

A KOZÁRI AZURIT-ELŐFORDULÁS A MECSEKHEGYSÉGBEN

TOKODY LÁSZLÓ*

Pécstől mintegy 6 km-re északra, a kozári vadászház közelében, attól kb. 00 m-re kőbányát nyitottak. A kőfejtő triász-mészköben létesült és a termelt özetet zúzott kőnek használták. A bányaművelést 1950 júliusában — legalább is gy időre — beszüntették.

A triász-mészköben jól felismerhető egy nagyjában észak-déli csapásirányú örés, melynek képződésekor breccsa keletkezett. A kőzetrést kitöltő 3—5 m vastag breccsában azurit fordul elő, magában a triász-mészköben azonban nem található.

Az azurit kristályokat és gömböket alkot. Egyedül álló kristályok rendkívül ritkán gyűjthetők. A kristályok leginkább sugaras elrendeződésben rozettaszerűen csoportosulnak. A rozettákat uralkodó lapjukkal a kőzetre tapadó kristályok hozták létre, miközben szorosan egymás mellé és egymásba nőttek. A rozetták átmérője 5—21 mm. A teljesen szabadon álló kristályok igen ritkán találhatók. Ezek mérete kicsi: 0,75—2,5 mm; a két legnagyobb szabadon álló kristály $3 \times 5 \times 1$ és $7 \times 4 \times 1,5$ mm nagy volt. Ritkábban jelenik meg az azurit a kőzethasadékokat kitöltve. A hasadékokban helyet foglaló kristályok egymásba nyomulnak és a hasadékokat tökéletesen kitöltik. E hasadékok 1—3 mm szélesek, 20—40 mm hosszúak.

Gyakoribbak a breccsán létrejött azurit-bevonatok, melyek foltszerűen lépnek fel és olykor mikroszkópikus méretű kristályaktól származnak.

Az eddig ismertetett azurit kristályos és színe erre az ásványra jellemző sötétkék.

A gömbös azurit-képletek színe halványkék, égbék. Nagy számmal található: átmérőjük 1—5 mm. A gömbalakú azurit már többé-kevésbé mállott, kristályokat nem alkot.

Az azurit-kristályok sűrű összenövése miatt goniméteres mérésre alkalmas példányokat kiválasztani igen nehéz, ezért a gyűjtött és bőségesnek mondható anyagból mindössze hat kristályt mérhettem meg. A kristályok mérete: hosszúság 0,75—2,5, szélesség 0,75—1,5, vastagság 0,25—1 mm.

Hat kristályon az alábbi 10 kristályalakot határoztam meg; közöttük a csillaggal (*) jelzett az azurit általános új.

a {100}	* {520}	Φ {201}	{702}
c {001}	p {021}	Θ {101}	h {221}
m {110}		w {605}	

* Előadás a Magyar Földtani Társulat 1951. november 21-i szakülésén.

Zsivny V. ugyanerről a lelőhelyről két kristályt tanulmányozott és azon az alábbi 12 formát figyelte meg (1).

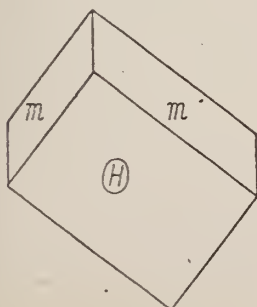
$c \{001\}$	$\Psi \{506\}$	$P \{223\}$
$p \{021\}$	$* \{706\}$	$h \{221\}$
$\sigma \{101\}$	$\Theta \{101\}$	$R \{241\}$
$D \{104\}$	$m \{110\}$	$k \{221\}$

A fent közölt forma-felsorolásba csak azokat a kristályalakokat vettem fel, melyeknek határozott reflexe volt és ezért, illetve övhelyzetük alapján biztosan megállapíthatók voltak; minden bizonytalan alakot elhagytam.

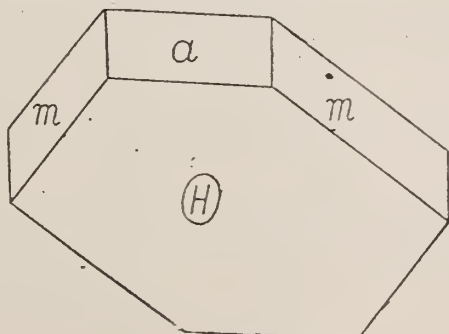
A megfigyelt kombinációkat az alábbi táblázat tünteti fel.

	a	c	m	{520}	p	Φ	Θ	W	{702}	k
1.	*		*				*			
2.			*				*			
3.		*	*				*			*
4.			*				*			
5.	*	*	*		*	*	*			
6.	*	*	*	*			*	*	*	*

A megmért kristályok mindegyikén kitűnő tükrözéssel jelent meg az $m\{110\}$ és $\Theta\{101\}$. Legnagyobb lapokkal mindenütt a $\Theta\{101\}$ fejlődött ki. A véglapok közül az $a\{100\}$ három kristályon kisebb kifejlődésben, kristályonként változó minőségű tükrözéssel szerepelt. Míg a $c\{001\}$ ugyancsak három kristályon jelent meg de rosszul fejlett felülettel. A $p\{021\}$ forma csak egy kristályon mutatkozott két rosszul tükröző parányi lappal; ugyancsak alárendelt kifejlődéssel egy kristályon volt tapasztalható a $W\{605\}$ és $\{702\}$ forma. Hasonlóan egyetlen esetben volt észlelhető a $\Phi\{201\}$ lapja. Új formaként kell minősíteni a $*\{520\}$ alakot, mely egyetlen kristályon, rossz tükrözéssel jelentkezett és a mért-számított szögértékei közötti különbség alapján bizonytalan alaknak mondható: $(5\bar{2}0) : (110)$ $60^\circ 26'$ mért, $59^\circ 26' 36''$ számított értékekkel. Végül a negyedik fajta prizmatát a $h\{221\}$ prizma képviselte, mely jól tükröző felülettel két kristályon volt megállapítható.



1. ábra



2. ábra

Zsivny két leírt kristálya az ortotengely szerint megnyúlt típust tünteti el. Mindkét kristályon a $\Theta\{\bar{1}01\}$ uralkodik. Az ortotengely végén az egyik kristályon főleg IV. fajta prizmák, a másikon az $m\{110\}$ alakult ki.

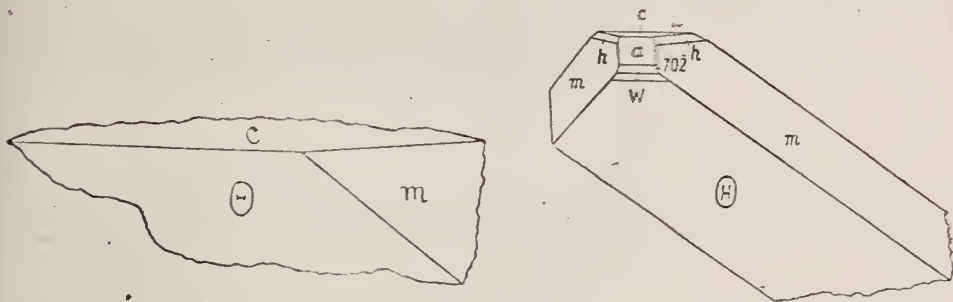
Az általam tanulmányozott kristályok 4 típusba sorolhatók, de valamennyin a $\Theta\{\bar{1}01\}$ uralkodik.

Az első típus a legegyszerűbb az uralkodó $\Theta\{\bar{1}01\}$ -n kívül az $m\{110\}$ szerepelt nagy lapokkal (2. és 4. kristály); 1. ábra.

A második típus jellemzi az $a\{100\}$ és $m\{100\}$ egyenlő méretű kifejlődése a (1. kristály) és az esetleg fellépő többi alárendelt forma (5. kristály); 2. ábra.

A harmadik típus egyezik Zsivny második kristályával. E típusba egy kristály tartozik (3. kristály), ez a $[c:\Theta = 001:\bar{1}01]$ él, tehát az ortotengely irányában nyúlt meg és az ortotengely végén az $m\{110\}$ fejlődött ki. E kristályon egy $\{hkl\}$ és egy $\{\bar{h}kl\}$ forma egy-egy lappal jelent meg. A kicsiny lapok tükrözése annyira gyenge, hogy a két forma indexét meghatározni lehetetlen volt. 3. ábra.

A negyedik típus lényegében az előzővel azonos, de a kristály az $[m:\Theta = 110:\bar{1}01]$ él szerint nyúlt meg (6. kristály 4. ábra).



3—4. ábra

A Mecsek hegység közéri kőbányájában az azurit csakis a bevezetésben már említett törésvonal breccsájában fordul elő. Ahol a breccsa a sötétszürke, tönött triász-mészkövel érintkezik, a mészkő felületén, de csakis a felületén, elvértve azuritnyenyok ismerhetők fel. Az azurit az elmozduláskor képződött finom mészkőtisztben is megjelenik.

Az azurit kísérő ásványai limonit, malachit és kalcit.

A réztartalmú oldat a dörzs-breccsa törmelékdarabjai közötti úton húzódott át. Némelyik darabon úgy tűnik fel, mintha a törmelékdarabokat azurit ragasztotta volna össze. Ilyenek az azurit-masadék-kitöltések. A breccsa üregeiben, hézagaiban ülnek az azurit-kristályok.

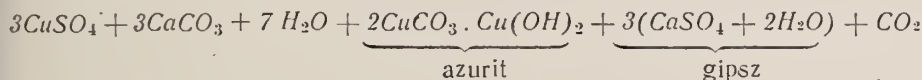
Néhol megfigyelhető az azuritnak malachittá alakulása. Egyes azurit-kristályok felületének egy részét malachit vonja be. Ritkaságként sugaras-rostos, selyemfényű malachit is található.

A breccsa vastól világos sárgára festett részein 1—2 mm átmérőjű barnás-fekete gömbök fordulnak elő. Ezek az elszórtan elhelyezkedő gömbök gyökerek. Anyaguk limonit. Elvértve a breccsán limonit-bevonatok és dendriték figyelhetők meg.

A kalcij sárga, szürke, vaskos tömeget alkot.

A fent ismertetett előfordulási körülmények és kísérő ásványok alapján a Mecsek hegység azuritjának keletkezése a következőleg váztható

Az azurit, malachit és limonit másodlagos képződmények. Az eredeti, primer érc kalkopirit ($CuFeS_2$), illetve tetraedrit $[(CuFeZnAg)_{12}(SbAs)_4S_{13}]$ és enargit Cu_3AsS_4 lehetett. Ezek oxidációjakor rézszulfát és vasszulfát keletkezett. A rézszulfátos oldat a mészkőre hatott és cserebomlás útján azurit képződött. A folyamatot pl. az alábbi általánosan ismert egyenlet fejezi ki:



A keletkezett gipsz oldatban tovább vándorolt; az azurit kíséretében nem található. A vasszulfát további átalakulás végén limonit alakjában vált ki.

Az azurit és malachit képződéséről ismeretes, hogy az azurit nagyobb mélységben, nagyobb CO_2 nyomáson és kevesebb víz jelenlétében keletkezik. Az azuritból a malachit H_2O felvétele és CO_2 részleges leadása folytán képződött. Mennyisége a kozári bányában lényegesen kisebb, mint az azurité.

A fentebbiek alapján a kozári kőfejtő azurit előfordulása az oxidációs öv alsóbb szintjét jelzi.

ÜBER DAS AZURIT-VORKOMMEN VON KOZÁR IM MECSEK-GEIRGE

L. TOKÓDY

Ungefähr 6 km nördlich von Pécs, in der Nähe des Kozärer Jägerhauses, etwa 500 m von ihm, wurde ein Steinbruch in Betrieb gesetzt. Er befindet sich im Triaskalkstein, und das gewonnene Gestein wurde als Schotter benützt. Der Betrieb wurde im Juli 1950 — wenigstens für einige Zeit — eingestellt.

Im Triaskalkstein lässt sich klar ein beiläufig NS-lich streichender Bruch erkennen; im Anschluss an den Bruch ist Brekzie entstanden. In der Brekzie, welche den Bruch in 3—5 m Dicke ausfüllt, kommt Azurit vor, aber im Triaskalkstein selbst ist er nicht zu finden.

Der Azurit bildet Kristalle und Kugeln. Alleinstehende Kristalle können nur höchst selten gesammelt werden. Die Kristalle gruppieren sich zumeist in strahliger Anordnung rosettenartig. Die Rosetten kamen durch Kristalle zustande, die mit ihrer herrschenden Fläche an das Gestein angewachsen und dabei dicht aneinander und ineinander gewachsen sind. Der Durchmesser der Rosetten beträgt 5—24 mm. Ganz freistehende Kristalle kommen sehr selten vor; sie sind klein: 0,75—2,5 mm; die beiden grössten freistehenden Kristalle waren $3 \times 5 \times 1$ und $7 \times 4 \times 1,5$ mm gross. Zuweilen erscheint der Azurit in den Gesteinklüften; hier dringen die Kristalle ineinander und füllen die Klüfte vollständig aus. Die Klüfte sind 1—3 mm breit und 20—40 mm lang.

Häufiger entstehen an der Brekzie Azuritüberzüge; sie treten fleckenweise auf und stammen von mikroskopischen Kriställchen.

Der bisher beschriebene Azurit ist kristallisch, seine Farbe ist das für dieses Mineral bezeichnende Dunkelblau.

Die Azuritkugeln sind blassblau, himmelblau. Sie sind in grosser Anzahl zu finden; ihr Durchmesser ist 1—5 mm. Der kugelförmige Azurit ist bereits mehr oder minder verwittert, er bildet keine Kristalle.

Wegen der dichten Zusammenwachsung der Azuritkristalle ist es schwer goniometrischen Messungen geeignete Stücke auszuwählen, darum konnte ich von dem gesammelten reichlichen Material insgesamt 6 Kristalle messen. Die Massangaben sind: Länge 0,75—2,5 mm, Breite 0,75—1,5 mm, Dicke 0,25—1 mm.

An sechs Kristallen habe ich die folgenden 10 Kristallformen bestimmt; die mit einem Stern (*) bezeichnete ist für den Azurit neu.

a {100}	\odot {201}
c {001}	\ominus { $\bar{1}01$ }
m {110}	w { $\bar{6}05$ }
* {520}	{ $\bar{7}02$ }
p {021}	h {221}

V. Zsivny hat von demselben Fundort zwei Kristalle untersucht und an ihnen die folgenden 12 Formen beobachtet (1).

c {001}	Ψ { $\bar{5}06$ }	P {223}
p {021}	* { $\bar{7}06$ }	h {221}
σ {101}	\ominus { $\bar{1}01$ }	R { $\bar{2}41$ }
D {104}	m {110}	k { $\bar{2}21$ }

In die vorstehend mitgeteilte Aufzählung habe ich bloss die Kristallformen aufgenommen, die entschieden Reflex zeigten und darum, bzw. auf Grund ihrer Zonenlage mit Sicherheit konnten bestimmt werden, ungewisse Formen habe ich unberücksichtigt gelassen.

Die beobachteten Kombinationen sind in der nachstehenden Tabelle angegeben.

	a	c	m	{520}	p	\odot	\ominus	w	{ $\bar{7}02$ }	h
1.	*		*				*			
2.			*				*			
3.		*	*				*			*
4.			*				*			
5.	*	*	*		*	*	*			
6.	*	*	*	*			*	*	*	*

An sämtlichen Kristallen erscheinen die Formen $m\{110\}$ und $\ominus\{\bar{1}01\}$. Ihre Spiegelung ist ausgezeichnet. Die Flächen von $m\{110\}$ sind meistens glatt, zuweilen gefasert nach der Richtung $[001]$. Die Form $\ominus\{\bar{1}01\}$ hat sich an allen Kristallen mit den grössten Flächen entwickelt; diese sind glatt.

Die Form $a\{100\}$ hat sich an einem Kristall (Nr. 1) mit besonders grosser ausgezeichnet reflektierender Fläche ausgebildet. An diesem Kristall sind $a\{100\}$ und $m\{110\}$ von nahezu gleicher Grösse, beide Formen stark gestreift nach der Richtung [$a:m = 100:110$]. Die Form $a\{100\}$ erschien noch an zwei Kristallen, an einem (Nr. 6) mit kleiner, schlecht spiegelnder, am anderen (Nr. 5) mit untergeordneter, mittelmässig reflektierender Fläche.

Die Form $c\{001\}$ liess sich an zwei Kristallen (Nr. 5 und 6) mit kleiner, an einem (Nr. 3) mit grosser Fläche beobachten. Ihr Reflex war jedesmal schlecht, sie wird aber durch die Winkelwerte genau bestimmt.

Von den Prismen I.-ter Art hat sich bloss die Form $p\{021\}$ ausgebildet. Am Kristall Nr. 5 liessen sich seine zwei winzigen schlecht spiegelnden Flächen mit Sicherheit feststellen.

Von den negativen Endflächen II.-ter Art kann $\theta\{\bar{1}01\}$ an sämtlichen Kristallen als herrschende Form beobachtet werden. Untergeordnet haben sich $W\{\bar{6}05\}$ und $\bar{7}02\}$ entwickelt. Die Form $W\{\bar{6}05\}$ erschien an ein und demselben Kristall (Nr. 6) mit zwei Flächen; die eine reflektierte ausgezeichnet, die andere schwach. Der Reflex von $\bar{7}02\}$ ist sehr schwach. An den untersuchten Kristallen kam bloss eine positive Endfläche II.-ter Art vor: $\emptyset\{201\}$ mit einer einzigen, kleinen, aber gut spiegelnden Fläche.

Von den Prismen III.-ter Art tritt $m\{110\}$ an sämtlichen Kristallen auf, ausserdem lässt sich auch noch eine neue Form $*\{520\}$, feststellen. Die letztere hat sich mit zwei, zueinander parallelen, schmalen, schlecht spiegelnden Flächen ausgebildet. Eben darum ist der Unterschied zwischen den berechneten Winkelwerten so gross (fast 1°), dass die Form unsicher ist. $(5\bar{2}0) : (110) = 60^\circ 26'$ beobachtet, $59^\circ 26' 36''$ berechnet.

Die Prismen IV.-ter Art waren durch eine einzige positive Form $h\{221\}$, vertreten. Sie hat sich an zwei Kristallen mit drei schmalen Flächen entwickelt, die durch ihren tadellosen Reflex gut übereinstimmende Winkelwerte ergaben.

Die beiden von Zsivny beschriebenen Kristalle vertreten einen nach der Orthoaxe gestreckten Typus. An beiden Kristallen herrscht die Form $\theta\{\bar{1}01\}$, und die Kristalle sind nach der Richtung der Kante [$c:\theta = 001:\bar{1}01$] verlängert. Am Ende der Orthoaxe haben sich bei dem einen Kristall hauptsächlich Prismen IV.-ter Art, bei dem anderen die Form $m\{110\}$ ausgebildet.

Die von mir untersuchten Kristalle lassen sich in 4 Typen einreihen, doch herrscht an sämtlichen die Form $\theta\{\bar{1}01\}$.

Der erste Typus ist der einfachste: ausser der herrschenden $\theta\{\bar{1}01\}$ trat $m\{110\}$ auf mit grossen Flächen (Kristall Nr. 2 und 4); Abbildung 1.

Für den zweiten Typus sind bezeichnend die Entwicklung von $a\{100\}$ und $m\{110\}$ in gleicher Grösse, (Kristall Nr. 1) und die möglicherweise auftretenden übrigen, untergeordneten Formen (Kristall Nr. 5). Abbildung 2.

Der dritte Typus stimmt mit dem zweiten Kristall Zsivny's überein. Zu diesem Typus gehört ein Kristall (Nr. 3); dieser ist nach der Kante [$c:\theta = 001:\bar{1}01$], also nach der Orthoaxe gestreckt, und am Ende der Orthoaxe hat sich $m\{110\}$ entwickelt. An diesem Kristall erscheinen eine $\{hkl\}$ und eine $\{\bar{h}kl\}$ Form mit je einer Fläche. Der Reflex der kleinen Flächen ist so schwach, dass es unmöglich war, den Index der beiden Formen zu bestimmen. Abbildung 3.

Der vierte Typus ist im wesentlichen mit dem Vorangehenden identisch, doch ist der Kristall nach Kante [$m:\theta = 110:101$] gestreckt (Kristall Nr. 6). Abbildung 4.

In der Kozárer Steingrube des Mecsekgebirges kommt der Azurit bloss in der Brekzie des einleitend bereits erwähnten Bruches vor. Wo sich die Brekzie mit dem dunkelgrauen, massiven Triaskalkstein berührt, lassen sich an der Oberfläche des Kalksteins, doch bloss an der Oberfläche, mitunter Azuritspuren erkennen. Der Azurit erscheint auch im feinen Kalkmehl des Bruches.

Die Begleitmineralien des Azurits sind Limonit, Malachit und Kalzit.

Die kupferhaltige Lösung war zwischen den Gesteinstrümmern der Reibungsbrekzie emporgestiegen. Manches Stück erweckt den Anschein, als wären die Trümmer durch Azurit verkittet gewesen. Das ist bei den Azurit-Kluftausfüllungen der Fall. Die Azuritkristalle sitzen in den Hohlräumen, Lücken der Brekzie.

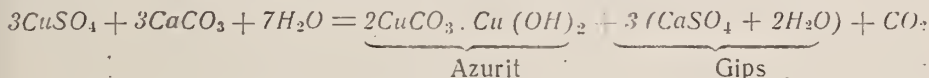
Hier und da lässt sich die Umwandlung des Azurits zu Malachit beobachten. An einzelnen Azuritkristallen ist ein Teil der Oberfläche von Malachit überzogen. Selten findet sich auch strahlig-faseriger Malachit mit Seidenglanz.

An den von Eisen hellgelb gefärbten Teilen der Brekzie kommen häufig bräunlich-schwarze, einzelne Kugeln mit 1—2 mm Durchmesser vor. Ihr Stoff ist Limonit. Mitunter können an der Brekzie auch Limonitüberzüge und Dendrite beobachtet werden.

Der Kalzit bildet gelbe oder graue, dicke Massen.

Auf Grund der oben beschriebenen Vorkommensumstände und der Begleitmineralien lässt sich die Entstehung des Azurits des Mecsekgebirges folgendermassen erklären.

Der Azurit, Malachit und Limonit sind sekundäre Bildungen. Die ursprünglichen primären Erze dürften Chalkopyrit ($CuFeS_2$) bzw. Tetraedrit ($CuFeZnAg$)₁₂ ($SbAs$)₄ S_{13} und Enargit (Cu_3AsS_4) gewesen sein. Bei ihrer Oxidation entstanden Kupfersulfat und Eisensulfat. Die Kupfersulfathaltige Lösung wirkte auf den Kalkstein ein, und durch Wechselersetzung entstand Azurit. Der Vorgang findet seinen Ausdruck in der nachstehenden, allgemein bekannten Gleichung:



Der entstandene Gips wanderte in Lösung weiter; im Gefolge des Azurits kommt er nicht vor.

Das Eisensulfat wurde am Ende der weiteren Umwandlung als Limonit ausgeschieden.

Über die Azurit und Malachitbildung ist bekannt, dass der Azurit in grösserer Tiefe, bei grossem CO_2 -Druck und in Gegenwart von weniger Wasser entsteht. Aus dem Azurit bildete sich der Malachit durch Aufnahme von H_2O und partieller Abgabe von CO_2 . In der Kozárer Grube ist die Menge des Malachits wesentlich geringer als die des Azurits.

Aus den vorstehenden Ausführungen geht hervor, dass das Azuritvorkommen des Kozárer Steinbruchs das untere Niveau der Oxidationszone bezeichnet.

Figuren s. im ungarischen Text.

IRODALOM — LITERATUR

1. Zsivny V.: Ein neues Azuritvorkommen aus Ungarn. *Annalen der Naturwissenschaften in Ungarn*, 41. 1948. 25—31.