

MONTMORILLONIT AUS DEN SPALTEN DES BASALTES VOM BADACSONY-BERG

ERDÉLYI, J., KOBLENCZ, V., und TOLNAY, V.

Ungarische Geologische Anstalt.

In den Spalten und Hohlräumen des Basaltes im Steinbruch bei „Steintor“ am Badacsony-Berg (Komitat Zala in Ungarn) kommt hier und da eingelblichweißes, anscheinend gelartiges, betastend an Seife erinnerndes Material mit muscheligem Bruch und hornartigem Glanz vor. Dieses Mineral erwies sich auf Grund einer optischen, chemischen, DTA- und röntgenographischen Untersuchung als Montmorillonit.

Der Montmorillonit von Badacsony schrumpft ähnlich einem trocknenden Ton, wird rissig an der Oberfläche, dann zerfällt in Körner. Die Untersuchungen wurden mit solchem lufttrockenen Material gefertigt, welches monatelang an freier Luft gelegen ist.

Es ist bekannt, daß Montmorillonite, die in den Hohlräumen der Eruptive, so auch der Basalte, vorkommen, teils hydrothermalen Ursprungs, teils sekundäre Verwitterungsprodukte sind. Hierher sind die von Heide [1] aus Phonolith, von Noll [2], Jung [3] und Schüller [4] aus Basalten von Deutschland beschriebenen Vorkommen zu reihen. Vorkommen solcher Art wurden aus Ungarn bis jetzt noch nicht beschrieben.

Die hydrothermalen Bildungsbedingungen des Montmorillonits hat Noll [5] mit seinen synthetischen Untersuchungen aufgeklärt. Nach seinen Feststellungen entsteht Montmorillonit aus alkalihaltigen, schwach alkalischen Lösungen unter 400° C. Bei sehr hohem Alkaligehalt bilden sich Zeolithe, während bei einem niedrigeren, als zur Bildung der Zeolithe erforderlich, aber bei höherem Alkaligehalt, als zur Bildung des Montmorillonits nötig ist, entsteht Serizit (Hydromuskovit, Illit). Gleichfalls hat Noll [2] die Bildung des Montmorillonits aus der Verwitterung des Basaltes vom Vogelberge, bekannt gemacht.

Die äußeren Eigenschaften dieses letzteren, durch Verwitterung entstandenen Montmorillonits stimmen mit denen des von uns bearbeiteten Montmorillonits vom Badacsony-Berg überein. Es ist von diesen Verwitterungsprodukten am meisten festzustellen, daß sie Verwitterungsprodukte des mit ihnen unmittelbar in Berührung stehenden Basaltes sind, manchmal wurden sie aber durch die kreisenden Gewässer entlang den Spalten weiter gefördert.

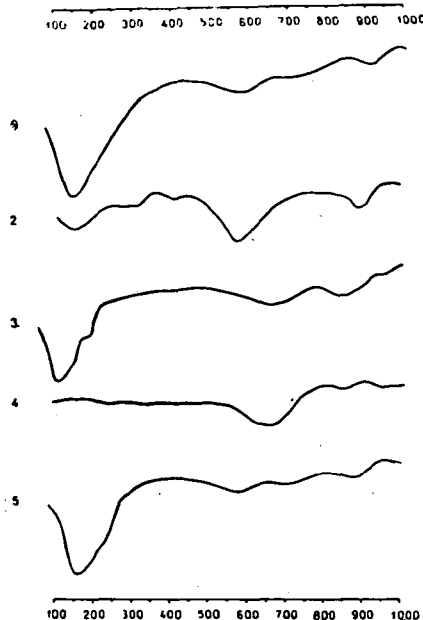
Mit dem Problem des Montmorillonits beschäftigten sich zahlreiche Abhandlungen, die hier als bekannt vorausgesetzt werden. Auch mit seiner Struktur beschäftigten sich manche Forscher. Anstatt der Besprechung der verschiedenen Anschauungen weisen wir nur auf einige zusammenfassenden Arbeiten hin [6, 7, 8]. Nach unserer heutigen Auffassung bestehen die Minerale der Montmorillonit-Gruppe aus Pyrophyllit-, Talk-, Glimmer- oder Hydroglimmer-Schichtpaketen, aber ihre Gitter sind keine regelmäßig aufgebauten 3-dimensionalen Raumgitter. Die Silikatschichten sind zwar in der Richtung der c-Achse parallel zueinander angeordnet, aber sie besitzen keine, in der Ebene der a- und b-Achse regelmäßig periodische Orientierung, das heißt, sie sind „statistisch ungeordnet“, und so können sich keine hkl Netzebenen (periodisch identische Punktlagen) schräg zur c-Achse ausbilden und darum verschwinden die (hkl) -Reflexe aus ihrem Röntgenbild [9, 10]. In ihrer Tetraederschicht sind Si-Ionen durch Al, Fe³⁺, in der Oktaederschicht Al durch 2-wertigen Ionen ersetzlich. Infolgedessen tritt ein negativer Ladungsüberschuss auf, der durch zwischen die Schichten gelagerten Kationen ausgeglichen wird. Sie können zwischen die lose übereinander gelagerten Schichtpakete Wasser, ja sogar andere Flüssigkeiten aufnehmen und so hängt die c-Periode in ihrem Gitter von der Mächtigkeit des zwischengelagerten Wassers ab. Sie sind also „expandierte Pyrophyllite, Talke, Glimmer, oder Hydroglimmer“. In ihrem Röntgenbild treten demnach nur die (001) — und (hk0) — Reflexe auf. Berücksichtigt man, daß die Mächtigkeit eines Pyrophyllit Schichtpaketes 6,6 Å beträgt, kommt eine Wasserschicht dazu mit 3 Å Mächtigkeit, so wird es verständlich, daß im Falle des zwischen den Silikatschichten gelagerten 5 H₂O, die c₀ Gitterkonstante ungefähr 21 Å beträgt, während bei Zwischenlagerung eines H₂O-s, die Gitterkonstante in der c-Richtung 9,6 Å ist. Das zwischen den Schichten gelagerte Wasser kann reversibel beseitigt werden.

Montmorillonit enthält aber nicht nur Zwischenschicht-, und Adsorptionswasser, sondern auch Koordinationswasser, auf dessen Besprechung wir später zurückkehren werden.

Die Struktur des Illits ist ähnlich, wie die des Montmorillonits, aber einige der Si-Positionen sind durch Al ausgefüllt. Die Zusammenfassung der dies bezüglichen Anschauungen findet man bei Grim [11]. Der zufolge der Si → Al Substitution auftretende Überschußladung wird durch die zwischen den Silikatschichtpaketen gelagerten K⁺-Ionen ausgeglichen. Gelingt es also das K⁺ von den Schichtpaketen ohne Zerstörung der Struktur beseitigen, so kann man aus Illit Montmorillonit erhalten. White [12] hat experimental erwiesen, daß die Illit → K⁺ + Montmorillonit Umwandlung möglich ist, wenn man Illit mit Natriumkobaltinitrit oder MgCl₂ behandelt. Es ist auch die umgekehrte Umwandlung möglich (9).

Nach dieser kurzen Schrifttumsübersicht kehren wir zur Untersuchung des Tonminerals von Badacsony zurück. In Anbetracht dessen, daß hier die Aufklärung der Funktion des Wassers von größter Bedeutung ist, beschäftigen wir erstens mit der Differential Thermoanalyse des Minerals. Die DTA-Untersuchung hat Vera Koblencz verfertigt. Nach dem DTA-Diagramm (Fig. 1.) verliert das Mineral das Wasser in 4 Anteilen. Die 4 Endothermspitzen zeigen sich nahe bei 150°, 550°, 700° und

900°. Die größte ist die erste Endothermspitze. Die Wasserabgabe beginnt sich unter 100°, erreicht ihren Höhepunkt bei 150° und endet bei 300°. Die Spitze entspricht dem Adsorptions- und Zwischenschichtwasser des Montmorillonits. Die folgenden drei Spitzen zeigen die Abgabe des Koordinationswassers. Die bei 550° sich zeigende Spitze entspricht [13] Illit, die bei 700° auftretende des oktaedrisch gebundenen Koordinationswassers des Montmorillonits, während die bei 900° entwickelnde Endothermspitze zeigt, daß man hier wirklich mit einem tetraedrisch koordiniertem Wasserüberschuß zu tun hat, von welchem wir in unseren vorigen Abhandlungen [14, 15] nachgewiesen haben, daß die HO-Gruppen an die Stelle jener Oxygene der Tetraederschicht treten, die mit der Oktaederschicht in Koordination stehen. Man muß hier auf jene interessante Tatsache hinzeigen, daß die bei 700° auftretende Endothermspitze des Montmorillonits der Endothermspitze des Hydromuskovits und Hydroparagonits entspricht (14). Wir erwähnten, daß Illit sich in Montmorillonit und Montmorillonit in Illit umwandeln kann [9, 12], während der Zusammenhang zwischen Illit und Hydromuskovit selbstverständlich ist. Sie unterscheiden sich nur in ihre Korngröße; ihre Röntgenbilder sind nahe identisch, sie sind voneinander nur mit DTA-Untersuchung, eventuell durch ihre Brechungsindizes unterscheidbar.



1. Montmorillonit, Badacsony, »Steintor«, Koblencz, V.
2. Illit, Alexander County, Illinois. Grim, Rowland (15).
3. Montmorillonit, Budatétény. Koblencz, V.
4. Hydromuskovit, Nagybörzsöny. Koblencz, V.
5. Montmorillonit + Illit, Pécs-Mecsek. Koblencz, V.

Fig. 1.

Montmorillonit unterscheidet sich von Illit und Hydromuskovit auf Grund der Bisherigen in erster Linie darin, daß die übereinander geschichteten Schichtpakete des Montmorillonits in der Ebene der a- und b-Achse nicht gleich genau orientiert sind. Infolgedessen wächst ihre Oberfläche außerordentlich an, andererseits ist ihre Aneinanderfügung lückenhaft zufolge der schwachen Verbindungskräfte der desorientierten Schichtpakete und nach unserer Ansicht kann die zufolge der Entstehung dieser Lücken auftretende Kapillarität in erster Linie der Hauptgrund der flüssigkeitaufnehmenden Fähigkeit des Montmorillonits sein.

Mit der Wasseraufnahme (Quellung) des Montmorillonits beschäftigten sich schon zahlreiche Abhandlungen. Mit diesen wünschen wir eine Diskussion nicht entspannen und vernachlässigen ihre Besprechung. Wir verweisen nur auf die schon erwähnten zusammenfassenden Arbeiten [6, 7, 8], und in den Weiteren teilen wir nur unsere eigene Beobachtungen und Berechnungen mit. *Maria Földvári-Vogl* war so verbindlich ihre Briefwechsel mit *R. C. Mackenzie* (Aberdeen) zur Ansicht zu überreichen. *Mackenzie* betrachtet den um 700°, bzw. um 550° Wasser abgebenden Montmorillonit für normalen, bzw. anomalen Montmorillonit, obwohl er selbst diese Bezeichnung nicht für zutreffend hält. Ähnliche Anschauungen erkennt auch *W. F. Cole* (23) als sein eigen an.

Die chemische Analyse des Tonminerals von Badacsony hat *Vera Tolnay* gefertigt. Der DTA-Untersuchung entsprechend führte sie die Wasserbestimmung innerhalb 5 Temperatur-Grenzen aus bis zu 100°, 300°, 600°, 700° und 1000°. Von den Analysen-Angaben ließen wir TiO_2 , was nach unseren Kenntnisse von Rutil-Verunreinigung herrühren kann, sowie das Apatit-Verunreinigung bedeutende Spur P_2O_5 weg, gleichfalls ließen wir das Adsorptions- und das Zwischenschicht-Wasser bis zu 300° weg. Der Rest wurde in 100% umgerechnet. Das gebliebene Wasser wurde in HO-Gruppen umgerechnet, das zweierlei oktaedrische Wasser gesondert berechnet (bis 600° und 700°), gleichfalls wurde das tetraedrisch koordinierte Wasserüberschuß umgerechnet.

Der atomaren Zerlegung der Analyse hindurch berechneten wir die Ionenzahlen. Entsprechend der Strukturformel des Montmorillonits und Illits nahmen wir $\text{O} + \text{OH} = 12$, als Grundlage der Berechnung, da $\text{O} + \text{OH}$ in der Struktureinheit konstant ist, und insgesamt 12 Positionen ausfüllen kann. Zur auf dieser Weise erhaltenen Struktureinheit berechneten wir das zuerst außer Rechnung gelassene Adsorptionswasser und das Zwischenschichtwasser.

Der Gang und die Ergebnisse der Berechnung sind folgende:

Die Analyse:

SiO ₂	48,82	%
TiO ₂	0,31	„
Al ₂ O ₃	13,37	„
Fe ₂ O ₃	2,36	„
FeO	0,84	„
MnO	0,07	„
CaO	1,84	„
MgO	5,72	„
K ₂ O	0,55	„
Na ₂ O	0,11	„
Li ₂ O	0,017	„
H ₂ O (bis 100°)	14,26	„
H ₂ O (bis 300°)	5,87	„
H ₂ O (bis 600°)	3,29	„
H ₂ O (bis 700°)	0,58	„
H ₂ O (bis 1000°)	1,40	„
CO ₂	0,00	„
P ₂ O ₅	0,04	„
	<u>99,447</u>	„

Die Form der Analyse ist nach den erwähnten Abzüge und in 100% umgerechnet:

SiO ₂	61,82	%
Al ₂ O ₃	16,93	„
Fe ₂ O ₃	2,99	„
FeO	1,06	„
MnO	0,09	„
CaO	2,33	„
MgO	7,24	„
K ₂ O	0,70	„
Na ₂ O	0,14	„
Li ₂ O	0,03	„
H ₂ O	6,67	„
	<u>100,00</u>	„

Der Gang der Berechnung der Ionenzahlen (wir haben die Bestandteile in wachsender Reihe der Ionenradien geschrieben):

Atom %e		Atomquotiente	Ionenzahlen	Ionenzahlen (O+ OH = 12)
Si	28,90 %	1,02882	1028,82	3,823
Al	8,96 „	0,33211	332,11	{ 0,177 } ⁴
Fe ³⁺	2,09 „	0,03743	37,43	{ 1,057 }
Mg	4,37 „	0,17965	179,65	{ 0,139 }
Li	0,01 „	0,00085	0,85	{ 0,667 }
Fe ²⁺	0,83 „	0,01480	14,80	{ 0,003 }
Mn	0,07 „	0,00125	1,25	{ 0,055 }
Na	0,10 „	0,00450	4,50	{ 0,005 }
Ca	1,67 „	0,04155	41,55	{ 0,017 }
K	0,58 „	0,01479	14,79	{ 0,154 }
HO	12,60 „	0,74085	740,85	{ 0,055 }
O	39,82 „	2,48877	2488,77	{ 3229,62 } ¹² { 2,753 } ¹² { 9,247 }

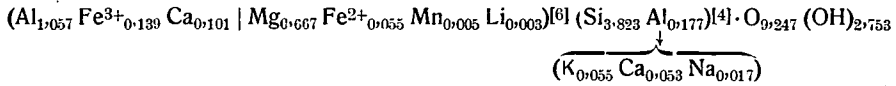
Vor der Aufstellung der Strukturformel nehmen wir unter Besichtigung die Ionenzahlen. Von größter Wichtigkeit ist die Aufklärung der Rolle des viererlei Wassers. Die um 550° auftretende von der 4 Endothermspitzen entspricht Illit [13]. *Mackenzie* und *Ccle* (siehe eher) nennt diese für ano-

male Montmorillonitspitze. Diese lassen wir einstweilen außer Acht. Die ausführliche Auswertung der übrigen 3 Spitzen findet man in der Abhandlung von *M. Földvári-Vogl* [16] mitsamt den betreffenden Schrifttumsangaben. Auf Grund dieser entstammt die erste Endothermspitze von dem Adsorptionswasser, von Zwischenschichtwasser und von dem Hydratwasser der umtauschbaren Kationen, und so ist sie nicht charakteristisch für das Tonmineral. Aus der Form der Spitze kann man nur auf das umtauschbare Kation folgern. Der Montmorillonit von Badacsony ist ein Ca-Montmorillonit, wie auch die Mehrzahl der ungarischen Montmorillonite. Die zweite Endothermspitze um 700° deutet die Entweichung des oktaedrisch gebundenen Wassers an. In Anbetracht der Auswertung der dritten, um 900° auftretenden Endothermspitze nimmt *M. Földvári-Vogl* keinen bestimmten Standpunkt auf Grund der bisherigen Kenntnisse ein, und sagt sie nur für eine Annahme, daß jene aus der Entweichung der tetraedrisch gebundenen Wassers herrühre. Die nach den 3 Endothermspitzen auftretende Exothermspitze hängt von Ersetzungen der Oktaederschicht ab [16, S. 54.]. Die Al → Fe³⁺ Substitution kann die Exothermspitze gänzlich verschwinden lassen. Hier ist eine Al → Fe³⁺ Substitution wirklich vorhanden, wie es aus der untenstehenden Strukturformel sichtbar ist, dementsprechend ist keine Exothermspitze an der DTA-Kurve wahrzunehmen. Zur Aufklärung der Rolle der vier Endothermspitzen führten wir, wie erwähnt wurde, die Wasserbestimmung bei 5 verschiedenen Temperaturen aus. Das unter 300° entweichende Wasser nahmen wir nicht in Betracht bei der Berechnung der Strukturformel, da dieses koordiniertem Wasser nicht zu betrachten ist. Die Berechnung ergab aus dem über 300° entweichenden Wasser eine Ionenzahl (OH)_{2,753} anstatt (OH)₂, das heißt, einen HO-Überschuss (OH)_{0,753} der auf Grund unserer bisherigen Untersuchungen [14, 15] tetraedrisch substituierten HO-Gruppen entspricht. Berechnet man gesondert das bis 600°, 700° und 1000° entweichende Wasser, erhält man folgende Ionenzahlen:

bis 600°	(OH) _{1,719}	}	(OH) _{2,022}	}	(OH) _{2,753}
„ 700°	(OH) _{0,303}				
„ 1000°	(OH) _{0,731}				

In unseren früheren Abhandlungen wurde nachgewiesen [14, 15], daß die negative Ladungsabnahme, die von dem tetraedrisch gebundenen HO-Überschuss verursacht wurde, im Falle des Hydromuskovits von Nagy-börzsöny durch die Ladungsabnahme der einsubstituierten 2-wertigen Ionen der Oktaederschicht ausgeglichen wird, da die Zahl der 2-wertigen Ionen der Oktaederschicht (eventuell mitsamt den Äquivalentzahlen der nicht ausgefüllten oktaedrischen Positionen) gleich genau mit der Ionenzahl des HO-Überschusses ist. Untersucht man dementsprechend den Montmorillonit von Badacsony, so steht sich heraus, daß die Zahl der in die Oktaederschicht tretenden 2- und 1-wertigen Ionen gleich 0,730 ist, das heißt, sie ist gleich mit der Zahl der tetraedrisch gebundenen HO-Ionen: 0,731, vorausgesetzt, daß man die Rolle des Ca-s einstweilen außer Acht läßt. Also auch hier sind jene strukturellen Regeln gültig [15, 24], die in Beziehung mit dem Hydroantigorit von Dunabogdány abgeleitet wurden.

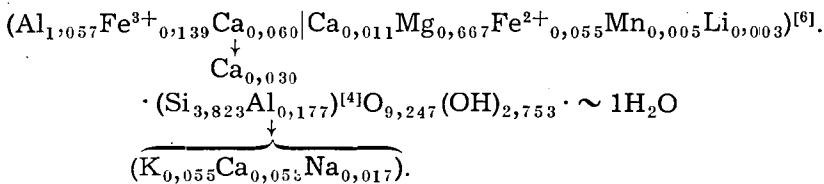
Diese Regeln in Betracht genommen ist die Struktureinheit des Tonminerals von Badacsony folgendermaßen aufzuschreiben:



Aus der Struktureinheit berechnet: $M = 369,81$. Dies beträgt 78,97% der Analyse. Rechnet man aus dem 20,13% des unter 300° gemessenen Wassers das nicht koordinierte Wasser, enthält man als Ergebnis 5,2 H₂O, aus welchem 3,7 mol H₂O Adsorptionswasser ist (bis 100°) während das größtenteils Zwischenschichtwasser innerhalb 100—300° entweicht.

Wir müssen noch jene Ladungsfragen aufklären, die mit der in die Oktaederschicht substituierten Ca_{0,101} verknüpft sind. Wir sahen in den Vorigen, daß man durch direkte Messung die Zahl der oktaedrischen HO-Ionen 2,022 gefunden hat. Die Überzahl ist aller Wahrscheinlichkeit nach ein unbedeutender Fehler der Wasserbestimmung, oder ergibt sie sich eventuell daraus, daß das Zwischenschichtwasser von der Gewohnheit abweichend nicht innerhalb 100—400°, sondern nur bis 300° gemessen wurde. (Der Messungsfehler kann auch aus der geringen Menge des zur Bestimmung verbrauchten Materials herrühren.) Da das gesamte koordinierte Wasser (OH)_{2,753} beträgt, ist der HO-Überschuß 0,753, infolgedessen sind noch 0,011 Ca zu den 2-wertigen oktaedrischen Kationen hinzuzufügen, um den Ladungsausgleich dadurch zu erreichen. Der Rest ist Ca_{0,090}. Wenn man nach einer bekannten Rechnungsweise $\frac{2}{3}$ Teil dieses Calciums zur Substitution der oktaedrischen 3-wertigen Ionen anwendet, gleicht 0,030 Ca den zufolge der Al³⁺ → Ca²⁺ Ersetzung frei gewordenen Ladungsüberschuß aus, das nach älterer Auffassung in die Zwischenschicht gelangt, bleibt es aber nach unserer Auffassung in der Oktaederschicht; da die Äquivalentzahl der Oktaederschicht nur samt diesem 5,247 ausmacht, das heißt, die Äquivalentenabnahme ist 0,753 dem 0,753 HO-Überschuß entsprechend. Die Ionenzahl der Oktaederschicht beträgt nun 2,027, was der Ionenzahl der Oktaederschicht eines dioktaedrischen Montmorillonits genau entspricht.

Auf Grund des Gesagten kann man die Struktureinheit folgendermaßen aufschreiben (das Adsorptionswasser vorläufig in Betracht nicht genommen):



Die 2-wertigen Ionen, die den Ausgleich der negativen Ladungsabnahme zustande bringen, welche durch den tetraedrisch gebundenen HO-Überschuß verursacht wurde, sind in der oktaedrischen Koordination mit einer Senkrechte abgesondert. Den abgesonderten Teil in Betracht

nicht genommen ist es aus der Strukturformel ersichtlich, daß man hier mit einem Eisen-Calcium-Montmorillonit zu tun hat.

Auf Grund des Gesagten muß man feststellen, daß man bezüglich des Montmorillonits, so wie bezüglich der Hydroglimmern (Illite, Hydro-muskovite) aufgestellte Strukturformeln größtenteils für verfehlt betrachten muß, und die Revision dieser Strukturformeln erforderlich ist, denn der tetraedrische HO-Überschuß wurde bei der Berechnung der Strukturformeln einerseits absolut außer Acht gelassen, oder andererseits wurde ihre Stellung nicht richtig gedeutet (z. B. bei *McConnel*, 17).

Die *Röntgenaufnahme* und die Ausmessung der Linien des Pulverdiagramms des Tonminerals von Badacsony hat *Margarete Melles* im Laboratorium der Ungarischen Geologischen Anstalt gefertigt. Für ihr freundliches Zusammenwirken drücken wir auch bei dieser Gelegenheit unseren Dank aus. Die Aufnahme wurde mit $\text{CuK}\alpha$ -Strahlung und Ni-Filtration fertiggebracht (10mA, 38kV, 10^h).

Vergleicht man die gemessenen Linien mit jenen eines bekannten Illits von Illinois [18], dann stellt sich heraus, daß die Linien des Montmorillonits von Badacsony mit den stärksten und mit einigen mittelstarken Linien des Illits genau übereinstimmen. Die gemessenen Reflexionen des Montmorillonits von Badacsony teilen wir nebst den berechneten Angaben *Winklers* [19] und mitsamt den entsprechenden Reflexionen eines Illits von Illinois [18] mit. (1. Tabelle).

Tabelle 1.

Gemessene Angaben		Montmorillonit [19] (berechnet)			Illit [18]		
d_{hkl}	I	d_{hkl}	I	Indizes	d_{hkl}	I	Indizes
10,03	4	9,5—20	st	001	9,98	st	002
7,66	1 - 2 verschw.	6,4	schw	001	—	—	—
4,44	4	4,42	st	110	4,47	st	110
		4,47		020			
3,34	2	3,23	m	003	3,31	m	006, 024
2,55	4	2,54	st	200	2,56	st	202
		2,57		130			
1,681	3	1,69		300	1,65	schw	1,3, $\overline{10}$
		1,69	m	150			
		1,70		222	1,64	m	312
1,493	4	1,49		213	1,50	st	060
		1,49	st	060			
		1,50		024			
1,287	2	1,287	m	153	1,29	m	400
		1,285		260			
				(400)			

Aus der Tabelle ist ersichtlich, daß man hier mit zwei (001) Reflexionen zu tun hat. In Anbetracht dessen, daß wir hier mit einem luft-trockenen Material gearbeitet hatten, in welchem der Wassergehalt zwischen den Schichten keine bestimmte Mächtigkeit hat, müssen wir nach den Angaben der Analyse 1—1,5 Mol Zwischenschichtwasser annehmen und, wenn die Mächtigkeit eines Pyrophyllit-Schichtpaketes 6,6 Å beträgt, und die Mächtigkeit eines Mol Wasserschichtes 3 Å, insgesamt 9,6 Å ist, dann entspricht die 10,03 c_0 -Periode unseres Montmorillonits einem solchen Montmorillonit, welcher ungefähr 1H₂O Zwischenschichtwasser enthält, während die schwache, verschwommene $d = 7,66$ Reflexion einem beinahe entwässertem Montmorillonit entspricht.

Wir erwähnten, daß die Übereinstimmung der Montmorillonit-Linien mit jenen des Illits aus der 1. Tabelle ins Auge fallend ist, aber diese Linien stimmen auch mit den stärksten und mittel starken Linien des Hydromuskovits von Nagyörzsöny [14] gut überein. An dem DTA-Diagramm kann man außer der von reversibelem Wasser verursachten Endothermspitze die Spitzen des Illits [13, 16] und des Hydromuskovits [14, 15] wahrnehmen. (S. Fig. 1.) Wir müssen gleich darauf denken, daß dieser Montmorillonit nicht anderer ist, als ein Hydromuskovit-Illit, der aus in der *ab*-Ebene nicht orientierten Schichtpaketen besteht, und der den überwiegenden Teil seines Alkaligehaltes verloren hatte, welcher Vorgang nach *White's* [12] Feststellungen möglich ist. Auch seine Strukturformel kann man, als Fe-Ca-Illit aufschreiben. Nur die Röntgenanalyse und die Gitterkonstanten könnten entscheiden, daß man hier dennoch mit keinem Hydromuskovit-Illit, sondern mit einem Montmorillonit zu tun hat, welcher in seinem Gitter eventuell noch einen geringen unumgewandelten Illit enthält die Menge der Alkalien zu Grunde dieser Feststellung genommen. Das Mineral kann man für ein Gemisch eines Normal-Montmorillonits mit wenig Illit nicht betrachten, da in diesem Falle jene Endothermspitze in DTA-Diagramm vorherrschen müsste, die die Abgabe des Koordinationswassers des Montmorillonits (des Hydromuskovits) zeigt. Den Angaben dieses Montmorillonits stechen aber die strukturellen, Eigenschaften des ursprünglichen Illits und Hydromuskovits ebenso hervor, wie auch die konstitutionellen Eigenschaften der Eltern an den Gegebenheiten des Kindes hervorstechen.

Die Gitterkonstanten aus den Reflexionen (400), (060), und (001) berechnet, sowie β -Winkel aus der (202) Reflexion für Illit gerechnet, erhalten wir die folgenden Angaben:

$$a_0 = 5,17, \quad b_0 = 8,96, \quad c_0 = 10,07, \quad (\beta = 95^\circ 16,5')$$

Vergleichen wir diese Angaben mit den *Hofmann—Endell—Wilm's*chen Angaben (20) des Montmorillonits, sowie mit den entsprechenden Angaben des Hydromuskovits von Nagyörzsöny:

	a_0	b_0	c_0	β
Montmorillonit (Badacsony):	5,17	8,96	10,07	(95° 16,5')
„ [20]:	5,17	8,94	15,2	~ 90°
Hydromuskovit (Nagyörzsöny [14]):	5,20	9,00	20,00	95° 3'

Die zweierlei Angaben von Montmorillonit unterscheiden sich nur in

ZUSAMMENFASSUNG

der c_0 -Periode, die natürlich von dem Zwischenschichtwasser abhängt. Wir können nicht in jener Meinung übereinstimmen, daß die c_0 -Periode nur bei Entwässerung um 400° etwa 10\AA sein könnte [9]. Das Röntgenbild des Montmorillonits von Badacsony wurde nämlich aus einem luft-trockenem Material verfertigt, dennoch ist c_0 gleich $10,03$. Den β -Winkel pflegt man bei Montmorillonit $\sim 90^\circ$ angeben, aber Gruner [21] vermeint, daß Montmorillonit monoklin wäre und indiziert er die innerste Reflexion gleich Illit mit (002). Maegdefrau und Hofmann weisen aber diese Auffassung ab [22]. Diese Meinung müssen wir wirklich ablehnen, da in diesem Falle für c_0 einen Wert um 20 erhielten, was 4—5 Mol Zwischenschichtwasser bedingte, während wir in unserem Material zwischen $100\text{—}300^\circ$ nur ungefähr 1,5 Mol H_2O gemessen hatten. Wir haben hier also wirklich mit Montmorillonit zu tun, der aus solchen Hydromuskovit-Illit-Schichten besteht; die ihre Alkali-Gehalt verloren haben. Diese Schichtpakete stellen sich zufolge des Verlustes ihres Alkali-Gehaltes nicht orientiert übereinander, da das 12-er koordinierte K(Na) das die Schichtpakete zusammenklammerte, fehlt. Die $d_{hkl} = 1,64$ Angabe der (312) Reflexion des Illits ist ziemlich von der $d = 1,69$ Linie des Montmorillonits entfernt. Die übrigen Illit-Linien entsprechen keiner (hkl) Netzebene. (S. die 1. Tabelle.)

Der mittlere Brechungsindex des Montmorillonits von Badacsony in einem Gemisch von Mandelöl ($n = 1,478$) und Chlorbenzol ($n = 1,522$) gemessen wurde 1,49 gefunden. Dieser ist viel niedriger als jener des Illits und etwas kleiner als der des Montmorillonits im allgemeinen, aber stimmt mit dem Brechungsindex des von Jung und Schüller [3, 4] aus dem Basalt des Grossen Dolmars bei Meiningen beschriebenen Montmorillonits genau überein.

Es sind folgende aus den Untersuchungsangaben des Montmorillonits vom Badacsonyberg festzustellen:

1. Das Mineral ist auf Grund seiner speziellen Konstitutionsformel ein Ca-Montmorillonit, für welche jene strukturellen Regeln gültig sind, die in Beziehung mit den Hydroglimmern besprochen wurden [14, 15], das heißt: a) die Abnahme der Äquivalentzahlen der Oktaederschicht ist gleich mit der Zahl der tetraedrisch Koordinierten HO-Ionen. Diese Abnahme wird durch die Einführung in die Oktaederschicht jener 2- und 1-wertigen Ionen hervorgerufen, deren Zahl der Ladungsabnahme der Oktaederschicht entspricht, b) die Äquivalentzahl der Zwischenschichtkationen (K, Na, Ca) ist gleich mit der Zahl der Si \rightarrow Al-Substitution, c) während gleichen die übrigen Ca-Ionen die Äquivalentzahl der Oktaederschicht in solcher Weise aus, das die Äquivalentzahl der oktaedrisch koordinierten Ionen jener strukturellen Regeln genau entspricht, die in unseren vorigen Mitteilungen besprochen wurden [14, 15].

2. Die Linien des Pulverdiagramms des Montmorillonits von Badacsony stimmen mit den stärksten, sowie mit einigen mittelstarken Linien (001 und $hk0$ Reflexe) des Hydromuskovits, bzw. Illits genau überein.

3. Von den 4 Endothermspitzen des DTA-Diagramms entspricht die erste (zwischen $100\text{—}300^\circ$) dem Adsorptions und Zwischenschichtwasser,

die bei 550° ist die charakteristische Endothermspitze des Illits und die bei 700° ist jene des Hydromuskovits, während die bei 900° sich zeigende Endothermkrümmung auf den tetraedrisch koordinierten HO-Überschuß verweist.

Auf Grund obigen Angaben ist der Montmorillonit von Badacsony nicht anderes, als ein Ca-führender, desorientierter Hydromuskovit-Illit, aus welchem die 12-er koordinierten Ionen (K,Na,Ca) größtenteils ausgelaugt wurden.

Unsere Ergebnisse gaben zugleich Antwort auf die Frage der bei DTA-Untersuchung auftretenden sogenannten „normalen“, und „anormalen“ Illit-, bzw. Montmorillonit-Spitzen.

SCHRIFTTUM:

1. Heide, F.: Montmorillonit von Unter-Rupsroth bei Gilsburg. (Chem. d. Erde. 3. 91—97. 1927/28).
2. Noll, W.: Montmorillonit in einigen Zersetzungsprodukten von Basalten des westlichen Vogelberges. (Chem. d. Erde. 11. 294—306. 1937/38.)
3. Jung, H.: Zur Kenntnis des Montmorillonits. (Chem. d. Erde. 11. 287—293. 1937/38.)
Jung, H.: Montmorillonit von Dolmar bei Meiningen. (Chem. d. Erde. 11. 217—222. 1937/38.)
4. Schüller, A.: Eine natürliche Mineralsynthese von Montmorillonit im Nephelinbasalt des Grossen Dolmar bei Meiningen (Rhön). (Heidelberger Beiträge z. Miner. u. Petr. 3. 472—494. 1953.)
5. Noll, W.: Mineralbindung im System $Al_2O_3 - SiO_2 - H_2O$. (N. Jb. Beil. Bd. 70. A. 65—115. 1936.)
6. Grim, R. E.: Clay Mineralogy. (London—New York, 1953.)
7. Jasmund, K.: Die silicatischen Tonminerale. (2. Aufl. 1955. Weinheim/Bergst.)
8. Brindley, W.: X-ray identification and crystal structures of clay minerals. (London. 1951.)
9. Strunz, H.: Mineralogische Tabellen. (3. Aufl. 1957. S. 309—310.)
10. Hiller, J.: Grundriss der Kristallchemie. (Berlin, 1952. S. 224.)
11. Grim, R. E.: Modern concepts of clay materials, (Journ. Geology. 50. 225—275. 1942.)
12. White, J. L.: Transformation of Illite into Montmorillonite. (Soil Sci. Soc. of America. Proc. 1950. 15. 129—133. 1951.)
13. Földváriné Vogl Mária — Koblencz Vera: Tanulmány a hazai bentonitok termikus viselkedéséről. (Földt. Közl. 88. 453—460. 1958.)
14. Erdélyi J.—Koblencz V.—Tolnay V.: A nagybörzsönyi agyagásvány és az ércesedés néhány újabb kísérő ásványa. (Földt. Közl. 87. 400—418. 1957.)
Über Hydroparagonit, ein neues Glimmermineral, sowie über seine Beziehung zum Hydromuskovit, Natronillit und Brammallit. (Acta Geologica V. 169—186. 1958.)
15. Erdélyi J.—Koblencz V.—N. Varga S.: A hidrocillámok új szerkezeti szabályai. Hidroantigorit, új szerpentinásvány és metakolloid brucit a dunabogdányi Csódi-hegyről (Unter Druck.)
Neuere strukturelle Regeln der Hydroglimmer. Hydroantigorit ein neues Serpentin-Mineral und metakolloidaler Brucit vom Csódi-Berge bei Dunabogdány (Ungarn). (Acta Geol. VI. 65—93. 1959.)
16. Földváriné Vogl Mária: A differenciális termikus elemzés szerepe az ásványtanban és a földtani nyersanyagkutatásban. (M. A. Földtani Intézet alkalmi kiadványa. 1958. SS. 52. und 56.)
The role of differential thermal analysis in mineralogy and geological prospecting. (Acta Geol. V. 1—102. pp. 52. and 56. 1958.)

17. *McConnell, D.*: The crystal chemistry of montmorillonite. (Am. Min. 35. 166—172. 1950.)
18. *Grim, R. E.—Bray, R. H.—Bradley, W. F.*: The mica in argillaceous sediments. (Am. Min. 22. 813—829. 1937.)
19. *Winkler, H. G. F.*: Kristallstruktur von Montmorillonit. (Z. Krist. A. 105. 291—303. 1943.)
20. *Hofmann, U.—Endell, K.—Wilm, D.*: Kristallstruktur und Quellung von Montmorillonit. (Z. Krist. 86. 340—348. 1933., S. B. 3. 542.)
21. *Gruner, J. W.*: The structural relationship of nontronite and montmorillonite (Am. Min. 20. 475—483. 1935.)
22. *Maegdefrau, E.—Hofmann, U.*: Die Kristallstruktur des Montmorillonits (Z. Krist. 98. 299—323. 1938.)
23. *Cole, W. F.*: Interpretation of Differential Thermal Curves of Mixed-layer Minerals of Illite and Montmorillonite. (Nature, 175. (No. 4452), 384—385. 1955.)
24. *Ross, Cl. S.—Hendricks, St. B.*: Minerals of the montmorillonite group. (Geol. Survey Prof. Paper. 205—B. 40. 1945.)