

# SBORNÍK NÁRODNÍHO MUZEA V PRAZE

ACTA MUSEI NATIONALIS PRAGAE

Volumen XXIV B (1968), No. 2

REDAKTOR JIŘÍ KOUŘIMSKÝ

---

ZDENĚK TRDLIČKA

## MINERALOGISCH-CHEMISCHES STUDIUM VON PALYGORSKITEN UND SEPIOLITHEN DER MAGNESITLAGERSTÄTTEN VON SPIŠSKO-GEMERSKÉ RUDOHORIE (TSCHECHOSLOWAKEI)

### MINERALOGICKO-CHEMICKÉ STUDIUM PALYGORSKITŮ A SEPIOLITŮ MAGNEZITOVÝCH LOŽISEK SPIŠSKO-GEMERSKÉHO RUDOHORÍ (ČESKOSLOVENSKO)

(Vorgelegt im Januar 1964)

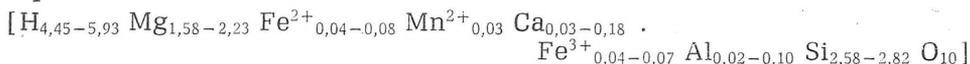
#### ABSTRACT

Při výzkumu metasomatických magnezitů a na ně vázaných masků ve Spišsko-gemerském rudohoří během let 1956—1959 byly studovány papírovité až tlustě kožovité výplně puklin a dutin v magnezitových tělesech na těchto lokalitách: Ratkovská Suchá, Burda, Lubeník, Dúbrava, Jedlovec, Mútník a Samo. Výplně jsou tvořeny palygorskity nebo sepiolity s příměsí dolomitu nebo kalcitu. Z nich jsou nově popisovány sepiolit z Mútníku a Samo a palygorskit z Jedlovce.

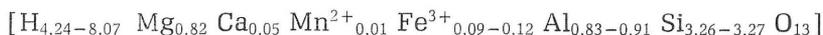
Palygorskit vyplňuje pukliny v magnezitu i dolomitu jako různě mocné, plstnaté, bílé až hnědavé povlaky, zvané „skalní papír“, „skalní kůže“ nebo „skalní korek“. Sepiolit tvoří vedle plstnatých agregátů hlavně bělavé, žluté až hnědé (příp. hnědozelené) agregáty s dřevitou strukturou. Naměřené indexy světelného lomu a stanovené hustoty palygorskitu i sepiolitu dobře zapadají do rozmezí jejich tabelárních literárních údajů.

Kvalitativní spektrální analýzou byly v obou minerálech zjištěny — vedle Mg a Si — tyto prvky: Ag, Al, B, Ba, Ca, Co, Cr, Cu, Fe, Ga, Mn, Mo, Na, Ni, Pb, Sr, Ti, V, Zn a Zr. Z nich lze považovat za izominerální Al, část Ca, Cr, Cu, část Fe, Ga, Mn, Na a Ni. Kvantitativně chemicky byly analyzovány 4 vzorky sepiolitu s dřevitou strukturou z ložiska Mútník a Samo (okolí Hnúšti) a jeden vzorek vláknitého sepiolitu z ložiska Mútník; z analýz byly vypočteny tyto sumární chemické vzorce.

sepiolit:



palygorskit:



Diferenční termické analýzy, provedené na 4 vzorcích sepiolitu z Mútniku, ukazují endotermní vrcholy při teplotách: 120—130, 350, 570, 700 a 825 °C. Poslední endotermní reakce přechází ihned v exotermní efekt s vrcholem v rozmezí 820—870 °C. Tyto výsledky jsou pak konfrontovány s literárními údaji jak pro sepiolit, tak i palygorskit.

Palygorskit vznikl nejspíše vyloučením z vodných supergenních roztoků, prosakujících po puklinách magnezitových těles z jejich povrchových částí do spodnějších. Sepiolity s dřevitou strukturou, zatlačující poměrně dosti intenzívně okolní Mg-karbonáty, se vytvořily pravděpodobně z chadných nebo málo temperovaných hypogenních roztoků, spadajících snad do alpské metalogenní epochy.

*Ústav nerostných surovin, Kutná Hora*

## EINLEITUNG

Bei der Erforschung der metasomatischen Magnesite von Spišsko-gemerské rudohorie (Zips-Gömörer Erzgebirge) in Jahren 1956—1959 (ZD. TRDLIČKA, 1959, 1962 a) wurden papierartige oder dicklederige Klüften- und Hohlräumenausfüllungen in einigen Magnesitkörpern gefunden. Diese Ausfüllungsmasse, die als „Bergpapier“, „Bergleder“ oder „Bergkork“ genannt wird, wurde schon früher von Burda (V. ILLÉS, 1908, F. ULRICH, 1933), Divín, Ratkovská Suchá (F. ULRICH, 1933), Lubeník (J. GULA, 1957) und Dúbrava (M. MIŠÍK, 1953. E. CABICAROVÁ, 1954. J. PTÁK — V. RADZO — M. ČINČÁROVÁ, 1959) beschrieben. Der Verfasser dieser Arbeit hat weitere neue Funde dieser Ausfüllungsgebilde von Mútnik (Nižná- und Svätopluk-Stollen) und Samo II, III (beide Lokalitäten in der Umgebung von Hnúšťa<sup>1</sup>), und von Jedlovec bei Jelšava<sup>2</sup> (Bohrung J 14, 124,2 m) gemacht (ZD. TRDLIČKA, 1962 a).

Weil es bisher kein detailliertes mineralogisch-chemisches Studium dieser Mineralien von Spišsko-gemerské rudohorie gemacht wurde, wird diese Arbeit vorgelegt.

## ZUR TERMINOLOGIE DES PALYGORSKITS UND SEPIOLITHS

Die Benennung „Palygorskit“ stammt von T. V. SAVČENKOV (1862), der mit diesem Termin die faserigen und lederigen Überzüge in den Gesteinsklüften von Palygorsk (Ural) bezeichnet hat. Im Jahre 1879 studierte dann M. F. Heddle chemisch analogische Mineralien von Schottland, die als „Bergleder“ und „Bergkork“ bekannt waren. Trotz-

<sup>1</sup> Nördlich von Rimavská Sobota.

<sup>2</sup> Westlich von Rožňava.

dem beide Proben gleiche physikalische und auch chemische Zusammensetzung, wie das Material von Ural, hatten, hat Hedde diese Gebilde als „Pilolith“ genannt. Anfangs dieses Jahrhunderts hat G. Friedel (1901, 1907) eine Studie von denselben Mineralien von Haute-Loire und Ost-Pyrenäen unter dem Name „Lassalit“ publiziert. A. E. FERSMAN (1909, 1912, 1952) definierte die Palygorskite und Sepiolithe besonders nach der chemischen Zusammensetzung; er hielt Pilolith und Lassalit als identisch mit Palygorskit. Die Benennung „Attapulgit“ benützte erstens J. DE LAPPARENT (1935), der einige Abarten von Mormoiron (Frankreich) und von Attapulgit (USA) studierte, obgleich die Vergleichung der Eigenschaften mit denselben vom Palygorskit ganz keine Differenzen zeigte.

Nach H. STRUNZ (1957) stellen die Bezeichnungen „Bergleder“, „Bergkork“, „Bergwolle“, „Bergpapier“ bloß eine makroskopische Charakteristik der Palygorskit- oder Sepiolithaggregate mit Dolomit dar. Er hält die Bezeichnungen „Attapulgit“, „Pilolith“ und „Ferripalygorskit“ für das Synonym des Palygorskits, „Xylolit“, „Meerschaum“ und „Gunuljarnit“ (der Titel stammt von O. B. BÖGGILD, 1951 ab) für das Synonym des Sepioliths. Lassalit scheint identisch mit Palygorskit zu sein, und deshalb scheidet H. STRUNZ (1957) diese Benennung von dem mineralogischen System aus. J. STEPHEN (1954) definierte — auf Grund der röntgenographischen Studien — den Unterschied zwischen Palygorskit und Sepiolith, und zwar nach der Grösse der Basallinien beider Mineralien.

## MINERALOGISCHE BESCHREIBUNG DES PALYGORSKITS UND SEPIOLITHS

Palygorskit, der nach den Forschungen von J. PTÁK — V. RADZO — M. ČINČÁROVÁ (1959) und F. ULRICH (1933) dem  $\beta$ -Palygorskit gehört, bildet in den tektonischen Magnesit- oder Dolomitklüften die Ausfüllungen in Form verschieden mächtiger Filzüberzüge (am schönsten entwickelte Überzüge sind von Dúbrava bekannt). Die Klüftengrösse beeinflusst die Mächtigkeit der Palygorskitaggregate, die — wie es schon oben erwähnt wurde — von verschiedenen Benennungen bezeichnet wurden. Die dünnsten Papierüberzüge, die fast ausschliesslich von den Palygorskitfasern zusammengesetzt werden, bekamen eine Benennung „Bergpapier“. Die mächtigeren, weisslichen, grauen und braunen Überzüge (Mächtigkeit bis 15 cm) wurden als „Bergfilz“, „Bergleder“ oder „Bergkork“ beschrieben. In diesen Überzügen, die ganz ähnlich mit denselben von zahlreichen Fundorten in Alpen sind, wird Palygorskit von den idiomorphen Dolomitkörnern verunreinigt und vom durch dem Magnesitzerfall entstandenen Limonit pigmentiert.

Mikroskopisch werden die weissen Palygorskitfasern oft verbogen oder pilolithisch orientiert; die Faserndicke bewegt sich ordentlich in 0,00X mm, die Fasernlänge erreicht bis einige Zehntel Millimeter. Bei der Beobachtung zwischen ungekreuzten Nicols ist Palygorskit von allen studierten Fundorten farblos oder durch die Pigmentation von den oxydischen Eisenverbindungen nur schwach gelblich gefärbt. Zwischen

den gekreuzten Nicols haben die Palygorskitfasern niedrige Interferenzfarben, gerade Auslöschung und positiv Zonencharakter. Die Palygorskitaggregate besitzen weiter eine pilolithische oder neurolithische Struktur<sup>3</sup>. In den Dolomit enthaltenden Proben umwachsen die Palygorskitfasern unmittelbar die Dolomitrhomboeder.

Sepiolith hat in der Regel einen vom Palygorskit abweichenden Charakter; er bildet die weissen, graugrünen oder gelbbraunen bis braunen Überzüge in den Magnesit- oder Dolomitklüften von Mútník und Samo. Er hat eine typische holzartige Struktur (nur örtlich zeigt er eine faserige Struktur), wodurch er den Materialien von auswärtigen Lokalitäten, die als „Bergholz“ bezeichnet wurden, entspricht.

Mikroskopisch kann man eine Wechselung der Sepiolith- und Karbonat- (vorwiegend Dolomit-) -Schichten beobachten. Die Doppelbrechung vom Sepiolith ist niedrig bis zum I. Orden, Zonencharakter —; die Sepiolithfasern haben eine gerade, oft aber undulöse Auslöschung. Die stengeligen Aggregate gehen in die faserigen Formen, welche stark die benachbarten Mg-Karbonate verdrängen, über. Unter den Sepiolithstengeln befinden sich oft die Anhäufungen von den idiomorphen Dolomitmörnchen, die vom Sepiolith nicht verdrängt wurden; diese Dolomitmörnchen sind wahrscheinlich syngenetisch mit Sepiolith entstanden, wie es auch bei Palygorskit der Fall war.

Ganz verschieden ist der Fund des Sepioliths mit den idiomorphen Calcitmörnchen von Mútník (Nižná-Stollen); dieses Material, wo Calcit stark überwiegt, erwähnt makroskopisch „Bergkork“ von Dúbrava. Es ist aber der Unterschied dazwischen, dass Sepiolith rein weiss ist. Anders sind die optischen Eigenschaften dieses Sepioliths den vorherbeschriebenen Proben ähnlich.

Die Brechungsquotienten der studierten Materialien wurden mittels der kombinierten refraktometrischen und Immersionsmethode bestimmt (Na-Licht). Die Ergebnisse werden in den Tabellen 1 und 2 zusammengefasst und mit Literaturangaben verglichen. Aus diesen Tabellen geht eine gute Übereinstimmung zwischen den gemessenen und tabellaren Werten aus.

Die Dichte beider Mg-Silikate wurde pyknometrisch festgestellt (20 °C); die Luft wurde aus den Proben mit Hilfe der Ölluftpumpe abgesogen. Die Ergebnisse dieser Messung werden einschliesslich der Literaturangaben in der Tabelle 3 angegeben. Die Dichtewerte der Palygorskite und Sepiolithe von den slowakischen Magnesitlagerstätten fallen gut in die Intervalle, welche in den mineralogischen Kompendien angeführt werden, hinein. Eine grosse Uneinigkeit ist bei der Dichte des  $\beta$ -Palygorskits von Dúbrava (J. PTÁK — V. RADZO — M. ČINČÁROVÁ, 1959), die gegen das von A. E. FERSMAN (1902, 1912) und A. SCHÜLLER (1954) angeführte Intervall sehr niedrig sind. Diese Unterschiede muss man in der ungenügend abgetrennten Luft aus den Proben von

---

<sup>3</sup> Die „pilolithische Struktur“ bezeichnet eine aufgewirbelte Einrichtung der Palygorskitaggregate, durch „neurolithische Struktur“ wird eine nervige Einrichtung dieser Aggregate ausgedrückt.

**Tabelle 1. Brechungsquotienten des Palygorskits**

Lokalisation	Autor	N
Dúbrava <sup>1</sup>	{J. PTÁK et alii, 1959}	< 1,54
Burda <sup>2</sup>	ZD. TRDLIČKA	Ng 1,539
Jedlovec <sup>1</sup>	ZD. TRDLIČKA	Ng < 1,54
Shetland Isles	{J. STEPHEN, 1954}	1,520
Korostenja	{O. K. PISKORS'KA, 1958}	1,537
—	{A. SCHÜLLER, 1954}	Ng 1,540
—	{G. I. SMIRNOV, 1962}	Ng 1,540 — 1,542 Np 1,526 — 1,530

<sup>1</sup> Westlich von Rožňava.

<sup>2</sup> Nordöstlich von Hnúšťa.

**Tabelle 2. Brechungsquotienten des Sepioliths**

Lokalisation	Farbe der Probe	Autor	Ng	Np
Mútnik-Nižná <sup>1</sup> , Halde	weiss	ZD. TRDLIČKA	1,522	1,507
	gelb		1,520	1,506
	graugrün		1,517	1,508
	hellbraun		1,527	1,508
Mútnik-Nižná <sup>1</sup> , Stollen	wiess (faserige Probe)		1,535	—
Prikam'je	—	N. P. STARKOV (1963)	1,515—1,536	1,494—1,514
Nord- kaukasus	—	S. I. TALDYKIN (1959)	1,523—1,520	1,503—1,499
Ural	—	I. I. GINZBURG, I. A. RUKAVIŠ- NIKOVA (1951)	1,521—1,547	1,510—1,536
Oberdorf	—	} H. MEIXNER (1933) {	Ng' 1,536	Np' 1,530
Veitsch	—		Nmittl. —	1,53—1,54
—	—	A. N. WINCHELL, H. WINCHELL (1953)	1,525—1,529	1,506—1,520
—	—	A. SCHÜLLER (1954)	1,525—1,529	1,515—1,520

<sup>1</sup> Nordöstlich von Hnúšťa.

Tabelle 3. Pyknometrische Dichtebestimmung des Palygorskits und Sepioliths

Mineral	Lokalisation	Charakteristik der Probe	Autor	D
$\beta$ -Palygorskit	Dúbrava	„Bergpapier“	J. PTÁK — V. RADZO — M. ČINČÁROVÁ (1959)	1,665
		„Bergfilz“		1,677
		„Bergleder“		1,679
		„Bergkork“		um 2
Palygorskit	Jedlovec	lederige Überzüge mit Calcit	ZD. TRDLIČKA	2,10
Palygorskit	—	weiss	A. E. FERSMAN (1909)	um 2
$\beta$ -Palygorskit	—	Dickes „Bergleder“ mit Dolomit und Calcit	A. E. FERSMAN (1909)	2,07 — 2,15
$\beta$ -Palygorskit	—	—	A. E. FERSMAN (1912)	2,15 — 2,35
Palygorskit	—	—	A. SCHÜLLER (1954)	2,217—2,36
Attapulgit	—	—	A. SCHÜLLER (1954)	2,29 — 2,36
Palygorskit	Korostenja	graubraune Überzüge	O. K. PISKORS'KA (1958)	2,320
Sepiolith	Mútnik - Nižná, Halde	weiss bis weissblau	ZD. TRDLIČKA	2,20
	Mútnik - Nižná, Halde	gelb		2,28
	Samo II — Halde	hellbraun		2,29
	Samo II — Halde	braungrün		2,32
	Mútnik - Nižná, Halde	graugrün		2,38
	Mútnik-Nižná, Stollen	weisses Lederaggregat mit Calcit		2,50
Sepiolith	—	—	A. N. WINCHELL — H. WINCHELL (1953)	2
	—	—	A. SCHÜLLER (1954)	2,3 (2,08)
	—	—	F. A. ČUCHROV (1955)	2—2,5

Dúbrava suchen. Die Dichte der Proben „Bergkork“ und „Bergleder“ sollte wegen der höheren Dolomitgemenge grösser sein, denn die Dolomiddichte — nach J. PTÁK — V. RADZO — M. ČINČÁROVÁ (1959) — folgenden Wert hat: 2,928. Relativ höhere Dichte — 2,50 — hat auch Sepiolith von Mútník (Nižná-Stollen); er enthält zwar eine erhebliche Calcitgemenge. Anders kann man bei den slowakischen Sepiolithen eine Dichtesteigerung vom weissen bis weisslich grünblauen zu dunkelbraungrünen und graugrünen Typ sehr gut beobachten. Die Dichte ist von dem Eisen-gehalt abhängig (siehe die quantitativen chemischen Analysen).

#### QUALITATIVE SPEKTRALANALYSEN

Zur Bestimmung des Palygorskit- und Sepiolithmikrochemismus wurden die Proben von Magnesitlagerstätten qualitativ spektrographisch analysiert. Die Sepiolithproben wurden von den Mg-Karbonaten oder vom Talk mit Hilfe der Binokularlupe absepariert; nur in der Probe 5 (Mútník Nižná-Stollen) wurde Sepiolith mit Calcitgemenge analysiert. Dagegen Palygorskitproben wurden fast in jedem Falle von Dolomit sehr stark verunreinigt (siehe die chemischen Analysen und die mikroskopische Erforschung).

Die qualitativen Spektralanalysen wurden mit Hilfe des Quarzspektrographen Zeiss Q 24 (Arbeitsabschnitt des Spektrums 2000—56000 Å) vom Arbeitskollektiv des spektrographischen Laboratoriums in ÚNS Kutná Hora durchgeführt. Bedingungsangaben: wechselndes Bogenspektrum 8A, Generator DG 1 (Proben 1, 2, 3, 4, 6) und ABR 3 (Proben 5, 7, 8, 9, 10, 11), dünnwandige, zylindrische Graphitelektroden ČKD Stalingrad Praha, Elektrodenabstand 3 mm, Hartmann's Blende T 10—5, Kamerablende 1:15, diaphragmatische Blende 3.2, Spaltöffnung 0,003 mm. Expositionsdauer in jedem Falle 30 Sek. Die Proben wurden mit und ohne Graphitpulver analysiert. Photomaterial Foma super-ortho 6 × 24 cm. Die photographischen Platten wurden im Agfa 40 -Entwickler (18 ° C, 20 Minuten 30 Sek.) entwickelt. Die Ergebnisse dieser Analysen zeigt Tabelle 4.

Wegen der grossen spektralanalytisch festgestellten Ähnlichkeit beider Mg-Silikate, kann man die Elemente gemeinsam in beiden Mineralien diskutieren. Von den sichergestellten Elementen kann man folgende für anisominerale halten: Ag, B, Ba, Co, Mo, Pb, Sr, Ti, V, Zn, Zr und teils auch Ca. Diese Elemente werden in den heterogenen Mineralien — Calcit, Dolomit, Rutil, Titanit, Zirkon und Fe-Mn-Oxyde von den supergenen Partien der Magnesitlagerstätten — gebunden. Manche von diesen Elementen können jedoch in den Kapillarräumen der Fasern dieser Mineralien als Adsorptionsstoffe anwesend werden (A. E. FERSMAN, 1952). Andere Elemente — Al, Ca, Cr, Cu, Fe, Ga, Mn, Na, Ni — können als isomineral bezeichnet werden. V. VERNADSKIJ und E. REVUCKA (1910) haben im  $\beta$ -Palygorskit von Kadain-Lagerstätte — neben Ca, Fe und Mg — noch Cu, Li, In, Tl und Cs spektrographisch festgestellt.

A. E. FERSMAN (1952) und A. SCHÜLLER (1954) halten das Aluminium für einen Bestandteil der chemischen Formel der Palygorskite und Pilolithe. H. STRUNZ (1957) schliesst nicht eine Möglichkeit der diadochischen Vertretung von Mg + Si durch Aluminium aus. Diese Korrelationen machen sich auf dem studierten Material von den slowakischen Lokalitäten sehr gut merkbar; bei den Palygorskiten von Jedlovec

Tabelle 4. Qualitative Spektralanalysen von Palygorskiten und Sepiolithen

Probe	Ag	Al	B	Ba	Ca	Co	Cr	Cu	Fe	Ga	Mg	Mn	Mo	Na	Ni	Pb	Si	Sr	Ti	V	Zn	Zr
1		●			●	•		•	●		■	•			•		■		•		•	
2	•	■		•	■	•	•	•	■	•	■	•		•	•				•	•	•	?
3	•	■	•		■			•	■	•	■	●		•		•			●		•	•
4	•	■			■			•	■		■		?			•		•	•		•	
5	•	●			■			•	■		■		?			•		●	•		•	
6		■			■	•	•	•	■	•	■	•		●	•	?			•		•	
7		●			■			•	■		■	•				•			•		■	
8		•			●			•	●		■	•				•					•	
9		•			•	•		•	■		■	•									•	
10		●			●			•	■		■	•	•	●	•	•						
11		●			●	•		•	■		■	•		●	•	•						

Ranggruppen der festgestellten Elemente

■ » 1%

■ ) 1% - 0,1%

□ ? problematisch

● 0,1% - 0,01%

• < 0,01%

Bemerkungen zur Tabelle 4: Negative Elemente in allen Proben: As, Au, Be, Bi, Cd, F, Ge, Hg, In, K, Li, Nb, P, Sb, Sc, Sn, Ta, Te, Tl, U, W, Y, Yb.

Lokalisation und Beschreibung der Proben:

1. Burda — Steinbruch. Papierüberzüge von Palygorskit
2. Jedlovec — Bohrung J 14 — 124,2 m. Palygorskit mit Dolomit.
3. Dúbrava — III. — Etage. „Bergleder“
4. Dúbrava — III. — Etage. „Bergkork“
5. Mútník — Nižná, Stollen. Sepiolith mit Calcit
6. Mútník — Nižná, Halde. Gelber Sepiolith
7. Mútník — Nižná, Halde. Hellbrauner Sepiolith
8. Mútník — Nižná, Halde. Graugrüner Sepiolith
9. Mútník — Nižná, Halde. Weisser Sepiolith
10. Samo II — Halde. Gelber Sepiolith
11. Samo II — Halde. Braungrüner Sepiolith

und Dúbrava bewegt sich der Al-Gehalt immer ordentlich in XO bis X %. Nur Palygorskit von Burda stellt eine Ausnahme, wo der Al-Gehalt zu 0,X—0,0X % sinkt, vor. Dagegen schwankt der Al-Gehalt in Sepiolithen ordentlich in 0,0X % und weniger, und nur in der Probe 6 erhöht sich er bis auf 0,X % . Weil das Aluminium keine Hauptkomponente im Chemosmus des Sepioliths darstellt, kann man das Al-Gemenge teils als eine diadochische Vertretung des Siliziums erklären, daher ist die ähn-

liche Applikation, wie bei Palygorskit, zu akzeptieren. Es ist aber nicht ausgeschlossen, dass eine Teil von Al einen anisominalen Anteil in Sepiolithen repräsentiert und deshalb ist dieser Anteil in den heterogenen Silikaten — wie Chlorit, Tonminerale oder Palygorskit — gebunden. Nach den A. E. FERSMAN'S Erforschungen (1952) können  $\text{Fe}^{3+}$  und  $\text{Mn}^{3+}$  das Aluminium vertreten. Die höheren Al-Gehalte bedingen die Anwesenheit der Spuren von Ga (Proben 2, 3, 6) und vielleicht auch von Cr (Proben 2 und 6). Im Hinblick auf die physikalisch-chemischen Ioneneigenschaften (z. B. die Ionenradien —  $\text{Ga}^{3+}$  0,62 Å,  $\text{Cr}^{3+}$  0,63 Å,  $\text{Al}^{3+}$  0,51 Å) können beide Elemente das Aluminium vertreten.

Das Magnesium — als Hauptkomponente beider Silikate — wird in beschränkter Masse von Ca,  $\text{Fe}^{2+}$ ,  $\text{Mn}^{2+}$ , K, Na, Cu und Ni isomorph ersetzt (A. E. FERSMAN, 1952).

Es ist nicht ausgeschlossen, dass Kalzium grösstenteils ein ausgesprochen anisominales Element repräsentiert, wozu eine Neben- bis Hauptbeimengung von Dolomit oder Calzit (siehe die mikroskopische Erforschung) zeugt. Mit der Hauptmenge von Kalzium erschien zugleich auch Strontium in Spuren- bis Nebenkonzentrationen und ist darum in Calcit und Dolomit isomorph eingebaut. Nach A. E. FERSMAN (1952) kann der Ca-Gehalt in der Ca-Palygorskitgruppe auch die relativ grösseren Werte erreichen.

Eisen befindet sich fast regelmässig in allen Proben in untergeordneten Konzentrationen (0,0X %); nur in zwei Proben sinkt sein Gehalt bis zu 0,0X %. Im Einklang mit den Literaturangaben kann man einen Fe- (vielleicht auch Mn-) -Anteil als isominal erklären. Eisen tritt in das Palygorskit- und Sepiolithgitter ein, und zwar in die Mg-Position (H. STRUNZ, 1957. A. E. FERSMAN, 1952). Ähnliche Verhältnisse lassen sich auch für Cu und Ni annehmen.

Natrium wurde in den hellen Sepiolithtypen als ein Nebenbestandteil festgestellt; in Palygorskiten repräsentiert es nur ein vereinzelt Spurenelement. Nach der A. E. FERSMAN'S Interpretation (1952) gehört Natrium — wie es schon gesagt war — in die Gruppe der diadochischen Elemente. V. I. VERNADSKIJ und E. REVUCKA (1910) halten Natrium und weitere Elemente — Cu, Li, In, Ca, Fe, Hg, Tl, Cs — im  $\beta$ -Palygorskit von Kadain-Erzrevier für solche, die entweder in den zwischenfaserigen Hohlräumen des Palygorskits als Adsorptionsbestandteile, oder in den heterogenen Beimischungen gebunden werden.

## QUANTITATIVE CHEMISCHE ANALYSEN

Zu den quantitativen chemischen Analysen wurden 4 Proben des Sepioliths (mit Holzstruktur) von Mútník und Samo, und eine Probe des Fasersepioliths mit Calzit von Mútník mit Hilfe der Binokularlupe separiert. Die Analysen des Palygorskits von Dúbrava und Ratkovská Suchá wurden aus Literatur übernommen (J. PTÁK — V. RADZO — M. ČINČÁROVÁ, 1959. F. ULRICH, 1933). Die quantitativen chemischen Analysen wurden im chemischen Laboratorium in ÚNS Kutná Hora nach dem klassischen Silikatearbeitsverfahren durchgeführt. Nur der Gehalt an Aluminium und FeO wurde titrimetrisch festgestellt. Die Ergebnisse dieser Analysen werden in den Tabellen 5 und 6 angeführt.

Tabelle 5.

Quantitative chemische Analysen von Palygorskiten

Lokalisation	Komponenten in %														
	SiO <sub>2</sub>	TiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	FeO	MnO	CaO	MgO	CO <sub>2</sub>	K <sub>2</sub> O	Na <sub>2</sub> O	+H <sub>2</sub> O	-H <sub>2</sub> O	Glüh- verlust	Summe
Dúbrava (J. PTÁK et alii, 1959)	54,47	—	12,89	2,59	—	0,26	0,71	9,14	—	—	—	15,74	4,39	—	100,19
Ratkovská Suchá (F. ULRICH, 1933)	29,75	—	6,35	1,08	—	0,04	13,73	16,17	21,80	—	—	6,46	5,06	—	100,44
Suonton, Vermont (A. E. FERSMAN, 1912)	56,34	—	12,87	Spu- ren	0,13	—	Spu- ren	9,79	—	—	—	11,65	9,64	—	100,42
St. Lorenz (E. KRAJICEK, 1942)	54,16	—	13,08	3,71	0,35	—	—	7,34	—	—	—	12,23	9,05	—	99,92
Korostenja (O. K. PISKORS'KA, 1958)	55,28	—	13,20	8,32	—	—	—	5,58	—	0,65	—	10,10	6,92	—	100,00
Nižnyj Novgorod (S. CAILLÈRE, 1936)	51,47	—	13,73	1,55	0,31	—	2,89	6,40	—	—	—	13,24	10,29	—	99,88
Simferopol (V. A. SUPRYČEV, 1961)	54,40	—	12,58	Spu- ren	1,30	—	2,59	8,44	—	—	—	—	7,90	21,48	—
Attapulgit J. STEPHEN, 1954)	54,04	0,32	9,83	3,52	0,19	—	1,69	9,07	—	0,57	0,08	10,93	10,00	—	100,24
β - Palygorskit (A. E. FERSMAN, 1952)	55,06	—	13,31	—	—	—	—	10,51	—	—	—	11,75	9,39	—	100,00

Tabelle 6.

## Quantitative chemische Analysen von Sepiolithen

Komponenten in %	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.
SiO <sub>2</sub>	10,86	55,45	51,60	49,73	47,42	48,92	54,01	52,43	53,76	50,23
TiO <sub>2</sub>	—	—	—	—	—	—	0,20	—	Spuren	—
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,35	0,39	0,29	0,53	0,28	0,42	1,50	7,05	—	5,19
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,35	1,02	—	1,47	1,22	1,09	} 2,58	2,24	1,25	—
FeO	0,27	0,89	1,79	0,70	1,03	0,24		2,40	—	—
MnO	0,17	0,04	Spuren	0,05	0,07	0,04	—	Spuren	—	—
CaO	43,91	0,62	1,41	5,82	8,19	2,94	0,71	—	0,65	0,69
MgO	6,22	26,23	24,70	23,03	22,02	24,06	17,67	15,08	24,15	20,73
CO <sub>2</sub>	35,13	1,70	} 11,60	6,23	7,46	4,21	—	—	—	—
+H <sub>2</sub> O	1,19	7,87		5,97	6,74	9,57	11,32	9,45	10,75	9,88
-H <sub>2</sub> O	1,55	6,45	9,12	6,79	6,35	8,39	11,68	10,48	9,35	13,52
NH <sub>3</sub>	—	—	—	—	—	—	—	0,58	—	—
Summe	100,00	100,66	100,51	100,32	100,78	99,74	99,64	99,71	99,91	100,24

## Bemerkungen zur Tabelle 6.

Lokalisation und Beschreibung der Proben: 1. — Mútník - Nižná, Stollen (weisser Sepiolith mit Calcit); 2. — Mútník - Nižná, Halde (weissblauer Sepiolith); 3. — Samo II, Halde (gelber Sepiolith); 4. — Mútník - Nižná, Halde (hellbrauner Sepiolith); 5. — Mútník - Nižná, Halde (graugrüner Sepiolith); 6. — Sunk bei Trieben (H. MEIXNER, 1933) („Bergleder“); 7. — Mt. Flinders (L. E. R. ROGERS et alii, 1954); 8. — Tintinnare, Südastralien (L. E. R. ROGERS et alii, 1956); 9. — Nordkaukasus (S. I. TALDYKIN, 1959); 10. — Prikam'je (N. P. STARKOV, 1963). Die Proben 1, 2, 4 und 5 wurden von J. Dempřir und O. Kořížek, die Probe 3 von M. Joukl analysiert. Die Analyse 7 wurde auf die Trockensubstanz umgerechnet.

Aus diesen Tabellen ist der Unterschied zwischen dem Chemismus der Palygorskite und Sepiolithe, der im verschiedenen Al-Gehalt beruht, ersichtlich. Wie es schon im Kapitel über Spektralanalysen gesagt wurde, gehört  $\text{Al}_2\text{O}_3$  zu den Hauptkomponenten der Palygorskite, und zu den Nebenkomponenten der Sepiolithe. Eine Ausnahme stellt ein Al-Sepiolith von Tintinara (Tabelle 6, Probe 8), in welchem der  $\text{Al}_2\text{O}_3$ -Gehalt bis 7,05% erreicht, dar. Trotzdem handelt es sich — mit Rücksicht auf die Grösse der Basallinie — um Sepiolith (L. E. R. ROGERS — J. P. QUIRK — K. NORRISH, 1956). Weil beide Mg-Silikate gewöhnlich von Dolomit, Magnesit und Calzit intim durchgewachsen sind, ist ganz unmöglich, reine Mineralien zu separieren. Auf diese Tatsache weisen die chemisch festgestellten  $\text{CO}_2$ -, CaO- und MgO-Gehalte hin, und zwar hauptsächlich bei „Bergkork“ und „Bergleder“. Diese Komponenten wurden auf die anwesenden Karbonate umgerechnet, diese Karbonate von der Gesamtanalyse abgezogen, und erst dann die Summenformeln ausgerechnet.

Angesichts der relativ grossen Uneinigkeit in der Interpretation der kristallchemischen und Summenformeln, wurden die Summenformeln der slowakischen Proben nach dem von H. Strunz (1957) angegebenen Chemismus ausgerechnet (Tabellen 7 und 8). Aus dem Vergleich der Summenformeln der Palygorskite und Sepiolithe von Slowakei mit den Formeln, die aus den kristallchemischen von H. STRUNZ (1957) festgestellten Formeln gerechnet wurden, geht ein fast regelmässiger  $\text{H}_2$ -Überschuss und im Gegenteil oft ein Mg- und Si-Mangel in der studierten Mineralien aus. Diese Disproportionen könnte man vielleicht folgenderweise erklären: Der  $\text{H}_2$ -Überschuss und der Mg-Mangel wird durch das Vertreten von  $\text{Mg}^{2+}$  — mit  $\text{H}^{1+}$ -Ion verursacht. Zu dieser Hypothese kann man durch eine Deduktion zukommen, dass die Sepiolithe und Palygorskite dem Montmorillonit nach der Struktur ähnelten (siehe z. B. A. E. FERSMAN, 1952. F. V. ČUCHROV, 1955. J. STEPHEN, 1954. H. HEYS-TEK — E. R. SCHMIDT, 1954, u. a.). Bei Montmorillonit ist die Austauschfähigkeit der  $\text{Mg}^{2+}$ -,  $\text{K}^{1+}$ -,  $\text{Na}^{1+}$ - Ionen für  $\text{H}^{1+}$ -Ion ganz geläufig bekannt. Die Richtigkeit dieser Betrachtung sollte jedoch noch experimentell beglaubigt werden.

## DIFFERENTIALTHERMOANALYSEN

Die Differentialthermoanalysen wurden im Röntgenlaboratorium in ŮNS Kutná Hora mit Hilfe der automatischen Apparatur (F. KUPKA, 1960, 1962) durchgeführt. Für jede Analyse wurde 0,2–0,3 Gramm der Probe benützt, die Temperatur des Widerstandsofens wurde durchschnittlich um  $10^\circ\text{C}$  in einer Minute erhöht und ähnlich wie die Differentialtemperatur mit Pt-Pt/Rh-Thermoelement gemessen. Die Angaben der beiden Thermoelemente wurden photographisch unter Benützung einer polarographischen Kasette und des polarographischen Photopapiers „Polaro“ registriert. Als Standard wurde ausgeglühtes Aluminiumoxyd benützt.

Weil die Differentialthermoanalysen des Palygorskits von Dúbrava schon früher durchgeführt worden waren (J. PTÁK — V. RADZO — M. ČINČÁROVÁ, 1959), wurde bei uns nur Sepiolith von Mútník auf diesem Wege studiert. Der Verlauf der differentialthermoanalytischen Kurven des Sepioliths wird in der Tabelle 9 angeführt.

Tabelle 7.

## Berechnung der Summenformeln der Palygorskite von Dúbrava und Ratkovská Suchá im Vergleich mit den Literaturangaben

Lokalisation	Probe- beschreibung	SiO <sub>2</sub> %	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> %	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> %	MnO %	CaO %	MgO %	+H <sub>2</sub> O %	-H <sub>2</sub> O %	Summenformel
		Molarquotienten								
Dúbrava (J. PTÁK, et alli, 1959)	Papierförmiger β-Palygorskit	54,37	12,87	2,58	0,26	0,71	9,12	15,71	4,38	[H <sub>8,07</sub> Mg <sub>0,82</sub> Ca <sub>0,05</sub> Mn <sub>0,01</sub> Fe <sup>3+</sup> <sub>0,12</sub> Al <sub>0,91</sub> Si <sub>3,27</sub> O <sub>13</sub> ]
		0,9048	0,1262	0,0162	0,0037	0,0127	0,2262	0,8720	0,2430	
Ratkovská Suchá (F. ULRICH, 1933)	„Bergkork“	55,36	11,82	2,02	0,07	—	9,29	12,02	9,42	[H <sub>4,24</sub> Mg <sub>0,82</sub> Fe <sup>3+</sup> <sub>0,09</sub> Al <sub>0,83</sub> Si <sub>3,26</sub> O <sub>13</sub> ]
		0,9212	0,1159	0,0126	0,0011	—	0,2304	0,6672	0,5230	
Palygorskit (H. STRUNZ, 1957)		—	—	—	—	—	—	—	—	[H <sub>5</sub> Mg <sub>2,5</sub> Si <sub>4</sub> O <sub>13</sub> ]
β-Palygorskit (A. E. FERSMAN, 1912)		55,06	13,31		—	—	10,51	11,73	9,39	[H <sub>18</sub> Mg <sub>2</sub> Al <sub>2</sub> Si <sub>7</sub> O <sub>28</sub> ]
Palygorskit (S. CAILLÈRE — S. HÉNIN, 1957)		—	—	—	—	—	—	—	—	[H <sub>10</sub> Mg <sub>5</sub> Si <sub>8</sub> O <sub>22</sub> ]
Palygorskit (R. C. MACKENZIE, 1959) (F. V. ČUCHROV, 1955)		—	—	—	—	—	—	—	—	[H <sub>10</sub> Mg <sub>5</sub> Si <sub>8</sub> O <sub>26</sub> ]

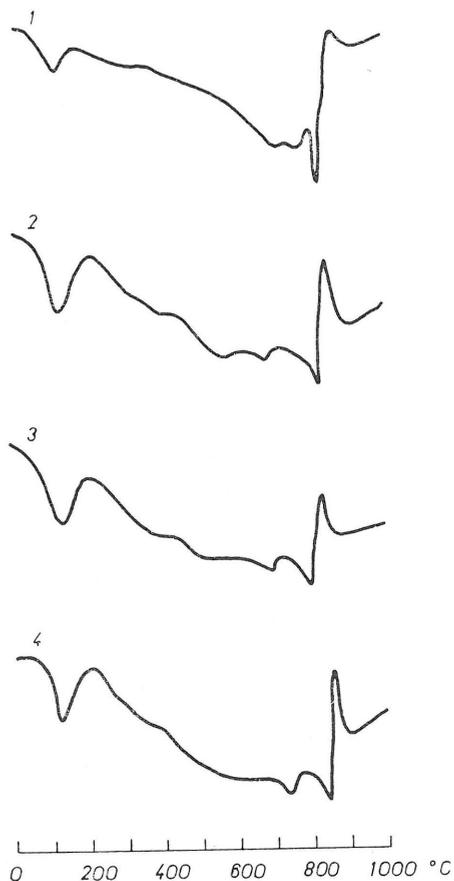
Tabelle 8.

## Berechnung der Summenformeln der Sepiolithe von Mútník und Samo im Vergleich mit den Literaturangaben

Lokalisation	Probebeschreibung	SiO <sub>2</sub> %	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> %	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> %	FeO %	MnO %	CaO %	MgO %	+H <sub>2</sub> O %	-H <sub>2</sub> O %	Summerformel
		Molarquotienten									
Mútník-Nižná, Stollen	weisser Sepiolith mit Calcit	51,81	1,67	1,67	1,29	0,81	0,00	29,68	5,68	7,39	[H <sub>4,45</sub> (Mg <sub>2,23</sub> Fe <sup>2+</sup> <sub>0,05</sub> Mn <sub>0,03</sub> ) <sub>2,31</sub> (Fe <sup>3+</sup> <sub>0,06</sub> Al <sub>0,10</sub> ) <sub>0,16</sub> (Si <sub>2,61</sub> O <sub>10</sub> )]
		0,8622	0,0164	0,0105	0,0179	0,0114	—	0,7361	0,3153	0,4102	
Mútník-Nižná, Halde	weissblauer Sepiolith	56,91	0,40	1,05	0,91	0,04	0,64	25,33	8,09	6,63	[H <sub>4,81</sub> (Mg <sub>1,85</sub> Fe <sup>2+</sup> <sub>0,04</sub> Ca <sub>0,03</sub> ) <sub>1,92</sub> (Fe <sup>3+</sup> <sub>0,04</sub> Al <sub>0,02</sub> ) <sub>0,06</sub> (Si <sub>2,79</sub> O <sub>10</sub> )]
		0,9470	0,0039	0,0066	0,0127	0,0006	0,0113	0,6283	0,4490	0,3681	
Samo II Halde	gelber Sepiolith	54,26	0,31	—	1,88	—	0,00	24,90	9,06	9,59	[H <sub>5,93</sub> (Mg <sub>1,77</sub> Fe <sup>2+</sup> <sub>0,08</sub> ) <sub>1,85</sub> (Al <sub>0,02</sub> )(Si <sub>2,58</sub> O <sub>10</sub> )]
		0,9030	0,0030	—	0,0262	—	—	0,6176	0,5031	0,5323	
Mútník-Nižná, Halde	hellbrauner Sepiolith	57,53	0,61	1,70	0,81	0,05	1,60	22,94	6,91	7,85	[H <sub>4,83</sub> (Mg <sub>1,68</sub> Fe <sup>2+</sup> <sub>0,04</sub> Ca <sub>0,08</sub> ) <sub>1,80</sub> (Fe <sup>3+</sup> <sub>0,07</sub> Al <sub>0,04</sub> ) <sub>0,11</sub> (Si <sub>2,82</sub> O <sub>10</sub> )]
		0,9574	0,0060	0,0106	0,0113	0,0007	0,0285	0,5690	0,3836	0,4357	
Mútník-Nižná, Halde	graugrüner Sepiolith	56,51	0,33	1,46	1,22	0,07	3,41	21,53	7,97	7,50	[H <sub>5,03</sub> (Mg <sub>1,58</sub> Fe <sup>2+</sup> <sub>0,05</sub> Ca <sub>0,18</sub> ) <sub>2,81</sub> (Fe <sup>3+</sup> <sub>0,05</sub> Al <sub>0,02</sub> ) <sub>0,07</sub> (Si <sub>2,76</sub> O <sub>10</sub> )]
		0,9404	0,0032	0,0091	0,0170	0,0010	0,0608	0,5340	0,4424	0,4163	
Sepiolith (H. STRUNZ, 1957)		—	—	—	—	—	—	—	—	—	[H <sub>4</sub> Mg <sub>2</sub> Si <sub>3</sub> O <sub>10</sub> ] <sub>2</sub>
p — Sepiolith (A. E. FERSMAN, 1952)		54,25	—	—	—	—	—	24,17	10,79	10,79	[H <sub>2</sub> Mg <sub>2</sub> Si <sub>8</sub> O <sub>12</sub> ]
Sepiolith (S. CAILLÈRE — S. HÉNIN, 1957)		—	—	—	—	—	—	—	—	—	[H <sub>6</sub> Mg <sub>4</sub> Si <sub>6</sub> O <sub>21</sub> ]
Sepiolith (R. C. MACKENZIE, 1959)		—	—	—	—	—	—	—	—	—	[H <sub>8</sub> Mg <sub>4</sub> Si <sub>6</sub> O <sub>20</sub> ]
Sepiolith (F. V. Čuchrov, 1955)		—	—	—	—	—	—	—	—	—	[H <sub>6</sub> Mg <sub>3</sub> Si <sub>4</sub> O <sub>14</sub> ]

Tabelle 9.

## Differentialthermoanalytische Kurven der Sepiolithe



Lokalisation und Beschreibung der Proben:

1. Mútník — Nižná, Stollen. Weisser Sepiolith ohne Calcit.
2. Mútník — Nižná, Halde. Weisser Sepiolith (holzartige Struktur)
3. Mútník — Nižná, Halde. Graugrüner Sepiolith (holzartige Struktur).
4. Mútník — Nižná, Halde. Hellbrauner Sepiolith (holzartige Struktur).

Die Ursache der endo- und exothermischen Effekte der Palygorskite und Sepiolithe wurde von manchen Autoren diskutiert (S. G. DROMAŠKO, 1949. J. STEPHEN, 1954. D. P. SERDJUČENKO, 1955. V. V. LJACHOVIČ, 1957. L. E. ROGERS — A. E. MARTIN — K. NORRISH, 1954. G. KULBICKI, 1959, u. a.). Der Verlauf der differentialthermoanalytischen Kurven des Palygorskits wird auf der Luft von drei endothermischen Reaktionen stabil charakterisiert:

1. Die erste Reaktion fängt im Temperaturintervall  $110^{\circ}\text{C} - 300^{\circ}\text{C}$  an, wobei die Gipfeltemperatur um  $170-200^{\circ}\text{C}$  schwankt. Diese Re-

aktion wird durch das Entweichen des interstitialen oder sorbierten Wassers verursacht (J. STEPHEN, 1954).

2. Zum zweiten endothermischen Herabsinken kommt in der Regel um  $300^{\circ}\text{C}$  zu; bei dieser Temperatur entweicht wahrscheinlich — nach W. F. BRADLEY (1940) und J. STEPHEN (1954) — ein „wenig bewegliches“ Wasser, welches um die Mg- und Al-Ionen in oktaedrischen Koordination der Palygorskitstruktur angehäuft wird.

3. Weiteres Minimum bewegt sich im Temperaturintervall  $400\text{--}600^{\circ}\text{C}$ , wobei die mittlere Gipfeltemperatur  $500\text{--}550^{\circ}\text{C}$  erreicht. Diese endothermische Reaktion drückt die Entweichung der Hydroxylgruppen aus dem Strukturgitter des Palygorskits aus (J. STEPHEN, 1954. G. V. KARPOVA — G. I. KULECKO, 1963). Nach M. KOLTERMANN (1965) kommt es bei dem thermischen Zerfall von Sepiolith im Bereich  $700\text{--}1250^{\circ}\text{C}$  zur Verlust des Konstitutionswassers und zur Entstehung von  $\text{MgSiO}_3$  und amorphen  $\text{SiO}_2$  zu. Durch die Erhitzung des Sepioliths über  $1250^{\circ}\text{C}$  wird die Entstehung des Klinoenstatits und Cristobalits verursacht.

Die weiteren endothermischen Reaktionen des Palygorskits erscheinen nur sehr selten; so J. STEPHEN (1954) ein endothermischen Herabsinken bei der Temperatur  $750^{\circ}\text{C}$  (nur ein Fall) führt und J. KONTA (1957) erwähnt bei Palygorskit von Krucemburk einen kleineren endothermischen Effekt im Temperaturintervall  $880\text{--}980^{\circ}\text{C}$ . Die Ursache dieser Effekte wird — leider — in beiden Fällen nicht diskutiert.

Nach den Literaturangaben wurden nur die vereinzelten exothermischen Effekte bei Temperaturen  $930^{\circ}$  und  $990^{\circ}\text{C}$  angegeben. Bei dieser Reaktion kommt es — nach dem vorgehenden Gitterzerfall — wahrscheinlich zur Spinellentstehung zu (J. PTÁK — V. RADZO — M. ČINČÁROVÁ, 1959).

Die vier Sepiolithproben von Slowakei haben typische endothermische Reaktionen, die sie im beträchtigen Mass vom Palygorskit unterscheiden.

1. Eine regelmässig starke Reaktion tritt im Temperaturintervall  $40$  bis  $210^{\circ}\text{C}$  mit dem Gipfel von  $120\text{--}130^{\circ}\text{C}$  ein. Diese Reaktion, die wahrscheinlich die Entweichung des adsorbierten Wassers repräsentiert, wurde in allen studierten Proben festgestellt.

2. Eine kleine endothermische Reaktion läuft bei den Sepiolithproben von Mútnik im Temperaturintervall  $330\text{--}395^{\circ}\text{C}$  durch (sie hat einen sehr undeutlichen Gipfel).

3. Zu einem kleinen Herabsinken (ohne ausgeprägten Gipfel) kam es nur bei 2 Proben im Temperaturintervall  $500\text{--}610^{\circ}\text{C}$  zu.

4. Die weiteren mittleren oder kleinen endothermischen Effekte ( $645$  bis  $750^{\circ}\text{C}$ ) haben nur sehr wenig deutliche Gipfel ( $700^{\circ}$ ,  $695^{\circ}$  und  $760^{\circ}\text{C}$ ).

Die Ursache dieser drei endothermischen Reaktionen (ad 2, ad 3, ad 4)) wurde vom M. I. Ismailov (1963) als die Wasserabtrennung diskutiert; die Herabsinken 2 und 3 drücken wahrscheinlich die Entweichung des um die Mg- und Al-Ionen assoziierten Wassers aus (hier steht eine Ähnlichkeit mit Palygorskit). Es ist aber nicht ausgeschlossen, der Effekt 4 der ersten endothermischen Reaktion des heterogenen Dolomits

zu zuschreiben, denn dieser Reaktionsverlauf gerade im Temperaturintervall 700—850 ° C eintritt (ZD. TRDLIČKA, 1959).

5. Eine mächtige endothermische Endreaktion macht sich im Temperaturintervall 730—840 ° C bemerkbar (der Gipfel ist scharf um 825 ° C). Unseres Erachtens repräsentiert diese Reaktion wahrscheinlich die Entweichung des Konstitutionswassers (siehe auch V. V. LJACHOVIČ, 1957). Man wird aber annehmen müssen, dass die studierten Sepiolithproben auch eine grössere oder kleinere Dolomitbeimischung enthalten, wobei der thermische Dolomitzerfall auf dem endothermischen Effekt 4 und 5 einen Anteil nehmen könnte.

Die exothermische Reaktion des Sepioliths wird von einem mächtigen, scharfen Effekt im Gipfelintervall 820—870 ° C betont. Sie folgt sofort dem letzten endothermischen Effekt nach. Auf Grund der Erforschungen mancher Autoren (L. E. ROGERS — A. E. MARTIN — K. NORRISH, 1954. V. V. LJACHOVIČ, 1957. G. KULBICKI, 1959. M. I. ISMAILOV, 1963) wird durch diese exothermische Reaktion der Gitterzerfall des Sepioliths unter der Enstatit-Entstehung charakterisiert. Sie stellt ebenfalls die Beendigung der Wasserentweichung dar. Bei weiterer Sepiolitherhitzung entsteht  $\beta$ -Quarz bei der Temperatur 1100 ° C, der im Temperaturintervall 1200—1400 ° C im  $\beta$ -Cristobalit umwandelt (G. KULBICKI, 1959).

## RÖNTGENOGRAPHISCHE ANALYSE

Röntgenographisch liess es sich Palygorskit genau vom Sepiolith unterscheiden. Zu diesem Zweck wurden die Palygorskitproben von Burda (papierartige Überzüge) und von Jedlovec („Bergleder“), und die Sepiolithproben von Mútnik und Samo (holzartige und pilolithische Aggregate) unter der Binokularlupe separieren. Die Röntgenanalysen wurden vom Arbeitskollektiv des röntgenographischen Laboratoriums in ŮNS Kutná Hora auf dem Röntgenapparat Mikrometa auf Grund der Debye-Scherrer-Methode durchgeführt. Die gemeinsamen Bedingungen werden in der Tabelle 10 angeführt; alle gepulverten Proben wurden mit Zapon-Lack auf einen Glasfaden vom 0,2 mm Durchmesser geklebt und während der Exposition gedreht (Kameradiameter 57,3 mm, Blende 1 mm). Die Röntgenogramme wurden mit Aluminium ( $a_0 = 4,0482 \text{ \AA}$ ) geeicht. Die durch die Durchgangsmethode analysierten Proben wurden mit Zapon-Lack auf die Zellonphanfolie geklebt und vom Film in Entfernung 98 mm gestellt. Die Ergebnisse der Röntgenanalysen geben die Tabellen 11 und 12, wo sie mit den Literaturangaben verglichen werden, an.

Wie es aus den Tabellen 11 und 12 folgt, zeigen die d-Werte der slowakischen und der vergleichenden Proben relativ gute Übereinstimmung. Die Unterscheidung der studierten Mineralien von den aus Literatur übergenommenen Proben beruht hauptsächlich in den verschiedenen Intensitäten der Diffraktionslinien; angesichts der vergleichenden Werte ist die Intensität einiger Linien niedriger oder grösser. Diese Tatsache überrascht aber nicht bei Mineralien dieses Strukturtyps. Die Intensitätsdifferenzen und die Entstehung der diffusen Diffraktionslinien werden hauptsächlich von der mechanischen Probevorbereitung verursacht; durch das Reiben dieser Proben kommt es wahrscheinlich zur bestimmten Gitterdestruktion beider Mg-Silikate und daher zum Defekt einiger Strukturebenen, auf welchen die Reflexionsintensität sinkt, zu. Die Intensitätserhöhung einiger Diffraktionslinien, namentlich bei dem faserigen Sepiolith von Mútnik, kann man wahrscheinlich folgenderweise erklären: nach den Probeaufschlammung, Calcitgelösen (in

Tabelle 10.

## Bedingungen der Röntgenanalysen von Palygorskiten und Sepiolithen

Mineral	Nummer in Tab. 11, 12	Lokalisation	Debey-Scherrer's Methode					Durchgangsmethode				
			Strahlung	Filter	kV	mA	Exp.	Strahlung	Filter	kV	mA	Exp.
Palygorskit	1.	Burda	Fe	Mn	24	22	5 St.	Cu	Ni	28	24	13 St.
	2.	Jedlovec	Cu	Ni	28	24	2 St.	Cu	Ni	28	24	13 St.
Sepiolith	1.	Mútnik - Nižná	Cu	Ni	28	24	4 St.	Cu	Ni	28	24	6 St.
	2.	Mútnik - Nižná	Cu	Ni	28	24	5 St.	Cu	Ni	28	24	6 St.
	3.	Mútnik - Nižná	Fe	Mn	24	22	14 St.	Cu	Ni	28	24	6 St.
	4.	Samo II	Cu	Ni	28	24	5 St.	Cu	Ni	28	24	6 St.
	5.	Mútnik - Nižná	Fe	Mn	24	22	7 St.	Cu	Ni	28	24	6 St.
	6.	Mútnik - Nižná	Fe	Mn	24	22	7 St.	Cu	Ni	28	24	6 St.
	7.	Samo II	Fe	Mn	24	22	14 St.	—	—	—	—	—

Tabelle 11.

## Röntgenographische Identifikation von Palygorskiten

Burda (Papierüberzüge)		Jedlovec, Bohrung J 14 („Bergleder“)		Dúbrava („Bergpapier“) (J. PTAČ et alii, 1959)		Attapulgit (W. F. BRADLEY, 1940)		Attapulgit (H. HEYSTEK – E. R. SCHMIDT, 1954)	
I	d Å	I	d Å	I	d Å	I	d Å	I	d Å
10	10,3	10	10,3	—	—	10	10,50	10	10,57
8d	6,19	9d	6,24	5	6,42	6	6,44	2	6,48
4d	5,37	7d	5,41	4	5,37	5	5,42	1	5,47
10	4,44	8d	4,46	10	4,34	8	4,49	4	4,47
8d	4,12	8d	4,15	—	—	3	4,18	4	4,23
2	3,63	4	3,66	2	3,68	5	3,69	3	3,69
—	—	0,5d	3,48	—	—	3	3,50	—	—
9dd	3,17	10d	3,22	10	3,23	10	3,23	4	3,23
3	2,88	3d	2,99	1	3,01	1	3,03	—	—
0,5d	2,74	0,5dd	2,76	—	—	—	—	—	—
2dd	2,60	7dd	2,62	—	—	8	2,61	2	2,61
4dd	2,50	7dd	2,50	10	2,55	3	2,55	3	2,55
0,5	2,29	Al	2,38 <sup>1</sup>	2	2,32	3	3,38	—	—
2dd	2,11	5dd	2,12	5	2,14	5	2,15	1	2,15
1dd	1,798	2	1,803	—	—	1	1,82	1	1,82
1dd	1,774	2	1,770	2	1,78	—	—	—	—
0,5d	1,717	1	1,732	—	—	—	—	—	—
1	1,674	2	1,675	—	—	—	—	—	—
1	1,610	1d	1,613	—	—	1	1,62	—	—
1dd	1,563	1	1,563	2	1,56	3	1,56	1	1,56
3	1,508	4	1,508	4	1,50	5	1,50	1	1,49
1	1,488	1	1,486	—	—	—	—	—	—
0,5	1,409	—	—	3	1,43	—	—	—	—
—	—	—	—	2	1,38	—	—	—	—
—	—	—	—	2	1,38	—	—	—	—
—	—	—	—	2	1,26	—	—	—	—
—	—	—	—	1	1,13	—	—	—	—

Bemerkungen zur Tabelle 11:

<sup>1</sup> Koinzidenz mit der Al-Linie.

Die Intensität wird folgenderweise ausgedrückt: 0,5 — die schwächste Intensität, 10 — die stärkste Intensität.

HCl 2 %) und Probetrocknungsverfahren kommt es zur Fasernverkitung zu, wobei die Fasernorientierung eintritt, die die Intensitätserhöhung einiger Diffraktionslinien wahrscheinlich verursachen kann.

Auf Grund des Strukturstudiums mancher Autoren (W. F. BRADLEY, 1940. S. G. DROMAŠKO, 1949. S. CAILLÈRE, 1951, 1961. J. STEPHEN, 1954. L. E. R. ROGERS — A. E. MARTIN — K. NORRISH, 1954. D. P. SERDJUČENKO, 1955. L. E. R. ROGERS — J. P. QUIRK — K. NORRISH, 1956. G. W. BRINDLEY, 1959 u. a.) kann man Palygorskit und Sepiolith nach der Grösse der Basallinien mit Sicherheit beweisen; beim Palygorskit bewegt sich der Wert der Basallinie um 10,5 Å, beim Sepiolith erhöht er sich über 12 Å. Dieser Unterschied bestätigte sich auch im Falle des slowakischen Materials.

#### ZUR FRAGE DER GENESIS DES PALYGORSKITS UND SEPIOLITHS

Die Genesis des Palygorskits und Sepioliths wurde vom Anfang dieses Jahrhunderts bis heute von manchen Autoren, die das Material von paragenetisch variablen Mineralvergesellschaftungen studiert haben, diskutiert.

1. Beide Mg-Silikate kommen sehr oft an den Klüften und Hohlräumen der zerstörten sauren oder mittelbasischen Eruptivgesteine (in Assoziation mit Karbonaten und Quarz) vor (z. B. A. E. FERSMAN, 1912. O. K. PISKORSKA, 1958. V. A. SUPRYČEV, 1961. A. P. NIKITINA — JU. M. KOROLEV — V. G. VORONCOV, 1963). Palygorskite und Sepiolithe können auch bei der Eruptivgesteinsintrusion aus dem CO<sub>2</sub>- und SiO<sub>2</sub>-hältigen Wasser ausgeschieden werden (A. E. Fersman, 1912. A. M. EVANS — R. J. KING, 1962). Diese Palygorskite werden oft mit den Karbonaten gemischt. Zahlreiche Vorkommen dieser Silikate wurden auch auf den Klüften der basischen Gesteine und Serpentinite beobachtet (S. CAILLÈRE — S. HÉNIN, 1949). Manche Autoren erklären die Entstehung dieser Mineralien durch die Verwitterung verschiedener Gesteine (S. G. DROMAŠKO, 1949. D. P. SERDJUČENKO, 1952, 1955. L. E. R. ROGERS — A. E. MARTIN — K. NORRISH, 1954. V. A. SUPRYČEV, 1961), durch die Pyroxenite- und Amphibolite-Alteration (H. LONGCHAMBON, 1937), durch den supergenen oder hydrothermalen Dunite- oder Serpentinite-Zerfall (H. MEIXNER, 1933. M. P. ŽUJKOVA, 1953. S. I. TALDYKIN, 1959. Z. MAKSIMOVIC — G. RADUKIČ, 1961. M. I. ISMAILOV, 1963. B. OSTROWICKI, 1964), oder durch die Ausscheidung aus den sauerlichen, mit dem Metamorphismus in Verbindung stehenden Restlösungen (H. MEIXNER, 1933).

2. Oft kann man beide Silikate in den Erzgängen (A. E. FERSMAN, 1912. G. KULBICKI, 1959. E. NAJDENOVA, 1963), und besonders in den metasomatischen, auf der Stelle der Kalksteine oder Dolomite entstandenen Erzlagerstätten beobachtet (A. E. FERSMAN, 1952). Nach A. J. EHLMANN — L. B. SAND — J. REGIS (1962) kam es zur Sepiolithausscheidung aus den hydrothermalen Lösungen in den letzten Stadien der Sulfidvererzung zu; Sepiolith wird entweder gerade aus den Lösungen, oder zum Nachteil des Wollastonits, des dolomitisierten Kalksteins oder des Talks gebildet (siehe auch D. P. SERDJUČENKO, 1955. F. AUROLA, 1956. A. G. MIDGLEY, 1959.)

3. Beide Mineralien sind sehr viel in den sedimentären Gesteinen (hauptsächlich in den Tongesteinen), wo sie oft syngenetisch entstanden waren, verbreitet [A. E. FERSMAN, 1912. N. S. GERASIMOV — T. E. GRUŠKO — P. N. ČIRVINSKIJ, 1949. A. I. PERELMAN, 1950. M. A. RATEJEV, 1954, 1963. L. E. R. ROGERS — J. P. QUIRK — K. NORRISH, 1956. P. S. KEELING, 1956. I. D. ZHUC, 1956. M. A. RATEJEV — D. D. KOTELNIKOV, 1956. J. B. DROSTE — G. R. GATES, 1959. G. KULBICKI, 1959. M. S. KAVEJEV, 1960. J. L. M. VIVALDI — J. L. GONZALES, 1961. L. A. ZINDEE, 1961. E. G. KUKOVSKIJ — A. B. OSTROSEKAJA, 1961. G. MÜLLER, 1961. E. A. ŠABAJEVA, 1962. N. I. GRIDNEV — G. I. TESLENKO, 1962. N. P. STARKOV, 1963. L. G. RAKŠINSKAJA, 1963. V. A. DRIC — I. CH. PETROSOV, 1963. G. V. KARPOVA — G. I. KULECKO, 1963. J. LUCAS — H. NONN — H. PAQUET, 1963. J. W. PIERGE, 1963. B. C. HEEZEN — W. D. NESTEROFF — A. OBERHIN — G. SABATIER, 1964].

Die Genesis der Klüftenausfüllungen von Palygorskiten und Sepiolithen in den slowakischen metasomatischen Magnesit- und Dolomit-Lagerstätten ist folgenderweise zu erklären: In den Oberflächazonen dieser Lagerstätten kam es zur Verwitterung der Mg-Karbonate, wodurch die kalten CO<sub>2</sub>-haltigen Wasserlösungen entstanden sind (siehe auch A. E. FERSMAN, 1909). Diese Lösungen wanderten in die Klüften der unteren Lagerstättenpartien, wo sich beide Mg-Hydrosilikate unterschieden. Nach I. I. GINZBURG und I. A. RUKAVIŠNIKOVA [1951] bilden sich die Palygorskite in schwach alkalischen oder neutralen Lösungen.

Palygorskite und hauptsächlich Sepiolithe verdrängen Magnesit und Dolomit in den slowakischen Lagerstätten verschieden intensiv und stehen oft mit jüngeren Dolomit und Calcit in Assoziation. Nach der Erforschung von J. PTÁK, V. RADZO und M. ČINČÁROVÁ [1959], die die Lagerstätte Dúbrava studiert haben, ist es nicht ausgeschlossen, dass Palygorskit von Dúbrava aus den kalten Lösungen, die der karpatischen metallogenetischen Epoche gehörten, ausgefällt wurde. Wir vertreten die Anschauung, dass die faserigen Palygorskite und Sepiolithe, die an den Ausfüllungen der tektonischen Klüften mit den Limonitisations- und Karst-Äusserungen teilnehmen, wahrscheinlich aus den supergenen Wasserlösungen ausgeschieden wurden. Es ist aber von Wichtigkeit, dass Sepiolithe mit der holzartigen Struktur gewöhnlich die benachbarten Mg-Karbonate relativ sehr intensiv verdrängen. Das scheint jedoch unwahrscheinlich zu sein, dass sie aus den supergenen Lösungen abstammen könnten. Daraus kann man annehmen, dass es zur Ausscheidung dieser Sepiolithe aus den kalten oder nur wenig warmen Wasserlösungen (siehe auch P. DEMANGEON — H. SALVAYRE, 1961) der tertiären alpinischen Metallogenese gekommen ist. Die Palygorskitenstehung aus Sepiolith [L. E. R. ROGERS — A. E. MARTIN — K. NORRISH, 1954] oder Tremolit [W. A. WATTERS, 1960] wurde nicht beobachtet.

Beide Mg-Silikate sind jünger als alle Magnesit- und Dolomit-Type oder -Generationen, als Talk und als jüngere sulfidische Vererzung [ZD. TRDLIČKA, 1959, 1962 a].

## ABSCHLUSS

Am Abschluss freut sich der Verfasser an dieser Stelle den Arbeitskollektive der spektrographischen, röntgenographischen und chemischen Laboratorium des Instituts für Mineralrohstoffe in Kutná Hora für die Durchführung der Analysen, herzlichen Dank ausdrücken zu können. Der Verfasser ist auch Herrn L. Pilař für die Photographienausfertigung sehr zu Dank verpflichtet.

Das studierte Material wird in den Sammlungen des Nationalmuseums in Prag angelegt.

*Institut für Mineralrohstoffe, Kutná Hora*

## L I T E R A T U R

- ASTM (1945): First supplement X-ray diffraction data cards. Philadelphia.
- AUROLA E. (1956): The fibrous sepiolite deposit of Stanvik. Bull. Comm. Géol. Finlande, v. 172, pp. 13—40.
- BÖGGILD O. B. (1951): Medd. om Grönland, v. 142, p. 3 [in H. Strunz, 1937].
- BRADLEY W. F. (1940): The structural scheme of attapulgite. Amer. Mineralogist, v. 25, pp. 405—410.
- BRAUNER K. — PREISINGER A. (1956): Struktur und Entstehung des Sepioliths. Tscherm. Min. u. Petr. Mitt., v. 6, pp. 120—140.
- BRINDLEY G. W. (1959): X-ray and electron diffraction data for sepiolite. Amer. Mineralogist, v. 44, pp. 495—500.
- CABICAROVÁ E. (1954): Petrografický výzkum magnetitového ložiska na Dúbravě u Jeřavy. Přír. fak. UK, Praha [Dissertationsarbeit].
- CAILLÈRE S. (1936): Étude de quelques silicates magnésiens à facies asbestiforme ou papyracé n'appartenant pas au groupe de l'antigorite. Bull. Soc. Franç. Min., v. 59, pp. 353—374.
- CAILLÈRE S. (1951): Sur la présence d'une palygorskite à Taфраout (Maroc.) Compt. Rendus, v. 233, pp. 697—698.
- CAILLÈRE S. — HÉNIN S. (1949): Occurrence of sepiolite in the Lizard serpentines. Nature, v. 163, p. 962.
- CAILLÈRE S. — HÉNIN S. (1957): Chap. IX — in "The differential thermal investigation of clays". Monograph. of Min. Soc., London, pp. 231—247.
- CAILLÈRE S. — HÉNIN S. (1961): Palygorskite. Sepiolithe. In "The X-ray identification and crystal structures of clay minerals", pp. 343—353, 325—342.
- CORNU F. (1908): Die Minerale der Magnesitlagerstätte des Sattlerkogels (Veitsch.) Zeitschr. f. prakt. Geol., v. 16, pp. 449—456.
- ČUCHROV F. V. (1955): Kolloidy v zemnoj kore. Moskva.
- DEMANGEON P. — SALVAYRE H. (1961): Sur la genèse de palygorskite dans un calcaire dolomitique. Bull. Soc. Franç., Min., v. 84, pp. 201—202.
- DRIC V. A. — PETROSOV I. CH. (1963): O palygorskite i chlorite v oligocen-miocenovych glinach Prirevanskogo rajona Armjanskoj SSR. Zap. Arm. otd. Vses. min. obšč., v. 2, pp. 95—102.
- DROMAŠKO S. G. (1949): Palygoskit okrestnostej Klesovo na Volyni. Min. Sbor. Lvov. geol. obšč., no. 3.
- DROSTE J. B. — GATES G. R. (1959): Secondary attapulgite in lacustrine sediments of Southern California. Program 1959 Annual Meeting, November 2—4, Pittsburg.
- EHLMANN A. J. — SAND L. B. — REGIS A. J. (1962): Occurrence of sepiolite in Utah and Nevada. Econ. Geol., v. 57, pp. 1085—1094.
- EVANS A. M. — KING R. J. (1962): Palygorskite in Leicestershire. Nature, v. 4831, p. 860.
- FERSMAN A. E. (1909): Über die Palygorskitegruppe. Neues Jb. f. Min., v. 2, pp. 347—353.
- FERSMAN A. E. (1912): O plstnatých asbestech českých a moravských. Rozpr. II. tř. Čes. Akad., v. 21, no. 15.
- FERSMAN A. E. (1952): Mineralogija magnezial'nych silikatov i mineralov glin. Izbrannyje trudy, v. 1, pp. 83—512. Moskva.
- FRIEDEL G. (1901): Sur la termiérite et la lassalite, deux espèces nouvelles de silicate. Bull. Soc. Franç. Min., v. 24, pp. 6—14.
- FRIEDEL G. (1907): Sur un nouveau gisement de pilolite (lassalite). Bull. Soc. Franç. Min., v. 30, pp. 80—83.
- GERASIMOV N. P. — GRUŠKO T. E. — ČIRVINSKIJ P. N. (1949): Mineral palygorskitoj grupy iz solikamskogo gorizonta Kungurskogo jarusa v Zapadnom Preduralje. Zap. Vses. Min. obšč., v. 78, pp. 95—100.

- GINZBURG I. I. — RUKAVIŠNIKOVA I. A. (1951): Mineraly drevnoj kory vyvetrivanija Urala. AN SSSR. Moskva.
- GRIDNEV N. I. — TESLENKO G. I. (1962): O palygorskite iz kajnozojskich molass gor Aktau. Dokl. AN Uzb. SSR, v. 8, pp. 28—30.
- GULA J. (1957): Závěrečná zpráva a výpočet zásob z ložiska Dúbrava. Magnezitové huty a bane, Lubeník (unveröffentlicher Bericht).
- HEDDLE M. F. (1879): Pilolite, an unrecognised species. Miner. Magazine, v. 2, pp. 206—219.
- HEERZEN B. C. — NESTEROFF W. D. — OBERHIN A. — SABATIER G. (1964): Découverte d'attapulgit dans les sédiments profonds du golfe d'Aden et de la Mer Rouge. Comptes Rendus, v. 260, pp. 5819—5821.
- HEYSTEK H. — SCHMIDT E. R. (1954): The mineralogy of the attapulgit — montmorillonite deposit in the Springbok Flats, Transvaal. Trans. Geol. Soc. South. Afriga, v. 56, pp. 99—115.
- CHESSICK J. J. — ZETTMLOYER A. C. (1956): Studies of the surface chemistry of silicate minerals. IV. Adsorption and heat of wetting measurements of attapulgit. J. Phys. Chem., v. 60, pp. 1181—1184.
- ILLÉS V. (1908): Beiträge zur Geologie des Gebiets zwischen dem Kis-Sajó- und dem Balogbache im Komitate Gömör. Jahresber. d. Ungar. Geol. Landesanstalt, Jhg. 1906, pp. 235—246.
- ISMAILOV M. I. (1963): O sepiolitach Uzbekistana. Uzb. geol. žur. AN UzSSR, v. 6, pp. 20—26.
- IVANOVA V. P. (1961): Termogrammy mineralov. Zap. Vses. min. obšč., v. 90, pp. 50—90.
- KARPOVA G. V. — KULECKO G. I. (1963): Palygorskit iz verchnej permi severozapadnych okrajín Doneckogo basseja. Teor. i genet. vopr. min. i geoč., Kijev, AN SSSR, pp. 97—104.
- KAUFMAN A. J. (1943): Fibrous sepiolite from Yavapai County Arizona. Amer. Mineralogist, v. 28, pp. 512—520.
- KAVEJEV M. S. (1960): Nachodka sepiolita v nižneperskich otloženijach Kazanskogo Povolžja. Zap. Vses. min. obšč., v. 2, pp. 364—366.
- KEELING P. S. (1956): Sepiolite at a locality in the keuper marl of the Midions. Miner. Magazine, v. 31, pp. 328—332.
- KOLTERMANN M. (1965): Der thermische Zerfall der wasserhaltigen Magnesiumsilikate. Ber. Deutsch. Keram. Gesell., v. 42, pp. 373—384.
- KONTA J. (1957): jílové minerály Československa. Praha.
- KORITNIG S. (1938):  $\beta$ -Palygorskit aus dem Magnesitstock von Ratkószuha, Kom. Gömör. Zentralblatt f. Min., Geol. u. Pal., Abt. A, pp. 240—242.
- KRAJICEK E. (1942): Über ein Vorkommen von Bergleder bei St. Lorenzen ob Eibiswald. Berg- u. Hüttenmännische Monatshefte d. Mont. Hochschule in Leoben, v. 90, pp. 175—177.
- KUKOVSKIJ E. G. — OSTROVSKAJA A. B. (1961): Pervoje v SSSR mestoroždenije palygorskitovyč (attapulgitovyč) glin. Zap. Vses. min. obšč., v. 90, pp. 598—601.
- KULBICKI G. (1959): High temperature phase in sepiolite, attapulgit and saponite. Amer. Mineralogist, v. 44, pp. 752—764.
- KUPKA F. (1960): Příspěvek k diferenciální termické analýze korosivních látek. Silikáty, v. 4, pp. 176—179.
- KUPKA F. (1962): Některé problémy diferenciální termické analýsy sulfidů. Silikáty, v. 6, pp. 58—62.
- LAPPARENT J. de (1935): Sur on constituant essentiel des terres à foulon. Compt. Rendus, v. 201, pp. 481—483.
- LJACHOVIČ V. V. (1957): O mineralach gruppy palygorskita iz Jakutiji. Dokl. AN SSSR, v. 112, pp. 322—324.
- LONGCHAMBON H. (1935): Sur les constituants minéralogiques essentiels des argiles, en particulier des terres à foulon. Compt. Rendus, v. 201, pp. 483—486.

- LONGCHAMBON H. (1936): Sur les propriétés caractéristiques des palygorskites. *Compt. Rendus*, v. 203, pp. 672—676.
- LONGCHAMBON H. (1937): Sur certaines caractéristiques de la sépiolite d'Ampandrandava. *Bull. Soc. Franç. Min.*, v. 60, pp. 232—276.
- LUCAS J. — NONN H. — PAQUET H. (1963): Présence de niveaux à sépiolite et attapulгите dans les sédiments tertiaires de Dalice (Espagne). *Bull. Serb. Carte géol. Alsace Lorraine*, v. 16, pp. 227—232.
- MACKENZIE R. C. (1959): The classification and nomenclature of clay minerals. *Clays Minerals Bull.*, v. 4, pp. 52—66.
- MAKSIMOVIČ Z. — RADUKIČ G. (1961): Sepiolit iz Goleuma bliz Lipljana. *Geol. an. Balkan. poluostrova*, v. 28, pp. 309—316.
- MATZ K. (1939): Apatit und Strontianit von der Magnesit-Talk-Lagerstätte Oberdorf zu der Lamming, Steiermark. *Zentralblatt f. Min., Geol. u. Pal., Abt. A*, pp. 135—142.
- MIDGLEY H. G. (1959): A sepiolite from Mullion, Cornwall. *Minerals Bull.*, v. 4, pp. 88—93.
- MIGEON G. (1936): Contribution à l'étude de la définition des sépiolites. *Bull. Soc. Franç. Min.*, v. 59, pp. 6—134.
- MICHEJEV V. I. (1957): Rentgenometričeskij opredelitel' mineralov. Moskva.
- MEIXNER H. (1930): Neue Mineralfunde in den österr. Ostalpen I. *Mitt. Nat. Ver. Steiermark*, v. 67, p. 115.
- MEIXNER H. (1933): Parasepiolith auf Magnesitlagerstätten vom Typus Veitsch. *Tscherm. Min. u. Petr. Mitt.*, v. 43, pp. 182—193.
- MIŠÍK M. (1953): Geologické pomery medzi Jelšavou a Štítnikom. *Geol. sbor. SAV*, v. pp. 557—587.
- MUMPTON F. A. — RUSTUM R. (1956): New data on sepiolite and attapulгите (in "Clays and clay minerals"). *National Academy of Science National, Washington*, pp. 136—143.
- MURAOKA H. — MINATO H. — TAKANO Y. — OKAMATO Y. (1958): Sepiolite from Yoshikawamura, Fukuoka Prefecture, Japan. *J. Miner. Soc. Japan*, v. 3, pp. 381—387.
- MÜLLER G. (1961): Palygorskit und Sepiolith in tertiären und quartären Sedimenten von Hadramant (S-Arabien). *Neues Jhb. f. Min.*, v. 47, pp. 275—288.
- NAGY B. — BRADLEY W. F. (1955): The structural scheme of sepiolite. *Amer. Mineralogist*, v. 40, pp. 885—892.
- NAJĐENOVA E. (1963): Palygorskit ot mednorudnogo nachodišče Meden rid, Bur-gasko. *Godošnik Sofij. univ. biol. — geol. — geograf. fak.*, v. 56, pp. 297—304.
- NIKITINA A. P. — KOROLEV JU. M. — VORONCOV V. G. (1963): O palygorskite i saponite iz kory vyvetrivanija. In „Kora vyvetrivanija“, v. 6, pp. 48—54.
- OSTROWICKI B. (1964): Sepiolite from Szklary (Lower Silesia). *Bull. Acad. polon. Sci., sér. Sci. géol. et géogr.*, v. 12, pp. 79—85.
- PEREEMAN A. I. (1950): Palygorskit v iskopajemych i reliktovyh pustynnych soloncyh Srednej Azii. *Dokl. AN SSSR*, v. 71, pp. 541—543.
- PISKORSKA O. K. (1958): Pro palygorskit z okolic m. Korostenja. *Dopovidi Ak. Nauk Ukrajin. RSR*, pp. 76—79.
- PREISINGER A. (1959): X-ray of the structure of sepiolite. In "Clays and clay minerals", v. 2, pp. 61—67.
- PTÁK J. — RADZO V. — ČINČÁROVÁ M. (1959): Palygorskit z magnesitového lomu Dúbrava (záp. od Jelšavy) na Slovensku. *Věst. ÚÚG*, v. 34, pp. 59—67.
- RATEJEV M. A. (1954):  $\beta$ -Sepiolit iz karbonatnych porod aleskinskogo gorizonta Krasnoj Poljany. *Dokl. AN SSSR*, v. 96, pp. 1051—1054.
- RATEJEV M. A. (1963): Mineralogija i genezis palygorskitov i sepiolitov v morskich otloženijach karbona Russkoj platformy. *Litol. i polezn. iskopajemyje*, v. 1, pp. 58—72.
- RATEJEV M. A. — KOTEĽNIKOV D. D. (1956): O novych nachodkach  $\beta$ -sepiolita v karbone Russkoj platformy. *Dokl. AN SSSR*, v. 109, pp. 191—194.
- REKŠINSKAJA L. G. (1963): Rassejannyj palygorskit v tatarskich porodach nižnogo tečenija Oki. *Vest. Moskov. univ.*, v. 5, pp. 48—56.

- ROGERS L. E. R. — MARTIN A. E. — NORRISH K. (1954): The occurrence of palygorskite near Ipswich, Queensland. *Miner. Magazine*, v. 30, pp. 534—540.
- ROGERS L. E. R. — QUIRK J. P. — NORRISH K. (1956): Occurrence of an allumina sepiolite in a soil heaving unusual water relationships. *J. of Science*, v. 7, pp. 177—184.
- SAVČENKOV T. V. (1862): Palygorskit iz gornogo okruga Permskich zavodov na Urale. *Zap. Ross. mi. obč.*, St. Petersburg, p. 102.
- SERDJUČENKO D. P. (1948): Sepiolit iz Severnogo Kavkaza. *Dokl. AN SSSR*, v. 69, pp. 577—580.
- SERDJUČENKO D. P. (1952): Mineraly kory vyvetrivanja na zmejevikach r. Malki (in „Kora vyvetrivanja“, v. 1). Moskva.
- SERDJUČENKO D. P. (1955): O sepiolitach, palygorskitach i „attapulgitach“. *Min. Sbor. Lvov. geol. obč.*, v. 9, pp. 156—171.
- SCHALLER W. T. (1936): The chemical composition of sepiolite. *Amer. Mineralogist*, v. 21, p. 202.
- SCHÜLLER A. (1954): *Die Eigenschaften der Minerale*. Leipzig.
- SIFFERT B. — WEY R. (1962): Synthèse d'une sépiolite à température ordinaire. *Comptes Rendus*, v. 254, pp. 1460—1462.
- SMIRNOV G. I. (1962): Železistyj palygorskit (ksilolit) v kimberlitach. *Geologija i geofyzika*, pp. 129—134.
- STARKOV N. P. (1963): Sepiolith iz Kungurskich otloženij Prikamja. *Zap. Vses. min. obč.*, v. 4, pp. 479—484.
- STEPHEN J. (1954): An occurrence of palygorskite in the Shetland Isles. *Miner. Magazine*, v. 30, pp. 471—480.
- STRUNZ H. (1957): *Mineralogische Tabellen*. Leipzig.
- SUPRYČEV V. A. (1961): Stalaktit palygorskita iz okrestnostej Simferopolja. *Min. Sbor. Lvov. geol. obč.*, v. 15, pp. 343—349.
- ŠABAJEVA E. A. (1962): O palygorskite iz paleogenovych otloženij Jugovostoka Turkmenii. *Dokl. AN SSSR*, v. 143, pp. 939—942.
- TALDYKIN S. I. (1959): O voloknistom sepiolite iz kory vyvetrivanja Malkinskogo serpentinitogo massiva na Severnom Kavkaze. *Materialy Vses. nauč. — issled. Geol. Inst.*, v. 26, pp. 31—34.
- TICHOMIROVA E. S. (1963): O palygorskite iz nižne oligocenovych otloženij Mangyšlaka. *Dokl. AN SSSR*, v. 149, pp. 688—691.
- TRDLIČKA ZD. (1959): Příspěvek k mineralogii slovenských magnesitů. *Geol. práce*, v. 56, pp. 165—200.
- TRDLIČKA ZD. (1962a): Mineralogicko-geochemický výzkum mastku a polymetalického zrudnění na ložiskách magnésitu na Slovensku. *Geol. práce*, v. 24, pp. 5—69.
- TRDLIČKA ZD. (1962) b: Výskyty palygorskitu a sepiolitu na magnesitových ložiskách Spišsko-gemerského rudohoří (vorläufiger Bericht). *Čas. pro min. a geol.*, v. 7, p. 222.
- ULRICH F. (1933): Československá ložiska magnesitová a dnešní stav jejich využití. *Báňský svět*, v. 12, pp. 52—60.
- UŠAKOVA E. N. (1960): Železistyj sepiolit s. Zavoľja na Srednem Pobužje. *Min. Sbor. Lvov. geol. obč.*, v. 14, pp. 327—331.
- VERNADSKIJ V. I. — REVUCKA E. (1910): *Izv. AN SSSR* (in A. E. Fersman, 1952).
- VIVALDI J. L. M. — GONZALEZ J. L. (1962): A random intergrowth of sepiolite and attapulgit. (In „Clays and Clay Minerals“), v. 9, pp. 592—602.,
- WATTERS W. A. (1960): A minor occurrence of sepiolite from Puyvalador, near Quérigut, France. *Miner. Magazine*, v. 32, pp. 412—415.
- WINCHELL A. N. — WINCHELL H. (1951): *Elements of optical mineralogy*, New York. (Russische Übersetzung, Moskva, 1953).
- ZCHUC I. D. (1956): Palygorskit iz stešovskogo gorizonta Podmoskovnogo basseja. *Dokl. AN SSSR*, v. 107, pp. 734—736.

- ZINDEE L. A. (1961): O palygorskite i sepiolite melovych otloženij rajona Kampyr-ravat (Zapadnoje predg'orje Ferganskogo chrehta). Dokl. AN Uz. SSR, v. 7, pp. 30—33.
- ŽUJKOVA M. P. (1953): Sepiolity kory vyvetrivanija serpentinitov. Tr. gorno-geol. Inst. Uraľ. fil. AN SSSR, v. 20.

---

SBORNÍK NÁRODNÍHO MUZEA V PRAZE — ACTA MUSEI NATIONALIS PRAGAE  
Volumen XXIV B (1968), No. 2

Redaktor:  
Dr. JIŘÍ KOUŘIMSKÝ CSc.

Cena Kčs 13,50

TAFEL I.

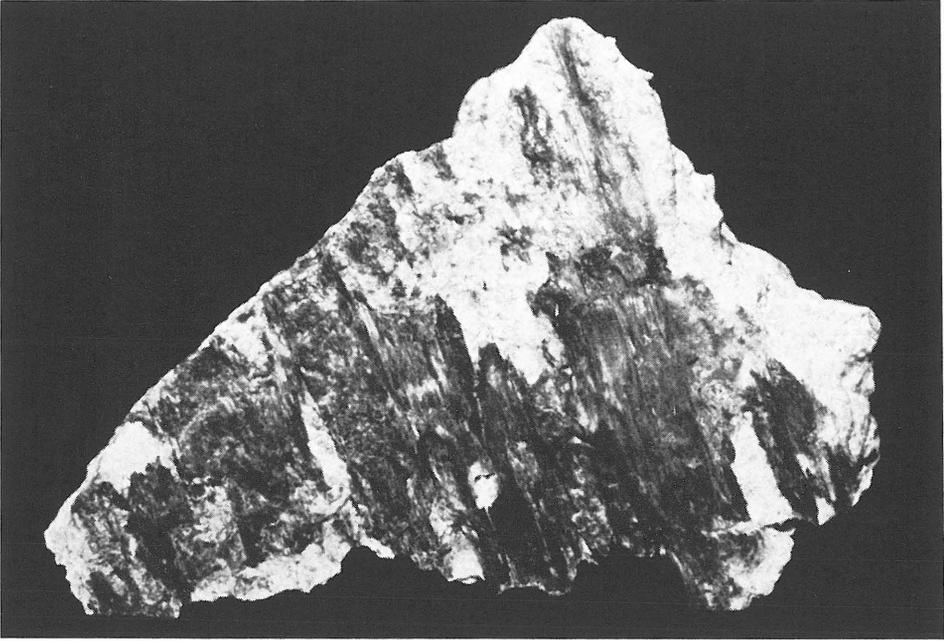


Abb. 1

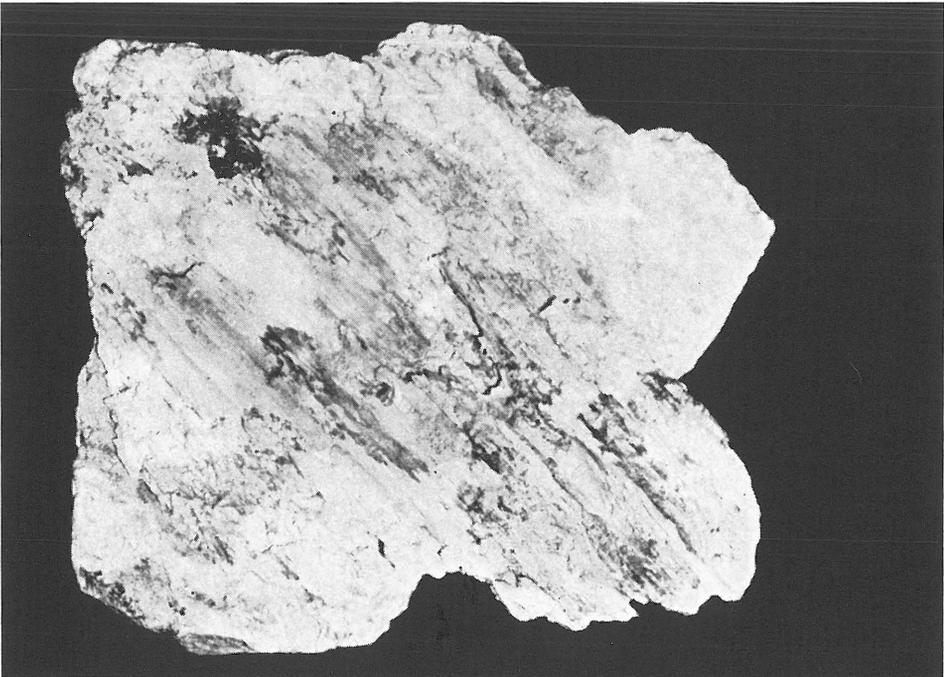


Abb. 2

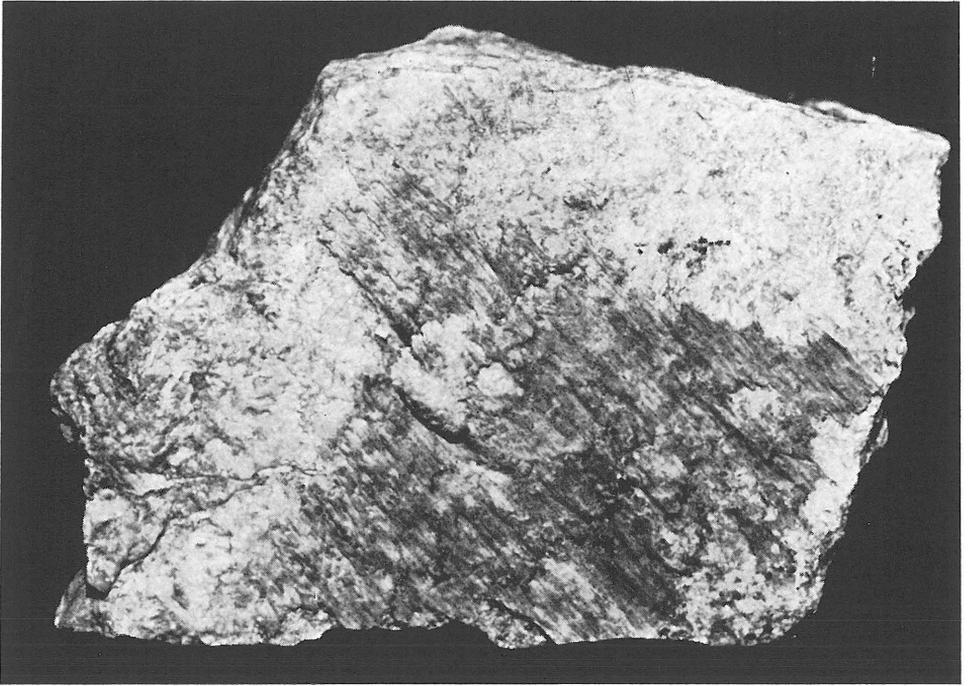


Abb. 3

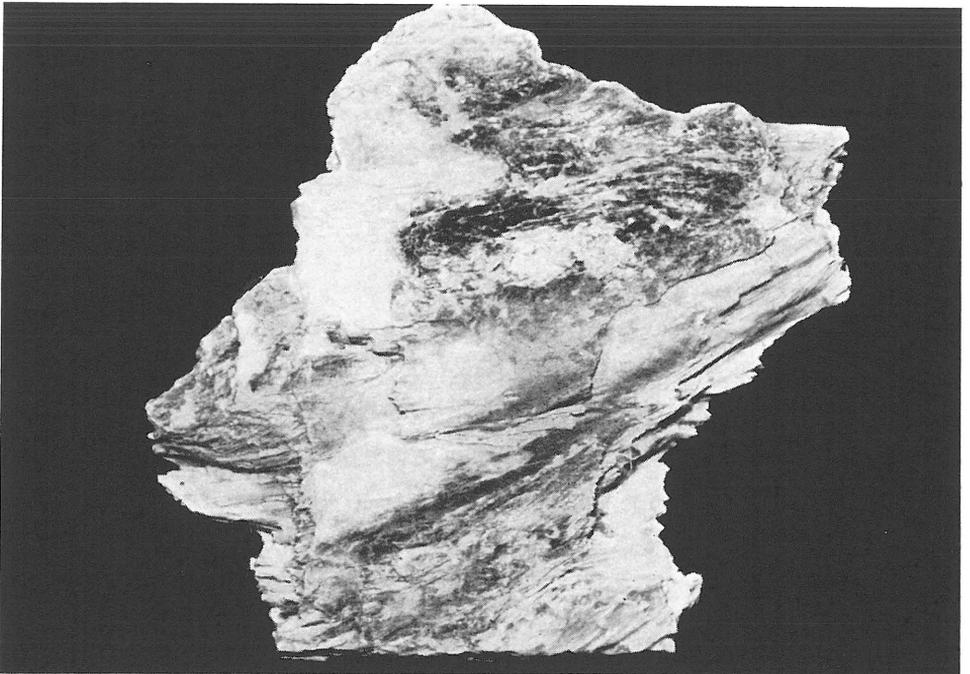


Abb. 4

TAFEL III.



Abb. 5



Abb. 6

### **TAFEL I.**

Abb. 1. Braungrüner Sepiolith auf dem talkitisierten Magnesit. Mildernd verkleinert. Samo II — Halde.

Abb. 2. Holzartige Sepiolithüberzüge auf dem talkitisierten Magnesit. Mildernd verkl. Mútnik — Nižná, Halde.

### **TAFEL II.**

Abb. 3. Holzartige Sepiolithüberzüge auf dem talkitisierten Magnesit. Verkleinert um ein Drittel. Mútnik — Svätopluk, Halde.

Abb. 4. Holzartige bis stengelige Sepiolithüberzüge auf dem talkitisierten Magnesit. Verkleinert auf eine Hälfte. Mútnik — Nižná, Halde.

### **TAFEL III.**

Abb. 5. Gefügebau der stengeligen Sepiolithaggregate. Dünnschliff, gekreuzte Nicols, Vergr. 50mal. Mútnik — Nižná, Halde.

Abb. 6. Sepiolithfasern in den Calcitintergranularen. Dünnschliff, gekreuzte Nicols, Vergr. 60mal. Mútnik—Nižná, Stollen.

PHOTO: L. PILAŘ