

# MIKROSKOPIE

ZENTRALBLATT FÜR MIKROSKOPISCHE  
FORSCHUNG UND METHODIK

Hauptschriftleitung Dr. Fritz Bräutigam und Prof. Dr. Alfred Grabner

Verlag Georg Fromme & Co., Wien V, Nikolsdorfer Gasse 11 · Tel. B 23-3-56

Band 4

1949

Heft 11/12

Seite 321-384

## DAS VORKOMMEN VON METALLEN IN DER STEINKOHLLE

Mit 7 Abbildungen

*Kleinbild-Mikroaufnahmen*

Von PROF. DR. E. STACH

(Amt für Bodenforschung, Herne-Sodingen)

Die Erkennung des Auftretens und der Verteilungsform der anorganischen Minerale in der Kohle ist von erheblicher praktischer Bedeutung, da der Aschengehalt der Kohle in der Hauptsache auf diese Mineralbeimengungen zurückzuführen ist. Durch die chemische Analyse können diese Mineralien nur indirekt erschlossen werden; ihre Ausbildung und Verteilungsform können nur durch das Mikroskop festgestellt werden. Für die mikroskopische Kohlenforschung hat sich der Anschliff (9) als ausgezeichnetes Hilfsmittel erwiesen, der im Auflicht, und zwar vorzugsweise im vertikalen Auflicht, mikroskopisch untersucht wird. Auch die anorganischen Beimengungen der Kohlen lassen sich im Anschliff vorzüglich erkennen. Soweit sie opak sind, ist ihre Bestimmung, wie bei den Erzen überhaupt, nur im Anschliff möglich. Von den anorganischen Mineralien in der Kohle spielt der Schwefelkies die Hauptrolle. Die mikroskopische Erscheinungsweise des Eisenminerals Schwefelkies in der Kohle ist vom Verfasser (7) bereits früher beschrieben worden. Das Eisen kommt aber nicht nur in der Form des Sulfides in der Kohle vor, sondern vielfach auch als Karbonat. Über die Form des Auftretens von Eisen als Karbonat ist verhältnismäßig wenig bekannt. Es kommt in der gewöhnlichen Steinkohle meist als syngenetische Bildung in radialstrahligen mikroskopischen Ausscheidungen vor. Diese Ausscheidungen können sich zu Eisenspatlagen verdichten. Das Eisen fällt im Torf aus dem Humat bei Berührung mit Sauerstoff als Eisenhydroxydgel aus, das nach und nach in  $\text{FeCO}_3$  übergeht. Durch Zersetzung des schwefelhaltigen Eiweißes im Torf kann der organische Schwefel unmittelbar mit dem Eisenkarbonat reagieren. Auch nach G. H. CADY (1) ist die Schwefelkiesbildung in erster Linie auf den organischen Schwefel zurückzuführen. Ferner scheiden sich durch Reduktion von Eisensulfat Eisensulfid und Eisendisulfid als gemischtes Gel ab. Die metasomatische Umwandlung von Eisenspat in

Schwefelkies ist mikroskopisch im Anschliff gelegentlich gut zu beobachten (8). Die Ausscheidung von Eisenkarbonat und Schwefelkies kann auch gleichzeitig vor sich gehen bzw. der Schwefelkies kann von Eisenspatschalen umhüllt sein. Das  $\text{FeS}_2$  scheidet sich in der Hauptsache als durch Elektrolyte ausgeflocktes Gel in kleinen Kügelchen ab. Die Kugeln haben einen durchschnittlichen Durchmesser von  $6-10\ \mu$ . Sie werden aber auch in manchen Lagen erheblich größer und erreichen bis  $40\ \mu$  Durchmesser. Das  $\text{FeS}_2$ -Gel bezeichnet man als *Melnikovit*. Die Gekügelchen sind aber im Laufe der Zeit kristallin geworden, und so bestehen die Kugeln heute aus einem Haufwerk von Schwefelkieswürfeln, also aus dem regulär kristallisierenden *Pyrit*. Abb. 1 gibt eine solche Pyritwürfelkugel bei 2000facher Vergrößerung wieder. Die Kristalle sind alle annähernd gleich groß (idiomorph und isodiametrisch). Das besagt, das sie alle die gleiche Wachstumszeit, also gleiches Alter, haben und demnach gleichzeitig entstanden sind. An allen Punkten der Gekugel begann die Kristallisation gleichzeitig. Dieser Aufbau spricht gegen eine nachträgliche Bildung während der Inkohlung. Bei einer nachträglichen (epigenetischen) Entstehung müßte die Kristallisation von einem Mittelpunkt ausgehen und sich strahlenförmig nach allen Richtungen hin fortsetzen. Die Einzelkristalle können in der Kugel verschieden dicht gepackt liegen. Die Keimkristalle sind zuweilen so stark gewachsen, daß sie

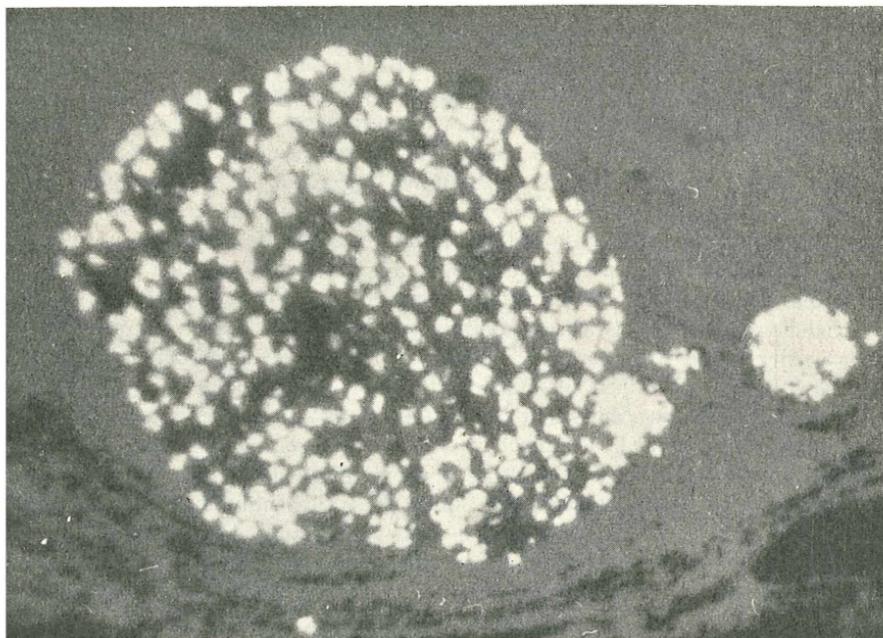
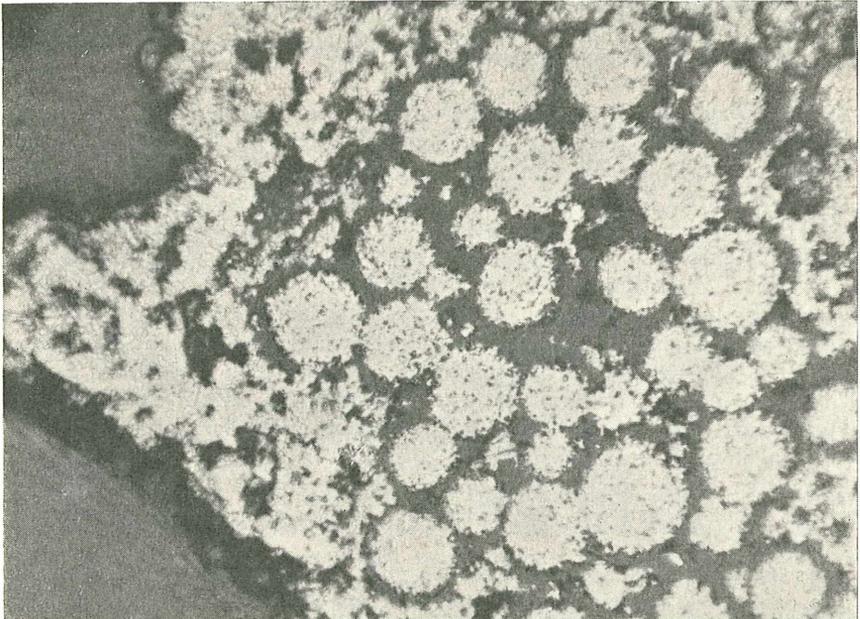


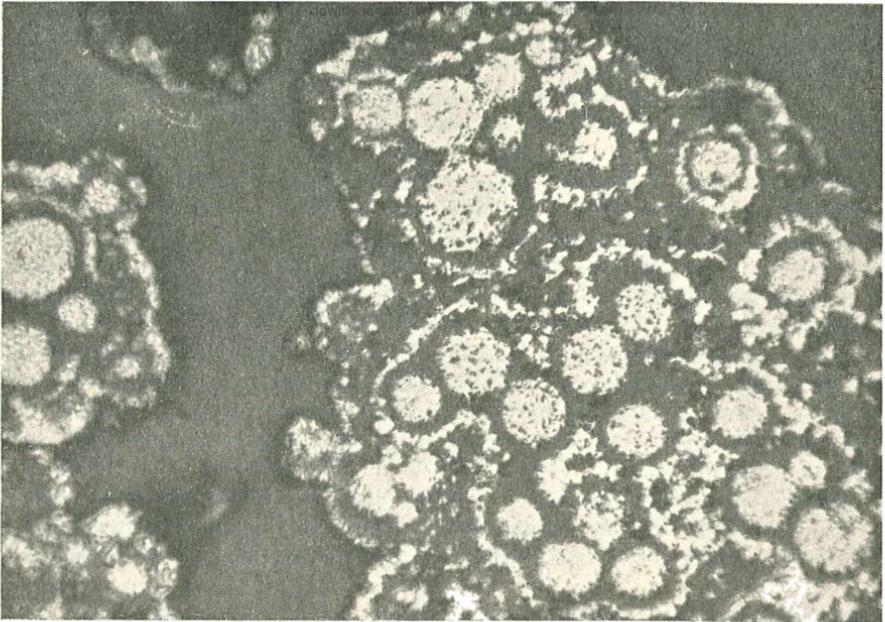
Abb. 1. Schwefelkieskugel in Piesberg-Anthrazit. Anschliff unter Öl. 2000 1.

sich gegenseitig in ihrer Ausbildung behindert haben und die Zwischenräume zwischen den Würfeln sehr klein geworden sind. Bei flüchtiger Untersuchung machen sie den Eindruck massiver Erzkugeln. Diese Würfelkugeln kommen nicht nur in der Kohle, sondern auch in den sie begleitenden Tonschiefern und anderen bituminösen Sedimenten vor und sind daher als die hauptsächlichste Erscheinungsform des Schwefelkieses in den Sedimenten anzusehen. Abb. 2 zeigt eine Häufung solcher Pyritkugeln, deren Aufbau aus Einzelkristallen nicht mehr klar zu erkennen ist, da die Würfelchen miteinander verwachsen sind. Es handelt sich aber um Pyrit, da die Kugeln zwischen gekreuzten Nicols bei der Drehung des Objektisches um  $360^\circ$  nicht aufhellen, sondern dunkel bleiben, was bei dem rhombisch kristallisierenden Markasit nicht der Fall wäre. Die Pyritkugelchen berühren sich, räumlich gesehen, gegenseitig, bilden also ein Kugelhaufwerk. Nur im Schliffbild, das die Kugeln im allgemeinen nicht im Hauptschnitt trifft, sondern Kugelkalotten abschneidet, gewinnt man den bekannten Eindruck, als ob die Kugeln sich nicht berühren, sondern in einer Einbettungsmasse frei schwimmen.

Interessant ist nun, daß der Zwischenraum zwischen den Pyritwürfelkugeln im Anthrazit mit Zinkblende ausgefüllt ist. Schon SCHNEIDER-HÖHN und RAMDOHR (6) weisen darauf hin, daß sich in Sedimenten, in



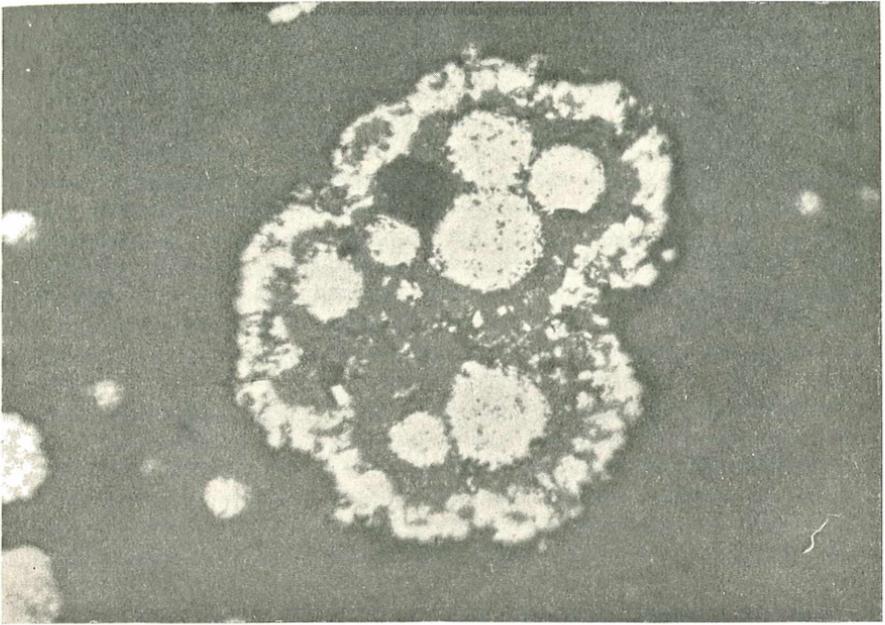
*Abb. 2. Pyrit und ZnS in Piesberg-Anthrazit. Anschliff unter Öl. 400 1.*



*Abb. 3.  $FeS_2 + ZnS$  in Anthrazit. Anschliff unter Öl. 400 1.*

denen reduzierende Bedingungen herrschten, also etwa in Kohlen und bituminösen Schiefen,  $ZnS$  in kleinen Mengen, aber nicht selten, finden kann. Zinkblende ist in Kohlen zwar wiederholt vermutet, aber bisher nicht nachgewiesen worden. Hier kommt sie also im Anthrazit in Verbindung mit Pyrit vor. Die Zinkblende hat im Anschliff die ähnliche Helligkeit wie die umgebende Kohle, so daß sie sich von dieser im Mikrophoto nicht sehr abhebt. Unter dem Mikroskop ist sie an ihrer von der Kohle abweichenden blaugrauen Färbung zu erkennen. Die Zinkblende leuchtet nicht so stark wie der Pyrit und sieht im Gegensatz zu ihm l i c h t g r a u aus mit bläulichem Unterton. Die Reflexion ist die niedrigste von fast allen sulfidischen Erzen. Unter Öl sind bei Zinkblende Reflexe zu beobachten, die bei abwechselnder Hebung und Senkung des Tubus als Innenreflexe erkennbar werden. Da auch die Zinkblende regulär kristallisiert, also optisch isotrop ist, bleibt sie bei gekreuzten Nicols dunkel. Die Zinkblende hat eine mittlere Schleifhärte; sie ist weicher als Pyrit. Die Pyritkugeln treten daher im Relief aus der Zinkblende hervor.

Es kommen rhythmische Fällungen von Pyrit und Markasit vor (10), die also dann beide aus einem Gel entstanden sein müssen. Nach H. EHRENBURG (3) gibt es kein besonderes Markasitgel. Die wechselnde Bänderung von Pyrit und Markasit erklärt M. T. MACKOWSKY (5) durch rhythmische



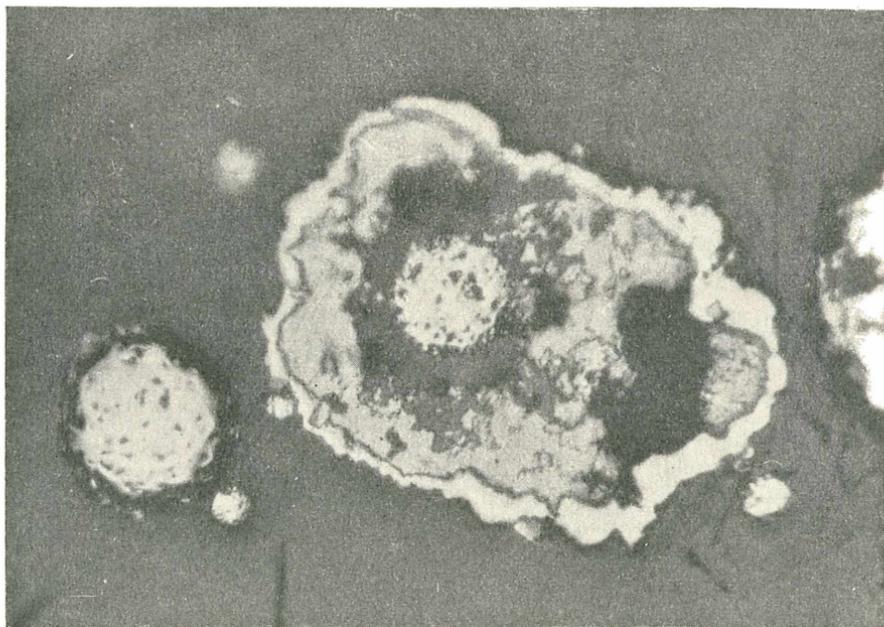
*Abb. 4.  $FeS_2$  und  $ZnS$  in Piesberg-Anthrazit. Anschliff unter Öl. 560 1.*

sche Änderung der Azidität in der Art der Liesegangschen Diffusionserscheinungen. Bei saureren Bedingungen entsteht aus dem Melnikovit mehr Markasit, bei weniger sauren Pyrit. Dem widerspricht jedoch, daß der mit Kalkspat vergesellschaftete Schwefelkies fast immer als Markasit vorkommt. Die Gelnatur des Melnikovitpyrits ist an Schrumpfungsrissen gelegentlich zu erkennen, was von MACKOWSKY (5) sehr klar abgebildet worden ist.

In ähnlicher Weise sind auf Abb. 3 rhythmische Ausfällungen von Pyrit und Zinkblende zu sehen. Um die Pyritkugeln herum hat sich  $ZnS$  ausgeschieden, und einzelne Pyritkugeln oder Gruppen von Kugeln werden wieder von einer dünnen Kugelschale oder ungleichmäßig geformten Schale aus Pyrit umschlossen. Die letzte Ausscheidung, die das ganze ehemalige Geklümpchen umschließt, ist wieder Pyrit. Ein einzelner Pyrit-Zinkblendekörper ist auf Abb. 4 zu erkennen. Die vielfach lappige Verzahnung dieser Körper mit der Kohlenmasse zeigt, daß es sich ebenso wie bei den radialstrahligen Eisenspatkörnern nicht um sedimentierte Körper, sondern um Ausscheidungen aus dem Torf handelt. Im Anschliff sind die Pyrit-Zinkblendekugeln in Reihen, d. h. in Lagen, angeordnet. In bestimmten Torfmikroschichten waren die Bildungsbedingungen besonders günstig, so daß diese schichtige Anordnung entstand. Die Kohlenmikroschichten sind etwas

um die harten Erzausscheidungen herumgebogen. Hieran ist erkennbar, daß die Erzkörper verhältnismäßig frühzeitig im Torf gebildet wurden, jedenfalls bevor dieser nennenswert zusammengedrückt worden war. Daß es sich um Zinkblende handelt, wurde an einer Mikrospaltenfüllung des Anthrazits erkannt. Die Ausfüllungsmasse, die die gleiche Farbe und Reflexion der kugligen Ausscheidungen aufwies, zeigte deutlich die für Zinkblende kennzeichnenden Zwillingslamellen, die durch die Reliefpolitur hervorgehoben werden. Die Zinkblende ist hiedurch einwandfrei nachgewiesen. Bei genauer Untersuchung der Zinkblende in den Mikrospalten wurden in der Grundmasse kleine, eckige, helle Teilchen ohne Relief beobachtet. Bei diesen Teilchen handelt es sich um Kupferkiesausscheidungen, um sog. Entmischungskörper, so wie sie im Lehrbuch der Erzmikroskopie von SCHNEIDERHÖHN-RAMDOHR ([6] Seite 109, Abb. 44) wiedergegeben sind.

Aber nicht nur Zinkblende findet man in diesen Erzausscheidungen, sondern auch untergeordnet Bleiglanz und Kupferkies. Abb. 5 zeigt neben großen und kleinen Pyritkugeln einen Erzkörper, der in der Mitte eine Pyritkugel enthält, die von dunkelgrauer Zinkblende umgeben ist. Um diese Kugelschale von Zinkblende legt sich eine weitere Kugelschale von weißem, im Mikrobilde hellgrauem Bleiglanz, der dann wieder von einer abschließenden



*Abb. 5. Pyrit und PbS + ZnS. Anschliff unter Öl. 1000 1.*

Schwefelkieshülle umgeben ist. Wir haben hier eine rhythmische Fällung von Pyrit, Zinkblende und Bleiglanz vor uns. Schließlich geht aus Abb. 6 und 7 hervor, daß auch Kupferkieskugelschalen in den Erzkugeln vorhanden sind. Der Kupferkies erscheint auf der Mikrophotographie am hellsten. Es handelt sich in der Hauptsache um eine mehrfache Wechsellagerung von Pyrit und Kupferkies. Der Kupferkies sieht gegen Pyrit etwas grüner aus. Er ist härter als Bleiglanz und weicher als Pyrit und Zinkblende. Abb. 7 läßt den Wechsel von Pyrit und Kupferkies am Relief gut erkennen; der härtere Pyrit tritt im Relief stärker hervor.

Wenn vom Eisen bekannt war, daß es hauptsächlich als Sulfid in den Kohlen auftritt, so wußte man dies vom Zink, Blei und Kupfer bisher nicht mit Sicherheit. Es war vielfach angenommen worden, daß diese Metalle sich durch die Speicherwirkung der Pflanzen in diesen angereichert hätten und in fein disperser, im Mikroskop nicht erkennbarer Form in der Kohlenmasse vorhanden wären. Der erstmalige Nachweis dieser Metalle, insbesondere des Zinks, als Sulfide in der Kohle in ihrer Bindung an Pyrit ist von großem praktischem Wert. Wenn es sich zunächst auch nur um den ersten näher untersuchten Fall der Art des Auftretens von Zink in der Steinkohle handelt, so ist es nunmehr doch sehr wahrscheinlich gemacht worden, daß das Zink im allgemeinen nicht in fein disperser, mikroskopisch nicht wahrnehmbarer

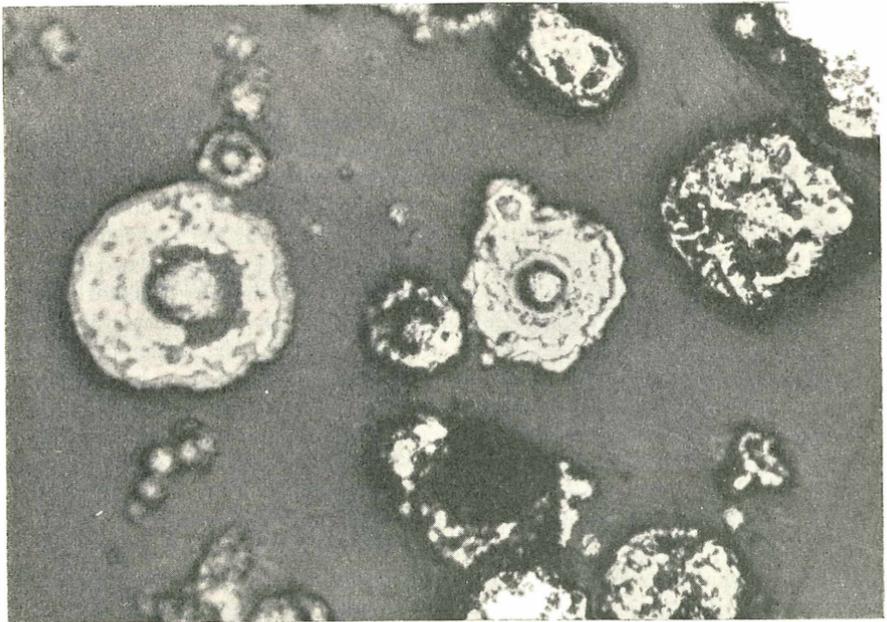
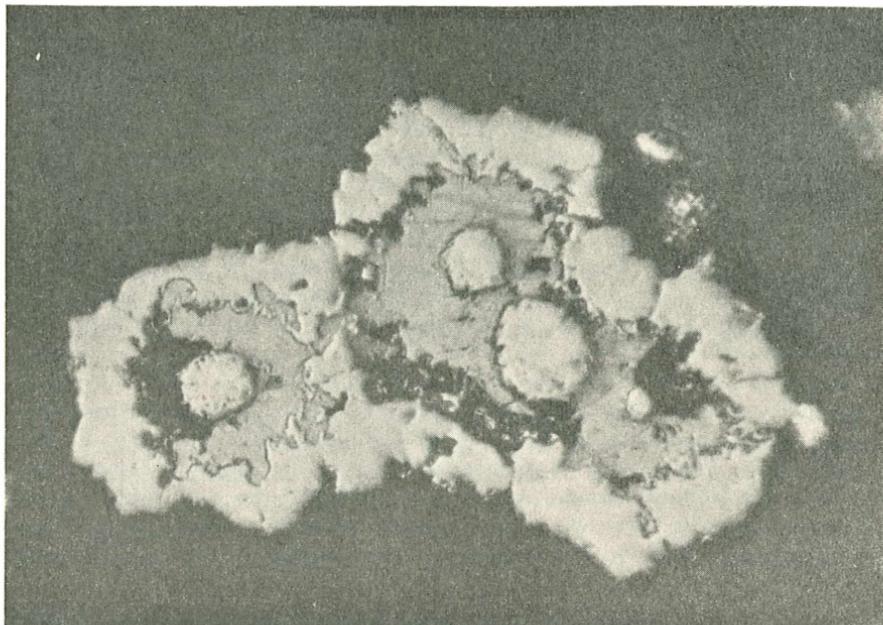


Abb. 6. Pyrit und Kupferkies in Anthrazit. Anschliff unter Öl. 400 : 1.



*Abb. 7. Pyrit und Kupferkies Piesberg-Anthrazit. Anschliff unter Öl. 1000 1*

Form, sondern in kennzeichnenden Ausscheidungen (rhythmischen Fällungen) zusammen mit dem Pyrit vorkommt. Die Buntmetalle finden sich also in erster Linie als Sulfide in der Fremdasche und nicht in der Pflanzenasche der Kohle. Daß jedoch diese Metalle, wie z. B. das Zink, auch in der Pflanzenasche der Kohle auftreten könnten, geht daraus hervor, daß in der Asche heute lebender Pflanzen Kupfer, Zink und Blei gefunden worden sind. In der Asche der Blätter von Pflanzen, die auf Galmeiböden (Zinkkarbonat) wachsen, hat man bis 13,12% Zinkoxyd gefunden (2). Die oberschlesische Galmeiflora ergab recht hohe Werte für den Gehalt der Asche an Zinkkarbonat. Koniferen zeichnen sich durch hohen Zinkgehalt aus. In Pflanzen, die auf bleihaltigem Boden bei Raibel in Kärnten wachsen, wurden 2% Blei gefunden. In den Kohlen stammen jedoch die Metalle, wie das Mikrobild zeigt, nicht aus der Pflanzenasche, sondern aus der Fremdasche, aus syngenetischen oder epigenetischen Sulfidausscheidungen. Von M. T. MACKOWSKY, die sich ebenfalls mit der mikroskopischen Untersuchung der anorganischen Mineralien, insbesondere des Schwefelkieses der Kohlen, befaßt hat, wird behauptet, daß diese Vergesellschaftung des Schwefelkieses mit Zinkblende, Bleiglanz und Kupferkies, wie das hier beobachtet worden ist, ausgesprochen selten sei. Ich habe jedoch in der letzten Zeit des öfteren syngenetischen Pyrit zusammen mit Bleiglanz in der Steinkohle des Ruhrge-

bietet beobachtet und nehme an, daß bei umfangreicheren Untersuchungen dieses oder ein ähnliches Zusammenvorkommen der vier Sulfide festgestellt werden wird. Hierbei muß betont werden, daß Zink, Blei und Kupfer im allgemeinen nur in sehr geringen Mengen in den Kohlen auftreten.

Es ergibt sich also, daß das Zink aufbereitungstechnisch sehr wohl aus der Kohle herausgeholt werden kann. Dies ist bei hohen Zinkgehalten der Kohle erforderlich. Das Zink wird nach F. GRIMMENDAHL (4) in dem bei der Hochtemperaturverkokung entstehenden Teer angereichert. Die höheren Zinkgehalte der Teere bereiten Schwierigkeiten bei der Pechverkokung insofern, als sich im Pechkoks der Zinkgehalt der Teere noch weiterhin anreichert und den Wert der Pechkokse herabsetzt. Es hat sich gezeigt, daß die Zinkgehalte (ZnS-Gehalt) der einzelnen Flöze sehr verschieden sind. Um das Zink und mit ihm auch geringe Mengen von Blei und Kupfer aus der Kohle technisch auszuschcheiden, muß für eine möglichst weitgehende Befreiung der Steinkohle vom Schwefelkies gesorgt werden. Zusammen mit dem Pyrit geht dann auch die Zinkblende ab. Wegen des hohen spezifischen Gewichtes dieser Blenden ist dies durchaus möglich, und der gewünschte Reinheitsgrad hängt nur von der Aufschlußfeinheit der Kohle ab. Da die Zinkblende die Wichte 3,9—4,1 hat, so ist sie ebenso wie der Pyrit mit der Wichte 5,2 auch als Spaltenfüllung ohne Mischung mit dem schweren Pyrit ihres eigenen Gewichtes wegen durch Schwereaufbereitung ohne weiteres aus der Kohle entfernbar.

## Literatur

1. *Cady G. H.*, Distribution of sulfur in Illinois coals and its geological implications. Contributions to the study of coal. Urbana, Illinois, 1935, Rep. Nr. 35: 23—41.  
*Czapek F.*, Biochem. Pflanzen **2** (1925): 505.
3. *Ehrenberg H.*, Das Auftreten und die Eigenschaften ehemaliger FeS<sub>2</sub>-Gele insbesondere auf metasomatischen Blei-Zinkerzlagernstätten. N. Jb. Mineral. Beil. **57A** (1928): 1303—1320.
4. *Grimmendahl F.*, Über das Vorkommen von Zinkverbindungen in Kohle und in den Erzeugnissen der Kohlenentgasung. Techn. Mitt. Krupp, Essen (1942), 2: 30—34.
5. *Mackowsky M. T.*, Mikroskopische Untersuchungen über die anorganischen Bestandteile in der Kohle und ihre Bedeutung für Kohlaufbereitung und Kohlenveredlung. Arch. bergbaul. Forsch., Essen **4** (1943), 1: 1—16.
6. *Schneiderhöhn H. und Ramdohr P.*, Lehrbuch der Erzmikroskopie **2**: 714 Seiten mit 235 Abb. Gebrüder Borntraeger, Berlin, 1931.
7. *Stach E.*, Mineralogische Natur und Entstehung des Kohlenkieses. Z. VDI. Beiheft „Verfahrenstechnik“ (1941), 4: 198—201.
8. — Vervollkommnungen der Kohlen-Auflichtmikroskopie. Glückauf **85** (1949): 117—122.
9. — Lehrbuch der Kohlenmikroskopie **1**: 285 Seiten mit 50 Abb. Verlag „Glückauf“, Kettwig/Ruhr, 1949.
10. *Tarr*, Alternating deposition of Pyrite, Marcasite and possibly Melnikovite. Amer. Mineralogist **12** (1928): 417—421.

# ZOBODAT - [www.zobodat.at](http://www.zobodat.at)

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Mikroskopie - Zentralblatt für Mikroskopische Forschung und Methodik](#)

Jahr/Year: 1949

Band/Volume: [4](#)

Autor(en)/Author(s): Stach Erich

Artikel/Article: [Das Vorkommen von Metallen in der Steinkohle. 321-329](#)