

Aus dem Mineralogischen Institut der Universität Thessaloniki, Griechenland.

## Ktenasit, ein Zink-Kupfersulfat aus Lavrion (Griechenland).

Von

**P. Kokkoros.**

Mit 2 Textabbildungen.

(Eingelangt am 29. März 1949.)

Bei Gelegenheit der Bestimmung der Mineralarten einer aus der Erzgrube von *Kamaresa* in *Lavrion* (*Attika*) stammenden Sammlung des Mineralogischen Instituts der Universität Thessaloniki bin ich auf ein Mineral gestoßen, das, seinen äußeren Merkmalen nach, mir als ungewöhnlich erschien. Deshalb habe ich es vorerst einer qualitativen chemischen Untersuchung unterworfen, wobei es sich herausstellte, daß es sich um ein wasserhaltiges basisches Zink-Kupfersulfat handelte. Nach einer weiteren sorgfältigen Untersuchung konnte ich

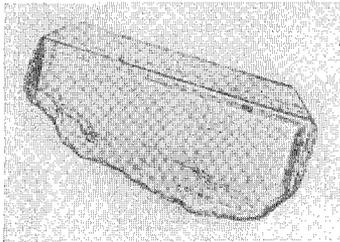


Abb. 1.  
Vermessener Kristall,  $111 \times$  linear.

feststellen, daß diese Substanz mit keinem der bisher bekannten Kupfersulfate identisch ist. Es handelt sich wohl um eine neue Mineralart, die sich durch folgende Merkmale auszeichnet.

Die Stufe auf der das Mineral sitzt, besteht aus einem zelligen Smithsonit, dessen Oberfläche mit einer dünnen Kruste von feinfaserigem Glaukokerinit bedeckt ist. Auf dieser Stufe sitzen spärlich radialblättrige Aggregate von

blauen Serpieritkristallen und dazwischen auch viel seltene Gruppierungen von blaugrünen tafelförmigen Kristallen des betreffenden Minerals, deren Größe etwa 1 mm erreicht. Die Täfelchen sind in annähernd paralleler Verwachsung oder zu radial gruppierten Bündeln vereinigt. Ein ziemlich gut ausgebildeter Kristall wurde aus dem Aggregate herausgelöst und röntgenographisch, kristallometrisch und optisch untersucht (Abb. 1). Er zeigt gerade Auslöschung parallel zur größten Kante. Durch Drehung um diese Richtung wurde ein Schichtliniendiagramm und darauf ein Weissenbergdiagramm der Äquatorlinie erhalten. Nach diesen Diagrammen ist der Kristall

monoklin und die Richtung, um die er gedreht wurde, entspricht der b-Achse. Seine Gitterkonstanten sind folgende:

$$a_0 = 11.16 \pm 0.02 \text{ \AA} \quad b_0 = 6.11 \pm 0.03 \text{ \AA} \quad c_0 = 23.74 \pm 0.02 \text{ \AA}$$

$\beta = 84^\circ 25'$ , aus der Weissenbergaufnahme gemessen, oder genauer  $84^\circ 36'$  nach Winkelmessungen auf dem Reflexgoniometer.

Es sind folgende Reflexe beobachtet worden: (hoo) mit  $h = 2n$ , (oko) mit  $k = 2n$ , (hol) mit  $h = 2n$  und  $l = 2n$ , (hkl) beliebig. Daraus folgt als wahrscheinlichste Raumgruppe  $C_{2h}^5 = P 2_1/c$ .

Dichte 2.969.

Die Kristalle sind tafelig nach (001) und nach [010], manchmal auch nach  $[\bar{1}10]$  gestreckt. Auf der Zone [010] wurden außer den Flächen (001) auch die Flächen  $q = (101)$  und  $a = (100)$ , auf der Zone [100] die Flächen  $r = (013)$ , und auf der Zone [001] die Flächen  $m = (210)$  beobachtet. Die Flächen  $q$  sind parallel [010] gestreift. Wegen der kleinen Dimensionen des Kristalles und der schlechten Ausbildung der Flächen  $q$  und  $r$  konnte die Messung der Flächenwinkel am Reflexgoniometer nicht mit guter Genauigkeit durchgeführt werden. Es wurden folgende Mittelwerte gefunden:

$$c : q = (001) : (101) = 60^\circ 58'$$

$$c : a = (001) : (100) = 84^\circ 36'$$

$$c : r = (001) : (013) = 52^\circ 08'$$

Kantenwinkel  $[010] : [\bar{1}10]$ , auf dem Mikroskopisch gemessen,  $\sim 43^\circ$ .

Nach diesen Daten ist das Kristallbild (Abbildung 2) gezeichnet.

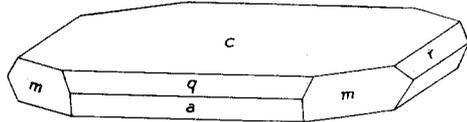


Abb. 2. Idealisierter Ktenasitkristall.

Bemerkenswert ist es, daß das betreffende Mineral hinsichtlich des Habitus und der Gitterkonstanten eine gewisse Ähnlichkeit mit Serpierit aufweist. Wie ich in einer früheren Arbeit zeigen konnte, kristallisiert Serpierit nicht rhombisch, sondern monoklin. Die Kristalle beider Mineralien sind tafelig nach (001) und nach [010] gestreckt. Zum Vergleich werden unten die Gitterkonstanten beider Mineralien angegeben:

| Serpierit                        | Ktenasit                |
|----------------------------------|-------------------------|
| $a = 2 \times 10.88 \text{ \AA}$ | $a = 11.16 \text{ \AA}$ |
| $b = 6.29 \text{ \AA}$           | $b = 6.10 \text{ \AA}$  |
| $c = 20.54 \text{ \AA}$          | $c = 23.74 \text{ \AA}$ |
| $\beta = 84^\circ 36'$           | $\beta = 84^\circ 46'$  |

Auf Grund dieser morphologischen Ähnlichkeiten könnte man vermuten, daß beide Substanzen eine Strukturähnlichkeit aufweisen,

was aber röntgenographisch nicht bestätigt wird. Ihre Pulverdiagramme sind voneinander verschieden. Außerdem wurde trotz des Zusammentreffens beider Mineralien auf gleicher Stufe kein Zusammenwachsen derselben beobachtet.

In Anbetracht der Nutzbarkeit der Pulverdiagramme für Identifizierungszwecke, werden unten (Tab. 1) die Werte der Glanzwinkel und die relativen Intensitäten der im Pulverdiagramm des neuen Minerals beobachteten Reflexe angegeben.

Tab. 1. Pulverdiagramm von Ktenasit. — Unfiltrierte CuK-Strahlung.

|    | Glanzwinkel | Intensität   |    | Glanzwinkel | Intensität |
|----|-------------|--------------|----|-------------|------------|
| 1  | 3° 43'      | s. st, breit | 26 | 21° 24'     | m          |
| 2  | 6° 9'       | sch          | 27 | 22° 9'      | sch        |
| 3  | 6° 51'      | sch — m      | 28 | 23° 24'     | m — st     |
| 4  | 7° 33'      | st           | 29 | 24° 6'      | sch        |
| 5  | 8° 15'      | sch — m      | 30 | 24° 54'     | sch        |
| 6  | 9° 9'       | st           | 31 | 26° 15'     | s. sch     |
| 7  | 10° 24'     | s. sch       | 32 | 26° 54'     | st         |
| 8  | 10° 51'     | sch          | 33 | 28° 3'      | sch, breit |
| 9  | 11° 18'     | m — st       | 34 | 29° 18'     | sch, breit |
| 10 | 11° 54'     | m            | 35 | 30° 16'     | m          |
| 11 | 12° 36'     | st           | 36 | 31° 3'      | m          |
| 12 | 13° 9'      | sch          | 37 | 31° 27'     | s. sch     |
| 13 | 13° 54'     | sch          | 38 | 32° 30'     | s. sch     |
| 14 | 14° 39'     | m            | 39 | 33° 6'      | m          |
| 15 | 15° 9'      | m            | 40 | 34° 0'      | sch        |
| 16 | 16° 19'     | s. st        | 41 | 34° 33'     | sch        |
| 17 | 16° 36'     | sch — m      | 42 | 35° 0'      | m          |
| 18 | 17° 24'     | m            | 43 | 37° 57'     | m — sch    |
| 19 | 17° 45'     | m            | 44 | 40° 36'     | m — sch    |
| 20 | 18° 33'     | m            | 45 | 44° 6'      | s. sch     |
| 21 | 18° 54'     | m            | 46 | 45° 54'     | m — sch    |
| 22 | 19° 24'     | sch          | 47 | 46° 48'     | s. sch     |
| 23 | 19° 45'     | sch          | 48 | 52° 12'     | sch        |
| 24 | 20° 27'     | s. sch       | 49 | 53° 12'     | sch        |
| 25 | 21° 0'      | m            | 50 | 57° 6'      | sch        |

Die Härte ist etwa 2—2.5.

Die Kristalle sind glasglänzend, durchsichtig und haben eine blaugrüne Farbe (Nr. 1010 der Baumann-Praseschen Farbtonkarte). Auf den Tafeln (001) steht fast senkrecht die erste negative Mittellinie  $n_{\alpha}$ ;  $n_{\gamma}$  fällt mit der Symmetrieachse [010] zusammen. Nach Messungen auf dem Fedorovschen Tisch beträgt der

optische Achsenwinkel  $2V = 51^\circ \pm 1^\circ$ . Die Brechungsindizes  $n_\beta$  und  $n_\gamma$  wurden auf den Tafeln (001) durch Anwendung der Immersionsmethode bestimmt.

$n_\gamma = 1.623 \pm 0.001$   $n_\beta = 1.613 \pm 0.001$   $n_\alpha = 1.571$  (aus  $n_\beta$ ,  $n$  und  $2V$  berechnet).

Das Mineral löst sich vollständig in verdünnten Säuren und in Ammoniak. Beim Erwärmen verliert es allmählich und kontinuierlich das Wasser, ohne sich zu trüben, seine Farbe aber wird gelblich-grün und der Kristall weist auf den (001)-Flächen einen perlmuttähnlichen Glanz auf. Erst bei  $280^\circ$  gibt es das ganze Wasser ab und wird undurchsichtig und schwarz. Während der Erwärmung wurde eine kaum meßbare Vergrößerung des Achsenwinkels im konoskopischen Bilde beobachtet.

Bei einer mikrochemischen Untersuchung der in der Substanz vorhandenen Kationen konnte nur Cu und Zn bestätigt werden. Daß das Mineral nur Cu- und Zn-Kationen enthält, konnte auch noch bei wiederholter spektroskopischer Untersuchung festgestellt werden, wobei nur die Cu- bzw. Zn-Spektrallinien beobachtet wurden.

An Hand einer kleinen Menge (etwa 2.5 mg) von reinen Kristallen, die unter dem Mikroskop ausgelesen wurden, wurde versucht, mikrochemisch quantitative Daten über die chemische Zusammensetzung des Minerals zu ermitteln.

Gefunden: Glühverlust = 19.50%  
 $\text{SO}_3$  = 19.92%  
 $\text{CuO}$  = 32.44%

Ein weiterer Versuch, an Hand der übriggebliebenen Lösung den ZnO-Gehalt zu bestimmen, scheiterte. Es steht mir leider keine genügende Menge von reiner Substanz mehr zur Verfügung, um eine neue Analyse vorzunehmen.

Wenn wir nun den übrig bleibenden Prozentteil zur Ergänzung der Analysendaten auf 100% dem ZnO zurechnen, so kommen wir mit den vorhandenen Daten über den Wasser- bzw.  $\text{SO}_3$ -Gehalt sehr nahe zur folgenden Formel:  $3 (\text{Cu}, \text{Zn})\text{O} \cdot \text{SO}_3 \cdot 4 \text{H}_2\text{O}$ .

|             | $\text{SO}_3$ | $\text{H}_2\text{O}$ |
|-------------|---------------|----------------------|
| theoretisch | 20.49%        | 18.42%               |
| gefunden    | 19.92%        | 19.50%               |

Einen Einwand gegen obige Formel stellt die Tatsache dar, daß bei einer solchen Zusammensetzung die röntgenographisch berechnete Dichte größer sein sollte als die beobachtete. Man findet nämlich für eine Anzahl  $Z = 8$  der in der Zelle enthaltenen Formelein-

heiten eine Dichte  $D = 3.18$  statt der wirklichen  $2.97$ . Diese Diskrepanz macht die oben angenommene chemische Zusammensetzung fraglich.

Da in anderer Beziehung dieses basische Zink-Kupfersulfat durch seine kristallographischen und optischen Konstanten als eine neue Mineralart definiert wurde, denke ich, daß es mit einem Namen in die Liste der Mineralarten eingetragen werden kann. Deswegen schlage ich für die Benennung dieses Minerals den Namen „*Ktenasit*“ vor, zu Ehren meines geschätzten Lehrers, des griechischen Mineralogen Prof. *Const. A. Ktenas* († 1935).