

Herrn Prof. Dr. Vendi und Herz
Grosser zu beehren mit dem Prof.
Nicht im Handel

Sonderabdruck aus Band 7, Heft 3 (1960)

Tschermaks
mineralogische und petrographische Mitteilungen

(Dritte Folge)

Herausgegeben von H. Leitmeier, Wien, und F. Machatschki, Wien

Springer-Verlag in Wien

Alle Rechte vorbehalten

Paul Wieden

Ein eisenarmer Nontronit

Aus dem Institut für angewandte Mineralogie und Petrographie der Technischen Hochschule Wien und dem Chemischen Laboratorium der Bundesversuchsanstalt Arsenal, Wien

Ein eisenarmer Nontronit

Von

Paul Wieden

Mit 5 Textabbildungen

(Eingegangen am 5. Mai 1959)

Bei einer Brunnenbohrung in Mariasdorf (Bezirk Oberwart, Burgenland, Österreich) wurde in 35 m Tiefe in einer Schwemmsandschicht ein Klumpen eines hellgrünen tonigen Materials gefunden. Herr Dr. *E. Maroschek* (Wien) hat es aufgesammelt und hatte die Freundlichkeit, es zur Untersuchung zu überbringen, wofür ich ihm an dieser Stelle herzlich danke.

Schon eine äußerliche Betrachtung sprach dafür, daß es sich um ein in die Gruppe der Tonminerale einzureihendes Mineral oder Mineralgemenge handeln könnte. Auffallend war einerseits die grüne Farbe, die Nontronit vermuten ließ und andererseits eine deutlich schuppig entwickelte Form der hellgrünen, wirr angeordneten, bis einige Millimeter großen und die Hauptmenge der Probe bildenden Blättchen. Im allgemeinen sind die Nontronite, wie der von Nontron (Dordogne, Frankreich), Woody (Californien, USA) und von Kropfmühle (Bayern) aus feinen Blättchen und Fasern, oft zu sphärolitischen oder fächerförmigen Aggregaten angeordnet, aufgebaut. Blättchen von der obig geschilderten Größe sind bis jetzt noch nicht bekanntgeworden.

Zum Zwecke der genaueren Kenntnis des Minerals wurden folgende Untersuchungen angestellt:

1. Mikroskopische Untersuchung.
2. Elektronenoptische Untersuchung.
3. Optische Daten.
4. Differentialthermoanalyse.
5. Röntgenographische Untersuchung — Elektronenbeugungs-
6. Infrarot. [bilder.
7. Chemische und spektralanalytische Untersuchung.

Mikroskopische Untersuchung

Um Kenntnis vom Kornaufbau des Materials und um an einzelnen Mineralkomponenten angereicherte Fraktionen zu erhalten, wurde durch Schlämmen eine Fraktionierung in Kornstufen durchgeführt.

Zur mikroskopischen Untersuchung wurden nur die Anteile 20 bis 50 μ , 50 bis 100 μ und $> 100 \mu$ herangezogen. Die kleineren Kornfraktionen blieben der elektronenoptischen Untersuchung vorbehalten.

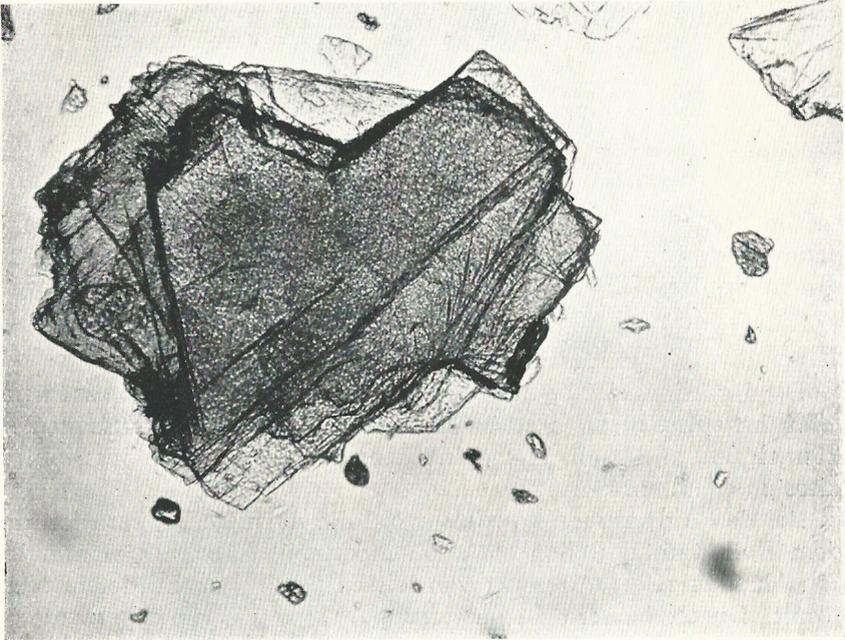


Abb. 1. Nontronit-Kristallpaket, Fraktion $> 100 \mu$, Vergrößerung: 29 \times , normales Licht.

Der vorwiegend blättchenförmig entwickelte Nontronit zeigt vielfach scharfe Begrenzung, manche Kristalle lassen eine pseudo-hexagonale Entwicklung vermuten (Abb. 1). Auch leistenförmige Aggregate treten auf. Die dunkleren Körner sind mit feinen Limonit-häutchen überzogen.

Die Fraktionen 50 bis 100 μ und $> 100 \mu$ zeigen im wesentlichen das gleiche Bild. Auch in diesen Fraktionen treten keine anderen Mineralien auf.

Abb. 1 zeigt ein Nontronitpaket, wo einerseits der Aufbau aus einzelnen Lamellen und ein pseudo-hexagonaler Habitus (ähnlich

wie bei Kaolinit) deutlich zu sehen ist. Im Mikroskop erscheinen die Blättchen von zartgrüner Farbe und sind deutlich pleochroitisch (γ = bräunlichgrün, α = helles Grün mit Stich ins Bläuliche).

Die Blättchen zeigen im konvergenten Licht den Austritt einer spitzen Bisektrix und annähernd parallele Auslöschung, n_γ schwingt in der Längsrichtung. Parallel zur Basis tritt eine vollkommene Spaltbarkeit auf.

Die an verschiedenen Blättchen und leistenförmigen Aggregaten verschiedener Korngröße gemessenen optischen Daten schwanken nur sehr wenig und betragen im Mittel für lufttrockenes Material:

n_γ	1·546
n_α	1·520
$n_\gamma - n_\alpha$	0·026

Optischer Charakter: negativ

Achsenwinkel $2V_\alpha$. . . 5 bis 12°

Auslöschungsschiefe zur Basis: 1 bis 3°

Ein Vergleich der Brechungsindizes und der Doppelbrechung mit denen anderer Nontronite zeigt, daß es sich um einen sehr eisenarmen Nontronit handeln muß (Lit. 1).

Elektronenoptische Untersuchung

Die Fraktion $< 20 \mu$ und kleiner wurden elektronenoptisch untersucht, um einerseits etwas über den Mineralinhalt aussagen zu können und andererseits Aufschluß über die Morphologie des Nontronites zu erhalten.

Bei den Aufnahmen wurde sowohl die normale Präparation auf dem Kollodiumhäutchen als auch die Replica-Technik verwendet.

Abb. 2 zeigt ein Aggregat von leistenförmig ausgebildetem Nontronit. Durch bessere Dispergierung gelang es, die Aggregate in Einzelstäbchen aufzuteilen.

Wie aus der elektronenoptischen Aufnahme zu ersehen ist, zeigen die Nontronitstäbchen eine deutliche Struierung, die vermuten ließ, daß es sich vielleicht wie beim Halloysit um Röhrrchen handeln könnte.

Da bei der normalen Präparationstechnik durch Rolleffekte, verursacht durch die Erwärmung durch den Elektronenstrahl, schwer zu entscheiden ist, was primär ist, wurde eine Replica-Aufnahme gemacht.

In Abb. 3 ist ein Kohlenstoff-Replica wiedergegeben, das unter 20° mit Platin beschattet wurde. Obwohl Andeutungen einer säuligen bis röllchenförmigen Ausbildung zu erkennen sind, so ist sie doch nicht so ausgeprägt wie beim Halloysit. Vergleichsaufnahmen



Abb. 2. Aggregate leistenförmig ausgebildeten Nontronits. Vergrößerung 26.000 ×.

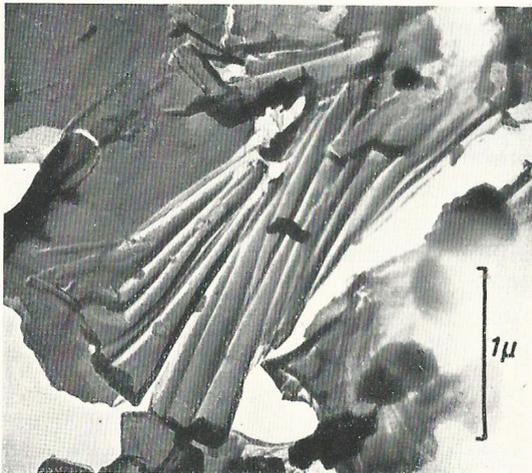


Abb. 3. Replica-Aufnahme. Andeutung einer Röllchenstruktur. Vergrößerung 22.800 ×, Pt-Beschattung.

von anderen Nontroniten (z. B. Nontronit von Sandy Ridge, N. C., USA) bestätigen das Bestreben des Nontronites, neben mehr stäbchenförmigen flachen Ausbildungen auch solche röhrenartiger Natur zu bilden.

Während die Röhrenstruktur beim Halloysit durch die morphologischen Untersuchungen mit dem Elektronenmikroskop durch *T. F. Bates* (Lit. 2) als gesichert gelten kann, sei dies für den untersuchten Nontronit auf Grund dieser wenigen Beobachtungen durchaus nicht behauptet. Ohne Zweifel ist die vorherrschende Ausbildungsart die tafelige bis stäbchenförmige, daneben treten scheinbar auch gerollte Formen auf (Lit. 3). Vielleicht handelt es sich hier um verschiedene Hydratsstufen. Um eine andere Mineral Komponente kann es sich nicht handeln, denn Elektronenbeugungsbilder, sowohl der blättchen- als auch der röllchenartig ausgebildeten Individuen, haben eindeutig die Nontronitstruktur ergeben.

Differentialthermoanalyse

Nachstehende Abb. 4 zeigt die DTA-Aufnahmen von verschiedenen Fraktionen und Vergleichskurven aus der Literatur.

Die drei Kurven des Nontronites von Mariasdorf ergeben ein ziemlich gleiches Aussehen. Bei 150 und 540° C ist ein endothermer, bei 860 bis 870° C ein exothermer Effekt festzustellen. Nur die Kurve 3 zeigt eine Doppelspitze bei 540 und 600° C, ähnlich wie der Nontronit von Excelsior (Washington, USA). Die Doppelspitze (in Kurve 3 bei 150 und 250° C) ist bei einigen Nontroniten (Garfield und Excelsior, Washington) gut, bei anderen nicht so gut ausgebildet. Diese Doppelspitze ist, ähnlich wie bei den Montmorilloniten, auf Ionenbelegung der Zwischenschicht zurückzuführen. Bei 825° C tritt eine endotherme Spitze auf, die vielleicht als tetraedrisch gebundenes Wasser zu deuten ist. *Mc Conell* (Lit. 4) konnte bei Montmorilloniten diesen Effekt feststellen und nimmt eine solche Bindungsform des Wassers an. Der exotherme Effekt bei 860 bis 870° C ist der Ausbildung einer neuen kristallinen Phase, vor allem der Spinellbildung, zuzuschreiben. Ein schwacher exothermer Ausschlag bei etwa 400° C, wie ihn *A. Weiss*, *G. Koch* und *U. Hofmann* (Lit. 5) bei einem Chrom-Nontronit (Wolchonskoit) gefunden haben und als Übergang der wasserfreien, aber noch quellfähigen in die wasserfreie, nicht mehr quellfähige Form

Abb. 4. 1. Reference Clay Minerals, Vorläufige Berichte des American Petroleum Institute (Research Project 49), 1951, New York. — 2. *Grim*, R. E., und *R. A. Rowland*, Amer. Min. Vol. 27 (1942), S. 746—761 und S. 801—818. — 3. *Weiss*, A., *G. Koch*, und *U. Hofmann*, Ber. DKG 31 (1954), H. 9, S. 301—305. — 4. *Hamilton*, G., und *W. Furtwängler*, Tschemm. Min. Petr. Mitt. 2 (1951), S. 397—406.

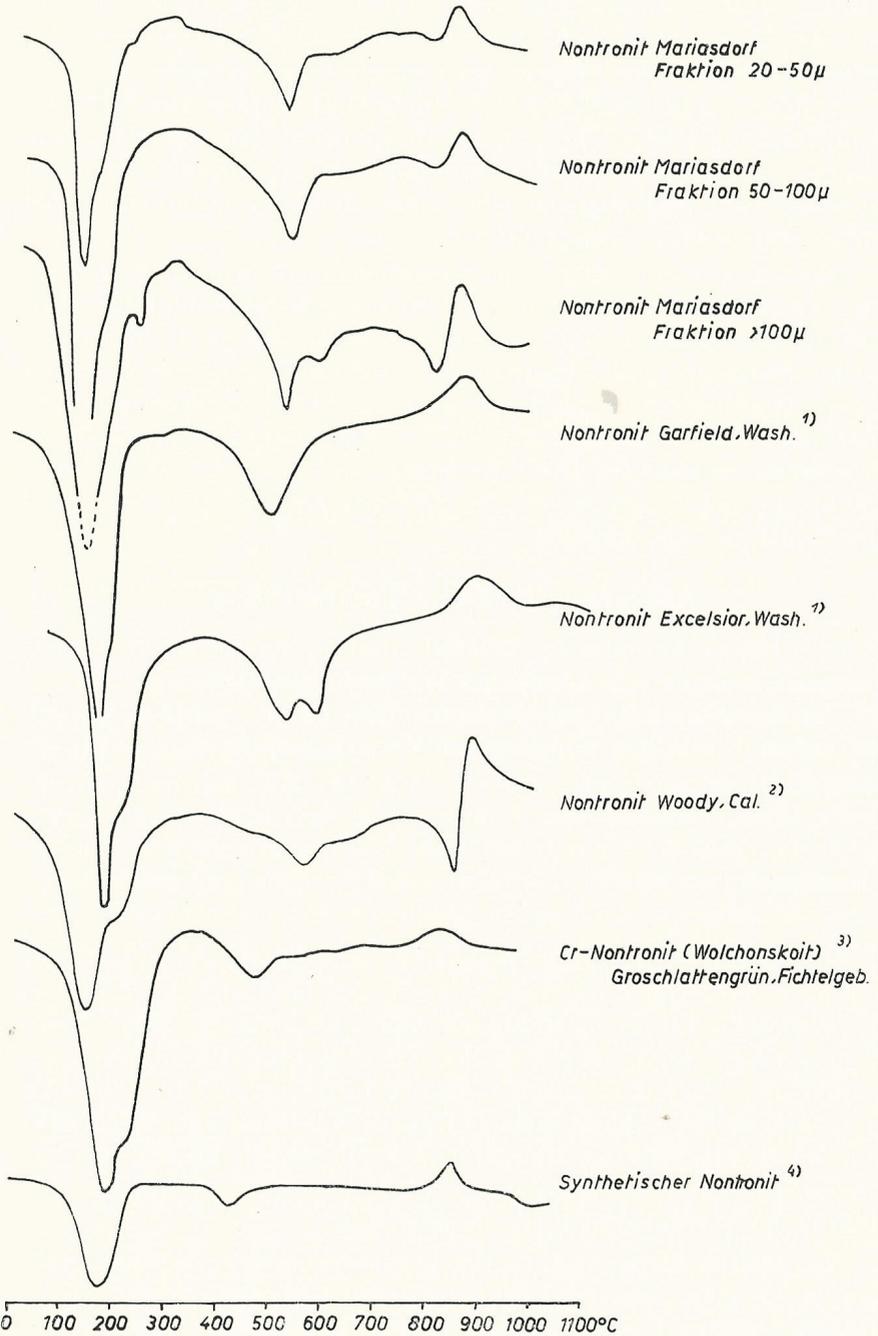


Abb. 4.

deuten, konnte nicht festgestellt werden. Unsere Meßanordnung war dabei so empfindlich, daß selbst äußerst kleine Effekte noch festzustellen gewesen wären.

In Abb. 4 sind zum Vergleich einige DTA-Kurven aus der Literatur angeführt. Meistens sind sie allerdings als Kurven nicht sehr reiner Nontronite zu werten, wie dort auch angegeben wird. In unserem Falle liegt aber ein sehr reiner, durch Fremdminerale fast nicht verunreinigter Nontronit vor.

Die letzte Kurve zeigt einen synthetischen Nontronit (Lit. 6). Der Austritt des Wassers aus dem Gitterverband erfolgt bei etwa 430° C. Der Gehalt an Fe⁺⁺⁺-Ionen an Stelle von Al⁺⁺⁺-Ionen bewirkt demnach eine Temperaturerniedrigung. Das Schwanken dieser endothermen Spitze zwischen etwa 700° C bei Montmorillonit und 430° C bei Nontronit wäre durch Annahme einer isomorphen Mischreihe erklärlich (Lit. 7). Beim Nontronit von Mariasdorf könnte es sich daher um ein eisenarmes, aluminiumreiches Glied der Nontronitreihe handeln.

Röntgenographische Untersuchung

Die Pulver-Aufnahmen liefern montmorillonitähnliche Interferenzen, wobei einige Linien etwas verschoben sind.

Um das interkristalline Quellvermögen zu untersuchen, wurden Aufnahmen von mit destilliertem Wasser gesättigten Proben gemacht.

Fraktion > 100 μ :			
d Å	d Å	d Å	
getrocknet bei 110° C	lufttrocken	H ₂ O-gesättigt	
13·5	14·09	14·73	

Die Interferenzen sind gegenüber Montmorillonit etwas verschoben, die starke Linie bei 5 Å fehlt. Die Intensität der Linie bei 3 Å ist im Gegensatz zu Montmorillonit sehr schwach. Trotz dieser Unterschiede dürfte der Grundtyp des Montmorillonitgitters erhalten sein. Nach der Lage der (060) Interferenz und der Intensität des (002) Reflexes handelt es sich beim Nontronit von Mariasdorf um ein dioktaedrisches Mineral (Lit. 8, 9) (Hephtaphyllit, d. h., es überwiegen die dreiwertigen Ionen (Al⁺⁺⁺, Fe⁺⁺⁺), wobei nur zwei Drittel der verfügbaren Plätze besetzt sind.

Um festzustellen, ob auch die besonders in den feinsten Fraktionen (< 20 μ) angereicherten, leistenförmig ausgebildeten Individuen Nontronit sind, wurden in situ Elektronenbeugungsbilder angefertigt, die dies bestätigten.

Nontronit Mariasdorf			Eisenarmer Nontronit*	Wolchonskoit** (Cr-Nontronit)
K	Dmm	d Å	d Å	d Å
56·9	12·7	4·48	4·55	4·47
	22·4	2·54	2·62	2·58
	25·4	2·24	2·56	2·24
	33·9	1·68	1·71	1·69
	38·2	1·49	1·51	1·49
	44·3	1·28	1·30	1·29
	45·8	1·24	1·26	1·25
	50·8	1·12		
	55·7	1·04		

$$d(A) = \frac{K}{Dmm}$$

K = Instrumentenkonstante

* Siehe G. W. Brindley, X-ray Identification and Crystallstructure of Clay Minerals. London 1951, S. 124.

** U. Hofmann und Mitarbeiter, Ber. DKG 31 (1954), 9, S. 301 bis 305.

Auf Grund der guten Übereinstimmung der d-Abstände sind auch die Anteile $< 20 \mu$ als Nontronit anzusprechen, was mit dem thermodifferentialanalytischen Befund in Einklang steht.

Infrarot

Die Anwendung der Infrarot-Adsorption zur Untersuchung von Tonmineralien wurde erst in den letzten Jahren versucht. Die grundlegenden Arbeiten auf diesem Gebiet gehen auf Keller und Prickett zurück (Lit. 10), die einerseits eine brauchbare Präparationstechnik und eine Reihe von Testaufnahmen veröffentlicht haben. Infrarot-Adsorption kann nur dann zufriedenstellend gemessen werden, wenn die Strahlung durch die kleinen Teilchen auf ein Minimum reduziert wird. Das gelingt dann, wenn die Teilchengröße kleiner als die Wellenlänge der benutzten Strahlung (etwa 2μ) ist. Die Verwendung von Ölen (z. B. Nujol) hat den Nachteil einer Überdeckung durch das Spektrum der organischen Substanz. Diese Methode wurde in letzter Zeit erfolgreich von der Kaliumbromid-Fenster-Technik verdrängt, die sehr klare, untergrundfreie Spektren ergibt. Dabei wird 0,5 bis 1% der Feinstanteile ($< 2 \mu$) mit KBr innigst vermahlen und unter hohem Druck zu völlig klaren Scheibchen (Fenster) verpreßt.

Abgesehen von reinen apparativen Mängeln ergeben sich noch Schwierigkeiten bei der Herstellung von Testkurven, da viele Tonminerale weder natürlich in ausreichender Reinheit vorkommen, bzw. noch nicht genau genug definiert sind. Hier wird durch Synthese — es gelingt heute schon, fast alle Tonminerale auf hydrothermale Wege in ausreichenden Mengen herzustellen — Abhilfe

geschaffen werden. Weiters macht die Zuordnung gewisser Banden noch Schwierigkeiten. Hingegen bringt diese Art der Untersuchung vielfach Klarheit über die Bindungsverhältnisse des Wassers und trägt in Verbindung mit DTA- und Röntgenuntersuchung zur Strukturaufklärung wesentlich bei.

Nachstehend werden Infrarot-Adsorptions-Spektren von verschiedenen Nontroniten gebracht.

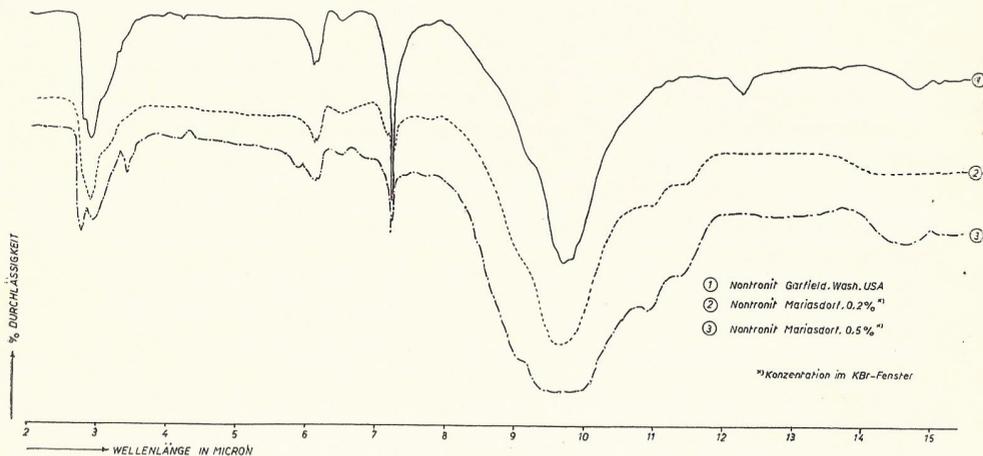


Abb. 5. Infrarot-Spektren von Nontronit.

Die Adsorption bei 2.9 und 7.2μ wird dem gebundenen OH, die bei 6.1μ dem Adsorptionswasser zugeordnet (Lit. 11). Die Adsorption bei 6.1μ ist vielen Tonmineralien gemeinsam. Die bei etwa 9.5 bis 9.8μ auftretende Adsorption wird durch die Si-O-Bindung und die bei 10.95μ durch die Oktaederschicht des Aluminiums verursacht.

Der Vergleich der Kurven mit dem Testmaterial (Nontronit von Garfield, Bureau of Standard, USA) zeigt, daß bis auf eine Adsorption bei 12.2μ bei der Testprobe kein Unterschied auftritt. Diese Spitze fehlt auch bei den meisten Montmorilloniten und dürfte nicht charakteristisch sein. Wir kamen zur Ansicht, daß es sich um keine durch das KBr verursachte Adsorption handelt, sondern eher daß eine Verunreinigung des Testmaterials (vielleicht Limonit oder ähnliches) dafür verantwortlich gemacht werden kann.

Chemische Untersuchung

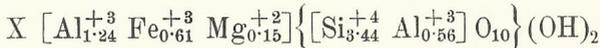
Von der Fraktion $> 100 \mu$, die als sehr reiner Nontronit angesprochen werden kann, wurde die chemische Zusammensetzung ermittelt und versucht, eine Strukturformel aufzustellen.

SiO ₂	51·34%
Al ₂ O ₃	22·75%
Fe ₂ O ₃	11·97%
FeO	0·04%
MgO	1·52%
CaO	2·19%
K ₂ O	0·54%
Na ₂ O	0·09%
H ₂ O ⁺	9·56%

Aus der Umrechnung der Analysenwerte nach einer von *Ross* und *Hendricks* (Lit. 1, 12) benutzten Berechnungsart ergibt sich folgende Strukturformel:

Tetraedrische Koordination		Oktaedrische Koordination					In der Zwischenschichtbesetzung vorherrschendes Ion	
Si ⁺⁴	Al ⁺³	Al ⁺³	Fe ⁺³	Fe ⁺²	Mg ⁺²	Σ		
3·44	0·56	1·24	0·61	—	0·15	2·00	0·34 Ca ⁺²	

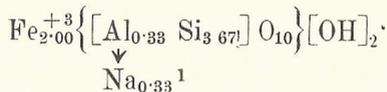
oder:



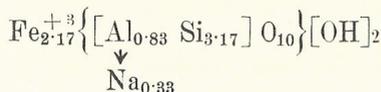
Darin bedeutet X die in der Zwischenschicht angeordneten austauschfähigen Ca⁺², bzw. K⁺¹- und Na⁺¹-Ionen. Dabei wurde die Annahme gemacht, daß das Ca⁺²-Ion völlig in der Zwischenschicht liegt, was erst durch eine Untersuchung des Ionenumtauschvermögens bestätigt werden müßte.

Ein Vergleich mit Strukturformeln aus Analysendaten der Literatur (Lit. 13) zeigt, daß es sich um ein Nontronit-Mineral mit hohem Al-Gehalt handelt.

Dem eigentlichen Nontronit gibt *Hendricks* (Lit. 1) die Formel:

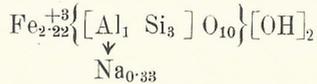


einem mit hohem Al-Gehalt (Al-Nontronit) die Formel:



¹ Das austauschbare Kation (z. B. Na) wird unter jenes Ion geschrieben, mit dem es im Gitter im Gleichgewicht steht.

und demjenigen mit dem höchsten Al-Gehalt in den Tetraederlagen die Formel:



Solche Fe- und Al-reiche Nontronite sind bis jetzt noch nicht gefunden worden. Man könnte auch annehmen, daß es sich bei den Nontroniten um Mischglieder einer Montmorillonit-Beidellit-Nontronit-Reihe handeln könnte. Allerdings treten bereits Schwierigkeiten bei der Annahme der Zusammensetzung der Endglieder auf, bzw. bei einer größeren Anzahl von Komponenten werden die Schwierigkeiten einer vernünftigen Aufteilung sehr groß. Versuche in dieser Richtung wurden von *C. S. Ross* und *S. B. Hendricks* unternommen (Lit. 1).

T. Sudô (Lit. 14, 15) hat eine eisenreiche Varietät von Montmorillonit beschrieben, deren chemische Zusammensetzung mit der des Nontronites von Mariasdorf sehr gut übereinstimmt. Die röntgenographische, DTA- und elektronenoptische Untersuchung zeigte aber eindeutig einen eisenreichen Nontronit. Während der von *Sudô* untersuchte Montmorillonit äußerst feinkristallin ist, tritt der Nontronit von Mariasdorf in gut entwickelten Kristalliten von Zehntel Millimeter Größe auf.

Eine Prüfung des Mariasdorfer Nontronites mit Benzidin, einer Reaktion, die erfahrungsgemäß sehr spezifisch für Minerale der Montmorillonitgruppe ist, zeigte eine rasche und sehr intensive Blaufärbung.

Auch die von *U. Hofmann* und Mitarbeitern (Lit. 5) angegebene Unterscheidung von Nontronit und Cr-Nontronit (Wolchonskoit), die unter Umständen auf Grund von optischen, röntgenographischen und DTA-Daten schwierig ist, mit verdünntem wässrigem NH_3 , ergab bei der untersuchten Probe die für Nontronite typische bräunliche Anfärbung. Cr-Nontronite bleiben unverändert grün.

U. Hofmann erklärt dieses Verhalten damit, daß die Braunfärbung des Nontronites durch die Oxydation geringer Mengen Fe^{2+} -Ionen, die in der Oktaederschicht an den Kristallrändern liegen, in alkalischer Lösung zu Fe^{+3} bewirkt wird.

Spektralanalytische Untersuchung

Im Zusammenhang mit genetischen Betrachtungen wurde eine durch Mineraltrennung gereinigte Fraktion des Nontronites spektralanalytisch untersucht.

B	Ba	Cr	Cu	Li	Mn
0·01%	0·1%	0·05%	0·01%	0·01%	0·05%
Ni	Sn	Sb	Sr	Ti	V
0·01%	0·01%	0·002%	0·01%	0·01%	0·01%

Alle Intensitäten wurden nur geschätzt.

Folgende Elemente konnten nicht nachgewiesen werden: Ag, As, Be, Bi, Cs, Cd, Ce, Co, Ga, Ge, Hg, La, Mo, P, Pb, W, Y, Zn, Zr, U und Th.

Chromhaltige Nontronite, sogenannte Wolchonkoite, bei denen ein Teil des Eisens durch Chrom ersetzt ist, sind bekannt und erst unlängst haben *A. Weiss*, *G. Koch* und *U. Hofmann* (Lit. 5) einen solchen aus dem Basalt von Groschlattengrün im Fichtelgebirge beschrieben. Geringe Mengen Mn können isomorph Fe, Ni kann Mg ersetzen. Vanadin und Titan treffen wir als Spurenelement in allen Tonen an.

Ob im Falle des Mariasdorfer Nontronites bei der Umlagerung des Ausgangsgesteines (Basalt?) biogene Prozesse zur Anreicherung von B, V oder Cu geführt haben, ist fraglich. Der Gehalt an Sb-Spuren kann vielleicht mit den nahen Antimonitvorkommen von Schlaining in Beziehung gebracht werden.

Vergleiche mit anderen bekannten Nontroniten sind nicht anzustellen, da keine spektralanalytischen Befunde vorliegen.

Genetische Betrachtung

Nontronit kommt vorwiegend dort vor, wo eisenhaltige Minerale in basischen Gesteinen zersetzt werden.

So findet sich der Nontronit von Spokane, Washington, USA¹ gemeinsam mit Kaolinit in der Verwitterungszone eines Basaltes. Dabei dürften alkalische Lösungen und ein hoher Magnesiumgehalt von der Alterung der glasigen Grundmasse stammend (weniger von den Augiten) eine Rolle spielen.

Die Vorkommen von Garfield und Manito (ebenfalls Washington District) stammen ebenfalls von verwittertem Basalt.

Der Nontronit von Woody, Californien (USA), kommt in Gängen und Adern in einem Granat-Pyroxengestein vor (Lit. 7).

Die von *Sserdjutschenko* (Lit. 16, 17) beschriebenen Nontronite und Wolchonskoite vom Cheghet-Lankhran-Tal, vom Gedmayschkh-Tal und vom Bolshic-laba-Fluß im Ural sind wie das bayrische Vorkommen bei Kropfmühl an Graphit gebunden. Eine Reihe weiterer Vorkommen haben *Rosenbusch* und *Mugge* beschrieben (Lit. 18).

¹ Siehe Ref. Clay Minerals, API-Project, dort als Test-Tonmineral angeführt.

Correns und *Schleinz* (Lit. 19), *v. Engelhardt* (Lit. 20) konnten Nontronit neben anderen Tonmineralen in einem Boden feststellen.

U. Hofmann und Mitarbeiter (Lit. 5) untersuchten einen Wolchonskoit, der neben Nontronit, Montmorillonit, Saponit verschiedenen Zeolithen und Calcit als Kluftausfüllung im Basalt von Groschlattengrün im Fichtelgebirge vorkommt.

Zusammenfassend läßt sich sagen, daß der Nontronit vorwiegend in Verbindung mit Basalten oder basischen Gesteinen auftritt und durch verwitterungsähnliche Vorgänge bei Gegenwart von Alkali entstanden ist. In Bodenprofilen bevorzugt er die wenig entwässerten, mehr alkalischen Teile, während in höheren gut entwässerten Bereichen Kaolinit das vorherrschende Mineral ist (Lit. 21).

Aus hydrothermalen Syntheseversuchen (Lit. 6) wissen wir, daß sich Nontronit bei 175 bis 290° C in Gegenwart von Alkali- (Erdalkali-) Ionen bildet. Die günstige Wirkung von Lithium-Ionen (Vorliebe für oktaedrische Position) wird festgestellt.

Was nun den Nontronit von Mariasdorf betrifft, so lassen sich die Genetik betreffend, nur Vermutungen anstellen. Die fast monomineralische Probe, die isoliert in einer Schwemmsandschicht lag und einem etwas abgerollten Tonklumpen glich, dürfte kaum autochton sein. Außer einer sehr schwachen Anwitterung in Form von dendritischem Limonit war nichts festzustellen, was Rückschlüsse auf das Ursprungsgestein ermöglicht hätte. Die nahe Lage des steirischen Vulkangebietes läßt vermuten, daß der eisenarme Nontronit von Mariasdorf damit in Verbindung steht.

Die Elektronenaufnahmen wurden anläßlich meines Studienaufenthaltes in den USA (Fullbright-Stipendium) im Institut für Mineralogie der Pennsylvania State University, Pa. angefertigt. Für Unterstützung und wertvolle Hilfe danke ich besonders dem Leiter des Institutes, Herrn Prof. *T. F. Bates* und Herrn ass. Prof. *J. Comer* und ass. Prof. Dr. *Lovell*.

Literatur

1. *Ross, C. S.*, und *S. B. Hendricks*, Geol. Surv. Prof. Paper 205 B, 1—77 (1945). — 2. *Bates, Th. F.*, *F. A. Hildebrand*, und *A. Swineford*, Amer. Min. 35 (1950), 463—484. — 3. *Visconti, Y. St.*, und Mitarbeiter, Amer. Min. 41 (1956), 1/2, 67. — 4. *Mc Conell, D.*, Amer. Min. 35 (1950), 166—172. — 5. *Weiss, A.*, *G. Koch*, und *U. Hofmann*, Ber. DKG 31 (1954), 9. — 6. *Hamilton, G.*, und *W. Furtwängler*, Tscherm. Min. Petr. Mitt. 2 (1951), 397—406. — 7. *Larsen, E. S.*, und *G. Steiger*, Am. J. Sci. 15 (1928), 1—15. — 8. *Grim*, Clay Mineralogy, 1954, S. 93. — 9. *Grim, R. E.*, *W. G. Bradley*, und *G. Brown*, Min. Soc. of Great Britain. Monograph (1951), 138—172. — 10. *Keller, W.*, und *E. Prickett*, Amer. Min. 34 (1949), 855—868 und Amer. J. Sci. 248 (1950), 264—273. — 11. *Buswell, A. M.*, und *B. F. Dudenbrostel*, J. Amer. Chem. Soc. 63 (1941), 2554 bis 2558. — 12. *Nagelschmidt, G.*, Mineral. Mag. J. Mineral. Soc. 25 (1938), 140 bis

156. — 13. *Jasmund, K.*, Die silikatischen Tonminerale. Verlag Chemie Weinheim, 1955. — 14. *Sudô, Toshio*, Proceeding of the Japan Academy 26 (1950). — 15. *Sudô, T.*, und *Settsuji Ôta*, Jour. Geol. Soc., Japan, 58 (1952), 685. — 16. *Sserdjutschenko, D.*, Zbl. Min. (1929 A), 47—55. — 17. *Sserdjutschenko, D.*, Mem. Soc. russ. Mineral. 76 (1947), ref. Chem. Zbl. (1949), S. 476. — 18. *Rosenbusch-Mugge*, Mikrosk. Physiogr., Spez. Teil (1927). — 19. *Correns, C. W.*, und *F. K. Schleinz*, Ztschr. f. Pflanzenernährung, Düngung und Bodenkunde 44 (1936), 316—326. — 20. *Engelhardt, W., von*, Chemie der Erde 11 (1937), 17—37. — 21. *Allen, V. T.*, und *V. E. Scheid*, Amer. Min. 31 (1946), 294—312.