

Aus dem Institut für Mineralogie und Petrographie der Universität Graz

Über die Bildungstemperatur der Talklagerstätten auf dem Rabenwald

Von Haymo HERITSCH, Graz

Herrn Univ.-Prof. Dr. Franz ANGEL zum 80. Geburtstag gewidmet

Inhalt: Aus den zur Zeit bekannten Daten über das System $MgO-Al_2O_3-SiO_2-H_2O$ läßt sich als Bildungstemperatur der Talk-Chlorit (Leuchtenbergit)-Quarz-Paragenese bei 2 Kb Gesamtdruck etwa 450° C bis 500° C, vielleicht bis 550° C angeben.

Unter den Talklagerstätten des Rabenwaldes ist zur Zeit die bedeutendste jene im Bereich des Krughofkogels. Daß diese Lagerstätte nicht nur von wirtschaftlichem Interesse ist, zeigt eine reiche Literatur, die natürlich hier nur auszugsweise zitiert werden kann; weitere Literatur findet sich dann in den angeführten Arbeiten: A. SIGMUND (1916, 1924), A. WEBER (1938), S. KORITNIG (1940), O. M. FRIEDRICH (1946, 1951), H. MEIXNER (1930, 1952, 1956), E. CLAR, O. M. FRIEDRICH und H. MEIXNER (1963). Das in dieser Literatur behandelte Tatsachenmaterial, weiterhin Daten, die durch die, den Abbau betreibenden, Talkumwerke Naintsch zur Verfügung gestellt werden und neuere, eigene Untersuchungen ergeben im Verein mit neuen Erkenntnissen über chemische Reaktionen und Systeme, die hier von Belang sind, eine Möglichkeit, die Bildungstemperatur der Talklagerstätten des Rabenwaldes abzuschätzen.

Dabei ist vorausgesetzt, daß in den auftretenden Paragenesen — hier also besonders die Paragenese Talk, Chlorit (Leuchtenbergit) und eventuell Quarz — das Gleichgewicht erreicht worden ist. Bekanntlich ist die Lagerstätte sehr stark tektonisch gestört, vgl. O. M. FRIEDRICH (1946), E. CLAR, O. M. FRIEDRICH und H. MEIXNER (1963), aber auch in den hier interessierenden Paragenesen recht uneinheitlich. Es fallen z. B. in der Sortieranlage in Handstückgröße Proben an, die teilweise aus schönem weißen Talk, teilweise aus einem dunklen graugrünen Gemenge von Chlorit, Quarz und eventuell etwas Talk bestehen. Dabei ist die Grenze zwischen diesen Teilen doch ziemlich scharf, so daß es möglich ist, nach Spalten die beiden Teile händisch zu sortieren. Es kann also für das folgende angenommen werden, daß innerhalb kleiner Bereiche das chemische Gleichgewicht erreicht worden ist, daß jedoch die Bildungsvorgänge der Lagerstätte innerhalb der Talk-Chlorit-Quarz-Paragenese nicht zu großräumigen Homogenisierungen geführt hat. Ferner ist in Hinblick auf die experimentell untersuchten Systeme wichtig, daß die Talk-Chlorit-Quarz-Paragenese sehr eisenarm ist, daß K_2O und Na_2O sowie vielfach auch Karbonate zumindest im beschränkten Volumen fehlen, vgl. J. J. FAWCETT und H. S. YODER (1966).

Die überraschend hohen Temperaturen des thermischen Zerfalles von eisenfreiem Klinochlor bzw. einem etwas Mg-reicheren Chlorit bei Druck liegen nach den Untersuchungen, z. B. von H. S. YODER (1952), E. R. SEGNI (1963)

und J. J. FAWCETT und H. S. YODER (1966) über 600° C, bei hohem Druck über 800° C ansteigend; nur unter diesen Temperaturen ist bei zugehörigen Drucken die Bildung der Lagerstätte möglich. Eine Einschränkung dieser relativ sehr hohen Temperatur ist durch das univariante Gleichgewicht Talk + Klinochlor = Forsterit + Cordierit + Dampf im System $MgO - Al_2O_3 - SiO_2 - H_2O$ gegeben und in dem Bereich bis etwa 2 Kb untersucht, H. S. YODER (1952), so daß danach die Bildungstemperatur je nach Druck unter 575° C bis 660° C liegt. H. S. YODER (1952) hebt hervor, daß die genannte Reaktion nur sehr zögernd vonstatten geht. Das System $MgO - Al_2O_3 - SiO_2 - H_2O$ ist mehrfach bearbeitet worden, H. S. YODER (1952), D. M. ROY und R. ROY (1955), J. J. FAWCETT und H. S. YODER (1966). Besonders die Ergebnisse der zuletzt angeführten Untersuchung, die nun eine Koexistenz von Quarz und eisenfreiem Chlorit experimentell bestätigt, sind hier anwendbar. Betrachtet man in den entsprechenden Paragenesen der Lagerstätten des Rabenwaldes in erster Annäherung die Anwesenheit geringer Mengen von eisenhaltigem Erz und Karbonat (vorwiegend Dolomit und Magnesit) als vernachlässigbar, so hat man praktisch als chemische Komponenten MgO , Al_2O_3 , SiO_2 und H_2O . Mit dem Projektionspunkt, der sich aus dem Verhältnis $MgO : Al_2O_3 : SiO_2$ errechnet, kann man in die von J. J. FAWCETT und H. S. YODER (1966) gegebenen Dreiecksdarstellungen für 2 Kb eingehen und so die zu erwartenden Paragenesen aus der chemischen Analyse bestimmen. Dieser Mineralbestand kann dann mit dem tatsächlich beobachteten Mineralbestand verglichen werden.

Von chemischen Analysen, die in diesem Sinne verwendbar sind, bieten sich folgende drei an:

1. **Talkum A** nach Analysenblatt der Firma Talkumwerke Naintsch. Das Rohmaterial hiezu wird durch händisches Aussuchen von rein weißen Stücken am Klaubband gewonnen. Talkum A besteht tatsächlich vorwiegend aus Talk, wie sowohl aus der Berechnung der chemischen Analyse, wie auch aus vielen röntgenographischen Kontrollen (Diffraktometeraufnahmen) folgt, vgl. Tab. I. Der Projektionspunkt für $MgO : Al_2O_3 : SiO_2$ liegt ebenfalls ganz nahe an der Linie, die Al-hältigen Talk darstellt, u. zw. in allen Diagrammen ab 425° C bei J. J. FAWCETT und H. S. YODER (1966); vgl. Abb. 1.

2. **Leuchtenbergit** nach A. SIGMUND (1916). Diese chemische Analyse, ganz offenbar an einem sehr reinen Leuchtenbergitschiefer ausgeführt, ist durch eine chemische Bestimmung von Al_2O_3 und MgO , ebenfalls an einem Leuchtenbergitschiefer bestimmt von A. WEBER (1938), bestätigt. Beide Analysen geben das selbe Verhältnis von $MgO : Al_2O_3$. Aus der Analyse bei A. SIGMUND (1916) errechnet man einen sehr eisenarmen Klinochlor (Leuchtenbergit) mit der Formel $[Mg_{1.87} Fe_{0.15} Al_{0.98}]_{3.00} (OH)_2 [(Si_{3.02} Al_{0.98})_{4.00} O_{10}] Mg_{3.00} (OH)_6$ und etwas Quarz. Der Projektionspunkt für $MgO : Al_2O_3 : SiO_2$ liegt in den Diagrammen für 450° C bzw. 475° C und 2 Kb nach J. J. FAWCETT und H. S. YODER (1966) ganz nahe der Linie der Chlorite, wobei Quarz koexistiert; vgl. Abb. 1. Bei Temperaturen von 425° C und niedriger müßte mit dem Chlorit (und eventuell Quarz) noch Montmorillonit auftreten.

3. **Talkum H** nach Analysenblatt der Firma Talkumwerke Naintsch. Während die Talksorten B—G auch künstliche Mischungen sind, entspricht Talkum H wieder einer natürlichen Mineralparagenese, die reichlich auftritt und rein äußerlich ein graugrünes, schieferiges Aussehen hat. Diffraktometeruntersuchungen solcher Rohsteine und auch der vermahlenden Ware zeigen sehr viel

Klinochlor, wechselnde, aber geringere Mengen von Talk, etwas Quarz und Dolomit; vgl. Tab. I. Die chemische Analyse läßt wohl einen solchen Mineralbestand berechnen, jedoch muß hiezu angenommen werden, daß der CO_2 -Gehalt viel niedriger ist (was auch der geringen Säurelöslichkeit entsprechen würde) und daß die so freiwerdende Menge als H_2O zu nehmen ist. Dabei bleibt dann immer noch ein geringes H_2O -Defizit.

Tabelle 1

Talkum A		Leuchtenbergit		Talkum H	
chemische Analyse nach Analysenblatt der Firma Talkumwerke Naintsch		chemische Analyse nach A. SIGMUND (1916)		chemische Analyse nach Analysenblatt der Firma Talkumwerke Naintsch	
SiO_2	61,0	SiO_2	34,34	SiO_2	46,3
Al_2O_3	1,4	Al_2O_3	16,45	Al_2O_3	12,6
—	—	Fe_2O_3	1,46	—	—
FeO	1,1	FeO	3,51	FeO	1,5
MgO	31,3	MgO	32,26	MgO	30,6
CaO	0,3	—	—	CaO	0,4
H_2O	4,8	Glühverlust	10,76	H_2O	4,6
CO_2	0,1	—	—	CO_2	4,0
	100,0	H_2O —	0,06		100,0
		SO_4	0,65		
			99,49		
$\text{SiO}_2 : \text{Al}_2\text{O}_3 : \text{MgO} = 65,1 : 1,5 : 33,4$		$\text{SiO}_2 : \text{Al}_2\text{O}_3 : \text{MgO} = 41,3 : 19,9 : 38,8$		$\text{SiO}_2 : \text{Al}_2\text{O}_3 : \text{MgO} = 51,7 : 14,1 : 34,2$	
aus der chemischen Analyse berechnet (Gew.-%)		aus der chemischen Analyse berechnet (Gew.-%)		aus der chemischen Analyse berechnet (Gew.-%)	
Talk	95,5	Klinochlor	92,0	Klinochlor	66,7
Klinochlor	2,5	Quarz	4,5	Talk	17,8
Dolomit	1,0	Erz	3,5	Quarz	12,7
Erz	1,0		100,0	Dolomit	1,3
	100,0			Erz	1,5
					100,0
Talk mit 0,9% Al_2O_3				Talk mit 1,1% Al_2O_3	
röntgenographisch bestimmt:				röntgenographisch bestimmt:	
Hauptbestandteil Talk, Spuren von Chlorit				sehr viel Klinochlor, wenig Talk, etwas Quarz und Dolomit	

Der Projektionswert für $MgO : Al_2O_3 : SiO_2$ liegt auch in den Diagrammen für 2 Kb und $450^\circ C$ bzw. $475^\circ C$ nahe dem Feld Quarz, Chlorit, Talk, aber doch noch im Feld Chlorit-Quarz; vgl. Abb. 1. Diese geringe Abweichung kann mannigfache Ursachen haben, deren Verfolgung aber nicht lohnt, da ja eine größere Genauigkeit kaum zu erreichen ist. Nebenbei sei nur bemerkt, daß es durchaus möglich ist, aus der vorliegenden Analyse ein Gemenge aus Quarz und einem Chlorit zu errechnen, der an der Grenze von Klinochlor und Pennin steht, und daß dadurch der Talkgehalt in der Rechnung nicht mehr aufscheint. Benützt man also die vorstehenden drei Analysen, um mit ihrem Verhältnis von $MgO : Al_2O_3 : SiO_2$ in die Diagramme für 2 Kb von J. J. FAWCETT und H. S. YODER (1966) einzugehen, so erhält man Bildungstemperaturen für die Paragenesen Talk-Klinochlor-Quarz von $450^\circ C$ bis $475^\circ C$ mit den Grenzen über $425^\circ C$ und unter $565^\circ C$. Diese Temperaturen erfahren nach den Angaben von J. J. FAWCETT und H. S. YODER (1966) bei höheren Drucken ebenfalls eine Erhöhung, u. zw. für 5 Kb etwa $25^\circ C$.

J. J. FAWCETT und H. S. YODER (1966) haben ein Verfahren angegeben, um den Al_2O_3 -Gehalt des Talkes mit Hilfe von 2θ (006) zu bestimmen, wobei Quarz als Eichsubstanz verwendet wird. Für den Talk des Rabenwaldes ergibt sich damit für 2 Kb $1,5\% \pm 0,2\%$ Al_2O_3 bzw. für 10 Kb $0,7\% \pm 0,2\%$ Al_2O_3 .

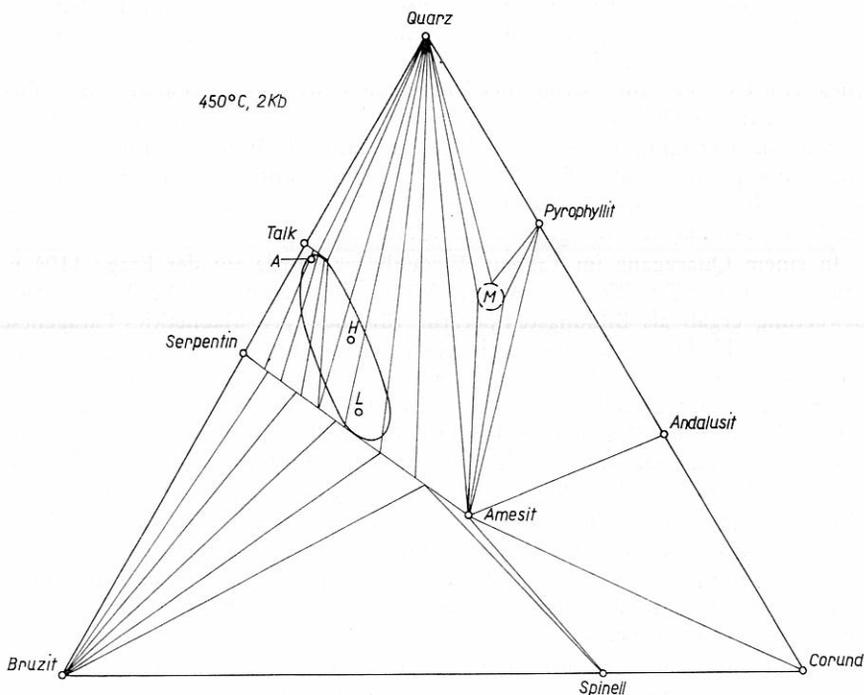


Abb. 1: Isotherme Projektion im System $MgO-Al_2O_3-SiO_2-H_2O$ für $450^\circ C$ und 2 Kb nach J. J. FAWCETT und H. S. YODER (1966); ferner ist eingetragen: A der Projektionspunkt für Talkum A, H der Projektionspunkt für Talkum H und L der Projektionspunkt für die Leuchtenbergitanalyse bei A. SIGMUND (1916), vgl. Tab. I. Der umgrenzte Bereich stellt etwa die Variationsbreite für die technisch genutzte Paragenese Talk-Chlorit-Quarz der Lagerstätten des Krughofkogels, Rabenwald, dar.

Durch zahlreiche Diffraktometeraufnahmen ist der Mineralbestand an Proben der technisch genutzten Talk-Chlorit-Quarz-Paragenese der Talklagerstätte im Krughofkogel-Bereich des Rabenwaldes bestimmt worden. In der Abb. 1 ist der Umfang der dabei gefundenen Variationsbreite ungefähr angedeutet.

Einige weitere Reaktionsgleichungen, die bei der Bildung von Talk aus kieseligem Dolomit von Bedeutung sind, haben P. W. METZ und H. G. F. WINKLER (1963), hier auch weitere Literaturangaben, untersucht. Diese Reaktionen sind für die vorliegende Fragestellung einer Abschätzung der Bildungstemperatur meist nicht ohne weiteres brauchbar, da sie einerseits divariante Gleichgewichte darstellen, andererseits wohl auch Vorstellungen über die Bildungsart voraussetzen, und auch die erforderlichen Phasen nicht oder nicht im kleinen Volumen nebeneinander vorkommen. So fehlt z. B. offenbar Kalkspat, der mit den vorhandenen Phasen Diopsid bilden und auf diese Weise eine weitere Temperaturbegrenzung nach oben angeben könnte. Für die von P. W. METZ und H. G. F. WINKLER (1965) untersuchte Reaktion Tremolit + Dolomit = Forsterit + Kalkspat + Dampf treten die Phasen Tremolit und Dolomit wohl auf, jedoch gelang es in dem zur Zeit vorliegenden Material nicht, beide nebeneinander in kleinem Volumen zu finden. Nimmt man aber an, daß die beiden Phasen doch miteinander reagieren konnten, so kann aus dem Fehlen von Forsterit geschlossen werden, daß die Temperatur zur Bildung dieses Minerals nicht erreicht wurde. Es ist natürlich weder der Gesamtdruck noch der Partialdruck von CO_2 bekannt; wegen des Vorhandenseins von Karbonaten muß aber ein merkbarer CO_2 -Partialdruck geherrscht haben. Unter diesen Annahmen folgt aus dem Diagramm bei P. W. METZ und H. G. F. WINKLER (1965), daß die Bildungstemperatur unter 500°C , vielleicht auch unter 450°C gelegen sein könnte, falls der Gesamtdruck 500 Atmosphären betragen hat; bei höheren Drucken verschiebt sich das gegen höhere Temperatur.

In einem Quarzgang im Tagbau Wiedenhofer wurde auf der Etage 1104 m vom Werksleiter TH. WOAT Pyrit mit Magnetkies gefunden. Die Temperaturauswertung ergab als Bildungstemperatur für die Pyrit-Magnetkies-Paragenese etwa 310°C , H. HERITSCH (1965), hier auch weitere Literatur. Das liegt bei entsprechenden Drucken wohl knapp über der Bildungstemperatur von Talk aus Dolomit und Quarz nach P. W. METZ und H. G. F. WINKLER (1963), erfüllt aber noch nicht die Möglichkeit der Talk-Klinochlor-Quarz- bzw. Klinochlor-Quarz-Paragenese, wie sie beobachtet wird, die immerhin bei 2 Kb Temperaturen über 425°C erfordert. Man wird hier daher die schon angedeutete Möglichkeit, H. HERITSCH (1965), eher als gegeben annehmen, daß nämlich dieser Quarzgang erst nach der Bildung der Talklagerstätte eingedrungen ist, z. B. auch bei Abklingen der Bildungsbedingungen. Jedenfalls ist natürlich nach Eindringen des Pyrit-Magnetkies-Quarzanges die Lagerstätte nicht wieder über 310°C erwärmt worden.

Zusammenfassend kann folgendes gesagt werden: Unter der Voraussetzung, daß innerhalb kleiner Volumina das chemische Gleichgewicht erreicht worden ist, und unter der Voraussetzung, daß die Diagramme von J. J. FAWCETT und H. S. YODER (1966) hier anwendbar sind, kann bei einem Gesamtdruck von 2 Kb die Bildungstemperatur für die Talklagerstätten auf dem Rabenwald mit etwa 450°C bis 500°C , vielleicht auch bis 550°C angenommen werden. Das stimmt auch mit den allgemeinen Darstellungen bei H. G. F. WINKLER (1964) überein.

Zum Schluß danke ich der Firma Talkumwerke Naintsch, Graz, für die Möglichkeit, die beiden Analysen publizieren zu können.

Literaturverzeichnis

- CLAR E., FRIEDRICH O. M. und MEIXNER H. (1963): Die Talklagerstätten des Rabenwaldes, Oststeiermark. Österr. Mineralog. Gesellschaft, Sonderheft Nr. 5, 53.
- FAWCETT J. J. und YODER H. S. (1966): Phase relations of chlorites in the system $MgO-Al_2O_3-SiO_2-H_2O$. *Am. Min.*, **51**, 353.
- FRIEDRICH O. M. (1946): Die Talklagerstätten des Rabenwaldes, Oststeiermark. *Berg- und Hüttenm. Mh.*, **92**, 66.
- (1951): Zur Genese ostalpiner Spatmagnetit- und Talklagerstätten. *Radex-Rundschau*, 281.
- KORITNIG S. (1940): Bemerkung zum Chemismus eines alpinen Talkvorkommens. Eine Richtigstellung. *Berg- und Hüttenm. Mh.*, **88**, 121.
- MEIXNER H. (1930): Neue Mineralfunde in den österreichischen Ostalpen. *Mitt. naturw. Ver. Steiermark*, **67**, 104.
- (1952): Neue Mineralfunde in den österreichischen Ostalpen XII. *Carinthia II*, **142**, 27.
- (1956): Rutilkristalle vom Rabenwald, Oststeiermark. *Mitt. Abt. Min. Joanneum, Graz, H. 1.*, 15.
- METZ P. W. und WINKLER H. G. F. (1963): Experimentelle Gesteinsmetamorphose VII. Die Bildung von Talk aus kieseligem Dolomit. *Geochim. et Cosmochim. Acta*, **27**, 431.
- (1965): Die Forsteritbildung bei der Metamorphose quarzführender Dolomite. *Kurzreferate der Vorträge, 43. Jahrestagung der Deutschen Min. Ges.*, 17.
- ROY D. M. und ROY R. (1955): Synthesis and stability of minerals in the system $MgO-Al_2O_3-SiO_2-H_2O$. *Am. Min.*, **40**, 147.
- SEGNIT E. R. (1963): Synthesis of clinocllore at high pressures. *Am. Min.*, **48**, 1080.
- SIGMUND A. (1916): Neue Mineralfunde in der Steiermark VI. *Mitt. naturw. Ver. Steiermark*, **52**, 355, besonders 369 ff.
- (1924): Neue Mineralfunde in der Steiermark XI. *Mitt. naturw. Ver. Steiermark*, **60**, 7.
- YODER H. S. (1952): The $MgO-Al_2O_3-SiO_2-H_2O$ system and the related metamorphic facies. *Am. Journ. Science*, Bowen volume, 569.
- WEBER A. (1938): Der „Paragonitschiefer“ vom Rabenwalde bei Anger, Oststeiermark. Eine Richtigstellung. *Zbl. Min. etc. Abt. A*, 252.
- WINKLER H. G. F. (1964): Das T-P-Feld der Diagenese und niedrig-temperierten Metamorphose auf Grund von Mineralreaktionen. *Beitr. Min. Petr.*, **10**, 70.

Anschrift des Verfassers: Univ.-Prof. Dr. Haymo HERITSCH, Mineralog.-petrograph. Institut der Universität, A 8010 Graz.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Mitteilungen der Abteilung für Mineralogie am Landesmuseum Joanneum](#)

Jahr/Year: 1967

Band/Volume: [1-2 1967](#)

Autor(en)/Author(s): Heritsch Haymo

Artikel/Article: [Über die Bildungstemperatur der Talklagerstätten auf dem Rabenwald 40-45](#)