Der Einfluss der Temperatur auf die Tonfraktion einer ägyptischen Bodenprobe

Autor(en): **Hamdi, H. / Epprecht, W.**

Objekttyp: **Article**

Zeitschrift: **Schweizerische mineralogische und petrographische Mitteilungen = Bulletin suisse de minéralogie et pétrographie**

Band (Jahr): **33 (1953)**

Heft 1

PDF erstellt am: **02.06.2024**

Persistenter Link: https://doi.org/10.5169/seals-26449

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.
Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.
Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

Ein Dienst der *ETH-Bibliothek*
ETH Zürich, Rämistrasse 101, 8092 Zürich, Schweiz, www.library.ethz.ch

http://www.e-periodica.ch

Der Einfluß der Temperatur auf die Tonfraktion einer ägyptischen Bodenprobe

Von *H. Hamdi* (Kairo) und *W. Epprecht* (Zürich)

I. EINLEITUNG

Die Tonfraktion der Böden beeinflusst verschiedene wichtige Eigenschaften derselben, wie z. B. die Durchlässigkeit, den Wasserhaushalt, die Ionenadsorption, das Wärmeleitvermögen etc. Dabei versteht man unter Tonfraktion alle mineralischen Bestandteile mit Korndurchmessern von weniger als 2 μ.

In früheren Arbeiten [1, 2] wurde röntgenographisch gezeigt, dass die Tonfraktion des Alluviumbodens des Nils dem Illit-Typus angehört. Illit trifft man öfters in Böden, und zwar bei verschiedenen Klimabedingungen. So wird er im feuchten Klima der Schweiz [3] und in Dänemark [4], wie auch im subtropischen Klima des alluvialen Bodens von Ägypten gefunden.

Neben Illit wurde im vorliegenden Ton auch ein röntgenamorpher Anteil nachgewiesen [2], und sehr schwache Röntgeninterferenzen zeigen ferner, dass Spuren von Quarz vorhanden sind.

II. HERKUNFT UND REINIGUNG DES MATERIALS

Das Tonmineral wurde von der Farm der landwirtschaftlichen Fakultät der Universität Kairo, welche 30° 2 N und 31° 13 Ost in Giza, 0,8 km westlich des Nils liegt, entnommen. Durch Aufschlämmungs- und Sedimentationsverfahren wurden die groben Bestandteile ausgeschieden. Zur Entfernung der vom Ton adsorbierten basischen Kationen Na, K, Ca, Mg usw. wurde das aufgeschlämmte Material bei Zimmertemperatur mit n/200 HCl behandelt. Durch die Wirkung der Salzsäure wird das Material in Wasserstoffton übergeführt.

Tabelle 1. *Intensität (I) und Netzebenenabstände (d) in KX der* (Fe-K-Strahlung).

Zimmertemp.		100° C		150° C		300° C		500° C	
I	d	I	d	I	d	I	d	I	d
—	—	—	—	m. s.	4,93	s.	5,02	m. s.	4,95
m.	4,44	m.	4,44	st.	4,47	st.	4,47	st.	4,47
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	s. s.	4,09	—	—	s. s.	4,09
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
m.	3,34	m.	3,34	st.	3,34	st.	3,35	st.	3,35
—	—	—	—	m. s.	3,20	m. s.	3,22	m. s.	3,21
—	—	—	—	s.	3,00	s. s.	3,00	s. s.	3,00
m.	2,82	m.	2,82	s. s.	2,78	s. s.	2,83	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	s.	2,69
m.	2,57	m.	2,57	m. st.	2,58	m. st.	2,56	m. st.	2,56
		—	—	m. st.	2,50	m. st.	2,50	m.	2,51
		—	—	—	—	—	—	—	—
		—	—	s. s.	2,30	—	—	s. s.	2,29
		—	—	—	—	—	—	—	—
		—	—	s. s.	2,06	s. s.	2,06	s. s.	2,03
s.	2,00	s.	2,00	—	—	s. s.	1,99	s. s.	1,99
s. s.	1,81	s. s.	1,81	s. s.	1,82	s. s.	1,81	s.	1,82
—	—	s.	1,71	s.	1,71	m. s.	1,71	m.	1,70
s.	1,66	s.	1,66	s. s.	1,65	s.	1,66	m. s.	1,66
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
s.	1,54	s.	1,54	s.	1,536	s.	1,536	m. s.	1,542
s.	1,50	m. s.	1,50	m. st.	1,509	m.	1,509	m. st.	1,511
		—	—	—	—	—	—	—	—
		—	—	s.	1,452	s.	1,455	s.	1,455
		—	—	—	—	—	—	—	—
		—	—	s.	1,376	s.	1,376	m.	1,376
				—	—	—	—	—	—
				—	—	—	—	—	—
				—	—	—	—	s.	1,256
				—	—	—	—	s. s.	1,228
				—	—	—	—	s. s.	1,189
				—	—	—	—	—	—
				—	—	—	—	—	—
				—	—	—	—	—	—

st. = stark, m. st. = mittelstark, m. = mittel

Röntgeninterferenzen des natürlichen Tones und seiner Glühprodukte

Vergleichsdiagramme nach [6].

700° C		800° C		Illit		Quarz		Hämatit	
I	d	I	d	I	d	I	d	I	d
s. s.	4,95	s. s.	4,95	s.	4,95 (004)				
s.	4,50	s.	4,49	st.	4,46				
—	—	s. s.	4,27			m.	4,26		
s. s.	4,10	s. s.	4,10	s. s.	4,11				
m. s.	3,68	m.	3,69	s. s.	3,64			s.	3,67
st.	3,35	st.	3,35	m. st.	3,33 (006)	st.	3,35		
s.	3,20	s.	3,20	s.	3,20				
s. s.	2,98	s. s.	2,98	s. s.	2,98				
—	—	—	—	s.	2,83				
m. st.	2,68	st.	2,68					st.	2,69
—	—	—	—	st.	2,56				
m. st.	2,51	st.	2,51					m. st.	2,51
s.	2,43	s.	2,43	s. s.	2,43	s.	2,43		
—	—	—	—	s.	2,37				
s.	2,20	m. st.	2,20					m.	2,20
—	—	—	—	s. s.	2,12				
s.	1,99	s.	1,99	s.	1,99	s. s.	1,98		
m. st.	1,83	st.	1,834			m. st.	1,834	m. st.	1,83
m.	1,69	st.	1,686					st.	1,69
s.	1,63	s.	1,633	s.	1,64	s. s.	1,64		
s.	1,594	s.	1,594					s.	1,59
m. s.	1,542	m. s.	1,542			m.	1,54		
—	—	—	—	m. st.	1,50				
m. st.	1,483	m. st.	1,480					m. s.	1,48
m. st.	1,452	m. st.	1,450			s.	1,45	m. s.	1,45
—	—	m. s.	1,417			s. s.	1,42		
m.	1,381	m.	1,381	s. s.	1,38	m.	1,38		
—	—	s. s.	1,352	s. s.	1,35			s. s.	1,34
—	—	s.	1,305	s. s.	1,30			s.	1,308
s.	1,258	s.	1,258	s. s.	1,25			s.	1,256
s. s.	1,228	s.	1,225					s. s.	1,225
s. s.	1,186	s.	1,186			s.	1,180		
s.	1,159	s.	1,159			s.	1,153		
s.	1,100	s.	1,100					s.	1,100
s.	1,052	s.	1,052			s.	1,049	s.	1,05

s. = schwach, s. s. = sehr schwach

Tabelle 2. *Pulver-Röntgenaufnahmen der bei 1100° C geglühten Tonfraktion und der darin vorhandenen Kristallarten.* Fe-K-Strahlung; nur α-Linien erwähnt. Diagramme der Mineralien nach [6].

Illit b. 1100° C geglüht		Hämatit		Cristobalit		Spinell		Mullit	
I	d	I	d	I	d	I	d	I	d
s. s.	6,17			s. s.	6,22				
s. s.	5,40			s. s.	5,33			m.	5,40
s. st.	4,05	s. s.	4,06	st.	4,04				
s.	3,66	s.	3,67						
m. st.	3,39							st.	3,39
s.	3,17			m. s.	3,14				
m.	2,87			m. s.	2,84	m.	2,86	m.	2,88
s.	2,75					m. s.	2,70	m.	2,70
s. st.	2,68	st.	2,69						
s.	2,52			m.	2,48			m.	2,54
s. st.	2,50	st.	2,51						
st.	2,43					st.	2,44	s.	2,42
s. s.	2,35							m.	2,39
s. s.	2,29					s.	2,24	s. s.	2,28
st.	2,20	m.	2,20					m.	2,20
s.	2,13			s.	2,12			m. s.	2,11
s. s.	2,09								
m. st.	2,04					st.	2,02		
s. s.	1,990			m. s.	1,92			s. s.	2,00
s. s.	1,887			m. s.	1,87			s. s.	1,88
m. st.	1,838	m. st.	1,83					s.	1,84
s. s.	1,795								
s. s.	1,760					s.	1,77		
st.	1,693	st.	1,69	s.	1,68			s. s.	1,699
s. s.	1,659					m. s.	1,65		
s.	1,596	s.	1,59			m. s.	1,59		
s.	1,563			s.	1,57	m. st.	1,56		
m.	1,526			s.	1,53			m.	1,520
m. st.	1,482	m. s.	1,48	s. s.	1,49				
st.	1,447	m.	1,45					s.	1,444
m.	1,436			s. s.	1,43	st.	1,43		
s. s.	1,413								
s. s.	1,367			s. s.	1,36	s.	1,37	s.	1,362
s. s.	1,344	s. s.	1,34					s. s.	1,344
s.	1,305	s.	1,308						
s.	1,282			s. s.	1,28	s.	1,28	m. s.	1,281
s.	1,256	s.	1,256						
s. s.	1,242					m.	1,23	s.	1,24
s.	1,200			s. s.	1,20				
s. s.	1,187	s.	1,188						
m. s.	1,159	s.	1,160						
m.	1,139					s.	1,13		
s. s.	1,123							s. s.	1,12
s. s.	1,107								
m.	1,101	s.	1,100						
s. s.	1,088			s.	1,09	m.	1,08		
s. s.	1,074								
s.	1,060							s. s.	1,06
m.	1,054	s.	1,05			m. st.	1,05		
s.	1,037	s. s.	1,03			s.	1,04		

Das Tonmineral wurde bis zur vollständigen Entbasung während 20 Tagen mit Salzsäure behandelt. Zum Nachweis der Entbasung wurden 5 g des Tons mit n NH_4Cl im Messkolben geschüttelt. Die Entbasung wurde als beendet betrachtet, als sich im Dispersionsmittel keine Ca- und Mg-Ionen mehr nachweisen liessen. Nach Beendigung der Behandlung mit Salzsäure wurde die Tonfraktion mit destilliertem Wasser solange ausgewaschen, bis das Waschwasser weitgehend chlorfrei war. Hierauf wurde das erhaltene Produkt bei 40° C getrocknet.

Für das Studium des Einflusses der Temperatur auf die Struktur des alluvialen Tons wurde 1 g im elektrischen Ofen während je 4 Stunden bei den Temperaturen 150°, 300°, 400°, 500°, 700°, 800° und 1100° C geglüht.

III. UNTERSUCHUNGS-RESULTATE

A. Die Änderung der Farbe

Beim Erhitzen der Proben von der Zimmertemperatur an bis 300° C bleibt die ursprüngliche, dunkelbraune Farbe der Tonfraktion erhalten. Bei der weiteren Steigerung auf 800° ändert sich die Farbe langsam nach ziegelrot. Die Probe, welche auf 1100° C erhitzt wurde, ist rotbraun. Je höher die Glühtemperatur war, desto intensiver ist die Farbe des Produktes. Dies beruht offenbar auf der unten erörterten Fe_2O_3-Bildung (Hämatit) aus einer im ungeglühten Zustand amorphen Eisenverbindung (vermutlich Hydroxyd).

B. Interpretation der Röntgen-Feinstruktur-Aufnahmen

Von allen Glühproben wurden Debye-Scherrer-Diagramme mit Fe-K-Strahlung in einer Kamera vom Durchmesser 114,4 mm aufgenommen.

Alle Diagramme, deren Netzebenenabstände auf Tabelle 1 verzeichnet sind, zeigen, dass die Struktur der vorliegenden Tonfraktion im grossen und ganzen bis 800° C erhalten bleibt. Nur die Intensität der 004-Linie nimmt beim Erhitzen deutlich ab. Die Lage der 006-Linie erfährt durch die Erhitzung bis 600° C keine Änderung, währenddem 004 bei 300° C ein schwaches Beugungswinkel-Maximum durchläuft. Von 700° C an sind die starken Linien bei 2,56 Å und 1,50 Å sowie einige weitere schwache Linien des Illites nicht mehr nachweisbar.

Das Diagramm der Tonfraktion, welche bei Zimmertemperatur getrocknet worden war, zeigt keine Hämatit-Linien; hingegen zeigt bereits das 100° C-Diagramm einige der stärksten Hämatitlinien [1]. Sie weisen

die Entstehung einer kleinen Menge von α-Fe_2O_3 nach, das offenbar aus den amorphen Gelen [2] der Original-Tonfraktion gebildet wurde. Mit steigender Temperatur treten die Linien des Hämatits immer stärker in Erscheinung. Die Basenanteile (CaO, MgO, Al_2O_3)*) der Tonfraktion des ägyptischen Bodens reagieren bis 800° C nicht.

Eine Erhitzung des Präparates auf 1100° C verändert dasselbe vollständig: die Hämatit-Linien treten stärker in Erscheinung und der Illit zerfällt vollständig unter Neubildung von Spinell, Mullit und Cristobalit. Der Al-Anteil reagiert mit dem Mg und bringt den Spinell hervor. Ferner bildet Aluminium mit SiO_2 zusammen Mullit, und der SiO_2-Rest gibt zur Cristobalitbildung Anlass. Die Tabelle 2 zeigt das erhaltene Röntgendiagramm im Vergleich zu den Diagrammen der genannten Reaktionsprodukte (letztere nach [6]). Eine deutliche Intensitätszunahme der Quarzinterferenzen ab 700° zeigt, zusammen mit den Intensitätsveränderungen der Illitlinien, dass bereits bei dieser Temperatur der Illit zu zerfallen beginnt. Der Quarz geht beim weiteren Erhitzen auf 1100° in Cristobalit über.

Grim und Bradley [7] erhielten durch Erhitzen des reinen Illites einen Spinell.

C. Auswertung der DTA-Kurve

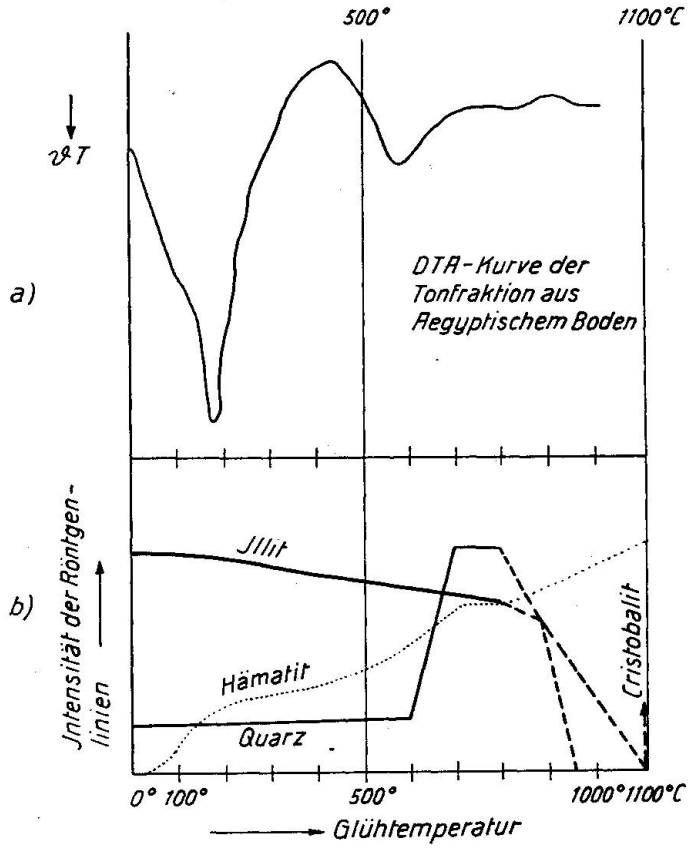
Von der Tonfraktion wurde im agrikulturchemischen Institut der ETH Zürich eine DTA-Kurve (differentialthermische Analyse) aufgenommen (Fig. 1a). Sie zeigt eine endothermische Reaktion bei 570° und eine exothermische bei ca. 900° C an. Diese Reaktionen entsprechen denjenigen des reinen Illites [5], so dass auch auf diesem Wege die Illit-Natur unseres Tones nachgewiesen ist.

Weitere Untersuchungen an dem Tone — welche demnächst veröffentlicht werden — haben gezeigt, dass Illit Wasser (OH) zwischen 350° und 600° C verliert. Das Kristallgitter wird jedoch erst bei höheren Temperaturen zerstört, und zwar wie oben bereits angedeutet wurde zur Hauptsache erst oberhalb von 800° C, vermutlich bei ca. 900° C, wo eine exotherme Reaktion stattfindet.

IV. ZUSAMMENFASSUNG

Anhand von Debye-Scherrer-Röntgenaufnahmen und einer DTA-Kurve wird gezeigt, dass die Tonfraktion eines ägyptischen Bodens aus

*) Vergleiche die chemische Analyse der Tonfraktion des ägyptischen Bodens [2].



Illit und wenig Quarz sowie amorphen (Fe-haltigen) Gelen besteht. Das Illitgitter zerfällt bei ca. 900° C, nachdem zwischen 350° und 600° Wasser abgegeben wird, und ab 700° bereits eine gewisse Gitterveränderung stattfindet. Gitterveränderung und Gitterzerfall sind mit Quarzbildung verbunden. Die amorphen Gele geben beim Glühen zur Bildung von Hämatit Anlass. Glühen bis 1100° C ergibt die Produkte Spinell, Mullit und Cristobalit; der Hämatit bleibt dabei erhalten.

Literatur

1. Hamdi H. und Naga M., Chemische und mineralogische Untersuchungen an ägyptischen Böden. Schweiz. Min. Petr. Mitt. **29** (1949) 537.
2. Hamdi H. and Naga M., A study of the clay fraction of the Egyptian soils. Experientia **8** (1952) 459.
3. Iberg R., Unveröffentlichte Untersuchung aus dem Agrikulturchemischen Institut der Eidg. Techn. Hochschule, Zürich.
4. Unmack A., X-ray investigation of some Danish clays. Royal Vet. and Agr. College 1947.

5. Cailière S. et Henin S., Actes Congrès Internat. Ceramique, Hollande (1948) 137.
6. X-ray-diffraction data. Am. Soc. for Testing Materials, 1950.
7. Grim R. E. and Bradley W. F., Investigation on the effect of heating on the clay minerals illite and montmorillonite. J. American Ceramic Soc. **38** (1940) 242.

Eingegangen 21. Januar 1953.