

Aus dem Institut für Mineralogie und Petrographie der Universität Graz

Sedimentpetrographische Untersuchungen an steirischen Lössen und Lößlehmen

Von Helmut Höller und Hans Kolmer

Mit Tafel II und 1 Abbildung im Text

Einleitung: Aus der Vielzahl der im steirischen Raum auftretenden Löß- und Lößlehmvorkommen wurden für eine sedimentpetrographische Untersuchung drei ausgewählt. Es sind dies ein Lößlehm von Messendorf bei Graz, H. MOHR 1923, J. FINK 1961 und H. FLÜGEL 1961; ein Löß von Friesach bei Peggau, L. WAAGEN 1930 und H. FLÜGEL 1961 und ein Lößlehm von Weitendorf bei Wildon, A. WINKLER-HERMADEN 1960.

Probenentnahme und Untersuchungsmethodik: Die Probenentnahme erfolgte bei den einzelnen Aufschlüssen aus senkrechten Wänden. Dazu wurde die vorderste Schichte der Wand abgegraben und das Material aus einer Tiefe von ungefähr 35 Zentimeter entnommen; die Probenmenge betrug durchschnittlich 0,5 Kilogramm, vgl. E. KÖSTER 1964.

Nach einer sorgfältigen Aufbereitung der Proben — sie geschah durch mäßiges Erwärmen in einer 0,01 n-Ammoniaklösung und leichtem Umrühren mit einem Gummipistill — erfolgte eine Trennung in verschiedene Korngrößenklassen. Nach einer Abtrennung der Anteile $> 200\mu$ mittels Sieb, wurden die Fraktionen $< 2\mu$ und $2-6\mu$ in Atterberg-Zylindern und die Fraktionen $6-20\mu$, $20-60\mu$ und $60-200\mu$ im Schlammzylinder nach Schöne bestimmt. Eine qualitative wie quantitative Mineralbestimmung der Korngrößen $> 20\mu$ erfolgte mikroskopisch aus Einzel-, Streu- und Schliffpräparaten.

Die Mineralien der Fraktionen $< 20\mu$ wurden röntgenographisch mit Debye-Scherrer-Aufnahmen (Kameradurchmesser 114,6 mm, gefilterte CuK- und FeK-Strahlung; aus Vergleichsgründen wurde mit λ für CuK $\alpha = 1,5392$ und für FeK $\alpha = 1,9340$ gerechnet) und differential-thermo-analytisch (D. T. A.-Apparatur Netzsch, Aufheizgeschwindigkeit $10^\circ/\text{Min.}$, Probenhalter Pt-Hülsen) untersucht.

Das Lößlehmprofil von Messendorf bei Graz

Das Lößlehmvorkommen in Messendorf bei Graz wird durch die Ziegelei der Firma HAUGENEDER, an der Straße Hart — Autal, aufgeschlossen. Vom Ostrand der Ziegeleigrube gibt J. FINK 1961 ein schematisches Lößprofil an. Die Probenentnahme aus den nach J. FINK 1961 angegebenen Horizonten erfolgte im Jahre 1961 anlässlich einer Exkursion mit Herrn Prof. FINK, wofür wir ihm auch an dieser Stelle danken. Aus der über acht Meter hohen Wand sind für die folgenden Untersuchungen von sechs Horizonten Proben entnommen worden; siehe Taf. II.

Wie aus folgenden Worten zu ersehen ist, besteht in der Korngrößenverteilung aller sechs Horizonte gute Übereinstimmung. Die Beträge der Abweichung

entsprechen durchaus einer GAUSS'schen Normalverteilung; siehe Dissertation H. KOLMER 1964.

Probenbezeichnung dieser Untersuchung	Horizonte nach J. FINK 1961
'a'	typischer Löß
'b'	Gleyfleckzone
'c'	Wurmrohrlöß
'd'	S-Horizont (Pseudogley)
'e'	Stablehm
'f'	S-Horizont (Pseudogley)

Die Korngrößenbestimmung an den sechs Horizonten ergab:

	< 2 μ^0 /o	2-6 μ^0 /o	6-20 μ^0 /o	20-60 μ^0 /o	60-200 μ^0 /o	> 200 μ^0 /o
'a'	5	5	17	57	16	—
'b'	9	6	18	45	21	1
'c'	6	6	21	42	23	2
'd'	9	8	21	42	19	1
'e'	5	7	16	46	25	1
'f'	6	6	16	46	24	2

Mikroskopische Untersuchung

An allen sechs Horizonten wurde von den Kornklassen > 200 μ , 60 bis 200 μ und 20—60 μ eine optische Mineralbestimmung durchgeführt.

Kornklasse > 200 μ : Im wesentlichen sind Quarz, Muskovit und Feldspat vertreten; daneben in sehr geringer Menge Chlorit, Turmalin, Hornblende, Rutil, Disthen, Klinoisit-Epidot. In dieser Kornklasse sind auch Gesteinsbruchstücke zu beobachten.

Quarz: Unregelmäßige, scharfkantige Bruchstücke; meist glasklar, daneben auch getrübe und solche mit sehr kleinen undurchsichtigen Einschlüssen.

Muskovit: Blättchen, ohne kristallographische Begrenzung; durchsichtig, häufig stark zerkratzt. Gelegentlich mit hochlichtbrechenden Einschlüssen. An optischen Daten wurden vom Muskovit bestimmt: $n_\beta = 1,592$, $n_\gamma = 1,597$; $2V_\alpha = 35-40^\circ$.

Feldspat: Plagioklas, weißlich getrübe Bruchstücke, An-Gehalt zwischen 20 und 25 %; teilweise mit leichten Zersetzungserscheinungen. Mikroklin, unregelmäßige Bruchstücke, manchmal mit erkennbarer Gitterung; ebenfalls mit Zersetzungserscheinungen.

Chlorit: Prochlorit, dunkelgrüne, schlecht begrenzte Blättchen, oft stark umkrustet von feinstkörniger Substanz. Bestimmt wurden $n_\alpha' n_\beta' = 1,621$, $2V_\gamma = 20-22^\circ$.

Turmalin: Körner, an denen noch manchmal Kristallflächen zu sehen sind. Es wurden sowohl Exemplare mit einem hellbraunen (ϵ) und dunkelbraunen (ω) als auch solche mit einem hellblauen (ϵ) und dunkelblauen (ω) Pleochroismus beobachtet.

Hornblende: gemeine grüne; teils körnig, teils faserig, mit Hervortreten der Spaltrisse nach $\{110\}$. Bestimmt wurde n_β mit 1,653. Häufig mit Rutil Einschlüssen.

Rutil: Vereinzelt konnten Bruchsplitter gefunden werden.

Disthen: Spaltstücke nach $\{100\}$; farblos. Auslöschungsschiefe γ/Z um 30° .

Klinoisit-Epidot: Längliche Bruchstücke ohne deutliche Begrenzung. Neben farblosen Kristallen mit anomaler blauer Interferenzfarbe (Klinoisit) sind solche mit gelber Farbe zu beobachten (Epidot).

Gesteinsbruchstücke: Es wurden nur ganz wenige gefunden. Sie erreichen einen Durchmesser bis zu drei Millimetern. Der überwiegende Teil setzt sich aus kristalloblastisch verzahnten Quarzen zusammen, die nach der Trenerschen γ -Regel eingeregelt sind. Weitere Gesteinsbruchstücke bestehen aus Quarz, Plagioklas mit 15 % An und Mikroklin mit deutlicher Gitterung; seltener sind solche mit Quarz und Glimmerschüppchen sowie Quarz mit graphitischen Lagen. Aufgefallen sind noch Gesteinsbruchstücke mit gemeiner grüner Hornblende und Plagioklas mit 20 % An. Es handelt sich offenbar um Bruchstücke von Quarziten, Gneisen und Amphiboliten.

Die Kornklassen 60—200 μ und 20—60 μ bestehen hier ebenfalls wie die Kornklasse > 200 μ hauptsächlich aus Quarz, Muskovit, Plagioklas und Mikro-



Taf. II: Ostwand der Ziegeleigrube der Fa. HAUGENEDER in Messendorf bei Graz, Verhältnisse im Herbst 1961. Die einzelnen Horizonte, aus denen die Proben 'a' bis 'f' entnommen wurden, sind mit Pfeilen bezeichnet.

klin; daneben in geringen Anteilen Chlorit, Turmalin, Hornblende, Rutil, Disthen, Klinozoisit-Epidot; weiters Zirkon, Granat, Titanit und Erz. Hinzu kommen braune blättchenförmige Aggregate, optisch nicht identifizierbar.

Eine quantitative Mineralverteilung in diesen zwei Kornklassen wurde für alle sechs Horizonte durchgeführt. Es wurden jeweils 800 Körner ausgezählt: Quarz, Muskovit, Feldspat (Plagioklas und Mikroklin), braune Aggregate, Chlorit, hochlichtbrechende Minerale (Turmalin, Hornblende, Rutil, Disthen, Klinozoisit-Epidot, Zirkon, Granat, Titanit) und opaker Anteil.

Der Mineralbestand der Kornklasse 60—200 μ in %:

	Quarz	Muskovit	Feldspat	braune Aggr.	Chlorit	hochlichtbr. Minerale	opaker Anteil
'a'	30	34	17	4	2	10	3
'b'	29	29	15	16	1	7	3
'c'	33	28	15	17	2	4	1
'd'	31	24	11	28	2	3	1
'e'	29	22	15	25	1	6	2
'f'	30	24	9	30	1	4	2

Der Mineralbestand der Kornklasse 20—60 μ in %:

	Quarz	Muskovit	Feldspat	braune Aggr.	Chlorit	hochlichtbr. Minerale	opaker Anteil
'a'	23	36	23	1	1	14	2
'b'	21	38	20	7	1	8	5
'c'	26	34	24	4	1	9	2
'd'	25	30	17	20	2	5	1
'e'	26	29	21	12	1	8	3
'f'	24	32	18	17	2	4	3

Auch für den Mineralbestand der Kornklassen 60—200 μ und 20—60 μ gibt es in den sechs Horizonten Übereinstimmung. Ausnahme bilden die „braunen blättchenförmigen Aggregate“, deren Anzahl gegen die tieferen Horizonte zunimmt.

Eine weitere quantitative Mineraluntersuchung wurde von den hochlichtbrechenden Mineralien der Kornklasse 60—200 μ ebenfalls von allen sechs Horizonten ausgeführt. Gezählt wurden die Mineralien Turmalin, Hornblende, Rutil, Disthen, Klinozoisit-Epidot, weiters Zirkon in farblosen Bruchstücken, rosarote Splitter von Granat und farblose Titanitbruchstücke. Als Erz lagen opake rundliche Körner vor.

Die Verteilung der hochlichtbrechenden Mineralien und opaken Anteile der Kornklasse 60—200 μ in den einzelnen Horizonten in %:

	Turmalin	Hornblende	Rutil	Disthen	Klinoz.- Epidot	Zirkon	Granat	Titanit	Erz
'a'	1	22	8	—	38	3	2	5	21
'b'	3	7	16	—	39	2	1	—	32
'c'	3	15	15	—	39	1	3	3	21
'd'	3	2	18	2	34	2	2	—	37
'e'	2	2	17	—	47	2	2	6	22
'f'	6	5	21	—	33	1	2	1	31

Differential-thermoanalytische und röntgenographische Untersuchung

DTA-Aufnahmen der Korngröße $< 2\mu$ und $2-6\mu$ der Horizonte 'a' bis 'f' zeigen denselben Kurvenverlauf. In Abb. 1 sind die DTA-Kurven der Fraktion $< 2\mu$ der sechs Horizonte wiedergegeben.

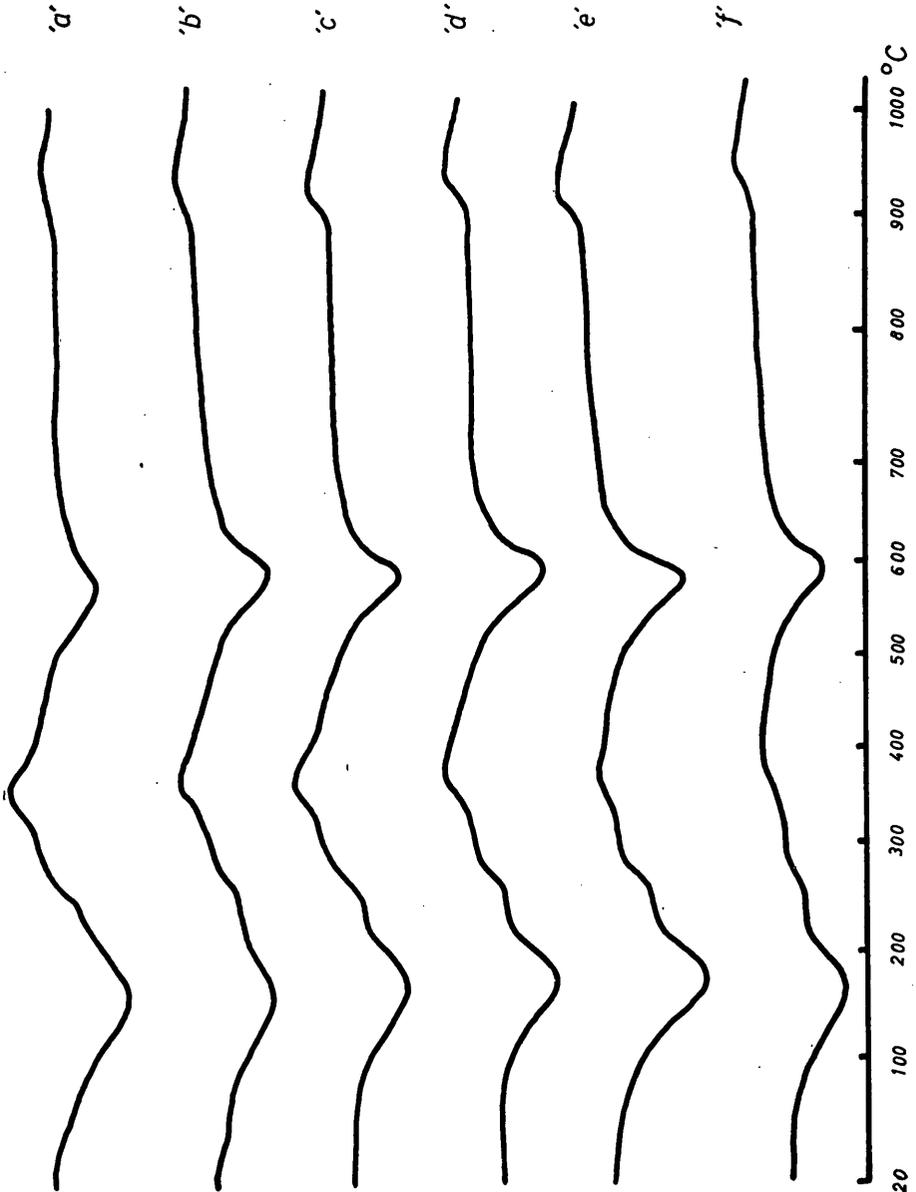


Abb. 1: DTA-Kurven der Kornfraktion $< 2\mu$ aus den sechs Horizonten von der Ziegelgrube HAUGENEDER in Messendorf bei Graz.

Außer dem exothermen Effekt, der zwischen 300° und 400° C auftritt, sind alle übrigen Effekte typisch für Illit, vgl. z. B. R. E. GRIMM und W. F.

BRADLEY 1948, R. C. MACKENZIE 1957. Das Fehlen einer endothermen Reaktion im Temperaturbereich 900—950 ° C wird als charakteristisch für dioktaedrischen Illit gedeutet, R. C. MACKENZIE 1957.

Der exotherme Effekt zwischen 300 ° und 400 ° C kann auf organische Beimengungen oder aber auch auf einen Kristallisationszustand von FeIII-Oxyd und Hydroxyd zurückzuführen sein, F. SCHEFFER, E. WELTE und F. LUDWIG 1958, W. SCHELLMANN 1959/60. Nach Behandlung mit H₂O₂ (30 %) zeigte sich dieser exotherme Effekt nicht mehr, A. KRAUSE 1961, H. HÖLLER und I. SCHÖSSER 1965.

Eine röntgenographische Mineralbestimmung mittels Debye-Scherrer-Aufnahmen der Fraktionen 2—6 μ und < 2 μ der Horizonte 'a' und 'b' ergab ebenfalls als überwiegenden Anteil Illit. Daneben konnte noch Quarz und ein Montmorinmineral festgestellt werden.

Eine röntgenographische Untersuchung (DEBYE-SCHERRER-Verfahren) der optisch nicht näher bestimmbaren braunen blättchenförmigen Aggregate aus den Kornklassen 60—200 μ und 20—60 μ ergab ein Gemenge von trioktaedrischem Illit, Montmorinmineral, Goethit und Lepidokrokit. Ob es sich hier um ehemalige Biotite handelt, kann nur vermutet werden.

Aus dem vorliegenden Untersuchungsergebnis ist zu ersehen, daß das über acht Meter hohe Lößlehmprofil von Messendorf hinsichtlich der Korngrößenverteilung und des Mineralbestandes gleichmäßig aufgebaut ist.

Der Löß von Friesach bei Peggau

L. WAAGEN 1930 und H. FLÜGEL 1961 erwähnen von Friesach/Peggau dieses Lößvorkommen neben anderen in diesem Gebiet des Murtales. Es liegt südlich Peggau an der Südspitze des Hienings.

Hohlwege, die dieses Gebiet durchziehen, sind tief eingeschnitten und von steilen, fast senkrechten Wänden begrenzt, wie das für Lößlandschaften typisch ist. Im Löß eingelagert findet man oft dezimetergroßen Blockschutt, der von kleinen Bergstürzen herrühren dürfte.

Eine Korngrößenbestimmung ergab:

< 2 μ = 2 %	20—60 μ = 60 %
2—6 μ = 3 %	60—200 μ = 28 %
6—20 μ = 6 %	> 200 μ = 1 %

Mikroskopische Untersuchung:

Kornklasse > 200 μ : Hauptbestandteil sind Quarz und Muskovit; weiters Biotit; dann Feldspat; in geringerer Menge Kalzit, Chlorit, Turmalin, Hornblende und Granat. Sehr selten sind nicht näher bestimmte Gesteinsbruchstücke. Bemerkenswert ist hier das Auftreten von Schneckenchalen.

Quarz: splittrige, farblose Bruchstücke; Einschlüsse wurden nicht beobachtet.

Muskovit: unregelmäßig begrenzte Blättchen; häufig mit nicht näher bestimmbaren hochlichtbrechenden Einschlüssen. An optischen Daten wurden bestimmt: $n_\beta = 1,592$, $n_\gamma = 1,597$, $2V_\alpha = 30-35^\circ$.

Biotit: Ebenfalls in unregelmäßig gestalteten Blättchen; häufig randlich von einer feinstkörnigen Substanz umkrustet. $2V_\alpha$ schwankt zwischen 5 und 15 °.

Feldspat: Plagioklas, Bruchstücke mit einem An-Gehalt um 30 %; Einschlüsse von sehr kleinen hochlichtbrechenden Körnern sind fast immer zu beobachten. Mikroklin, durchsichtige Bruchstücke.

Kalzit: Es liegen gut gerundete Körner vor. Zwillingslamellierung kann beobachtet werden.

Chlorit: Prochlorit, grüne Blättchen, schlecht begrenzt, oft fleckenförmig von nicht erkennbarer feinstkörniger Substanz verunreinigt. An optischen Daten konnten bestimmt werden: $n_\beta = 1,620$, $2V_\gamma = 20-22^\circ$.

Turmalin: Bruchstücke mit einem Pleochroismus hellbraun (ϵ) und dunkelbraun (ω); $n\omega = 1,641$.

Hornblende: gemeine grüne; leicht gerundete Bruchstücke mit deutlichem Pleochroismus von hellgrünlich (α) — dunkelgrün (γ).

Granat: rosarote, splittrige Bruchstücke.

Gesteinsbruchstücke: Neben feinkörnigen Quarzitstücken und phyllitähnlichen Bruchstücken finden sich Kalksteine.

Weiters wurden Reste von Schnecken in sehr großer Zahl, aber auch ganze Gehäuse von Lößschnecken gefunden. Eine Zusammenstellung der hier auftretenden Schneckenfauna gibt H. FLÜGEL 1961.

In den Kornklassen 200—60 μ , 60—20 μ und 20—6 μ werden neben den o. a. beschriebenen Mineralien noch Klinozoisit-Epidot, Zoisit, Rutil, Titanit, Zirkon und Erz festgestellt.

Für eine quantitative Mineralverteilung der Kornklassen 200—60 μ , 60—20 μ und 20—6 μ wurden jeweils 400 Körner gezählt: Quarz, Muskovit, Biotit, Feldspat (Plagioklas, Mikroklin), Kalzit, Chlorit, hochlichtbrechende Minerale (Turmalin, Hornblende, Granat, Klinozoisit-Epidot, Zoisit, Rutil, Titanit, Zirkon) und opaker Anteil. In der Kornklasse 20—6 μ konnte ein kleiner Prozentanteil nicht bestimmt werden.

Mineralverteilung in %:

Kornklasse	Quarz	Muskovit	Biotit	Feldspat	Kalzit	Chlorit	hochlichtbr. Minerale	Erz	nicht bestimmt
200—60 μ	28	23	9	17	2	1	18	2	—
60—20 μ	18	26	10	18	1	6	19	2	—
20—6 μ	15	49	13	6	—	7	6	2	2

Eine quantitative Bestimmung der hochlichtbrechenden Minerale aus der Kornklasse 200—60 μ zeigte das Vorherrschen von Granat und Hornblende sowie Klinozoisit-Epidot.

Differential-thermoanalytische und röntgenographische Untersuchung

Die Korngrößen 2—6 μ und $< 2\mu$ setzen sich auf Grund von DTA-Aufnahmen und DEBYE-SCHERRER-Aufnahmen überwiegend aus Muskovit und Illit zusammen. Quarz, Chlorit und ein Montmorinmaterial sind im geringeren Maße noch festzustellen.

Der Lößlehm von Weitendorf bei Wildon

Am Nordrand des Weitendorfer Basaltbruches ist eine mehrere Meter mächtige Lehmdecke gut aufgeschlossen, die hier den Basalt überlagert, A. WINKLER-HERMADEN 1960. Aus dieser Lehmüberlagerung wurden im Jahre 1961 für die folgenden Untersuchungen Proben entnommen.

Eine Korngrößenbestimmung ergab:

- $< 2\mu = 9\%$
- 2—6 $\mu = 7\%$
- 6—20 $\mu = 13\%$
- 20—60 $\mu = 42\%$
- 60—200 $\mu = 26\%$
- $> 200\mu = 3\%$

Mikroskopische Untersuchung:

Der Anteil $> 200\mu$ besteht durchwegs aus Quarz, in eckiger und auch rundlicher Ausbildung, farblos oder leicht gelblich gefärbt, wenigen Feldspatbruchstücken (Mikroklin mit

Gitterung, Plagioklas mit An-Gehalt 25—30 %), hell-dunkelbraunen, eckig-splittrigen tonigen Konkretionen und nicht näher bestimmbar Gesteinsbruchstücken.

Die Kornklasse 200—60 μ besteht aus dem o. a. Quarz und Feldspat sowie Muskovit, in farblosen unregelmäßig gestalteten Blättchen, vereinzelt mit opaken Einschlüssen; $n\beta = 1,592$, $n\gamma = 1,597$, $2V\alpha = 30^\circ$.

Biotit: ebenfalls unregelmäßig geformte Blättchen, $n\beta' \gamma' = 1,630$; der Achsenwinkel liegt um 10° . Die Biotitblättchen zeigen sich durchwegs in einem „frischen“ Zustand; nur wenige sind randlich von einer feinstkörnigen Substanz umkrustet.

An hochlichtbrechenden Mineralien konnten in dieser Fraktion bestimmt werden: Klinozoisit-Epidot (nach einer quantitativen Bestimmung die Hauptmenge), α -Zoisit, Turmalin, Rutil, Hornblende, Disthen, Granat, Titanit und Zirkon. An Menge unbedeutend sind opake Anteile.

Qualitativ zeigen die Mineralien der Kornklassen 60—20 μ und 20—6 μ dieselben Eigenschaften wie in den größeren Fraktionen.

Die quantitative Mineralverteilung der Fraktionen 200—60 μ , 60—20 μ und 20—6 μ zeigt eine Zunahme der Glimmermineralien in den kleineren Fraktionen. Die Auszählung erfolgte an 400—500 Körnern jeder Kornklasse.

Mineralverteilung in %:

Kornklasse	Quarz	Muskovit	Biotit	Feldspat	hochlichtbr. Minerale	Erz	ton. Konkret	nicht bestimmt
200—60 μ	44	25	15	12	3	1	—	—
60—20 μ	20	37	26	7	5	2	3	—
20—6 μ	11	36	33	5	5	2	—	8

Differential-thermoanalytische und röntgenographische Untersuchung

Die Untersuchung der Fraktionen 6—2 μ und < 2 μ mit Hilfe des DTA-Verfahrens ergab ein Gemenge von Illit und ein Mineral der Kaolingrouppe.

Die DEBYE-SCHERRER-Aufnahme zeigte ein Vorherrschen von Muskovit und Illit; daneben Metahalloysit und Quarz.

Die röntgenographische Untersuchung der „tonigen Konkretionen“ zeigte, daß sich diese aus einem Montmorinmineral, Kaolinit und Illit zusammensetzen.

Zusammenfassung:

Von drei Löß- bzw. Lößlehmvorkommen der Steiermark wurde mit Hilfe von sedimentpetrographischen Methoden der Mineralbestand untersucht.

Am Lößlehmprofil von Messendorf bei Graz konnte gezeigt werden, daß die makroskopisch verschiedenen Zonen hinsichtlich der Korn- und Mineralverteilung sowie des Mineralbestandes keinen wesentlichen Unterschied zeigen. Der Lößlehm setzt sich vorwiegend aus den Mineralien Quarz, Muskovit und Feldspat zusammen. Karbonat, das für Löße typisch ist, fehlt. Im relativ hohen Anteil der Tonfraktion — Lößlehm — wird Muskovit mehr oder minder von Illit abgelöst.

Die Untersuchung des Vorkommens von Friesach bei Peggau ergab ein für Löß viel typischeres Bild. Hier liegt das Maximum in der Korngrößenverteilung um 50 μ . Weiters tritt neben Quarz, Feldspat, Muskovit und Biotit auch Karbonat auf. Das Vorkommen von Lößschnecken ist ebenfalls ein Kriterium für Löß. Die Tonfraktion ist mengenmäßig unbedeutend und wird hauptsächlich von Muskovit und Illit gebildet.

Die Lößlehmdecke über dem Basalt von Weitendorf zeigt bezüglich der Kornverteilung starke Ähnlichkeit mit dem Lößlehm von Messendorf. Unter-

schiede bestehen im Mineralgehalt: hier tritt neben Quarz und Muskovit, Biotit in großer Menge auf, während Feldspat hingegen zurücktritt. In der Tonfraktion wurde neben Illit und Quarz ein Mineral der Kaolingruppe bestimmt.

Herrn Prof. Dr. H. HERITSCH danken wir für die Anregung und Förderung dieser Arbeit.

Literaturverzeichnis:

- FINK J. 1961. Die Gliederung des Jungpleistozäns in Österreich. Mitt. Geol. Ges. Wien, 54, 1.
- FLÜGEL H. 1961. Die Geologie des Grazer Berglandes. (Erläuterungen zur geol. Wanderkarte d. Grazer Berglandes 1 : 100.000). Mitt. Mus. Bergb. Geol. Techn. Landesmus. „Joanneum“, Graz, 23.
- GRIM R. E. & BRADLEY W. F. 1948. Rehydration and dehydration of clay minerals. Amer. Min. 33, 50.
- HÖLLER H. & SCHÖSSER I. 1965. Sedimentpetrographische Untersuchungen an zersetzten Gesteinen der Koralpe. Mitt. Naturwiss. Ver. Steierm. (im Druck).
- KOLMER H. 1964. Ein Beitrag zur Sedimentpetrographie steirischer Löss- und Lößlehme. Dissertation Univ. Graz.
- KÖSTER E. 1964. Granulometrische und morphometrische Meßmethoden an Mineralkörnern, Steinen und sonstigen Stoffen. F. Enke Verlag Stuttgart.
- KRAUSE A. 1961. H₂O₂-Zersetzung durch kolloide FeIII-Hydroxyde und Ferri- te. Zs. anorg. u. allg. Chemie, 307, 229.
- MACKENZIE R. C. 1957. The differential thermal investigation of clays. Mineralogical Soc. London.
- MOHR H. 1923. Studien über den Lößlehm von St. Peter/Graz. Verh. Geol. BA. Wien, 113.
- SCHEFFER F., WELTE E. & LUDWIG F. 1958. Zur Frage der Eisenoxydhydrate im Boden. Chemie d. Erde, 19, 51.
- SHELLMANN W. 1959/60. Experimentelle Untersuchungen über die sedimentäre Bildung von Goethit und Hämatit. Chemie d. Erde, 20, 104.
- WAAGEN L. 1930. Aufnahmebericht über Blatt Graz. Verh. Geol. BA. Wien, 72.
- WINKLER-HERMADEN A. 1960. Über Quartärforschung im steirisch-südburgenländischen Becken. Anz. Akad. Wiss. Wien, math.-naturwiss. Kl. 97, 9.

Anschrift der Verfasser: Dr. Helmut HÖLLER, Institut für Mineralogie und Petrographie, Universität Graz; Dr. Hans KOLMER, Institut für Mineralogie und technische Geologie, Technische Hochschule Graz.