

# ELEKTRONENMIKROSKOPISCHE UNTERSUCHUNGEN AN OPALEN VON BAYAT-AFYON UND KARAMANCA KÖYÜ (ŞAPHANE, GEDİZ-KÜTAHYA)

M. ANDAÇ

*Institut für Lagerstättenforschung der Türkei, Ankara*

H. NEWESELY und H. WILK

*Institut für Mineralogie und Kristallographie, Technische Universität, Berlin*

ZUSAMMENFASSUNG. — Der mikromorphologische Aufbau der Opale von Bayat-Afyon und Karamanca Köyü wurde bisher nur aus äusseren Kennzeichen geschlossen, nicht aber mit lichtoptischen, insbesondere nicht mit elektronenmikroskopischen Methoden untersucht.

Bei der Uranprospektion im Gelände wurden zwar in Opalen erhebliche Mengen von Radioaktivität festgestellt, jedoch konnte man keine genauere Zuordnung dieser Radioaktivität erreichen und die Uranminerale nicht bestimmen.

Nach unseren bisherigen Kenntnissen wurde angenommen, dass das gelförmige Material des Opals uranhaltige Lösungen absorbiert hätte. Mit dieser Arbeit mit dem Rasterelektronenmikroskop, insbesondere in Verbindung mit kombinierter Röntgenfluoreszenzanalyse in diesem Mikrobereich (EDAX) wurde deutlich, dass der Uranträger als verkitendes Material in Mangan- und Eisenoxiden absorbiert intergranular zwischen den Korngrenzen vorliegt.

Es ist besonders hervorzuheben, dass neben klassisch bekannten dendritisch texturierten Opalgefügen, zum Teil auch mit deutlichen Lamellierungen, auch bei diesen Opalen von Bayat-Afyon kugelige Aggregate gefunden wurden. Es ist daher nach unseren Ergebnissen die Frage aufzuwerfen, ob Opal neben der wohlbekannten klassischen Struktur mit gelförmigen Partikeln auch körnige Aggregate zeigen kann und mit dieser Struktur in eine andere Phase (Cristobalit) umgewandelt ist.

## VORKOMMEN, PARAGENESE UND CHARAKTERISTISCHE EIGENSCHAFTEN DES PROBENMATERIALS

### a. Von Bayat-Afyon

Im Unterschied zu den sonst bekannten kolloidalen, traubig-nierigen Ausscheidungen des Opals in Miarolen und Lithophysen geologisch junger Gesteinsformationen findet sich Opal im Gebiet von Bayat-Afyon als Hauptkomponente fast erzfreier, hydrothermal gebildeter Kluftfüllungen. Die Kluftfüllungen zeigen einen deutlich brekziösen Charakter und bilden zusammenhängende Gänge, die einem Rhyolith-Tuff eingelagert sind. Bei recht unterschiedlichen Streichrichtungen sind die Gänge entweder horizontal gelagert oder haben ein Einfallen von ca. 15 - 20°.

Das hier vorliegende Untersuchungsmaterial entstammt einem zur Uranprospektion angelegten Schurfgraben aus einer Tiefe von etwa 3 Metern und besteht im wesentlichen aus rotbraunen, oft mehrere Zentimeter grossen, kryptokristallinen Bruchstücken, die durch eine opalartige Grundmasse der unterschiedlichsten Farben (hell- bis dunkelolivgrün, grau, farblos und milchig-weiss) sowie vereinzelt eingelagerten syngenetischen oxidischen Mn-Fe-Ausscheidungen verbunden sind. Im Zusammenhang mit diesen Mn-Fe-Ausscheidungen konnte häufig eine Urankonzentration beobachtet werden, die sich auch bei Untersuchungen im Gelände als Urananomalie nachweisen liess. Der Urangehalt entstammt lokal im Muttergestein auftretenden sekundären Uranmineralien (Autunit), welche durch spätere hydrothermale Tätigkeiten teilweise wieder aufgelöst wurden und deren Urananteil mit der Bildung der Opalgrundmasse als Uranyl-Ion zur Ausscheidung gelangte.

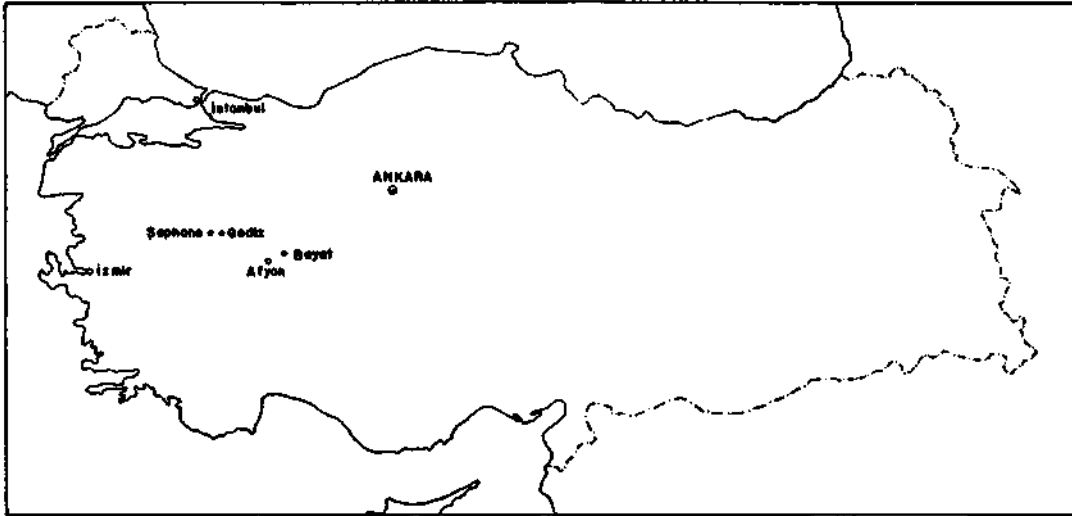


Fig. 1 - Lageskizze des Gebietes.

Von den einzelnen unterschiedlich gefärbten Komponenten des brekziösen Untersuchungsmaterials wurden Röntgeninterferenz-Aufnahmen nach dem Debye-Scherrer-Verfahren angefertigt. Hierbei zeigten die kryptokristallinen Bruchstücke von rotbrauner Farbe ein einwandfreies Interferenzbild, das in Linienanordnung und Intensitäten dem Quarz entsprach, d.h. es handelt sich um die durch  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  rotbraun gefärbte mikrokristalline Quarzvarietät Karneol.

Alle weiteren, in Bezug auf ihre Farbe stark variablen, Komponenten der gelartigen Grundmasse sind dagegen in ihrem Interferenzverhalten gegenüber Röntgenstrahlung einheitlich. Die Interferenzdiagramme mit den etwas diffusen Hauptreflexen von Tief-Cristobalit deuten auf eine kryptokristalline Aggregation des Tief-Cristobalits im Opal hin — röntgenamorpher Opal dagegen ist allgemein ausgesprochen selten. Je nach Farbe können wir daher die in dem Untersuchungsmaterial auftretenden Opalkomponenten bezeichnen als Hyalit (farblos), Milchopal (milchigweiss), Chloropal (grün), ansonsten als gemeiner Opal.

Sowohl unter Einwirkung von langwelligem als auch kurzwelligem ultraviolettem Licht zeigen die einzelnen Mineralkomponenten der Proben von Bayat-Afyon eine positive Reaktion. Es fluoreszieren :

*im langwelligem UV-Licht ( $\lambda=3650 \text{ \AA}$ )*

Karneol	dunkeloliv
Milchopal	rosa

*im kurzwelligen UV-Licht ( $\lambda=2500 \text{ \AA}$ )*

Karneol	helloliv
Hyalit	intensiv hellgrün
Milchopal	intensiv rosa
gemeiner Opal	z.T. oliv

Insbesondere die stark hellgrüne Fluoreszenz an weitverbreiteten jüngsten Opalausscheidungen von farblosem Hyalit auf Spaltrissen und auf Hönlraumauskleidungen innerhalb der Brekzie dürfte auf den bereits oben erwähnten Urangehalt zurückzuführen sein.

### b. Von Karamanca Köyü

Opale dieses Vorkommens sind in einem sehr hellen Rhyolith-Tuff eingelagert und wurden in einer späten Bildungsphase nach partieller hydrischer Zersetzung primär gebildeter Silikate autohydrothermal in den blasenartigen Hohlräumen des Tuffs abgeschieden. Der Tuff selbst ist unter pneumatolytisch-hydrothermalern Einfluss weitgehend silifiziert und verfestigt worden. Er enthält gelegentlich noch unveränderten Quarz sowie neben Opal als weitere Mineralneubildung Tridymit. Die hier vorkommenden Opale sind glasklar, leicht getrübt oder durchscheinend mit den Farben gelb, orange-gelb, orangerot, rot, dunkelrotbraun, bräunlich, milchig rosa oder weiss sowie farblos. Sie zeigen mitunter an weniger intensiv gefärbten Partien einen vorwiegend grünlich-rötlichen Opaleszenzeffekt. Der nachfolgend elektronenmikroskopisch untersuchte Opal dieses Vorkommens ist ein Feueropal (Abb. 4) mit dem spezifischen Gewicht  $D=2.025$  und einer Lichtbrechung für Na-Licht von  $n=1.413$ . Debye-Scherrer-Aufnahmen ergaben auch hier ein Interferenzdiagramm, das die Hauptreflexe von Tief-Cristobalit als etwas verbreiterte Linien erkennen lässt. Mit der Röntgenfluoreszenzanalyse konnten als Spurenelemente in dem roten Feueropal nachgewiesen werden: Fe, Ni, Mn, Ca, K. Fe und Ni dürften für die rote Farbe des Opals verantwortlich sein. Uran, in den Opalen von Bayat-Afyon reichlich vorhanden fehlt oder liegt unterhalb der Nachweisgrenze. Dergleichen ist auch unter Einwirkung sowohl von langwelligem als auch kurzwelligem UV-Licht keine Fluoreszenz zu beobachten.

### BIBLIOGRAPHIE

- 1 — NEWESELY, H. (1966): Kristallchemische und mikromorphologische Untersuchungen der schwerlöslichen Calciumphosphate. *Fortschritte der chem. Forschung*, 688-746.
- 2 ————— (1967): Wandlungen der Bedeutung von «amorph» und «kolloid» durch die Strukturforchung mit dem Elektronenmikroskop. *Staub- Reinhaltung der Luft (VDI)*, 27, 219-225.
- 3 ————— (1970): Über Mikrogefüge anorganischer Festkörper unter dem Gesichtspunkt ihrer physikalisch-chemischen Eigenschaften. *Vortragsveröffent. Haus der Technik*, Essen, 247, 13-31.
- 4 ————— (1974): Über die Mikrogefüge von Mineralien mit lamellarem Feingefüg. (Untersuchungen mit dem Hochspannungs-Elektronmikroskop). 200 kw Elektronmikroskopie im Rasterverfahren. *Kontron*, München, 160-167.
- 5 ————— & MELDAU, R. (1974): Zur Morphologie feinteiliger Mangan (IV)-Oxide (Braunsteingruppe). *Staub-Reinhaltung der Luft (VDI)* 34, 256-260.

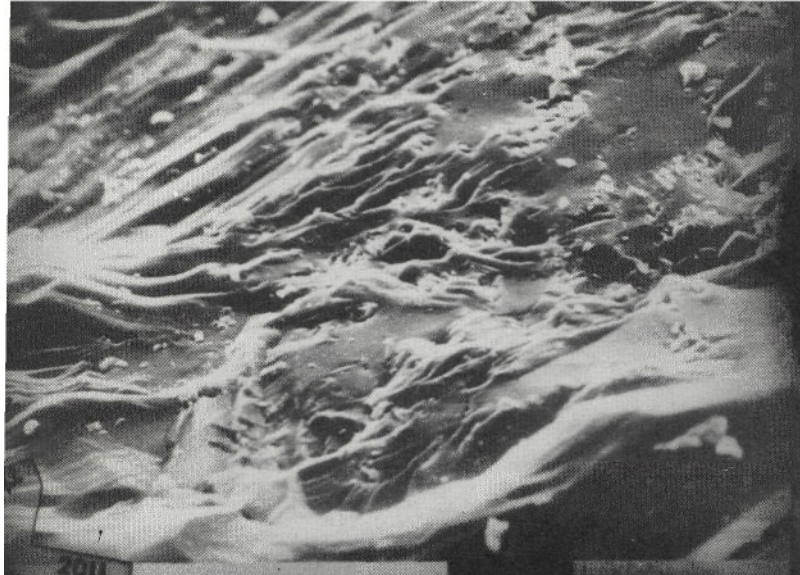


Abb. 1 - Milchopal mit Eisehoxidelbelägen zeigt ein Mikrogefüge, das durch glatte-möglicherweise durch gelförmige Abscheidung und eigenartig lamellierte Anteile gekennzeichnet ist, deren Abfolgen etwa  $1 \mu$  betragen. Die EDAX-Analyse (Halbquantitativ) einer durchschnittlichen, beliebigen Stelle des Präparates ergab Si, Al, Fe, U (Reihenfolge entsprechend den gefundenen Konzentrationen).

Es erwies sich immerhin, dass das Uran stärker auf die amorphen, gelförmigen Partien konzentriert ist, dagegen in den lamellierten Anteilen schwächer auftritt. Der Eisengehalt folgt gleichermasseuliesen Proportionen. Die schon bei der Gelände-prospekürung auffallende Konzentrierung der Uranminerale an eisenreichen Stellen kann somit auch für den Mikrobereich bestätigt werden.

M. ANDAÇ

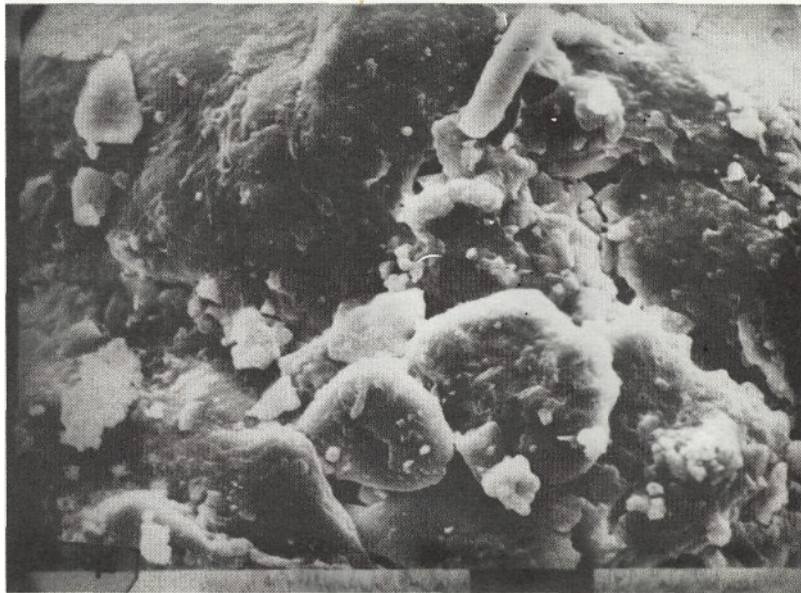


Abb. 2 - Gemeiner Opal, farblos, zeigt deutlich feir körniges Gefüge, wobei allerdings einige kugelige Aggregate auftreten ( $\varphi$  ca. 10  $\mu$ ), also eine gewisse Inhomogenität des Gefüges. Die Zusammensetzung der Probe nach der Elementaranalyse ist Mn, Si, Fe, Ti, Ca, nur wenig K und nahezu kein Al; die kugeligen Aggregate enthalten mehr Fe als Mn, und mehr Ca als Ti.



Abb. 3 - Gelblich-weisser Opal lässt zunächst ein lamellenförmiges Gefüge aufscheinen, bei höheren Vergrößerungen und lokal angereichert jedoch eindrucksvolle kugelige Aggregate von  $1-2 \mu \phi$ , die in Ausbildung und Regelmässigkeit diejenigen der anderen Proben überragen. Die Elementanalyse ergab für Kugeln und Zwischenräume dieselbe Zusammensetzung, und zwar Si, Al, neben Mg und wenig Ca und K, sowie Fe und Mn in kleinen Anteilen, und U.

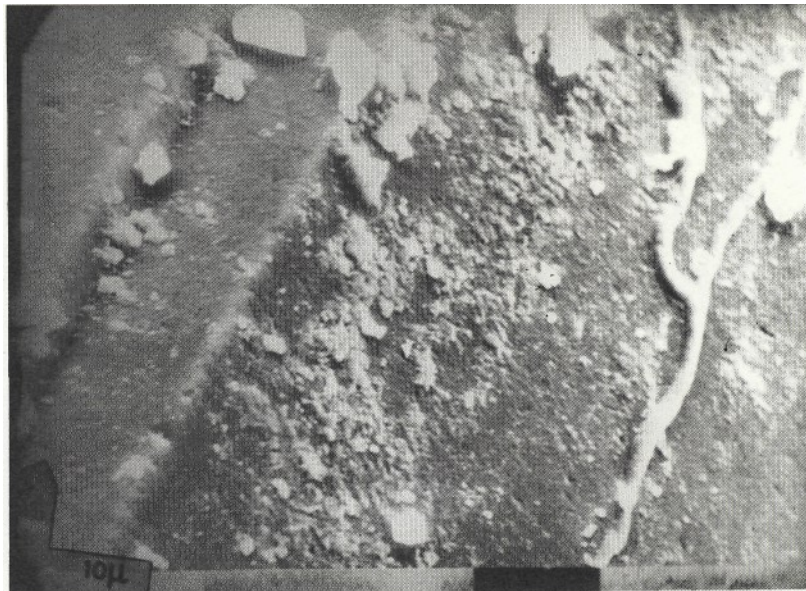


Abb. 4 - Bruchfläche eines Feueropals von Karamanca Köyü. Die elektronenmikroskopische Auflösung lässt hier keine Schichtung, sondern körniges, bzw. dendritisches Gefüge erkennen, das den Ergebnissen der Röntgenbeugung entspricht, keinesfalls aber gelförmige Aggregate, wie dies bisher immer aus mikroskopischen Untersuchungen gefolgert wurde. Es ist daher nach unseren Ergebnissen die Frage aufzuwerfen, ob Opal neben der wohlbekannten klassischen Struktur mit gelförmigen Partikeln auch körnige Aggregate zeigen kann und mit dieser Struktur in eine andere Phase (Cristobalit) umgewandelt ist. Die stoffliche Analyse mit EDAX ergab nahezu ausschliesslich Si (mit wenig Al und K, Fe und Mn in Spuren).