammen und -leisten aus Kupferkies, die um so zahlreicher auftreten, je weiter die Verdrängung fortgeschritten ist. Die Kupferkiesteilchen wachsen meist vom Kupferglanzsaum aus in den Bornit hinein, liegen z. T. aber auch völlig im Bornit.

Die lagigen und diagonalen Kalkspatgängchen enthalten außer Kupferglanz und Cuprit häufig gediegen Kupfer; dieses ist meist älter als Cuprit und nur selten mit Cuprit und Kupferglanz direkt vergesellschaftet.

Kupferglanz mit geringfügigen Bornitresten zeigt gelegentlich auffällige Rottönungen. Bei stärkster Auflösung erweist sich, daß die Rottönungen teils von letzten, fein verteilten Bornitresten, teils jedoch von feinsten, schlierenförmigen Einlagerungen von gediegen Kupfer herrühren. Anscheinend kann die zementative Verdrängung des Bornits durch Kupferglanz bis zur zementativen Bildung von gediegen Kupfer vorschreiten.

Erzmikroskopisch wurden im Sanderz des Einflussesbereiches „leerer“ Rücken Kupferglanz, Covellin, Malachit und Azurit festgestellt. Da nur schlechte Anschlüsse aus dem mürben Konglomerat hergestellt werden konnten, mußte auf die genauere Untersuchung der Verwachsungsformen verzichtet werden.

Für die sekundär umgelagerten Erze im Bereich „leerer“ Rücken ergibt sich nach den vorangehend beschriebenen Verwachsungsformen die Bildungsfolge:

Bornit-Kupferglanz-gediegen Kupfer-Cuprit, Malachit, Azurit. Kupferglanz und Bornit liegen nicht mehr in der primären Form und Paragenese, sondern zementativ angereichert vor. Die übrigen Sulfide der primären Paragenese — Kupferkies, Schwefelkies, Bleiglanz und Zinkblende — wurden in diesem Verband nicht festgestellt. Bornit und Kupferglanz sind hier ausgeprägte Zementationsbildungen, die infolge zunächst zementativer Umlagerung im Bereich der „leeren“ Rücken entstanden. Gediegen Kupfer, Cuprit, Malachit und Azurit sind die jüngsten Mineralien. Durch oxydierende Vorgänge kam es anschließend zur Bildung der oxydischen Kupferminerale, des gediegen Kupfers sowie der Eisen- und Manganoxysulfide.

b) Im Bereich „edler“ Rücken

Neben den Schwerspatgängen, die an Erzen vor allem Co-Ni-Arsenide, Bleiglanz, Zinkblende und Schwefelkies enthalten, treten im Bereich der „edlen“ Rücken noch kleine, gangförmige Kluffüllungen auf, die hauptsächlich Kalkspat und nur sehr wenig Kupfersulfide führen. Kupferglanz überwiegt gegenüber Kupferkies und Bornit. Das Gefüge der Nebengesteinsschichten wird nur im unmittelbaren Kontakt mit der Gangfüllung beeinflusst, indem sich grobkristalline Kalkspatkörner bilden. Die lagige Verteilung der Sulfide ist im Schiefer noch überwiegend erhalten. Jedoch sind Bornit und Kupferkies in Gangnähe von kleinen Rissen aus weitgehend in Kupferglanz umgewandelt. — Der Kupferglanz ist hierbei isotrop und zeigt deutliche Farbunterschiede nach grauweiß bis creme gegenüber dem primären hellblauen Kupferglanz des Kupferschiefers und Sanderzes.

Die durch die tektonischen Vorgänge entstandenen Hohlräume wurden im Bereich „edler“ Rückenbildungen durch die hydrothermalen Ausfüllungen wieder mehr oder weniger dicht verheilt. Infolgedessen hat in der Regel keine so intensive Einwirkung zementativer oder oxydierender Lösungen stattfinden können, wie in den Gebieten der „leeren“ Rücken. Die hydrothermalen Lösungen selbst haben auf die Metallverteilung meist nur geringfügig umlagernd gewirkt.

4. Die Umlagerungen im Gebiet der Zechsteinkalkvererzungen im Baufeld des Reichenbergschachtes

a) Die Vererzung im Kupferschiefer und in den Dachbergen

a) Im Feldesteil mit überwiegender Kupferführung im Kupferschiefer

Der Kupferschiefer und die Dachberge nördlich der Abbaustrecken 4 und 5, beiderseits des Berges A (Taf. 25), sind bis zu insgesamt 50 — 70 cm Mächtigkeit abbauwürdig kupferführend. Die erzmikroskopische Untersuchung des von der Meldearbeit aus diesem Feldesteil noch vorliegenden Probematerials brachte folgende Ergebnisse:

Als Hauptvererzer treten Bornit und Kupferkies, in geringeren Anteilen Schwefelkies und Kupferglanz und, als mengenmäßig unbedeutendste Komponente, Zinkblende auf. Die Verwachsungsstrukturen der Erz- und Nebengesteinsminerale sowie der Sulfide untereinander sind die gleichen wie die des Kupferschiefers und der Dachberge im ungestörten Feld der Anlagen Wolfsberg und Schnepfenbusch. Sie wurden unter Abschnitt II B 2 b) eingehend beschrieben. In diesem Abschnitt ist auch die Ausbildung der in diesem Feldesteil auftretenden Bornit- und Kupferkieslagen ausführlich be-

handelt. Die konkordanten Sulfidlagen bedeutender Flächenausdehnung wurden als syngenetisch-sedimentäre Bildungen erkannt. — Der Kupferschiefer und die Dachberge dieses Feldesteiles wurden in der Meldearbeit nicht in Form geschlossener Profile, sondern nur in Teilprofilen und Handstücken untersucht. Über die profilmäßige Verteilung der Sulfide können daher nur stichprobenartige Angaben gemacht werden. — In allen Anschliffen mit reinen Bornitlagen, die Ausschnitte aus den Schichten in 10—30 cm Abstand vom Liegenden enthalten, wurde festgestellt, daß die Bornitführung unter allmählichem Übergang zu reiner Kupferkiesführung beiderseits der konkordanten Bornitlagen noch etwa 1,5 cm in den Schiefer hinein anhält. In Handstücken mit mehreren Bornitlagen (15—28 cm mächtige Teilprofile) bzw. in den über die entsprechende Mächtigkeit hergestellten Anschliffserien zeigt sich dieser Wechsel der Bornit- und Kupferkies-Führung in mehrfacher Abfolge. Der Schiefer weist die kurzfasrige Ausbildung auf, wie sie in der Kupferreichsulfidzone des Kupferschiefers der Anlagen Wolfsberg und Schnepfenbusch vorliegt. Die Dachberge führen überwiegend Kupferkies. Dieser bildet schichtgebundene Anreicherungsstreifen und konkordante, geschlossene Lagen mit kleinen Schwefelkieseinlagerungen. Die Zinkblende-führung der Dachberge in Form feinsten Teilchen ist geringfügig.

In zwei Anschliffen wurde Rekrystallisation der Karbonate und Sulfide zu größeren Körnern festgestellt. Die Karbonate fügen sich zu drei- bis vierfach größeren Fasern und rundlichen Konkretionen zusammen, in die Bornit und Kupferkies eingebaut sind. Kupferkies bildet Randsäume mit orientierten Lamellen um Bornit, diesen gegen Kalkspat abgrenzend.

Der erzmikroskopische Untersuchungsbefund für diesen Feldesteil ergibt: Den Verwachsungsstrukturen und der Komponentenzusammensetzung nach liegen die Erze in primärer Verteilung und Paragenese vor. Die Kupferreichsulfidzone dürfte etwa die liegenden 30 cm der Schiefer-schichten umfassen. Allerdings weist sie in mehrfacher Folge schichtgebundene Einschaltungen mit reiner Kupferkiesführung auf. Hangend schließen sich an die Kupferreichsulfidzone Schichten mit sehr geringem Zinkblendegehalt an, die aber bei lagiger, schichtgebundener Verteilung beachtlich stark Kupferkies führen. Demnach kann also eine kräftig ausgebildete Kupferkieszone angenommen werden.

β) Im Feldesteil mit überwiegender Kupferführung im Zechsteinkalk

Im Kupferschiefer und in den Dachbergen des Gebietes der abbauwürdigen Zechsteinkalkvererzungen passen sich die Sulfide der Feinstschichtung des Gesteins nicht an. Am Schiefergefüge selbst erkennt man im Dünnschliff Anzeichen mechanischer Beanspruchung (Taf. 1 Fig. 3). Die Erze sind unregelmäßig ohne Beziehung zur Lagerstruktur des Schiefers verteilt und liegen trotz geringer Erzführung teilweise recht grobkörnig vor. Als Kupfer-sulfide treten nur Kupferglanz und Bornit auf, während Kupferkies fehlt. Außerdem finden sich Pyrit, in geringer Menge und Korngröße Zinkblende und — als seltene, rundliche Einlagerungen in Kupferglanz — noch Fahlerz. Kupferglanz liegt in zwei Modifikationen vor, die sich nach Härte und Farbe unterscheiden. Die weichere Komponente ist stets mit Bornit feinmyrmekitisch verwachsen. Sie wird von der härteren, gelblichen und überwiegend bornitarmen Varietät umsäumt (Taf. 7 Fig. 23; Taf. 8 Fig. 29). Pyrit bildet eigen-gestaltliche Einlagerungen in den Kupfersulfiden und tritt weiterhin häufig in

Form krustenförmiger Überzüge um Bornit und Kupferglanz auf. Er ist stellenweise j ü n g s t e s Mineral dieser Paragenese.

Nach Paragenese, Verwachsungsstrukturen und der imprägnationsartigen Verteilung der Sulfide ähnelt die Vererzung der Schieferschichten derjenigen ihrer hangenden Zechsteinkalkpartien und kann bezüglich ihrer Genese zusammenfassend unter „Zechsteinkalkvererzungen“ mitbesprochen werden.

b) Die Vererzung des Cornberger Sandsteins

Für die erzmikroskopische Untersuchung des Cornberger Sandsteins, der im Baufeld des Reichenbergschachtes das Liegende des Kupferschiefers bildet, diente der Schachthalde der Anlage Reichenberg entnommenes Probegut.

a) Primärstrukturen

Der Cornberger Sandstein ist nur geringfügig vererzt. Wesentliche primäre Sulfidanteile weisen lediglich die hangenden 2—5 mm auf. Ins Liegende hinein nimmt die primäre Erzführung sehr schnell ab und beschränkt sich praktisch auf die dunklen hangenden 3—10 cm des Cornberger Sandsteins. Diese Lagen heben sich vom tieferen erzfreien Sandstein prägnant durch einen etwas welligen, dunklen Saum ab.

Als primäre Sulfide treten in den hangenden erzreichen mm des Cornberger Sandsteins Kupferglanz, Bornit, Kupferkies und — beträchtlich reichlicher als in den Schieferschichten — Schwefelkies in Form von Markasit auf. Die Erze bilden zusammen mit Kalkspat und tonig-bituminöser Substanz das Bindemittel des Sandsteins. Mit Kalkspat sind die Sulfide allotriomorph verwachsen. Die Verwachsungsformen der Sulfide untereinander gleichen denen des Schwarzkopfs des Rotliegend-Konglomerates.

Unterhalb 5 mm vom Hangenden bilden die Sulfide nur noch unregelmäßig verteilte Knotten im Sandstein, die überwiegend aus Kupferglanz und Bornit bestehen. Deutliche, z. T. lagenförmige Sulfidanreicherung findet sich im Bereich des welligen, dunkel gefärbten Grenzsauces.

β) Sekundärstrukturen

Der Cornberger Sandstein zeigt infolge tektonischer Beanspruchung häufig ausgeprägte Bruchschalenbildung. Die lagigen und senkrechten Klüfte von mm- bis cm-Mächtigkeit sind überwiegend durch Fasergips ausgefüllt. Manchmal treten aber auch zusammen mit Gips geschlossene, bis zu 10 mm mächtige Sulfidfüllungen auf.

Den bei weitem größten Anteil am Aufbau dieser sekundären Kluftausfüllungen hat Bornit. Daneben finden sich Kupferglanz, der häufiger Verdränger von Bornit ist, Pyrit und Kupferkies. Kupferkies liegt in sehr geringer Menge und stets nur in Verwachsung mit Bornit vor. Pyrit wird durch Bornit verdrängt und ist meist in diesem in Form zahlreicher orientierter Verdrängungsreste eingelagert (Taf. 2 Fig. 7). Das Bindemittel und auch die Sandsteinkörner werden von den Lagenfüllungen aus intensiv durch Bornit verdrängt. Alte Korngrenzen von fast völlig verdrängten Quarzen oder sonstigen detritalen Bestandteilen zeichnen sich häufig noch in der bornitischen Grundmasse ab. Der Bornit enthält an solchen Stellen außerdem oft zahlreiche Verdrängungsreste aus klastischem Material.

Die primäre Vererzung des Cornberger Sandsteins erfolgte wie die des Konglomerates während der Bildung der ersten Sedimente

des Kupferschiefermeeres. Sein geringes Porenvolumen, bedingt durch die Feinkörnigkeit und die schon weitgehend vorhandene Ausfüllung der Zwickel durch tonig-serizitisches Bindemittel, hat nur eine mäßige Vererzung zugelassen. Lediglich die hangenden 3—5 mm des Cornberger Sandsteins weisen eine dem Schwarzkopf des Konglomerates entsprechende, hauptsächlich durch mechanische Beimengung des Bodenschlammes des Kupferschiefermeeres entstandene Erzführung auf. Das Liegende wurde von den Bodenlösungen geringer und weniger tiefgreifend als die Infiltrationszone des Konglomerates vererzt. Der dunkle, wellige Saum kennzeichnet die Eindringtiefe der Lösungen des Kupferschiefermeeres. Seine Ausbildung ist auf die Wechselreaktionen an der Grenzfläche des Einwirkungsbereiches der Bodenlösungen des Faulschlammeeres zurückzuführen.

In den nach der Bruchschalenbildung entstandenen sekundären Gipsausfüllungen der Klüfte mit stellenweiser Sulfidbeteiligung tritt wieder die Paragenese Bornit-Kupferglanz-Pyrit auf; die primär vererzten Lagen des Cornberger Sandsteins hingegen enthalten wie ihre hangenden Schiefer-schichten Bornit, Kupferglanz, Kupferkies und Schwefelkies als Markasit. Die primären Sulfide bilden mit Kalkspat das Bindemittel und zeigen nur selten geringfügige Korrosion der konglomeratischen Körner. Dagegen verdrängen die Sulfide der Kluftausfüllungen nicht nur das Bindemittel sondern auch intensiv die Sandsteinkörner.

c) Die Zechsteinkalkvererzungen

Im Zechsteinkalk liegen die Sulfide in Korngrößen von wenigen μ bis zu 20 mm Durchmesser vor. Die feinsten Erzteilchen und auch die groben rundlichen, z. T. röhrenförmigen Gebilde, die „Hieken“, sind unregelmäßig und ungerichtet im Nebengestein verteilt. Als Erzröhren erreichen sie Längen bis zu 10 cm.

Kupferglanz und Bornit sind mengenmäßig die wichtigsten Mineralien. Anteilmäßig folgen dann Pyrit, mit weitem Abstand Zinkblende und schließlich Kupferkies in sehr geringer Menge. Kupferkies tritt nie frei und nur mit Bornit verwaschen auf; er bildet gelegentlich von Rissen oder von Nebengesteins-einlagerungen aus feine Leisten und Lamellen im Bornit. Der weiße, in Luft leicht rötliche Kupferglanz ist deutlich anisotrop.

Die Kupfersulfid-Hieken haben allgemein folgenden Aufbau: Kupferglanz und Bornit — überwiegend als Grobmyrmekit (Taf. 13 Fig. 45 u. 46) — bilden die Hauptfüllmasse, die gegen das Nebengestein meistens mit einer mehr oder weniger geschlossenen Pyritkruste abschließt. Seltener treten an Stelle des Grobmyrmekits mit überwiegend rundlichen Korngrenzen auch lamellare Bornit-Kupferglanz-Verwachsungen auf. Der Bornit-Kupferglanz-Grobmyrmekit enthält Einlagerungen aus Pyrit in Form lap-pig-rundlicher Teilchen, netzartig angelegter Ringe und kugeligere Anhäufungen von kleinen, oft idiomorphen Körnern (Taf. 12 Fig. 43; Taf. 13 Fig. 46 u. 47). Häufig findet man im Hiekenkern eine sich parallel zur Längsachse erstreckende Mittelpartie mit zahlreichen, dichten Pyriteinlagerungen, die durch unregelmäßig verlaufende reine Kupferglanz-Bornit-Gängen in Einzelstrahlen unterteilt wird (Taf. 12 Fig. 41 u. 42). Grobkörniger Kalkspat bildet manchmal den Hiekenkern oder kleidet in röhrenförmigen Gebilden die Innenwand aus. Außer Einschlüssen aus kleinen Quarz- und Kalkspatteilchen enthält die Hauptfüllmasse vereinzelt noch geschlossene, lagig angeordnete

Nebengesteinsfetzen als Verdrängungsreste. In den netzförmig angelegten Pyritringen ist Kupferglanz bei nur geringer Beteiligung bevorzugt zentral angeordnet (Taf. 13 Fig. 47). Die kugeligen Anhäufungen aus teilweise idiomorphen Pyritkörnern treten in Durchmessern von etwa 25 — 120 μ auf (Taf. 12 Fig. 43).

Die kleinen und kleinsten Erzteilchen im Nebengestein zeigen die gleichen Verwachsungsformen wie die Hieken. Außer den Bornit-Kupferglanz-Pyrit-Verwachsungen finden sich aber auch reine Bornit-, Kupferglanz- oder Pyritkörner, insbesondere natürlich bei geringen Korngrößen. Das Nebengestein enthält Zinkblende in feinen Teilchen und geringer Menge; dagegen sind Zinkblendeinlagerungen in Kupfersulfid-Hieken sehr selten.

Außer den zahlreichen Klüften mit Gips- und Kalkspatfüllungen, die auch die Dachberge und den Kupferschiefer durchsetzen, treten im Zechsteinkalk rundliche Hohlräume auf, die in Kontur und Dimension den Kupfersulfid-Hieken gleichen. Oft sind diese Hohlräume mit Gips ausgefüllt oder enthalten Kalkspatdrusen.

Die Schwefelkies-Hieken aus dem Zechsteinkalk der Anlage Schnepfenbusch, die vergleichsweise zu den Kupfersulfid-Hieken der Zechsteinkalkvererzungen im Reichenbergschacht untersucht wurden, sind überwiegend aus Markasit aufgebaut. Dieser bildet radialstruierte Konkretionen, deren Kern häufig aus feinkörnigem Pyrit besteht. Der kreisrunde bis elliptische Pyritkern ist oftmals von einem dünnen Saum aus einem in Reflexionsvermögen und Farbe dem Bleiglanz ähnlichen Mineral umgeben. Auf diesen Saum wächst Markasit radial auf (Taf. 12 Fig. 44). Gelegentlich ist Markasit auch am Kernaufbau beteiligt. Wahrscheinlich wurde der feinkörnige Pyrit des Kernes in solchen Fällen teilweise durch Markasit verdrängt. Die Korndurchmesser der sphärolithischen Einzelkonkretionen betragen im Mittel etwa 3 mm. Sie erreichen aber als Zusammenballungen etwa nur $\frac{1}{3}$ der maximalen Durchmesser der Kupfersulfid-Hieken.

Der Zechsteinkalk aus dem Baufeld der Anlage Schnepfenbusch enthält ebenfalls kugelige Anhäufungen aus teilweise idiomorphen Pyritkörnern und die kleineren Punkthäufchen mit der Struktur von „vererzten Bakterien“. Auf sekundären Gängchen im Nebengestein und auch in den Schwefelkies-Hieken wurde etwas Kupferkies festgestellt.

Die umgelagerten Erze des Reichenbergbaufeldes, insbesondere die Zechsteinkalke, zeigen die Paragenese Bornit-Kupferglanz-Pyrit, ausgenommen die Kluffüllungen des noch primär vererzten Feldesteiles. In unbedeutender Menge treten daneben auf: Als wahrscheinlich primäre Komponente Zinkblende und — stets nur in Verwachsungen mit Kupfersulfiden — Fahlerz und Kupferkies. Bornit, Kupferglanz und Pyrit sind die Hauptkomponenten des abbauwürdig kupferführenden Zechsteinkalkes, seiner liegenden Schieferschichten und der lagigen Kluftausfüllungen des Cornberger Sandsteins. Danach ist anzunehmen, daß die sekundären Umlagerungen in diesen Schichten durch dieselben Vorgänge unter annähernd gleichen Bildungsbedingungen bewirkt wurden.

Die Kupfersulfid-Hieken des Zechsteinkalkes sind, nach ihren Strukturen zu urteilen, durch nachträgliche Hohlräumfüllungen oder durch Zug-um-Zug-Verdrängungen entstanden. Für die Entstehungsweise als Hohlräumfüllungen sprechen die röhrenförmigen Erzgebilde und die gleichgestaltigen Hohlräume im Zechsteinkalk mit Gipsfüllungen oder Kalkspatdrusen. Die lagigen Nebengesteinsfetzen oder die Quarz- und Kalkspatkörner als Verdrängungsreste in der Hieken-Grundmasse lassen

dagegen stärker auf Bildung durch Zug-um-Zug-Verdrängung schließen. Am ehesten ist wohl anzunehmen, daß die vererzenden Lösungen zugleich auch den Zechsteinkalk kavernös gemacht haben, so daß beide Entstehungsweisen nebeneinander denkbar sind.

Die Sulfide wurden als Gele abgeschieden. Die gelförmigen Hohlraumfüllungen lieferten bei der Auskristallisation als Gelentmischungsformen die schlierig-strähnig angeordneten Mittelpartien mit dichten Pyriteinlagerungen und den Bornit-Kupferglanz-Grobmyrmekit. Aber auch die kugelförmigen Anhäufungen aus idiomorphen Pyritkörnern und die netzförmig angeordneten Ringe in der Bornit-Kupferglanz-Grundmasse stellen konzentrische Verwachsungen dar, die auf Grund ihrer typischen Formen durchaus als Gelstrukturen ausgelegt werden können. Auf keinen Fall sind die Pyritanhäufungen in den Grobmyrmekiten bakteriell entstanden. Wenn auch ihr Aufbau äußerlich stark dem der „vererzten Bakterien“ ähnelt, so sprechen doch gegen bakterielle Bildungsweise die Größenordnungen der Einzelgebilde, ihre zwischen 25 und 120 μ beträchtlich schwankenden Durchmesser und vor allem die Verwachsungsstrukturen insgesamt, in denen sie auftreten. — Als jüngstes Mineral ist oft grobkörniger Kalkspat im Hiekenkern auskristallisiert, der sicher zuvor bei der Verdrängung des Zechsteinkalkes von den vererzenden Lösungen aufgenommen wurde.

Die Gipsausfüllungen der lagigen und senkrechten Klüfte des Cornberger Sandsteins und der Kavernen im Zechsteinkalk geben einen Hinweis, daß wahrscheinlich deszendente, sulfathaltige Lösungen aus dem Auslaugungshorizont der hangenden Zechsteinschichten die Umlagerungen verursachten. Die Vererzung des abbauwürdig kupferführenden Zechsteinkalkes im Reichenbergschacht ist zweifelsohne nach der Verfestigung der Schichten des Unteren Zechsteins erfolgt: Die Vererzungsstrukturen stellen sekundäre Hohlraumfüllungen und Verdrängungen dar, die nur nachdiagenetisch denkbar sind. Die imprägnationsartige Verteilung der Kupfergehalte läßt weiterhin enge Beziehungen zum tektonischen Bau dieser Lagerstättenteile erkennen (vgl. S. 51).

Die Untersuchung der Schwefelkies-Hieken des unbedeutend kupferhaltigen Zechsteinkalkes aus dem Schnepfenbuschschacht ergab, daß diese Markasitkonkretionen zwar auch nachträglich und nicht syngenetisch-sedimentär sich bildeten. Nach ihrem horizontbeständigen Auftreten in den Aufschlüssen der Anlagen Wolfsberg und Schnepfenbusch und ihren Strukturen möchte man ihre Entstehung aber frühdiaogenetischer Latealsekretion zuschreiben.

C. Die Metallverteilung in der Kupferschieferlagerstätte nach den Analysenwerten der erzmikroskopisch-analytisch untersuchten Profile, der Tiefbohrungen und der Betriebsproben

Die graphischen Darstellungen der Ergebnisse der profilmäßigen analytischen Untersuchung der Kupferschieferlagerstätte wurden folgendermaßen gewonnen: Die Schichtmächtigkeiten sind als Ordinatenwerte in (cm) festgelegt. Bezugs- und O-Linie ist die Schichtgrenze zwischen Unterem Zechstein und Rotliegendem, also die Liegendgrenze des Kupferschiefers. Auf der Abszisse sind die Metallgehalte in (kg/t) beiderseits der Ordinaten als Halbwerte aufgetragen.

Die ersten 3 Abschnitte der Figuren zeigen getrennt die Kupfer-, Blei- und Zinkverteilung. Dann folgt im Abschnitt 4 stets die summarische Darstellung des gesamten Metallgehaltes [Σ (Cu, Pb, Zn)].

Soweit die Analysenwerte der Tiefbohrungen Ag-Bestimmungen enthielten, wurden diese ebenfalls dargestellt. Der Ag-Gehalt ist jedoch entsprechend der bei weitem geringeren Silberbeteiligung in (g/t) eingesetzt.

1. Die Verteilung der Metalle im Baufeld der Anlagen Wolfsberg und Schnepfenbusch

In den 12 analytisch untersuchten Profilen, die im Baufeld der Anlagen Wolfsberg und Schnepfenbusch für die erzmikroskopisch-analytische Untersuchung gezogen wurden, liegen die Metalle in den Schichten der Kupferschieferlagerstätte generell in der Abfolge Kupfer-Blei-Zink vom Liegenden zum Hangenden vor (Abb. 5—13, S. 37 ff. u. S. 42 ff.). Den höchsten Kupfergehalt haben die hangenden 1,5 cm des Sanderzes und die Lagen des Kupferschiefers zwischen 2 und 4 cm vom Liegenden. Das Kupfermaximum im Schwarzkopf ist meistens etwas, in einigen Profilen mehrfach höher als das Maximum im Kupferschiefer. Die Höchstwerte liegen zwischen 16 und 200 kg/t, im Mittel bei 45 kg/t Cu.

Die Kupferführung sinkt im Konglomerat verhältnismäßig schnell, aber unregelmäßig auf unter 5 kg/t ab. Die Metallführung zeigt starke Abhängigkeit von der petrographischen Ausbildung der hangenden Rotliegendeschichten, wie im einzelnen noch aufgezeigt wird. Während Pb im Sanderz ganz fehlt, bleibt die Zn-Beteiligung meist unter 1,5 kg/t.

Die Abnahme des Kupfergehaltes im Kupferschiefer vollzieht sich ins Hangende hinein gleitend und ziemlich allmählich. Stärkere Zn-Beteiligung setzt in der Regel erst dann ein, wenn der Kupfergehalt bereits unter 4 kg/t abgesunken ist. Die Pb-Führung nimmt meist schon etwas früher zu, erreicht aber nicht die Höhe der Zn-Führung.

Der Kupfergehalt des hangenden Kupferschiefers und der Dachberge bleibt fast immer unter 2,0 kg/t. Die Zn-Pb-Führung dieser Schichten ist ziemlich beständig. Die Maximalwerte liegen für Pb zwischen 4 und 8 kg/t und für Zn 3-4-fach höher zwischen 16 und 27 kg/t. Die Einzelergebnisse sollen nachfolgend getrennt für die Anlagen Wolfsberg und Schnepfenbusch beschrieben werden.

Anlage Wolfsberg

Die profilmäßige Verteilung von Cu, Pb und Zn stimmt im Kupferschiefer und in den Dachbergen der 8 aus der Anlage Wolfsberg stammenden Profile bis auf wenige Einzelheiten ausgezeichnet überein (Abb. 5—10; vgl. auch Tab. 14 im Tabellen-Anhang). Folgende Regelmäßigkeiten bezüglich der Metallverteilung treten in allen Profilen auf:

1. Deutliches Cu-Maximum in 2—4 cm Abstand vom Liegenden. — Die Werte liegen zwischen 23 und 40 kg/t, im Mittel bei 31 kg/t Cu.
2. Allmähliche, gleitende Abnahme des Kupfergehaltes nach oben auf unter 2 kg/t Cu. — Die 5 kg/t-Grenze wird allgemein bei 10—12 cm Abstand vom Liegenden unterschritten.
3. Gleiche Lage der Höchst- und Niedrigstwerte des Gesamt-Metallgehaltes Σ (Cu, Pb, Zn) bei 2—4 cm bzw. 11—13 cm vom Liegenden.
4. Stärkere Zn-Pb-Führung setzt normalerweise in 11—13 cm Abstand vom Liegenden nach Abklingen der Cu-Führung auf 2—3 kg/t Cu ein. — Die maximalen Pb-Gehalte liegen zwischen 4—5 kg/t, die maximalen Zn-Gehalte zwischen 16—22 kg/t.

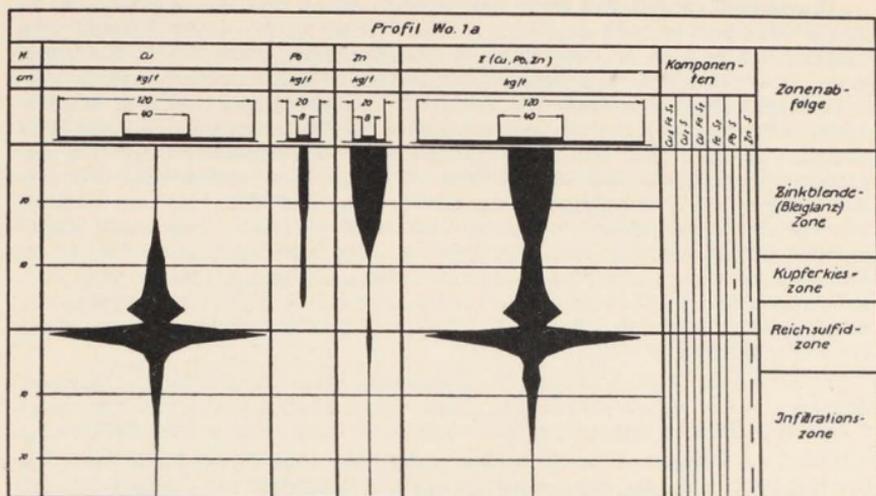


Abb. 5. Profil Wolfsberg 1 a

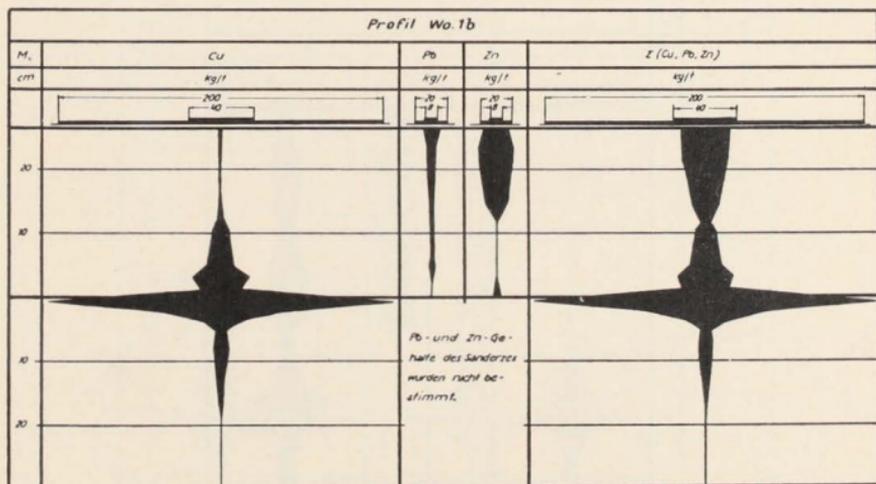


Abb. 6. Profil Wolfsberg 1 b

Abb. 5 und 6. Profilmäßige Verteilung der Cu-, Pb- und Zn-Gehalte und der primären Sulfide im Baufeld der Anlage Wolfsberg (nach der erzmikroskopisch-analytischen Profiluntersuchung).

Abweichend verhält sich Pb in den Profilen Wo. 2 und Wo. 5 (Abb. 7 u. 9). Die Bleiführung erreicht in diesen beiden Profilen in 2—4 cm Abstand vom Liegenden, also noch im Bereich des Kupfermaximums, hohe Werte. Sie klingt aber mit der Kupferführung wieder ab und verhält sich dann im weiteren Verlauf normal. Besonders Profil Wo. 5 weist bei einem extrem niedrigen Kupferhöchstwert (22,8 kg/t Cu) ein anormal hohes Pb-Maximum auf (13,4 kg/t Pb). Dagegen fällt im Profil Wo. 2 der frühzeitige Pb-Höchstwert (9,4 kg/t Pb) mit einem extrem hohen Kupfermaximum (40,3 kg/t Cu) zusammen. Die erzmikroskopische Paralleluntersuchung gibt die Gewähr, daß PbS und Kupferreichtulfide nebeneinander vorliegen und keine reinen PbS-Lagen eingeschaltet sind; es handelt sich also nicht um Verwaschungseffekte, die bei zu groben analysierten Lagenmächtigkeiten auftreten könnten, indem feine zwischengeschaltete Pb-führende Lagen miterfaßt würden. Die Höchstwerte der Kupfergehalte schwanken in den übrigen Profilen mit normaler Bleiverteilung zwischen 26,3 und 33,6 kg/t Cu.

Im Sanderz finden sich die Kupferhöchstwerte allgemein in den hangenden 1,5 cm des Schwarzkopfs. Die Zinkgehalte bleiben fast durchweg unter 2 kg/t. Nur im Schwarzkopf liegen sie manchmal etwas höher. Blei fehlt völlig.

Nach Tab. 3 liegen in den 8 Profilen auffallend hohe Unterschiede bezüglich der Kupferführung der hangenden 1,5 cm des Sanderzes vor. In den Profilen Wo. 1 a u. b wird der fünffache Kupfergehalt der Profile Wo. 6 u. Wo. 7 erreicht. Andererseits klingt in den Profilen mit hohem Cu-Maximum die Kup-

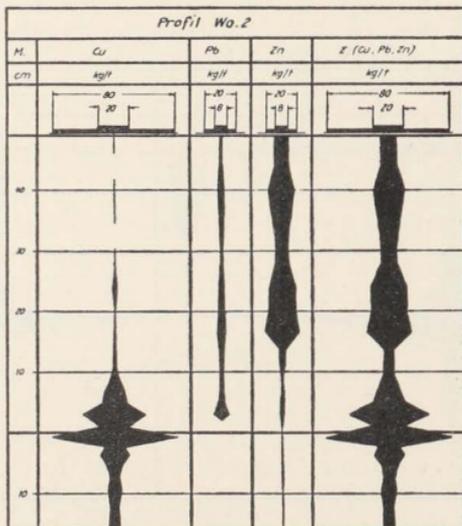


Abb. 7. Profil Wolfsberg 2. Profilmäßige Verteilung der Cu-, Pb-, Zn-Gehalte und der primären Sulfide im Baufeld der Anlage Wolfsberg (nach der erzmikroskopisch-analytischen Profilverteilung).

Komponentenverteilung und Zonenabfolge siehe Profil Wo. 3.

ferführung schneller ab als in den Profilen mit mäßigen Cu-Höchstwerten. Diese Verhältnisse erklären sich aus der Abhängigkeit der Kupferverteilung von der petrographischen Ausbildung des Sanderzes. Bei relativ feinkörnigem Liegenden, wie es im Westfeld, 1. Sohle, vorliegt (Profil Wo. 1 a u. 1 b), hat nur eine wenig tiefgreifende aber intensive Vererzung der hangenden Lagen stattfinden können. Im Ostfeld bilden dagegen teilweise recht grobkörnige Lagen die hangenden Partien des Rotliegenden. Das größere Porenvolumen dieser grobkörnigen Schichten hat eine stärkere Durchdringung des Liegenden durch die Bodenlösungen des Kupferschiefermeeres erlaubt. Dies führte zur tiefer ins Liegende hineinreichenden Vererzung, brachte aber zugleich auch eine Verdünnung des Kupfergehaltes der hangenden Lagen (vgl. S. 48).

Aus dem Grubenfeld der Anlage Wolfsberg sind von den bis Dezember 1953 genommenen Hauptlagenproben der Kurhessischen Kupferschieferbergbau GmbH noch 97 Einzelproben vorhanden. Die Proben wurden als Schlitzproben über 40—60 cm Schiefer- und 30 cm Sanderzmächtigkeit gezogen. Die Schieferproben aus der Betriebszeit vor 1945 sind in Form 3—6 cm mächtiger Lagen analysiert. Die nach 1949 gezogenen Schieferproben und die gesamten Sanderzproben wurden als Bestimmungen von 5 cm oder 10 cm mächtigen Lagen durchgeführt. Nur der Kupfergehalt wurde dabei ermittelt.

Bezüglich der Kupferverteilung im Sanderz zeigte sich übereinstimmend mit den Ergebnissen der genauen Profiluntersuchung, daß das Liegende des östlichen Abbaustreifens der 1. Sohle und der Mittelsohle der Ansteigenden B tiefer als in den übrigen Feldesteilen vererzt ist. Andererseits sind in diesem Gebiet die Kupfergehalte der hangenden Lagen verdünnt.

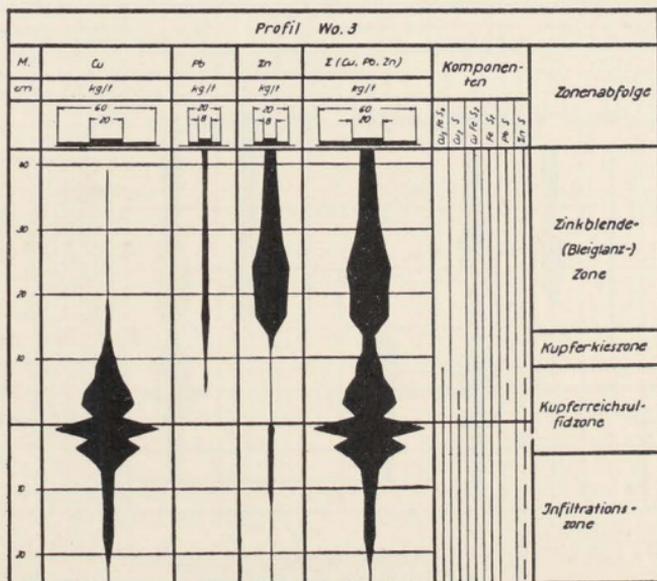


Abb. 8. Profil Wolfsberg 3. Profilmäßige Verteilung der Cu-, Pb- und Zn-Gehalte und der primären Sulfide im Baufeld der Anlage Wolfsberg (nach der erzmikroskopisch-analytischen Profiluntersuchung).

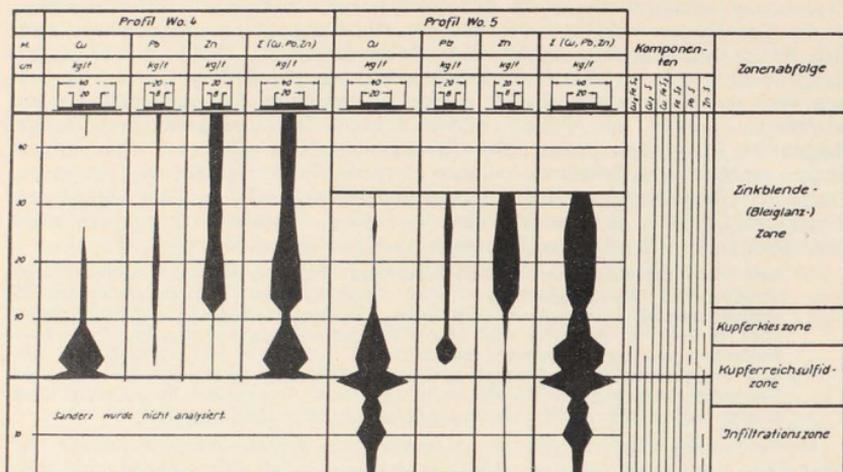


Abb. 9. Profile Wolfsberg 4 und 5

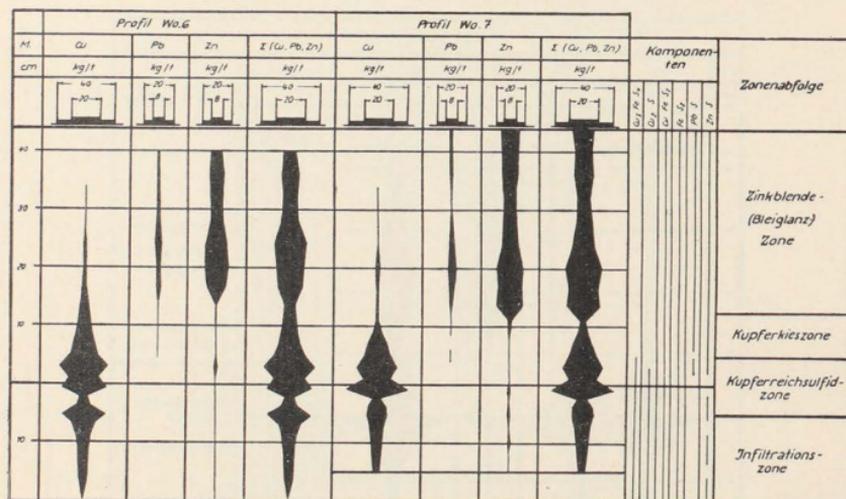


Abb. 10. Profile Wolfsberg 6 und 7

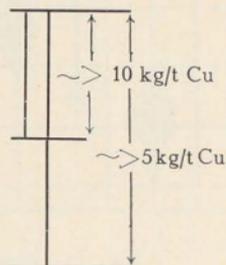
Abb. 9 und 10. Profilmäßige Verteilung der Cu-, Pb- und Zn-Gehalte und der primären Sulfide im Baufeld der Anlage Wolfsberg (nach der erzmikroskopisch-analytischen Proflluntersuchung).

Tabelle 3

Kupferverteilung im Sanderz der erzmikroskopisch-analytisch untersuchten Profile aus dem Baufeld der Anlage Wolfsberg

(Auszug aus Tab. 14 im Tabellen-Anhang)

Lagenmächtigkeit cm	Westfeld —————> Ostfeld			
	Wo. 1 a u. 1 b	Wo. 2 u. 3	Wo. 5	Wo. 6 u. 7
	kg/t	kg/t	kg/t	kg/t
0 — 1,5	172,3	72,4	50,2	35,3
1,5— 3,0	59,8	17,7	17,0	4,9
3,0— 4,5	18,5	29,2	7,3	10,7
4,5— 6,0	6,7	16,5	13,1	21,0
6,0— 8,5	8,0	6,2	10,7	12,2
8,5—11,0	5,8	7,5	19,2	7,5
11,0—13,5	3,5	4,2	6,9	5,5
13,5—16,0	2,0	5,7	4,8	5,5
16,0—18,5	1,5	5,8		4,9
18,5—21,0	0,8	1,1		1,1
21,0—24,0	0,4			



Inwieweit primäre Metallverteilung nach den Analysenwerten der Hauptlagenproben im Schiefer der Anlage Wolfsberg vorliegt, kann nur anhand der Kupferverteilung beurteilt werden. Als Basis für die Beurteilung der Kupferwerte der Hauptlagenproben dienten die Ergebnisse der profilmäßigen Untersuchung. Besondere Vergleichspunkte waren:

1. Die Werte der Kupfermaxima.
2. Die allmähliche, gleitende Abnahme des Kupfergehaltes vom Liegenden zum Hangenden.
3. Das Auftreten der beständig niedrig bleibenden Kupferführung zwischen 10 und 20 cm Mächtigkeit im Kupferschiefer.

Die kritische Durchsicht der 97 Hauptlagenproben, die im einzelnen aus Raumgründen nicht beschrieben werden können, nach diesen Gesichtspunkten ergab:

86 % des Probematerials zeigte normale Kupferverteilung (wie oben beschrieben). — Bei 12 % der Hauptlagenproben traten geringe Verschiebungen des Kupfers ins Hangende auf. Abbauwürdige Kupfergehalte fanden sich noch 10—15 cm oberhalb der normalen Abbauwürdigkeitsgrenze. — Nur bei 2 % der Analysenwerte wurden deutliche Veränderungen der primären Kupferverteilung festgestellt. In solchen Profilen reichte die Kupferführung mit höheren Werten (bis 20 kg/t Cu) maximal etwa 60 cm in die hangenden Dachberge.

An der überwiegend primär bedingten Verteilung der Kupfergehalte ist also nicht zu zweifeln.

Anlage Schnepfenbusch

Im Baufeld des Schnepfenbuschschachtes zeigen sich markante Unterschiede in der Metallverteilung innerhalb der Schichten der Kupferschieferlagerstätte.

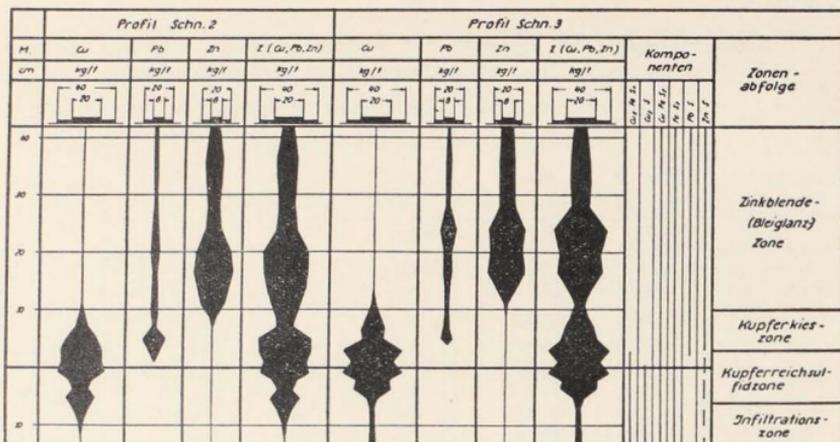


Abb. 11. Profile Schnepfenbusch 2 und 3. Profilmäßige Verteilung der Cu-, Pb- und Zn-Gehalte und der primären Sulfide im Baufeld des Schnepfenbuschschachtes (nach der erzmikroskopisch-analytischen Profiluntersuchung).

Das Maximum der Kupferführung liegt zwar, wie in den Profilen der Anlage Wolfsberg, im Kupferschiefer zwischen 2 und 4 cm vom Liegenden, schwankt aber zwischen Höchstbeträgen von 16 kg/t Cu (Schn. 1, 1. Sohle O) und 56 kg/t Cu (Schn. 4, Berg 5, Wolfsberger Stolln, Westfeld). Andererseits bleibt im letztgenannten Profil der gesamte Kupferschiefer mit 24 cm Mächtigkeit im Kupfergehalt über der 5 kg/t-Grenze, während in den Profilen Schn. 1, 2 u. 3 die abbauwürdige Mächtigkeit nur 6—8 cm beträgt (vgl. Abb. 11, 12 u. 13).

In den Profilen mit nur geringem bzw. mittlerem Kupfergehalt setzt die Pb-Führung unmittelbar am Liegenden ein und erreicht schon im Bereich des Kupfermaximums ihre ersten Höchstwerte. Dagegen bleibt der Pb-Gehalt im Profil Schn. 4 bis 17 cm vom Liegenden unter 1,2 kg/t. Er steigt zwischen 17 und 20 cm vom Liegenden bei gleichzeitigem Rückgang des Kupfergehaltes auf 2,6 kg/t Pb an. Nach geringfügigem Abklingen bleibt die Bleibeteiligung ab 28 cm Mächtigkeit beständig über 2 kg/t Pb. Der Kupfergehalt sinkt zugleich unter 1 kg/t ab. Die Zinkführung verhält sich im Profil Schn. 4 ebenfalls reziprok zur Kupferführung, erreicht aber in den hangenden Schichten mit Höchstwerten von 14 kg/t Zn die 3–4fache Menge des Bleigehaltes.

In den Profilen Schn. 2 u. 3 setzt die Zinkbeteiligung erst bei Kupfergehalten unter 4 kg/t stärker ein, und zwar etwas später als die Bleiführung. Sie erreicht bei 15—18 cm Mächtigkeit Werte von 26 kg/t Zn. In den Dachbergen sinkt der Zn-Gehalt durchschnittlich auf 10 kg/t ab.

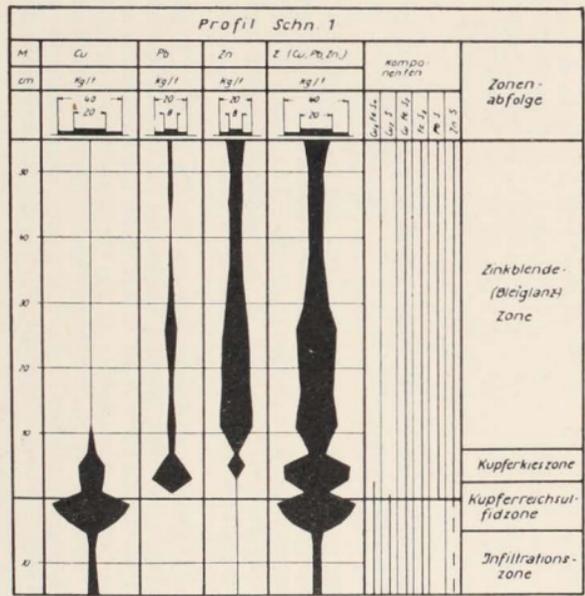


Abb. 12. Profil Schnepfenbusch 1

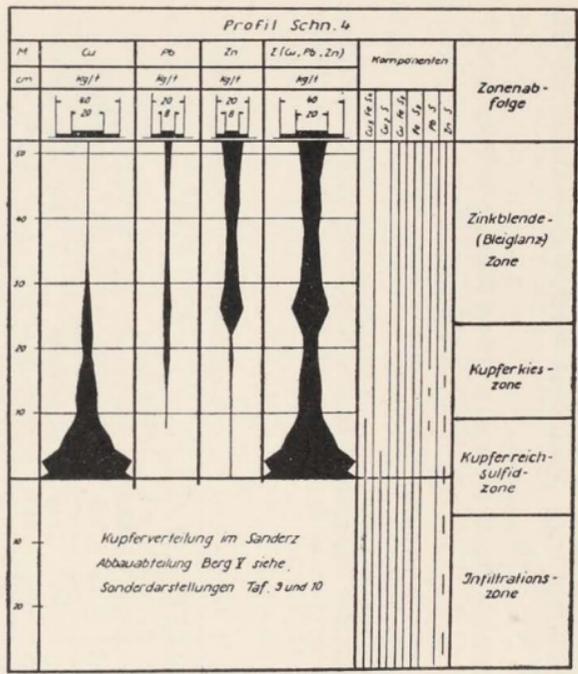


Abb. 13. Profil Schnepfenbusch 4

Abb. 12 und 13. Profilmäßige Verteilung der Cu-, Pb- und Zn-Gehalte und der primären Sulfide im Baufeld des Schnepfenbuschschachtes (nach der erzmikroskopisch-analytischen Profiluntersuchung).

Der Pb-Gehalt liegt im Mittel in diesen Profilen nur bei 4 kg/t und ändert sich, wie übrigens in fast allen untersuchten Profilen, gleichlaufend mit der Zinkführung (vgl. Abb. 11).

Auffällig ist das frühe Einsetzen stärkerer Pb-Zn-Führung im Profil Schn. 1.

Tabelle 4

Metallführung der liegenden 10 cm des Kupferschiefers des Schnepfenbuschschachtes (nach 11 Profilproben der Kurhessischen Kupferschieferbergbau GmbH, Sontra)

Profil	Cu	Pb	Zn	$\Sigma(\text{Cu, Pb, Zn})$	Entnahmestelle	Bemerkungen
	kg/t	kg/t	kg/t	kg/t		
Ia	33,9	0	0,6	34,5	Berg 5	Hohe Cu-Gehalte (> 25 kg/t)
Ib	25,6	0	0,8	26,4	"	
VIII	27,7	0,2	1,0	28,9	Fr. St. O	
III	22,5	1,1	0,9	24,5	1. Sohle W	Mittl. Cu-Gehalte (15–25 kg/t)
X	16,1	2,9	2,1	21,1	Fr. St. O	
II	14,1	17,2	1,3	32,6	Hauptflaches 1	Niedrige Cu-Gehalte (< 15 kg/t)
IV	13,1	13,7	2,5	29,3	1. Sohle 0	
VII	11,4	10,1	6,6	28,1	Unters. -Str. A	
V	11,9	7,8	4,5	24,2	1. Sohle 0	
VI	8,1	15,0	0,2	23,3	1. " "	
IX	22,5	0,8	20,5	43,8	Fr. St. O	

Die ersten Blei- und Zinkhöchstwerte fallen schon in den Bereich des allerdings sehr niedrigen Kupfermaximums (16 kg/t Cu; vgl. Abb. 12).

Die Tab. 4 enthält eine Aufstellung der Cu-, Pb- und Zn-Gehalte der liegenden 10 cm des Kupferschiefers im Schnepfenbuschschacht. Die Werte entstammen 11 aus betrieblichen Gründen gezogenen Profilproben. Generell bestätigen sie die in den 4 erzmikroskopisch-analytisch untersuchten Profilen vorliegenden Ergebnisse bezüglich der Metallverteilung:

Bei hohem Kupfergehalt des Kupferschiefers (Profile Ia u. b, Profil VIII) ist die Pb-Zn-Beteiligung nur sehr gering. Liegen mittlere Cu-Gehalte vor, nimmt die Pb-Zn-Führung zu (Profile III u. X). Wenn die Kupferführung aber relativ niedrig ist, wie in den Profilen II, IV, VII, V und VI, kann schließlich der Pb-Zn-Gehalt höher als der Kupfergehalt sein. — Der hohe Zinkgehalt in Profil IX bei verhältnismäßig hoher Kupferführung ist möglicherweise auf den Einfluß hydrothermalen Lösungen zurückzuführen, da diese Probeentnahmestelle im Nahbereich von „edlen“ Rücken liegt.

Durch regionale Einordnung der erzmikroskopisch-analytisch untersuchten Profile und der Profilproben wird sichtbar, daß das Baufeld des Schnepfenbuschschachtes ein geschlossenes Gebiet hoher Kupferführung bei geringer Pb-Zn-Beteiligung enthält (Westfeld Schnepfenbuschschacht); weiterhin Feldesteile mit niedrigen Kupfergehalten aber starker Zn-Pb-Führung (1. Sohle O) und schließlich Teilflächen mit mäßigen Pb-Zn-Gehalten bei mittelhoher Kupferführung im Kupferschiefer (Friedrich-Stolln O; vgl. Taf. 24).

Infolge alleiniger Beachtung der Kupfergehalte des Kupferschiefers wurden die kupferarmen Feldesteile mitunter für sekundär verarmte Gebiete gehalten. Durch nachträgliche Umlagerungen sollten den kupferreichen Gebieten die in den „Verarmungsgebieten“ fehlenden Kupfermengen zugeführt worden sein. Berücksichtigt man aber die mengenmäßig ebenso wichtigen Metalle Pb und Zn und betrachtet die Gesamt-Metallführung des Kupferschiefers, so zeigt sich, daß benachbarte Feldesteile mit teilweise recht unterschiedlicher Kupferführung doch insgesamt annähernd gleiche Metallmengen aufweisen. Bei geringerem Kupfergehalt in den untersten Lagen des Kupferschiefers bringt die Pb-Zn-Beteiligung tatsächlich den Ausgleich im Gesamt-Metallgehalt (vgl. auch Tab. 14, s. Tabellen-Anhang: kg/m²-Werte im Schiefer, insbesondere der Profile Schn. 1—4). Die Unterschiede in der Kupferführung bzw. in der Verteilung der Metalle Cu, Pb und Zn sind also bereits kleinregional, d. h. jeweils in kleineren Feldesteilen des Grubenfeldes primär angelegt. Es kann gewissermaßen von einem „Gesamt-Metallhaushalt“ gesprochen werden, an dem die Metalle Cu, Pb und Zn Anteil haben und sich gegenseitig mengenmäßig ergänzen. Von den primären lokalen Abscheidungsbedingungen hängt es ab, ob bevorzugt Kupfer oder Blei und Zink ausfallen.

Wie in der Anlage Wolfsberg fehlt im Sanderz des Schnepfenbuschschachtes Pb ganz. Auch die Zn-Beteiligung ist unbedeutend und bleibt unter 1 kg/t Zn. Das Kupfermaximum fällt wieder unmittelbar in die hangenden Lagen des Schwarzkopfs. Normalerweise liegt die 5 kg/t-Grenze noch innerhalb der hangenden 10 cm des Konglomerates. Nach den auf 2—4 m niedergebrachten Untersuchungsbohrungen reicht die Kupferführung noch über 3 m ins Liegende hinein. Es treten allerdings nur noch Gehalte unter 5 kg/t auf.

Tabelle 5

Kupfergehalte des Rotliegend-Konglomerates im Grubenfeld des Schnepfenbuschschachtes (Auszug aus Tab. 16 im Tabellen-Anhang)

cm	0	5	10	15	20	25	30	40	60	80	100	120	140	160	180
	5	10	15	20	25	30	40	60	80	100	120	140	160	180	200
kg/t	40,6	6,7	2,8	1,8	1,2	0,8	0,6	1,3	2,3	1,9	2,4	2,8	1,7	1,4	0,7
kg/t	17,8	5,2	8,1	4,2	2,0	1,8	1,7	1,2	2,9	2,0	1,0	0,4	0,4	0,5	2)

In Tab. 5 sind unter 1) die Mittelwerte von 5 Hauptlagenproben aus dem Feldesteil oberhalb des Friedrich-Stolln O aufgeführt, die etwa der normalen Kupferverteilung im Sanderz der Anlage Schnepfenbusch entsprechen. In diesem Feldesteil besteht das Liegende aus fein- und grobkörnigen Konglomeraten in bankiger Wechsellagerung. Das hangende Sanderz wird von nur einige cm mächtigen grobkörnigen Konglomeraten gebildet, an die sich meist mehrere dm mächtige feinkörnige Lagen anschließen.

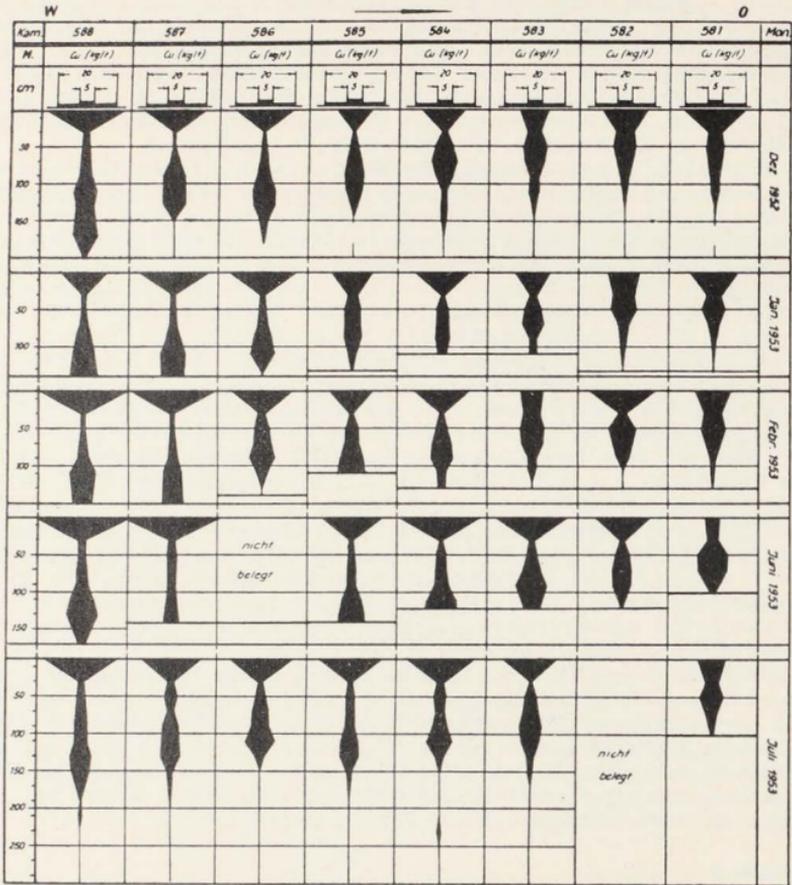


Abb. 14 a. Kupferverteilung im Sanderz
der Abbaubteilung am Berg V, Schnepfenbuschschacht
(nach Betriebslagenproben)

Kam. 588: Abbaustöß der Kameradschaft 588

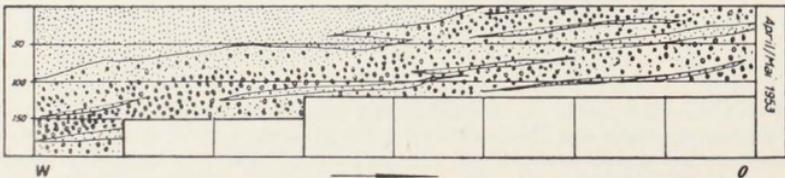


Abb. 14 b. Petrographische Ausbildung
des Sanderzes in der Abbaubteilung am Berg V, Schnepfenbuschschacht
(nach Protokoll, Tab. 6)

Bilden mächtigere grobkörnige Lagen das hangende Sanderz, kann die abbauwürdige Mächtigkeit 20—30 cm erreichen, wie z. B. im Hilfsflächen von der 1. zur 2. Sohle im Ostfeld. Unter 2) sind in Tab. 5 die Mittelwerte von 5 im Hilfsflächen gezogenen Bohrproben aufgeführt.

In Sonderfällen treten bei ausgeprägter Schrägschichtung abbauwürdige Sanderzmächtigkeiten bis zu 2,0 m auf, wie sie zur Zeit im Abbaurevier am Berg 5 und Carl-Stolln, Westfeld, vorliegen.

Abb. 14 a zeigt die graphische Auswertung der Analysenergebnisse der Betriebslagenproben aus den Monaten Dezember 1952, Januar, Februar, Juni und Juli 1953. Die Mittelwerte von 3 bis 4 Monatsproben, die als Schlitzproben über die gesamte abbauwürdige Mächtigkeit gezogen sind, wurden für die graphische Darstellung der Kupferführung des 120 m langen Abbaustoßes der Abteilung am Berg 5 verwandt. Ergänzend wurden im Dezember 1952 und im Juli 1953 Bohrproben auf 2,0 bzw. 3,0 m Mächtigkeit gezogen. Die Analysenwerte dieser Bohrproben enthält die graphische Darstellung ebenfalls. — Im April und Mai 1953 erfolgte die Probenahme nach der petrographischen Ausbildung der Lagen. Gleichzeitig hat Verfasser über die petrographische Ausbildung des Liegenden Protokoll geführt. Die Tab. 6 im Tabellen-Anhang enthält das Protokoll und die Analysenwerte. Nach diesen Unterlagen wurde eine schematische Darstellung der petrographischen Ausbildung des Liegenden entworfen (Abb. 14 b).

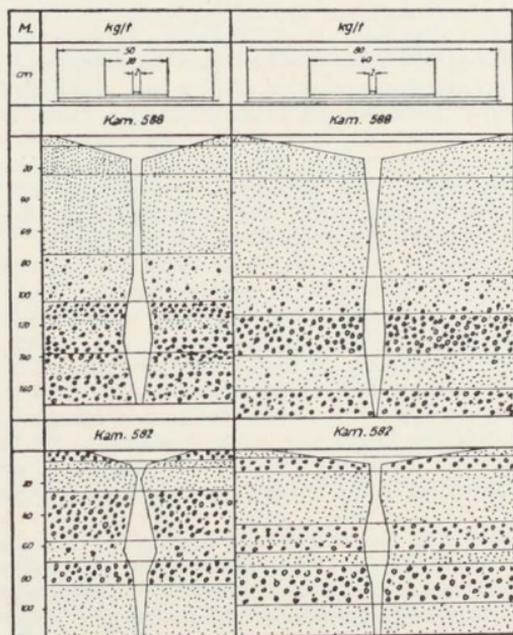


Abb. 15. Kupferverteilung im Sanderz der Abbauabteilung am Berg V, Schnepfenbuschschacht (nach Protokoll, Tab. 6)

Kam. 588: Abbaustoß der Kameradschaft 588

Die Kupferführung beginnt im hangenden Sanderz stets mit einem ausgeprägten Maximum. Bei feinkörnigem, sandigem Schwarzkopf sind die Maximalbeträge besonders hoch und erreichen in den hangenden 4—6 cm Werte bis zu 70 kg/t Cu. Bilden grobkörnige Lagen die hangenden Partien, so liegen die Kupfergehalte nur etwa bei 25 kg/t Cu und darunter (beachte Sonderdarstellung nach Protokoll, Abb. 15). Da die Betriebslagenproben bei hohen Abbaumächtigkeiten nur von 20 zu 20 cm gezogen werden, kommen diese Beziehungen in der allgemeinen Darstellung der Kupferverteilung nicht so klar heraus. Immerhin ist zu erkennen, daß am östlichen Abteilungsflügel mit fast nur konglomeratischen hangenden Schichten das hangende Kupfermaximum im allgemeinen niedriger ist als am westlichen Flügel mit rein sandigem Hangenden. Weiter zeigen beide Darstellungen (Abb. 14 u. 15), daß im tieferen Liegenden nur die groben konglomeratischen Lagen bzw. eingeschlossene oder unmittelbar angrenzende sandige Lagen abbauwürdige Kupfergehalte aufweisen. Am eindruckvollsten beweist dies die von Ost nach West zunehmende Verlagerung des zweiten, schwächeren Kupfermaximums in das tiefere Liegende, die durch die von O nach W zunehmende Mächtigkeit der hangenden sandigen Partien und das Einschieben der konglomeratischen Lagen bedingt ist (vgl. Abb. 14 b).

Die Vererzungsverhältnisse des Rotliegenden im Westfeld des Schnepfenbuschschachtes zeigen auf engstem Raum sehr markant die Beziehungen auf, die zwischen der petrographischen Ausbildung des Liegenden und der Kupferverteilung im Sanderz bestehen: Bei ausgeprägter Schrägschichtung nach Art von Abb. 14 b) fand eine besonders tiefgreifende Vererzung des Liegenden statt. Die grobkörnigen, konglomeratischen Lagen mit verhältnismäßig großem Porenvolumen dienten den ersten Bodenlösungen des Kupferschiefermeeres bevorzugt als Infiltrationswege. Dabei ist offensichtlich, daß diese Lösungen auch seitlich in den konglomeratischen Lagen vordrangen und so die mächtigen hangenden Sandsteinschichten auf größere Entfernung von bis zu 100 m (nach bisherigen Erfahrungen) unterwanderten. In den konglomeratischen Partien fand dann auch bevorzugt der Lösungsabsatz in Form des karbonatisch-sulfidischen Bindemittels statt.

Die grobkörnigen mächtigeren Schwarzkopflagen fallen im Vergleich zu den feinkörnigen durch eine beträchtliche Verdünnung des Kupfergehaltes auf; die Ursache liegt an dem ungehemmten In-die-Tiefedringen der Bodenlösungen. Die feinkörnigen Lagen waren von Anbeginn relativ lösungsundurchlässig; sie zeichnen sich infolgedessen durch hohe Kupfergehalte in den hangendsten cm aus, da sie nahezu die gesamte Kupfermenge der Bodenlösungen abfingen. Nur wenige cm vom Hangenden ist die Kupferführung der rein sandigen Lagen aber schon sehr gering. Verfasser hält daher ein rein vertikales Eindringen der metallhaltigen Lösungen durch die feinkörnigen Schichten bis in die tieferen, grobkörnigen Konglomeratlagen für ausgeschlossen.

Aus dem Baufeld des Schnepfenbuschschachtes wurden 225 Hauptlagenproben durchgesehen. In gleicher Weise wie für die Anlage Wolfsberg wurden diese Schlitzproben auf primäre und sekundäre Kupferverteilung geprüft. 88 % der Profil- bzw. Schlitzproben zeigte normale Kupferverteilung im Kupferschiefer und in den Dachbergen. In 10,5 % der Hauptlagenproben traten geringe Verschiebungen der Kupfergehalte ins Hangende auf. Bei 1,5 % der Proben reichte eine stärkere Kupferführung bis zu 1,0 m ins Hangende hinein. — 23 Proben wurden bei dieser Aufstellung nicht berücksichtigt. Davon entstammen 7 Proben der Schwebenden 1 (Ostfeld). Diese Proben zeigen alle erhebliche Abweichungen von der normalen

Kupferverteilung. Das ist nicht verwunderlich, da die Schwebende 1 als Gangstrecke in einem 30—50 cm mächtigen Schwerspatgang aufgeföhren ist. Die übrigen 16 Proben sind im östlichsten Feldestreifen der Abbaubteilung am Friedrich-Stolln O gezogen. In 10 dieser Proben treten geringfügige bis 80 cm ins Hangende des Kupferschiefers reichende Kupferverschiebungen auf. Die restlichen 6 Proben zeigen normale Kupferverteilung. Dieser Feldestreifen ist eine ausgeprägte Rückenzone. Außer dem Schwerspatgang in der Schwebenden 1 durchsetzen noch zahlreiche kleine Verwürfe diesen Feldesteil. Unter ihnen sind Störungen mit 10—30 cm mächtiger Schwerspatfüllung und ein Schwerspatgang von maximal 1,0 m Mächtigkeit. Die stellenweise anormale Kupferverteilung in diesem Gebiet ist auf den Einfluß dieser Schwerspatgänge zurückzuführen.

2. Die Verteilung des Kupfers im Baufeld des Reichenbergschachtes

Aus dem Grubengebäude des Reichenbergschachtes, der seit dem Wasserbruch am 25. 11. 1950 stillliegt, stand für die Untersuchung der Metallverteilung kein geeignetes Probematerial mehr zur Verfügung. Profilmäßige Pb- und Zn-Bestimmungen liegen einzig von der Tiefbohrung De. 2 vor. Allerdings fehlen in dieser Bohrung beide Metalle über die gesamte analysierte Mächtigkeit von 1,55 m. Außerdem enthalten die monatlichen Durchschnittsproben des Fördererzes aus der Betriebszeit vom Juni bis November 1950 Pb- und Zn-Bestimmungen. Die Blei- und Zinkgehalte des Reichenberger Fördergutes (Kupferschiefer, Dachberge und Zechsteinkalk) liegen erheblich niedriger als die der Schieferförderung aus den Anlagen Wolfsberg und Schnepfenbusch (Tab. 7).

Tabelle 7

Kupfer-, Blei- und Zinkgehalte des Fördergutes der Anlagen Reichenberg, Wolfsberg und Schnepfenbusch (nach den monatlichen Durchschnittsproben des Betriebslaboratoriums der Kurhessischen Kupferschieferbergbau GmbH, Sontra)

Anlage	Cu	Pb	Zn	Σ (Cu, Pb, Zn)	Art des Fördergutes	Betriebszeit
	kg/t	kg/t	kg/t	kg/t		
Wolfsberg (im Mittel)	6,0–7,4 7,0	2,5–3,2 2,8	6,7–8,6 6,9	16,7	Kupferschiefer	Okt. 1952 bis Sept. 1953
Schnepfenbusch (im Mittel)	7,3–9,1 8,1	2,6–4,4 3,1	7,1–10,4 8,8	20,0	Kupferschiefer	Okt. 1952 bis Sept. 1953
Reichenberg (im Mittel)	11,5–21,0 16,7	0,2–1,0 0,5	0,6–1,7 1,0	18,2	Kupferschiefer, Dachberge und Zechsteinkalk	Juni bis Nov. 1950

Diese Aufstellung zeigt zugleich, daß die Gesamt-Metallmengen im Fördergut aller drei Anlagen etwa gleich groß sind, wobei allerdings der Kupfergehalt im Kupferschiefer der Anlagen Wolfsberg und Schnepfenbusch zugunsten der Pb-Zn-Beteiligung geringer ist als im Reichenberg-Erz. Dieser Vergleich hat so natürlich nur eingeschränkte Bedeutung, da ja unterschiedliche Vererzungs-

verhältnisse in den Baufeldern der genannten Anlagen vorliegen und dementsprechend nicht nur die Metallführung der gleichen Schichten verglichen wird. Nach den Ergebnissen der analytischen Profiluntersuchung hält aber die primäre Metallführung im Baufeld der Anlagen Wolfsberg und Schnepfenbusch in Form der Blei-Zink-Vererzung auch noch ins Hangende an; und zwar liegt der Gesamt-Metallgehalt der Dachberge bis zu der untersuchten Mächtigkeit von 55 cm ebenfalls zwischen 10—20 kg/t Pb und Zn.

Die Kupferverteilung ist durch umfangreiches Analysenmaterial erfaßt. G. GUNZERT (1953) hat dieses Material veröffentlicht. Mit G. GUNZERT zeigt die Kupferverteilung auffällige Beziehungen zum tektonischen Bau des betreffenden Gebietes, weswegen zunächst die Lagerungsverhältnisse anhand von Taf. 25 u. 26 zu erläutern sind:

Der aufgeschlossene Feldesteil von etwa 300 m Breite und 500 m Länge erfaßt einen als flachen Sattel ausgebildeten Horst. Die Sattelachse fällt generell mit etwa 15° nach SO ein. Die nordöstliche Sattelflanke wird durch einen nordwestlich streichenden Verwurf abgeschnitten. Der 40—50 m tiefer liegende Flözteil im Norden ist durch zwei Kernbohrungen nachgewiesen.

Eine etwa 20 m breite Störungszone mit nord-nordöstlichem Streichen — bestehend aus einer Reihe von Staffelbrüchen — zerlegt den Horst in zwei Teilgebiete. Der südöstliche Teil liegt etwa 35 m tiefer als der nordwestliche. Im W der Störungszone fällt die südwestliche Sattelflanke steil ein. In die südwestliche Sattelflanke unterhalb der Staffelbrüche ist noch ein Spezialsattel eingebaut, was mit vielfachen Kleinstörungen Hand in Hand geht.

Der Horst wird im SW durch einen flexurähnlichen Verwurf von 40 m Höhe begrenzt. Die Fortsetzung des Flözes im SW dieses Verwurfes ist im Hauptquerschlag angefahren und außerdem von der Mittelsohle 2 aus erbohrt. Zahlreiche kleinere Störungen durchsetzen noch den Horst und bewirken Schollenzertrümmerung.

In der nach NO einfallenden Sattelflanke treten entlang des Hauptverwurfes allgemeinen abbauwürdige Mächtigkeiten von 40—60 cm auf (vgl. Taf. 25). Der Schwerpunkt der Kupferführung liegt in den untersten 10—30 cm des Schieferflözes. Ähnliche Kupferverteilung zeigt sich in der gesamten Abbaustrecke 6 (vgl. Taf. 26), im Hauptquerschlag und — nach einer der beiden Kernbohrungen — auch im abgesunkenen Flözteil im NO. Im oberen Drittel der Sattelflanke hebt sich die Kupferführung in den Querprofilen „Berg A“ und „Untersuchungsstrecke c“ allmählich vom Liegenden ab. Im Querprofil „Untersuchungsstrecke e“ des höher gelegenen Flözteiles nehmen die Kupfergehalte mit Annäherung an die Sattelflanke im Schiefer ab. Die hangenden Schichten zeigen aber auch nur geringe Kupferführung.

Entlang der Sattelachse in Richtung des Achsengefälles (Längsprofil „Berg B“) ist die Kupferführung bis kurz vor Erreichen der Hauptstörungszone, ähnlich wie im nordöstlichen Flankenteil, überwiegend an die liegenden 50 cm des Flözes gebunden. Vor der Störungszone verlagert sich der Schwerpunkt der Kupferführung mehr ins Hangende. Die bauwürdige Mächtigkeit des sich anschließenden Lagerstättenteiles unterhalb der Staffelbrüche erreicht Werte von 3—5 m, allerdings bei gleichzeitiger Verdünnung des Kupfergehaltes pro t Haufwerk.

Das Ansteigen der Kupferführung ins Hangende hält im südwestlichen Flankenteil noch weiter an. In der „Abbaustrecke 1“ (vgl. Taf. 25, Diagonalprofil B-B“) wurden abbauwürdige Kupfergehalte noch im Anhydrit in 7,50 m Abstand vom Liegenden festgestellt. Das Kupferschieferflöz ist in diesem Gebiet

nur noch unmittelbar am Liegenden geringfügig vererzt. Der Gehalt der Dachberge und der liegenden Zechsteinkalkpartien liegt im Mittel unter 2 kg/t Cu. Hier haben also wirklich bedeutsame sekundäre Verschiebungen der primären Metallgehalte stattgefunden.

Aus der Kupferverteilung im Grubengebäude des Reichenbergschachtes ergibt sich in Übereinstimmung mit dem Resultat der erzmikroskopischen Untersuchung folgendes:

1. Die Feldesteile mit abbauwürdigen Schiefermächtigkeiten von 40—60 cm und hohen Kupfergehalten in den liegenden 30 cm des Flözes weisen noch überwiegend primäre Erzführung auf.
2. Die Vererzung des Zechsteinkalkes, die an einigen Stellen bis in den Anhydrit hineinreicht, ist durch nachträgliche Umlagerungen erfolgt. Das Kupferschieferflöz und die liegenden Dachberge führen im Gebiet nachträglicher Erzverschiebungen nur noch in der Übergangszone höhere Kupfergehalte. — Die kg/t-Werte verhalten sich im allgemeinen umgekehrt proportional zur abbauwürdigen Mächtigkeit. Die Kupferverteilung im Gebiet der Zechsteinkalke stellt also eine überwiegend vertikale Verdünnung des Kupfergehaltes dar zumal sowohl in den primär als auch in den sekundär vererzten Feldesteilen auch etwa gleiche Kupfermengen pro m² Flözfläche vorliegen (vgl. Taf. 27).
3. Die Kupferverteilung zeigt im sekundär überprägten Gebiet klare Abhängigkeit von den Lagerungsverhältnissen und insbesondere von den Störungen. Daraus geht hervor, daß die Umlagerungen nach der Diagenese und nach den tektonischen Vorgängen erfolgten, was im übrigen auch die von der Primärvererzung abweichenden Verwachsungsstrukturen bestätigen (vgl. S. 35).

Dies alles zeigt, daß die tektonischen Vorgänge die Voraussetzungen für das Zustandekommen nachträglicher Erzverschiebungen schufen. Die Hauptstörungen mit Verwurfshöhen von 40—60 m brachten den unmittelbaren Anschluß des Kupferschiefers und Zechsteinkalkes an die hangenden Gips- und Anhydritschichten. Zugleich wurden die Schichten der Kupferschieferlagerstätte gewissermaßen mechanisch zerrüttet und dadurch für salzhaltige Wässer aus dem Hangenden leicht zugänglich. Diese Lösungen konnten die primär erzführenden Schichten — besonders im Gebiet des Spezialsattels im SW — intensiv durchdringen und dabei die Erze umlagern. Hier hat sich wirklich einmal das ereignet, was E. SEELIGER (1950) fälschlich betreffs der Herkunft der Pb-Zn-Erze des Ruhrkarbons annimmt.

Nach den erzmikroskopischen Untersuchungen und der Kupferverteilung treten besonders in der gesamten südwestlichen Sattelflanke und dem oberen Drittel der nordöstlichen Sattelflanke des tiefer liegenden Horsteiles stärkere Erzverschiebungen auf. Dagegen zeigt der Rest der nordöstlichen Sattelflanke bei hohen Kupfergehalten pro t und abbauwürdigen Schiefermächtigkeiten von 40—60 cm noch überwiegend primäre Vererzungsstrukturen.

Die Sekundärvererzung ist im wesentlichen eine Folge der vertikalen Umlagerung des Kupfers aus dem Kupferschiefer in die hangenden Dachberge und bevorzugt in den Zechsteinkalk. Das obere Drittel der NO-Flanke mit allmählich sich vom Liegenden abhebender Erzführung darf als Übergangszone angesehen werden, in deren Bereich die umlagernde Wirkung der Lösungen zum Erliegen kam.

Den hier vorliegenden Erzverschiebungen kann nach dem bisherigen Gesamtergebnis kein großregionaler Charakter zugesprochen werden, wenn sie neben den vertikalen Umlagerungen auch horizontale Metallverschiebungen begrenzten Ausmaßes bewirkt haben mögen. So ist vermutlich die geringe Kupferführung in dem noch wenig erschlossenen Feldesteil nordwestlich der „Untersuchungsstrecke e“ auf derartige Umlagerungen zurückzuführen.

3. Die Verteilung der Metalle in der gesamten Kupferschieferlagerstätte

Die Tiefbohrerergebnisse aus dem Richelsdorfer Kupferschiefergebiet sind schon in einigen neueren Arbeiten über die mitteldeutschen Kupferschiefervorkommen veröffentlicht. Außer G. GUNZERT (1953), dessen letzte Arbeit



Abbauwürdige Schiefermächtigkeit > 20 cm.
Normale profilmäßige Abfolge von Cu, Pb u. Zn.

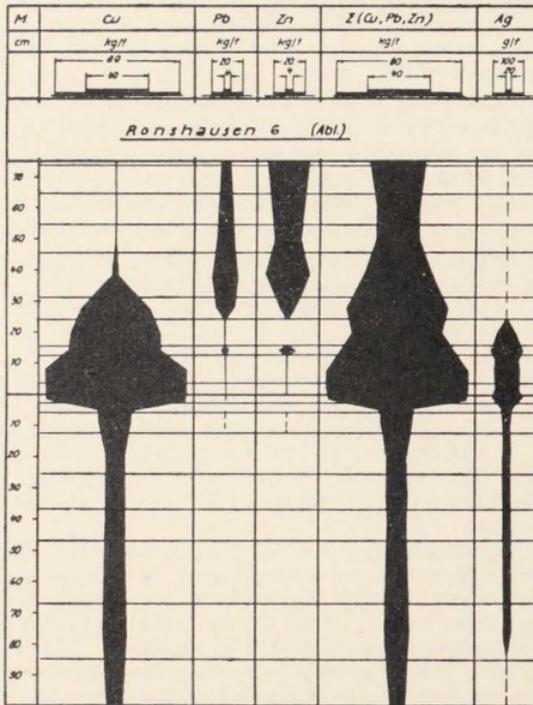


Abb. 16. Profil Ronshausen 6. Profilmäßige Verteilung der Cu-, Pb-, Zn- und Ag-Gehalte in der Richelsdorfer Kupferschieferlagerstätte, Südmulde (nach Tiefbohrerergebnissen).



Abbauwürdige Schiefermächtigkeit > 20 cm.
Normale profilmäßige Abfolge von Cu, Pb u. Zn.

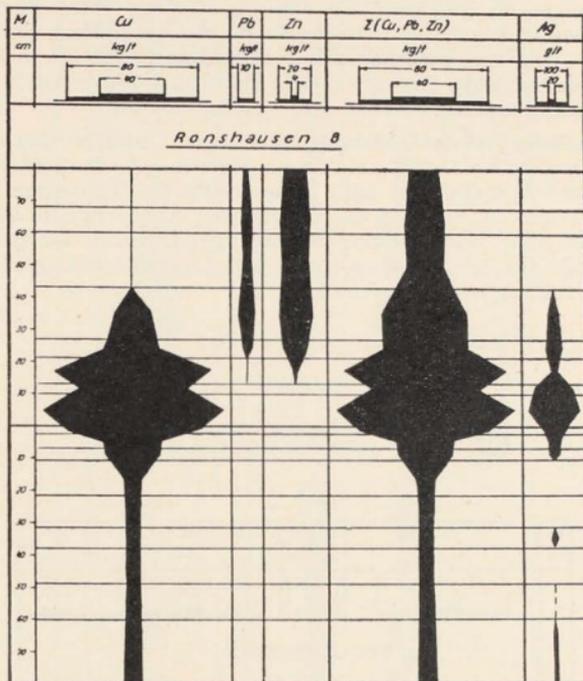


Abb. 17. Profil Ronshausen 8. Profilmäßige Verteilung der Cu-, Pb-, Zn- und Ag-Gehalte in der Richelsdorfer Kupferschieferlagerstätte, Südmulde (nach Tiefbohrergebnissen).

speziell der Richelsdorfer Kupferschieferlagerstätte gilt, befassen sich G. RICHTER (1941) und E. KAUTZSCH (1941) besonders eingehend mit den Unterlagen der 1934 bis 1940 niedergebrachten 100 Tiefbohrungen. Wenn in vorliegender Arbeit der Besprechung des Analysenmaterials der Tiefbohrungen ein Abschnitt eingeräumt wird, geschieht dies, um die Ergebnisse der profilmäßigen erzmikroskopisch-analytischen Untersuchung für die Auswertung der Tiefbohrunterlagen auszunutzen (vgl. Taf. 22, 28 und 29).

Von 45 Tiefbohrungen der Südmulde sind 10 Bohrkerne nur auf Cu analysiert. In der Bohrung Jb. 3 wurde der Kupferschiefer nicht angetroffen. Für 34 Bohrkerne erfolgte Bestimmung der Pb-, Zn- und Cu-Gehalte. Davon zeigen 31 Profile Kupfer, Blei und Zink in normaler Abfolge vom Liegenden zum Hangenden. In den Bohrprofilen Ro. 10 und Ro. 11 fehlen Pb und Zn (siehe Tab. 19, Tabellen-Anhang).

Ro. 11 weist, wie die nur auf Cu analysierte Nachbarbohrung Ro. 9, nur sehr niedrige Kupfergehalte unter 0,5 kg/t auf. E. KAUTZSCH (1941), der über die geologischen Ergebnisse der Untersuchungsarbeiten der Studiengesellschaft Deutscher Kupferbergbau GmbH berichtet, stellt die geringen Kupfergehalte dieser Bohrungen als primäre Vertaubung im Gefolge Roter Fäule hin. Nach seinen Angaben wurde in der Bohrung Ro. 11 die Ausbildung von Roter Fäule festgestellt. — Die abbauwürdige Schiefermächtigkeit beträgt in der Bohrung Ro. 10 achtzehn cm; Blei fehlt in diesem Profil und Zink tritt in 18—56 cm Mächtigkeit völlig unbedeutend mit 0,1—0,5 kg/t Zn auf.

Der südwestliche Teil der Südmulde ist insgesamt metallreicher als das langgestreckte nordöstliche Gebiet, in dessen Bereich das Baufeld der Anlagen Wolfsberg und Schnepfenbusch fällt. Insbesondere die Bohrungen Ro. 6, 7 und 8 (Abb. 16, 18 und 17) zeichnen sich durch hohe Kupfergehalte bis 100 kg/m² bei etwa 40 cm abbauwürdiger Schiefermächtigkeit aus. In den Bohrungen Ro. 6 und 8 enthält das Sanderz etwa ein Drittel der Kupfermenge. Seine abbauwürdige Mächtigkeit beträgt bis zu 1,50 m.



Abbauwürdige Schiefermächtigkeit > 20 cm.

Normale profilmäßige Abfolge von Cu, Pb u. Zn.

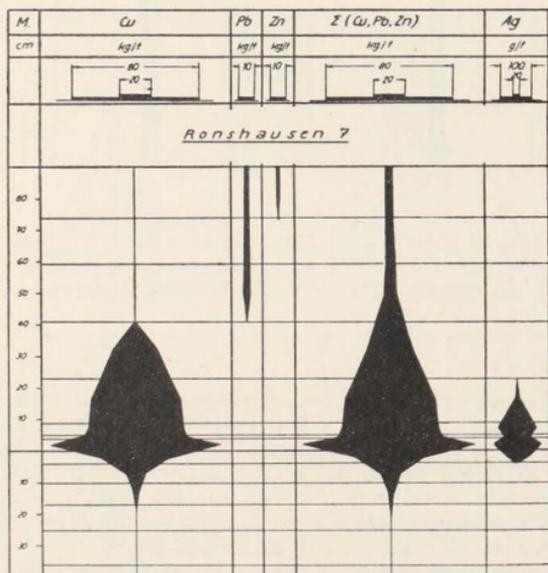


Abb. 18. Profil Ronshausen 7. Profilmäßige Verteilung der Cu-, Pb-, Zn- und Ag-Gehalte in der Richelsdorfer Kupferschieferlagerstätte, Südmulde (nach Tiefbohrergebnissen).



Abbauwürdige Schiefermächtigkeit > 20 cm.
Normale profilmäßige Abfolge von Cu, Pb u. Zn

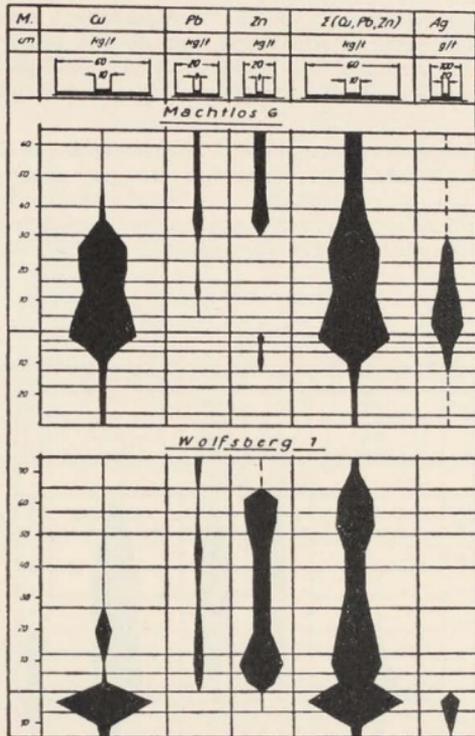


Abb. 19. Profile Mächtlos 6 und Wolfsberg 1. Profilmäßige Verteilung der Cu-, Pb-, Zn- und Ag-Gehalte in der Richelsdorfer Kupferschieferlagerstätte, Südmulde (nach Tiefbohrergebnissen).

Die hohe Kupfervererzung dieses Gebietes wird meist als Folge nachträglicher Erzverschiebungen angesehen. Einige wichtige Argumente sprechen aber entscheidend für primäre Entstehungsweise der hohen Kupferführung:

1. Cu, Pb und Zn liegen in normaler profilmäßiger Abfolge vor. Der Übergang von der Cu- zur Pb-Zn-Führung ist verwaschen, da die Pb-Zn-Beteiligung schon bei relativ hohem Kupfergehalt einsetzt. Die Pb- und Zn-Maxima fallen aber deutlich erst in den Bereich ablingender Kupferführung.
2. In allen drei benachbarten Bohrungen liegt die 5 kg/t-Grenze zwischen 30 — 40 cm vom Liegenden. Bei Bohrpunktentfernungen von 800 — 1500 m herrscht also bezüglich der Kupferverteilung verhältnismäßig gute

Übereinstimmung in diesen Profilen. Dagegen zeigen nachträgliche Erzverschiebungen, wie sie z. B. im Grubenfeld des Reichenbergsschachtes demonstriert werden, schon auf geringe Entfernungen erhebliche Unterschiede in der Kupferverteilung.

Da gerade die zwischen 25 und 45 cm Mächtigkeit anstehenden Schichtlagen der Bohrkerne in Abständen von 16—18 cm analysiert wurden, läßt sich nur ungefähr die abbauwürdige Mächtigkeit angeben. Die 5 kg/t-Grenze fällt möglicherweise in den drei Bohrungen noch dichter zusammen.

Als wichtigstes Anzeichen sekundärer Umlagerungen im Südteil der Ronshausen-Hönebacher Mulde wird weiterhin die geringe Kupferführung der Nachbarbohrungen des kupferreichen Teilgebietes angeführt. Der geringe Kupfergehalt der südlichen Nachbarbohrungen (Ro. 9 u. 11) ist nach E. KAUTZSCH (1941, S. 27) wahrscheinlich primär bedingt. Ro. 3 u. 10



Abbauwürdige Schiefermächtigkeit 10–20 cm.
Normale profilmäßige Abfolge von Cu, Pb u. Zn.
Geringe Pb-Führung.

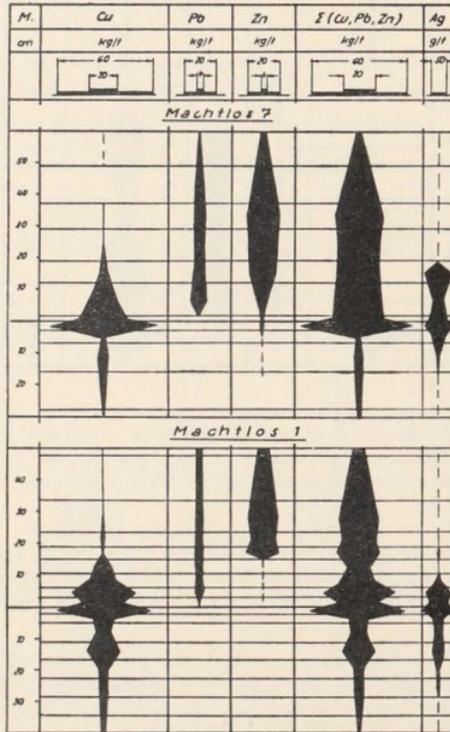


Abb. 20. Profile Mächtlos 7 und 1. Profilmäßige Verteilung der Cu-, Pb-, Zn- und Ag-Gehalte in der Richelsdorfer Kupferschieferlagerstätte, Südmulde (nach Tiefbohrergebnissen).



Abbauwürdige Schiefermächtigkeit 10–20 cm.
 Normale profflmäßige Abfolge von Cu, Pb u. Zn.
 Geringe Pb-Führung.

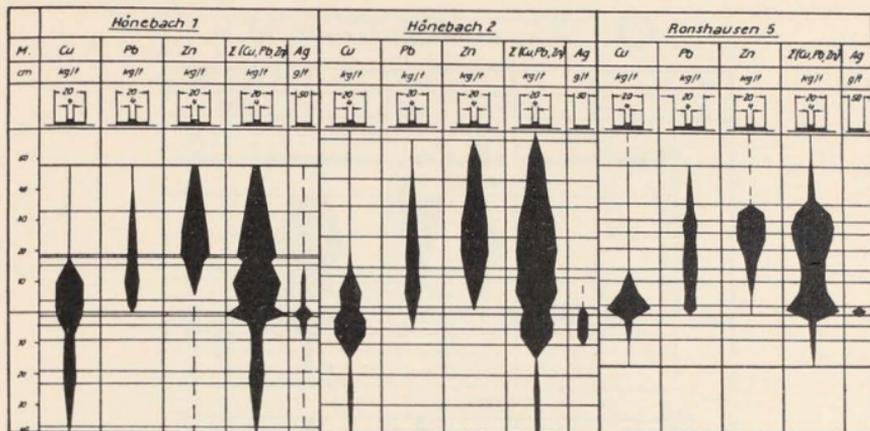


Abb. 21. Profile Hönebach 1, 2 und Ronshausen 5.
 Profflmäßige Verteilung
 der Cu-, Pb-, Zn- und Ag-Gehalte in der Richelsdorfer Kupferschiefer-
 lagerstätte, Südmulde (nach Tiefbohrergebnissen).

haben abbauwürdige Schiefermächtigkeiten von 18 cm bei normaler Kupferverteilung. Die Bohrung Ro. 3 (Abb. 22) gibt sogar ein sehr schönes Beispiel für das reziproke Verhalten von Kupfer zu Blei und Zink ab: In 10 cm vom Liegenden treten im Schiefer bei erstem Abklingen des Kupfergehaltes auch erste Blei- und Zinkhöchstwerte auf. Dann nimmt die Pb-Zn-Beteiligung unter gleichzeitigem Ansteigen der Kupferführung wieder ab, um schließlich nach Absinken des Kupfergehaltes unter 1,5 kg/t wieder konstant hohe Werte zu erreichen. — Für das Bohrprofil Ro. 12 (Tab. 19 s. Tabellen-Anhang) ist nur Kupfer bestimmt. Am Liegenden befindet sich mit 28 kg/t Cu ein relativ mäßiges Kupfermaximum. Die Kupferführung sinkt oberhalb 18 cm vom Liegenden auf 7,4 kg/t, hält aber dann mit ca. 9 kg/t Cu bis 60 cm ins Hangende anormal hoch an. Möglicherweise ist die Kupferführung in diesem Profil sekundär beeinflusst.

Die nordöstliche Begrenzung des kupferreichen Gebietes bildet ein sich nordwestlich erstreckender Feldestreifen, dessen Bohrprofile — Jb. 1 u. Ro. 2, Ro. 1 u. 4, Ro. 13 u. Jb. 4 (Abb. 25, 26 u. 27) — nur unmittelbar am Liegenden höhere Kupfergehalte aufweisen. Die abbauwürdige Kupferführung hält im Schiefer nur einige cm an; die 5 kg/t-Grenze liegt noch innerhalb der liegenden 10 cm des Kupferschiefers.

Der alleinige Vergleich der Kupfermengen dieser Bohrprofile mit denen der Bohrungen Ro. 6, 7 u. 8 läßt natürlich zunächst den Verdacht aufkommen, daß dieser Gebietsstreifen gegenüber dem kupferreichen Nachbargebiet ein sekundäres Verarmungsgebiet darstellt. Die Kupfermengen der Bohrungen Ro. 6, 7 u. 8 sind 5–14 mal größer als die der kupferarmen Bohr-

profile (vgl. Tab. 8 s. Tabellen-Anhang). Eine Gegenüberstellung der Gesamt-Metallgehalte zeigt aber, daß die Profile aus dem kupferreichen



Abbauwürdige Schiefermächtigkeit 10–20 cm.
Normale profilmäßige Abfolge von Cu, Pb u. Zn.

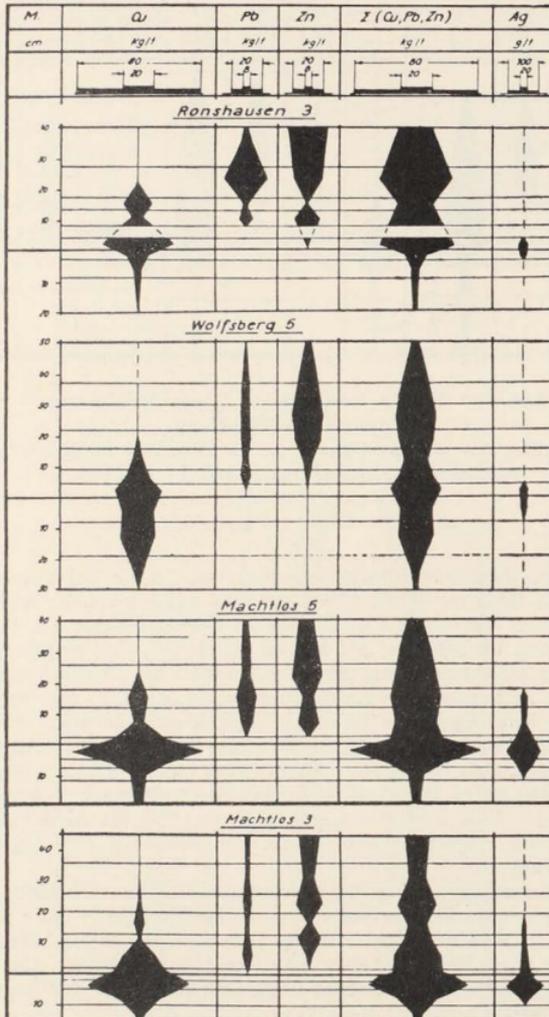


Abb. 22. Profile Ronshausen 3, Wolfsberg 5, Machtlos 5 und 3.
Profilmäßige Verteilung
der Cu-, Pb-, Zn- und Ag-Gehalte in der Richelsdorfer Kupferschiefer-
lagerstätte, Südmulde (nach Tiefbohrergebnissen).



Abbauwürdige Schiefermächtigkeit < 10 cm.
 Normale proffilmäßige Abfolge von Cu, Pb u. Zn.
 Geringe Pb-Führung.

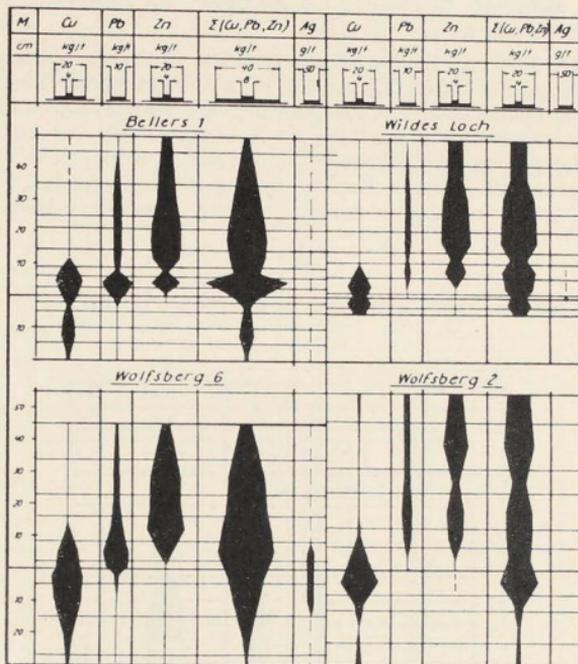


Abb. 23. Profile Bellers 1, Wildes Loch, Wolfsberg 6 und 2.
 Profilmäßige Verteilung

der Cu-, Pb-, Zn- und Ag-Gehalte in der Richelsdorfer Kupferschiefer-
 lagerstätte, Südmulde (nach Tiefbohrergebnissen).

Gebiet allenfalls noch die zwei- bis dreifachen Metallmengen der Bohrungen aus den kupferarmen, dafür aber blei- und zinkreichen Feldesteilen aufweisen.

Die 6 genannten Bohrungen haben bezüglich der Metallverteilung noch folgendes gemeinsam:

Sie zeichnen sich durch frühe und hohe Pb-Führung im Kupferschiefer aus (ähnlich wie in Anlage Schnepfenbusch). Die Maximalwerte (18,5—90, im Mittel 37 kg/t Pb) liegen meist innerhalb der liegenden 10 cm des Kupferschiefers aber schon im Bereich abklingender Kupferführung. Nur in der Bohrung Ro. 1 fällt das Pb-Maximum schon in den Schwarzkopf und in den Bereich des Kupferhöchstwertes. Diese Bohrung hat jedoch ein relativ geringes Kupfermaximum, so daß im Sinne des „Ausgleichs des Gesamt-Metallhaushaltes“ (vgl. S. 45) die Lage des Pb-Höchstwertes verständlich wird. Die Bleibeteiligung klingt ins Hangende hinein allmählich ab, hält aber in allen Bohrungen über die gesamte analysierte Profilmächtigkeit an.

Die Zinkführung setzt allgemein ein wenig später als die Bleiführung ein. Das erste Zn-Maximum liegt etwa in 10—18 cm Abstand vom Liegenden, also auch höher im Schiefer als die Pb-Höchstwerte. Die Zinkgehalte nehmen hangend nur wenig ab. In 30—40 cm Abstand vom Liegenden tritt noch ein zweites Zn-Maximum auf.

Bezüglich der Pb- und Zn-Verteilung paßt die in diesem Gebietsstreifen gelegene Bohrung Jb. 4 (Abb. 27) zu der eben beschriebenen Profilgruppe. Ihr fehlt allerdings nennenswerte Kupferführung im Schwarzkopf und in den untersten Kupferschieferlagen. Auffällig ist in diesem Profil der zwischen 35 und 40 cm vom Hangenden im Rotliegenden auftretende Kupfergehalt von 14 kg/t. Diesem Ausnahmefall erhöhter Kupferführung im Rotliegenden gegenüber der des Schwarzkopfs bzw. Kupferschiefers ist keine besondere Bedeutung beizumessen (vgl. S. 48).



Abbauwürdige Schiefermächtigkeit < 10 cm.
 Normale profilmäßige Abfolge von Cu, Pb u. Zn.
 Geringe Pb-Führung.

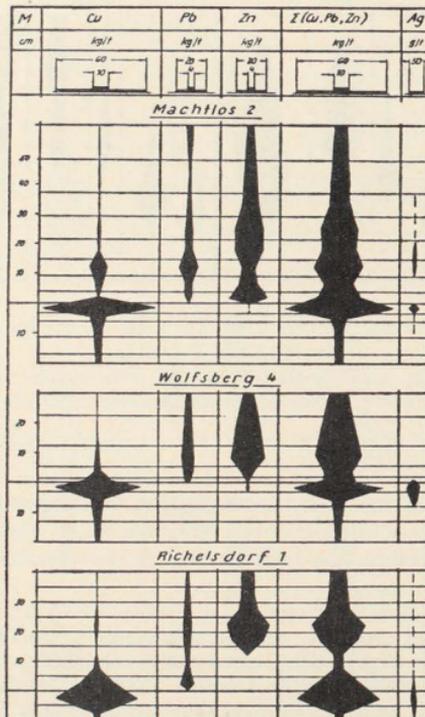


Abb. 24. Profile Machtlos 2, Wolfsberg 4 und Richelsdorf 1.
 Profilmäßige Verteilung
 der Cu-, Pb-, Zn- und Ag-Gehalte in der Richelsdorfer Kupferschiefer-
 lagerstätte, Südmulde (nach Tiefbohrergebnissen).

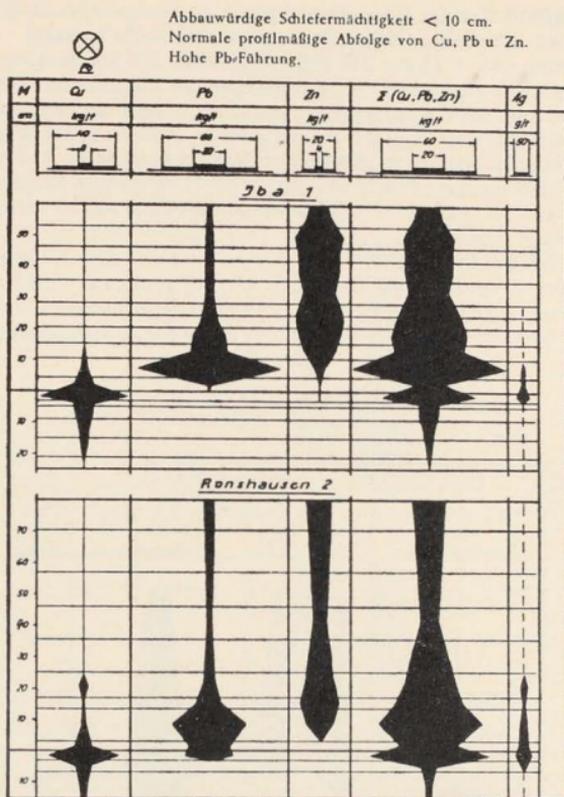


Abb. 25. Profile Iba 1 und Ronshausen 2. Profilmäßige Verteilung der Cu-, Pb-, Zn- und Ag-Gehalte in der Richelsdorfer Kupferschieferlagerstätte, Südmulde (nach Tiefbohrergebnissen).

Die Bohrung Ma. 6 (Abb. 19) erreicht bei etwa 30 cm abbauwürdiger Schiefermächtigkeit ein Drittel bis die Hälfte des Kupfergehaltes pro m² der Bohrungen Ro. 6, 7 u. 8. Die Pb-Zn-Beteiligung entspricht schon der des metallärmeren Gebietes im NO der Südmulde. — In diesem Teilgebiet überschreitet die Bleiführung nur in einigen Bohrungen Werte über 10 kg/t Pb. Auch fehlt — von zwei geringfügigen Ausnahmen abgesehen, Wo. 6 und Be. 1 (Abb. 23) — das ausgeprägte Pb-Maximum im Bereich abklingender Kupferführung. Die Zn-Führung ist ebenfalls geringer als im Südteil der Ronshausen-Hönebacher Mulde.

Bezüglich der profilmäßigen Abfolge gilt allgemein auch für die Bohrungen aus dem metallarmen Gebiet wieder, daß die Pb-Zn-Beteiligung erst bei abklingender Kupferführung stärker einsetzt. In den Bohrungen Wo. 1, Ma. 2, Ma. 3 u. 5 (Abb. 19, 24 u. 22) zeigt sich das reziproke Verhalten von Zn und Pb zu Cu innerhalb der einzelnen Bohrprofile je zweimal. Bei den Bohrungen

Ma. 2 u. 5 ist allerdings die Unregelmäßigkeit zu beobachten, daß die Pb-Führung im zweiten, schwachen Kupfermaximum ebenfalls ansteigt.

In der Bohrung Be. 1 (Abb. 23) fällt ein erstes Pb-Zn-Maximum mit dem relativ niedrigen Cu-Maximum im Kupferschiefer zusammen. Die Pb-Zn-Beteiligung nimmt mit dem Kupfergehalt zunächst wieder ab, um nach fast vollständigem Abklingen der Kupferführung wieder anhaltend stärker zu werden. — Ähnliche Metallverteilung zeigte sich in den Profilen Schn. 1, 2 u. 3 (Abschn. II C 1). In der frühzeitigen Pb-Zn-Beteiligung bei niedriger Kupferführung im Kupferschiefer ist ein Ausgleich im Gesamt-Metallhaushalt zu sehen, wie schon auf S. 45 dargelegt wurde.

Die abbauwürdige Mächtigkeit des Sanderzes der Südmulde beträgt normal 10—20 cm, reicht aber in einigen Bohrungen auch tiefer ins Liegende hinein. Maximale Sanderzmächtigkeiten bis zu 1,50 m weisen die Bohrungen Ro. 6 u. 8 auf. Ähnlich wie im Westfeld des Schnepfenbuschschachtes fällt hier



Abbauwürdige Schiefermächtigkeit < 10 cm.
Normale profilmäßige Abfolge von Cu, Pb u. Zn.
Hohe Pb-Führung.

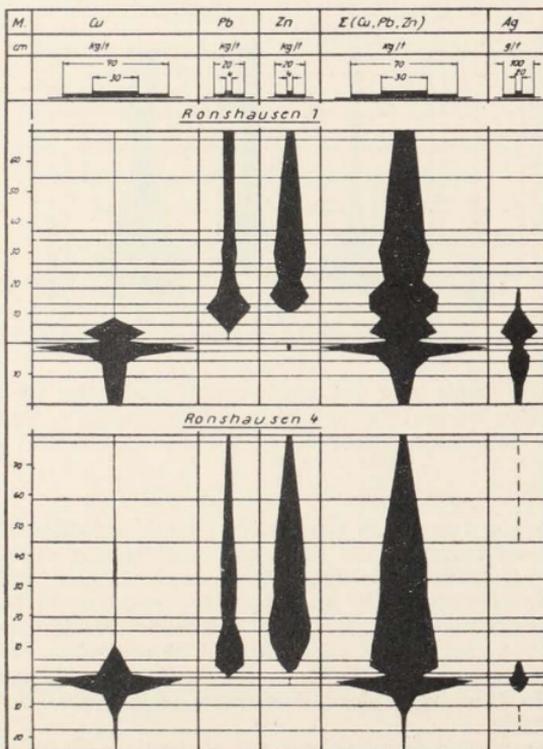


Abb. 26. Profile Ronshausen 1 und 4. Profilmäßige Verteilung der Cu-, Pb-, Zn- und Ag-Gehalte in der Richelsdorfer Kupferschieferlagerstätte, Südmulde (nach Tiefbohrergebnissen).

- Normale profilmäßige Abfolge
von Cu, Pb u. Zn.
Hohe Pb-Führung.
 ⊗ a) Abbauwürdige Schiefermächtig-
keit < 10 cm.
 × b) Keine abbauwürdigen Cu-
Gehalte.

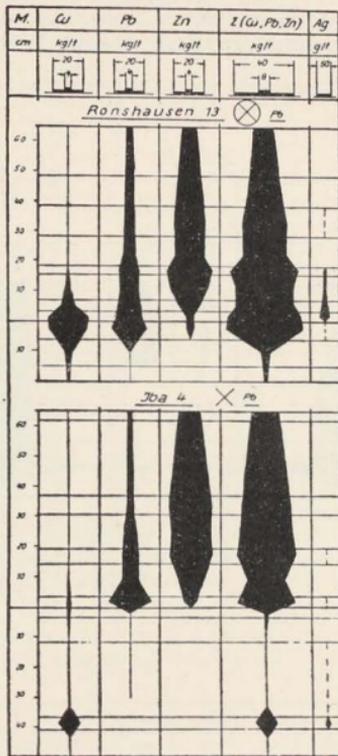


Abb. 27. Profile Ronshausen 13 und Iba 4. Profilmäßige Verteilung der Cu-, Pb-, Zn- und Ag-Gehalte in der Richelsdorfer Kupferschieferlagerstätte, Südmulde (nach Tiefbohrergebnissen).

ein Gebiet tiefgreifend vererzten Konglomerates mit einem nach Ansicht des Verfassers primär hoch vererzten Schiefergebiet zusammen. Daraus ist zu schließen, daß außer der petrographischen Ausbildung des Liegenden auch die Höhe des Kupfergehaltes der infiltrierenden Lösungen Einfluß auf das Ausmaß der Kupferführung des Sanderzes hat. Hohe bauwürdige Sanderzmächtigkeiten sind also in den Gebieten zu erwarten, die primär gute Kupferführung im Schwarzkopf und den liegenden cm des Kupferschiefers haben und grobkörnig ausgebildete hangende Konglomerate aufweisen.

Das Schweregebiet der Kupferführung liegt in der Nordmulde im Raum um den Reichenbergschacht. De. 2, Ta. 2 und Wei. 12 (Abb. 30) sind die kupferreichsten Bohrungen. Die abbauwürdige Kupferführung dieser Bohrprofile reicht bis in den Zechsteinkalk hinein. Nennenswerte Pb-Zn-Beteiligung wurde in keinem der drei Profile festgestellt. Nach den neuesten Untersuchungsergebnissen ist die abbauwürdige Vererzung des Zechsteinkalkes, die stellenweise bis in den Anhydrit hineinreicht, mit Sicherheit auf sekundäre Erzumlagerungen zurückzuführen (vgl. Abschn. II B 4 c ff.).



Abbauwürdige Schiefermächtigkeit > 20 cm.
Normale profilmäßige Abfolge von Cu, Pb u. Zn.

Solz 13

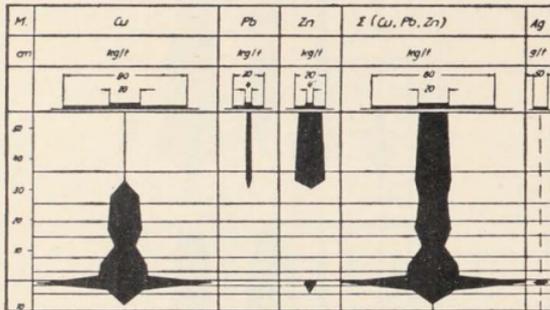


Abb. 28. Profil Solz 13. Profilmäßige Verteilung der Cu-, Pb-, Zn- und Ag-Gehalte in der Richelsdorfer Kupferschieferlagerstätte, Nordmulde (nach Tiefbohrergebnissen).



Abbauwürdige Schiefermächtigkeit > 20 cm.
Normale profilmäßige Abfolge von Cu, Pb u. Zn.

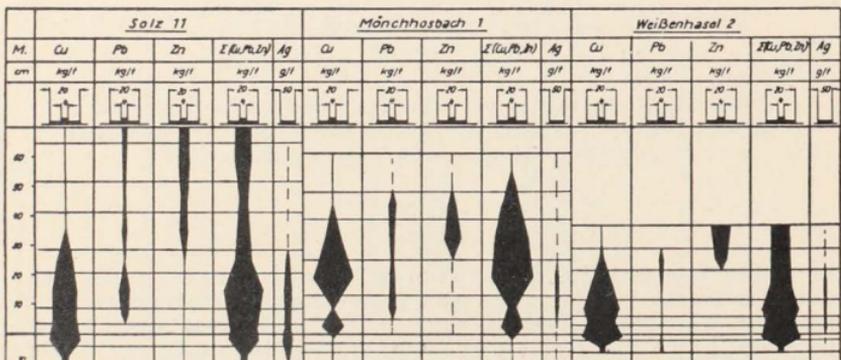


Abb. 29. Profile Solz 11, Mönchhosbach 1 und Weißehasel 2.

Profilmäßige Verteilung der Cu-, Pb-, Zn- und Ag-Gehalte in der Richelsdorfer Kupferschieferlagerstätte, Nordmulde (nach Tiefbohrergebnissen).

Abbauwürdige Schiefermächtigkeit > 20 cm.
 Abbauwürdige Cu-Führung reicht bis in den
 Zechsteinkalk.
 Pb- und Zn-Führung fehlt.
 Sekundäre Umlagerungen.

U

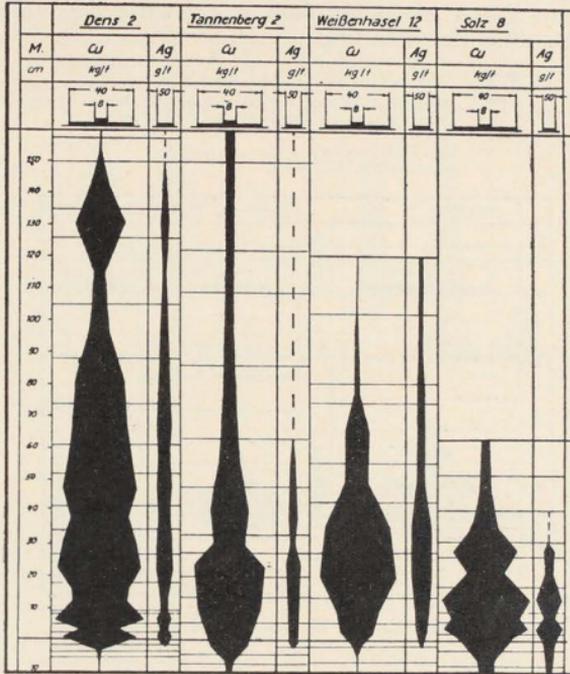


Abb. 30. Profile Dens 2, Tannenberg 2, Weißhasel 12 und Solz 8.
 Profilmäßige Verteilung
 der Cu-, Pb-, Zn- und Ag-Gehalte in der Richelsdorfer Kupferschiefer-
 lagerstätte, Nordmulde (nach Tiefbohrergebnissen).

Die bauwürdige Kupferführung hält in der Bohrung So. 8 über die gesamte untersuchte Schiefermächtigkeit von 66 cm an. Pb und Zn fehlen in diesem Profil ebenfalls. Auch für dieses Bohrprofil ist wohl sekundäre Erzführung anzunehmen (Abb. 30).

Weiterhin liegen im zentralen Raum der Nordmulde die Bohrungen Wei. 1, 7 u. 10, So. 11, Mö. 1 und Wei. 2 sowie De. 3 (Abb. 31 u. 29; Tab. 19 im Tabellen-Anhang), die abbauwürdige Schiefermächtigkeiten zwischen 20 und 45 cm aufweisen. So. 11, Mö. 1 und Wei. 2 enthalten Cu, Pb und Zn in normaler profilmäßiger Abfolge, zeigen also primäre Metallverteilung. In den übrigen Bohrungen wurde zwar in 35—45 cm Abstand vom Liegenden (= untersuchte Profilmächtigkeit) keine Pb-Zn-Beteiligung festgestellt; sie zeigen aber mengen- und verteilungsmäßig normale Kupferführung.

Die abbauwürdige Kupferführung im Bohrprofil Wei. 11 (Abb. 32) reicht bis dicht an die 20 cm-Grenze heran. Diese Bohrung liegt zwischen De. 2 und Wei. 10 und zeigt typisch primäre Metallverteilung. Ihre nördlichen und südlichen Nachbarbohrungen — Wei. 8 und Ne. 3 (Abb. 37 u. 38) — führen nur

wenig Kupfer am Liegenden. Die Pb-Zn-Beteiligung setzt in beiden Bohrprofilen schon im Schwarzkopf stärker ein. In Ne. 3 klingt die Metallführung schon früh ab, während sie in der Bohrung Wei. 8 fast über die gesamte untersuchte Mächtigkeit mit Werten über 20 kg/t Pb und Zn anhält. Beide Bohrprofile zeigen die gleiche Metallverteilung wie die Bohrungen der randlichen Zone bevorzugter Blei-Zink-Führung.



Abbauwürdige Schiefermächtigkeit > 20 cm.
Höhere Cu-Führung erstreckt sich nur auf den Kupferschiefer und die liegenden Dachbergschichten.
Pb- u. Zn-Führung fehlen innerhalb der analysierten Mächtigkeit.

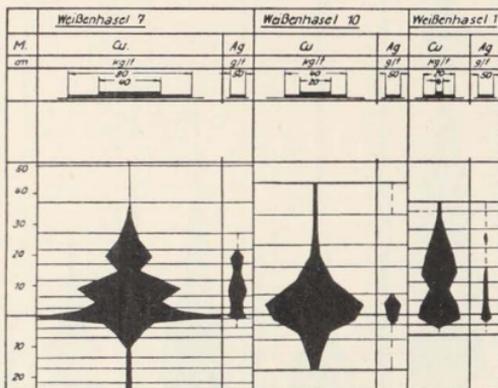


Abb. 31. Profile Weißenhasel 7, 10 und 1



Abbauwürdige Schiefermächtigkeit 10—20 cm.
Normale profilmäßige Abfolge von Cu, Pb u. Zn.

Weißenhasel 11

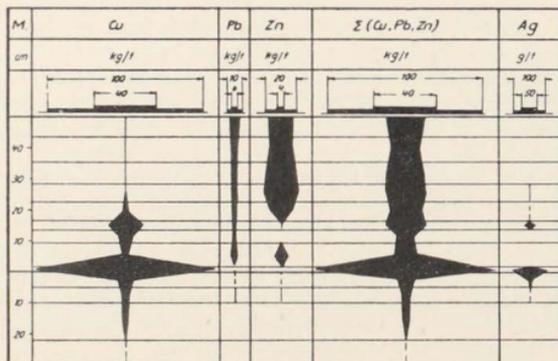


Abb. 32. Profil Weißenhasel 11. Profilmäßige Verteilung der Cu-, Pb-, Zn- und Ag-Gehalte in der Richelsdorfer Kupferschieferlagerstätte, Nordmulde (nach Tiefbohrergebnissen).



Abbauwürdige Schiefermächtigkeit 10—20 cm.
Normale profilmäßige Abfolge von Cu, Pb u. Zn.

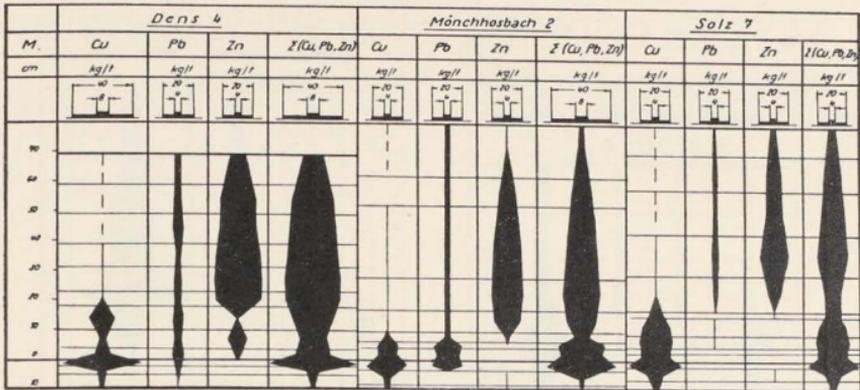


Abb. 33. Profile Dens 4, Mönchhosbach 2 und Solz 7.



Abbauwürdige Schiefermächtigkeit 10—20 cm.
Normale profilmäßige Abfolge von Cu, Pb u. Zn

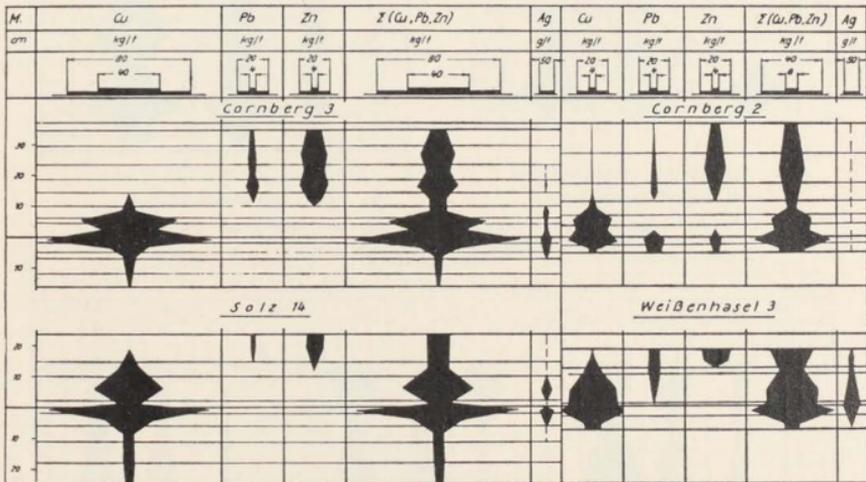


Abb. 34. Profile Cornberg 3 und 2, Solz 14 und Weißenhasel 3.

Profilmäßige Verteilung
der Cu-, Pb-, Zn- und Ag-Gehalte in der Richelsdorfer Kupferschiefer-
lagerstätte, Nordmulde (nach Tiefbohrergebnissen).

Nach Westen ist mit den Bohrungen De. 4, Mö. 2 u. So. 7, So. 14, Co. 2 u. 3
sowie So. 3 u. 4 (Abb. 33 u. 34; Tab. 19 s. Tabellen-Anhang) ein Gebiet er-

⊗ Abbauwürdige Schiefermächtigkeit < 10 cm.
 Normale profilmäßige Abfolge von Cu, Pb u. Zn.

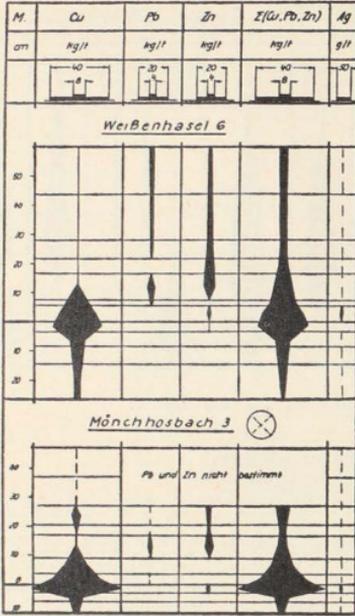


Abb. 35. Profile Weissenhasel 6 und Mönchhosbach 3.

⊗ Normale profilmäßige Abfolge von Cu, Pb u. Zn.
 Keine abbauwürdigen Cu/Gehalte.

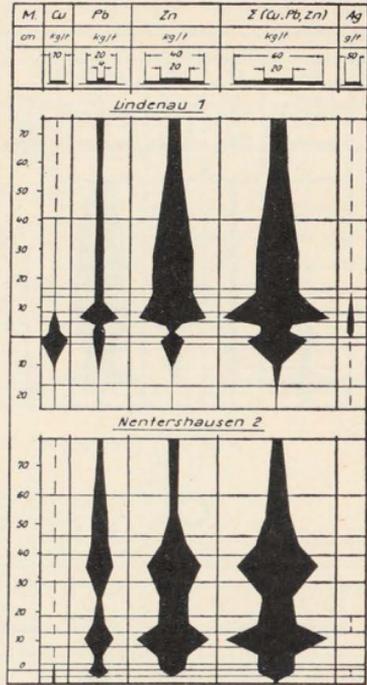


Abb. 36. Profile Lindenau 1 und Nentershausen 2.

⊗ Normale profilmäßige Abfolge von Cu, Pb und Zn. Keine abbauwürdigen Cu-Gehalte.

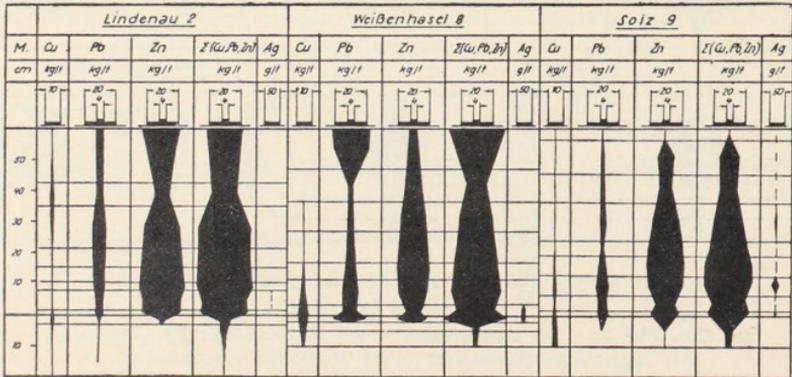


Abb. 37. Profile Lindenau 2, Weissenhasel 8 und Solz 9.
 Profilmäßige Verteilung

der Cu-, Pb-, Zn- und Ag-Gehalte in der Richelsdörper Kupferschieferlagerstätte, Nordmulde (nach Tiefbohrergebnissen).

schlossen, dessen abbauwürdige Schiefermächtigkeit zwischen 10 und 20 cm liegt. Außer der Bohrung So. 3, die geringe anormale Kupferverteilung aufweist, enthalten die genannten Profile Cu, Pb und Zn in der als primär erkannten Anordnung. Die Abbaumächtigkeit in der Bohrung So. 13 (Abb. 28), die ebenfalls in diesem Raum liegt, beträgt 30 cm bei klarer profilmäßiger Abfolge der drei Metalle.

Zehn Tiefbohrungen mit überwiegend Pb-Zn-Führung bilden die Randzone dieser beiden Teilgebiete. Die Blei-Zink-Vererzung setzt in den betreffenden Bohrprofilen schon am oder im Liegenden ein und hält meist über die gesamte untersuchte Mächtigkeit an. Das Pb-Zn-Verhältnis schwankt zwischen 3 : 1 bis 5 : 1. Die Kupfergehalte sind unbedeutend.

× Normale profilmäßige Abfolge von Cu, Pb u. Zn.
Keine abbauwürdigen Cu-Gehalte.

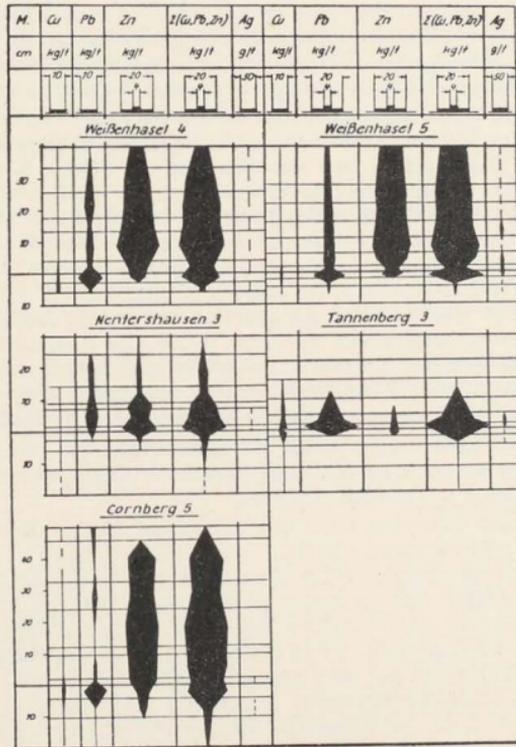


Abb. 38. Profile Weißehasel 4 und 5, Nentershausen 3, Tannenberg 3 und Cornberg 5. Profilmäßige Verteilung der Cu-, Pb-, Zn- und Ag-Gehalte in der Richelsdorfer Kupferschieferlagerstätte, Nordmulde (nach Tiefbohrergebnissen).

Im Raum Weißenhasel bilden von N nach O die Bohrungen Wei. 4 u. 5, Li. 1 u. 2, Ta. 3 u. 5 sowie Ne. 2 (Abb. 36, 37 u. 38; Tab. 19 im Tabellen-Anhang) das Pb-Zn-Randgebiet. Den Übergang von der zentralen, Cu-reichen zur randlichen, Pb- und Zn-reichen Zone bringen die Bohrungen Wei. 3, Mö. 3 u. Wei. 6 (Abb. 34 u. 35) mit abbauwürdigen Schiefermächtigkeiten von 8—12 cm. Am Westrand der Nordmulde liegen in der Pb-Zn-Zone die Bohrungen So. 9, Co. 5 u. So. 2 (Abb. 37 u. 38; Tab. 19 s. Tabellen-Anhang).

Wahrscheinlich dürfen auch die Bohrungen Ta. 4, So. 12, Mö. 5 u. 6 in die Pb-Zn-Zone eingeordnet werden, deren Bohrkerne nur auf Kupfer analysiert wurden (Tab. 19 s. Tabellen-Anhang). Der Kupfergehalt dieser Bohrungen liegt im Schiefer unter 5 kg/t und bleibt damit unter der Bauwürdigkeit.

Die Bohrungen Wei. 9 u. Co. 4 weisen nur 0,3 bis 3 kg/t Cu auf bei minimaler Pb- und Zn-Beteiligung (Spuren bis 0,4 kg/t Pb bzw. Zn; vgl. Tab. 19). Wie im Falle Ro. 9 ist für diese Bohrungen möglicherweise primäre Flözvertauung anzunehmen.

Die Metallführung des Sanderzes der Nordmulde ist meist nur auf 10 cm und selten auf über 25 cm Mächtigkeit untersucht. Die Vererzung des Liegenden ist nicht so hoch wie in der Südmulde und bleibt meist unter der Abbauwürdigkeit. Nur die im westlichen Teilgebiet gelegenen Bohrungen weisen schon im Schwarzkopf Höchstwerte in der Kupferführung auf; die Beträge der Schwarzkopf-Höchstwerte der Südmulde werden aber nicht erreicht.

Von G. RICHTER (1941, S. 41) wurden die Beziehungen zwischen Kupferführung und petrographischer Ausbildung des Liegenden aufgezeigt. Er trifft die allgemeingültige Feststellung, daß das Sanderz im Gebiet des konglomeratischen Rotliegenden reichlichere Kupfervererzung als im Ausbildungsraum des Cornberger Sandsteins aufzuweisen hat. Jedoch vertritt er die Auffassung, daß das Liegende schon während der Ablagerung des Konglomerates vererzt wurde. Die erzmikroskopische Untersuchung des Sanderzes und die genaue Betrachtung der Metallverteilung im Liegenden zeigten aber, daß die Vererzung des Liegenden erst während der Ablagerung der ersten Bodenschlämme des Kupferschiefermeeres erfolgt sein muß (vgl. S. 23). Die gleichzeitige Entstehung der Konglomerate und der Erzminerale ist ja auch kaum denkbar, denn die Bildungsbedingungen der konglomeratischen Schichten sind unmöglich mit denen der Sulfidmineralien der Gewässer des Schwefelkreislaufes vereinbar.

Von 8 Tiefbohrungen liegen keine Analysenwerte vor, weil das Kupferschieferflöz infolge tektonischer Störungen nicht kernfähig war oder nicht angebrochen wurde (Tab. 8 s. Tabellen-Anhang).

Zusammenfassend läßt sich über die Vererzung in der Nordmulde sagen: Die hohe Kupferführung des zentralen Gebietes um den Reichenbergschacht ist offenbar primär angelegt. Wie sich aus den Bohrungen mit normaler profilmäßiger Abfolge von Cu, Pb und Zn ergibt, hat die bauwürdige Kupferabscheidung in diesem Raum bis zu 30 cm Schiefermächtigkeit angehalten. Jedoch ist die primäre Metallverteilung stellenweise durch sekundäre Umlagerungen überprägt. Die Kupferführung reicht in einigen Bohrungen — De. 2, Ta. 2, Wei. 12 u. So. 8 — noch ins Hangende der Schieferschichten bis in den Zechsteinkalk. Mit Cu-Gehalten von 42—106 kg/m² sind diese Bohrungen außerordentlich kupferreich, enthalten aber kein Blei und Zink.

Eine Zwischenstellung nehmen die Bohrungen Wei. 1, 7 u. 10 ein, deren abbauwürdige Kupferführung bei fehlendem Zn- und Pb-Gehalt bis etwa 40 cm in den Schiefer anhält. Diese Bohrprofile können durchaus primäre Kupfervererzung enthalten, hat doch die erzmikroskopische Untersuchung der Erze aus

dem Reichenberg-Grubenfeld den Beweis erbracht, daß dort primär vererzte Feldesteile mit über 50 cm abbauwürdiger Kupferführung vorliegen.

Das primär kupferreiche Areal wird von einer überwiegend Pb- und Zn-führenden Zone eingefasst. Diese Randzone kann auf keinen Fall als sekundäres Verarmungsgebiet betrachtet werden, wie das aus der alleinigen Betrachtung der Cu-Gehalte gefolgert werden könnte; denn bei Berücksichtigung des Gesamt-Metallgehaltes und der profilmäßigen Verteilung der Metalle (sowie nach den erzmikroskopischen Befunden!) erweist sich die geringere Kupfervererzung als primär. Die betreffenden Bohrprofile enthalten die Metalle nämlich in klarer profilmäßiger Abfolge. Weiterhin entsprechen im allgemeinen die Gesamt-Metallmengen durchaus denen des kupferreichen zentralen Teilgebietes (vgl. Taf. 8; es ist die unterschiedlich analysierte Mächtigkeit der Einzelprofile zu berücksichtigen!). Den sekundären Umlagerungen im zentralen Teilgebiet kommt also nur begrenzte regionale Bedeutung zu. Sie sind als mehr lokale Erzmobilisationen innerhalb eines primär kupferreichen Gebietes anzusehen (vgl. S. 51).

Die Verteilung des Silbers kann nur anhand der Analysenwerte der Tiefbohrungen aufgezeigt werden (vgl. Abb. 16—38). Erzmikroskopisch wurden außer Fahlerz (in geringster Menge) keine Ag-Mineralien festgestellt. Schon A. CISSARZ (1930) — für Mansfeld — und G. RICHTER (1941) haben erkannt, daß Silber in der profilmäßigen Verteilung dem Kupfer nahesteht. Nur in kupferarmen Bohrprofilen treten bisweilen die maximalen Ag-Gehalte im Bereich hoher Pb-Führung auf.

D. Zusammenfassung der Ergebnisse der lagerstättenkundlichen Untersuchung des Kupferschiefervorkommens im Richelsdorfer Gebirge

Aus den Verwachsungsstrukturen der Mineralien der Richelsdorfer Kupferschieferlagerstätte lassen sich die folgenden mineralgenetischen Vorgänge ablesen:

Die Sulfide der Primär-Paragenese — Bornit, Kupferkies, Kupferglanz, Schwefelkies, Zinkblende und Bleiglanz — wurden während der Ablagerung der Sedimente des Kupferschiefermeeres syndimentär als Gele ausgefällt. Bei der Auskristallisation entstanden je nach der Zusammensetzung der Gele entweder „komplexe“ und konzentrische Verwachsungen aus mehreren Sulfiden oder überwiegend nur aus einem Sulfid bestehende Körner mit mehr oder weniger zahlreichen Einlagerungen anderer Erzminerale.

Die primären Sulfide bilden im Schiefer konkordante Erzlagen mit z. T. großer Flächenausdehnung, Linsen, Flasern und horizontbeständige Anreicherungsstreifen aus Einzelkörnern. Die Einzelkörner, Flasern und Linsen passen sich mit lagigen Formen dem Schichtgefüge des Gesteins gut an. Verdrängungsvorgänge zwischen Erz und Nebengesteinsmineralien fanden nicht statt. Die konkordanten Sulfidlagen und horizontbeständigen Anreicherungsstreifen entstanden während der Ablagerung der Sedimente infolge zeitweise erhöhter Metallabscheidung; ebenso sind die Sulfidlinsen syngenetische Bildungen, die aus kleinen, örtlich entstandenen Gelschlieren hervorgingen. Da die Sulfidlinsen häufig mehr organische Bestandteile einschließen, muß man annehmen, daß die örtlich stärkeren Sulfidabscheidungen auf Zersetzung von reichlicher organischer Substanz und — als Folge davon — auf stärkere H_2S -Entwicklung im wahrscheinlich alkalischen Milieu (Ammoniak aus Eiweißzersetzung!) zurückzuführen sind.

Von den primären Sulfiden erweist sich nur **Bornit** als instabiles Mineral. Durch die Einwirkung stärker eisenhaltiger Lösungen, die wohl bei der **Frühdiagenese** der Schichten der Lagerstätte frei wurden, entstanden Kupferkiesrandsäume um Bornit. Weiterhin zeigt der Bornit häufig „zementativen Zerfall“ in Kupferglanz, Kupferkies und Covellin.

Aus der profilmäßigen Abfolge der primären Sulfide ergibt sich unter Berücksichtigung der Verwachsungsformen der Erzminerale eine Aufgliederung des Lagerstättenprofils vom Hangenden zum Liegenden in:

Zinkblende-(Bleiglanz-)Zone	}	Dachberge und Kupferschiefer
Kupferkieszone		
Kupferreichsulfidzone		
Infiltrationszone		

(vgl. Abb. 4 auf S. 19 und Abb. 39).

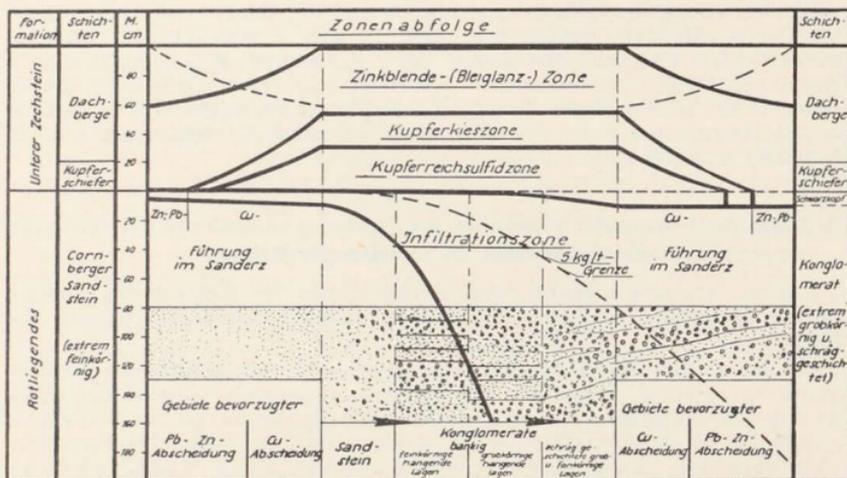


Abb. 39. Schematische Darstellung der syngenetischen Verteilung der Erze in der Kupferschieferlagerstätte im Richelsdorfer Gebirge

Die Vererzung der Infiltrationszone — der hangenden Schichten des Rotliegendes ausschließlich des Schwarzkopfs — erfolgte durch die ersten Bodenlösungen des Kupferschiefermeeres. Aus den gleichen Lösungen bildete sich auch das karbonatische Bindemittel der Konglomeratlagen. — Entscheidenden Einfluß auf das Ausmaß der Vererzung des Liegenden hat das Porenvolumen der Rotliegendeschichten. Im feinkörnigen Cornberger Sandstein reicht die primäre Metallführung kaum tiefer als 10 cm in das Liegende. Dagegen kann die abbauwürdige Mächtigkeit grobkörniger und schrägschichteter Konglomerate bis zu 2,0 m betragen. Geringere Metallgehalte treten im Konglomerat noch einige m im tieferen Liegenden auf.

Die Kupferreichsulfidzone erstreckt sich in den Gebieten abbauwürdiger Kupferführung auf den Schwarzkopf und die liegenden 3—30 cm des Schiefers. Sie zeichnet sich durch primäre Bornit-Kupferglanz-Führung aus und weist infolgedessen auch die höchsten Kupfergehalte des Lagerstättenprofils auf. Die meist hohe Vererzung des Schwarzkopfs ist hauptsächlich durch mechanisches Einsickern der ersten, erzreichen Bodenschlämme des Kupferschiefermeeres — einschließlich des Bitumens! — entstanden. Je nach der petrographischen Ausbildung der hangenden Lagen des Rotliegenden beträgt die Mächtigkeit des Schwarzkopfs nur wenige mm, wie z. B. im Cornberger Sandstein, oder annähernd 10 cm bei extrem grobem Konglomerat. "Erzröllchen" von Sanderz in den liegenden cm des Kupferschiefers — mit den gleichen Mineralien und dem gleichen Gefüge wie im normalen Schwarzkopf — beweisen, daß die Sanderzbildung prädiagenetisch erfolgt sein muß. Solche Erzröllchen finden sich örtlich gehäuft in Gebieten stärkerer Schlammrutschungen. Andererseits zeigt die Gleichzeitigkeit von Erz- und Bitumeninfiltration im Liegenden, daß das Rotliegende nicht synsedimentär — im strengen Sinne — vererzt sein kann.

Die geringmächtige Kupferkieszone umfaßt die erzärmsten Lagen des Lagerstättenprofils mit nahezu reiner Kupferkiesführung. Außer Kupferkies und Schwefelkies treten Zinkblende und Bleiglanz normalerweise nur in geringer Menge auf. Diese Zone stellt den Übergang von bevorzugter Kupfer- zu überwiegender Blei-Zink-Ausfällung dar.

Bei nur geringer Kupferführung des Schiefers und Sanderzes reicht die Zinkblende-(Bleiglanz-)Zone vom Schwarzkopf oder unmittelbar vom Liegenden des Kupferschiefers bis an die Basis des Zechsteinkalkes. Jedoch beginnt sie in den Gebieten primär hohen Kupfergehaltes im Schiefer erst mit abklingender Kupfersulfidführung. Es treten vor allem Zinkblende und — in geringerer Menge — Bleiglanz auf. Die Kupferkies- und Schwefelkiesbeteiligung in dieser Zone ist unbedeutend und nur in den geschlossenen Sulfidlagen höher.

Die Erzabscheidung im Richelsdorfer Kupferschiefergebiet begann sofort mit der Ablagerung der ersten Sedimente des Kupferschiefermeeres. Im bauwürdig vererzten Gebiet erfolgte zunächst überwiegend die Ausfällung von Cu-Fe-Sulfiden und führte zur intensiven Kupfervererzung des Schwarzkopfs und der liegenden cm des Kupferschiefers. Gleichzeitig wurden die noch lockeren Sedimente des Rotliegenden von den ersten Cu- und Fehaltigen Bodenlösungen des Kupferschiefermeeres infiltriert und imprägniert. — Die fast reine Cu-Führung des Sanderzes beweist übrigens, daß die Vererzung des Liegenden unmittelbar während der Bildung der untersten Kupferschieferlagen stattfand. Im Falle einer nachträglichen Mobilisation der Erze z. Zt. der Diagenese oder im Anschluß an tektonische Vorgänge hätte neben der Cu- auch eine Zn-Pb-Vererzung erfolgen müssen; denn es liegen keine Gründe vor, weswegen Pb und Zn von einer generellen Mobilisation nicht erfaßt worden wären, da ihre Sulfide doch leichter löslich sind als die Kupfersulfide. — In den Randgebieten der Lagerstätte setzte allerdings von Anbeginn der Ablagerung des Kupferschiefers auch schon Pb- und Zn-Abscheidung ein (vgl. Taf. 28), während Kupfer an solchen Stellen nur untergeordnet mittel. Mit fortschreitendem Verlauf der Sedimentation griff die Pb-Zn-Abscheidung immer weiter auf die Gebiete anfänglich bevorzugter Kupferausfällung über und hatte sich nach Ablagerung der liegenden 40 cm des Schiefers auf den gesamten Raum der Kupferschieferlagerstätte ausgedehnt. Nur für kleine Flächen des zentralen, kupferreichen Teilgebietes der Nordmulde bleibt es nach dem bisherigen Stand der Untersuchungen offen, ob die Kupferabscheidung noch

länger ohne nennenswerte Pb-Zn-Bildung anhielt. In der Taf. 28 wird die Entwicklung von der bevorzugten Kupferausfällung zur überwiegenden Zn-(Pb-) Abscheidung während der Ablagerung der Kupferschiefersedimente übersichtlich dargestellt.

G. RICHTER (1941) bringt die Metallverteilung im Kupferschiefer in Beziehung zur paläogeographischen Entwicklung des Abscheidungsraumes im Perm. Er sieht in der Verteilung der Metallgehalte eine Fazieserscheinung und deutet die „Cu-Fazies“ als Beckenfazies und die „Zn-Fazies“ als Rand- bzw. Flachwasserfazies von Nebensenken des Kupferschiefermeeres. Das Übergreifen der Zinkabscheidung auf die Gebiete bevorzugter Kupferabscheidung ist nach seiner Ansicht auf Beckenverflachung zurückzuführen.

Den synsedimentären Hebungen und Senkungen des Ablagerungsraumes wird aber vielfach viel zu große Bedeutung beigemessen. Zeitliche und regionale Wechsel im Bitumengehalt, d. h. auch des Oxydations-Reduktionspotentials, dürften viel wesentlicher für unterschiedliche Metallausfällungen sein. Pb-Zn werden bereits bei nur „schwach bituminösen“ Bedingungen gefällt — also vielfach auch schon in etwas besser durchlüfteten randlichen Beckenteilen. Das haben auch die Untersuchungen von K.-C. TAUPITZ (1954) in den nördlichen Kalkalpen gezeigt, wo örtliche Bitumenrinnen wirksam waren. Cu-Fällung erfolgt bevorzugt in „stärkst bituminöser“ Fazies — also gewöhnlich in den tiefsten Beckenteilen. Derart ist die Faziesentwicklung in den liegenden 0—30 cm des Kupferschiefers zu erklären. In der Sedimentationsphase der Dachberge aber hatten sich die vorher bestehenden, vergleichsweise lokalen Unterschiede im Redox-Potential stärker verwischt und das gesamte Untersuchungsgebiet stand nur noch unter „schwach bituminösen“ Bedingungen. Das war offenbar eine Folge der insgesamt etwas verbesserten Wasserzirkulation, ohne synsedimentäre Hebungen oder Senkungen. Diese Entwicklung setzt sich systematisch fort, in den fast bitumenfreien Zechsteinkalk hinein, um anschließend — bei wieder zunehmender Abschnürung des deutschen Zechsteinmeeres vom offenen Ozean des Skandiks — zu den Salinarablagerungen zu führen.

Die tektonischen Vorgänge in vermutlich jungjurassisch-kretazischer Zeit haben im Richelsdorfer Gebirge zu einer ausgeprägten Schollenbildung mit örtlich stärkerer Schollenzertrümmerung geführt. Sie bewirkten den mechanischen Aufschluß der Schichten der Kupferschieferlagerstätte für nachträgliche Umlagerungen. Die Intensität der tektonischen Beanspruchung bzw. Zerrüttung der Schichten wurde mitbestimmend für das Ausmaß der sekundären Erzverschiebungen.

Vier typische Umlagerungs-Paragenesen treten im Verband der Kupferschieferlagerstätte auf: Die Paragenese der Klüftfüllungen im ungestörten Feld, die „leere“ Rücken-Paragenese, die „edle“ Rücken-Paragenese und die Zechsteinkalkkerz-Paragenese. Sie unterscheiden sich von der Primär-Paragenese nach Mineralzusammensetzung, Ausbildungsform des Kupferglanzes und Verwachsungsstruktur der Mineralien (vgl. Tab. 9).

Der Mineralbestand der Klüftfüllungen im ungestörten Feld entspricht beinahe dem der Primär-Paragenese. Schwefelkies fehlt jedoch; als neue Komponenten finden sich rosagrauer Kupferglanz, Fahlerz und in geringsten Mengen ein bisher unbestimmbares Mineral. Die primären Sulfide des Schiefers und des Sanderzes bleiben von den Lösungen, die auf den Klüften zirkulierten, praktisch unbeeinflusst. Die abgeschiedenen Erzmengen in den Klüften sind so geringfügig, daß sie die primäre Metallverteilung nicht verändern. Für den Abbau sind sie völlig belanglos.

Tabelle 9

Übersicht über die Mineralparagenesen der Kupferschieferlagerstätte

Paragenese	Mineralbestand	Ausbildungsform des Kupferglanzes	Typische Merkmale der Paragenese und kennzeichnende Mineralien
a) synsedimentär Primär Paragenese b) frühdiagenetisch	a) Primärkomponenten Kupferkies, Bronit, Kupferglanz, Bleiglanz, Zinkblende, Schwefelkies (als Pyrit und Markasit) b) Sekundärkomponenten (entstanden durch Bronitzerfall) Kupferkies, Kupferglanz, Covellin	In Luft hellblau Anisotrop	Profilmäßige Abfolge der Komponenten. Schichtgebundene Verteilung der Sulfide. Komplexe Verwachsungsformen der primären Sulfide. Kupferkies
Paragenese der Kluftfüllungen in primär vererzten Feldesteilen postdiagenetisch	rosagrauer Kupferglanz, Kupferkies, Kupferglanz, Bornit, Bleiglanz, Zinkblende, Fahlerz, unbestimmbares Mineral, Gips	In Luft hellblau Isotrop	Zonare Abfolge von Kupferglanz, Bornit und Kupferkies. Rhythmite. rosagrauer Kupferglanz
„leere“ Rücken - Paragenese postdiagenetisch	Kupferglanz, Bornit, ged. Kupfer, Cuprit, Malachit, Azurit, Covellin (Kupferkies, nur mit Bornit verwachsen)	In Luft weiß mit rötlichem Ton Anisotrop	Zementativ umgelagerte Kupfersulfide. Lagige und gangförmige Hohlräumfüllungen. ged. Kupfer, Cuprit
„edle“ Rückenparagenese postdiagenetisch	Kupferglanz, Kupferkies, Bornit. Als Gangmineralien Co-Ni-Arsenide, PbS, ZnS (als Schalen- und Zinkblende), FeS₂ und Baryt	In Luft grauweiß Isotrop	Isotroper Kupferglanz In Gangfüllungen: Co-Ni-Arsenide, Baryt, anisotroper Bleiglanz
Zechsteinkalkkerz-Paragenese postdiagenetisch	Kupferglanz, Bornit, Pyrit, Zinkblende, Fahlerz (Kupferkies nur mit Bornit verwachsen)	In Luft weiß mit rötlichem Ton Anisotrop	Unregelmäßige Verteilung der Sulfide. Hieken und Lagenfüllungen. Bornit - Kupferglanz - Grobmyrmekit und kugelige Anhäufungen aus feinsten Pyritteilchen. Pyrit-Bornit-Kupferglanz-Paragenese

Die Beteiligung von rosagrauem Kupferglanz und Gips an den Kluffüllungen läßt erkennen, daß der Absatz der Sulfide wohl aus sauren, jedenfalls aber sulfathaltigen Lösungen erfolgte. Diese hatten jedoch keinen ausgeprägt zementativen Charakter, denn als Neubildung treten nebeneinander Kupferreichsulfide, Kupferkies, Bleiglanz und Zinkblende auf. Die Mineralien zeigen außerdem keine zementativen Verdrängungsstrukturen, sondern liegen als rhythmische Gelfällungen in wechselnder Komponentenfolge vor. Laterale, deszendente Wässer, deren Sulfatgehalt unschwer aus den hangenden Salzgesteinen des Zechsteins herzuleiten ist, sind mit großer Wahrscheinlichkeit als Ursprungslösungen der Paragenese der Kluffüllungen im ungestörten Feld anzusehen.

Die anderen Umlagerungs-Paragenesen treten im Bereich von Störungszonen auf:

Die „leere“ Rücken-Paragenese zeigt typische Merkmale oberflächennaher Bildungsbedingungen, denn dem Mineralbestand nach gehört sie in den Bereich zementativer und oxydierender Vorgänge. An freien Sulfiden treten nur die „Zementationsminerale“ Bornit, Kupferglanz und Covellin auf. Kupferkies ist zwar in sehr geringer Menge, aber nur als zementatives Zersetzungsprodukt von Bornit vorhanden. Dazu kommen als jüngste Bildungen oxydierender Lösungen ged. Kupfer, Cuprit, Ziegelerz, Azurit, Malachit sowie Fe- und Mn-Hydroxyde.

Im Nahbereich derjenigen Störungen, die als „edle“ Rücken Schwerapatfüllungen und Co-Ni-Erze aufweisen, sind die primären Kupfersulfide durch Einwirkung der thermalen Lösungen überwiegend in Kupferglanz umgewandelt. Die zahlreichen kleinen Nebengängen führen meistens Kalkspat und enthalten außerdem Kupferglanz, Kupferkies und Bornit als Umlagerungen der „edlen“ Rücken-Paragenese.

Nach den makroskopischen und erzmikroskopischen Beobachtungen sowie den Analysenergebnissen wurde die primäre Erzverteilung durch die thermalen oder deszendenten Lösungen nur im Bereich größerer Gänge bzw. Störungen nennenswert übergeprägt. Nur wenige m seitlich in die Schichten der Kupferschieferlagerstätte hinein zeigen sich Änderungen im Mineralbestand und in der Metallführung, die deutlich von den zahlreichen Begleitklüften größerer Störungen herrühren. Durch einzelne kleinere Störungen wird die primäre Erzführung nur unwesentlich verändert.

Die Erze der Zechsteinkalkkerz-Paragenese mit den Hauptmineralien Bornit, Kupferglanz und Pyrit sind ebenfalls durch Umlagerungen im Gefolge tektonischer Vorgänge entstanden. Dies beweisen sowohl die Vererzungsformen als auch die engen Beziehungen zwischen Kupferverteilung und tektonischem Bau der betreffenden Lagerstättenteile. Die Sulfide liegen im Schiefer und Zechsteinkalk als nachdiagenetische Hohlraumfüllungen und Verdrängungen vor, wobei im groben imprägnationsartige Verteilung festzustellen ist. Durch das Fehlen von Kupferkies, die erhöhte Kupferglanzbeteiligung und, in besonders eindringlicher Weise, durch die Verwachsungsstrukturen der Mineralien wird der sekundäre Charakter dieser Vererzung offenbar. Die Beteiligung von Pyrit, z. T. als jüngste Krustenbildung, schließt eine einfache zementative Umlagerung aus. Es ist anzunehmen, daß auch hier sulfathaltige Lösungen aus dem hangenden Zechstein die Erzumlagerungen bewirkten, zumal häufig Gipsimprägnationen und -füllungen im Zechsteinkalk, im Schiefer und im Cornberger Sandstein mit den Sulfiden vergesellschaftet auftreten.

Das erfaßte Gebiet im Reichenbergschacht hat als Horst durch mehrere, z.T. über 50 m ausmachende Verwürfe bzw. flexurähnliche Störungszonen unmittelbaren Anschluß an den Anhydrit bzw. Gips des Mittleren Zechsteins erhalten.

Dadurch wurden der Kupferschiefer und der Zechsteinkalk leicht für Lösungen aus diesem Horizont zugänglich. Der intensive mechanische Aufschluß im Zuge der tektonischen Bewegungen begünstigte das Eindringen lateraler Wässer aus dem Auslaugungshorizont in die primär vererzten Schichten und damit die Umlagerungen der Erze. Der erschlossene Lagerstättenteil weist neben ausgeprägter Schollenzertrümmerung noch Faltungerscheinungen auf, wurde also demnach tektonisch besonders stark (relativ!) beansprucht — alles im Rahmen regional schwacher „germanotyper“ Tektonik.

Bezüglich der Ausbildung der Erze und der Metallverteilung in der Lagerstätte brachte die analytisch-erzmikroskopische Profiluntersuchung folgende Ergebnisse:

Im Baufeld der Anlagen Wolfsberg und Schnepfenbusch liegen die Erze in noch fast vollständiger primärer und syngenetischer Verteilung und Paragenese vor. Die Exaktheit, mit der im Kupferschiefer die Zn-Pb-Führung in den analysierten Profilen aus den Anlagen Wolfsberg und Schnepfenbusch bei Abklingen der Kupfergehalte einsetzt, kann nur auf primär bedingte, also syngenetische Gesetzmäßigkeiten zurückgeführt werden.

Nur zwei bis drei Prozent der Hauptlagenproben zeigen nennenswerte Abweichungen von der normalen Kupferverteilung. Die örtlich begrenzten Umlagerungen von m-Dimensionen gehen von „edlen“ und „leeren“ Rücken-Partien aus, deren thermale bzw. deszendente Lösungen in geringem Maße auf die Erze der angrenzenden Lagerstättenschichten umlagernd wirkten.

Nach den Analysenwerten der Tiefbohrungen kann die Südmulde, in deren nordöstlichem Randgebiet das Baufeld der Anlagen Wolfsberg und Schnepfenbusch liegt, in zwei unterschiedlich metallführende Teilgebiete zerlegt werden. Das Gebiet um Ronshausen weist vor allem höhere primäre Cu- bzw. Pb-Führung auf. Infolgedessen liegen die Gesamt-Metallgehalte etwa 2—3fach höher als in dem sich nordöstlich anschließenden Teilgebiet um Machtlos. Bis auf die am Südwestrand des Vorkommens gelegenen Bohrungen enthalten alle auf Cu, Pb und Zn bestimmten Bohrkerne die drei Metalle in normaler profilmäßiger Abfolge. Nach der petrographischen Ausbildung des Schiefers am Südwestrand (Rote Fäule) wird dort primäre Verwitterung vermutet. Insgesamt hat also die Metallverteilung in der Südmulde weitgehend syngenetisch-sedimentären Charakter.

Die erzmikroskopische Untersuchung hat ergeben, daß das Baufeld des Reichenbergschachtes (neben der Zechsteinkalk-Paragenese im Gebiet der hohen Abbaumächtigkeiten) auch die Primär-Paragenese in den Feldesteilen mit 50—60 cm abbaumächtigen Schiefern enthält. Daraus geht hervor, daß der Kupferschiefer im Baufeld des Reichenbergschachtes primär schon höher kupferführend war. Die Umlagerungen haben allerdings im Vergleich zu den Erzverschiebungen der Rückenpartien im Baufeld der Anlagen Wolfsberg und Schnepfenbusch bedeutendere Ausmaße erreicht; erfassen sie doch, nach der Kupferverteilung zu schließen, etwa $\frac{2}{3}$ des ehemals erschlossenen Feldes von 0,2 km². Es besteht aber keine Veranlassung, verallgemeinernd für den gesamten zentralen Teil oder für noch größere Teilgebiete der Nordmulde nachträgliche Erzmobilisation und Umlagerung anzunehmen.

Im zentral gelegenen Gebiet der Nordmulde hat allgemein die Kupferabscheidung primär bis über 30 cm Schiefermächtigkeit angehalten, wie aus den Bohrprofilen mit normaler profilmäßiger Abfolge von Kupfer, Blei und Zink hervorgeht. Andererseits setzt in den Bohrprofilen um das zentrale Areal der Nordmulde bei geringmächtigerer Kupferführung im Schiefer die Blei-Zink-

Führung früher ein. Verfasser hält es daher für ausgeschlossen, daß die Randgebiete der Nordmulde sekundäre Verarmungsgebiete darstellen, deren primär höhere Kupfergehalte durch nachträgliche Erzverschiebungen dem zentralen Teil zuflossen. Vielmehr sieht er in den Vererzungserscheinungen, wie sie sich im Reichenberg-Baufeld zeigten und wohl auch im Bereich der Bohrungen Ta. 2, So. 8 und Wei. 12 zu erwarten sind, Umlagerungen mehr lokalen Charakters in primär kupferreichen Feldesteilen.

Für den Bergbau haben die Ergebnisse der Untersuchungsarbeit folgende Bedeutung:

Auf Grund der reziproken Verteilung von Kupfer, Blei und Zink lassen sich die bauwürdigen Mächtigkeiten leicht durch profilmäßige Metallbestimmungen ermitteln, die in größeren Abständen (30—50 m) durchgeführt werden können. Dazu sind exakt gezogene Profilsäulen erforderlich, die in höchstens 3—4 cm mächtigen Lagen auf Cu und Zn (ev. noch Pb) zu analysieren sind.

Die Vererzungsverhältnisse im Liegenden können roh nach der petrographischen Ausbildung des Sanderzes beurteilt werden.

Nach den Ergebnissen der analytisch-erzmikroskopischen Profiluntersuchung und nach dem Analysenmaterial der Tiefbohrungen liegen die Erze in der Kupferschieferlagerstätte des Richelsdorfer Gebirges noch weitgehend in syngenetisch-sedimentärer Form vor. Dies bedeutet für den Bergbau, daß einzelne Feldesteile nur wenig wechselnde Metallverteilungsverhältnisse zeigen. Die in den Bohrprofilen vorliegende Metallverteilung ist also für den weiteren umgebenden Flözbereich, abgesehen von den bezeichneten Ausnahmen, auch zu erwarten.

E. Zur Geochemie und Herkunft der Metallgehalte des Kupferschiefermeeres

An der syngenetisch-sedimentären Entstehung der Lagerstätten des Kupferschiefers wird kaum noch gezweifelt. Immer aber ist die Frage nach der Herkunft der Metallgehalte des Kupferschiefermeeres strittig geblieben. Drei grundsätzliche Möglichkeiten wurden bisher in verschiedenen Abarten diskutiert:

1. Zufluß von metallhaltigen Verwitterungslösungen durch Abtragung von Erzlagerstätten auf dem Festland während der Zeit der Kupferschieferbildung.
2. Aufnahme des Metallgehaltes der Rotliegend-Schuttwannen durch das transgredierende Zechsteinmeer.
3. Eintreten metallhaltiger Thermallösungen in das Zechsteinbecken.

Nach den Vererzungsverhältnissen im Kupferschiefer erscheint die Zufuhr der Metalle durch Zuflüsse vom Festland her am wahrscheinlichsten. Die Metallabscheidung erstreckte sich z.B. im Richelsdorfer Gebiet auf die Bildungszeit des Kupferschiefers und der Dachberge, also insgesamt 80—100 cm Faulschlamm-Sediment. Zumindest in den liegenden 40 cm dieses Sedimentes kamen gleichzeitig, aber regional getrennt, Cu-, Pb- und Zn-Sulfide zur Abscheidung. Die Pb-Zn-Ausfällung hielt noch bis zur Basis des Zechsteinkalkes an. Ähnliche metallführende Mächtigkeiten zeigen das Sangershäuser und Mansfelder Vorkommen sowie das Gebiet am Südhang des Thüringer Waldes bei Schweina/Schmalkalden. Durch die Untersuchungsarbeiten der Studiengesellschaft Deutscher Kupferbergbau GmbH wurde weiterhin nachgewiesen, daß der Kupferschiefer in kupferarmen Gebieten häufig hohe Zn-Pb-Gehalte enthält (vgl. Tab. 10).

Tabelle 10

Metallgehalte der Kupferschiefervorkommen im mitteldeutschen Raum (nach Ergebnissen der Studiengesellschaft Deutscher Kupferbergbau GmbH, veröffentlicht von G. GILLITZER (1936), E. KAUTZSCH (1941) und G. RICHTER (1941))

Vorkommen	Cu-Gehalt		Abbauw.		Pb-Gehalt		Zn-Gehalt	
	kg/t	kg/m ²	Mächtgk.	Fläche	kg/t	kg/m ²	kg/t	kg/m ²
a) Bauwürdige								
Mansfeld	20—36	16	30	140	—21		—14	
Richelsdorf	8—12	16	30	50		6		13
Sangershausen	24	16	29	9				
b) Nicht bauwürdige								
Kyffhäuser und Bottendorf		4—6			—10		—30	40
Südrand								(Pb+Zn)
Thür. Wald	5—9	4,5						
Walkenried	1—3,5	1—2,5			2—5	3—6	6—10	8—20
Eschwege	2	rd. 1,5			1,4	0,3	3,8	0,1
Wiederstedt	3—7	1,7						
Wohlsdorf	1—13	—2,7			—2,8	2,2	5,7	2,1
Alvensleben		1,6				—4,5		—10,5
Thür. Becken und Werrabecken	0,1—0,5	0,5			5		20	20—30 (Pb+Zn)
Kupferletten								
Gelnhausen		—4,5				—5,5		—17
Thalitter	0,7	1						
Twiste		4—8			0,9		2,6	
Bieber-Kahl		1,5				3,0		2,5

Die Bildungszeit der erzführenden Sapropel-Gesteine dürfte nach Vergleichswerten aus den „Schwarzmeer“-Gewässern einige tausend Jahre betragen (s. nächste Seite). Es ist unwahrscheinlich, daß einmal das transgredierende Zechsteinmeer aus dem Rotliegenden genügend Metallmengen für die nachfolgende Vererzung des Kupferschiefers aufnehmen konnte und zum anderen diese allmählich in einem über tausende von Jahren anhaltenden Ausfällungsprozeß wieder abschied. Andererseits liegt es im Rahmen des Möglichen, daß die im Kupferschiefer enthaltenen Metallmengen den Festlandzuflüssen entstammen; dies mag nachfolgende Überschlagsrechnung veranschaulichen:

Tabelle 11

Zusammenstellung der Werte zur Berechnung der Kupfermenge
im mitteldeutschen Kupferschiefer (nach Werten der Tab. 10)

	t
1. Kupfermenge der bauwürdigen Vorkommen	
Angenommene Fläche = 500 km ²	
Kupfergehalt = 16 kg/m ² Cu	8.000.000
2. Kupfermenge der kupferhöffigen Untersuchungsgebiete	
Angenommene Fläche = 6.500 km ²	
Kupfergehalt = 3 kg/m ² Cu	19.500.000
3. Kupfermenge des Restgebietes	
Angenommene Fläche = 13.000 km ²	
Kupfergehalt = 0,5 kg/m ² Cu	6.500.000
Gesamte angenommene Kupfermenge	34.000.000

Tabelle 12

Höhe des Kupfergehaltes in Gewässern

(nach „Kupfer in der Hydrolyse“,
Gmelin-Handbuch für anorganische Chemie, Syst. Nr. 60, Kupfer)

Gewässer	Kupfergehalt Cu in γ/l
Meerwasser	
mittl. Cu-Gehalt des Meerwassers (nach Goldschmid)	5
Nordatlantik	3—12
Ostsee	1,5—7,8
Nordsee	64
Schwarzes Meer	15
Kanal	
franz. Küste	90
engl. Küste	9,7
Milford Harbour	12—95
bei Ebbe (in Pembroke, England)	250 (Mittel)
Flüsse	
Flüsse der russ. Ebene	2—90 (Mittel 21,7)
italien. Flüsse	5—47
Seine	12
Röros-Gebiet (Norwegen)	
37 Proben	0—8
22 Proben (n. Trockenzeit)	10—44
6 Proben	50—185
4 Proben (in Nähe v. Kupferlagerst.)	2000—2300
24 weitere Proben	0—77

Nach der Zusammenstellung in Tab. 11 ergibt sich für das mitteldeutsche Kupferschiefergebiet zwischen Flechtinger Höhenzug und Fulda bei etwa 20 000 km² Flözfläche eine gesamte Kupfermenge von 34 Mio. t. Die Mächtigkeit des unverfestigten Sedimentes betrug 450 mm bei $\frac{1}{3}$ angenommener Volumenverminderung durch die Diagenese und 300 mm angenommener Mächtigkeit des Kupferschiefers (nach Tab. 10). Die Sedimentationsgeschwindigkeit der sapropelitischen pontischen und subpontischen Ablagerungen — Kalkmergel, tonige und tonig-kalkige Sedimente — in den „Schwarzmeer“-Gewässern beträgt nach neueren Untersuchungsergebnissen 0,04 — 0,08 mm pro Jahr (F. v. RAUPACH, 1952). Es liegt nahe, für den Kupferschiefer ähnliche Sedimentationsverhältnisse anzunehmen, zumal die Korngrößen der detritalen Quarzkörner im Kupferschiefer ($< 65 \mu$, vgl. S. 17) in der Größenordnung der Körnung der genannten Sedimente liegen. Die Sedimentationsdauer für den Kupferschiefer wäre demnach auf ca. 5 600 bis 11 200 Jahre anzusetzen

$\left(\frac{\text{Sedimentmächtigkeit}}{\text{Sedimentationsgeschwindigkeit}} \right)$. Nimmt man einen Cu-Gehalt der Zuflüsse von 20 γ Cu/1 an, wie er als Mittelwert für die Flüsse der russischen Ebene ermittelt wurde (vgl. Tab 12), so ergibt sich eine erforderliche jährliche Zuflußmenge von ca.

$$15 \text{ bis } 30 \times 10^{10} \text{ m}^3.$$

$$\left(\text{Wassermenge (m}^3/\text{Jahr)} = \frac{\text{Kupfermenge (kg)}}{\text{Sedimentationszeit (Jahr)} \times \text{Kupfergeh. (kg/m}^3)} \right)$$

Der spezifische jährliche Zufluß $\left(\frac{\text{Zuflußmenge pro Jahr}}{\text{Fläche des Kupferschiefergebietes}} \right)$ für das gesamte Kupferschiefergebiet würde demnach 7,5 — 15 m³/m² betragen. Als Vergleichszahlen seien die spezifischen Werte des Schwarzen Meeres (1,2), Kaspis (0,8) und Aral (1,45 m³/m²) genannt.

Diese Zahlen bedeuten: Der Kupfergehalt der Zuflüsse zum Kupferschiefermeer müßte, wenn man gleichhohe spezifische Zuflußmengen wie für die „Schwarzmeer“-Gewässer annähme, 6 — 12mal höher gewesen sein, als in der Rechnung angenommen wurde. Beim Vergleich mit denen in Tab. 12 aufgeführten Kupfergehalten verschiedener Gewässer zeigt sich, daß die dann erforderlichen Kupfermengen (120 — 240 γ Cu/1) noch im möglichen Rahmen bleiben, zumal rezent bei Milford Harbour bis zu 250 γ /1 Cu bestimmt worden sind. Dabei ist zu berücksichtigen, daß z. Zt. der Kupferschieferbildung als Abtragungsfestland das erzeiche variscische Grundgebirge anstand oder Rotliegendensedimente freilagen, in denen eine Zwischenkonzentration in red Bedlagerstätten möglich war. In der Regel bilden auch die gut durchlüfteten Flachmeere in oxydierender Fazies Auslaugungszonen für die meisten Schwermetalle.

F. Die Mineralführung der Kobaltrücken

1. Allgemeine Ausbildung der Gänge

Die Kobaltrücken bzw. Schwerspatgänge des Richelsdorfer Gebirges sind Gangfüllungen der vermutlich in jungjurassisch-kretazischer Zeit entstandenen Verwerfungsspalten. Die steil nach Norden einfallenden Gänge verlaufen überwiegend herzynisch. Selten nur bieten sich über größere Erstreckungen beständige Spatmittel. Meistens liegen die abbauwürdigen Gangteile als linsenförmige Körper vor, die durch geringmächtige und zertrümmerte, bis auf die

Lettenführung zurückgehende Gangzonen verbunden werden. Die Gänge haben ihre optimalen Mächtigkeiten in den überwiegend konglomeratischen hangenden Rotliegendeschichten bis etwa 40—50 m unterhalb des Kupferschieferflözes. Im tieferen Rotliegenden mit mehr feinkörnigen, teilweise tonig-lettingen Sandschieferfächern finden sich nur noch gelegentlich bauwürdige Mächtigkeiten, da diese Schichten nicht in dem Maße wie die Konglomerate für die Ausbildung größerer Verwerfungshohlräume geeignet sind. Werden Hangendes und Liegendes der Gangspalten von Zechsteinschichten gebildet, so zerschlagen sich die Gänge relativ schnell. Maximal nur wenige m setzen die Gänge sich noch als geschlossene Spaltenfüllungen in den Zechstein fort. Sie zerteilen sich bald in zahlreiche Einzelgängen und verlieren zugleich auch an Gesamtmächtigkeit. Auch in allen verlassenen, ehemals auf Co-Ni-Erze oder Schwerspat gebauten Gängen ist festzustellen, daß der Abbau mit Erreichen des Zechsteins infolge Unbauwürdigkeit eingestellt wurde. Die Ausbildung der Gänge betrifft ihrer Form und Mächtigkeit zeigt also weitgehende Abhängigkeit vom Nebengestein.

Die bedeutenden Gänge erreichen in den abbauwürdigen Zonen ein bis mehrere m Mächtigkeit. Der Martlingeröder Gang, der durch die Grube „Münden“ abgebaut wurde, hatte als wichtigstes Vorkommen 7—8 m durchschnittliche Mächtigkeit. Seine extreme Mächtigkeit betrug 18 m.

Während im Westen nach alten und neuen Aufschlüssen nur etwa 10 bedeutende Kopaltrücken über das gesamte Gebiet (Braunhausen-Iba-Gunkelrode-Solz-Braunhausen) verteilt sind, treten im „Bauhäuser“ und „Hohesüßer“ Revier sowie im Ostfeld des Schnepfenbuschschachtes zahlreiche Rücken auf. Sie stellen regelrechte Gangzüge dar, die von etwa 15 benannten Hauptrücken und zahlreichen kleineren, nummerierten Kopaltrücken bzw. -wechseln gebildet werden. Die Bezeichnung und Numerierung der Rücken stammt aus der Zeit des Kobaltbergbaues im Richelsdorfer Gebirge.

Die Gänge sind meist als fast reine Schwerspatgänge ausgebildet. Der Schwerspatanteil an der Gangführung liegt nach Analysen der Richelsdorfer Hütte etwa bei 90 %. Weiterhin treten noch Quarz (2—5 %), Kalkspat (1—4 %) und die Erzminerale auf. Die Co-Ni-Minerale finden sich bevorzugt im Niveau des Kupferschieferflözes, werden aber noch in mehr als 50 m Tiefe unterhalb des Kupferschieferflözes angetroffen. Haufwerk aus Kopaltrücken (im engeren Sinne), das im Laufe mehrerer Jahre aus den Abbauen des Kupferschiefers anfiel, enthielt ca. 7,5 % Ni und 5,2 % Co. Auch im Anschliff waren die nickelhaltigen Arsenide — Rotnickelkies und Rammelsbergit — zahlreicher als die reinen oder gemischten kobalthaltigen Arsenide — Safflorit und Speiskobalt-Chloanthit.

2. Mineralisationsphasen und Bildungsbedingungen

Für den erzmikroskopisch erfaßten thermalen Mineralisationsbereich ergibt sich die in Tab. 13 aufgestellte Bildungsfolge, aus der sich zwei Hauptphasen ableiten lassen: Die „Arsenidisch-barytische Phase“ und die „Sulfidisch-karbonatische Phase“. Von der arsenidischen zur sulfidischen Mineralisationsperiode überleitend, ordnet sich gegen Ende der ersten Hauptphase noch die „Sulfidische Übergangsphase“ ein. Außerdem können als „Deszendente Bildungen im Gefolge oxydierender Lösungen“ noch die hydroxydischen Minerale zusammengefaßt werden.

Der Versuch, die von R. THIENHAUS (1941) entwickelte Einteilung der Mineralisationsperioden mit der in dieser Arbeit gewonnenen Bildungsfolge und

Phasenaufstellung gleichzuschalten, kann nur für die Gangarten unternommen werden. Er betrachtet nämlich die Erzminerale allesamt als deszendente Bildungen des Kupferschiefers bzw. Hutbildungen.

Nach R. THIENHAUS treten die Mineralien der „Periode der älteren Mineralisation“ nur auf wenigen, zumeist größeren Gangvorkommen auf. Der rötlich gefärbte ältere Baryt — allgemein als „Rotspat“ bezeichnet — konnte ebenso wie der ältere Kalkspat vom Verfasser bisher im Aufschluß nicht mit Sicherheit festgestellt werden. Der ältere Quarz ist idiomorph ausgebildet. Er tritt häufig, aber nur in geringer Menge, zusammen mit Arseniden auf und ist dann als ältestes Mineral in jüngere Komponenten eingelagert. Die von R. THIENHAUS erwähnte Bleichung der Rotliegendeschichten im Kontaktbereich der Gänge zeigte sich im Grubengebäude der Schwerspatgrube „Wilhelm I“ auf der 150 m-Sohle mehrfach in Form schmaler Kontaktsäume oder bis zu 40 cm breiter Zonen.

Die Mineralien dieser ersten Förderphase mögen auf Grund ihres geringfügigen Mengenanteiles an der Gangfüllmasse in den Ablauf der hydrothermalen Ausscheidungsperiode als „Barytisch-karbonatische Vorphase“ eingestuft werden. Da noch keine genaueren Untersuchungen dieser wahrscheinlich reinen Gangart-Paragenese vorliegen, kann auf deren Bildungsbedingungen nicht weiter eingegangen werden.

Die „Arsenidisch-barytische Phase“ wird durch die Abscheidung der Co-Ni-Arsenide bei geringer Quarzbeteiligung eingeleitet. Quarz zeigt, wie in der vorhergehenden Phase, idiomorphe Formen und ist die Erstbildung der Arsenid-Paragenese. Die überwiegend zonare Anordnung der Arsenidaggregate in der Reihenfolge Rotnickelkies-Pararammelsbergit-Rammelsbergit-Safflorit-Speiskobalt-Chloanthit von innen nach außen läßt erkennen, daß die Auskristallisation der Arsenide mit der arsenärmsten Komponente, dem Rotnickelkies, begann und mit der Bildung immer arsenreicherer Mineralien bis zum Endglied Speiskobalt-Chloanthit fortschritt. Der Zonenbau ist wohl auf die Erstauskristallisation der arsenarmen Komponenten aus der gleichen Lösung und nicht auf zeitliche Zunahme des Arsengehaltes der Lösungen zurückzuführen. Bei Änderung der Lösungskonzentration bezüglich des Arsenanteiles dürften in erster Linie lagige Absatzstrukturen entstanden sein. Die derben Arsenidmassen zeigen aber bei zonarer Abfolge der Einzelgebilde meist regellosen, ungeordneten oder konzentrisch-gebänderten Aufbau (Taf. 14 Fig. 50; Taf. 16 Fig. 57).

Bedeutung für die Beurteilung der Bildungsbedingungen der Arsenid-Paragenese haben die häufigen Gelformen. In Betracht kommen radialstruierte, traubige oder kugelige Massen (Taf. 15 Fig. 52, 54, 55) sowie gebänderte, konzentrisch-sphärolithische Gebilde mit subparallelem Wachstum (Taf. 17 Fig. 59—61) und „Ringelerz“-Strukturen (Taf. 7 Fig. 25). Die Gelbildungen und das Auftreten von Speiskobalt-Chloanthit — ein typomorphes Mineral mäßig temperierter hydrothermalen Vorkommen — lassen auf niedrige Bildungstemperaturen der Arsenid-Paragenese schließen.

Nach der Auskristallisation erfolgte zunächst Kataklase der Arsenide.

Anschließend wirkten die Fe- und S-haltigen Lösungen der „Sulfidischen Übergangsphase“ auf die Arsenide ein (vgl. Taf. 14 Fig. 51). Für diese Phase ist Arsenkies das kennzeichnende Mineral. Er übertrifft auch rein mengenmäßig die Ni-Co-Fe-Sulfide dieser Paragenese: Vaesit $[\text{NiS}_2]$, Cattierit $[\text{CoS}_2]$, Bravoit $[(\text{Ni}, \text{Fe}, \text{Co}) \text{S}_2]$ und Millerit.

Tabelle 13

Übersicht über die Bildungsfolgen und die

Richelsdorfer Kobalträcken			
Nach erzmikroskopischen Untersuchungsergebnissen			
Bildungsfolge		Mineralisationsphasen	
Erzminerale	Gangart	Vor- und Übergangsphasen	Hauptphasen
		(„Barytisch-karbonatische Vorphase“)	
1 Rotnickelkies 2 Pararammelsbergit 3 Rammelsbergit 4 Safflorit 5 Speiskobalt-Chloanthit	Quarz		I. Hauptphase „Arsenidisch-barytische Phase“
6 Arsenkies 7 Vaesit 8 Cattierit 9 Bravoit 10 Millerit	Schwerspat Quarz (Anhydrit)	„Sulfidische Übergangsphase“	
11 Markasit, Pyrit 12 Zinkblende 13 Bleiglanz 14 Kupferkies	Kalkspat		II. Hauptphase „Sulfidisch-karbonatische Phase“
15 Heterogenit 16 Limonit 17 Kobaltblüte 18 Nickelblüte 19 Pharmakolith	Kalkspat		„Deszendente Bildungen im Gefolge oxydierender Lösungen“

Mineralisationsphasen der „Rücken“ im Kupferschiefer

		Mansfelder „Rücken“	
Nach R. THIENHAUS (1941)		Nach E. KAUTZSCH (1953)	
Bildungsfolge	Mineralisationsperioden	Bildungsfolge	Hydrothermale Förderungsphasen
1 Alterer Kalkspat 2 Alterer Quarz u. älterer Baryt („Rotspat“)	Periode der älteren Mineralisation	0 Kalkspat 1 Quarz 2 Molybdänglanz 3 Flußspat 4 Schwerspat (rotgefärbt) 5 ged. Wismut	Hydrothermale Förderungsphase I
3 Jüngerer Baryt 4 Jüngerer Quarz 5 Jüngerer Kalkspat 6 Eisenglanz		6 Rotnickelkies 7 Weißnickelkies 8 Schwerspat 9 Kupferglanz 10 Buntkupferkies 11 Kupferkies	
7 Deszend. Bildung. d. Kupferschiefers (Co-Ni-Erze, Cu ₂ S, FeS ₂ , Cu-Oxyde) 8 Hutbildgn. (Mn- u. Fe-Oxyde, Arseniate)	Periode der jüngsten Lösungsvorgänge	12 Schwefelkies 13 Zinkblende 14 Bleiglanz 15 Kalkspat	Hydrothermale Förderungsphase III

Als empfindlichstes Arsenid gegenüber den jüngeren Lösungen wird Rotnickelkies häufig und bevorzugt durch Arsenkies verdrängt (Taf. 14 Fig. 51; Taf. 18 Fig. 63 u. 64; Taf. 17 Fig. 62). Die anderen Mineralien der Arsenid-Paragenese werden nur geringfügig angegriffen. Bei Speiskobalt-Chloanthit stellt sich oftmals selektive Korrosion ein, die zur Aufdeckung des Zonarbaus führt (Taf. 19 Fig. 70). Die Sulfide der Bravoit-Reihe beteiligen sich an der Verdrängung der Arsenide nicht. Sie sind unmittelbar während oder nach dem Verdrängungsvorgang als Umlagerungsprodukt entstanden (Taf. 18 Fig. 63—66).

Zwei Erscheinungen rechtfertigen die Herausstellung der Arsenkies-„Bravoit“-Paragenese als „Sulfidische Übergangsphase“ innerhalb der „Arsenidisch-barytischen Phase“:

1. Die zwischen der Auskristallisation der arsenidischen Mineralien und der Bildung des Arsenkieses sowie der Mineralien der Bravoit-Reihe liegende Kataklase.
2. Die erst in der „Sulfidischen Übergangsphase“ einsetzende Fe- und S-Zufuhr. Dagegen muß der Eisengehalt der arsenidischen Lösungen relativ niedrig gewesen sein. Dies wird bewiesen durch das Fehlen des Eisen-Bi-Arsenides Löllingit und den verhältnismäßig niedrigen Fe-Gehalt des Speiskobalt-Chloanthits. Dieser enthält nur etwa 3 % Fe (vgl. Tab. 17).

Tabelle 17 Analysen von Kobalt-Nickel-Mineralien

Mineralien	Chemische Zusammensetzung				
	Co	Ni	As	S	Fe
	%	%	%	%	%
Rammelsbergit mit Saffloritbändern (S)	6,21	19,10	65,55	—	—
Speiskobalt-Chloanthit (C)	13,21	6,28	76,05	0,81	2,18
Reiner Rammelsbergit (C)	4,06	23,99	71,85	0,08	—
Speiskobalt-Chloanthit (C)	19,86	0,41	73,40	0,13	2,75

(S) — Bestimmungen des Betriebslaboratoriums der Kurhessischen Kupferschieferbergbau GmbH, Sontra

(C) — Bestimmungen des Labor. d. Lagerstätten-Forschungsstelle Clausthal

Aus der oft intensiven Rotnickelkiesverdrängung durch Arsenkies ist zu vermuten, daß die nach der Auskristallisation der Arsenide auftretenden Lösungen etwas höher temperiert waren. Der Wärmeinhalt der nur geringen Lösungsmengen wurde jedoch schnell verbraucht. Bei abklingenden Temperaturen erfolgte der Absatz des durch die Lösungen resorbierten Nickels und Kobalts in Form der Mineralien der Bravoit-Reihe.

Im Anschluß an den Lösungsnachschub der „Sulfidischen Übergangsphase“ erfolgte erst der Hauptschwerspatabsatz (Taf. 14 Fig. 51). Zunächst wurde ein relativ feinkörniger Spat ausgeschieden, der meist unmittelbar mit den Arseniden verwachsen ist. Später folgten grobkristallinere Massen. Die unbedeutende Anhydritbildung fällt sicher auch in diesen Zeitabschnitt.

Der „Sulfidisch-karbonatischen Phase“ gehen tektonische Bewegungen voraus. Diese führen zur Entstehung neuer Gangspalten und dem Wiederaufreißen der Schwerspatgänge. Die Sulfide der II. Hauptphase bilden zusammen mit Kalkspat die Ausfüllungen geringmächtiger Klüfte, in denen

die Arsenide und Schwerspat fehlen. Im übrigen wurden diese Sulfide auch in einigen Schwerspatgängen festgestellt.

Zinkblende und Schwefelkies dürften generell etwas älter sein als Bleiglanz. PbS überkrustet Zinkblende meistens oder verdrängt diese gelegentlich auch geringfügig (Taf. 20 Fig. 71 u. 72). Schwefelkies ist als Markasit und Pyrit nebeneinander ausgebildet.

Als Kennzeichen des niedrigthermalen Bildungsbereiches der „Sulfidisch-karbonatischen Phase“ können genannt werden: Zonenbau bei Bleiglanz (Taf. 20 Fig. 72), Gelstrukturen der Sulfide (Taf. 19 Fig. 67 u. 68; Taf. 20 Fig. 71 u. 72) und die Paragenese Zinkblende als „Schalenblende“-Bleiglanz-Markasit. Daß die sulfidischen Lösungen außer der Vaesit-Reaktionssaumbildung keinen Einfluß auf die älteren Arsenide zeigen, dürfte ebenfalls für niedrige Lösungstemperaturen sprechen. Lediglich Kalkspat verdrängt mitunter die Arsenide (Taf. 21 Fig. 75).

Die jüngsten hydroxydischen Mineralien verdanken ihre Entstehung der Einwirkung deszendenter, sauerstoffhaltiger Wässer auf die hydrothermalen Gangmineralien.

Bei einer Gegenüberstellung der Bildungsfolgen und Mineralisationsphasen der Mansfelder „Rücken“ (nach E. KAUTZSCH 1953) und der Richelsdorfer Kobaltrücken ergeben sich auffällige Parallelen. Sowohl in der Reihenfolge der Förderphasen als auch in der Bildungsfolge der Einzelmineralien liegen überraschende Übereinstimmungen vor: Mit Kalkspat, Quarz und rotgefärbtem Baryt nennt E. KAUTZSCH für die älteste Mineralisationsphase die gleichen Gangarten in derselben Bildungsfolge wie sie nach R. THIENHAUS in den Richelsdorfer Schwerspatgängen vorliegen. Allerdings werden mit Flußspat, Molybdänglanz und gediegen Wismut noch drei Mineralien erwähnt, die bisher in den Richelsdorfer Gängen nicht festgestellt wurden (vgl. Tab. 13, S. 84/85). — Dann folgen in der zweiten Förderphase Rot- und Weißnickelkies und Schwerspat wieder in übereinstimmender Bildungsfolge in beiden Rücken-vorkommen. Der jüngere Schwerspat ist, wie auch im Richelsdorfer Revier, weißgefärbt. Die von E. KAUTZSCH in der zweiten Phase aufgenommene Kupfersulfidgruppe hält Verfasser für örtliche Bildungen deszendenter Lösungen bzw. deszendenter Umlagerungen. — In der dritten hydrothermalen Phase herrscht bezüglich Bildungsfolge der genannten Komponenten vollkommene Übereinstimmung.

3. Mineralbestand und Verwachsungsformen

Die Kobaltrücken des Richelsdorfer Gebirges haben einen recht beachtlichen Mineralbestand. Insgesamt 20 Erzmineralien und 4 Gangartkomponenten wurden durch die erzmikroskopische Untersuchung erfaßt, darunter folgende Mineralien, die bisher in der Rücken-Paragenese noch nicht festgestellt wurden:

Pararammelsbergit, Arsenkies, Bravoit, Vaesit, Cattierit, Heterogenit und als Gangart Anhydrit.

Quantitativ stehen an erster Stelle unter den Erzmineralien die Co-Ni-Arsenide. Dann folgen die Mineralien der „Sulfidisch-karbonatischen Hauptphase“ Schwefelkies, Bleiglanz und Zinkblende — aufgezählt in der Reihenfolge der Häufigkeit. Sie mögen insgesamt mengenmäßig den Arseniden nicht viel nachstehen. Da sie aber meist in den gangartarmen, kleineren Gängen und nicht so derb auftreten, fallen sie weit weniger auf. Die Mineralien der „Sulfidischen Übergangsphase“ dagegen finden sich nur in mikroskopisch feststellbarer Menge; die Verbreitung entspricht aber allgemein derjenigen der Arsenide.

Die Einzelbesprechung der Erzminerale wird nach ihrer Bildungsfolge durchgeführt. Dagegen sollen die Gangarten in der Reihenfolge der Häufigkeit beschrieben werden.

a) Die Arsenide

Rotnickelkies, die arsenärmste Komponente der Richelsdorfer Kobalt-rücken, ist das zuerst gebildete Mineral der meist zonar angeordneten Arsenide. Bei derben, kompakten Erzen mit überwiegend Rotnickelkies-Beteiligung wird die Rotnickelkiesmittelpartie von schmalen Rammelsbergit-Safflorit-Säumen eingefasst (Taf. 21 Fig. 77). Ist der Rotnickelkiesanteil sehr gering, liegt Rotnickelkies als Vielling in Form eines mehrarmigen Kreuzes oder bei länglichen Kornaggregaten als langgestreckte „Seele“ inmitten der Rammelsbergitzone, die ihrerseits wieder von wechselnd breiten Saffloritsäumen umgeben ist (Taf. 14 Fig. 48 u. 49). Die gleiche zonare Anordnung zeigen aber auch aufgelockerte, drusige Arsenidmassen (Taf. 14 Fig. 50). Allerdings bilden in den Drusen oft idiomorphe Einzelkörner aus Rotnickelkies den Kern der Rammelsbergitzone. Der aufwachsende Rammelsbergit korrodiert den Rotnickelkies manchmal geringfügig (Taf. 20 Fig. 73). In einer anderen Verwachsungsstruktur kompakter Erze wechseln Rotnickelkies und Rammelsbergit bänderförmig — leicht konzentrisch angeordnet — in mehrfacher Folge (Taf. 16 Fig. 57). Die breiteren, etwas traubigen Rotnickelkieszonen werden girlandenartig von Rammelsbergitbändern eingefasst. Außerdem finden sich radialstruierte Rotnickelkies-Rammelsbergit-„Sonnen“, deren strahlig-stengelige Körner subparallel angeordnet sind. Gelegentlich treten auch reine Rotnickelkies-„Sonnen“ auf (Taf. 15 Fig. 52), bevorzugt als traubige, randliche Anhängsel von wirren, stengeligen Rammelsbergit-Rotnickelkies-Massen. Die Rotnickelkies-Trauben sind oft nahezu vollständig von einer Bleiglanzaußenkruste eingefasst. Um Rotnickelkies findet sich aber stets ein noch geschlossener Rammelsbergitsaum (Taf. 14 Fig. 50).

Bei eisblumenartigem, subparallelem oder auch körnigem Gefüge der Rotnickelkiesaggregate schließen diese gegen die angrenzenden Mineralien doch überwiegend mit glatten Kornbegrenzungen ab, falls keine randliche Korrosion stattgefunden hat. Durch Ätzung mit HNO_3 konnte im Rotnickelkies stellenweise feinst lamellarer Zwillingsbau nachgewiesen werden. Größere Zwillingslamellierung wurde schon bei + N sichtbar (Taf. 15 Fig. 52).

Besonders in rotnickelkiesreichen Erzen tritt Pararammelsbergit auf. Er bildet Reaktionssäume zwischen Rotnickelkies und Rammelsbergit, Interanularsäume im Rotnickelkies und gelegentlich auch feinstmyrmekitische Verwachsungen mit Rammelsbergit. Die Einzelteilchen des Feinstmyrmekits sind vielfach von so geringer Korngröße, daß erst bei stärkster Auflösung eine einigermaßen zuverlässige Komponentenbestimmung nach Farbe und Härte möglich ist. Mengenmäßig ist die Beteiligung des Pararammelsbergits an der Erzführung völlig unbedeutend.

In den zonar angeordneten Arsenidaggregaten wächst der Rammelsbergit meist stengelig mit ausgeprägter Zwillingslamellierung annähernd senkrecht zur Begrenzungsfläche des Rotnickelkieses auf (Taf. 20 Fig. 73). Häufig nimmt die Korngröße mit Entfernung von der Anwachfläche zu. Durch Luftätzung, Ätzung mit HNO_3 und geringe Härteunterschiede werden oft einzelne Anwachszonen sichtbar.

Mit Safflorit bildet Rammelsbergit konzentrische Bänder, deren Aufbau infolge unterschiedlichen Ätzverhaltens beider Mineralien ausgezeich-

net sichtbar wird (Taf. 17 Fig. 59). Aber auch bei bevorzugter Verdrängung des Rammelsbergits durch Kalkspat, Schwerspat und Kobaltblüte kann der konzentrisch-lagige Aufbau sehr schön herauskommen, ja die Saffloritbänder als selektive Verdrängungsreste in Kobaltblüte, Kalkspat und Schwerspat länger erhalten bleiben als Rammelsbergit (Taf. 17 Fig. 60). In radialstrahligen Rammelsbergit-Sphärolithen von etwa 5 cm Radius finden sich in der Außenzone konzentrische Rotnickelkiesringe. Die Mittelpartie der Sphärolithe besteht aus büscheligen, radial angeordneten Subindividuen mit undulöser Auslöschung, wie sie übrigens auch in den mit Safflorit verwachsenen Rammelsbergitbändern auftreten. Dagegen löschen die nadeligen, subparallelen bzw. stengeligen Rammelsbergitkörner der Außenzone beiderseits des ersten Rotnickelkiesbandes gerade aus (Taf. 15 Fig. 54 u. 55). Umgekehrt bildet Rammelsbergit manchmal zusammen mit Pararammelsbergit als „Ringelerz“ feinste konzentrische Ringe in mehrfacher Abfolge im Rotnickelkies (Taf. 7 Fig. 25). — Eine eigentümliche und deshalb erwähnenswerte Zwillingbildung zeigen durch Kalkspat verkittete Rammelsbergitbruchstücke (Taf. 15 Fig. 53).

Safflorit ist stets feinzonar gebaut. Die Zonen laufen parallel zu den meist idiomorphen, gezackten Begrenzungsflächen, die typisch denen der bekannten Safflorit-„Sterne“ entsprechen (Taf. 14 Fig. 49; Taf. 18 Fig. 66; Taf. 16 Fig. 56). Häufig treten bei freier Einlagerung von Safflorit in Schwerspat stern- und quirlförmige Viellinge auf, die aber bei + N auch vielfach in kompakten Saffloritmassen festgestellt wurden. Die Verwachungsformen des Safflorits mit Rammelsbergit und Rotnickelkies sind bereits beschrieben.

Speiskobalt-Chloanthit bildet oft — anstelle von Safflorit oder auf diesen noch aufwachsend — die äußerste Zone der zonaren Arsenidaggregate. Er ist fast immer idiomorph und zeigt ausgeprägten Zonenbau. Auf Drusen oder Kristallrasen, die von Kalkspat oder Schwerspat überdeckt sind, wächst er mit würfeligem Habitus und der Formenkombination $\{100\}$, $\{111\}$ und $\{110\}$ auf. Teils sind die Kristalle krummflächig, was nach P. RAMDOHR (1950, S. 634) auf As-Defizit schließen läßt. Infolge selektiver Korrosion wird der Zonenbau des Speiskobalt-Chloanthits häufig gut sichtbar, läßt sich aber auch ausgezeichnet durch Ätzung mit konzentrierter HNO_3 entwickeln (Taf. 19 Fig. 69 u. 70). Außer in Verwachungen mit arsenärmeren Arseniden findet er sich auch mit Markasit, der ihn in derben, schaligen Massen umwächst (Taf. 19 Fig. 67 u. 69).

b) Die Mineralien der „Sulfidischen Übergangsphase“

Arsenikies, das wichtigste Mineral der „Sulfidischen Übergangsphase“, tritt fast ausschließlich als Verdränger von Rotnickelkies auf. Nur selten verdrängt er auch geringfügig Rammelsbergit. Auf Rissen der kataklastischen Arsenide dringt er bis in die Rotnickelkies-Mittelzone vor und verdrängt den Rotnickelkies meist orientiert, oft sehr weitgehend (Taf. 14 Fig. 51). Gelegentlich kann der Rotnickelkies restlos verdrängt werden. Arsenikies bildet dann an seiner Statt die Mittelpartie der zonaren Arsenidmassen. Meist aber erweitert der Arsenikies nur die Risse im Rotnickelkies zu breiteren Kanälen oder bildet von diesen ausgehende, schlauchförmige Einstülpungen (Taf. 17 Fig. 62). An der Auslöschung der Rotnickelkies-Verdrängungsreste und der sie umgebenden neugebildeten Arsenkiesteile ist häufig die genaue Übereinstimmung der Kornlagen der alten Rotnickelkies- und neugebildeten

Arsenkieskörner als Folge der orientierten Verdrängung zu erkennen (Taf. 7 Fig. 26). Demnach wird der Rotnickelkies Molekül für Molekül abgebaut und durch Arsenkies ersetzt. Arsenkies wächst oft auch frontal in den Rotnickelkies hinein. Infolge der orientierten Verdrängung wird der Rotnickelkies ausgeprägt zerfrant (Taf. 18 Fig. 63 u. 64). Das durch die Arsenkiesverdrängung freiwerdende Nickel wird teils als Vaesit in Form feinsten, rhythmischer Säume parallel zur Verdrängungsfront oder als aderförmige Einlagerung in die orientierten Fransen des Arsenkieses eingebaut, teils als Bravoiit zur Auskleidung der durch Kataklyse in den Arseniden entstandenen Risse oder zur Bildung krustenförmiger Überzüge der äußeren Begrenzungsflächen der Arsenide verbraucht (Taf. 18 Fig. 63—66). Der Bravoiit in den Rißauskleidungen setzt sich aus zonar gebauten NiS_2 - FeS_2 -Säumen in wechselnder Folge zusammen (Taf. 18 Fig. 65). Selten sind auch Cattierit und Millerit in Form dünner Krusten auf Safflorit bzw. auf den Nickelarseniden als Bildungen der „Sulfidischen Übergangsphase“ zu finden.

Außerdem bilden die Co-Ni-Sulfide zwischen jüngerer Zinkblende und den Arseniden dünne Reaktionssäume. Millerit folgt meist erst nach einem Zwischensaum von Vaesit und zeigt häufiger körniges Gefüge als nadelige Ausbildung.

c) Die Mineralien der „Sulfidisch-karbonatischen Hauptphase“

Die Mineralien der „Sulfidisch-karbonatischen Hauptphase“ treten bevorzugt in selbständigen, arsenidfreien Gängen auf. Sie wurden jedoch auch in einigen Schwespatgängen mit Arsenidführung festgestellt, meist zwar nur in sehr geringfügigen, manchmal aber auch in derben Massen. Schwierig ist die altersmäßige Abgrenzung der drei Sulfide, besonders aber die zwischen Schwefelkies und Zinkblende. Während Bleiglanz sich deutlicher als letztgebildete Komponente abhebt (Taf. 14 Fig. 50; Taf. 17 Fig. 62), wechseln Zinkblende und Schwefelkies so häufig in der Altersfolge, daß auch durch statistische Abschätzung nicht klar entschieden werden kann, ob generell die Zinkblende- oder die Schwefelkiesbildung ein wenig früher liegt. Überhaupt zeichnet sich nach den bisherigen Untersuchungsergebnissen für diese Mineralausscheidungsphase eine nur mäßig differenzierte Bildungsfolge ihrer Komponenten ab.

Allgemein bilden die Sulfide in den arsenidführenden Gängen Zwickelfüllungen und Krusten auf den Arseniden, ohne diese über gelegentliche randliche Korrosion hinaus zu verdrängen (Taf. 14 Fig. 50; Taf. 17 Fig. 62).

Schwefelkies liegt als Pyrit und Markasit vor, oft nebeneinander im selben Anschliff. Markasit bildet im Pyrit büschelförmige Einlagerungen. Auf den äußeren Sulfidkrusten bzw. in Drusen zeigt er konzentrisch-schalige Begrenzungsflächen (Taf. 19 Fig. 67 u. 68; Taf. 20 Fig. 71). Pyrit dagegen bildet oft kleine Oktaeder und Würfel. Reine Schwefelkieskluffüllungen bestehen überwiegend aus Markasitlagen. Aus einem Schwespatgang stammende derbe, sphärolithische Markasitmassen zeigen konzentrischen Aufbau um Einlagerungen aus Speiskobalt und idiomorphe Quarze. Die Sphärolithe weisen Lagen- und Radialstruktur auf.

Die Zinkblende tritt in den rein sulfidischen und in den arsenidisch-sulfidischen Gängen als Schalenblende und Zinkblende mit ausgeprägtem Zonenbau auf. Helle und dunkle Lagen wechseln oft in mehrfacher Folge (Taf. 20 Fig. 71 u. 72). Die wohl eisenreichere, dunkle Zinkblende zeigt häufig idiomorphe Formen, die durch Kupferkies-Intergranularsäume nachgezeichnet werden. Außerdem enthält sie gelegentlich zahlreiche rundliche Kupferkies-

einlagerungen. Nicht selten finden sich in der dunkleren Zinkblende kleine Schalenblende-„Igel“, die manchmal als Kristallisationskeime etwas Bleiglanz führen. Weiterhin treten konzentrische Bleiglanz-Kupferkies-Zinkblende-Verwachsungen und feinste, festungsartig gebaute Zinkblendeeinlagerungen im Bleiglanz auf. Sie stellen typische Gelreliktstrukturen dar. Wächst Zinkblende direkt auf Arsenide auf, ist häufig ein feiner *Vaesit*-Reaktionssaum zwischen Zinkblende und den Arseniden ausgebildet. Kataklastische Randsäume aus Arsenkies werden durch die Zinkblende oder den Bleiglanz der Sulfidkrusten verkittet, wobei gelegentlich die Zinkblende auf den *Vaesit*adern noch etwas in den Arsenkies vordringt (Taf. 21 Fig. 76).

Der Bleiglanz der Rücken-Paragenese ist häufig stark anisotrop und läßt dann bei + N meist ausgezeichneten Zonarbau erkennen. Bleiglanz ist fast immer deutlich jünger als die Zinkblende, die er als Schalenblende lagig, bevorzugt einzelnen Zonen folgend, geringfügig verdrängt (Taf. 20 Fig. 71 u. 72). — An verschiedenen Bleiglanzproben der Rücken-Paragenese durchgeführte Spektralanalysen ergaben, daß der anisotrope Bleiglanz stärker As und Cu führt als der isotrope (vgl. Tab. 18 s. Tabellen-Anhang).

In den Gangfüllungen der Kobaltrücken tritt Kupferkies in sehr geringer Menge als Einlagerung in Bleiglanz, Schwefelkies und Zinkblende sowie als Intergranularsaum in Bleiglanz und Zinkblende auf.

d) Die Mineralbildungen im Gefolge oxydierender Lösungen

Deszendente, oxydierende Lösungen haben die Bildung von Kobaltblüte, Nickelblüte, Pharmakolith, Heterogenit und Limonit verursacht. Die Arseniate, Ausblühungen der Arsenide, sind meist pulverförmig und selten im An- oder Dünnschliff zu erfassen (vgl. aber Taf. 17 Fig. 60).

Kobaltblüte wurde im Anschliff nur einmal zusammen mit Schwerspat und Kalkspat als Verdränger von bänderförmig verwachsenem Safflorit und Rammelsbergit untersuchungsfähig festgestellt (S. 89). Die dichten Kobaltblütemassen zeigten ausgeprägte Rosettenbildung. Nach den im Dünnschliff untersuchten optischen Eigenschaften lag nach freundlicher Untersuchung von Herrn Dr.-Ing. A. WILKE eine Kobaltblüte mit Mg-Beteiligung vor.

Heterogenit ist seltener Verdränger von Speiskobalt. Er wächst in diesen warzig hinein. Die radialstruierten, rundlichen Massen zeigen als Sphärolithe umlaufende Auslöschung (Taf. 20 Fig. 74).

Limonit bildet um Schwerspatbruchstücke krustenförmige Überzüge. Er ist aus Schwefelkies hervorgegangen, zeigt typische Kolloidstrukturen und enthält noch zahlreiche feinste Schwefelkiesverdrängungsreste.

Eisenglanz, von R. THIENHAUS erwähnt, wurde nirgends festgestellt.

e) Die Gangarten

Swerspat ist bei weitem die wichtigste Gangart der Kobaltrücken und dürfte etwa 88—92 % der Gangfüllungen einnehmen. Dann folgen mit Abstand Kalkspat und Quarz und, als sehr seltene Gangartkomponente, Anhydrit.

Swerspat ist in den untersuchten Anschliffen und Dünnschliffen jünger als Quarz, die Arsenide und die Mineralien der „Sulfidischen Übergangsphase“. Diese Komponenten bilden Einschlüsse im Schwerspat und werden, soweit sie kataklastisch sind, von ihm verkittet (vgl. Taf. 14 Fig. 51). Im Dünnschliff zeigt sich feinkörniger Schwerspat besonders erreich und enthält oft außerdem Quarz in Form wohlausgebildeter Einzelkristalle. Dagegen fehlt

der idiomorphe Quarz vollständig im erzarmen, grobkörnigen Schwerspat. Kalkspat füllt die Zwickel des grobkörnigen Schwerspates aus. Nicht selten werden Rotnickelkies und Rammelsbergit-Pararammelsbergit-Myrmekit durch Schwerspat korrodiert.

Auf der 150 m-Sohle der Schwerspatgrube „Wilhelm I“ wurde an einer Stelle Schwerspat mit Anhydrit verwachsen angetroffen. Letzterer fiel durch seine Blaufärbung auf.

In allen Anschliffen mit Schwerspat-Kalkspat-Verwachsungen ist Kalkspat jünger als Schwerspat. Die Sulfide der zweiten Hauptphase sind älter als der Kalkspat, der demnach wohl als letzte Bildung der sulfidischen Mineralisationsphase anzusprechen ist. Bei der Verkittung kataklastischer Arsenide zeigt der Kalkspat häufig stengeliges Wachstum senkrecht zur Aufwachsfläche und verdrängt gelegentlich Rammelsbergit (Taf. 21 Fig. 75 u. 78; Taf. 15 Fig. 53). — Nach einer Stichprobe lassen sich unter UV-Bestrahlung zwei Kalkspatarten unterscheiden, deren paragenetische Stellung aber noch nicht weiter untersucht wurde.

Quarz tritt in den untersuchten An- und Dünnschliffen in Form hexagonaler Bipyramiden auf, die gemeinsam mit den Arseniden in feinkörnigem Schwerspat eingelagert sind. Im „Kokardenerz“ (Taf. 16 Fig. 58) wächst er als erste hydrothermale Komponente auf die eingeschlossenen Konglomeratbruchstücke auf. Dann folgt die Arsenidumrandung mit Zwickelfüllungen aus Schwerspat und Kalkspat. Im Abbau der Schwerspatgrube „Wilhelm I“ auf dem „Charlotte-Gang“ zeigte die etwa 1,50 m mächtige Gangfüllung wiederholt lagigen Aufbau aus Quarz und Schwerspat. Quarzlagen von 1—2 cm Mächtigkeit wechseln in mehrfacher Folge mit 10—15 cm mächtigen Schwerspatlagen ab.

G. Zusammenfassung der Untersuchungsergebnisse über die Kobaltrücken

Die Co-Ni-haltigen Schwerspatgänge des Richelsdorfer Gebirges — vom Kupferschieferbergmann als Kobaltrücken bezeichnet — sind thermale Gangfüllungen von Verwerfungsspalten. Die Ausbildung der Gänge wird durch das unterschiedliche mechanische Verhalten des Nebengesteins beeinflusst. Die bankigen hangenden Rotliegend-Konglomerate erweisen sich am besten geeignet für die Bildung beständiger und wenig aufgliederter Einzelspalten. In ihnen treten die optimalen Gangmächtigkeiten auf. Dagegen entstehen durch die tektonischen Vorgänge in den feinkörnigen, z. T. tonig-lettigen Sandschiefern des tieferen Rotliegenden und insbesondere auch in den Zechsteinschichten stärker aufgliederte Störungen mit nur geringer Hohlraumintensität.

Als Phasen azsender Mineralisation lassen sich unterscheiden:

- I. Die „Barytisch-karbonatische Vorphase“ mit der reinen Gangart-Paragenese Kalkspat-Swerspat-Quarz.
- II. a) Die „Arsenidisch-barytische Hauptphase“ mit den Mineralien der Arsenid-Paragenese.
 - b) Die „Sulfidische Übergangsphase“ als Arsenkies-„Bravoit“-Paragenese.
- III. Die „Sulfidisch-karbonatische Hauptphase“ mit den sulfidischen Erzminerale Schwefelkies, Bleiglanz und Zinkblende.

Allen Paragenesen sind ausgesprochen niederthermale Verwachsungsformen zu eigen. Nach Mineralbestand und Verwachsungsformen gehören die Gänge wohl in den epithermalen Bildungsbereich. Durch die Einwirkung deszendenter Lösungen bildeten sich die hydroxydischen und arseniatisch-hydroxydischen Mineralien.

Eine Gegenüberstellung zeigt, daß die „Rücken“ im Mansfelder Kupferschieferrevier bei ähnlichem Mineralbestand fast die gleiche Bildungsfolge und dieselben Mineralisationsphasen aufweisen wie die Kobaltrücken des Richelsdorfer Gebirges.

Zusammenfassung

Die Erze der Kupferschieferlagerstätte im Richelsdorfer Gebirge sind syngenetisch-sedimentär entstanden. Die Metallabscheidung erfolgte während der Ablagerung der Faulschlamm-sedimente des Kupferschiefermeeres.

Im Gebiet des Kupferschiefervorkommens begann die Metallabscheidung mit bevorzugter Cu-Fe-Sulfidausfällung. Blei-Zink-Erze entstanden zu diesem Zeitpunkt nur in etwas besser durchlüfteten Randgebieten der Lagerstätte. Im Verlauf der Sedimentation der Faulschlamm-schichten griff aber die Pb-Zn-Abscheidung immer weiter auf die Gebiete bevorzugter Cu-Abscheidung über.

Diese zeitlichen Änderungen in der Metallabscheidung bewirkten die immer wieder bestätigte profilmäßige Abfolge der Sulfide. Nach der Verteilung der Sulfide läßt sich (im Bereich der Bauwürdigkeit) das Lagerstättenprofil in vier Zonen vom Hangenden zum Liegenden aufgliedern:

- Zinkblende-(Bleiglanz-)Zone
- Kupferkieszone
- Kupferreichsulfidzone
- Infiltrationszone (des Rotliegenden)

Die Vererzung der hangenden Schichten des Rotliegenden — die Bildung des Sanderzes — erfolgte unmittelbar während der Ablagerung der Kupferschiefersedimente. Die Bodenlösungen des Kupferschiefermeeres infiltrierten und imprägnierten das tiefere Rotliegende: die Infiltrationszone. Durch das mechanische Einsickern der ersten erzeichen und bituminösen Bodenschlämme des Faulschlammeeres wurden die hangenden mm bzw. cm des Sanderzes, die dunkelgefärbten Schwarzkopflagen, vererzt; sie sind deshalb genetisch der Kupferreichsulfidzone einzuordnen.

Die Erze der Kupferschieferlagerstätte liegen noch überwiegend in syngenetisch-sedimentärer Verteilung und Form vor. Kennzeichen syngenetisch-sedimentärer Vererzung sind:

1. Die Mineralzusammensetzung; als Primär-Paragenese erfaßt und ausführlich beschrieben.
2. Die Verwachsungsformen der Sulfide untereinander und mit den Gesteinsmineralien.
3. Die Anordnung der primären Sulfide in Formen, die sich dem Feingefüge der Schiefer-schichten gut einpassen (z. B. die in Richtung der Schichtung ausgelängten Einzelkörner, Flasern und Linsen in Verknüpfung mit reichlicher Bitumen, die schichtgebundenen Anreicherungsstreifen und die konkordanten geschlossenen Erzlagen).
4. Die profilmäßige Abfolge der Sulfide und die sich daraus ergebende Abfolge der Metalle vom Liegenden zum Hangenden in der Reihenfolge Cu-Pb-Zn.

Die Metallgehalte des Kupferschiefermeeres dürften, nach der Verteilung der Metalle und der Vererzung im Kupferschiefersediment zu urteilen, den Festlandszuflüssen und gut durchlüfteten Flachmeerregionen entstammen. Nach einer Überschlagsrechnung mit neueren geochemischen Daten liegt dies durchaus im Rahmen des Möglichen.

Tektonische Vorgänge in vermutlich jungjurassisch-kretazischer Zeit haben die Schichten der Kupferschieferlagerstätte für nachträgliche Umlagerungen aufgeschlossen. Durch die erzmikroskopische Untersuchung konnten vier ver-

schiedene Sekundär-Paragenesen als Folge nachträglicher Umlagerungen festgestellt werden:

- I. Die Paragenese der sekundären Klufffüllungen im ungestörten oder nur mäßig gestörten Feld. Saure sulfathaltige Lateralwässer werden als Ursprungslösungen dieser Paragenese angesehen. Praktischen Einfluß auf die primäre Vererzung und Metallverteilung haben diese Umlagerungen nicht.
- II. Die „leere“ Rücken-Paragenese im Bereich größerer Störungen, die ohne hydrothermale Ausfüllungen blieben. Zementative bzw. oxydierende Vorgänge deszendenter Art haben diese reine Kupfermineralien-Paragenese entstehen lassen.
- III. Die „edle“ Rücken-Paragenese ist auf die Einwirkung der aszendenten Lösungen der Kobaltrücken bzw. Schwerspätgänge zurückzuführen.
Beide „Rücken“-Paragenesen haben die Primärvererzung der Lagerstätte seitlich maximal auf m-Dimensionen beeinflußt.
- IV. Die Zechsteinkalkkerz-Paragenese zeigte sich im Bereich stärker gestörter Feldesteile im zentralen Teil der Solz-Sontraer Mulde. Sie ist offenbar auf Umlagerungen durch sulfathaltige Lösungen aus den hangenden Zechsteinschichten zurückzuführen. Die Erzverschiebungen dieser Art haben — besonders im Reichenbergschacht — praktische Bedeutung für den Bergbau erlangt, können nach den Untersuchungsergebnissen aber nur als regional begrenzte Umlagerungen innerhalb eines primär kupferreichen Lagerstättenteiles angesprochen werden.

Die im Verband der Kupferschieferlagerstätte auftretenden Kobaltrücken erwiesen sich als Co-Ni-haltige hydrothermale Schwerspätgänge. In ihrer Ausbildung zeigen die Verwerfungsspalten Abhängigkeit vom mechanischen Verhalten des Nebengesteins. Den Erzverwachsungsformen und der Mineralführung nach sind die Gänge dem epithermalen Bildungsbereich einzuordnen. Als Phasen aszendenten Mineralisation werden I. bis III. unterschieden:

- I. Die „Barytisch-karbonatische Vorphase“ als erzfreie Gangart-Paragenese.
- II. a) Die „Arsenidisch-barytische Hauptphase“ mit der Arsenid-Paragenese.
b) Die „Sulfidische Übergangsphase“ mit Arsenkies und den Mineralien der Bravoit-Reihe.
- III. Die „Sulfidisch-karbonatische Hauptphase“ mit Schwefelkies, Zinkblende und Bleiglanz.
Klar abzugrenzen gegen diese primären Paragenesen sind:
- IV. „Deszendente Bildungen im Gefolge oxydierender Lösungen“ mit arseniatisch-hydroxydischen Mineralien.

Die Richelsdorfer Kobaltrücken sind in der Mineralführung den Mansfelder „Rücken“ sehr ähnlich.

Tabellen-Anhang

Abbaulagenproben von der Kam. 585

21. 5. 53			21. 5. 53			25. 4. 53			7. 5. 53			9. 5. 53		
M	Cu	Ausbildung der Lagen	M	Cu	Ausbildung der Lagen	M	Cu	Ausbildung der Lagen	M	Cu	Ausbildung der Lagen	M	Cu	Ausbildung der Lagen
cm	kg/t		cm	kg/t		cm	kg/t		cm	kg/t		cm	kg/t	
0-5	17,1	Schwarzkopf (feink.) mit Einsprengl.	0-6	38,3	Schwarzkopf (feink.)	0 — 10	16,9	Schwarzkopf (feink.) mit Einsprengl.	0-7	19,7	Schwarzkopf (feink.) mit Einsprengl.	0-6	34,1	Schwarzkopf (feink.)
5 — 42	1,6	sandig (hellgrau)	6 — 60	2,8	sandig (dunkelgr.)	10 — 40	1,1	sandig (hellgrau)	7 — 44	2,5	sandig mit Einsprengl. (hellgrau)	6 — 41	2,4	sandig mit Einsprengl. (hellgrau)
42 — 59	4,7	konglomera- tisch	60 — 85	3,5	sandig (dunkelgr.)	40 — 64	3,3	konglomera- tisch (hellgrau)	44 — 72	4,7	konglomera- tisch (hellgrau)	41 — 61	3,6	konglomera- tisch (hellgrau)
59 — 90	2,8	sandig (dunkelgr.)	85 — 96	5,0	konglomera- tisch (hellgrau)	64 — 92	4,9	sandig (dunkelgrau)	72 — 100	4,9	sandig (dunkelgr.)	61 — 107	4,3	sandig mit Einspreng- lingen (dunkelgr.)
90 — 113	3,2	konglomera- tisch (hellgrau)				92 — 105	7,1	sandig- konglom. (lagig)	100 — 105	10,6	konglomera- tisch			
113 — 130	7,9	sandig mit Einsprengl. (dunkelgr.)	96 — 120	6,1	sandig- konglom. (lagig) (hellgrau)	105 — 120	11,2	konglomera- tisch (hellgrau)	105 — 120	7,2	sandig (hellgrau)	107 — 120	9,9	sandig - kong- lomeratisch (lagig)
						120 — 140	5,3	konglomera- tisch (hellgrau)	120 — 135	4,8	sandig mit Einsprengl. (hellgrau)	120 — 130	1,4	sandig (hellgrau)

Abbaulagenproben von der Kam. 584/83

Fortsetzung Tabelle 6

Kam. 584

Kam. 583

24. 4. 53			9. 5. 53			7. 5. 53			28. 4. 53			11. 5. 53		
M	Cu	Ausbildung der Lagen	M	Cu	Ausbildung der Lagen	M	Cu	Ausbildung der Lagen	M	Cu	Ausbildung der Lagen	M	Cu	Ausbildung der Lagen
cm	kg/t		cm	kg/t		cm	kg/t		cm	kg/t		cm	kg/t	
0-8	19,1	Schwarzkopf (feink.) mit Einsprengl.	0-5	39,9	Schwarzkopf (feink.)	0-5	52,6	Schwarzkopf (feink.)	0-8	29,3	Schwarzkopf (feink.) mit Einsprengl.	0-5	56,6	Schwarzkopf (feink.)
			5-13	3,3	sandig (dunkelgr.)	5-32	2,7	sandig (hellgrau)	8-28	1,9	sandig mit Einsprengl.			
8-51	1,0	sandig mit Einsprenglingen (dunkelgr.)	13-52	1,5	sandig mit Einsprengl. (hellgrau)	32-45	3,2	konglomeratisch (hellgrau)	28-50	3,9	sandig mit Einsprengl. (hellgrau)	5-54	1,4	sandig mit Einsprengl. (hellgrau)
			52-74	3,5	sandig (dunkelgr.)	45-61	3,5	sandig (hellgrau)	50-67	6,1	sandig (dunkelgrau)	54-90	8,5	konglomeratisch (hellgrau)
74-89	12,3	konglomeratisch-sandig (lagig)	86-107	12,1	sandig-konglomeratisch (lagig)	61-72	6,1	konglomeratisch	67-88	12,2	konglomeratisch-sandig (lagig)	90-120	5,7	konglomeratisch-sandig (lagig)
89-120	7,4	konglomeratisch (hellgrau)	107-120	2,7	konglomeratisch (hellgrau)	72-80	6,7	sandig (dunkelgr.)	88-120	6,6	konglomeratisch (hellgrau)			

Fortsetzung Tabelle 6

Abbaulagenproben von der Kam. 582/81

Kam. 582

Kam. 581

18. 5. 53			18. 5. 53			11. 5. 53			9. 5. 53			22. 4. 53		
M	Cu	Ausbildung der Lagen	M	Cu	Ausbildung der Lagen	M	Cu	Ausbildung der Lagen	M	Cu	Ausbildung der Lagen	M	Cu	Ausbildung der Lagen
cm	kg/t		cm	kg/t		cm	kg/t		cm	kg/t		cm	kg/t	
0 — 10	16,1	Schwarzkopf (grobk.)	0—6	25,4	Schwarzkopf (grobk.)	0 — 11	14,0	Schwarzkopf (grobk.)	0—5	53,1	Schwarzkopf (feink.)	0—6	27,8	Schwarzkopf (grobk.)
10 — 15	4,9	sandig (dunkelgr.)	6 — 11	5,0	sandig (dunkelgr.)	11 — 20	1,5	sandig (hellgrau)	5 — 14	3,6	konglomeratistisch (hellgrau)	6 — 12	4,8	sandig (dunkelgr.)
15 — 50	5,8	konglomeratistisch (hellgrau)	11 — 25	1,2	sandig (hellgrau)	20 — 40	4,3	konglomeratistisch (hellgrau)	14 — 47	2,6	sandig (hellgrau)	12 — 22	2,1	konglomeratistisch
			25 — 57	6,3	konglomeratistisch (hellgrau)	40 — 50	9,8	sandig mit Einsprengl.	47 — 65	8,3	sandig-konglomeratistisch (lagig)	22 — 60	5,9	sandig mit Einsprengl. (hellgrau)
50 — 79	6,5	konglomeratistisch-sandig (lagig) (hellgrau)	57 — 70	10,6	sandig mit Einsprengl. (hellgrau)	50 — 80	4,1	konglomeratistisch (hellgrau)	65 — 74	7,5	sandig (hellgrau)	60 — 70	9,1	sandig (hellgrau)
			70 — 85	4,9	konglomeratistisch (hellgrau)				74 — 99	3,7	konglomeratistisch (hellgrau)	70 — 110	3,2	sandig mit Einsprenglingen (hellgrau)
79 — 120	1,9	sandig (hellgrau)	85 — 120	3,0	sandig (hellgrau)	80 — 120	1,2	sandig (hellgrau)	99 — 120	2,2	sandig (hellgrau)			

Tabelle 8 Metallgehalte der Bohrprofile der Tiefbohrungen
(kg/m²-Werte) (Südmulde)

Lfd. Nr.	Bohrung	Cu	Pb	Zn	Σ (Cu,Pb,Zn)	M	Bemerkungen
1	Ro. 6	83,5 (113,3)	14,2	26,9	124,6	73,5	
2	" 7	58,2 (54,7)	7,4	0,7	66,3	115,0	
3	" 8	97,1 (97,8)	9,6	29,7	136,4	80,0	
4	" 12	23,2	—	—	—	58,0	Cu
5	" 10	16,3 (15,1)	—	0,2	16,5	56,0	
6	" 3	9,5 (0,6)	3,7	10,0	23,2	47,7	
7	" 1	19,5	16,2	24,8	60,5	67,2	
8	" 2	7,0	25,8	22,0	54,8	82,5	
9	" 4	10,8	15,7	31,6	58,1	77,5	
10	" 13	7,1 (7,9)	17,7	29,4	54,2	64,5	
11	Jb. 1	8,6	25,2	31,0	64,8	62,5	
12	" 4	1,4	11,2	33,4	46,0	62,0	
13	Ma. 6	30,5	3,1	8,1	41,7	68,0	
14	Wo. 1	15,7	6,2	24,1	46,0	95,5	
15	" 5	21,3	4,8	14,4	40,5	40,5	
16	Ro. 5	4,2	7,3	8,9	20,4	49,0	
17	Ma. 5	21,3	7,3	14,5	43,1	55,5	
18	" 7	13,0 (18,1)	8,8	19,5	41,3	61,5	
19	" 1	17,7	4,8	13,2	35,7	47,7	
20	" 3	18,7	3,7	10,0	32,4	46,5	
21	Hö. 1	11,8 (14,7)	5,6	10,6	28,0	45,5	
22	" 2	9,0	7,0	15,7	31,7	76,0	
23	Wo. 3	12,2	—	—	—	35,5	Cu
24	Ri. 4	30,8	—	—	—	80,0	Cu
25	" 5	9,1	—	—	—	84,5	Cu
26	" 6	12,6	—	—	—	94,5	Cu
27	" 7	23,4	—	—	—	49,0	Cu
28	" 1	9,8	3,9	10,0	23,7	40,0	
29	Jb. 2	8,3	—	—	—	?	Cu
30	Wo. 2	7,4	5,3	11,6	24,3	54,5	
31	" 4	6,1	3,4	12,3	21,8	32,5	
32	" 6	9,0	7,7	16,9	33,6	44,0	
33	Ma. 2	8,9	5,1	17,9	31,9	58,5	
34	Be. 1	5,5	6,1	13,8	25,4	45,0	
35	W.L.	3,6	2,9	16,8	23,3	55,7	
36	Ri. 2	14,0	—	—	—	30,0	Cu
37	" 3	17,6	—	—	—	34,0	Cu
38	Ma. 4	9,5	—	—	—	41,5	Cu
39	Sü. 1	5,8	—	—	—	24,5	Cu
40	" 2	0,0 (4,1)	3,9	18,2	22,1	71,5	
41	Ro. 9	0,7	—	—	—	60,0	
42	" 11	0,3	—	—	—	88,0	
43	Jb. 3	—	—	—	—	—	G

M — Analyisierte Schiefermächtigkeit

(4,1) — Kupfergehalt der Ablenkung

Bemerkungen: G — Tektonisch gestörte Profile, keine Bestimmungen durchgeführt

Cu — Nur Kupferbestimmungen durchgeführt

Fortsetzung Tabelle 8

(Nordmulde)

Lfd. Nr.	Bohrung	Cu		Pb	Zn	Σ (Cu, Pb, Zn)	M	Bemerkungen
		kg/m ²	cm					
1	De. 2	105,8	—	—	—	105,8	154,0	
2	Wei. 12	52,8	—	—	—	52,8	120,5	
3	Ta. 2	63,2	—	—	—	63,2	201,0	
4	So. 8	42,3	—	—	—	42,3	63,0	
5	Wei. 1	14,3	—	—	—	14,3	37,0	
6	Wei. 7	32,1	—	—	—	32,1	49,0	
7	Wei. 10	26,0	0,1	—	—	26,1	43,0	
8	De. 3	23,6	0,1	—	—	23,7	25,0	
9	So. 13	22,7	2,3	11,4	—	36,4	54,0	
10	So. 11	12,3	7,6	9,8	—	29,7	109,5	
11	Wei. 2	11,5	1,0	3,9	—	16,4	36,3	
12	Mö. 1	13,6	3,3	5,3	—	22,2	61,0	
13	Wei. 3	13,9	2,0	2,5	—	18,4	18,5	
14	Wei. 11	9,1	5,0	17,7	—	31,8	52,0	
15	De. 4	8,4	8,4	34,8	—	51,6	68,8	
16	So. 7	10,9	4,8	17,2	—	32,9	119,0	
17	So. 14	22,1	0,4	2,1	—	24,6	23,2	
18	Co. 3	16,2	1,6	8,9	—	26,7	34,5	
19	Mö. 2	4,1	8,7	17,0	—	29,8	80,7	
20	Co. 2	6,0	2,4	8,8	—	17,2	37,0	
21	So. 3	3,0	—	—	—	—	79,0	Cu
22	So. 4	14,9	—	—	—	14,9	75,7	Pb, Zn - 18 cm
23	Wei. 6	9,6	2,8	5,5	—	17,9	59,5	
24	Mö. 3	11,9	0,1	1,3	—	13,3	47,0	Pb, Zn - 18 cm
25	Ta. 3	1,1	5,1	0,6	—	6,8	66,5	
26	Ta. 5	0,4	7,8	34,0	—	42,2	78,0	
27	Li. 1	2,0	12,6	43,0	—	57,6	93,0	
28	Li. 2	0,3	7,8	31,5	—	39,6	59,8	
29	Ne. 2	0,2	13,9	35,3	—	49,4	79,5	
30	Ne. 3	0,4	1,6	4,4	—	6,4	31,5	
31	Wei. 4	0,7	4,6	18,5	—	23,8	40,5	
32	Wei. 5	0,2	4,6	18,7	—	23,5	38,0	
33	Wei. 8	0,9	12,0	18,8	—	31,7	55,0	
34	So. 2	0,2	?	?	—	?	?	Pb, Zn best.
35	So. 9	1,7	4,3	22,2	—	28,2	74,5	
36	Co. 5	1,5	4,1	22,8	—	28,4	56,5	
37	Ta. 4	0,2	—	—	—	—	26,5	Cu
38	De. 1	0,6	—	—	—	—	32,0	Cu
39	Mö. 5	—	—	—	—	—	200,0	Cu
40	Mö. 6	—	—	—	—	—	81,0	Cu
41	So. 12	0,8	—	—	—	—	61,0	Cu
42	Co. 4	0,6	0,1	Sp.	—	0,7	46,5	
43	Wei. 9	0,3	0,5	—	—	0,8	50,5	
44	So. 1	—	—	—	—	—	—	G
45	So. 5	—	—	—	—	—	—	G
46	So. 6	—	—	—	—	—	—	G
47	So. 10	—	—	—	—	—	—	G
48	Co. 1	—	—	—	—	—	—	G
49	Mö. 4	—	—	—	—	—	—	G
50	Ta. 1	—	—	—	—	—	—	G
51	Ne. 1	—	—	—	—	—	—	G

Tabellarische Zusammenstellung der Analysenwerte der 12 erzmikroskopisch-analytisch untersuchten Profile (nach Bestimmungen des Betriebslaboratoriums der Kurhessischen Kupferschieferbergbau GmbH, Sontra)

Tabelle 14

Wo. 1a

Mächtigkeit	Cu	Pb	Zn	Σ (Cu, Pb, Zn)	Schichten
cm	kg/t	kg/t	kg/t	kg/t	
26 — 29	0,8	4,5	21,3	26,6	Schiefer
22 — 26	0,7	4,5	21,2	26,4	
18 — 22	0,6	4,7	17,5	22,8	
15 — 18	0,5	1,6	13,1	15,2	
12 — 15	2,1	2,5	3,7	8,3	
10 — 12	9,2	1,4	0,7	11,3	
8 — 10	9,9	1,2	0,6	11,7	
6 — 8	11,2	1,5	0,6	13,3	
4 — 6	16,2	2,8	0,6	19,6	
2 — 4	33,6	0	0,4	34,0	
0 — 2	12,5	0	0,8	13,3	Wo. 1b
					Cu
					kg/t
0 — 1,5	130,1	0	1,6	131,7	214,4
1,5 — 3,0	46,1	0	1,2	47,3	73,5
3,0 — 4,5	14,2	0	0,5	14,7	22,7
4,5 — 6,0	6,9	0	0,3	7,2	6,5
6,0 — 8,5	7,7	0	0,4	8,1	8,3
8,5 — 11,0	4,1	0	0,2	4,3	7,5
11,0 — 13,5	2,6	0	0,3	2,9	4,4
13,5 — 16,0	1,9	0	0,4	2,3	2,1
16,0 — 18,5	1,3	0	0,1	1,4	1,6
18,5 — 21,0	0,5	0	0,3	0,8	1,0
21,0 — 23,5	0,3	0	0,3	0,6	0,5
23,5 — 26,0	0,3	0	0,7	1,0	0,3
kg/m ²	4,9	1,6	5,8	12,3	Schiefer
kg/m ²	8,7	—	—	8,7	Sanderz
kg/m ²	13,6	1,6	5,8	21,0	Schiefer u. Sanderz

Wo. 1b

Mächtigkeit	Cu	Pb	Zn	Σ (Cu, Pb, Zn)	Schichten
cm	kg/t	kg/t	kg/t	kg/t	
25,1 — 26,4	2,7	9,0	16,4	28,1	Schiefer
22,7 — 25,1	3,2	5,5	20,2	28,9	
19,9 — 22,7	0,8	4,2	21,7	26,7	
16,2 — 19,9	1,7	3,2	14,9	19,8	
13,1 — 16,2	0,9	1,8	13,6	16,3	
10,6 — 13,1	2,2	2,2	1,4	5,8	
9,7 — 10,6	10,3	1,4	1,3	13,0	
7,9 — 9,7	12,1	1,1	1,0	14,2	
5,8 — 7,9	14,4	1,2	0,8	16,4	
3,9 — 5,8	15,5	3,7	0,8	20,0	
2,5 — 3,9	33,3	0,1	1,1	34,5	
0 — 2,5	25,5	1,5	3,5	30,5	

Mächtigkeit cm	Wo. 2				Wo. 3				Schichten
	Cu kg/t	Pb kg/t	Zn kg/t	Σ (Cu, Pb, Zn) kg/t	Cu kg/t	Pb kg/t	Zn kg/t	Σ (Cu, Pb, Zn) kg/t	
46 — 49	0	1,5	8,4	9,9					Schiefer
42 — 46	0	1,3	8,6	9,9					
38 — 42	0,5	3,0	15,8	19,3	0	1,0	7,4	8,4	
34 — 38	0,1	3,1	11,6	14,8	0,3	1,1	7,7	9,1	
30 — 34	0	1,9	7,7	9,6	0,7	2,1	9,3	12,1	
26 — 30	0,1	1,2	7,9	9,2	0,7	2,8	13,7	17,2	
22 — 26	1,9	3,9	16,5	22,3	1,0	3,0	22,6	26,6	
18 — 22	0,5	3,3	17,7	21,5	0,8	2,3	20,0	23,1	
15 — 18	0,9	4,9	21,9	27,7	1,2	4,1	18,0	23,3	
12 — 15	1,0	2,4	3,1	6,5	1,3	2,7	1,8	5,8	
10 — 12	1,0	2,3	3,1	6,4	6,2	1,2	0,6	8,0	
8 — 10	5,1	2,0	0,9	8,0	14,4	0,7	0,2	15,3	
6 — 8	12,2	1,2	0,9	14,3	15,6	1,0	0,5	17,1	
4 — 6	15,7	3,6	1,2	20,5	27,9	0,7	0,4	29,0	
2 — 4	40,3	9,4	1,2	50,9	32,3	0	0,9	33,2	
0 — 2	19,2	0	0,6	19,8	15,1	0	0,6	15,7	
0 — 1,5	81,8	0	0,5	82,3	63,0	0	4,5	67,5	Sanderz
1,5 — 3,0	13,8	0	0,7	14,5	21,6	0	2,5	24,1	
3,0 — 4,5	18,0	0	1,0	19,0	40,4	0	3,0	43,4	
4,5 — 6,0	10,7	0	0,3	11,0	22,4	0	1,8	24,2	
6,0 — 8,5	5,4	0	0,5	5,9	7,1	0	2,5	9,6	
8,5 — 11,0	8,9	0	0,5	9,4	6,0	0	1,3	7,3	
11,0 — 13,5	4,3	0	0,9	5,2	4,1	0	0,6	4,7	
13,5 — 16,0	6,2	0	0,9	7,1	5,3	0	0,3	5,6	
16,0 — 18,5					5,8	0	0,4	6,2	
18,5 — 24,0					1,1	0	0,9	2,0	
kg/m ²	5,3	3,3	10,2	18,8	6,3	2,0	10,4	18,7	Schiefer
kg/m ²	6,5	—	—	6,5	7,5	—	—	7,5	Sanderz
kg/m ²	11,8	3,3	10,2	25,3	13,8	2,0	10,4	26,2	Schiefer u. Sanderz

Fortsetzung Tabelle 14

Wo. 4					Wo. 5					Schichten
Mächtigkeit	Cu	Pb	Zn	$\Sigma(\text{Cu,Pb,Zn})$	Mächtigkeit	Cu	Pb	Zn	$\Sigma(\text{Cu,Pb,Zn})$	
cm	kg/t	kg/t	kg/t	kg/t	cm	kg/t	kg/t	kg/t	kg/t	
42—46	0,7	1,3	7,4	9,4						Schiefer
38—42	0	1,2	8,3	9,5						
34—38	0	0,9	7,6	8,5						
30—34	0	0,9	6,1	7,0						
26—30	0	1,5	9,1	10,6	28—32	0,6	2,4	10,9	13,9	
22—26	1,2	2,6	8,2	12,0	24—28	2,1	5,3	13,1	20,5	
18—22	2,8	4,1	11,9	18,8	20—24	0,8	2,9	17,6	21,3	
15—18	2,2	3,4	14,9	20,5	16—20	0,5	2,3	17,7	20,5	
12—15	1,7	3,0	15,8	20,5	13—16	0,5	2,7	15,3	18,5	
10—12	3,2	1,0	0,6	4,8	10—13	2,9	1,9	3,0	7,8	
8—10	4,1	0,3	1,5	5,9	8—10	10,0	1,4	2,6	14,0	
6—8	13,4	0,4	0,9	14,7	6—8	13,3	1,6	0,7	15,6	
4—6	21,4	1,0	0,6	23,0	4—6	18,8	13,7	0,8	33,3	
2—4	30,2	0,4	0,3	30,9	2—4	22,8	8,2	1,0	32,0	
0—2	18,4	0	0,1	18,5	0—2	18,1	0	1,3	19,4	
					0—1,5	50,2	0	2,2	52,4	Sandertz
					1,5—3,0	17,0	0	1,3	18,3	
					3,0—4,5	7,3	0	0,6	7,9	
					4,5—6,0	13,1	0	1,6	14,7	
					6,0—8,5	10,7	0	0,3	11,0	
					8,5—11,0	19,2	0	0,7	19,9	
					11,0—13,5	6,9	0	1,3	8,2	
					13,5—17,0	4,8	0	1,4	6,2	
		Cu, Pb und Zn für Sandertz nicht bestimmt.								
kg/m ²	5,4	1,9	8,1	15,4		4,9	2,9	7,8	15,6	Schiefer
kg/m ²	—	—	—	—		6,1	—	—	6,1	Sandertz
kg/m ²	—	—	—	—		11,0	2,9	7,8	21,7	Schiefer u. Sandertz

Fortsetzung Tabelle 14

Mächtigkeit	Wo. 6				(M)	Wo. 7				Schichten
	Cu	Pb	Zn	Σ (Cu, Pb, Zn)		Cu	Pb	Zn	Σ (Cu, Pb, Zn)	
cm	kg/t	kg/t	kg/t	kg/t	(cm)	kg/t	kg/t	kg/t	kg/t	
42 —44						0	2,2	11,3	13,5	Schiefer
38 —42	0,3	1,0	7,6	8,9		0	1,2	10,1	11,3	
34 —38	0	1,0	10,6	11,6		0	2,3	10,8	13,1	
30 —34	0,2	1,6	6,9	8,7		0,1	0,8	6,7	7,6	
26 —30	0,4	2,7	8,2	11,3		0,7	1,2	8,0	9,9	
22 —26	2,9	4,1	15,1	22,1		1,0	2,3	10,8	14,1	
18 —22	1,1	2,6	15,0	18,7		2,1	4,6	17,3	24,0	
15 —18	1,9	3,1	12,4	17,4		1,1	2,4	15,6	19,1	
12 —15	4,6	0,5	0,9	6,0		1,2	2,4	18,3	21,9	
10 —12	7,5	0,2	1,4	9,1		1,6	0,6	1,2	3,4	
8 —10	10,6	0,4	0,4	11,4		4,8	0,2	1,0	6,0	
6 — 8	13,6	0,9	0,8	15,3		12,8	0	0,6	13,4	
4 — 6	19,4	0,6	0,8	20,8		17,3	0,3	0,5	18,1	
2 — 4	31,2	0	3,3	34,5		26,2	0	0,6	26,8	
0 — 2	20,3	0	0,4	20,7		17,7	0	0,8	18,5	
0 — 1,5	29,5	0	0,5	30,0		41,1	0	1,2	42,3	Sanderz
1,5— 3,0	4,6	0	0,7	5,3		5,2	0	0,6	5,8	
3,0— 4,5	8,8	0	1,0	9,8		12,6	0	0,9	13,5	
4,5— 6,0	28,6	0	0,7	29,3		13,3	0	1,2	14,5	
6,0— 7,5	15,3	0	0,6	15,9	(-8,5)	9,1	0	0,5	9,6	
7,5—10,0	9,0	0	0,6	9,6	(-11)	6,0	0	1,9	7,9	
10,0—12,5	5,9	0	0,6	6,5	(-15)	5,0	0	0,7	5,7	
12,5—15,0	5,5	0	0,3	5,8						
15,0—17,5	4,9	0	0,6	5,5						
17,5—22,5	1,1	0	0,6	1,7						
kg/m ²	5,3	1,7	8,4	15,4		4,9	1,8	9,7	16,4	Schiefer
kg/m ²	5,0	—	—	5,0		4,8	—	—	4,8	Sanderz
kg/m ²	10,3	1,7	8,4	20,4		9,7	1,8	9,7	21,2	Schiefer u. Sanderz

Fortsetzung Tabelle 14

Schn. 1

Mächtigkeit	Cu	Pb	Zn	Σ (Cu, Pb, Zn)	Schichten
cm	kg/t	kg/t	kg/t	kg/t	
52 — 54,5	0,5	2,7	10,7	13,9	Schiefer
48 — 52	0,4	1,7	6,9	9,0	
44 — 48	0,2	1,7	7,8	9,7	
40 — 44	0,6	1,2	6,9	8,7	
36 — 40	0,6	1,4	6,9	8,9	
32 — 36	0,7	2,9	8,3	11,9	
28 — 32	0,3	3,7	11,5	15,5	
24 — 28	2,3	7,7	15,1	25,1	
20 — 24	0,7	5,2	17,0	22,9	
17 — 20	0,4	3,0	17,6	21,0	
14 — 17	0,3	2,9	17,1	20,3	
12 — 14	0,4	3,9	20,3	24,6	
10 — 12	1,0	5,1	20,0	26,1	
8 — 10	1,6	4,3	10,9	16,8	
6 — 8	5,2	3,0	1,5	9,7	
4 — 6	16,1	14,5	10,6	41,2	
2 — 4	15,7	23,8	0,8	40,3	
0 — 2	12,6	0,7	0,8	14,1	
0 — 1,5	48,2	0	0,4	48,6	Sanderz
1,5 — 3,0	41,1	0	0,5	41,6	
3,0 — 4,5	29,0	0	0,4	29,4	
4,5 — 6,0	7,7	0	0,4	8,1	
6,0 — 8,5	3,5	0	0,6	4,1	
8,5 — 11,0	3,7	0	0,6	4,3	
11,0 — 14,5	4,1	0	0,5	4,6	
kg/m ²	3,5	5,8	12,2	21,5	Schiefer
kg/m ²	5,6	—	—	5,6	Sanderz
kg/m ²	9,1	5,8	12,2	27,1	Schiefer u. Sanderz

Fortsetzung Tabelle 14

Schn. 2					Schn. 3				Schichten
Mächtigkeit	Cu	Pb	Zn	$\Sigma(\text{Cu,Pb,Zn})$	Cu	Pb	Zn	$\Sigma(\text{Cu,Pb,Zn})$	
cm	kg/t	kg/t	kg/t	kg/t	kg/t	kg/t	kg/t	kg/t	
38 —42	0,4	2,4	8,0	10,8	0	2,8	8,1	10,9	Schiefer
34 —38	0,5	2,5	11,7	14,7	0,1	3,5	9,3	12,9	
30 —34	0,1	1,5	10,6	12,2	0,2	3,3	10,1	13,6	
26 —30	0,5	2,0	6,9	9,4	0,1	2,5	9,4	12,0	
22 —26	0,7	3,5	10,5	14,7	0,7	9,9	24,7	35,3	
18 —22	1,0	4,9	24,5	30,4	0,8	4,8	21,7	27,3	
15 —18	0,5	3,3	26,6	30,4	0,7	4,6	24,4	29,7	
12 —15	1,2	2,6	20,7	24,5	0,7	2,7	12,6	16,0	
10 —12	0,7	3,7	16,3	20,7	2,4	2,1	1,3	5,8	
8 —10	3,9	4,1	4,6	12,6	8,9	1,9	0,4	11,2	
6 — 8	8,1	2,5	0,4	11,0	15,5	3,7	0,3	19,5	
4 — 6	19,6	15,7	0,3	35,6	15,0	7,4	0,6	23,0	
2 — 4	27,2	7,7	0,3	35,2	40,2	0	0,6	40,8	
0 — 2	28,4	0,1	0,3	28,8	27,3	0	0,7	28,0	
0 — 1,5	32,7	0	0,4	33,1	40,8	0	0,4	41,2	
1,5— 3,0	16,4	0	0,5	16,9	21,1	0	0,4	21,5	
3,0— 4,5	10,0	0	0,4	10,4	24,2	0	0,1	24,3	
4,5— 6,0	20,1	0	0,4	20,5	6,7	0	0,3	7,0	
6,0— 8,5	10,2	0	0,6	10,8	1,6	0	0,4	2,0	
8,5—11,0	1,6	0	0,6	2,2	3,3	0	0,4	3,7	
11,0—13,5	0,1	0	0,5	0,6	3,7	0	0,4	4,1	
kg/m ²	5,0	3,9	12,5	21,4	6,1	4,3	13,1	23,5	Schiefer
kg/m ²	4,9	—	—	4,9	3,9	—	—	3,9	Sanderz
kg/m ²	9,9	3,9	12,5	26,3	10,0	4,3	13,1	27,4	Schiefer u. Sanderz

Schn. 4

Mächtigkeit	Cu	Pb	Zn	$\Sigma(\text{Cu,Pb,Zn})$	Schichten
cm	kg/t	kg/t	kg/t	kg/t	
48 —51,5	0,3	3,9	11,2	15,4	Schiefer
44 —48	0,3	3,1	6,9	10,3	
40 —44	0,3	2,6	8,8	11,7	
36 —40	0,4	2,1	4,5	7,0	
32 —36	0,9	2,7	6,1	9,7	
28 —32	1,2	3,3	8,1	12,6	
24 —28	3,5	3,8	14,5	21,8	
20 —24	5,9	1,8	0,5	8,2	
17 —20	4,1	2,6	1,6	8,3	
14 —17	9,8	1,1	1,0	11,9	
11,5—14	12,6	0,2	0,6	13,4	
9,5—11,5	12,0	0,1	0,3	12,4	
7,5— 9,5	17,1	0,1	0,4	17,6	
5,5— 7,5	26,8	0	0,5	27,3	
3,5— 5,5	34,7	0	0,4	35,1	
1,5— 3,5	56,1	0	0,5	56,6	
0 — 1,5	47,2	0	0,6	47,8	
kg/m ²	12,5	2,7	6,5	21,7	

Analysenwerte der Betriebslagenproben (Sanderz) vom Dezember 1952 bis Juli 1953 aus dem Abbaurevier am Berg 5, Westfeld Schnepfenbuschschacht (nach Bestimmungen des Betriebslaboratoriums der Kurhessischen Kupferschieferbergbau GmbH, Sontra)

Tabelle 15

Betriebslagenproben Dezember 1952

Cu-Gehalt in kg/t

M	1.	2.	3.	4.	M.-W. 1.-4.	1.	2.	3.	4.	M.-W. 1.-4.	1.	2.	3.	4.	M.-W. 1.-4.	1.	2.	3.	4.	M.-W. 1.-4.				
cm	Kam. 588						Kam. 587						Kam. 586						Kam. 585					
20	16,8	15,5	15,7	22,5	17,6	14,5	11,6	13,5	8,7	12,1	16,9	12,2	11,1	13,5	13,4	6,8	10,0				8,4			
40	0,7	2,6	2,4	2,0	1,9	1,0	0,9	1,1	1,4	1,1	1,1	0,6	0,6	0,6	0,7	0,9	0,7				0,8			
60	2,4	1,5	4,2	2,0	2,5	1,2	0,5	0,4	0,9	0,8	1,8	1,9	1,6	1,8	1,8	2,8	2,2				2,5			
80	3,2	2,1	4,2	2,5	3,0	3,9	4,1	3,1	3,1	3,6	2,2	2,8	2,2	2,3	2,4	1,6	8,0				4,8			
100	4,2	5,9	3,6	3,0	4,2	9,1	6,1	6,8	7,4	7,4	3,5	3,7	4,0	4,6	4,0	5,7	6,5				6,3			
120	6,4	9,0	12,7	3,8	7,9	10,0	6,4	8,0	6,4	7,7	7,2	8,2	5,1	9,8	7,6	3,3	7,0				5,2			
130								10,6		10,6	7,4	9,8	7,5		8,2		3,4				3,4			
140			6,0		6,0			4,6		4,6			6,6		6,6		0,5				0,5			
160			6,5		6,5			0,5		0,5			2,6		2,6		0,0				0,0			
180			8,6		8,6			0,4		0,4			1,0		1,0		0,0				0,0			
200			3,2		3,2			0,1		0,1			0,0		0,0		0,3				0,3			
	Kam. 584						Kam. 583						Kam. 582						Kam. 581					
20	12,7	8,9	8,1	10,3	10,0	11,1	7,6	7,3	5,0	7,8	15,7	14,6	8,1	10,2	12,2	16,9	19,9	8,5	15,0		15,1			
40	1,0	2,0	0,9	1,3	1,3	5,2	4,5	2,9	5,0	4,4	6,4	6,8	5,3	5,0	5,9	4,8	3,7	4,9	6,1		4,8			
60	4,5	6,3	7,0	6,3	6,0	8,9	8,9	7,3	8,1	8,3	6,2	6,9	5,7	8,8	6,9	4,5	7,4	4,9	7,0		6,0			
80	9,3	8,2	10,0	7,6	8,7	5,0	5,8	6,9	6,1	6,0	4,1	4,7	4,9	7,2	5,2	4,4	7,0	4,3	2,4		4,5			
100	5,1	2,3	7,5	5,1	5,0	2,5	2,6	2,5	2,5	2,5	2,2	1,2	4,0	2,5	2,5	2,6	3,4	4,0	2,0		3,0			
110	0,9	1,9	2,7	1,0	1,6	5,5	5,6	4,0	4,3	4,9	3,0	2,4	1,9	1,5	2,2	3,8	3,6	1,4	4,0		3,2			
120				1,3	1,3				1,4	1,4				0,8	0,8						2,7			
140				2,7	2,7				1,2	1,2				0,3	0,3						0,3			
160				1,8	1,8				0,3	0,3				0,1	0,1						0,2			
180				0,4	0,4				0,1	0,1				0,6	0,6						0,0			
200				0,6	0,6				0,4	0,4				0,3	0,3						0,2			

Betriebslagenproben Januar 1953

Cu-Gehalt in kg/t

M	1.	2.	3.	4.	M.-W. 1.-4.	1.	2.	3.	4.	M.-W. 1.-4.	1.	2.	3.	4.	M.-W. 1.-4.	1.	2.	3.	4.	M.-W. 1.-4.
	Kam. 588					Kam. 587					Kam. 586					Kam. 585				
20	14,5	16,0	17,7	12,2	15,1	17,0	12,2	17,4	17,8	16,1	22,1	13,6	15,1	13,6	16,1	11,4	9,5	10,7	8,5	10,0
40	1,5	2,1	1,0	2,2	1,7	0,9	1,4	1,1	1,4	1,2	1,6	1,3	2,3	1,3	1,6	5,5	1,5	1,2	0,7	2,2
60	1,3	2,9	0,9	1,5	1,7	2,3	1,9	0,7	0,8	1,4	0,9	4,5	2,3	2,7	2,6	8,5	5,5	3,2	2,3	4,9
80	2,5	3,3	1,6	3,2	2,7	3,5	1,7	1,4	1,9	2,1	1,3	4,3	2,9	3,6	3,0	4,5	9,4	5,5	0,0	4,9
100	5,5	7,0	6,2	3,0	5,4	5,6	3,6	5,4	3,8	4,6	5,0	7,1	6,5	4,9	5,9	5,6	2,4	8,8	5,3	5,5
110																	5,0	4,6	0,9	3,5
120	6,4	9,0	6,2	7,9	7,4	12,1	5,2	7,6	9,8	8,7	6,7	8,7	8,6	6,0	7,5	2,7				2,7
130																1,5				1,5
140	8,6	7,8	8,7	8,6	8,4	3,7	7,0	8,9	10,5	7,5	3,8	1,5	2,1	0,9	2,1					

	Kam. 584					Kam. 583				Kam. 582					Kam. 581				
20	14,0	15,5	10,5	6,3	11,6	9,5	10,8	5,2	8,5	12,2	6,6	8,3	10,4	9,4	16,2	8,8	12,6	9,4	11,8
40	1,2	1,5	0,4	1,0	1,0	0,8	3,6	1,3	1,9	5,2	2,7	8,8	6,5	5,8	4,6	4,4	5,6	4,2	4,7
60	1,4	8,5	0,8	4,2	3,7	6,2	8,4	1,0	5,2	10,7	5,7	7,8	9,2	8,4	7,4	7,3	7,6	8,2	7,6
80	1,1	6,6	1,1	6,3	3,8	11,8	7,8	0,8	6,8	5,0	2,0	2,5	5,4	3,7	3,1	5,1	3,0	4,9	4,0
100	3,2	6,1	0,6	8,0	4,5	6,6	5,1	0,3	2,4	2,8	0,8	2,8	2,6	2,3	1,4	1,5	0,8	1,6	1,3
110	3,2	2,2	0,8	6,6	3,2	2,4	2,5	2,4	2,4										
120										1,9	1,1	1,7	0,6	1,3	1,0	2,5	1,0	0,8	1,3
130											1,0	0,0	0,2	0,4	0,0	0,2	0,0	0,2	0,1

Betriebslagenproben Februar 1953

Cu-Gehalt in kg/t

M	1.	2.	3.	M.-W. 1.-3.	1.	2.	3.	M.-W. 1.-3.	1.	2.	3.	M.-W. 1.-3.	1.	2.	3.	M.-W. 1.-3.
	Kam. 588				Kam. 587				Kam. 586				Kam. 585			
20	9,4	37,5	15,6	20,8	8,6	22,8	27,3	19,6	15,1	13,5		14,3	8,6	12,6	10,0	10,4
40	2,0	1,3	2,9	2,1	1,5	1,5	0,9	1,3	2,6	1,1		1,8	0,7	1,5	1,3	1,2
60	1,8	1,5	1,1	1,5	1,0	1,5	1,0	1,2	4,6	4,5		4,6	3,3	3,6	5,8	4,2
80	3,5	2,9	1,5	2,6	3,6	1,8	1,4	2,3	5,1	5,9		5,5	4,5	5,3	4,3	4,7
100	3,9	6,3	2,0	4,1	3,1	2,8	2,1	2,7	8,6	8,5		8,6	7,2	8,2	9,0	8,1
110													9,6	8,9	6,5	8,3
120	8,6	7,0	10,6	8,7	6,1	6,9	5,3	6,1	5,8	1,6		3,7				
140	8,7	5,0	8,6	7,4	12,2	10,8	7,1	10,0	1,1	0,5		0,8				

	Kam. 584				Kam. 583				Kam. 582				Kam. 581			
20	6,4	15,7	13,3	11,8	5,4	13,8	12,8	10,6	14,2	19,7	6,7	13,5	6,3	7,5	12,9	8,9
40	1,5	0,9	1,3	1,2	6,6	6,1	3,8	5,5	1,8	2,9	2,4	2,4	3,9	4,8	8,0	5,6
60	4,9	3,9	3,3	4,0	4,3	11,4	8,1	7,9	7,9	8,0	10,1	8,6	8,1	7,6	7,7	7,8
80	5,9	6,9	6,2	6,3	6,2	6,7	8,0	7,0	3,9	6,9	8,0	6,3	4,5	5,0	5,0	4,8
100	5,2	6,1	9,4	6,9	1,8	3,2	3,0	2,7	4,4	2,9	4,7	4,0	1,7	1,9	2,0	1,9
110	2,0	3,0		2,5	4,4			4,4	0,5			0,5				
120			3,0	3,0		2,6	2,3	2,5		0,3	0,8	0,5	0,8	0,7	3,1	1,5
130			2,4	2,4		0,7	0,8	0,8		0,3	0,3	0,3	0,6	0,9	0,7	0,7

Betriebslagenproben Juni 1953

Cu-Gehalt in kg/t

M	1.	2.	3.	4.	M.-W. 1.-4.	1.	2.	3.	4.	M.-W. 1.-4.	1.	2.	3.	4.	M.-W. 1.-4.	1.	2.	3.	4.	M.-W. 1.-4.	
	Kam. 588					Kam. 587					Kam. 586					Kam. 585					
20	25,1	15,3	28,4	20,0	22,2	18,1	27,8	12,2	31,8	23,0	26,6	26,6	12,2	15,9	20,2	10,4	14,7				
40	2,3	6,9	1,8	1,6	3,2	2,2	1,8	2,6	1,4	2,0	1,2	1,2	1,0	1,2	2,0	1,3	1,4				
60	1,9	2,3	2,0	2,2	2,1	3,2	2,1	3,5	4,6	3,4	4,5	4,5	1,8	1,3	3,7	2,5	2,3				
80	2,7	2,9	2,8	3,5	3,0	2,2	1,2	3,2	3,3	2,5	2,8	2,8	2,8	2,0	2,4	2,5	2,4				
100	3,9	3,6	4,6	2,5	3,7	5,9	0,7	2,9	1,6	2,8	2,4	2,4	2,6	2,2	4,0	2,5	2,8				
120	8,4	10,7	7,0	4,2	7,6	4,8	0,9	4,7	2,5	3,2	4,7	4,7	5,7	4,7	10,0	7,8	7,1				
140	8,0	10,7	11,5	11,5	10,4	4,8	3,1	7,1	1,6	4,2	5,7	5,7	7,7	7,9			7,8				
160	5,8	3,7	5,1	10,1	6,2																
170	1,5	4,2			2,9																

	Kam. 584						Kam. 583						Kam. 582						Kam. 581					
20	20,6	13,9	15,9	19,4	17,5	13,2	16,7	10,6	23,2	15,9	11,1	16,3	11,5	12,0	12,7	3,7	5,1	3,3				4,0		
40	1,2	1,1	1,1	1,5	1,2	1,0	2,8	2,4	1,2	1,8	1,7	3,7	0,5	1,3	1,8	2,4	3,9	4,1				3,5		
60	3,0	3,6	3,3	3,1	3,3	3,5	1,0	4,6	2,8	3,0	5,8	5,2	1,2	6,5	4,7	7,9	12,9	11,3				10,7		
80	3,1	2,6	3,3	2,9	3,0	5,4	3,6	4,9	7,7	5,4	6,2	4,7	6,1	7,1	6,0	6,0	10,2	11,5				9,2		
100	5,0	5,6	3,0	2,8	4,1	10,7	9,3	7,6	13,0	10,2	5,7	2,6	6,9	8,2	5,8	4,8	3,4	2,9				3,7		
120	6,9	12,5	10,9	10,5	10,2	8,3	11,2	5,4	3,6	7,1	2,3	1,8	2,3	1,7	2,0									

Fortsetzung Tabelle 15

Betriebslagenproben Juli 1953

Cu-Gehalt in kg/t

M	1.	2.	3.	4.	M.-W. 1.-4.	1.	2.	3.	4.	M.-W. 1.-4.	1.	2.	3.	4.	5.	M.-W. 1.-5.	1.	2.	3.	M.-W. 1.-3.			
	Kam. 588						Kam. 587						Kam. 586						Kam. 582 nicht belegt.				
20	30,2	18,9	5,0	14,4	17,1	7,9	15,9	16,5	14,2	13,8	14,9	10,8	15,1	8,7	18,7	13,6							
40	1,4	1,4	6,2	0,9	2,5	2,2	1,9	3,6	1,5	2,4	1,9	1,5	1,8	1,1	1,6	1,6							
60	1,6	1,9	7,5	1,2	3,1	5,4	4,8	4,0	2,0	4,1	3,6	2,8	3,6	3,0	3,5	3,3							
80	2,5	2,9	6,1	2,5	3,5	1,2	2,7	1,9	2,0	1,9	3,8	9,9	3,3	3,3	5,4	5,1							
100	3,0	3,0	12,6	3,5	5,5	5,0	5,3	4,4	7,4	5,5	4,6	12,4	4,9	4,3	5,7	6,4							
120	2,6	6,4	1,0	5,6	3,9	6,1	5,9	7,0	4,6	5,9	7,6	17,0	14,1	7,7	5,8	10,4							
140	9,0	10,5	2,4	5,9	6,9	8,5	5,2	6,4	4,7	6,2	5,7	0,8	2,5	1,6	2,4	2,6							
160	6,3	5,3	4,0	7,5	5,8		3,1	1,2	0,5	1,6						0,4							
180	1,4	4,5			2,9		1,8	1,1	0,7	1,2						0,5							
200	0,0	0,6			0,6		0,5	0,3	2,3	1,0						0,7							
220	1,5	0,5			1,0		0,6	0,4	0,9	0,6						0,3							
240	0,4	0,5			0,5		0,7	0,8	0,2	0,6						0,9							
260	0,4	0,5			0,5		0,3	0,4	0,2	0,3						0,2							
280	0,5	0,6			0,6		0,5	0,3	0,3	0,4						0,2							
300	0,3	0,5			0,4		0,6	0,6		0,6						0,3							
	Kam. 585						Kam. 584						Kam. 583						Kam. 581				
20	9,3	12,4	15,1	16,5	13,3	16,3				16,3	13,7	7,5	12,0	12,4		11,4	13,8	7,2	10,5		10,2		
40	1,1	1,9	1,4	1,3	1,4	2,4				2,4	1,2	2,1	1,2	1,2		1,4	5,9	4,2	3,3		4,5		
60	2,1	2,0	3,2	3,6	2,7	4,6				4,6	4,3	3,8	2,7	3,5		3,6	7,6	8,4	8,1		8,1		
80	2,1	2,3	3,4	2,9	2,7	3,2				3,2	6,9	4,1	2,8	5,0		4,7	2,6	3,6	4,9		3,7		
100	2,9	1,6	4,0	2,6	2,8	4,7				4,7	11,1	7,1	3,3	7,3		7,2	2,5	1,2	1,9		1,9		
120	4,6	5,6	7,4	5,8	5,9	8,4				8,4	3,2	5,7	8,2	5,4		5,6							
140	6,5	5,9	7,2	6,4	6,5	2,6				2,6	1,1	3,3	1,9			2,1							
160	1,8	0,9	0,7		1,1	0,7				0,7	2,9	0,2				1,6							
180	2,9	0,5	0,3		1,2	0,3				0,3	0,4	0,2				0,3							
200	0,9	0,4	0,6		0,6	0,6				0,6	0,2	0,3				0,3							
220	1,4	0,6	0,6		0,9	0,6				0,6	0,2	0,2				0,2							
240	0,7	0,9	1,0		0,9	1,0				1,0	0,6	0,1				0,3							
260	0,6	0,3	0,3		0,4	0,3				0,3	0,7	0,1				0,4							
280	0,7	0,4	0,3		0,4	0,3				0,3	0,5	0,0				0,3							
300	0,4	0,2	1,1		0,6	1,1				1,1	0,4	0,0				0,2							

Tabelle 16

Analysenwerte von je 10 Hauptlagenproben (Bohrproben) aus dem Hilfsflachen, 1. Sohle 0, und aus der Abbauabteilung am Berg 6, Friedrich-Stolln 0, Schnepfenbuschschacht (nach Bestimmungen des Betriebslaboratoriums der Kurhessischen Kupferschieferbergbau GmbH, Sontra)

M	Kupfergehalt der Einzelproben					Mittelwert	
	cm	kg/t	kg/t	kg/t	kg/t	kg/t	
0— 5	54,5	42,0	34,6	43,7	28,2	40,6	Alte Strecke unterhalb des Carl-Stollns am Berg 6
— 10	5,5	5,5	7,4	9,5	5,7	6,7	
— 15	3,1	3,1	4,1	1,6	2,3	2,8	
— 20	1,9	1,3	2,7	1,9	1,3	1,8	
— 25	1,1	1,1	1,5	1,3	1,1	1,2	
— 30	0,6	0,6	0,8	1,1	1,0	0,8	
— 40	0,5	0,5	0,5	0,8	0,9	0,6	
— 60	1,3	1,3	0,9	1,2	2,0	1,3	
— 80	1,9	3,5	3,4	1,1	1,6	2,3	
—100	2,2	2,2	2,2	1,6	1,1	1,9	
—120	3,0	4,1	1,4	1,8	1,7	2,4	
—140	3,2	3,5	3,2	1,5	2,5	2,8	
—160	4,2	0,8	1,3	1,6	0,7	1,7	
—180	1,4	2,6	1,1		0,5	1,4	
—200	0,7	1,0	0,8		0,3	0,7	
0— 10	11,9	43,9	10,0	7,8	15,3	17,8	Hilfsflaches 60—360 m unterhalb der 1. Sohle 0
— 15	2,4	8,4	2,3	5,3	7,7	5,2	
— 20	3,8	4,8	19,4	8,1	4,2	8,1	
— 25	1,7	2,2	8,2	5,8	3,5	4,2	
— 30	1,4	1,4	1,5	3,1	2,5	2,0	
— 40	2,2	0,8	2,5	2,2	1,3	1,8	
— 60	1,1	1,6	3,6	1,6	0,7	1,7	
— 80	1,1	1,4	1,4	1,2	1,0	1,2	
—100	3,1	5,2	2,9	2,3	1,0	2,9	
—120	1,2	3,1	3,5	1,9	0,5	2,0	
—140	0,3	1,2	2,2	1,2	0,3	1,0	
—160	0,0	0,0	0,9	1,0	0,3	0,4	
—180	0,0	0,0	1,0	1,0	0,0	0,4	
—200	0,0	0,5	1,7	0,3	0,0	0,5	

Tabelle 18

PbS-Spektralanalysen

(nach Bestimmungen der geochemischen Abteilung
der Lagerstätten-Forschungsstelle, Clausthal)

Element	Wellenlänge der letzten Linien	Photometerwert der Intensität			Bemerkungen
		1. Probe	2. Probe	3. Probe	
Pb	28 33,07	0,1	0,25	0,102	
	26 14,18	0,0	0,10	0,001	
Ag	32 80,68	<u>1,15</u>	<u>0,3</u>	<u>0,6</u>	2. und 3. Probe mehr Ag
	24 37,79	—	—	—	
As	28 98,71	—	—	—	1. und 2. Probe mehr As
	28 60,45	29,2	26,92	27,0	
	27 80,20	*)	16,65	zu schwach	
	24 56,53	<u>22,7</u>	<u>16,25</u>	26,8	
	23 70,77	<u>31,0</u>	<u>27,4</u>	—	
	23 69,67	25,95	20,8	zu schwach	
	23 49,84	<u>10,55</u>	<u>11,6</u>	23,45	
Cu	32 73,96	<u>10,99</u>	<u>3,4</u>	13,4	1. und 2. Probe mehr Cu
	32 47,54	<u>6,35</u>	<u>1,9</u>	11,65	
Sb	32 67,50	28,4	24,45	12,0	1. und 2. Probe weniger Sb
	32 32,50	30,7	30,1	12,4	
	28 77,92	11,01	10,15	9,69	
	25 98,06	1,8	2,01	1,65	
	25 28,54	1,1	1,5	1,0	
Co	25 19,82	6,9	11,52	—	
	23 88,92	—	—	—	
	23 78,62	33,6	23,6	30,0	
	23 63,79	—	—	—	
Ni	32 32,96	—	—	—	
	31 34,10	—	—	—	
	30 99,12	—	—	—	

*) Zu dicht neben einer anderen Linie

1. Probe: Anisotroper PbS

2. " : " "

3. " : Isotroper PbS

Tabelle 19

1. Südmulde

Graphisch nicht dargestellte Analysenwerte der Tiefbohrungen

Bohrung	Mächtigkeit		Cu	Ag	Bemerkungen
	Gesamt-	Lagen-			
	cm	cm	kg/t	g/t	
Ib. 2	?	?	0,8	—	Zechsteinkalk (Bohrmehl)
	?	?	3,7	—	Kupferschiefer (Bohrmehl)
Cu	15,0	15,0	13,6	—	Konglomerat
	25,0	10,0	10,0	—	Konglomerat
Ma. 4	41,5	10,0	1,1	Sp.	
	31,5	10,0	0,1	Sp.	
	21,5	6,0	1,1	10	
	15,5	3,5	0,9	0	
	12,0	4,5	3,5	10	
	7,5	4,5	15,4	10	
	3,0	3,0	26,2	20	
	3,0	3,0	38,4	50	
	8,0	5,0	7,4	10	
	18,0	10,0	6,8	10	
	28,0	10,0	2,0	—	
	38,0	10,0	1,0	—	
	48,0	10,0	3,5	—	
	58,0	10,0	2,5	—	
68,0	10,0	2,2	Sp.		
Ro. 12	59,0	21,0	9,0	Sp.	
	38,0	20,0	8,5	Sp.	
	18,0	14,0	7,4	20	
	4,0	4,0	10,1	Sp.	
	4,0	4,0	27,8	—	
	10,0	6,0	3,5	—	
	16,0	6,0	4,0	—	
	33,0	17,0	6,2	—	
	51,0	18,0	7,2	—	
	74,0	23,0	1,7	—	
	101,0	27,0	0,3	—	
Ri. 2	30,0	5,0	1,1	Sp.	
	25,0	5,0	1,7	10	
	20,0	5,0	0,9	10	
	15,0	5,0	4,6	10	
	10,0	5,0	17,6	20	
	5,0	5,0	27,5	40	
	6,0	6,0	48,7	60	
	12,0	6,0	2,6	20	
Sü. 1	26,5	18,0	0	0	
	8,5	8,0	0,2	0	
	0,5	0,5	1,0	0	
	10,5	10,5	22,4	0	

Fortsetzung Tabelle 19

Bohrung	Mächtigkeit		Cu	Ag	Pb	Zn	Bemerkungen
	Gesamt-	Lagen-					
	cm	cm	kg/t	g/t	kg/t	kg/t	
Ri. 3 (Cu)	34,0	5,0	0,7	Sp.			
	29,0	5,0	1,1	Sp.			
	24,0	5,0	0,8	Sp.			
	19,0	5,0	0,3	10			
	14,0	5,0	0,5	10			
	9,0	5,0	1,6	Sp.			
	4,0	4,0	7,4	60			
	6,0	6,0	0,5	Sp.			
	80,2	11,0	0,4	Sp.			
	69,2	13,0	0,2	Sp.			
56,2	17,0	1,0	Sp.				
Ri. 4 (Cu)	39,2	7,5	3,9	Sp.			
	31,7	5,5	6,4	Sp.			
	26,2	7,2	4,6	Sp.			
	19,0	12,0	15,7	Sp.			
	7,0	7,0	65,4	30			
	3,0	3,0	82,7	40			
	8,0	5,0	16,4	30			
	13,0	5,0	12,2	20			
	23,0	10,0	8,1	10			
	33,0	10,0	4,0	10			
43,0	10,0	2,9	10				
Ri. 5 (Cu)	74,5	14,0	0,2	0			
	60,5	14,0	0,4	0			
	46,5	13,0	0,4	0			
	33,5	10,0	0,6	Sp.			
	23,5	8,5	1,5	Sp.			
	15,0	7,0	6,3	0			
	8,0	8,0	20,2	10			
	3,0	3,0	26,5	10			
	8,0	5,0	7,9	Sp.			
	13,0	5,0	5,0	Sp.			
48,0	35,0	0	0				
Ri. 6 (Cu)	94,5	18,0	1,1	0			
	76,5	18,0	0,3	0			
	58,5	18,5	1,6	0			
	40,0	16,0	0,8	0			
	24,0	8,0	0,7	0			
	16,0	16,0	12,1	Sp.			
	3,0	3,0	31,1	Sp.			
	8,0	5,0	33,9	Sp.			
	13,0	5,0	5,8	Sp.			
	23,0	10,0	0,9	Sp.			

Fortsetzung Tabelle 19

Bohrung	Mächtigkeit		Cu	Ag	Pb	Zn	Bemerkungen
	Gesamt- cm	Lagen- cm					
Ro. 10 	55,0	18,0	2,1	Sp.	0	0,1	
	37,0	10,0	2,8	0	0	0,5	
	27,0	9,0	2,8	Sp.	0	0,2	
	18,0	9,0	16,2	20	0	0	
	9,0	9,0	18,0	20	0	0	
	13,0	13,0	24,6	20	0	0	
	23,0	10,0	8,3	Sp.	0	0	
Ri. 7 	49,0	10,0	1,9	10			
	39,0	10,0	7,7	10			
	29,0	10,0	1,3	10			
	19,0	7,0	1,6	10			
	12,0	9,0	9,3	20			
	3,0	3,0	41,4	50			
	3,0	3,0	160,5	90			
	8,0	5,0	12,6	20			
18,0	10,0	4,9	10				
Wo. 3 	35,5	8,5	0,5	Sp.			
	27,0	16,5	1,3	Sp.			
	10,5	8,5	6,0	10			
	2,0	2,0	9,5	20			
	5,0	5,0	34,8	20			
	13,5	8,5	28,7	Sp.			
	24,5	11,0	3,0	Sp.			
Sü. 2 	71,5	13,0	0	0	0	0	
	58,5	12,5	0	Sp.	1,4	3,7	
	46,0	10,5	Sp.	Sp.	1,0	6,8	
	35,5	11,5	0,9	Sp.	2,7	13,0	
	24,0	10,0	1,5	Sp.	4,4	18,8	
	14,0	14,0	1,7	Sp.	3,7	17,9	
	8,5	8,5	14,9	20			Werte der Ablenkung Sü. 2, Pb u. Zn nicht bestimmt.
	14,5	6,0	1,0	0			
	26,5	12,0	1,1	Sp.			
	44,0	17,5	1,1	0			
Ro. 9 	59,0	19,5	0,6	0	0	0	
	39,5	11,5	0,5	0	0	0	
	28,0	8,0	0,6	Sp.	0	0	
	20,0	10,5	0,7	Sp.	0	0	
	9,5	6,5	2,3	0	0	0	
	3,0	3,0	0,5	Sp.	0	0	
	6,0	6,0	0	0	0	0	
14,0	8,0	0	0	0	0		

Fortsetzung Tabelle 19

Bohrung	Mächtigkeit		Cu	Ag	Pb	Zn	Bemerkungen
	Gesamt-	Lagen-					
	cm	cm	kg/t	g/t	kg/t	kg/t	
	138,0	10,0	Sp.		0	0	
	128,0	13,0	Sp.		0	0	
	115,0	19,0	0,1		0	0	
Ro. 11	96,0	8,5	0,1		0	0	Ag nicht bestimmt.
●	87,5	8,5	0,3		0	0	
	79,0	30,0	0,5		0	0	
	49,0	6,5	0,5		0	0	
	42,5	9,0	0,4		0	0	
	33,5	12,5	0,4		0	0	
	21,0	11,5	0,2		0	0	
	9,5	9,5	0,2		0	0	
	13,0	13,0	0,3		0	0	

2. Nordmulde

	33,0	7,0	0,2				
	26,0	4,5	0,9				
De. 1	21,5	6,5	2,8				
	15,0	3,5	2,0				
	11,5	6,5	3,6				
Cu	5,0	3,0	1,2				
●	2,0	2,0	2,1				
	3,0	3,0	7,1				
	6,0	3,0	2,7				
	27,0	13,0	0,4				
Ta. 4	14,0	6,0	2,3				
	8,0	5,5	0,4				
Cu	2,5	2,5	1,0				
●	8,5	8,5	0,3				
	15,0	6,5	0,5				
Mö. 5	200,0	50,0	0,6				Kupferschieferflöz nicht deutlich er- kennbar.
Cu	150,0	50,0	0,6				
●	100,0	50,0	0,7				
	50,0	50,0	0,4				
	81,0	12,0	0,0				
Mö. 6	69,0	10,0	0,1				
	59,0	10,0	0,3				
	49,0	10,0	0,3				
Cu	39,0	10,0	0,5				
●	29,0	10,0	0,6				
	19,0	12,0	1,0				
	7,0	7,0	4,3				

Fortsetzung Tabelle 19

Bohrung	Mächtigkeit		Cu	Ag	Pb	Zn	Bemerkungen
	Gesamt-	Lagen-					
	cm	cm	kg/t	g/t	kg/t	kg/t	
Co. 4 ●	46,5	10,0	Sp.	0	0,2	Sp.	
	36,5	8,5	0,3	0	0,1	Sp.	
	28,0	5,0	0,4	0	0	0	
	23,0	7,0	0,6	Sp.	0,1	0	
	16,0	4,0	0,7	Sp.	0,3	0	
	12,0	8,0	1,3	Sp.	Sp.	0	
	4,0	4,0	3,1	10	0,4	0	
	4,0	4,0	5,4	0	0	0	
	9,0	5,0	3,1	0	0	0	
	15,0	6,0	1,7	0	0	0	
Wei. 9 ●	50,0	14,0	Sp.	Sp.	0,2	0	
	36,0	10,0	Sp.	Sp.	0,2	0	
	26,0	6,0	0,2	0	0,2	0	
	20,0	10,0	0,2	Sp.	0	0	
	10,0	5,0	0,2	Sp.	0,4	0	
	5,0	5,0	0,3	Sp.	0,4	0	
	5,0	5,0	0,5	Sp.	0	0	
	10,0	5,0	1,0	Sp.	0	0	
20,0	10,0	0,2	Sp.	0	0		
So. 12 Cu ●	61,0	4,5	1,5	Sp.			
	56,5	6,0	1,9	Sp.			
	50,5	11,0	0,5	Sp.			
	39,5	11,5	0,5	Sp.			
	28,0	9,0	3,0	Sp.			
	19,0	4,0	3,2	Sp.			
	15,0	5,0	3,7	Sp.			
	10,0	5,0	3,9	Sp.			
	5,0	5,0	6,2	Sp.			
	4,0	4,0	0,6				
So. 3 Cu ○	79,0	14,0	0,3				Ab 8,5 cm vom Liegenden Ag, Pb u. Zn nicht bestimmt.
	65,0	14,0	0,3				
	51,0	7,0	6,0				
	44,0	5,0	6,7				
	39,0	10,5	1,0				Lage der Schichtgrenze Kupferschiefer-Sanderz nicht angegeben.
	28,5	7,5	0,5				
	21,0	7,5	0,6				
	13,5	5,0	8,5				
	8,5	1,5	7,6	10	2,2	0	
	7,0	3,0	10,5	10	2,2	1,9	
	4,0	2,0	9,0	10	0	0	
	2,0	2,0	5,6	Sp.	11,3	0	

Fortsetzung Tabelle 19

Bohrung	Mächtigkeit		Cu	Ag	Pb	Zn	Bemerkungen
	Gesamt-	Lagen-					
	cm	cm	kg/t	g/t	kg/t	kg/t	
So. 2 X	?	?	0,3	Sp.	0,8	5,4	Loses Flöz
	?	?	1,4	10	4,2	13,8	Feine Lette
	?	?	2,8	Sp.	8,9	21,5	Feines Liegendes
	?	?	1,3	Sp.	10,6	16,1	Sanderz
Ta. 5 X	78,0	11,0	0,0	0			
	67,0	11,0	0,1	Sp.	}	3,3	16,9
	56,0	14,0	0,2	Sp.			
	42,0	10,0	0,4	Sp.			
	32,0	10,0	0,3	Sp.			
	22,0	6,0	0,1	Sp.	}	4,4	13,1
	16,0	6,5	0,1	Sp.			
	9,5	6,5	0,2	Sp.			
	3,0	3,0	0,2	Sp.			
	1,0	1,0	1,4	0	}	0,5	14,8
	6,0	5,0	1,1	10			
	16,0	10,0	0,7	Sp.			
	30,0	14,0	0,1	0			
So. 4 Cu	75,7	31,0	0,7				Ab 17,7 cm vom Liegenden Ag, Pb u. Zn nicht bestimmt.
	44,7	5,5	1,6				
	39,2	21,5	3,9				
	17,7	4,5	16,0	10	0	0	
	13,2	4,5	20,6	10	0	0	
	8,7	3,7	17,3	20	0	0	
	5,0	2,5	25,8	30	0	0	
	2,5	2,5	55,6	60	0,3	0	
3,0	3,0	37,9	60	0	2,0		
8,0	5,0	5,1					
De. 3 □	(47?)	17,0	3,6	50	0,6	0	Mächtigkeitsangaben unsicher.
	(30?)	(15?)	44,5	20	0	Sp.	
	(15?)	(11?)	16,6	10	0	0	
	4,0	4,0	1,5	0	0,5	0	
	3,0	3,0	0,6	0	0	0	

Schriftenverzeichnis

- Bärtling, R.: Die Schwerspatlagerstätten Deutschlands. Stuttgart 1911.
- Beyschlag, F.: Die Erzführung des Kupferschiefers. — Z. prakt. Geol., 29, S. 1—9, Halle 1921.
- Cissarz, A.: Die durchschnittliche Zusammensetzung des Mansfelder Kupferschiefers. — Metall und Erz, 27, 1930.
- .— Quantitativ spektralanalytische Untersuchung eines Mansfelder Kupferschieferprofils. — Chemie der Erde, 5 (1930), S. 48—75, Jena.
- Cloos, H.: Einführung in die Geologie. Berlin 1936.
- Eisentraut, O.: Der niederschlesische Zechstein und seine Kupferlagerstätte. — Arch. f. Lagerstättenforsch., N. F., 71, Berlin 1939.
- Freyberg, B. v.: Paläogeographische Karte des Kupferschieferbeckens. — Jb. hall. Verb., 3, S. 266—277, Halle 1923/1924.
- Geipel: Über die Rücken im Mansfelder Revier und ihren Einfluß auf die Erzführung des Kupferschiefers. — Jb. hall. Verb., 13, S. 21—40, Halle 1919.
- Gillitzer, G.: Die Geologie der Erzanreicherungen im mitteleuropäischen Kupferschiefer. — Jb. hall. Verb., N. F., 15, S. 9—27, Halle 1936.
- .— Durch welche Bindungen oder Einflüsse sind Metallanreicherungen im mitteleuropäischen Kupferschiefer gebildet worden? — Metall und Erz, 32, S. 533—542, 1935.
- Gmelins Handbuch der anorganischen Chemie. — Syst. Nr. 60, Kupfer (noch unveröffentlicht).
- Gunzert, G.: Über die Bedeutung nachträglicher Erzverschiebungen in der Kupferschieferlagerstätte des Richelsdorfer Gebirges. — Notizbl. hess. L.-Amt Bodenforsch., 81, S. 258—283, Wiesbaden 1953.
- Hoffmann, W.: Erzführung und Erzverteilung des Mansfelder Kupferschiefers. — Jb. hall. Verb., 4, S. 278—324, Halle 1923/1924.
- Holmes, S.: Higher minerals arsenides. — Bull. geol. Soc. America, 1947, S. 300 ff.
- Kautzsch, E.: Untersuchungsergebnisse über die Metallverteilung im Kupferschiefer. — Arch. f. Lagerstättenforsch., 74, Berlin 1941.
- .— Tektonik und Paragenese der Rücken im Mansfelder und Sangershäuser Kupferschiefer. — Geologie, 2, Nr. 1, S. 4—24, Akademie-Verlag, Berlin 1953.
- Krusch, P.: Die Verbreitung der Metallgehalte (Kupfer, Silber, Molybdän und Vanadin) im Richelsdorfer Kupferschiefer, ein Beitrag zur Genesis des Flözes. — Z. prakt. Geol., 27, S. 76—84, Halle 1919.
- Lang, R.: Der mitteleuropäische Kupferschiefer als Sediment und Lagerstätte. — Jb. hall. Verb., 3, S. 1—108, Halle 1922.
- Neuhaus, A.: Über die Erzführung des Kupfermergels der Haaseler und der Gröditzter Mulde. — Z. angew. Min., 2, H 2/3, 1939.
- Messer, E.: Untersuchungen über die Verteilung und die Verwachsungen der Erze der Sontraer Kupferschieferlagerstätte. — Meldearbeit. Min. Inst., BA Clausthal, 1950.
- Ramdohr, P.: Die Erzminerale und ihre Verwachsungen. Akademie-Verlag, Berlin 1950.

- Raupach, F. v.: Die rezente Sedimentation im Schwarzen Meer, im Kaspi und im Aral und ihre Gesetzmäßigkeiten. (Nach neuen sowjetischen Arbeiten). — Geologie, 1, Nr. 1/2, S. 78 — 132, Akademie-Verlag, Berlin 1952.
- Richter, G.: Paläogeographische und tektonische Stellung des Richelsdorfer Gebirges im hessischen Raum. — Jb. Reichsstelle Bodenforsch. f. 1940, 61, S. 283 bis 332, Berlin 1941.
- Geologische Gesetzmäßigkeiten in der Metallführung des Kupferschiefers. — Arch. f. Lagerstättenforsch., 73, Berlin 1941.
- Richter-Bernburg, G.: Zwei Beiträge zu Fazies, Tektonik und Kupferführung des Zechsteins: I. Waldeck, II. Nordsudeten. — Geol. Jb. f. 1949, 65, S. 145 — 212, Hannover 1951.
- Schneiderhöhn, H.: Chalkographische Untersuchung des Mansfelder Kupferschiefers. — Jb. Mineral. usw., Beilage-Bd. 47, S. 1 — 38, Stuttgart 1923.
- Erzführung und Gefüge des Mansfelder Kupferschiefers. — Metall und Erz, 23, S. 143 — 146, Halle 1926.
- Lehrbuch der Erzlagerstättenkunde. Bd. I, Jena 1941.
- Seeliger, E.: Pseudohydrothermale Pb-Zn-Erzgänge im Ruhrgebiet und im Gebiet von Velbert-Lintorf. Eine Untersuchung über die Einflüsse heißer Zechsteinsalzlösungen auf Pb-Zn-Erze am Beispiel der Erzgänge von Christian Levin in Essen und Stein V in Hüls bei Recklinghausen. — Archiv für Lagerstättenforsch., HH. 80, Akademie-Verlag, Berlin 1950.
- Sirel, M. A.: Die Kupfererzlagerstätte von Ergani-Maden in der Türkei. — Neues Jb. Mineral. usw., 80, Abh., Abt. A., S. 36 — 100, Stuttgart 1949.
- Taupitz, K.-C.: Die Blei-, Zink- und Schwefelerzlagerstätten der nördlichen Kalkalpen westlich der Löisach. Diss. Clausthal 1954.
- Thienhaus, R.: Die Schwespatgänge des Richelsdorfer Gebirges. — Z. f. angew. Min., 3, S. 21 — 52, Berlin 1941.
- Wienert, Fr.: Die Bildungsbedingungen der sulfidischen Kupfer- und Eisenerze, mit besonderer Berücksichtigung des mitteldeutschen Kupferschiefers. — Jb. hall. Verb., 4, S. 192 — 224, Halle 1923/1924.

Manuskript eingegangen am 24. 11. 1954.

Anschrift des Autors:

Dipl.-Ing., Dr.-Ing. Ernst Messer, Lengers/Werra, Kreis Hersfeld.

Für die Redaktion verantwortlich:

Dipl.-Geol. Dr. Fritz Kutscher, Regierungsgeologe beim Hessischen Landesamt für Bodenforschung, Wiesbaden, Mainzer Str. 25.

Tafeln 1—29

Tafel 1

Tafel 1

Fig. 1 **Kupferschiefer** mit geringer Karbonatbeteiligung und mäßiger Flaserbildung.

Karbonate (graumeliert) in Form kurzflaseriger und z. T. rundlicher konkretionärer Gebilde und wenige abgerundete Quarzkörner (weiß). Einzelne Glimmerblättchen (weiß, dünne Blättchen bildend) sind der tonig-bituminösen Grundmasse ausgesprochen parallel zur Schichtebene eingelagert.

Anlage **Schnepfenbusch**, 0—4,5 cm vom Liegenden.

V = 45 x. Dünnschliff.

Fig. 2 **Kupferschiefer** mit stärkerer Karbonatbeteiligung und ausgeprägter Flaserbildung sowie deutlicher Feinstschichtung.

Die Karbonate (graumeliert) bilden langflaserige, lagig angeordnete konkretionäre Gebilde mit Zwischenmitteln aus tonig-bituminöser Substanz. Der Anteil an eingelagerten Quarzteilen (weiß) ist gering.

Anlage **Schnepfenbusch**, 14,5—20 cm vom Liegenden.

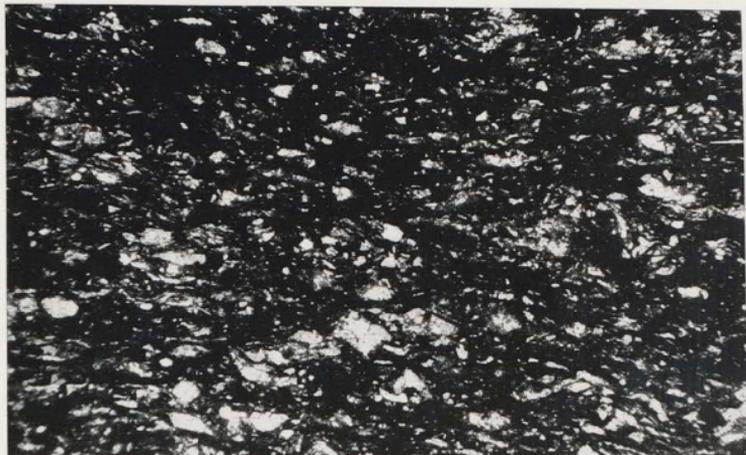
V = 45 x. Dünnschliff.

Fig. 3 Druckbeanspruchter **Kupferschiefer**.

Im Vergleich zu Fig. 1 u. 2 erscheinen die tonig-bituminösen Zwischenlagen der ausgeprägten Kalkspatfasern leicht gequetscht. Dies Gefüge herrscht in Gebieten mit Sattel- und Muldenbildung vor.

Eingelagerte Quarzteile — weiß. Karbonate — graumeliert.

Anlage **Reichenberg**. V = 45 x. Dünnschliff.



1



2



3



Tafel 2



- Fig. 4 Sulfide, Karbonate und tonig-bituminöse Bestandteile als zwickelfüllendes Bindemittel im **Sanderz**.

Die Sulfide — Kupferkies, Kupferglanz und Markasit — bilden zusammen mit Kalkspat und wenig bituminösen tonigen Bestandteilen das zwickelfüllende Bindemittel zwischen den abgerundeten Konglomeratkörnern. Die Konglomeratkomponenten werden durch die Sulfide teilweise verdrängt (vgl. besonders Mitte und rechts unten).

Sulfide — weiß (Markasit am linken Bildrand, mit mehr Schleifkratzern und schlechter poliert; Kupferglanz und Kupferkies sind schwer zu unterscheiden, Kupferkies ist etwas heller als Kupferglanz). Konglomeratkörner — dunkelgrau, mit Relief und meist stark porig. Kalkspat — heller grau, ohne Relief und weniger porig.

Anlage **Wolfsberg**. V = 100 x.

- Fig. 5 Lamellare, flammenförmige Verwachsung von Kupferglanz und Bornit im **Schwarzkopf**.

Kupferglanz (hellgrau) bildet das Mittelteil der Erzkörner und ist mit Bornit (grau) lamellar oder mit rundlichen Kornbegrenzungen verwachsen. Die Sulfide haben Einschlüsse aus tonig-bituminösen Bestandteilen (schwarz) und kleinen Konglomeratkörnern (dunkelgrau).

Anlage **Wolfsberg**. V = 230 x.

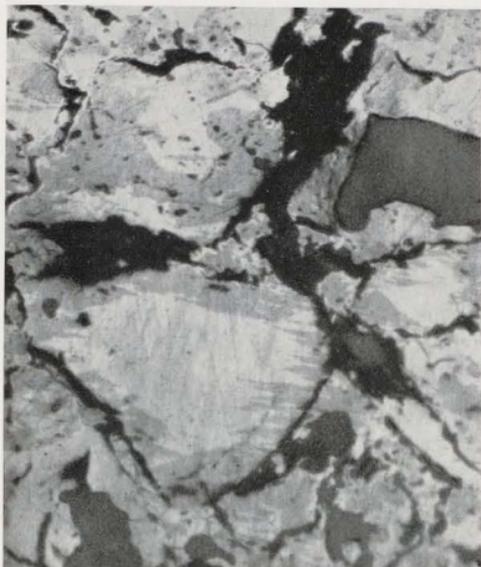
- Fig. 6 Querschnitt durch ein **Sanderz**-„Röllchen“ als Einschluß im **Kupferschiefer**.

Durch subaquatische Rutschungen entstandener Sanderzeinschluß in den liegenden cm des Kupferschiefers. Die abgerollten Sanderzmassen bilden röllchenförmige Körper und zeigen die gleichen Verwachsungsformen der Sulfide und Nebengesteinsminerale wie die hangenden Schwarzkopflagen.

Anlage **Schnepfenbusch**. V = 5 x.

- Fig. 7 Orientierte Verdrängungsreste von Pyrit im Bornit aus dem **Cornberger Sandstein** („Sekundärstrukturen“).

Anlage **Reichenberg**. V = 680 x.



5



6



4



7



Tafel 3

Fig. 8 Geschlossene Sulfidlagen und lagenförmige Sulfidanreicherungsstreifen in der **Kupferreichsulfidzone des Kupferschiefers**.

Die Sulfide (weiß) sind im Nebengestein als geschlossene, konkordante Erzlagen und lagige Anreicherungsstreifen angeordnet. Die Anreicherungsstreifen bestehen aus parallel zur Schichtung ausgelängten Einzelkörnern. Die Sulfidkörner sind in die Karbonatfasern der geschlossenen Karbonatlage am Liegenden (grau) lagig eingebaut. Diese geschlossene Karbonatlage zeigt örtlich ausgeprägte Feinstschichtung. — Typisches Primär-Gefüge.

Anlage **Wolfsberg**, 0 — 1 cm vom Liegenden. V = 7,5 x.

Fig. 9 Kupferglanz, gediegen Kupfer und Cuprit als Füllmasse nester- und gangförmiger, teilweise lagiger Hohlräume im **Kupferschiefer** aus dem Bereich der „leeren“ **Rücken**.

Man vergleiche das Gefüge dieser Sekundär-Vererzung mit dem Primär-Gefüge von Fig. 8.

Erze — weiß. Gangart — grau mit Innenreflexen.

Anlage **Schnepfenbusch**. V = 3,5 x.

Fig. 10 Lagenförmige Hohlraumfüllung aus Bornit und Kupferglanz im **Kupferschiefer** aus dem Bereich der „leeren“ **Rücken**.

Kupferglanz verdrängt netzförmig Bornit, indem er von den durch Gebirgsbewegungen entstandenen Scherklüften vordringt. Die Verwachsungsstrukturen sind so fein, daß die Komponenten nur mühevoll zu erkennen sind. Vgl. aber Fig. 11, Ausschnitt aus Fig. 10.

Kupferglanz — weiß. Bornit — lichtgrau. Lagige und diagonale Kalkspatgänglichchen — grau. Kupferschiefer — schwarz.

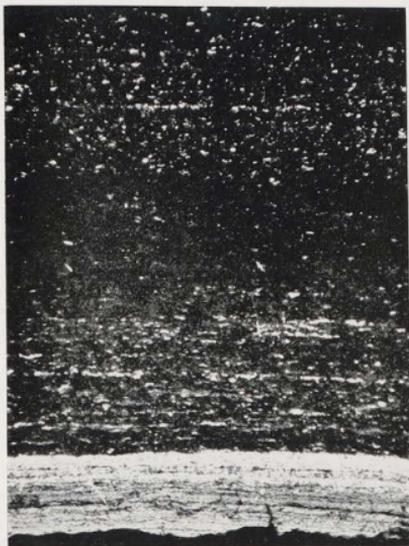
Anlage **Schnepfenbusch**. V = 3 x.

Fig. 11 Netzförmige Verdrängung von Bornit durch Kupferglanz (Ausschnitt aus Fig. 10).

Bornit wird netzförmig durch Kupferglanz verdrängt mit Bildung von Kupferkies-Entmischungsspindeln im Bornit. Kupferglanz dringt im Bornit auf den gleichen Rißsystemen vor, von denen aus eine nachfolgende Verdrängung des Kupferglanzes durch den noch jüngeren Cuprit stattfindet. Diese ergreift nur den Kupferglanz.

Kupferkies — weiß (Spindeln im Bornit). Kupferglanz — lichtgrau. Bornit — grau. Cuprit — schwarz, etwas fleckig.

Anlage **Schnepfenbusch**. V = 280 x.



8



9



10



11



Tafel 4

Tafel 4

Fig. 12 Kalkspatfasern mit eingebauten Kupfersulfiden im **Kupferschiefer**.

Die länglichen Sulfidkörner (weiß) sind in die Kalkspatfasern eingebaut und mit den Einzelkörnern der Fasern unregelmäßig verwachsen.

Kalkspat — grau in verschiedenen Abstufungen je nach Kornlage. Quarz in abgerundeten Körnern — dunkler grau als Kalkspat und mit Relief. Tonig-bituminöse Substanz — schwarz.

Anlage **Wolfsberg**. N +. V = 180 x.

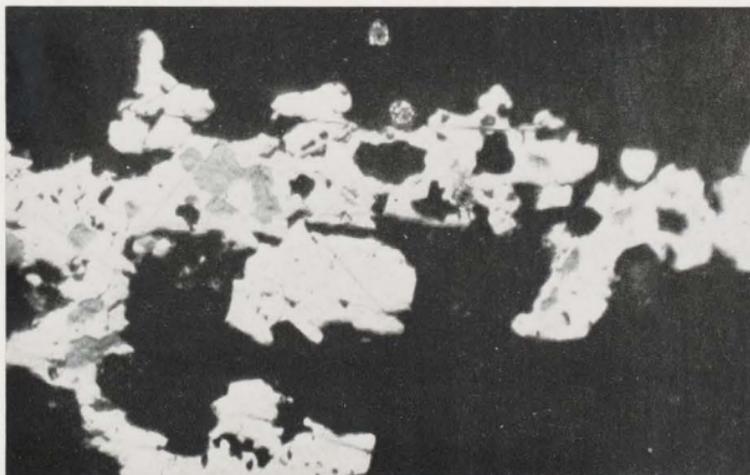
Fig. 13 Kupferglanz mit Bornit- und Nebengesteinseinlagerungen (**Kupferschiefer**).

Kupferglanz enthält unregelmäßig begrenzte Einschlüsse aus Nebengesteinsteilchen und Bornit. Neben dem Kupferglanz sind zwei „vererzte Bakterien“ im Nebengestein zu sehen, von denen ein Gebilde etwas deutlicher den Feinaufbau aus kleinsten Einzelteilchen zeigt. Der Durchmesser dieser rundlichen Gebilde beträgt ca. 6 μ .

Anlage **Wolfsberg**. V = 700 x.



12



13

Tafel 5

Tafel 5

Fig. 14 Ausschnitte aus einer Sulfidlinse der Zinkblende-(Bleiglanz-)Zone
(Kupferschiefer).

Kupferkies und Pyrit sind mit stark aufgegliederten Begrenzungsflächen lappig verwachsen. Sie bilden „komplexe“ Verwachsungsformen, die durch Auskristallisation gemischter Kupfer-Eisen-Sulfidgole entstanden sind.

Anlage **Wolfsberg**. V = 600 x.

Fig. 15 Ausschnitt aus einer Sulfidlage der Zinkblende-(Bleiglanz-)Zone
(Kupferschiefer).

Kupferkies bildet lappige und wurmförmige bis feinmyrmekitische Einlagerungen in der Zinkblende-Grundmasse („Komplexe“ Gelverwachsungsform, vgl. Fig. 14).

Anlage **Schnepfenbusch**. V = 900 x.

Fig. 16 Markasit-Bornit-Rosetten im Kupferkies (**Sanderz**).

Der Rosettenkern wird von feinkörnigem Markasit mit Bornit-Füllmasse gebildet. An den aus zipfeligen Markasitteilchen bestehenden Kernkranz schließen sich rosettenförmig Bornitteilchen mit eingelagerten Markasitfetzen an. Die Gebilde sind in Kupferkies eingebettet (Gelstrukturen, s. Text).

Anlage **Schnepfenbusch**. V = 600 x.

Fig. 17 Konzentrische Verwachsung zwischen Bornit und Schwefelkies im **Sanderz**.

Bornit enthält atollförmige Einlagerungen aus Schwefelkies. Im Mittelpunkt liegen kleine Anhäufungen von Schwefelkieskörnern (Gelstruktur). Bornit wird vom Nebengestein (schwarz mit Innenreflexen) umgeben.

Anlage **Wolfsberg**. V = 640 x.

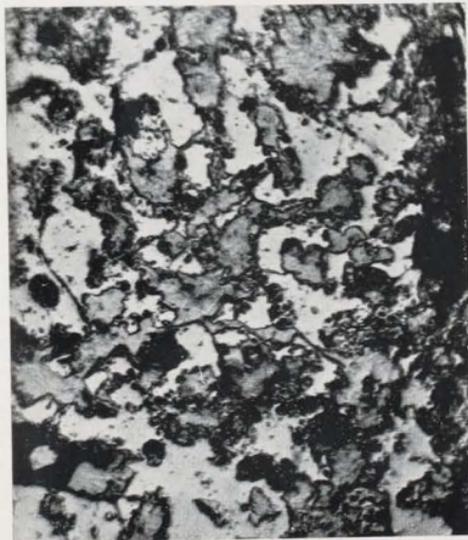
15



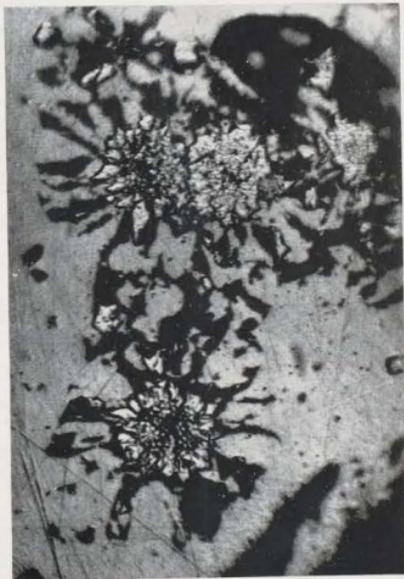
17



14



16



Tafel 6

Fig. 18 Parallel zur Schichtebene angeschliffene Kupferkieslage aus dem **Kupferschiefer** mit ausgezeichnetem Dehnungskluftsystem.

In den Klüften ist nachträglich Kalkspat ausgeschieden. An einer Stelle (x) ist randlich etwas Kupferglanz an Kupferkies sekundär angelagert.

Anlage **Reichenberg**. V = 6 x.

Fig. 19 Parallel zur Schichtebene angeschliffene Bornitlage mit Kupferkiesrißfüllung aus dem **Kupferschiefer**.

Der Kupferkies wächst von den Rissen und von Poren aus lamellar in Form kleiner Spindeln und Leisten in den Bornit hinein.

Anlage **Reichenberg**. V = 180 x.

Fig. 20 Bornit mit orientiert eingelagerten Kupferkiesspindeln im Bornit und feinkörniger Zerfallsstruktur aus Kupferkies, Covellin und Kupferglanz (**Sanderz**).

Bornit mit orientiert eingelagerten, z. T. etwas welligen Kupferkiesspindeln zerfällt — bevorzugt vom Kornrand her — feinkörnig und gekröseartig in Kupferkies, Kupferglanz und Covellin. Die größeren Kupferkiesspindeln sind älter als die gekröseartigen Zerfallsstrukturen und liegen gemeinsam mit Bornit als Verdrängungsreste in den vom Zerfall betroffenen Kornteilen vor. Sie bleiben länger als Bornit erhalten und treten noch als spindelförmige Teilchen in der Zerfallsmasse hervor.

Covellin und Kupferglanz sind im Bild nicht klar zu unterscheiden. Die vom Zerfall betroffenen Bornitflächen erscheinen fleckig mit zahlreichen Kupferkieseinlagerungen; als dunklere Stellen heben sich Bornitreste ab. Nebengestein — schwarz.

Anlage **Schnepfenbusch**. V = 640 x.

Fig. 21 Randliche, lamellare Verdrängung von Bornit durch Kupferkies im **Sanderz**.

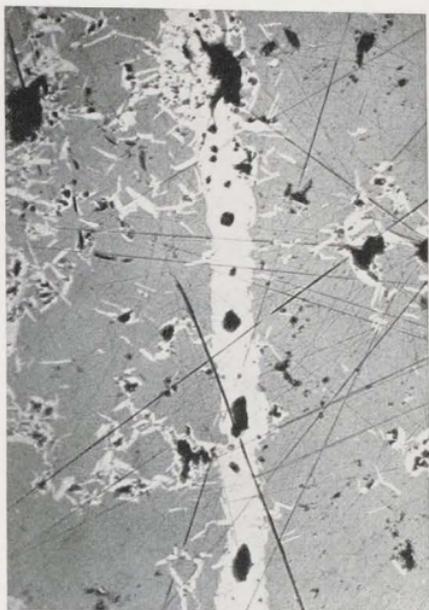
Bornit wird von Kornrändern aus orientiert durch Kupferkies verdrängt und bildet schnitzelförmige Verdrängungsreste im Kupferkies. Der größte Bornitrest zerfällt teilweise in ein feinkörniges Gemenge aus Kupferkies, Kupferglanz und Covellin (vgl. Fig. 20).

Covellin und Kupferglanz sind in der Abbildung infolge ihrer geringen Korngröße nicht klar zu unterscheiden. Umgebendes Nebengestein — schwarz.

Anlage **Schnepfenbusch**. V = 640 x.



18



19



20

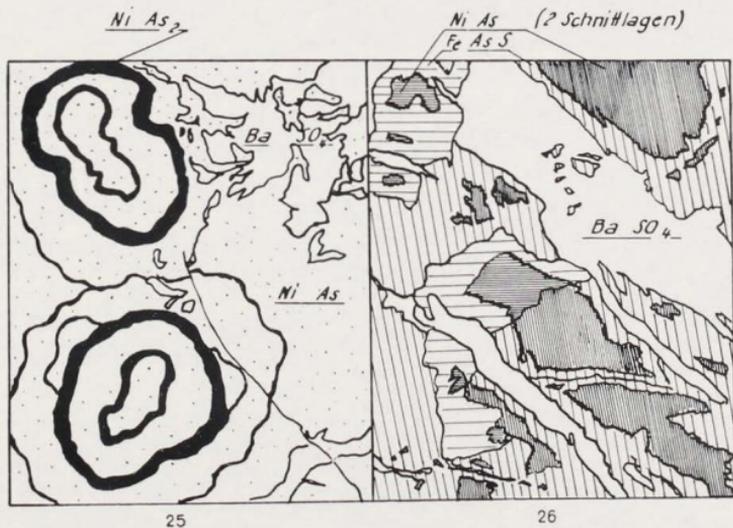
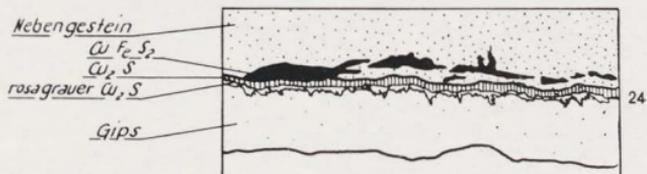
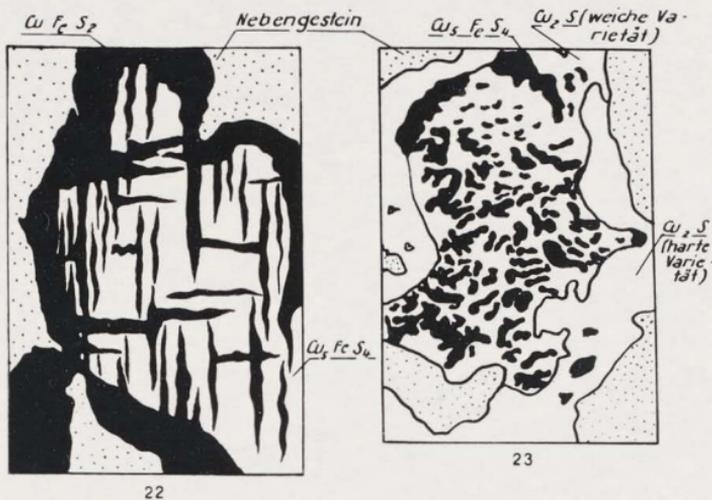


21

Tafel 7

Tafel 7

- Fig. 22 Kupferkies-Randsaumbildung um Bornit im **Sanderz**.
Vom Randsaum aus wachsen wellig ausgebildete Kupferkieslamellen orientiert in den Bornit hinein (Nachzeichnung einer Mikroaufnahme).
Anlage **Wolfsberg**. V = 750 x.
- Fig. 23 Feinmyrmekit aus Bornit und Kupferglanz im Kupferschiefer aus dem Gebiet der **Zechsteinkalkvererzungen**.
Kupferglanz liegt in zwei Modifikationen vor. Die härtere Abart ist als Saumzone um die mit Bornit feinmyrmekitisch verwachsene, weichere Kupferglanzvarietät angeordnet (Nachzeichnung einer Mikroaufnahme; vgl. auch Taf. 8 Fig. 29).
Anlage **Reichenberg**. V = 860 x.
- Fig. 24 Vertikalkluft im **Kupferschiefer**.
Die lagig-struierte Kluffüllung besteht aus Kupferkies, Kupferglanz und Gips. Eine dünne Kruste aus rosagrauem Kupferglanz überzieht die Kupferglanzlage. Auf den Kupferglanz wächst der rosagraue Kupferglanz glatt auf. Die Begrenzungsfläche des rosagrauen Kupferglanzes gegen den Gips ist stark aufgliedert (Anschliffskizze).
Anlage **Reichenberg**. V = 2 x.
- Fig. 25 „Ringelerz“ (**Kobaltrücken**).
Rammelsbergit bildet konzentrische Ringe im Rotnickelkies (Gelstruktur; Nachzeichnung einer Übersichtsaufnahme).
Anlage **Schnepfenbusch**, 1. Sohle O. V = 4 x.
- Fig. 26 Arsenkies verdrängt orientiert Rotnickelkies (**Kobaltrücken**).
Die umgebenden Arsenkiespartien zeigen — durch Streifung angedeutet — die gleiche Auslöschung wie die eingelagerten Verdrängungsreste aus Rotnickelkies (vgl. Text, S. 90; Nachzeichnung einer Mikroaufnahme).
Anlage **Schnepfenbusch**, 1. Sohle O. N +. V = 45 x.



Tafel 8

Tafel 8

- Fig. 27 **Vertikalkluftfüllung im Kupferschiefer** aus Kupferkies, Kupferglanz, Bornit und Kalkspat.

Kupferglanz wird von einer Bornitzone eingefasst, die gegen das Nebengestein und Kalkspateinlagerungen mit Kupferkiessäumen abschließt (vgl. Fig. 28).

Anlage **Reichenberg**. V = 100 x.

- Fig. 28 Ausschnitt aus Fig. 27.

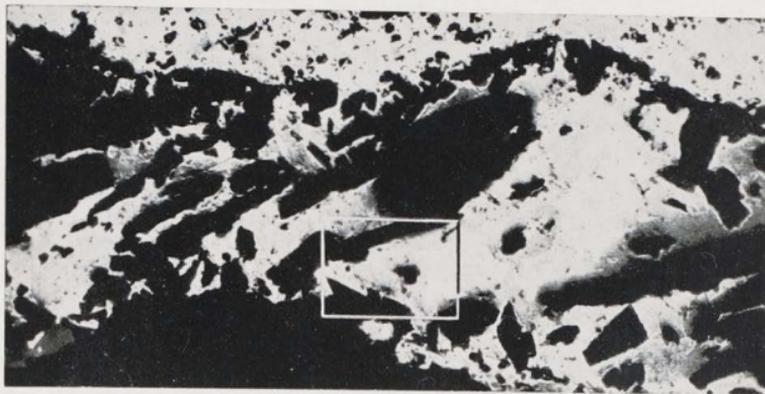
Die Kupferglanz-Mittelpartie wird von einer Bornitzone umrandet. Bornit ist gegen das Nebengestein durch einen Kupferkiessaum abgegrenzt. Kleine Kupferkiesflammen wachsen vom Randsaum aus in den Bornit hinein.

Anlage **Reichenberg**. V = 500 x.

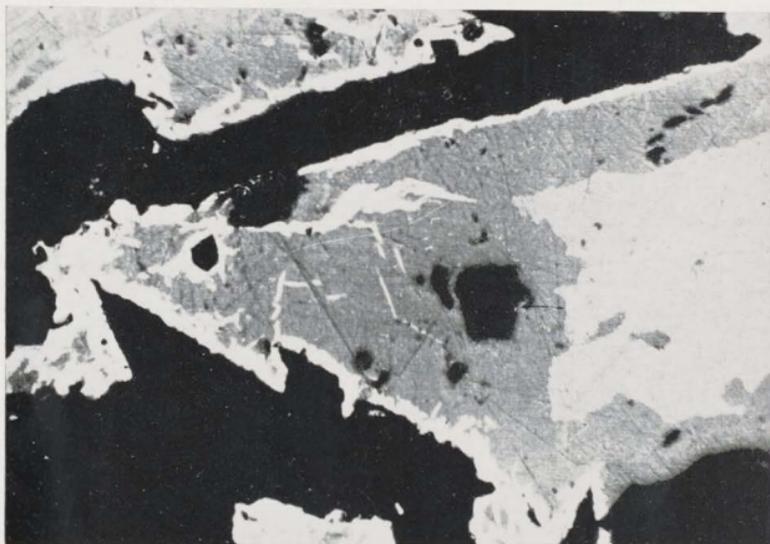
- Fig. 29 Feinmyrmekit aus Bornit und Kupferglanz im Kupferschiefer aus dem Gebiet der **Zechsteinkalkvererzungen** (vgl. Taf. 7 Fig. 23).

Kupferglanz liegt in zwei Modifikationen vor. Die härtere Abart ist als Saumzone um die mit Bornit feinmyrmekitisch verwachsene, weichere Kupferglanzvarietät angeordnet. Letztere zeichnet sich außer durch Relief auch durch ein etwas helleres Grau von dem äußeren harten Kupferglanz ab.

Anlage **Reichenberg**. V = 860 x.



27



28



29

Tafel 9

Fig. 30 **Kupferkiesklufftüllung im Sanderz mit in der Klufft naht angeordnetem Rhythmit.**

Die Außenlagen der Klufftüllung werden von porigem Kupferkies gebildet. Dann folgen rhythmische Füllungen von Kupferkies, rosagrauem Kupferglanz und Kupferglanz in konzentrischer Anordnung. Von außen nach innen ergibt sich die Abfolge: Kupferglanz (etwas grauer als der äußere, porige Kupferkies; in wechselnder Saumbreite) — Kupferkies (gleichmäßig schmaler, heller Saum) — rosagrauer Kupferglanz (gleichmäßig schmaler, dunkler Saum) — Kupferkies (gleichmäßig schmaler, heller Saum) — Kupferglanz (in wechselnd breitem Saum) — rosagrauer Kupferglanz (ausgeprägter, dunkler Saum). — Der Rhythmit umschließt die Mittelpartie, die aus „glattem“ Kupferkies besteht (hellste Komponente). Der Kupferkies-Mittelpartie sind noch zwei kleinere konzentrische Rhythmitgebilde aus rosagrauem Kupferglanz, Kupferglanz und Kupferkies eingelagert, die die gleichen Komponenten in umgekehrter Reihenfolge wie die äußere Rhythmitzone aufweisen.

Anlage **Wolfsberg**. $V = 7 \times$.

Fig. 31 **Kluftfüllung im Sanderz** aus Kupferkies und etwas Bleiglanz mit in der Kluftnaht angeordnetem Rhythmit.

Die rhythmischen Fällungen werden durch feinste Bänder aus rosagrauem Kupferglanz in der Kupferkiesfüllmasse eingeleitet. An der auf dem Bild nach oben zeigenden Spitze des Rhythmits sind die Bänder infolge etwas kräftigerer Ausbildung zu erkennen. Dann schließt sich die erste Zinkblendezone als von Kupferkies eingefaßte Girlande an. — Statt Zinkblende ist an mehreren Stellen Kupferglanz in die Girlande eingebaut. Einer vorher entstandenen Ablagerung aus Bleiglanz, die von den letzten Bändern der ersten Rhythmitbildungen aus rosagrauem Kupferglanz und Kupferkies eingefaßt wird, weicht die Zinkblende-Girlande nach innen aus. Die traubige Ausbildung der Zinkblende-Girlande ist eine typische Gelform. — Dann folgt ein überwiegend aus rosagrauem Kupferglanz bestehender Saum, der sich in der nach oben zeigenden Rhythmitspitze zu einer breiten Zone mit zahlreichen Einlagerungen aus Kupferglanz und Zinkblende ausweitet. An ihn schließt sich eine zweite breite Zinkblendezone an, in deren Mittelpartie als letzte Hohlraumfüllung rhythmische Fällungen aus überwiegend Kupferkies und rosagrauem Kupferglanz angeordnet sind. Der rhythmische Feinbau der Mittelpartie ist nur andeutungsweise zu erkennen. Der hervorgehobene Ausschnitt erscheint vergrößert auf Tafel 10 als Fig. 36.

Anlage **Schnepfenbusch**. $V = 5,5 \times$.

Fig. 32 Reaktionssaum zwischen Kupferglanz und rosagrauem Kupferglanz sowie Intergranularsäume in rosagrauem Kupferglanz aus Kupferkies (**Kluftfüllungen im Kupferschiefer**).

Gegen Kupferglanz (am rechten Bildrand; Begrenzung durch gestrichelte Linie gekennzeichnet) ist der Reaktionssaum aus Kupferkies glatt und geschlossen ausgebildet. In den rosagrauen Kupferglanz greift er mit feinsten schüppchenförmigen und gerichteten Teilchen hinein. — Die aufgelockerten Intergranularsäume im rosagrauen Kupferglanz werden ebenfalls aus feinsten, orientierten Teilchen gebildet. Die Einzelkörner des rosagrauen Kupferglanzes sind infolge Reflexionspleochroismus sichtbar.

Anlage **Reichenberg**. $V = 340 \times$.

Fig. 33 Pilzhutförmige Anwachszonen an den Einmündungsstellen primärer horizontaler Kupfersulfidlagen in mit Gips ausgefüllten Verwerfungs-klüftchen (**Kluftfüllungen im Kupferschiefer**).

Die primären Bornit-Kupferkies-Lagen bilden Ansatzpunkte für jüngere Kupfersulfid-Anlagerungen aus den (auf den Verwerfungs-klüftchen) zirkulierenden Lösungen.

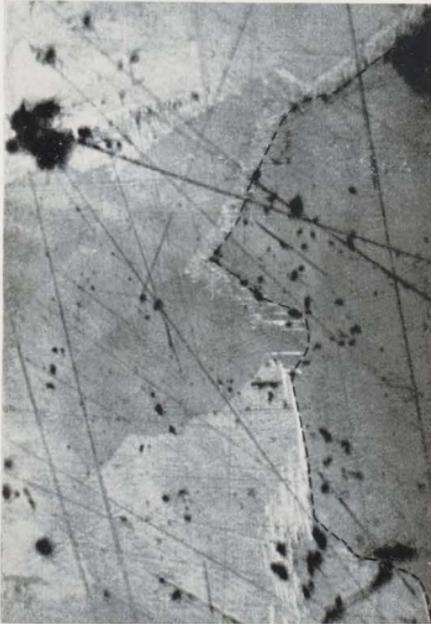
Anlage **Reichenberg**. $V = 3 \times$.



30



31



32



33



Tafel 10

Fig. 34 und 35 Ausschnitt aus einem Rhythmit mit Kupferglanz-, Kupferkies- und rosagrauer Kupferglanz-Beteiligung (**Kluftfüllungen im Sanderz**).

Abfolge von oben nach unten (= von außen nach innen): Kupferglanz mit glatter innerer Begrenzungsfläche und Kupferkies-Reaktionssaum — rosagrauer Kupferglanz, stengelig auf den Kupferkies-Reaktionssaum aufgewachsen (vgl. Fig. 35, Nikols +!) — Kupferkies, die innere, idiomorphe Begrenzungsfläche des rosagrauen Kupferglanzes nachzeichnend. Der eingelagerte zweite Saum von rosagrauem Kupferglanz auf Kupferkies setzt allmählich ein und wächst dann in gröberen, büscheligen Stäbchen nach innen weiter. Auf die verhältnismäßig glatte innere Begrenzungsfläche des Kupferkiessaumes wachsen weiterhin Kupferglanzkrusten auf, die durch Kupferkies-Intergranularsäume nachgezeichnet werden.

Anlage **Wolfsberg**. V = 280 x. Fig. 34: N ||; Fig. 35: N +.

Fig. 36 Übergang vom reinen Kupferkies der Außenzone zur Zinkblende-Girlande (Ausschnitt aus Fig. 31, Taf. 9).

Feinste Bänder aus rosagrauem Kupferglanz im Kupferkies als erste rhythmische Fällungen. Die Bänder sind aus kleinen, oft stäbchenförmigen Teilchen aus rosagrauem Kupferglanz aufgebaut. Die Stäbchen zeigen häufig gekrümmte Formen und wachsen nach innen in die Kupferkies-Zwischenlagen büschelförmig hinein. — Die rechte Bildhälfte zeigt einen Ausschnitt aus der nachfolgenden Zinkblende-Girlande mit einem eingefügten Kupferglanzfeld. Die Kupferkieseinfassung enthält bandförmige, dünne Einlagen von rosagrauem Kupferglanz, die auf dem Photo nur schwer zu erkennen sind. Von der Einfassung aus greifen in die Zinkblende kleine Kupferkiesgänglichchen und -aufstülpungen hinein.

Anlage **Schnepfenbusch**. V = 300 x.

Fig. 37 Traubige Säume aus rosagrauem Kupferglanz im Kupferkies um idiomorphe Zinkblendekörner (**Kluftfüllungen im Sanderz**).

Rosagrauer Kupferglanz und Kupferkies umschließen in traubigen, rhythmischen Fällungen, deren feinste Zeichnungen gerade noch sichtbar werden, idiomorphe Zinkblendekörner. Die Zinkblendekörner haben offensichtlich als Kristallisationskeime der ehemals gelförmigen Massen gewirkt.

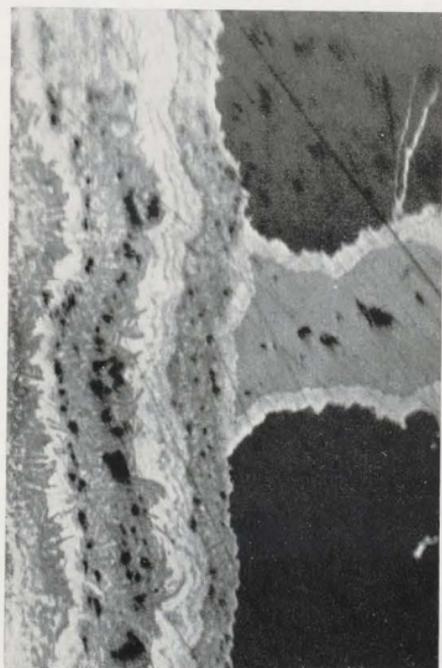
Anlage **Schnepfenbusch**. V = 280 x.



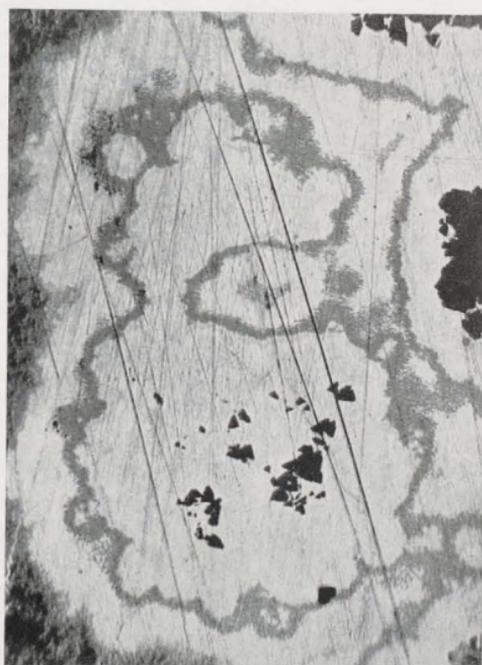
34



35



36



37



Tafel 11

Tafel 11

Fig. 38 Gekrümmte, stäbchenförmige Teilchen aus rosagrauem Kupferglanz im Kupferkies (**Kluftfüllungen im Sanderz**).

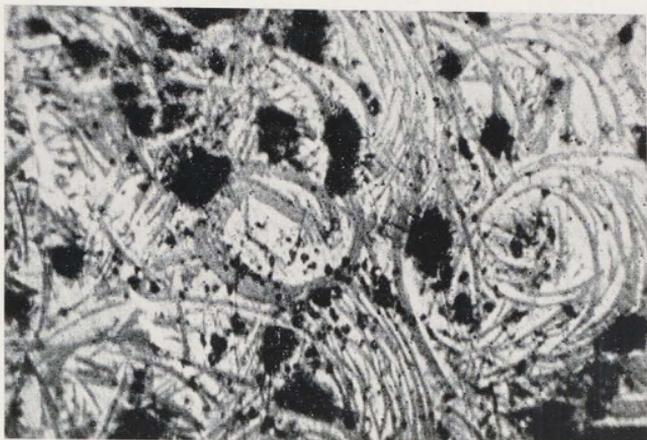
Wirre Büschel von stark gekrümmten, sich teilweise förmlich aufrollenden Stäbchen aus rosagrauem Kupferglanz in der Kupferkies-Füllmasse.

Anlage **Schnepfenbusch**. V = 950 x.

Fig. 39 u. 40 Rosagrauer Kupferglanz und Kupferkies in rhythmischen Bändern (**Kluftfüllungen im Sanderz**).

Die stäbchenförmigen Teilchen aus rosagrauem Kupferglanz sind teilweise stark gekrümmt bzw. aufgerollt und schließen sich zu Bündeln zusammen. Kupferkies bildet bandförmige Zwischenlagen, Zwickelfüllungen und Intergranularsäume im rosagrauen Kupferglanz.

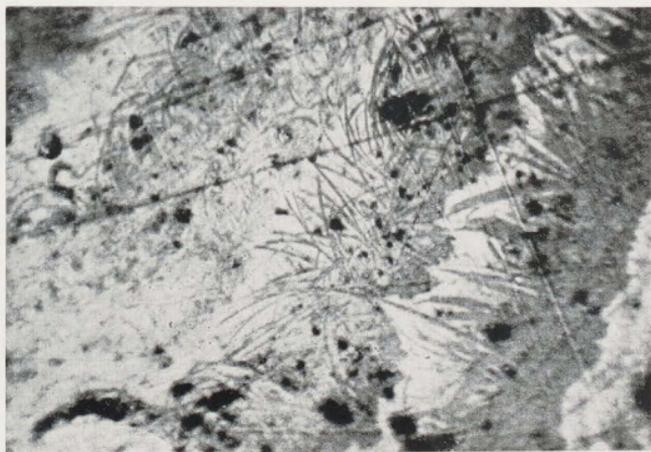
Anlage **Schnepfenbusch**. V = 280 x.



38



39



40

Tafel 12

Fig. 41 Kupfersulfid-Hieke aus dem Zechsteinkalk (Längsschnitt); **Zechsteinkalkvererzungen.**

Die Hauptfüllmasse der Hieke aus Bornit-Kupferglanz-Grobmyrmekit (weiß) wird durch eine geschlossene, feine Pyritkruste gegen das Nebengestein abgegrenzt. Parallel zur Hiekenlängsachse erstreckt sich im Hiekenkern eine Partie mit zahlreichen, dichten Pyriteinlagerungen. Diese Mittelpartie wird durch reine, unregelmäßig verlaufende Kupferglanz-Bornit-Gängchen in strähnige Einzelgebilde aufgelöst. — Da die optische Auflösung hier nicht stark genug ist, erscheinen die Partien mit zahlreichen Pyriteinlagerungen und die Pyritkruste infolge Reliefs dunkler als der Grobmyrmekit. Der Grobmyrmekit der Randpartien enthält aufgelockerte Pyriteinlagerungen und Nebengesteinseinschlüsse.

Anlage **Reichenberg.** V = 8 x.

Fig. 42 Kupfersulfid-Hieke aus dem Zechsteinkalk (Querschnitt) **Zechsteinkalkvererzungen.**

Beschreibung wie Fig. 41. Die grobmyrmekitische Struktur des Bornits und Kupferglanzes kommt infolge günstigerer Belichtung andeutungsweise durch.

Anlage **Reichenberg.** V = 7,5 x.

Fig. 43 Kugelige Anhäufungen von idiomorphen Pyritkörnern in Bornit-Kupferglanz-Grobmyrmekit; **Zechsteinkalkvererzungen.**

Durchmesser der kleinsten Anhäufungen ungefähr 30 μ ; Durchmesser der größten Anhäufung ca. 80 μ . Außer den kugelförmigen Anhäufungen sind dem Grobmyrmekit noch kleine, lappige Pyritteilchen eingelagert.

Anlage **Reichenberg.** V = 730 x.

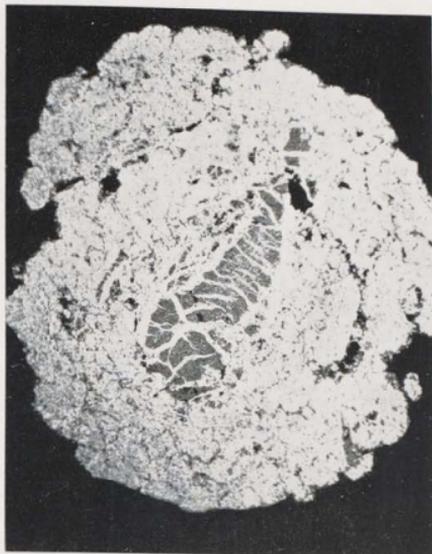
Fig. 44 **Schwefelkies-Hieken im Zechsteinkalk** aus dem Schnepfenbusch-Baufeld.

Der elliptische, feinkörnige Pyritkern wird von einem teilweise ausgebildeten Saum aus einem bleiglanzähnlichen Mineral umgeben. Markasit wächst mit leichter Radialstruktur auf den Pyritkern auf. Daneben treten noch einige kleinere radialstruierte, reine Markasit-Sphärolithe auf. Im Nebengestein zahlreiche Innenreflexe.

Anlage **Schnepfenbusch.** N +. V = 85 x.



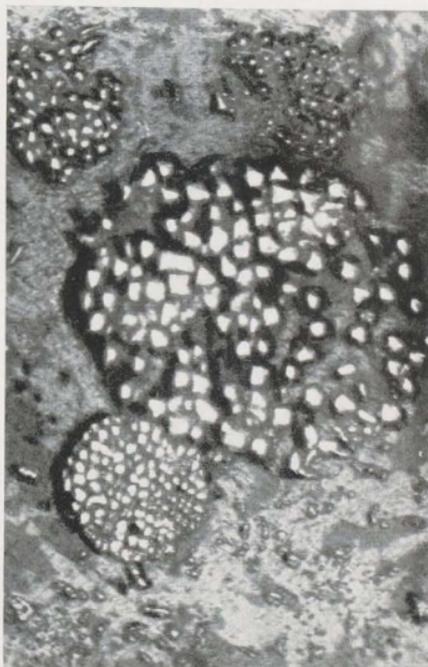
41



42



44



43

Tafel 13

Tafel 13

- Fig. 45 Bornit-Kupferglanz-Grobmyrmekit aus einer Kupfersulfid-Hieke; **Zechsteinkalkvererzungen.**

Am linken Bildrand sind Teile der Pyritkruste zu erkennen. Nebengesteinseinlagerungen grau bis schwarz. Das größte, rundliche Korn mit Relief ist Quarz.

Anlage **Reichenberg.** V = 200 x.

- Fig. 46 Bornit-Kupferglanz-Grobmyrmekit aus einer Kupfersulfid-Hieke mit zahlreichen Pyriteinlagerungen; **Zechsteinkalkvererzungen.**

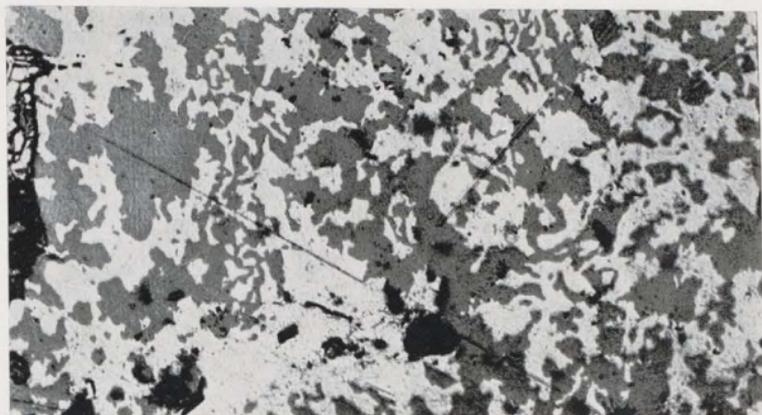
Pyrit bildet feine und feinste, z. T. idiomorphe Einlagerungen, die sich häufig zu kugelförmigen Anhäufungen zusammenballen. Infolge ungenügender Auflösung ist der Feinaufbau der kugelförmigen Anhäufungen nicht zu erkennen, man vergleiche aber Fig. 43 auf Taf. 12.

Anlage **Reichenberg.** V = 350 x.

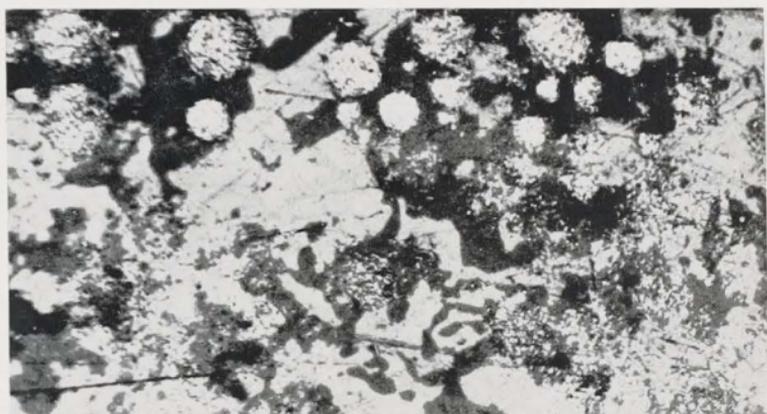
- Fig. 47 Netzartig im Bornit eingelagerte Pyritringe; **Zechsteinkalkvererzungen.**

Kupferglanz ist bei geringer Beteiligung bevorzugt in Mittellage zu den Pyritringen im Bornit eingelagert. Als Nebengesteinseinlagerungen Quarz (mit Relief) und Kalkspat (ohne Relief und reflexionspleochroitisch).

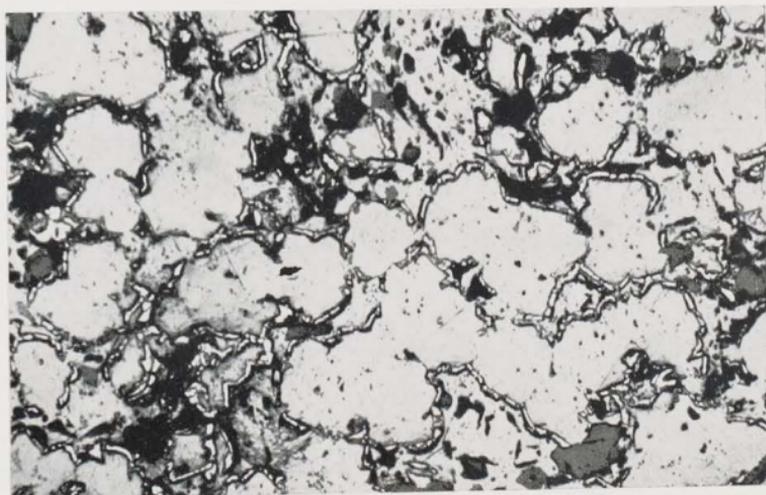
Anlage **Reichenberg.** V = 200 x.



45



46



47

Tafel 14

Fig. 48 Zonar angeordnete Arsenide (**Kobaltrücken**).

Rotnickelkies und Rammelsbergit werden durch schmale Safflorit-Randsäume gegen Schwerspat abgegrenzt. Rotnickelkies liegt nur in geringen Mengen zentral im Rammelsbergit oder ist teilweise herausgelöst. Die nur wenig helleren Saffloritsäume sind gegen die eingefassten Ni-Arsenide glatt ausgebildet. Gegen den Schwerspat erscheinen sie infolge eigengestaltigen Wachstums gezackt (vgl. Fig. 49 u. Taf. 16 Fig. 56). — Die Arsenide sind in der Abbildung kaum zu unterscheiden.

Anlage **Wolfsberg**, Schwerspatgang 1. Sohle 0. V = 7 x.

Fig. 49 Zonar angeordnete Arsenide (**Kobaltrücken**).

Rotnickelkies, z. T. herausgelöst, bildet die „Seele“ länglicher Kornagregate aus Rotnickelkies, Rammelsbergit und Safflorit. Die Rotnickelkies-„Seele“ ist von einer Rammelsbergitzone umgeben, an die sich die Saffloritaußenzone anschließt. Safflorit zeigt teilweise gezackte, eigengestaltige Begrenzung gegen Schwerspat, der die zonaren Arsenidmassen umgibt.

Rotnickelkies ist etwas dunkler als Rammelsbergit, während Safflorit und Rammelsbergit sich durch deutliches Relief voneinander abheben.

Anlage **Wolfsberg**, Schwerspatgang 1. Sohle 0. V = 35 x.

Fig. 50 Rotnickelkies-Trauben im Bleiglanz (**Kobaltrücken**).

Rotnickelkies bildet traubige, randliche Anhängsel an wirre, stengelige Rotnickelkies-Rammelsbergit-Aggregate. Die Rotnickelkies-Trauben werden von Bleiglanz überkrustet. Zwischen Bleiglanz und Rotnickelkies ist ein feiner, geschlossener Rammelsbergitsaum ausgebildet, der allerdings in der Abbildung infolge Reliefs nur an wenigen Stellen durchkommt. In den zentralen, drusigen Massen ist von außen nach innen gegen die Drusen Hohlräume die Abfolge Rotnickelkies-Rammelsbergit gewahrt. Die Arsenide werden in den Hohlräumen von Zinkblende oder Bleiglanz überzogen. Zinkblende ist etwas dunkler als Bleiglanz.

Anlage **Wolfsberg**. V = 6,5 x.

Fig. 51 Bevorzugte Verdrängung von Rotnickelkies durch Arsenkies (**Kobaltrücken**).

Rotnickelkies (anisotrop, wechselnd weiß bis grau) ist umsäumt von Safflorit (lichtgrau mit Relief). Die Arsenide sind kataklastisch. Von dem breiten Riß aus in Bildmitte wird Rotnickelkies selektiv durch Arsenkies (lichtgrau, porig) verdrängt. Arsenkies bildet mit Rotnickelkies-Verdrängungsresten die von der Saffloritzone umgebene Mittelpartie. Safflorit ist stellenweise auf der Außenseite von einer dünnen Bravoiitkruste überzogen. Umgebende Masse ist Schwerspat, der besonders in der Rißausfüllung Innenreflexe zeigt.

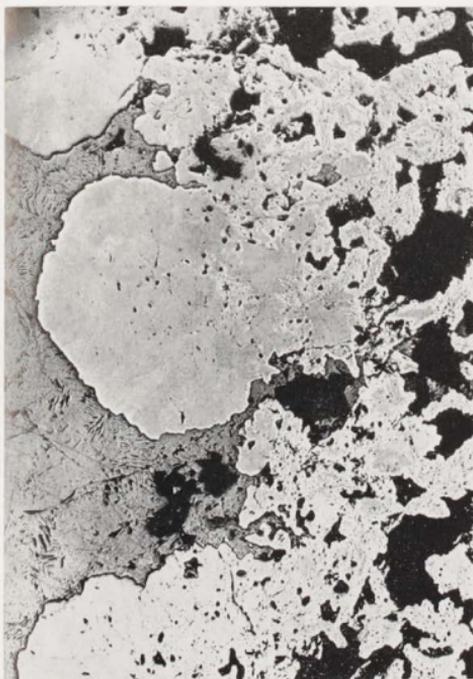
Anlage **Wolfsberg**, 1. Sohle 0. N 1/2 +. V = 35 x.



48



49



50



51

Tafel 15

Fig. 52 Rotnickelkies-„Sonne“ (**Kobaltrücken**).

Radialstruierte Rotnickelkiesmasse mit umlaufender Auslöschung. Die Rotnickelkieskörner sind subparallel angeordnet, zeigen z. T. aber auch echte Zwillingslamellierung (obere Bildhälfte).

Anlage **Schnepfenbusch**, 1. Sohle 0. N +. V = 35 x.

Fig. 53 Kalkspat verkittet Rammelsbergitbruchstücke (**Kobaltrücken**).

Der Kalkspat ist stengelig zur Aufwachsebene auf den Rammelsbergit aufgewachsen („Faserkalk“). Die Kalkspatkörner sind durch Beanspruchung verbogen. Rammelsbergit bildet eigentümliche Zwillinge.

Anlage **Schnepfenbusch**. N +. V = 40 x.

Fig. 54 und 55 Rammelsbergit in kugelig radialen Massen, vgl. Text S. 89 (**Kobaltrücken**).

Fig. 54 Ausschnitt aus der Innenzone des Rammelsbergit-Sphäroliths: Rammelsbergit bildet büschelige, radial angeordnete Subindividuen mit undulöser Auslöschung.

Fig. 55 Ausschnitt aus der Außenzone des Rammelsbergit-Sphäroliths: Konzentrisches Rotnickelkiesband mit gleicher Auslöschung (und Ausbrüchen) durchsetzt radialstrahlig angeordnete Rammelsbergitmassen. Die nach innen zeigende Partie (links vom Rotnickelkiesband) hat noch nadelig-stengeligen subparallelen Aufbau; die äußere Zone besteht aus größeren, stengeligen Einzelkörnern mit Zwillingslamellierung.

Anlage **Schnepfenbusch**. N +. V = 70 x.



52



53



54



55

Tafel 16

Tafel 16

Fig. 56 Zwillinglamellierung im Rammelsbergit (**Kobaltrücken**).

Rammelsbergit zeigt ausgeprägte Zwillinglamellierung und z. T. stengeligen Aufbau. Dadurch entstehen fischgrätenartige Muster. Rammelsbergit wird von Safflorit umsäumt, der sich als dunkler Randsaum mit an einer Stelle deutlichem Aufbau aus rhombenförmigen Körnern abhebt. Er ist gegen den Schwerspat zackig-idiomorph. begrenzt.

Anlage **Wolfsberg**, Schwerspatgang 1. Sohle O. N +. V = 35 x.

Fig. 57 Rotnickelkies und Rammelsbergit in bänderförmiger, leicht konzentrischer Anordnung (**Kobaltrücken**).

Breitere, traubige Rotnickelkiesbänder werden girlandenförmig von Rammelsbergitbändern eingefasst. Die Rotnickelkies-Rammelsbergit-Bänder ordnen sich leicht konzentrisch um zonare Speiskobalt-Chloanthit-Partien. Speiskobalt-Chloanthit ist erkenntlich an den idiomorphen Formen und dem Zonarbau, der durch bevorzugt korrodierte Zonen sichtbar wird. Der Kern der Speiskobalt-Chloanthit-Partien wird von Rotnickelkies und Rammelsbergit in zonarer Anordnung gebildet. In der Abbildung ist diese Rammelsbergit-Rotnickelkies-Partie nur schwer erkennbar.

Anlage **Schnepfenbusch**, 2. Sohle O. V = 1 x.

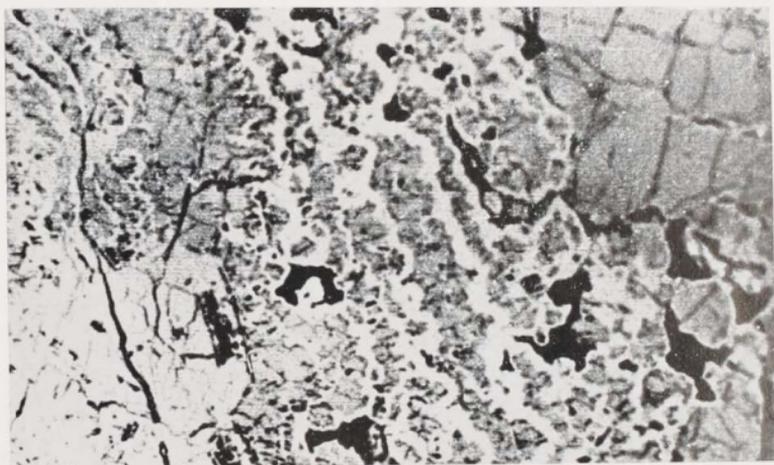
Fig. 58 „Kokardenerz“ (**Kobaltrücken**)

Konglomeratbruchstücke werden von Arseniden kokardenförmig eingefasst.

Schwerspatgrube „**Wilhelm I**“. V = 1 x.



56



57



58

Tafel 17

Fig. 59 Konzentrische Bänder aus Rammelsbergit und Safflorit (**Kobaltrücken**).

Schmale Saffloritbänder wechseln mit breiten Rammelsbergitbändern, deren radialstrahliger, stengeliger Aufbau zu erkennen ist. Die Abbildung zeigt die Verwachsungsfläche zweier sphärolithischer Gebilde.

Anlage **Schnepfenbusch**. V = 5 x. Geätzt mit HNO_3 .

Fig. 60 Konzentrische Bänder aus Safflorit und Rammelsbergit werden durch Kobaltblüte und Gangart verdrängt (**Kobaltrücken**).

Die Saffloritbänder bleiben als selektive Verdrängungsreste länger in der verdrängenden Kobaltblüte bzw. Gangart erhalten als Rammelsbergit. Als erste Zone parallel zur Verdrängungsfront bildet sich ein schwarzgefärbter Saum heraus, dessen Färbung wahrscheinlich von feinsten dispers verteilten Verdrängungsresten herrührt. Diese Saumzone enthält noch reichlich Saffloritbänder. Dann folgt eine von Kobaltblüte wechselnd rotgefärbte, in der Abbildung fleckige Zone, die parallel zur Verdrängungsfront angeordnet ist. Die geschlossene Arsenidzone (weiß) enthält schon geringe, z. T. lagige Nebengesteinseinlagerungen.

Anlage **Schnepfenbusch**. V = 2 x.

Fig. 61 Ausschnitt aus Fig. 60.

Saffloritbänder mit bandförmigen Gangarteinlagerungen, die durch selektive Herauslösung der Rammelsbergitbänder entstanden sind.

Anlage **Schnepfenbusch**. V = 70 x.

Fig. 62 Arsenkies, Bravoiit, Zinkblende und Bleiglanz in Verwachsung mit Rotnickelkies (**Kobaltrücken**).

Rotnickelkies wird infolge Kataklyse von zahlreichen Rissen durchzogen. Durch Arsenkiesverdrängung sind diese Risse zu Verdrängungskanälen und schlauchförmigen Einstülpungen erweitert. In diesen Kanälen ist sehr oft als Umlagerungsprodukt im Gefolge der Arsenkiesverdrängung Bravoiit ausgeschieden. Dieser bildet die Mittelwände der Kanäle. — Außerdem verdrängt der Arsenkies den Rotnickelkies von den Kornrändern aus. Die randlichen Verdrängungszonen sind durch Zinkblende-Bleiglanz-Krusten überdeckt. In der unteren Bildhälfte ist in der Kruste von innen nach außen die Abfolge Zinkblende-Bleiglanz leidlich zu erkennen.

Bleiglanz ist heller als Zinkblende und hat Spaltausbrüche. Im Bleiglanz ist ein schwarzes Kupferschieferbruchstück eingelagert.

Anlage **Schnepfenbusch**, 1. Sohle O. V = 2 x.



59



60



62



61

Tafel 18

Fig. 63 Orientierte Verdrängung von Rotnickelkies durch Arsenkies
(Kobaltrücken).

Rotnickelkies wird durch den orientiert und frontal vordringenden Arsenkies zerfranst. Vaesit ist in rhythmischen Säumen parallel zur Verdrängungsfront orientiert und als aderförmige Einlagerungen in die orientierten Fransen des Arsenkies eingebaut. Außerdem füllt er den im oberen Bildteil diagonal durchsetzenden Riß teilweise aus.

Anlage **Schnepfenbusch**, 1. Sohle O. V = 640 x.

Fig. 64 Orientierte Verdrängung von Rotnickelkies durch Arsenkies.
(Kobaltrücken).

Rotnickelkies wird randlich durch Arsenkies orientiert und frontal verdrängt. Vaesit bildet rhythmische Säume parallel zur Verdrängungsfront und aderförmige Einlagerungen im Arsenkies. Arsenkies wird von einer Bravokitkruste überzogen, die überwiegend aus Vaesit besteht und nur wenige Pyritschnüren enthält. Die Bravokitkruste wird von Zinkblende überdeckt.

Anlage **Schnepfenbusch**, 1. Sohle O. V = 360 x.

Fig. 65 Rißauskleidung aus Bravokit in Arseniden (Kobaltrücken).

Bravokit bildet auf Rammelsbergit, der seinerseits auf Rotnickelkies aufgewachsen ist, zonar gebaute Säume aus Vaesit und Pyrit in wechselnder Folge. Die Rißnaht ist mit Gangart ausgefüllt.

Anlage **Wolfsberg**, Schwerspatgang 1. Sohle O. V = 340 x.

Fig. 66 Bravokitkruste auf Safflorit (Kobaltrücken).

Bravokit, tatsächlich bestehend aus Vaesit und Pyrit, zeichnet als rhythmische Einfassung die idiomorphen Korngrenzen des Safflorits nach und enthält als Einschluß einen Safflorit-„Stern“. An die Bravokitkruste schließt sich Schwerspat (schwarz) an.

Anlage **Wolfsberg**, Schwerspatgang 1. Sohle O. V = 340 x.



63



64



65



66



Tafel 19

Fig. 67 Markasit umwächst Speiskobalt in schaligen, konzentrischen Massen (**Kobaltrücken**).

Speiskobalt bildet an dem nach unten zeigenden Rand einen zonaren, z. T. deutlich idiomorphen Saum. Die Markasitlagen zeichnen die Gesamtform der Speiskobalteinlagerung nach. Kleinere, von Markasit konzentrisch umschlossene Speiskobaltteilchen finden sich besonders in Randnähe der Haupteinlagerung und in geringer Anzahl auch weiter entfernt. Sie führen zur Entstehung von konzentrisch-lagigen Spezialgebilden aus Markasit. Dadurch erscheint die Hauptlinienführung der Markasitmassen vielgestaltiger und z. T. verzerrt.

Anlage **Wolfsberg**, 1. Sohle W. V = 6 x.

Fig. 68 Radialstruierter konzentrischer Markasit-Sphärolith (**Kobaltrücken**).

Durch Ätzung kommt der radiale und lagig-konzentrische Aufbau des Markasits ausgezeichnet heraus.

Anlage **Wolfsberg**, 1. Sohle W. V = 40 x. Geätzt mit HNO_3 .

Fig. 69 Zonar gebauter Speiskobalt-Chloanthit (**Kobaltrücken**).

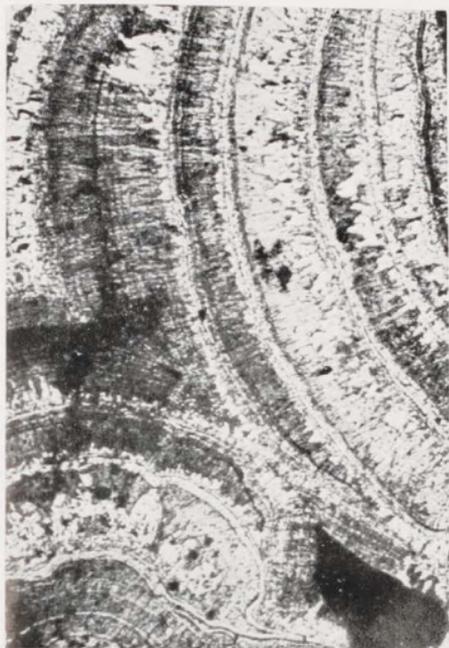
Der Zonarbau wird durch Ätzung sichtbar. Speiskobalt zeigt würfelige Formen und ist von Markasit umwachsen. Letzterer ist unregelmäßig angeätzt.

Anlage **Wolfsberg**, 1. Sohle W. V = 50 x. Geätzt mit HNO_3 .

Fig. 70 Zonar gebauter Speiskobalt-Chloanthit (**Kobaltrücken**).

Der Zonarbau kommt durch Korrosion heraus. Der kataklastisch beanspruchte Speiskobalt wird randlich leicht durch Kalkspat verdrängt.

Anlage **Wolfsberg**, V = 5,5 x.



Tafel 20

Tafel 20

Fig. 71 Schalenblende mit randlicher Bleiglanzverdrängung (**Kobaltrücken**).

Die Schalenblende zeigt lagigen Aufbau aus abwechselnd hellen und dunklen Zonen. Markasit und Pyrit wächst (auf Zinkblende aufsitzend) konzentrisch in wechselnder Folge in den letzten Drusenraum hinein (Füllmasse des Drusenraumes: Schneiderhöhsche Mischung — grau, rissig). — Bleiglanz verdrängt randlich die Schalenblende und dringt dabei lagig vor (vgl. Fig. 72).

Anlage **Wolfsberg**, Ansteigende B. V = 5,5 x.

Fig. 72 Ausschnitt aus Fig. 71.

Zonar gebauter Bleiglanz wächst lagig in die Schalenblende hinein, diese randlich verdrängend. Der Zonarbau des Bleiglanzes wird allein durch die anomale Anisotropie des Bleiglanzes sichtbar. Die hellen Schalenblendelagen zeigen starke Innenreflexe bei + Nikols.

Anlage **Wolfsberg**, N +. V = 50 x.

Fig. 73 Rammelsbergit wächst stengelig auf idiomorphen Rotnickelkies auf (**Kobaltrücken**).

Rammelsbergit zeigt ausgeprägte Zwillingslamellierung und korrodiert Rotnickelkies.

Anlage **Schnepfenbusch**, 1. Sohle O. N +. V = 125 x.

Fig. 74 Heterogenit als Neubildung auf Speiskobalt (**Kobaltrücken**).

Heterogenit bildet kleine, radialstruierte Sphärolithe mit z. T. umlaufender Auslöschung. Sie sind meist in Kalkspat eingelagert und wachsen randlich in den Speiskobalt hinein. Außer Kalkspat (in unterschiedlichen, wolkigen Grautönungen und z. T. mit Zwillingslamellierung) enthält die Abbildung noch hydrothermalen Quarz als idiomorphes Korn und konglomeratische Komponenten (beide grau mit Relief).

Anlage **Schnepfenbusch**, Friedrich-Stolln O. N +. V = 180 x.



71



72



73



74

Tafel 21

Fig. 75 Verdrängungsreste von Rammelsbergitbruchstücken in Kalkspat (**Kobaltrücken**).

Rammelsbergit, in Bruchstücken dem Kalkspat eingelagert, wird durch diesen verkittet und z. T. verdrängt. Die zahlreichen Verdrängungsreste im Kalkspat lassen durch ihre Anordnung noch die alten Kornformen und Gefüge erkennen. Im Bereich der Verdrängungen ist der Kalkspat verhältnismäßig feinkörnig.

Anlage **Schnepfenbusch**, N $1/2$ +. V = 50 x.

Fig. 76 Kataklastischer Arsenkies wird von Zinkblende verkittet (**Kobaltrücken**).

Die Zinkblende dringt auf den Vaesitadern noch etwas in den Arsenkies hinein.

Anlage **Schnepfenbusch**, 1. Sohle O. V = 500 x.

Fig. 77 Kataklastischer Rotnickelkies mit schmalen Rammelsbergit-Safflorit-Säumen (**Kobaltrücken**).

Den überwiegenden Arsenidanteil stellt Rotnickelkies. Dieser ist kataklastisch zerbrochen. Die Risse sind z. T. durch Rammelsbergit verheilt oder enthalten Arsenkies und Mineralien der Bravoit-Reihe als jüngere Bildungen (letzteres ist auf der Abbildung nicht zu erkennen, da diese Mineralien häufig ausbrechen; sie zeichnen sich meist als dünne, dunkle Kanäle ab). — Rotnickelkies wird außerdem von schmalen, geschlossenen Randsäumen aus Rammelsbergit und Safflorit umgeben. Die Drusen-hohlräume sind teils durch Schneiderhönsche Mischung ausgefüllt (grau und porig).

Anlage **Schnepfenbusch**, Friedrich-Stolln O. V = 3 x.

Fig. 78 Kalkspat verkittet Rammelsbergitbruchstücke (**Kobaltrücken**).

Kalkspat zeigt z. T. ausgeprägtes stengeliges Wachstum senkrecht zur Aufwachsfläche. Die zwischen den Rammelsbergitbruchstücken eingeklemmten Kalkspatteile sind infolge Beanspruchung zwillingslamelliert. Der anisotrope Rammelsbergit hebt sich durch deutliches Relief vom Kalkspat ab.

Anlage **Schnepfenbusch**, N $1/2$ +. V = 170 x.



75



76



77

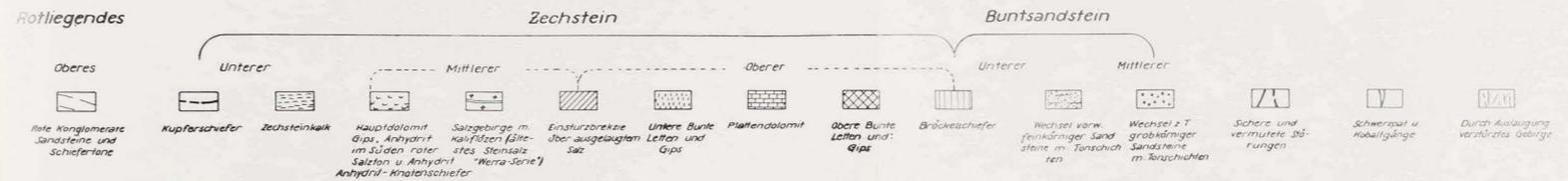
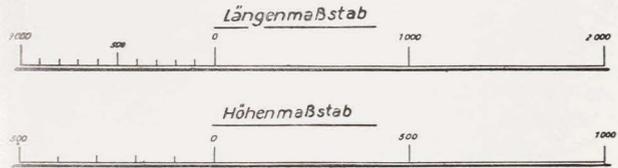
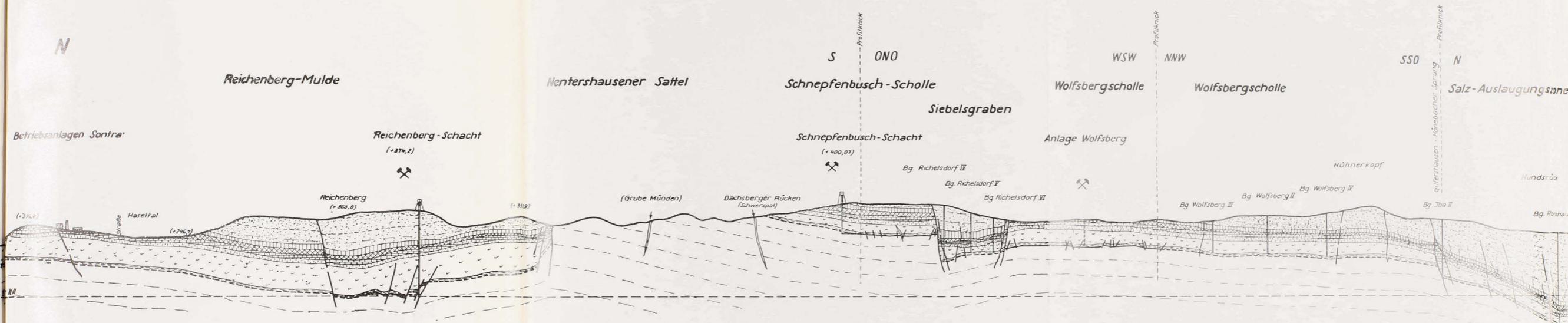


78

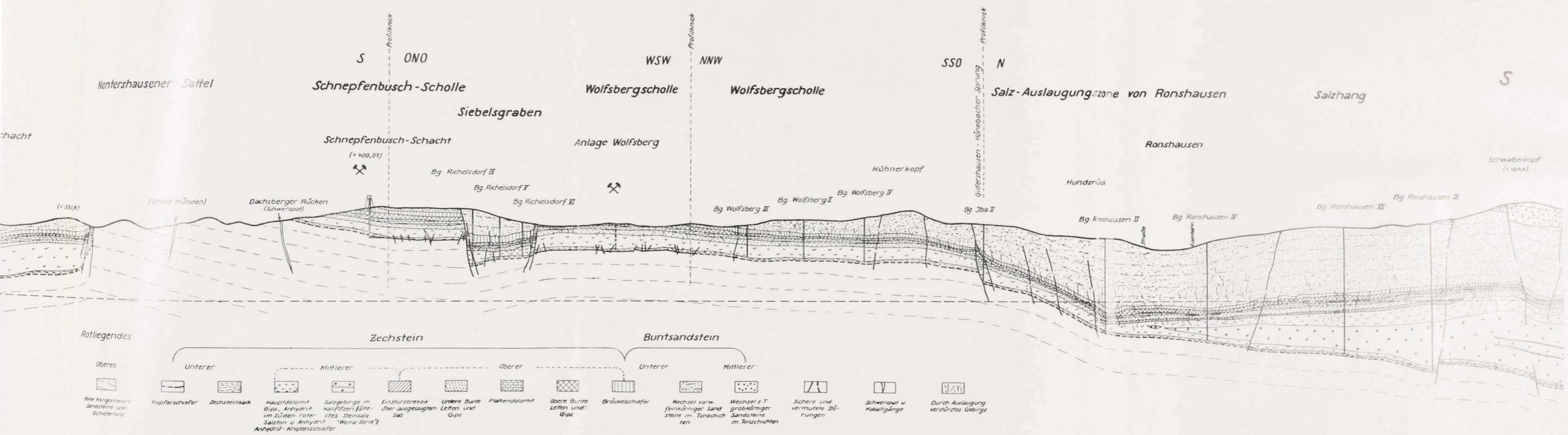


- Zeichenerklärung:**
- Rotliegendeaufbrüche
 - Bauwürdigkeitsgrenze
 - Bohrung
 - Ansatzpunkt der Bohrung
 - Flützleite
 - Störungen
 - Profilinie von Tafel 23

Übersichtsriß der Kupferschieferlagerstätte des Richelsdorfer Gebirges
Gebiete mit bauwürdigen Kupfererzen (nach den Bohrergebnissen)



Geologisches Profil durch die Kupferschieferlagerstätte des Richelsdorfer Gebirges (nach G. Gunzert)

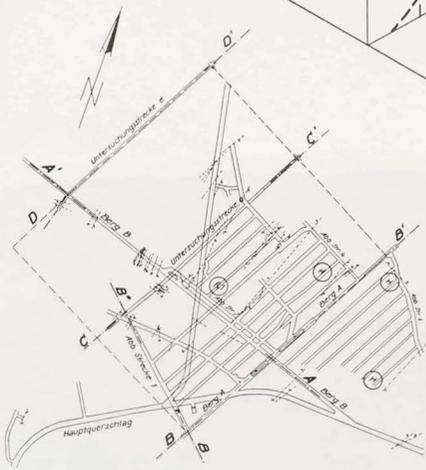
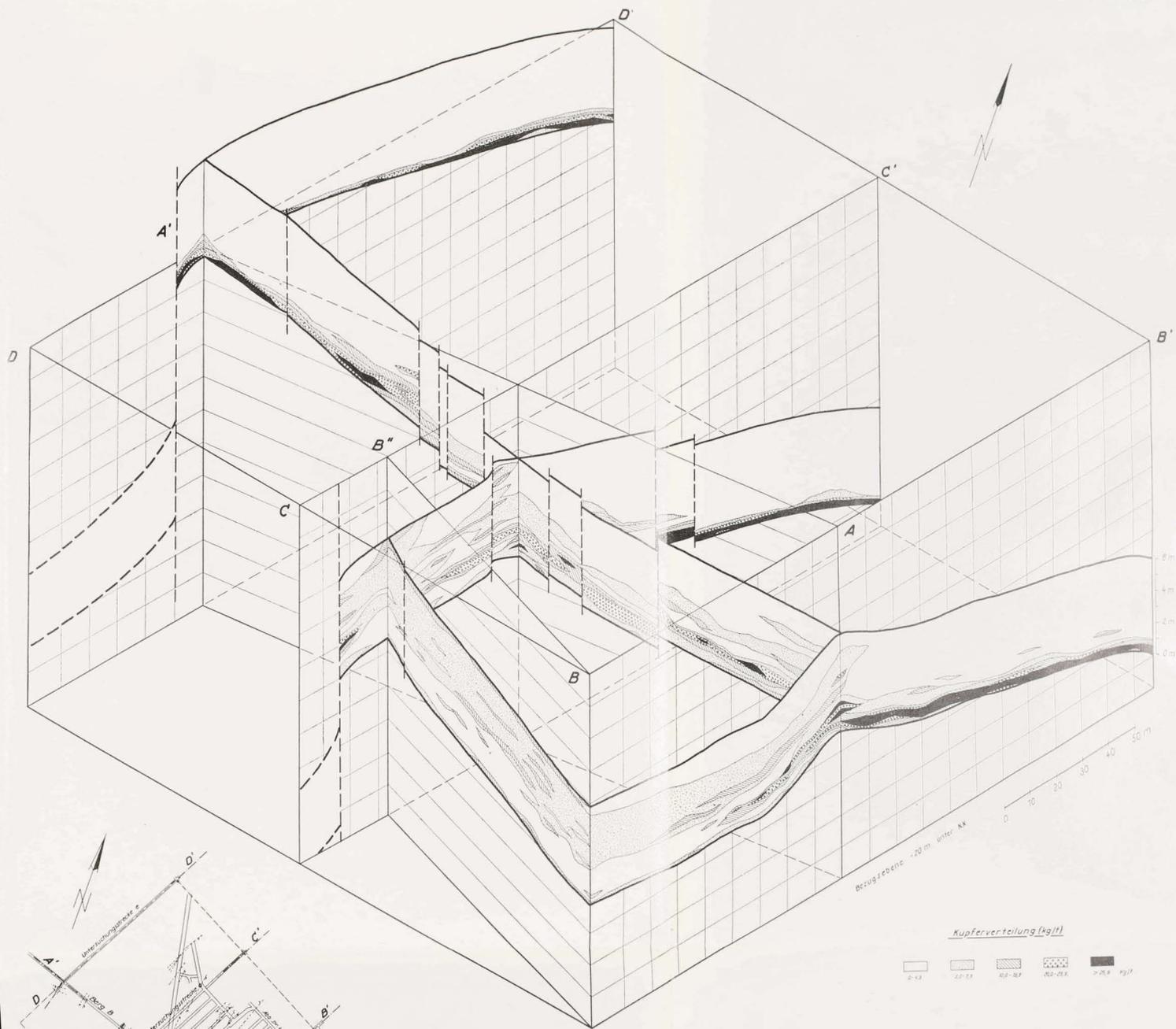


Geologisches Profil durch die Kupferschieferlagerstätte des Richelsdorfer Gebirges
(nach G. Gunzert)

Zeichenerklärung

- I. Erzmikroskopisch - analytisch untersuchte Profile (Sanderz, Kupferschiefer und Dachberge, 40-70 cm Profilmächtigkeit)
 - W Anlage Wollberg Wo 1 - Wo 7
 - S Schnepfenbuschschacht Schn 1 - Schn 4
- II. Erzmikroskopisch untersuchte Profile
 - P 1 - P 3 (Sanderz und Kupferschiefer, 15-30 cm Profilmächtigkeit) Anlage Wollberg
 - S 1 - S 4 (Sanderz 7-12 cm Profilmächtigkeit) Anlage Wollberg
 - S 5 u. S 6 (Sanderz 180 cm Profilmächtigkeit, stichprobenartig von 20 zu 20 cm gezogene Proben) Anlage Schnepfenbusch
 - Sch 1 - Sch 4 (Kupferschiefer, 18-24 cm Profilmächtigkeit) Anlage Schnepfenbusch
 - R 1 (Kupferschiefer, Dachberge u. Zechsteinkalk, 200 cm Profilmächtigkeit, stichprobenartig von 20 zu 20 cm gezogene Proben) Anlage Reichenberg
- III. H Erzmikroskopisch untersuchte Teilprofile und Handstücke (Sanderz, Kupferschiefer, Dachberge und Zechsteinkalk)
- IV. H Entnahmestellen von Proben für die Untersuchung der Kobaltrücken
- V. Profilproben (Analytisch untersuchte Profile, Kupferschiefer)
 - I - X

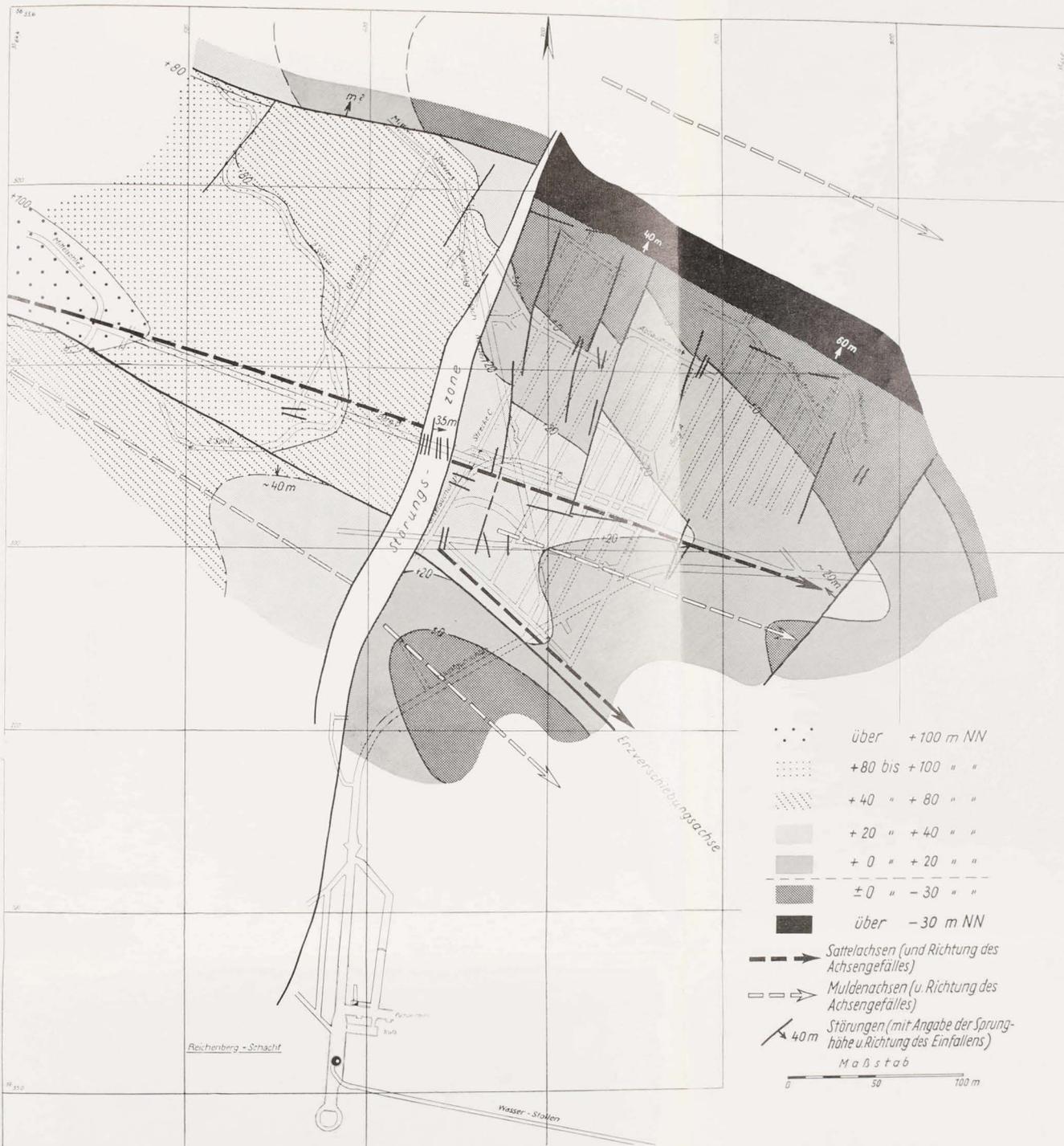




**Raumbildliche Darstellung der Verteilung der Cu-Gehalte (kg/t)
im Grubengebäude des Reichenbergsschachtes**

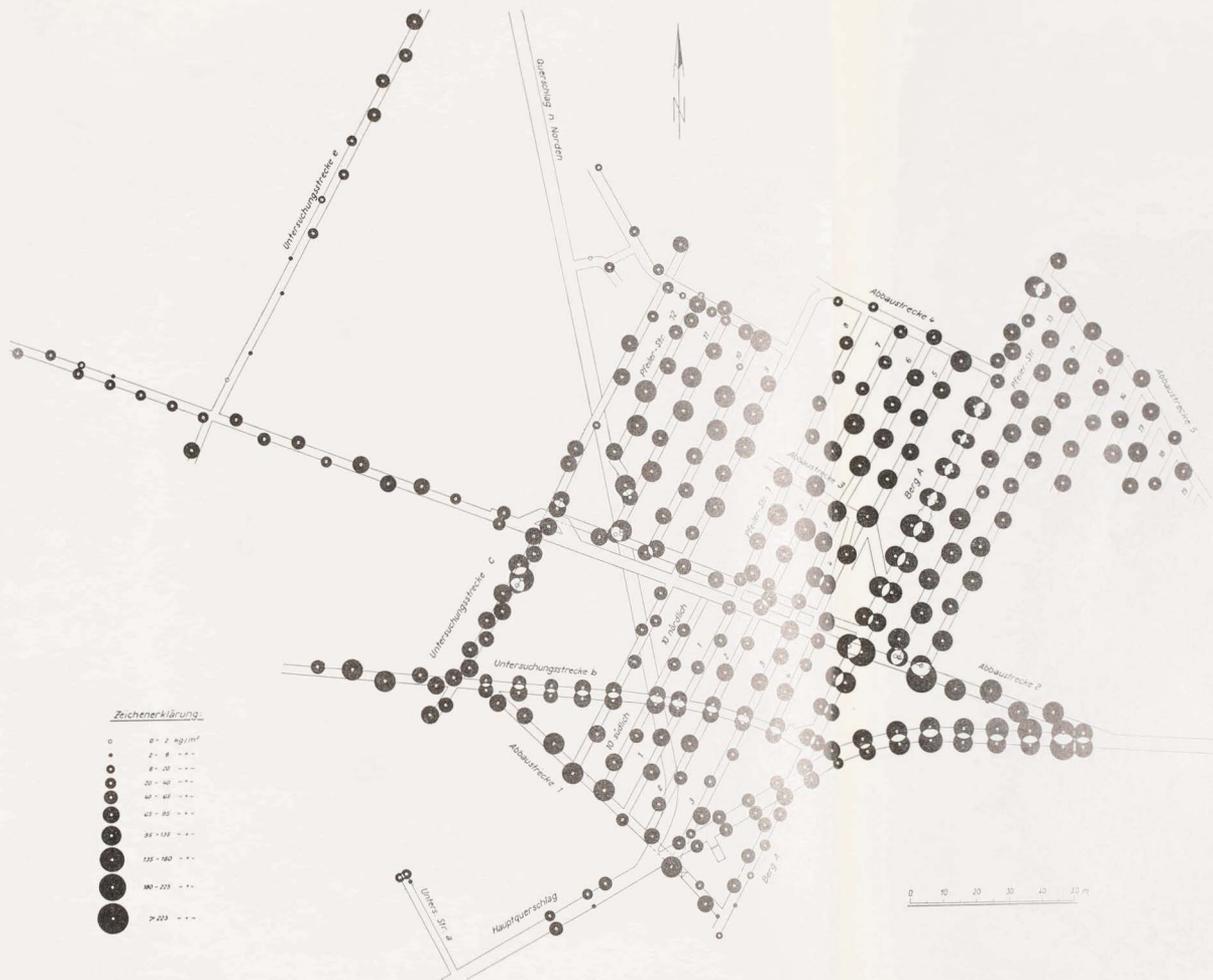
(nach den Hauptlagenproben der Kurhessischen Kupferschieferbergbau G. m. b. H.)

Die Schichten des Unteren Zechstein - Kupferschiefer, Dachberge und Zechsteinkalk - sind überhöht dargestellt.



Der tektonische Bau im Reichenberg-Grubenfeld,
dargestellt durch die Höhenlage des Kupferschiefers über N.N.

(nach G. Gunzert 1953)



Kupferverteilung im Grubenfeld des Reichenbergschachtes kg/m³-Riß

(nach den Hauptlagenproben der Kurhessischen Kupferschieferbergbau G. m. b. H.)



Verteilung der Kupfer- und Metallgehalte
in der Kupferschieferlagerstätte des Richelsdorfer Gebirges

(nach den Tiefbohrergebnissen)

