

## Kavik (Sivas) Fluorit-Bakır-Uranyum yatađı

### *Özet*

Yıldızeli'nin takriben 15 km. cenubi garbisinde bulunan Kavik fluorit-bakır-uranyum yatađını tasvir eden bu yazıda bu zuhurların durumu, jeolojisi istikşaf ve inkişafı, radyoaktif bakımdan münasebatı, dünyaca tanınmış bazı yataklarla mukayesesi ve muhtevi minarellerin terkibi ve jenetik tefsiri ile işin iktisadi cephesi ayrı ayrı ele alınarak incelenmiştir. Netice olarak fluorit ve uranyum gibi stratejik mineralleri ihtiva eden ve bu yatak üzerinde yapılan pek sathî kazı ameliyesinden derinlere doğru uranyum nisbetinde muhtemel bir artış arzedebileceđi tahmin edilen mezkûr yatađın daha tafsilâtlı olarak etüd edildiđi taktirde daha enteresan neticelere intizar olunabileceđinden bu yatak ile takriben Kırıkkale-Yozgat-Yıldızeli-Divriđi, müstakim hattı üzerindeki ve yazarca «Merkezi granit» olarak isimlendirilen bölgenin şimal kenarında bulunan bütün yatakların etüdü tavsiye olunur.

## *Die Fluorit-Kupfer-Uranlagerstätte von Kavik (Sivas).*

Im folgenden Aufsatz wird eine Fluorit-Chalkopyrit-Pyrit-Uraninit-Lagerstätte aus dem Räume Sivas beschrieben. Die mineralogische Zusammensetzung und die Wirtschaftlichkeit wird erläutert.

Fluorit und Uraninit sind bisher wenig beachtete Minerale in der Türkei. Beide sind strategisch wichtig. Im Folgenden soll ein kleiner Beitrag zur Weiterentwicklung dieser Lagerstätte geliefert werden. Die Untersuchungen sind noch nicht abgeschlossen, trotzdem soll hiermit einem grösseren Personenkreis diese überaus interessante Lagerstätte vorgeführt werden.

### *Inhaltsverzeichnis:*

1. Die Lage des Vorkommens.
  2. Entdeckung und vorläufige Entwicklung.
  3. Geologische Lage.
  4. Minerale.
  5. Versuch einer genetischen Deutung der Minerale.
  6. Die radioaktiven Verhältnisse.
    - a) Radioaktivität des Fluorits.
    - b) Radioaktive Einschlüsse.
    - c) Radiometrische, analytische und fotografometrische Bestimmungen.
  7. Vergleiche mit anderen bekannten Lagerstätten.
  8. Wirtschaftlichkeit.
  9. Zusammenfassung.
  10. Literaturangaben.
1. Die Lage des Vorkommens.

Etwa 15 km südwestlich Yıldızeli und ca. 35 km westlich der Provinzhauptstadt Sivas liegt die Fluorit-Kupfer-Uran-Lagerstätte Kavik. Inmitten eines spärlich bedeckten Hochlandes, in unmittelbarer Nähe des Kizilirmaks und dicht an der Bahnlinie.

Sivas-Trabzon befindet sich das Vorkommen in einer bevorzugten verkehrsgeographischen Lage.

Die Lagerstätte befindet sich mit ihren Ausbissen zwischen 1300 und 1500 m Höhe über dem Meeresspiegel.

Auf guter Strasse ist das Vorkommen ca. 50 km von Sivas entfernt. Die Bahnentfernung zum Schwarzen Meer beträgt rund 400 km.

### 2. Entdeckung und vorläufige Entwicklung.

Herr Hakki Yaras fand im Jahre 1953 auf seinem Grundstück einen violetten Fluorit. Er brachte diesen zur Untersuchung durch MTA nach Ankara. Verfasser hatte die Gelegenheit die Probe zu untersuchen. Mit dem Geiger Typ Snifer konnte eine geringe Radioaktivität erkannt werden. Uranminerale wurden nicht gefunden.

Daraufhin wurde die Lagerstätte von MTA untersucht. Im Frühjahr 1955 bekam Herr Hakki Yaras die Abbaurechte für diesen Grubenbezirk.

Er beauftragte den Verfasser zu einer erneuten, genauen Untersuchung. Das Ergebnis wird hierunter geschildert.

Einige kleinere Probeschürfungen Hess der Besitzer ausführen. Es wurden nur Tiefen von 1-3 m erreicht. Die Verwitterungsschicht wurde nur an einigen Stellen durchstossen. Mit fortschreitender Tiefenschürfung werden noch einige Änderungen zu erwarten sein. Trotz ungeklärter Tiefenfortsetzung und ungenügenden petrographischen Untersuchungen soll näher auf den, für die Türkei so charakteristischen Lagerstättentypus eingegangen werden.

### 3. Geologische Lage.

In einer vorhergehenden Arbeit (12) wurde schon einmal auf die türkischen Fluoritlagerstätten eingegangen. An Hand dieser Arbeit konnten im Frühjahr zwei neue, bisher unbekannte, Lagerstätten gefunden werden. Alle Vorkommen im anätolischen Raum liegen mehr oder weniger auf einer Linie. Diese erstreckt sich etwa über Kirikkale, Yozgat, Yildizeli, Divriği. Alle diese Lagerstätten befinden sich am Nordrand des vom Verfasser so bezeichneten "Zentralgranites". Ausnahmsweise liegen zwei Vorkommen am Westrand dieses Plüton gebietes. Wie die östliche-Begrenzung des "Zentralgranites" ist, steht noch nicht fest Die Granite und andere Plutonite dieser Gegend haben einen weiten Variationsbereich. Hornblen-

degranite, Biotitgranite, Mikroklinggranite; Grajodiorite und Syenite aller Art werden in diesem Bereich angetroffen. Häufig durchstossen aber auch vulkanische Massen diesen grossen Plutonbereich. Es wird auf Grund von Strahlungs-Intensitätsmessungen ein grossräumiger Zusammenhang des gesammten Gebietes vermutet.

Im Norden und im Süden dieses "Zentralgranites" werden die Plutonite von roten Sandsteinen über weite Ausdehnungen begleitet. Der Sandstein ist mittel-bis alttertiär. In ihm sind zahlreiche Plutoniggerölle zu finden.

An dem nördlichen Rand des "Zentralgranites" befindet sich die Lagerstätte von Kavik. Demnach ist die Lagerstätte mindestens prämitteltertiär. Der auftretende violette Fluorit lässt den sicheren Schluss zu, dass das Vorkommen mindestens 10 000 Jahre alt ist. Jedoch wird vermutet, dass das wahi'e Alter weit darüber liegt.

Der Kontakttrand des Plutonits, in dem sich die Lagerstätte befindet, ist von roten Sandsteinen und dolomitischen Kalken unbekanntes Alters umgeben. Der Plutonitrund wird an seinen Seiten teilweise von Gesteinsbreccien, die geringe Vererzungen aufweisen, umgeben.

Dicht am Rande des Plutons (vergleiche Abb 1), zum Teil in unmittelbarer Nähe des Kontaktes, treten Fluorit-Breccien, Gänge und Imprägnationen auf.

Einen Überblick über die geologischen Verhältnisse gibt die Karte.

Es sind bisher 5 mittlere Ausbisse, 4 kleinste und 3 kleine Gänge im Räume südlich des Dorfes Kavik gefunden worden. Fluorit-Pyrit-Chalkopyrit-Breccien bilden die grösseren Massen, während Gänge und Imprägnationen nur kleinere Ausdehnungen haben. Die Breccien sind durch Karbonspate verheilt worden.

#### 4. Minerale.

In dem Erzvorkommen von Kavik treten vorwiegend folgende Minerale auf: Fluorit, Pyrit, Chalkopyrit, Calcit und Dolomit. Untergeordnet sind zu finden: Hämatit, Karbonspate, Uraninit, Pechblende, Quarz und Orthoklas. An sekundär gebildeten Mineralen waren zu finden: Limonit, Malachit, Zeolithe, Kaolin und Chalcedon.

Nur der äusseren Form nach sind vorhanden: Granat und eingie volkommen pseudomorphisierte Kalksilikate.

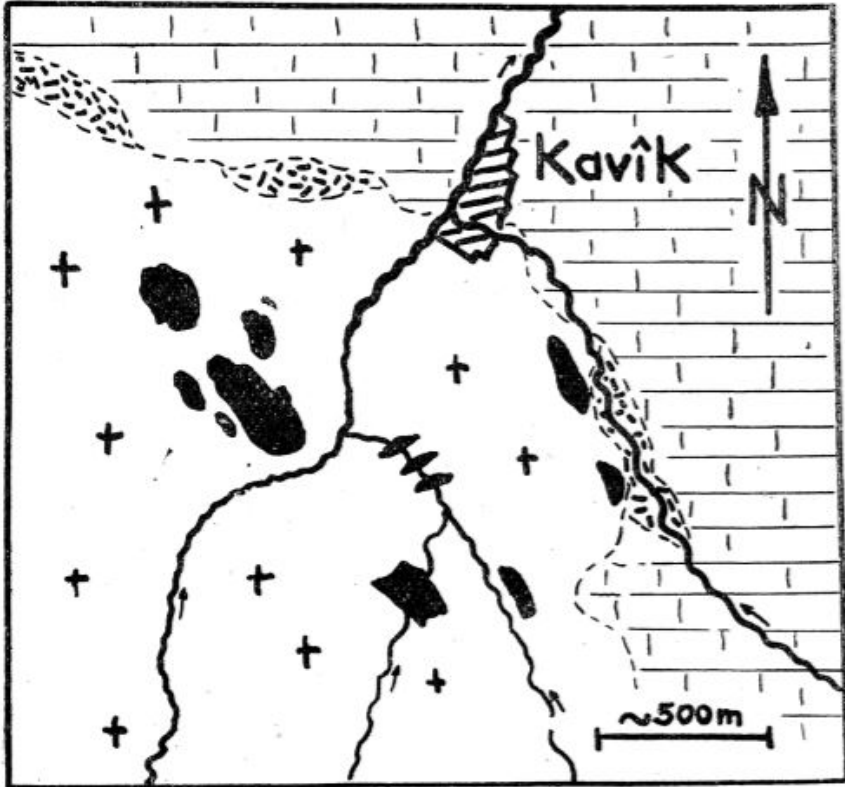


Abb. 1 Skizze der Lagerstätte.  
Schwarz = die Ausbisse des Erzes,  
Kreuz = Pluton  
Kästchen = Dolomitischer Kalk und Sandsteine

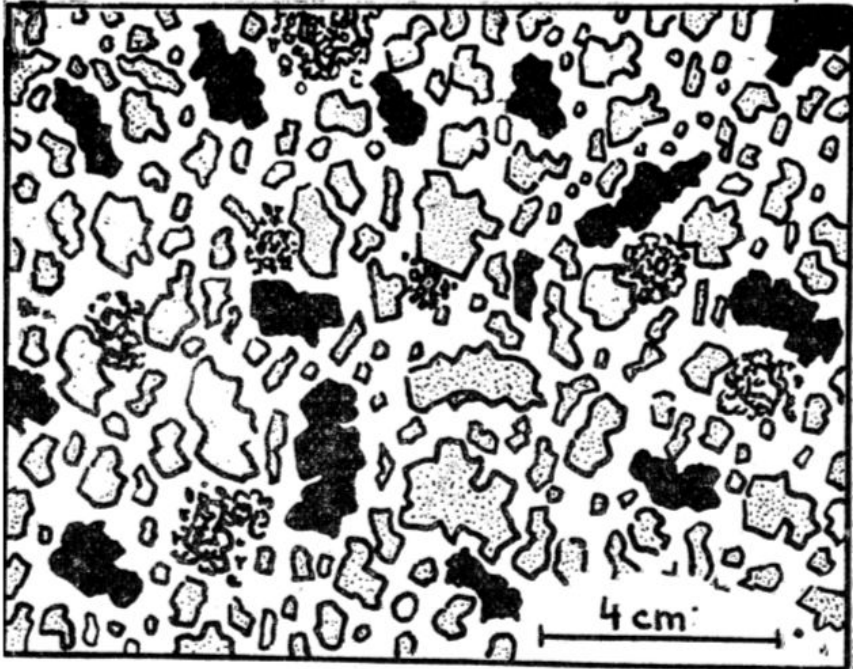


Abb. 2 Strukturbild des Breccienerzes.  
Dick umrandet mit Punkten = Fluorit,  
schwarz = Chalkopyrit,  
dick umrandet, körnig = Pyrit.  
Die Grundmasse besteht aus Karbonaten, Feldspat,  
Quarz, etc.

Der Mineralbestand ist durch die Kataklyse stark durcheinander gewürfelt. Das Strukturbild (Abb. 2) gibt einen Aufschluss über den Breccien-Charakter der meisten Erzproben. Im einzelnen wird unter Absatz 5. bei der Genesedeutung eine Entwirrung des Mineral-Komplexes versucht.

*Fluorit* ist fast immer violett bis tiefdunkelviolett gefärbt. Der bekannte Sinkspat tritt an einigen Ausbissen auf. Beim Reiben kann man einen deutlichen Fluorgeruch wahrnehmen. Nur wenige idiomorphe, oktaedrische Fluorite wurden gefunden. Meist ist der Fluorit in Bruchstücken in den Breccien vorhanden. Bis zu 15 cm grosse Einzelkristalle wurden als Bruchstücke gefunden. Im Dünnschliffbild ist eine fleckige, wolkige oder streifige Färbung zu erkennen. Farbgeber sind radioaktive Minerale. Häufig enthalten tief violette Fluorite Einschlüsse von Uraninit. Radioaktive Höfe zeigen fast immer Interpositionen von Uranmineralen an. Zweimal wurde im Dünnschliff eine gelartige, schwach-bräunlich-durchsichtige Pechblende gefunden. Auch ein anderes farbloses radioaktives Mineral wurde gefunden. Optische Bestimmung versagten auf Grund der Kleinheit des Einschlusses.

*Pyrit* tritt deutlich in zwei Generationen auf. Der ältere Pyrit ist stark brecciös (vergleiche ABB 2), die zweite Form zeigt scharfe Kristallumgrenzungen. Würfel, auch als Penetrations-Zwillinge, und Pentagondodekaeder sind anzutreffen.

*Chalkopyrit* wird in xenomorphen, bis zu 1,5 cm grossen Kristallen gefunden. Er macht einen brecciösen Eindruck. An der Oberfläche ist er zum Teil in Malachit umgewandelt, zum Teil wurde auch Kupfer und Schwefel oxydiert, gelöst und abtransportiert, so dass nur noch Limonit als Verwitterungsprodukt übrig blieb.

*Hämatit (Spekulant)* kommt ebenfalls in zwei Formen vor. Die eine Modifikation ist tabular-trigonal, die andere feinblättrig und xenomorph, häufig umwächst sie Pyrit der ersten Generation. Hamatit wird nicht in Limonit umgewandelt.

*Die Karbonspate* sind die Zwickelfüllungen im brecciösen Erz. Nur selten treten sie idiomorph auf. Dolomite sind im Dünnschliff an einem ausgezeichneten Zonarbau zu erkennen. In den scharf abgegrenzten Zonen sind sie braun gefärbt. Ob diese Färbung durch radioaktive Bestrahlung

hervorgerufen wurde ist ungeklärt. Calcit weist fast immer eine deutliche Druckverzwillingung auf Uraninit und Pechblende wurde schon beta, Fluorit erwähnt. Uraninit ist fast immer kubisch ausgebildet Alle Uranminerale sind im Fluorit leicht am pleochroitischen Hof zu erkennen. Sind sie ausserhalb des Fluorits, so ist die Erkennung oft sehr schwierig. Der Hof ist im Durchschnitt 30 dick (siehe Abb. 4).

*Quarz* tritt ebenfalls in zwei, vielleicht sogar drei Generationen auf. Die früheste Generation ist breccios-xenomorph die mittlere idiomorph, während die späteste langnadelig-idiomorph ist.

*Orthoklas*, der immer fleischfarben ist, tritt in, bis zu 3 cm grossen, zerbrochenen Kristallen auf. Im Dünnschliff ist eine Kaolinisierung-Serizitisation zu sehen.

*Limonit* ist vorwiegend in den obersten Schichten der Lagerstätten zu finden. Selten kommt eine Art Toneisenstein vor.

*Zeolithe* wurden in nur wenigen Exemplaren gefunden Ebenso Chalcodon.

*Kaolin* kommt als Verwitterungsprodukt in einigen Ausbissen besonders reichlich vor.

*Granat* pseudomorphosen sind bis zu 1 cm grossen Rhombendodekaedern anzutreffen. Es steht nur noch das sehr weiche Gerüst der Kristallform. Vermutlich wurde Ca durch HF aus dem Kristallgitter herausgelöst.

*Kalksilikate* wurden ebenso in den meisten Fällen ihres Ca beraubt Ganz Mengenverhältnisse schwanken in den einzelnen Ausbissen sehr stark. Da die Probeschürfungen nur an ein oder zwei Stellen die Verwitterungsschicht durchstossen haben and quantitative Bestimmungen mit Vorsicht aufzunehmen. Als gewisser Anhalt werden hierunter Modalbestände einiger Ausbisse angegeben. Ausgezählt wurde mit dem Leitzschen Integrationstisch. Minerale unter 0,5 Vol. % wurden ausgelassen. Es wurden jeweils 6-8 Proben von durchschnittlich 120 cm<sup>2</sup> untersucht.

Hierunter der Modalbestand in Gew. % und die radiometrische Uranbestimmung.



## Probe No 1

Chalkopyrit	2,4 Gew. %	
Pyrit	8,3	
Fluorit	54,2	Uran: 0,008 % $U_3O_8$
Calcit	33,6	
Orthoklas	1,4	
	99,9	

## Probe No 2

Pyrit	6,2 Gew. %	
Fluorit	30,8	Uran: 0,05 % $U_3O_8$
Calcit, Karbon,	36,3	
Orthoklas	7,3	
Limonit	18,2	
Quarz	1,2	
	99,5	

## Probe No 3

Fluorit	16,7 Gew. %	
Karbonat	30,3	
Orthoklas	2,4	Uran: 0,6 % $U_3O_8$
Limonit	46,2	
Hämatit	2,1	
Zeol., Kaol.	2,3	
	100,0	

No 1 ist eine frische Probe, No 2 ist schon etwas verwittert, während No 3 vollkommen verwittert ist.

Unerklärlich ist der relativ hohe Urangehalt bei der verwitterten Probe. Nach den allgemeinen Erfahrungen müssten die

Uranerze auch verwittert und gelöst sein. Vermutlich hat Fluorit als Schutzhülle gewirkt.

##### 5. Versuch einer genetischen Deutung der Minerale.

Zunächst drang grossräumig der erzbringende Plüton auf. (Absichtlich wird hier auf eine nähere petrographische Erläuterung verzichtet, da noch verschiedene Punkte unklar sind.)

Gegen die umgebenden dolomitischen Kalke und Sandsteine wurde ein Kontakthof geschaffen. Der äussere Saum des Plutons erstarrte, während der innere Teil noch beweglich war. Abkühlungskontraktionen schufen tektonische Linien auf denen die Restlösungen, angereichert an Fluor, bzw. Fluorwasserstoff und sulfidischen Schwermetallen empordrangen.

Der Kontakt schuf als Neubildungen Granat und andere Kalksilikate. Durch Kataklyse entstanden am Rande des Plutons Gesteinsbreccien. In diese Kontaktzonen und Breccien drang dann die Restlösung. Fortdauernde Bewegungen schufen neue Erzbreccien. Immer weiter strömte die sich langsam erkaltende Restlösung nach und heilte entstandene Hohlräume aus. Gänge und Imprägnationen von Fluorit und sulfidischen Erzen bildeten sich.

In den Zwickelfüllungen drangen vorwiegend Karbonspäte, aller Art ein. Die vermutliche Mineralbildungsfolge ist in einer Tabelle (Abb. 3) zusammengestellt.

Interessant ist das Verhalten des Fluors, bzw. Fluorwasserstoffs, Die zuerst gebildeten Kontaktminerale, vor allem der Granat, wurden ihres Calciums beraubt. Mit diesem Ca bildete die Fluorlösung Fluorit. Vermutlich wurde Ca jedoch auch noch von anderen Verbindungen herausgelöst.

Bei der Bildung der Lagerstätte stand ein weiter Temperaturbereich zur Verfügung. Ein "teleskopieren" ist nur teilweise festzustellen. Als letzte Phase setzte dann die Verwitterung ein. Die Erosion gab der Lagerstätte ihr heutiges Bild. Al-Silikate wurden kaolinisiert und serizitisiert. Eisensulfide wurden in Limonit umgewandelt. Kupfer und Eisen wurde an der Oberfläche oxydiert und ausgelaugt. Uran wurde zum Teil durch wässrige Lösungen fortgespült. Nur im Fluorit blieb es infolge der Unverwitterbarkeit des ersteren erhalten.

Die genetische Deutung der Lagerstätte von Kavik gilt, in wenig abgewandelter Form, für die 5 Fluoritlagerstätten am Nordrand des "Zentralgranites" (12).

#### 6. Die radioaktiven Verhältnisse. a) Radioaktivität des Fluorits.

Die immer auftretende violette Farbe des Fluorits ist eindeutig, durch Radioaktivität hervorgerufen worden. Von anderen Lagerstätten sind allerdings auch durch Mn<sup>3+</sup> gefärbte Fluorite bekannt geworden. Jedoch entfärben sich diese Fluorite bei einer höheren Temperatur nicht. Einige Proben des Fluorits von Kavik entfärbten sich nach 15 Minuten bei 470 °C. Die Entfärbung verläuft über violett nach rosa nach farblos. Einige Fluorite färbten sich auf schwach grünlich um.

Fluorit fluoresziert nicht. Calcit strahlt schwach rosa. Daher ist zu vermuten, dass Fluorit keine seltenen Erden enthält die die UV- Strahlung anregen. Calcit enthält vermutlich Samarium.

Die nötigen Färbungsenergien für Fluorit durch radioaktive Substanzen liegen um 10 000 Jahre (6). Die Färbung kann nicht allein von den mikroskopisch sichtbaren Uranmineralen herrühren, sondern es müssen unendlich kleine Interpositionen die schlierige, wolkige oder streifige violette Farbe geschaffen haben. Unter Umständen kommen auch sulfidischen Minerale als Farbgeber in Frage. Die - Strahlen haben eine Färbungsreichweite von 10-35.

Für den Färbungsvorgang nimmt man eine Loslösung und Neutralisation von Ionen, vermutlich Calcium, aus dem Gitterzusammenhang an.

An einigen Stellen südlich Kavik kommt der bekannte Stinkspat vor. Beim Zerreiben dieser Proben kann deutlich ein Fluorgeruch wahrgenommen werden.

Aller untersuchter Fluorit der Lagerstätte schwärzt die Fotoplatte. (Vergleiche Arbeit 13). Der hellere Fluorit schwärzt die Fotoplatte am stärksten, während der tief violette die Platte nur schwach färbt. In 2 Tagen konnte schon durch aufgelegte Erzstücke eine tiefe Schwärzung auf der Fotoplatte durch Fluorit erzielt werden. Werden bestimmte Stücke etwa 4-6 Wochen dem Sonnenlicht ausgesetzt, so bleicht Fluorit stark aus. Eigentümlicherweise gibt dann die Fotoplatte keine Schwärzung mehr. Der Vorgang ist energietechnisch unerklärlich.

Fast alle Fluorite des "Zentralgranits" (12) weisen eine Vlo-lettfärbung auf. Auch hier ist die Färbung auf radioaktive Bestrahlung zurückzuführen. Demnach können alle diese Lagerstätten mit einem sehr empfindlichen Szintillometer begrenzt werden. Neue Ausbisse können auf diese Weise gefunden werden. Ganz besonders gilt dies für die Lagerstätte Keban. Mit Hilfe urantechnischer Hilfsmittel können im Räume des "Zentralgranites" sicher noch neue Lagerstätten gefunden werden.

#### b) *Radioaktive Einschlüsse.*

Als radioaktive Einschlüsse im Fluorit von Kavik wurden festgestellt: Ufaninit, Uranpechblende und ein unbekanntes radioaktives Mineral. Sekundäre Uranminerale wurden nicht gefunden, sind aber in Analogie

zu Wölsendorf (Bayern) stark zu vermuten. Aüßerhalb Fluorit konnten keine radioaktiven Minerale gefunden werden. Uraninit ist im Dünnschliff in Form kleiner quadratischer Querschnitte zu sehen. Die radioaktiven Höfe zeigen Uraninit in jedem Fall an (vergl. Abb. 4), ausser Fluorit ist so tief violett, dass er einen opaken Eindruck macht

Es besteht zwischen der Strahlungsintensität der Uraninit und Pechblendleinschlüsse gegenüber Fluorit kein Unterschied. Wenigstens weist die Fotoplatte keine Farbunterschiede in den schwarzen Tönen auf.

Die radioaktiven Höfe ermöglichen eine, wenn auch sehr ungenaue, Altersbestimmung. Besonders hat sich PICCIOTTOS (9) damit beschäftigt.

Die radioaktiven Höfe sind zwischen 10 und 35  $\mu$  breit. Der innere Ring ist dunkel, der mittlere heller als der umgebende Fluorit, während der äussere Ring sehr fein und dunkel ist. (Abb. 4). Vermutlich handelt es sich um die UI -, RaC-Linie und die Rn -, bzw. Po - Linie (10).

Die Form der Uraninite deutet auf eine hohe, pögmatitische Bildungstemperatur. Die Pechblende weist gerundete Formen auf. Sie ist vermutlich bei einer tieferen Temperatur gebildet worden. Das dritte radioaktive Mineral konnte auf Grund seiner Kleinheit optisch nicht bestimmt werden. Nur am pleochroitischen Hof ist es zu erkennen. Hierzu muss noch bemerkt werden, dass der Ausdruck "pleochroitischer Hof" für Minerale im Fluorit nicht zutreffend ist, da im Fluorit natürlich kein Pleochroismus auftritt.

c) *Radiometrische, analytische und fotogrammetrische Bestimmungen.*

Radioametrisch wurde in verschiedenen Proben der  $U_3O_8$ -Gehalt bestimmt. Je 1 kg willkürlich aufgesammlter Erzproben ergaben: 0,008, 0,05 und 0,06 Gew. %  $U_3O_8$ . Eine Probe von 128 g Gewicht ergab den ausnahmsweise hohen Gehalt von 0,33 Gew. %  $U_3O_8$ .

Chemisch - analytische Untersuchungen bestätigten die Anwesenheit von Uran. Es wurden durchschnittlich Werte um 0,04 %  $U_3O_8$  erhalten.

Auf die fotogrammetrischen Ergebnisse wurde bereits im vorhergehenden Abschnitt eingegangen. Die Fotoplatte wurde von jedem Fluorit,

ganz gleich ob hell oder dunkel, geschwärzt. Da die Reichweite der - Strahlen nur höchstens 35 ist, kann Fluorit leicht quantitativ bestimmt werden. Entweder schneidet man die hellen Teile (= Fluorit) einer entsprechenden Vergrößerung aus und wiegt sie, oder man zählt an Hand der Fotoplatte die geschwärzten Teile aus. Die Fehlergrenze wird nach diesem Verfahren zwischen 1 und 4 % zu suchen sein. Schon in einer geringen Tiefe der Schürflöcher war eine deutliche Zunahme des radiometrischen Urangehaltes gegenüber der Oberfläche festzustellen. Es ist mit einer Erhöhung mit fortschreitender Tiefe der Schürflöcher des Urangehaltes zu rechnen.

Interessant wäre das Verhältnis zwischen Uran und Thorium zu bestimmen. Man bekommt so einen Überblick über die Temperaturstufe bei der die verschiedenen Uranminerale entstanden sind.

#### *7. Vergleich mit anderen bekannten Lagerstätten.*

Die Fluorit - Breccienvorkommen stimmen gut mit der Lagerstätte der Burlington - Mine, Colorado, überein. Beide Profilskizzen deuten auf etwa gleiche Grössenverhältnisse, (Vergleiche Abb. 5). Bei der Burlington - Mine zeigt sich im Kern der Breccie ein massiver Gang von Fluorit. Auch bei der Kavik - Lagerstätte kann das vermutet werden. Unter Umständen kann dann in Kavik ein reiner Fluorit erwartet werden. Genaue kleintektonische Untersuchungen könnten hierüber vielleicht einen Aufschluss geben.

Mit den Vorkommen von Wölsendorf (11) lässt sich Kavik nur andeutungsweise vergleichen. Die Gänge im Wölsendorf er Revier sind bis zu 2,5 km lang. Zunächst wurde hier nur Bleiglanz abgebaut. Die Gänge sind 0,75 - 2,5 m breit und enthalten meist Baryt im Kern. In Wölsendorf wird im Untertagebau bis zu 180 m Tiefe Fluorit gewonnen. Bis zu 180 000 t Fluorit wird jährlich gewonnen. Parallelisiert mit Kavik kann die geologische Lage werden. Auch die Wölsendorfer Gänge liegen, ähnlich wie Kavik, an der Granitgrenze zum Rotliegenden. Pyrit, Dolomit und Eisenrahm sind ebenfalls in den Gängen zu finden. Uranminerale treten auch hier auf. Einen wirtschaftlichen Wert haben diese bisher jedoch nicht erlangt.

Die Happy Jak - Mine in USA zeigt (2) eine ständige Zunahme von  $U_3O_8$  nach der Tiefe zu. An der Oberfläche wurde ein Durchschnitt von 0,06 gemessen, während in der Tiefe 0,39 %  $U_3O_8$  festgestellt wurden. Auch bei Kavik wird eine gewisse Zunahme erwartet.

In den Bergen von cordoba (4) wurden radioaktive Fluoritgänge gefunden. Auch hier wird die Färbung auf Anwesenheit kleinster Uraninitteilchen zurückgeführt. Infolge schlechter Transportmöglichkeiten sind die Kosten hoch. Aber immerhin rentiert sich ein Betrieb.

Radioaktive Fluorite wurden ferner gefunden:

In Joachimsthal in Böhmen, Freiberg in Sachsen, Schmiedeberg in Schlesien, Landeck im Glatzer Land, Puy de Dome in Frankreich, Dartmoor in England und an vielen anderen Stellen.

Amerikanische Forscher fanden bei 10 untersuchten Fluoritlagerstätten 6 die einen bemerkenswerten Urangehalt aufwiesen.

Immer ist ein tiefvioletter Fluorit ein Leitmineral für Uranerze. (13 u. 14).

#### 8. *Wirtschaftlichkeit.*

Fluorit genört zu den strategisch wichtigen Mineralen. Deutschland und USA sind bisherige Hauptproduzenten. Die Weltjahresproduktion betrug 1954 über 1/2 Mill, Tonnen.

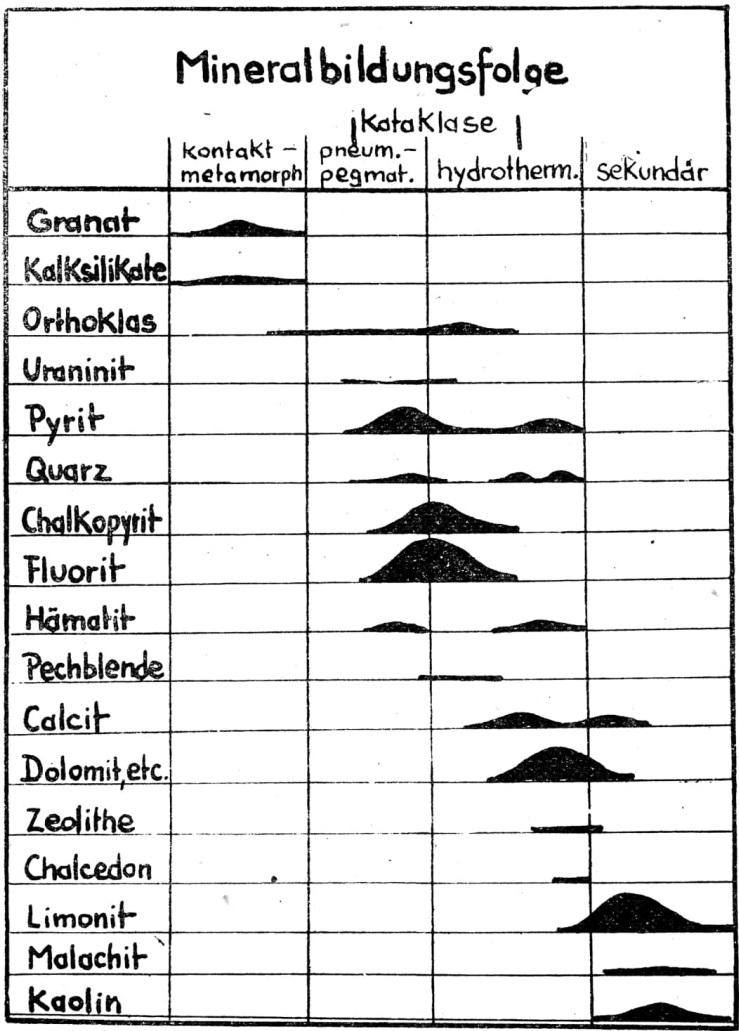


Abb. 3 Mineralbildungsfolge.

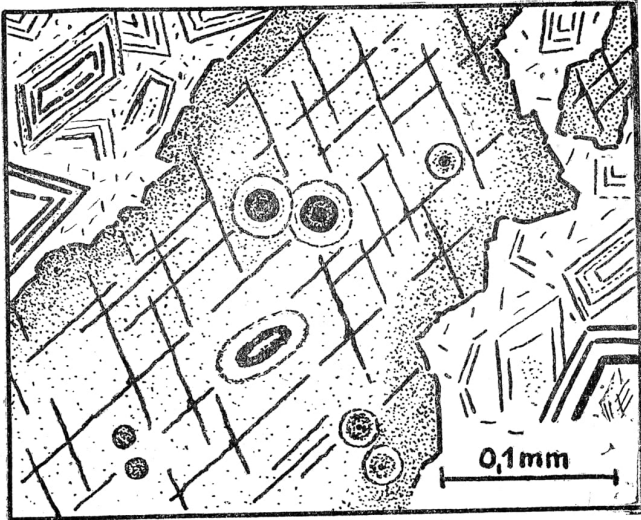


Abb. 4 Dünnschliff bild  
Fluorit mit radioaktiven Mineralen als Einschlüsse.  
Fluorit gepunktet, umgeben von Dolomit.



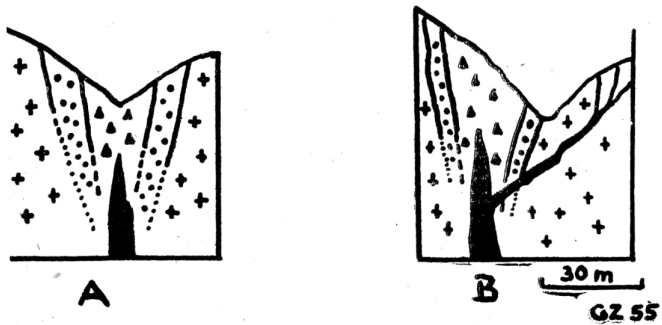






Abb. 5 Profilskizze.

A = Burlington-Mine (nach E.N. Goddard)

B = Kavik-Lagerstätte (Fluoritgang hypothetisch!)

- |   |   |  |
|---|---|--|
|  | = | Granit (Plutonit)                        |
|  | = | Fluorit breccie (30-50% $\text{CaF}_2$ ) |
|  | = | " " (50-95% $\text{CaF}_2$ )             |
|  | = | " " (-100 %)                             |

Verbraucher sind die Hütten -, Glas -, Zement - und Chemie - Industrie. Fluorit wird zur künstlichen Herstellung des Kryoliths benötigt und ist so besonders für die Aluminiumherstellung von Bedeutung. Fluorit ist ein guter Exportartikel. Reinheitsforderungen sind zum Teil sehr hoch.

Eine Selektiv - Flotation könnte u. XL. aus dem Kavik - Erz ein brauchbares Konzentrat schaffen. Stossherde kommen wegen der nahe beieinander liegenden spez. Gewichte der verschiedenen Minerale nicht in Betracht. Vermutlich würde sich eine Selektiv - Flotation, kombiniert mit einem Sinkscheideverfahren mit schwerer Trübe, besonders gut eignen. U. U. Hessen sich gute Aufbereitungsergebnisse mit zwischengeschalteten Zyklen erzielen.

Die Abbaugrenze von Fluorit hat sich neuerdings bei entsprechenden Lagerstätten bis 30 Gew. % CaF verschoben. Mit zunehmenden Bedarf ist noch mit kleineren Prozenten zu rechnen. (3).

Uran kann bei einer grösseren . Tiefe des Abbaus auch wirtschaftlich interessant werden. Bisher sind die Uranminerale jedoch zu klein als dass sich ein Abbau lohnen würde. Als Nebenprodukt können sie wirtschaftlich werden.

Chalkopyrit kann als Kupfererz Bedeutung erlangen. An einem Ausbiss wurde z. B. an einigen Proben bis zu 2,6 % Kupfer analytisch bestimmt.

Mächtigkeit und Grösse des Vorkommens von Kavik werden den Ausschlag für einen Abbau geben. Vorher sind aber noch umfangreiche geologische Untersuchungen notwendig.

Es besteht die Möglichkeit alle im Räume des "Zentralgrani-tes" liegenden Fluorit-Vorkommen aufbereitungstechnisch zusammenzufassen. Dies wäre ohne zweifei ein grosser wirtschaftlicher Vorteil. Die Verkehrsverhältnisse sind in dem gesamten Raum als gut, für türkische Verhältnisse, anzuspochen.

### 9. Zusammenfassung.

Es wird im vorliegenden Aufsatz eine Fluorit - Kupfer-Uran - Lagerstätte in der Nähe von Yildizeli (Sivas) beschrieben. Das Vorkommen setzt sich aus 5 mittleren und 7 kleinen und kleinsten Ausbissen zusammen. Ein Plutonrand (Abb. 1) wird von Breccien, Gängen und Imprägnationen durchsetet, die Fluorit, Pyrit, Chalkopyrit, Uraninit und Pechblende als Erz enthalten. Ausserdem treten als Begleitminerale im Erzvorkommen

auf: Hämatit (Spekulant), Karbonspate, Quarz, Orthoklas, Limonit, Malachit, Zeolithe, Chalcedon und Kaolin. Als vollkommen umgesetzte Kontaktminerale konnten Granat und Kalksilikate gefunden werden.

Der durchschnittliche Gehalt an Fluorit beträgt nach vorläufigen Untersuchungen 30-55 %, Chalkopyrit etwa 1- 2,5 %. Diese Zahlen werden sich bei weiteren Aufschlüssen noch verschieben. Alle Anzeichen deuten daraufhin, dass in Analogie zur Burlington - Mine (Abb. 5), in der Tiefe, bei den Breccien, noch massive Fluoritgänge zu erwarten sind.

Die Breccienstruktur wird in Abb. 2 erläutert. Einen Überblick über die Mineralparagenese wird in einer Tabelle gegeben. (Abb. 3).

Die Ausbisse weisen einen recht unterschiedlichen Mineralbestand auf. Bei einem überwiegt der Fluorit, beim anderen der Pyrit und bei manchen die Karbonspäte.

Uran konnte in Form von Uraninit und Pechblende erkannt werden. Durch "pleochroitische" Höfe sind beide Minerale immer deutlich im Dünnschliff im Fluorit zu erkennen. Uran ist der Farbgeber des violetten Fluorits.

Der bekannte Stinkspat tritt in Kavik in einigen Ausbissen auf. Das geologische Alter konnte nur andeutungsweise als prämitteltertiär festgelegt werden. Doch ist die Lagerstätte vermutlich wesentlich älter.

Bekannte Fluorit - Minen werden mit dem Vorkommen von Kavik verglichen. Weitere Aufschlussarbeiten lassen noch interessante Ergebnisse erwarten.

Zum Schluss werden die wirtschaftlichen Aussichten erörtert. Eine Zusammenfassung aller im "Zentralgranit" befindlichen Fluoritlagerstätten wird aufbereitungstechnisch empfohlen.

Mit 5 Abbildungen im text.

beendet am 1.5.1955  
Zeschke/Rhöndorf-Rhein

10. *Literaturangaben.*

- 1) Bayramgil, O.: Cangili (Yozgat) Fluorit ve Plutonitlerinin Etüdü. Türk. Jeol. Kurumu, Ekim 1953 p 37-54.
- 2) Dodd, P. H.: Happy Jack Mine, White Canyon, Utah. Div. of Raw Mat, Expl. Branch, RMO-660.
- 3) Finn, W. K.: Die Aufbereitung der deutschen Fluorapatitvorkommen unter Berücksichtigung der mineralischen Bedingungen und ein Vergleich zu den nordamerikanischen Vorkommen. Fortsch. d. Min. 31 (1952), p 22-25.
- 4) Giordano, A.: Die schwarzen Berge (Fluoritberge). Ind. Miner. 10, (1952) No 121, p 47-48.
- 5) Goebel, L.: Radioaktive Umwandlungserscheinungen am Fluorit von Wölsendorf. Sitz. Ber. Ak. Wiss. Wien. Math Natw Kl. 1., 139, 187-246.
- 6) Haberlandt, H., Berta Kalik und K. Prizbram: Über Tieftemperaturfluoreszenz. Wien. Ber. Ha. 144 etc. 1935.
- 7) Kohl, E.: Über das Vorkommen von Stinkflussspat in der Bergfreiheitgrube bei Schmiedeberg im Riesengebirge. Metall u. Erz 31 (1934), p 570-573.
- 8) Mügge, O.: Über radioaktive Höfe in Flussspat, Spinell, Granat und Anigmatit. Gölt. Nachr. H I. (1923) p 1-16.
- 9) Picciotto, E. E.: Les phénomènes radioactifs en géologie. Bull, soc. belge d. Geol. 59 (1950).
- 10) Schilling, A.: Die radioaktiven Höfe im Flussspat von Wölsendorf. N. Jb. Min. 53, BB. A 1926, p 241-265.
- 11) Strunz, H.: Mineralien und Lagerstätten in Ostbayern. Acta Albertina Ratisbonensia. Bd. 20 1951/52, Heft 2.
- 12) Zeschke, G.: Türkiyedeki Fluorit Zuhurları hakkında. Türk. Jeol. Kurumu Bülteni, Ekim 1954, p 171-178.
- 13) Zeschke, G.: Prospektion, Vorkommen, Erkennung und Auswertung radioaktiver Minerale. (In türkischer Sprache in Vorbereitung durch MTA - Ankara).
- 14) N. N.: Radioaktive fluorspar from Wüerforce, Ontario. Am. J. of Science 22, No 129, 1931.