

HÜBL Harald Hans 1941

Zur Sedimentpetrographie der Diluvial- und Pliozän-
terassenlehre in der Oststeiermark.

Zeitschr.d.Deutschen Geolog.Ges., 93., H.9/10, 466-491.

**Zur Sedimentpetrographie der Diluvial- und Pliozän-
terrassenlehme in der Oststeiermark**

Ein Versuch der Charakterisierung mit Hilfe chemisch-
analytischer, mechanisch-analytischer und petrogra-
phisch-bodenphysikalischer Methoden.

Von HARALD HANS HÜBL, Karlsruhe.

(Mit 9 Textabbildungen.)

Inhaltsverzeichnis.

	Seite
A. Vorbemerkungen	467
Zielsetzung	467
I. Die pliozänen Terrassensedimente	467
II. Der diluviale Hochflutlehm von St. Johann bei Herberstein	468
a) Das Material, Handstück, Physiographie des Schliffes	470
b) Chemische Analyse des Hochflutlehmes, Berechnung, Schliffausmessung	471
c) Berechnung der Kata- und Epinorm mit Hilfe Nigglicher Molekularnormen	473

	Seite
III. Jungpliozäner Terrassenlehm von Hart (Pischelsdorf/Oststeiermark) ...	475
a) Handstück, Physiographie des Schliffes	475
b) Chemische Analyse des Terrassenlehms, Berechnung, Schliffausmessung	476
IV. Schwarzer, diluvialer Hochflutlehm von Gleisdorf (Graz-O)	477
V. Vergleich der Analysenergebnisse der drei Lehme	478
B. Bodenphysikalische Ermittlungen	480
I. Konsistenzgrenzen nach ATTERBERG	480
II. Zusammendrückbarkeit bei verhinderter Seitenausdehnung	481
III. Die Kornverteilung:	482
a) Vorbereitung der Probe	482
b) Spezifisches Gewicht	483
c) Kornverteilung im	484
1. diluvialen Hochflutlehm	484
2. pliozänen Terrassenlehm	486
3. diluvialen schwarzen Hochflutlehm	487
C. Zusammenfassung	490
D. Schriftenverzeichnis	491

A. Vorbemerkungen.

In den Jahren 1935—1938 führte der Verfasser eine Kartierung des Tertiärs zwischen Raab-Oberilz-Feistritz (Ost-Steiermark) durch. Im Laufe der Arbeiten machte sich der Mangel einer einfachen Methode zur Unterscheidung der altquartären Terrassenlehme von den jung- und jüngstpliozänen bemerkbar.

Zielsetzung

Im folgenden sei ein Vorstoß unternommen, diese bisher in Steiermark nicht untersuchten Sedimente mit Hilfe verschiedener Methoden zu charakterisieren.

Diese Untersuchungen werden für später von großem Interesse sein; einesteiis für die großen Straßenbauvorhaben und andernteils für die Planungen im Siedlungswesen, die bereits in Durchführung begriffen sind.

I. Die pliozänen Terrassensedimente

Im tieferen Pliozän fand in der steirischen Tertiärbucht Akkumulation von Sedimenten verschiedenster Ausbildungsweise statt, die bis ins mittlere Pliozän andauerte. Von da ab setzte Erosion ein, die sich im linearen und vertikalen Abtrag bemerkbar machte. Heute treten uns die Zeugen dieser oft ruckartigen Eintiefung — infolge tektonischer Vorgänge im unteren und mittleren ehemaligen Flußgebiet — als Terrassenkörper entgegen, die treppenförmig von den pliozänen Hochfluren und Kämmen abfallen bis zu den quartären Hoch- und Niederterrassen.

Oft sind die Terrassenkörper ineinandergeschachtelt, durch örtliche tektonische Vorgänge, Abschwemmung und — im oststeirischen Tertiärgebiet recht häufige Rutschungen — verwischt.

Naturgemäß schalteten sich in die ruckartigen Eintiefungsvorgänge (Ausbildung der Terrassenkörper) auch Perioden des relativen Eintiefungsstillstandes ein, die oft zur Aufschüttung von Schottern, Lehmen und

Sanden führte. Solche morphologisch-geologische Bildungen nennen wir mit HILBER (1912) *Überbaustufen*.

Die Überbaustufen (pliozäne und quartäre) zeigen eine eigentümliche Dreiteilung, die auf regional-tektonische Ursachen zurückzuführen ist, worauf QUIRING (1934) ausführlich die Gründe darlegte. Im steirischen Tertiärgebiet gilt diese Schematisierung ebenfalls. — Über dem Untergrund, meist jungtertiären Tonen und Sanden, stellt sich als Liegendes ein aus Schottern und Grobsanden — meist untermischt mit Kies und Lehmlagen — gebildeter Kiessockel ein, der mit einer meist vorhandenen Talsandlage als zweite Terrassenkomponente in die Terrassenbedeckung der Hochflutlehmschichte übergeht.

Genetisch ist die Abfolge so zu verstehen, daß das Grobmaterial in der tektonischen Stillstandszeit im Sedimentationsraum (Unterbrechung der regionalen Hebung des Ufergeländes) abgelagert wird. Die Talsandlage folgt in der Übergangszeit (Beginn der Hebung), während die Akkumulation des sand- und kiesarmen Hochflutlehmes zeitlich in die Beendigung der Hebungs- oder Austiefungsperiode fällt.

Der Hochflutlehm wird solange auf dem über das Mittelwasser emporsteigenden Kies- und Sandsockel abgesetzt, als Hochwasser den Sockel überflutet (QUIRING, 1934).

Diese allgemeine Regel ist mit Abweichungen fast stets zu beobachten und im steirischen Diluvium stärker ausgeprägt, als bei den jungpliozänen Ablagerungen der Oststeiermark.

Die altquartären Ablagerungen zeigen entweder ein Überhandnehmen des Liegenden (grobe Sedimentausbildung) oder der Hochflutlehmhaube. Das Verhältnis in den pliozänen Terrassenlehmen verschiebt sich meist sehr zugunsten der Lehmhaube. Dies hängt aber nicht mit tektonischen Vorgängen zusammen, sondern mit der Tatsache, daß

1. das Gefälle im Jungpliozän um fast die Hälfte geringer war als heute (HÜBL, 1939 b).
2. das Ausgangsmaterial ein feinkörnigeres gewesen ist, da es ja aus jungmiozänen, unterpliozänen Tonen, Feinsanden etc. bestand.

In anderen Gegenden sind die diluvialen und jungpliozänen Sedimente auf Grund ihres palaeontologischen, bzw. archäologischen Inhalts charakterisierbar. Diese Kennzeichen fehlen unseren Vorkommnissen fast ganz. (HÜBL, 1939 a.)

II. Der diluviale Hochflutlehm von St. Johann bei Herberstein (Oststeiermark)

Weit in das Tertiärgebiet des Nordteils der Grazer Bucht vorgelagert, liegt das Kristallinmassiv des Kulm, das durch den Feistritzfluß in 2 Klammern vom zusammenhängenden kristallinen Grundgebirge des Rabenwald- und Maßenbergstockes abgetrennt wird. Dort, wo die Herbersteinklamm bruchartig aufhört, schmiegen sich die weichen Formen des Tertiärs an den steileren Abfall des Grundgebirges an.

Im älteren Quartär räumte die Feistritz rechtsuferig alle Tertiärsedimente vom Grundgebirge: Weinberg-Hl. Grab (SO-Sporen des Kulms) aus und erweiterte das junge Tal zu fast zwei Kilometer breiter Flur, die sich SO-wärts dem ungarischen Tiefland zu, hinabzieht.

Am linken Ufer tauchen aus dem Jungtertiär einige Grundgebirgsschwellen auf (Kaibing, 470), die auch unter Diluvialbedeckung bis zum Talschluß bei St. Johann öfters zum Vorschein kommen und dem linksuferigen Ausräumen der Feistritz eine Schranke setzten.

Im Gebiet des Rabenwaldes machte sich seit mindestens jungpliozäner Zeit ein Aufsteigen bemerkbar, das uns in den Pendelschwingungen des Flusses und den Sedimentrelikten des Quartärs vorliegt.

Stufenweise glitt die Feistritz vom Obertiefenbach-Schieleiten-Hofwald-Hang ab und dem SO-Sporn des Kulmes zu.



Abb. 1.

Erst in jüngster Zeit erfolgte ein Rücksinken der Schollen am Grundgebirgsrand, was im alluvialen Gebiet zu Versumpfungen und ausgedehnten Vernässungen der Fluren führte. Ich weise auf das „Hartberger Moos“ hin.

Südöstlich des Ortes St. Johann zieht sich — ungefähr einen Quadratkilometer groß — eine diluviale Überbaustufe dahin. Die Erhebung über dem heutigen alluvialen Talboden beträgt 25—30 m. Etwa 500 m südöstlich der Bezeichnung „Dörfli“ (alte, österreich. Aufnahme 1:25 000) führt von der Bezirksstraße weg am Wegkreuz vorbei ein Hohlweg nach Nordosten.

Die Diluvialterrasse ist in einer Länge von 60×4 m gut aufgeschlossen.

Über steilgestellten Mikroklinggranit-Quarzdioriten, die sehr stark verwittert sind (? Trockenlegungsphase im Altdiluvium) setzten plötzlich Blockschotter ein. (Die Gerölle weisen durchschnittlich im Durchmesser 25 bis 40 cm auf.)

Die Geröllfamilien bestehen aus: Augengneisen, Amphiboliten, Hornblendeschiefergneisen, Diaphthoriten, Quarziten, Schiefergneisen des Kulms, der Birkfelder Gegend usw.

Es sind die Kristallin-Serien des oberen Feistritztales.

Auffällig ist, daß sich im Gegensatz zu den alluvialen Feistritzschottern keine Kohlengerölle darin befinden, was den Rückschluß zuläßt, daß zur damaligen Zeit die inneralpinen Kohlenlager des oberen Feistritztales nicht von Erosion berührt waren.

Die Schotter werden ins Hangende rasch geringmächtiger und keilen gegen Osten schnell aus. Darüber setzen fein- und feinstkörnige Serien ein. Im Hohlweg sind nun fast 4 m mächtige Feinsedimente aufgeschlossen. Sie haben makroskopisch vollständig das Aussehen von Lößen. In Abb. 1 sind die steilstehenden, lößartigen Wände zu sehen. Das Material weist — bis auf die hangendsten Partien — keine Anzeichen von einer Schichtung auf und scheint durchgehend homogen zu sein.

Es drängte sich die Frage auf: Haben wir es mit Löß zu tun oder mit Hochflutlehm, was sich — wie im folgenden bewiesen wird — zugunsten des letzteren entschied.

Etwa 100 Meter von der Bezirksstraße entfernt wurde ein Profil gestochen, und zwar geschah die Probenentnahme von unten nach oben (1—14) im Abstand von je 20 cm.

a) Das Material:

Im Handstück, das hellgelblich-braune Farbe besitzt, lassen sich nur feinste Quarze und Glimmerschüppchen mit freiem Auge erkennen. Es ist feinstkörnig, staubartig und läßt sich im trockenen Zustand aus der Wand herauschneiden.

1. Mineralbestand:

Zur Schliffuntersuchung wurde Material der Probenentnahmestelle Nr 7 des Profils als das mit dem durchschnittlichsten Aussehen gewählt.

Unter dem Mikroskop ließ sich Folgendes feststellen:

Quarze: Nach der Umgrenzung des Kornes lassen sich einwandfrei 2 Korngruppen unterscheiden: Während die eine vollkommen splittrig-kantige Umgrenzung aufweist, zeigt die 2. Gruppe, etwa $\frac{1}{3}$ der Körner, beachtliche Rundungen.

Diese Erscheinung ist darauf zurückzuführen, daß die gerundeten Körner aus dem umliegenden Jungtertiär stammen und daher schon mehrere Male umgelagert worden sind, während die splittrigen Quarze aus dem umgrenzenden Grundgebirge ihre Herkunft ableiten. Die Quarze zeigen meist undulöse Auslöschung und einzelne größere Körnchen Pflasterstruktur mit anormalem Blau

An einem unverletzten Quarzgroßkorn konnten optische Spannungserscheinungen beobachtet werden, die unter + Nikols als schattige Streifen („Böhmische Streifung“) erkennbar sind.

Meist sind die Quarze einschlußreich: kleinste Apatite, Zirkone, Muskowite, Einschlußbläschen und selten schungitisches Pigment.

- | | | |
|--------------------------------|---------------------------------------|------|
| 1. Überkorn: | über 0,05 mm \varnothing | 20%. |
| 2. Die Durchschnittsgröße ist: | 0,15 mm \varnothing | 40%. |
| 3. Kleinkornklasse: | 0,05 mm \varnothing | 30%. |
| 4. Quarzzerreibsel: | unter 0,05 mm \varnothing | 10%. |

Muskowit: Er ist stark vertreten. Die Trennung dreier Korngrößenklassen ist recht scharf: Durchmesser: 0,15 mm, 0,05 mm und darunter. Das kaum entwirr-

bare Grundgewebe ist zum größten Teil aus Serizitschüppchen aufgebaut. Einzelne Muskowitpakete zeigen Knickerscheinungen mit unverletzten Ecken, was auf ihre Herkunft aus dem nahen kristallinen Grundgebirge hindeutet.

Feldspäte: Sie treten stark zurück. Es sind Plagioklase, zum größten Teil Albite (Durchmesser 0,1 mm) und Oligoklase.

Selten konnten auch „gefüllte Plagioklase“ beobachtet werden, die Fülle besteht aus feinschuppigem Serizit + ? Klinozoisit.

Kaolin: Feldspäte zeigen mitunter deutliche Kaolinisierungserscheinungen. Es sind weißliche, feinstschuppig blättrige Aggregate, die noch schwach auslöschten. Andere Partien sind vollständig erdig und isotrop. Die Lichtbrechung ist niedriger als Kanadabalsam, Doppelbrechung schwach.

Die Feldspatumrisse sind selten zu bemerken.

Diese Tatsachen weisen wieder mit Nachdruck auf die Sedimententstehung am nahen kristallinen Grundgebirge hin, denn in den von mir bisher untersuchten jungtertiären Tonen und Sanden finden sich ausgedehnte Kaolinisierungen kaum.

Biotit: Äußerst selten. Nur feinste Schüppchen, ebenso Amphibole.

Chlorit: Meist sind es faserige Individuen: Im parallelen Licht zeigen sie deutlichen Pleochroismus: Stärkste Absorption parallel zur Spaltbarkeit. Grünlich-graue Töne. Senkrecht zur Basis intensiv gelblichgrün.

(? Klinochlor.)

Chloritoid: Ziemlich häufig. Selten bemerkt man TSCHERMAK'sche Verzwilligung, an den zueinander geneigten optischen Bezugssystemen zu erkennen.

In einem Fall konnte deutlich ein wohl ausgebildetes Viertel eines Chloritoidkreuzwillings beobachtet werden. Die optischen Bezugsrichtungen und Spaltrisse stehen fächerförmig zueinander.

Pleochroismus ist deutlich: n_{α} = hellbräunlichgrün, n_{β} = graubläulich (in Basisschnitten).

Zoisit: Es sind rundliche und stengelig nach den Spaltrissen zersprungene Körner. Die Größenverhältnisse liegen meist um 0,05 mm \varnothing .

Epidot: Selten nur in kleinen rundlichen Körnern.

Zirkon und Apatit: Als Einschlüsse.

b) Chemische Analyse des Hochflutlehms.

Es wurde Material aus allen 14 Proben zusammengemischt, um gute Durchschnittswerte zu erhalten.

Der Analysengang ist teils wie bei JAKOB (1928) angegeben, teils nach dem im Min. Petrogr. Institut d. Universität Graz üblichen Verfahren durchgeführt worden.

Zur Einwaage gelangte lufttrockenes Material. Die Alkalien wurden nach L. SMITH bestimmt.

In den Spalten sind Gewichtsprozent, Mol. und Atomverhältniszahlen angegeben.

Im Anschluß daran wurde der Versuch einer Berechnung des Hochflutlehms durchgeführt, wobei die im Schlift gemachten Beobachtungen zugrunde gelegt wurden.

Besonders die Schliffausmessung wurde sorgfältig durchgeführt und zeigte mit der Berechnung recht gute Werte, in Anbetracht der Schwierigkeit in der optischen Beobachtung im Schlift des Hochflutlehms.

		Mol. Quotient		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
Gewichts		× 1000		Quarz	Albit	Oligoklas	Kaolin	Al (OH) ₃	Muskowit	Biotit	Chlorit	Chloritoid	Zoisit Epidot	Ilmenit	Rutil	Apatit	Wad	Limonit	
%		I	II																
SiO ₂	61,93	1025	1025	646	90	18	50		150	24	4	4	39						
TiO ₂	1,49	19	19											10	9				
Al ₂ O ₃	15,48	151	302		30	5	50	20	150				8						
Fe ₂ O ₃	3,02	19	38																
FeO	1,49	21	21							8			(3)	10					
MnO	0,11	2	2																
MgO	1,54	38	38							24	6	8							2
CaO	1,59	28	28			1													
Na ₂ O	1,07	17	34		30	4							26			1			
K ₂ O	2,76	29	58						50	8									
H ₂ O u. 110°	3,57	(198)	(396)																
H ₂ O ü. 110°	5,62	(312)	(624)																
P ₂ O ₅	0,03	—	—																
CO ₂	—	—	—																
	99,70																		

Projektionswerte nach BECKE: Si 66,6
 U 25,7
 L 7,7
 100,0

Projektionswerte nach NIGGLI:

si = 336,2

al = 49,5

k = 0,63

ti = 6,2

qz = 170,8

fm = 26,2

mg = 0,48

p = ⊕

c = 9,2

alk = 15,1

B e r e c h n u n g.

	Gewichts-%	Volumen-%
1. Quarz: SiO_2	34,4	35,9
2. Albit: $\text{NaAlSi}_3\text{O}_8$	9,2	10,3
3. Oligoklas: $\text{NaAlSi}_3\text{O}_8 + 10\% \text{ an}$	1,7	1,9
4. Kaolin: $\text{H}_4\text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_9$	7,3	8,1
5. Aluminiumhydroxyd: $\text{Al}(\text{OH})_3$	1,8	2,0
6. Muskowit: $\text{KH}_2\text{Al}_3(\text{SiO}_4)_3$	26,2	26,0
7. Biotit $\text{KH}_2\text{AlMg}_3(\text{SiO}_4)_3$	3,3	3,3
8. Chlorit $\text{H}_4\text{Mg}_3\text{Si}_2\text{O}_9$	0,4	0,4
9. Chloritoid $\text{H}_4\text{Mg}_2\text{Al}_2\text{SiO}_9$ (Ottrelith)	1,2	0,9
10. Zoisit-Epidot $\text{HCa}_2\text{Al}_3\text{Si}_3\text{O}_{13}$ $\text{HCa}_2\text{Al}_2\text{FeSi}_3\text{O}_{13}$	6,9	5,9
11. Ilmenit Fe TiO_3	1,2	0,7
12. Rutil TiO_2	0,6	0,4
13. Apatit $\text{Ca}_4(\text{PO}_4)_3$	0,1	0,1
14. Wad MnO_2	0,1	0,1
15. Limonit $\text{Fe}(\text{OH})_3$	5,6	4,0
	100,0	100,0

S c h l i f f a u s m e s s u n g.

1. Quarz + Albit + Oligoklas + Kaolin	63,5
2. Muskowit + Grundmasse	31,1
3. Clorit	0,2
4. Chloritoid	0,9
5. Zoisit-Epidot	3,7
6. Ilmenit	0,6
	100,0 %

Berechnung der „Kata- und Epinorm“ des diluvialen Hochflutlehms mit Hilfe der Nigglichschen Molekularnormen.

Da jedes Gestein ja nur eine von verschiedenen Erscheinungsformen ist, so wurde im folgenden der Versuch unternommen, eine Synthese zwischen mineralogischer und petrographisch-chemischer Charakterisierung mit Hilfe der „Nigglichschen Molekularnormen“ durchzuführen (NIGGLI, 1933).

Die Mineralverbindungen werden nicht in Gewichts-, sondern in Molekulareinheiten berechnet. (In Form von Reaktionsgleichungen mit Molekular-koeffizienten.)

Zuerst wurde die Basis (100) berechnet.

Kp	9,8
Ne	5,8
Cal	4,7
Sp	6,4
H _z	3,8
C	1,8
Fs	3,1
Ru	1,1
Q	63,6
	100,0

Daraus die „Katanorm“:

Qr	16,32
Ab	9,66
An	7,82
Pyp	5,60
Alm	3,00
Sil	9,40
Hm	2,02
Ru	1,10
Q	<u>45,68</u>
	100,00

Würde also das Sediment des „diluvialen Terrassenlehmes“ in die p—t - Bedingungen der III. Tiefenstufe kommen, so müßten wir es als einen „Granulit im allgemeinen“ mit folgender petrographisch-chemischer Zusammensetzung ansprechen:

	%
Feldspat	33,80
Granat	8,60
Sillimanit	9,40
Erz	3,12
Quarz	<u>45,08</u>
	100,00

Zur Überprüfung der bereits im vorhergehenden berechneten und beobachteten Volumenprozent wurde noch die Berechnung der „Epinorm“ aus der „Katanorm“ durchgeführt:

Epinorm:		Analysenberechnung in Volumenprozenten:
Q	44,72	34,4
Ab	9,66	9,2
Olig	1,65	1,7
Ms	16,80	26,2
Bi	7,80	3,3
Ka	8,85	7,3
Ot	1,20	1,2
Zo	6,20	6,9
Ilm	1,20	1,2
Hm	1,42	5,6
Ru	<u>0,50</u>	0,6
	100,00	AlumHyd 1,8
		Apatit 0,1
		Wad 0,1
		Chlorit <u>0,4</u>
		100,0

Wir erkennen eine sehr gute Übereinstimmung der Werte der Berechnung der Epinorm und der Volumenprozent.

Nicht übereinstimmend sind die Werte für Limonit und Biotit. Während die Epinorm Bi: 7,8 und Hm 1,42 zeigt, sind die Volumenprozent für Biotit berechnet 3,3%, für Limonit aber 5,6%.

Biotit ist in feiner Verteilung in Lehmen sehr schwer auseinanderzuhalten, besonders bei Schliffausmessung. Die berechnete Epinorm scheint dem petrographischen Bild näher zu kommen als Volumenberechnung und Beobachtung: Limonit-Biotit.

III. Jungpliozäner Terrassenlehm von Hart bei Pischelsdorf (Oststeiermark)

Verfallene Ziegelgrube an der Reichsstraße.

a) Das Handstück weist erdig brüchige Formen und hellbraune Farbe auf. Stellenweise sind Quarzgerölle bis 5 mm verstreut, die vor der chemischen bzw. mechanischen Analyse ausgeklaut wurden. Mit freiem Auge sind nur selten Muskowite zu erkennen. Limonit reichert sich stellenweise zu Kluftüberzügen und im Gesteinsinnern zu oft reinen bohnerartigen Partien an.

U. d. M. lassen sich deutlich unterscheiden: Grundgewebe und Mineralkörner.

Quarze: Stark sind sie in zwei Kornklassen vertreten:

1. Grobkörner: 0,35–0,2 mm Ø.
2. Kleinkörner: 0,1–0,05 mm Ø.

Die meisten sind optisch gespannt und zeigen im Gegensatz zu den Körnern im Hochflutlehm ausgeprägte Rundung, was auf eine öftere Umlagerung und einen längeren Transport schließen läßt.

Feldspäte: Es liegen meist Albite vor. Einzelne Feldspäte zeigen Kaolinisierungs-Erscheinungen. Die Kaolinisierung ist meist durch Eisenoxydhydrate stark verwischt. Bei der Mikroreaktion mit stark verdünnter Salzsäure hellt sich die Limonitumwölkung etwas auf, so daß besser beobachtet werden kann.

Muskowit: Täfelchen bis 0,2 mm Länge. Sie weisen durch ihre gerundeten Enden auf weiten Transport und mehrfache Umlagerung hin.

Biotit: Sehr kleine Schüppchen.

Apatit: Selten, kleine Körnchen.

Bentonit: (Montmorillonit?): Im Grundgewebe lassen sich schuppige Mineralpartikelchen erkennen, die möglicherweise in diese Gruppe fallen. Eine optische Bestimmung ist wegen der starken Limonitumwölkung nicht mit absoluter Sicherheit möglich. Hier kann nur eine Röntgenaufnahme nach vorgehender Kataphorese Aufklärung bringen.

Rutil: Feinste Nadelchen, selten beobachtbar.

Turmalin: Kleinsie, annähernd dreieckige Basisschnitte.

Limonit: Im Gegensatz zu anderen Lehmverbindungen konnte hier die Beobachtung gemacht werden, daß die Limonitanreicherungen hier nicht die einzelnen Minerale krustenförmig einschließen, sondern sich die Limonitkongregationen im feinschuppigen Grundgewebe befinden. Das Gestein erhält dadurch eine eigenartige Fleckung.

Erze: Magnetit-Ilmenit in kleinsten Körnern. Bestimmung wegen der Limonitkruste schwer möglich.

Die Grundmasse ist von Eisenoxydhydraten verwölkt. Stellenweise kommt es zu direkter Bohnerbildung, wobei die Mitte tiefbraunschwarz bleibt und die Ränder im parallelen Licht goldgelb durchscheinend werden. Meist sammelt sich das $\text{Fe}(\text{OH})_3$ in den Zwickeln zwischen den einzelnen Mineralien an oder umhüllt sie (selten). An einzelnen Stellen konnte in geringem Maße Eisenoolithbildung beobachtet werden. Der Kern ist meist ein rundes Eisenhydroxyd-Kügelchen, und ringsherum zeigen sich wieder meist recht unregelmäßige Formen aus demselben Material. Alles wird sodann von schalig aufgebauten, locker gepackten Fe-Hydroxyden umschlossen.

b) Chemische Analyse des pliozänen Terrassenlehms.
Im allgemeinen gilt das im vorhergehenden beim Hochflutlehm Gesagte.

		1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11														
Gewichts %	Mol. Quot. × 1000	I	II	Quarz	Muskow	Biotit	Albit	Kaolin	Montm.	Epidot	Apatit	Limon.	Rutil	Wad		
															Mol. Quot.	
															× 1000	
SiO ₂	64,10	1061	1061	658	132	6	90	72	88	15						
TiO ₂	1,20	15	15										15			
Al ₂ O ₃	14,72	147	294		132		30	72	50	10						
Fe ₂ O ₃	5,29	33	66									66				
FeO	0,47	7	7			2				5						
MnO	0,18	3	3											3		
MgO	0,22	6	6			6										
CaO	1,95	35	35						22	10	3					
Na ₂ O	0,95	15	30				30									
K ₂ O	2,16	23	46		44	2										
H ₂ O u. 110°	3,26	(181)	(362)													
H ₂ O ü. 110°	5,33	(296)	(592)													
P ₂ O ₅	0,05	1	2								2					
CO ₂	—	—														
99,88																

Projektionswerte nach BECKE: Si 68,8
U 24,1
L 7,1
100,0

Projektionswerte nach NIGGLI:
si = 393,6 al = 54,6 k = 0,61 ti = 5,6 qz = 141,6
fm = 18,2 mg = 0,07 p = 0,4
c = 13,0
alk = 14,2

Berechnung.

		Gewichts-%	Volumen-%
1. Quarz	SiO ₂	30,3	31,1
2. Muskowit	KH ₂ Al ₃ (SiO ₄) ₃	29,9	29,4
3. Biotit	KH ₂ AlMg ₃ (SiO ₄) ₃	2,1	2,0
4. Albit	NaAlSi ₃ O ₈	8,5	9,3
5. Kaolin	H ₄ Al ₂ Si ₂ O ₉	8,8	9,5
6. Montmorillonit (CaMg)	Al ₂ Si ₄	8,9	10,4
7. Epidot	HCa ₂ Al ₂ FeSi ₃ O ₁₃	2,1	1,8
8. Apatit	Ca ₄ (PO ₄) ₃	0,3	0,3
9. Limonit	Fe(OH) ₃	8,0	5,5
10. Rutil	TiO ₂	0,9	0,6
11. Wad	MnO ₂	0,2	0,1
		100,0	100,0

Schliffausmessung.

	%
1. Quarz-Albit	45,5
2. Grundgewebe (Muskowit, Biotit, Kaolin, Montmorillonit)	51,4
3. Epidot	3,1
	100,0

IV. Schwarzer diluvialer Hochflutlehm von Gleisdorf (Graz-Ost)

(Anal. und ber. HANSELMAYER.)

Die diluviale Stadterrasse von Gleisdorf (Graz-O) bot im Sommer anlässlich des Reichsstraßenbaues einige interessante Aufschlüsse, die die Beobachtungen des Verfassers aus den Jahren 1935—38 (1930) nur bekräftigten.

Gegenüber dem Hause Hartberger Straße 33 bot sich folgender Aufschluß:

Über Schotter — bis von über Faustgröße — lagen feinere Flußsande, die ziemlich markant in tiefschwarze fette, asphaltartige Lehme übergingen (0,4 m).

Darüber lagen äußerst bildsame, grell-dottergelbe, etwa 20 cm mächtige Lehme, die mit einer Ortsteinschicht ins Hangenden abschlossen. Der Terrassenkörper wird aus lehmigen Sanden aufgebaut (80 cm), die in ziemlich gleichförmige Terrassenlehme übergehen und haubenartig die gesamte Terrasse einhüllen.

Analyse des schwarzen Hochflutlehmes:

(analys. und ber. HANSELMAYER) Min.-petr. Institut Graz

	%	Mol. V.Z.	Atom. V.Z.	
SiO ₂	56,76	945	945	
TiO ₂	1,38	17	17	
Al ₂ O ₃	20,03	197	394	
Fe ₂ O ₃ } FeO }	4,29	27	54	Sättigung = 74,0 S = 52,79
MnO	Spur	—	—	
MgO	0,93	23	23	
CaO	1,79	32	32	Plag. = 49% Andesin.
Na ₂ O	1,02	17	34	
K ₂ O	2,32	25	50	
P ₂ O ₅	Spur	—	—	
H ₂ O unter 110°	4,20	233	466	
H ₂ O über 110°	7,55		—	
+ org. Subst.				
	100,27			

Projektionswerte nach BECKE:							
Si	62,2	ao	2,98	or	4,3	al	7,65
U	30,4	co	1,16	ab	2,9	mg	0,71
L	7,4	fo	5,86	an	2,8	fe	1,64
	100,0		10,00		10,0		10,00

Projektionswerte nach NIGGLI.										
si	al	fm	c	alk	k	mg	ti	qz	co ₂	2 fD
272,5	56,8	22,2	9,2	11,8	0,61	0,3	4,9	+125,3	—	—

„Durch Wasseraufnahme wurde sowohl der braune als auch der schwarze Lehm sehr bildsam und ungeheuer zähe, so daß für den Straßenbauingenieur erhebliche Schwierigkeiten aufgetreten sind. Der erste Unterbau der Straße an der Kurve hinter Gleisdorf mußte aus diesen Gründen erneuert werden. Erst nach vollständiger Beseitigung dieser hochbildsamen Lehme konnte der Straßenunterbau auf braune, ungeschichtete und sandige Lehme gesetzt werden.

Im nassen Zustand ist vorliegendes Handstück des Hochflutlehmtes tiefschwarz und zeigt Asphalteigenschaften (dehnbar, zähe). Im trockenen Zustand stumpft sich die tiefschwarze Farbe zu einem dunklen Mausgrau ab.

Mit freiem Augen lassen sich Glimmer erkennen, auch Quarze bis zu einem Durchmesser von 1 mm. Er ist schnitzbar. Nach dem Glühen verschwindet die organische Substanz, die ihm die tiefschwarze Farbe verleiht, er wird braunrot und ziegelartig.

Bemerkungen zur Analyse:

Bei diesem stark bituminösen Hochflutlehm muß berücksichtigt werden, daß das Gestein bei der Bestimmung des Wassers unter 110° sicherlich schon einen Teil des organ. Pigmentes verlor.

Da eine eigene Kohlenstoffbestimmung nicht durchgeführt wurde, ist in den Gewichtsprozenten über 110° auch das weggeglühte organ. Pigment enthalten.

Erwähnen möchte ich noch die Veränderungen, die bei den Wasserbestimmungen (— und $+110^{\circ}$) auftraten. Der im nassen Zustand schwarze, asphaltartige, bituminöse Hochflutlehm verlor beim Trocknen sein fettes Aussehen und erschien schwarz-rußig. Das mit dem Pistill fein zerriebene Pulver war grauschwarz. Nach dem Glühen veränderte sich der Farbton ins Sepiafarbene.“

V. Vergleich der Analysenergebnisse: Diluvialer Hochflutlehm von St. Johann bei Herberstein (I), jungpliozäner Terrassenlehm („Bircherde“) von Hart bei Pichelsdorf (II) und diluvialer schwarzer Hochflutlehm von der Stadtterrasse Gleisdorfs (III). (Oststeiermark.)

Zum besseren Vergleich wurden die Analysen H_2O und P_2O_5 freiberechnet und in folgender Tabelle gegenübergestellt:

	I			II			III		
	%	Mol. Quotient × 1000		%	Mol. Quotient × 1000		%	Mol. Quotient × 1000	
		I	II		I	II		I	II
SiO ₂	68,5	1132	1132	70,3	1164	1164	64,6	1070	1070
TiO ₂	1,6	20	20	1,3	16	16	1,5	18	18
Al ₂ O ₃	17,1	167	334	16,2	159	318	22,4	219	438
Fe ₂ O ₃	3,4	21	42	5,8	81	162	4,8	30	60
FeO	1,7	24	24	0,5	10	10			
MnO	0,1	2	2	0,2	3	3			—
MgO	1,7	42	42	0,2	5	5	1,0	25	25
CaO	1,7	30	30	2,1	38	38	2,0	35	35
Na ₂ O	1,2	19	38	1,0	16	32	1,1	16	32
K ₂ O	3,0	32	64	2,4	25	50	2,6	28	56
	100,0	1489	1728	100,0	1517	1798	100,0	1441	1734

Der Quarzgehalt ist beim schwarzen Hochflutlehm mit 64,6 % am niedersten, während er beim pliozänen Terrassenlehm einen ziemlich hohen Wert mit 70,3 erreicht. Das SiO_2 ist größtenteils als Quarzsandkornanteil im Lehm vorhanden. Da der jungpliozäne Terrassenlehm der am meisten umgelagerte ist, so ist der hohe SiO_2 -Gehalt nicht verwunderlich.

Am konstantesten verhält sich das Titanoxyd, mit durchschnittlich 1,5 %. Interessant ist überhaupt der verhältnismäßig hohe gleichbleibende Wert des TiO_2 , das wahrscheinlich in allen 3 Lehmen als Rutilsplitterchen vorkommt. Bei der starken Limonitdurchwölkung der Schiffe ist es recht selten möglich, den Rutil direkt zu Gesicht zu bekommen.

Woher stammt der TiO_2 -Gehalt der Terrassenlehme? Diese Frage wurde vom Verfasser in einer vor Abschluß stehenden Arbeit über Schöckelkalke und deren Rückstände gelöst.

Die Rückstände der Kalke wiesen bis über 5 von Hundert TiO_2 auf. In Roterden und anderen Verwitterungsprodukten sammelte sich das TiO_2 an, das dann bei Herausbildung der heutigen, jungtertiären Talform in die jungpliozän-diluvialen Abschwemmungsprodukte und von hier ins alluviale Schwemmland übergang.

Da der NW-Teil der Grazer Bucht sehr viel Kalkgebiet als Hinterland hat, sind solche Überlegungen wohl berechtigt.

Doch auch das kristalline Grundgebirge spendet in seinem Verwitterungsschutt viel TiO_2 in Form von Sagenitnadeln im Biotit etc.

Das SiO_2 - Al_2O_3 -Verhältnis ist bei I und II fast dasselbe, während es sich bei III zugunsten des letzteren verschiebt.

Der größte Teil der Tonerde läßt sich im Muskowit, ferner im Albit, Kaolin (und Montmorillonit) unterbringen. Doch scheint noch eine amorphe, tonige Substanz, ein saures Alumosilikat vorzuliegen. STREMMER (21) betrachtet die in Salzsäure unlöslichen Hydroalumosilikate des Bodens als Reste von Mineralien, die durch Salzsäure unzersetzbare Tonerde-Kieselsäure-Verbindungen enthalten. Sie können nach ihm auch Alkalien, dann CaO und MgO aufweisen, von diesen Gruppen aber zusammen nicht mehr als Al_2O_3 . Er betrachtet sie als nicht kolloid, sondern meist kristallin oder erdig.

Nur so ist auch der höhere Gehalt an CaO bei allen drei Analysen zu verstehen.

MgO ist nur beim diluvialen und schwarzen Hochflutlehm übernormal hoch, während es beim pliozänen Terrassenlehm mit 0,2 % sehr nieder ist.

Ein Einbau des CaO und MgO in ein Karbonat ist unmöglich. Eine mehrmalige quantitative und qualitative Prüfung verschiedener Horizonte auf CO_2 verlief negativ.

Der Gehalt an Alkalien verharrt in mäßigen Grenzen und läßt sich rechnerisch leicht unterbringen.

Die Fe^{++} - und Fe^{+++} -Oxydwerte sind für einen Lehm verhältnismäßig nieder und übersteigen nicht 6 %. Beim schwarzen Hochflutlehm wurde eine Bestimmung des FeO nicht durchgeführt, da das viele organische Pigment störend gewirkt hätte. Das gesamte Eisen wurde als Fe_2O_3 mit Kaliumpermanganat titriert.

Das MnO ist ebenfalls entgegen dem makroskopischen Befund ziemlich nieder.

Abschließend kann zusammengefaßt werden, daß eine Unterscheidung von diluvialen und pliozänen Terrassensedimenten auf Grund einer chemischen Analyse allein nicht möglich ist.

B. Bodenphysikalische Ermittlungen

1. Im folgenden seien für künftige technische Projekte die wichtigsten physikalischen Eigenschaften der beiden Böden:

1. Diluvialer Hochflutlehm,
2. Pliozäner Terrassenlehm angegeben.

	1.	2.
Durchschnittliches Stoffgewicht (spezif. Gewicht)	2,66	2,64
Raumgewicht (scheinbares spez. Gewicht)	1,89	2,13
Porenvolumen in %	28,8	19,2
Porenziffer	0,4	0,25

ATTERBERGSche Konsistenzgrenzen:

Plastizität (Ausrollgrenze)	29,5	24,6
Klebegrenze	18,5	17,5
Fließgrenze	38,0	37,4
Natürlicher Wassergehalt in %	9,5	11,0
Plastizitätszahl	8,5	12,8
Konsistenzzahl K	3,28	2,06

Das Stoffgewicht des Hochflutlechmes entspricht dem normalen Stoffgewicht der gewöhnlichen mineralischen Erdstoffe, das man als 2,65 ansehen kann.

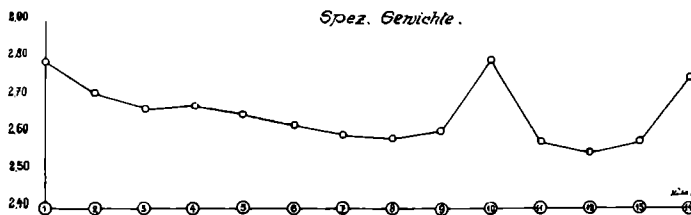


Abb. 2.

Im Schaubild (Abb. 2) sind die Stoffgewichte graphisch dargestellt. Porenvolumen und Porenziffer können als ein Hilfsmittel zur Abtrennung der Lehmgruppe von der Lößgruppe mitbenutzt werden. (12, Seite 44.)

Wir sehen, daß die Werte: $n = 28,8 \%$, $\epsilon = 0,41 \%$ vom Hochflutlehm genau in die „Lehmkolonne“ bei KÖGLER-SCHIEDIG, Abb. 27, passen.

Der Terrassenlehm: $n = 19,2 \%$, $\epsilon = 0,25 \%$ fällt schon in die Gruppe Kiessand-Lehm.

Wenn wir unsere erhaltenen Werte der Atterberg'schen Konsistenzgrenzen (Roll- und Fließgrenze) in ein Balkendiagramm (12, S. 25) eintragen, so ergibt die Balkenlänge die Plastizitätszahl. Wir erkennen sofort die Zugehörigkeit des Hochflutlehms zur Gruppe Lehm-Löß (niedere Plastizitätszahl!), während der Terrassenlehm fast mit den Idealwerten für „Lehm bis magerer Ton“ übereinstimmt.

Obwohl die Gewinnung der Werte der ATTERBERG'schen Konsistenzgrenzen nicht immer exakt möglich ist, so zeigt es sich doch, daß sie trotzdem ein scharfes Kriterium sind.

Konsistenz: Der natürliche Wassergehalt von 9,5 % (Probe 1) und 11,0 % (Probe 11) besagt zunächst nur, daß der Wassergehalt ein sehr niedriger ist. Erst die Beziehung zu Ausroll- und Fließgrenze gibt uns durch den Ausdruck $K = \text{Fließgrenze} - \text{Wassergehalt}$ Aufschluß, daß unsere Proben in die Gruppe $> 1,00$ (3,28 und 2,06) „halb fest“ fallen, d. h. auf unsere Probe des pliozänen Terrassenlehmes bezogen: Bei geringem Wassergehalt ein ausgezeichneter Baugrund. Steigt der Wassergehalt, so geht die Konsistenzform sogar bis in die Gruppe: „Sehr weich plastisch“, was jeder Wanderer auf den Pliozänflächen der Oststeiermark bei langanhaltendem Regen an seinen Schuhen merkt.

II. Zusammendrückbarkeit bei veränderter Seitenausdehnung

Da die Zusammendrückbarkeit eine der wichtigsten physikalischen Eigenschaften ist, so seien im folgenden die Zusammendrückungsziffern (E-Werte) des Hochflutlehms und des Terrassenlehmes angeführt. Die Versuche wurden mit einem Oedometer nach TERZAGHI, Bauart KÖGLER, durchgeführt. Die Druckübertragung wird von einem belasteten Hebelarm auf die Kugel des Oedometerdeckels übertragen. Die Probe liegt zwischen zwei Filtersteinen, die den Abfluß des Porenwassers gestatten. Probenstärke: 22×70 mm im Durchmesser. Die Werte wurden an 2 Meßuhren abgelesen.

Die Gefügeverdichtung geschah bei ungestörter Probe durch Ausquetschung des Porenwassers bei veränderter Seitenausdehnung. Die Versuche wurden unter destilliertem Wasser durchgeführt, um auftretende Kapillarspannungen zu vermeiden.

Die Belastung (p) war: 1, 1,5, 2, 2,5, 3, 4, 5 kg/cm².

Die Zusammendrückung wurde auf 1/1000 mm genau gemessen. Jede Belastung wurde so lange belassen, bis die Verdichtung praktisch beendet war, d. h. die Meßuhren zur Ruhe kamen.

Die Setzungskurve notiert asymptotisch einen endgültigen Wert, der praktisch nach 8 Stunden jeweils erreicht war.

Die Werte wurden graphisch in Abbildungen dargestellt, und zwar Nr. 1 Terrassenlehm und Nr. 2 Hochflutlehm.

Zum Vergleich sind die Kurven für idealisierte Bodentypen mit den E-Werten eingetragen. Wir sehen, daß sich der Hochflutlehm im Bereiche Sand, locker (E-100-200 at) und Ton, fest (E-80-100 at) befindet, während die Werte für Bircherde zwischen: Ton, steifplastisch (E-40-80 at) und Ton, fest (E-80-100 at) zu liegen kommen.

Ein Vergleich der Setzungskurven mit der Schlifffausmessung ergibt innere Zusammenhänge:

Beim Hochflutlehm, der sich der Kurve „Sand dicht“ nähert, ist das

Verhältnis von Grundgewebe (+ Muskowit) zu Quarz (+ Feldspäte) wie 31,1% : 63,5%, während der Terrassenlehm ein Verhältnis von 51,4% : 45,5% aufweist. Ist Quarz (+ Feldspat) 1, so ist das Verhältnis beim diluvialen Hochflutlehm 0,49 : 1, beim pliozänen Terrassenlehm wie 1,13 : 1!

Dieses Verhältnis kann auch als Proportion: Glimmerminerale : körnigen Mineralen aufgefaßt werden und steht in direktem Zusammenhang mit der Setzungskurve.

Mit wenigen Ausnahmen kann fürs Technische gesagt werden: Je geringer der Sandkornanteil und je größer der Gehalt an spießigen und schuppigen Mineralien ist, desto größer ist die Zusammendrückbarkeit.

Diese Erfahrung deckt sich mit der Tatsache, auf die schon TERZAGHI (1925) hinwies, daß der Glimmergehalt die Plastizität erhöht.

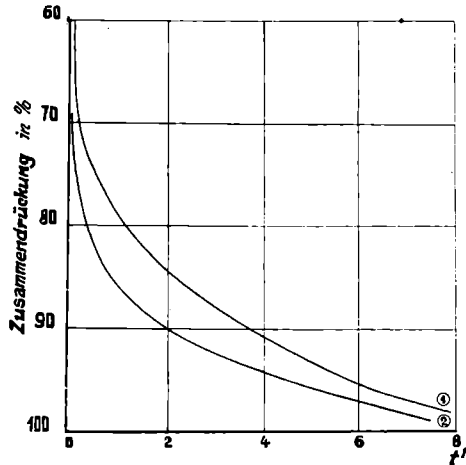


Abb. 3.

In Abb. 3 sind Hochflutlehm (2) und Terrassenlehm (1) in der Zeit-Setzungskurve dargestellt.

Nach der 6. Stunde setzt sich der Kurvenverlauf nicht asymptotisch fort, sondern es macht sich eine Streckung bemerkbar (Abb. 3). SCHEIDIG (1930) führt diese Erscheinung auf die Zersetzung organischer Substanz zurück.

Im untersuchten Material verlief die Probe auf organische Substanz negativ. (Oxydation mit Chromschwefelsäure und Bestimmung des entwickelten CO_2 .) Der Faktor zur Umrechnung aus org. Substanz über CO_2 beträgt nach WIEGNER (1926) 0,47.

In unserem Fall scheinen die Minerale der Bentonitgruppe in Mitleidenschaft gezogen, da sie die labilsten Bestandteile im Lehm darstellen. Das ist sehr wahrscheinlich, kann aber vorläufig nicht bewiesen werden.

III. Die Kornverteilung.

a) Vorbereitung der Probe:

Zur Einwaage wurden meist 50 bis 55 (–60) g lufttrockenes Material genommen. Es wurde mit destilliertem Wasser versetzt und anweichen gelassen.

Daraufhin kam das Material in einen Stehzyylinder. Nach Versetzung mit 0,5 g Natriumcitrat zwecks vollständiger Dispersion der feinsten Teilchen, kam der Zylinder in ein Wälzwerk, wo er senkrecht zu seiner Längsachse gedreht wurde.

Zusammendrückungsziffern (E-Werte).

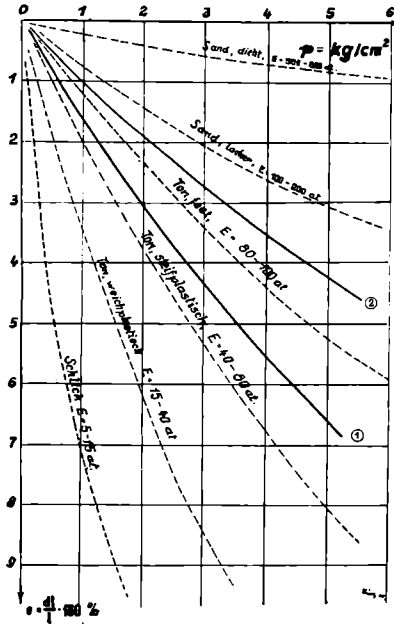


Abb. 4.

Die Schwebel wurde nach 10 Sek. langem Stehen abgezogen, der Bodensatz durchgewaschen, von allen Feinbestandteilen freigespült und in einem nassen Siebsatz in die Kornklassen:

- /0,6 mm,
 - 0,6—0,2 mm,
 - 0,2—0,1 mm
- und darunter getrennt.

Das Material unter 0,1 mm wurde mit der abgezogenen Schwebel vereinigt, nach 4^h Schütteln dem Aräometerverfahren nach CASAGRANDE (1934) unterworfen.

Instrument: Dichtearäometer 29 188.

Meniskusverbesserung: keine, da Probe durchscheinend.

Die Versuchstemperatur wurde mit einem Thermostat im Wasserbad mit der Eichtemperatur des Aräometers übereingestimmt: 20° C.

Zylinder: Standzylinder: 1000 ccm.

b) Bestimmung des spezifischen Gewichtes.

Besonders sorgfältig wurde das spez. Gewicht der einzelnen Proben:

1—14 bestimmt, da von seiner Genauigkeit das Ergebnis der Äräometeranalyse so ähnlicher Proben abhängt. Die Genauigkeit ist $\pm 0,03$.

In Abb. 2 sind die spez. Gewichte graphisch dargestellt. Die spez. Gewichte können fast als konstant angesehen werden: 2,66. Nur im Liegend und Hangend des Profils treten Maxima auf. Probe 10 weicht stark im Kurvenverlauf ab. Diese Schichte teilt das sonst ziemlich homogene Profil in zwei Körper. In der Kornverteilungskurve macht sich die Probe insofern bemerkbar, als ab 0,1 mm die Korngrößenverhältnisse nicht mit dem übrigen Sediment gehen, sondern (größer bleibend) bei einer Korngröße von 0,01 mm bereits enden.

Es liegt also eine typische Sandeinstreuung mit Anhäufung von Schwermineralien vor.

Während in der Profilwand im Gelände nichts beobachtet werden kann, bringt es spez. Gewichtsbestimmung und Schlämmanalyse klar zutage, welche Inhomogenitäten in der Sedimentfolge vorkommen.

c) Die Kornverteilung.

1. Der diluviale Hochflutlehm.

Das lößähnliche Aussehen drängte zur Entscheidung, ob es sich um Löß, Lößlehm oder Hochflutlehm handle. Die mechanische Analyse beantwortete diese Frage durch die Körnung.

In Abb. 5 ist die Summenlinie der Proben 1—5, in Abb. 6 die der Proben 6—10 eingetragen, in Abb. 7: 11—14!

Im großen und ganzen weisen die Summenlinien durch das Profil hindurch ziemlich eine Einförmigkeit auf.

Der Kurvenverlauf ist ziemlich unruhig und deutet auf eine nur schwache Sortierung der Mineralbestandteile.

Besonders Kurve 6 zeigt zwischen den Korngruppen 0,2 und 0,0007 mm zwei etwas größere Maxima, die abgeschwächt auch in den anderen Kurven auftreten.

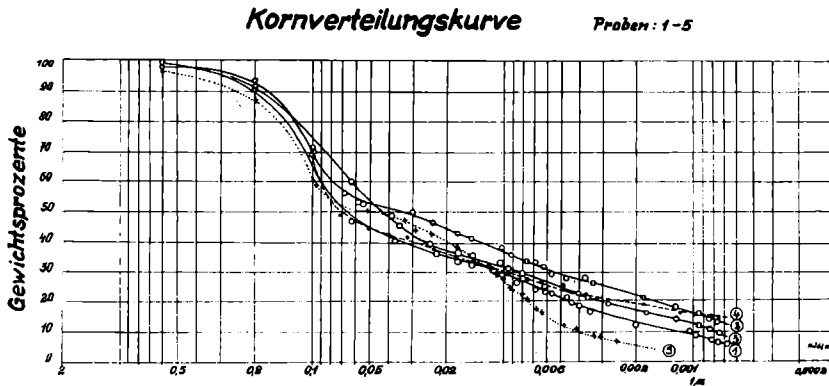


Abb. 5.

Kornverteilungskurve Proben: 6-10

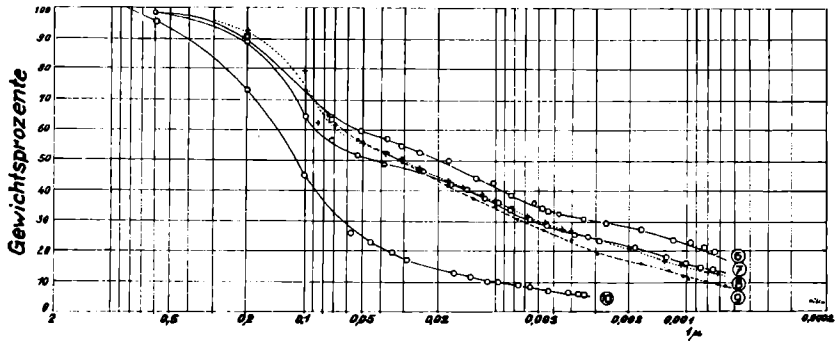


Abb. 6.

Kornverteilungskurve Proben: 11-14

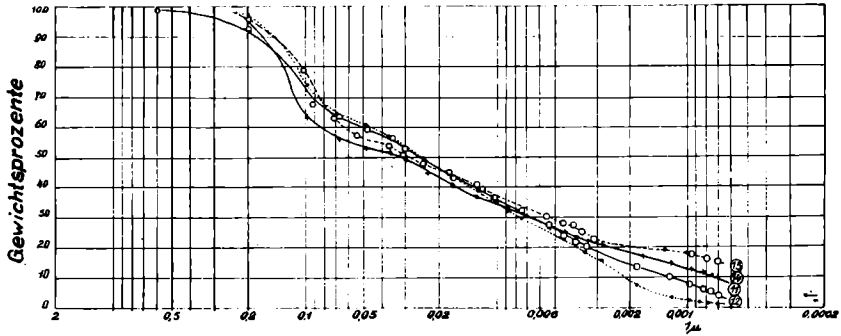


Abb. 7.

Kornverteilung.

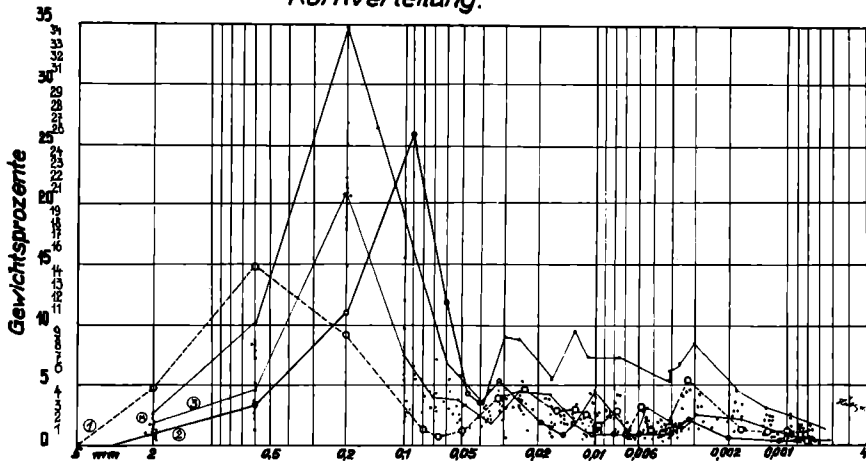


Abb. 8.

Zuerst wurden die Maxima vom Verfasser für Versuchsfehler gehalten. Ein Parallelversuch bei Probe 6 ergab jedoch, daß es sich nicht um Ablesefehler handelt, sondern im Material selbst begründet ist.

Das Körnungsdiagramm der Proben 1—14 ist in Abb. 8 dargestellt. Die ausgezogene tiefere Differentialkurve stellt Probe 9 dar, etwas schematisiert. Sie entspricht im ungefähren dem Mittel aus allen 14 Differentialkurven. Die höhere Differentialkurve durchläuft die Maxima. Alle anderen Prozentanteile sind als Streuung eingetragen.

Daraus ist nun folgendes direkt ablesbar:

Die Hochflutlehm-Differentialkurve steigt fast gleichmäßig vom Korn 0,5 mm bis zur Kulmination beim Korn 0,2 mm an, um wieder ebenso steil

Kornverteilungskurve

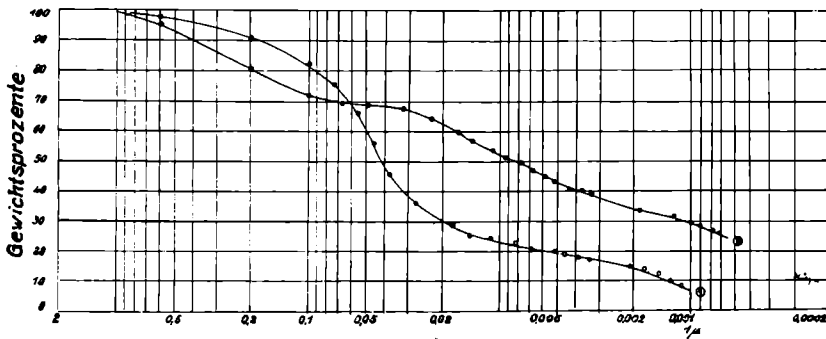


Abb. 9.

bis 0,05 mm abzufallen. Von hier aus bis zum Korn 0,002 m treten nur mehr drei kleine Maxima auf; im allgemeinen sind die Kornprozent-Anteile in diesem Bereich ziemlich konstant.

Erst ab 0,002 mm bis 0,0007 setzt ein rascher Abfall im Prozentanteil ein.

Diese Kornverteilung, gekennzeichnet durch die Differentialkurve des Hochflutlehms ist gänzlich verschieden von der des Lößes, wo die Maxima bei 0,05 bis 0,01 mm liegen.

Geographisch so weit auseinanderliegende Hochflutlehme, wie der steirische und der aus dem Rheintal (QUIRING, 1931), zeigen die fast gleichen Tendenzen im Verlauf der Differentialkurven, ein Beweis der Richtigkeit und Notwendigkeit der Körnungsanalyse bei der Charakterisierung von Lockersedimenten.

2. Die Kornverteilung im pliozänen Terrassenlehm.

In Abb. 9 ist die Summenlinie (1) eingetragen; sie unterscheidet sich in ihrem Verlauf ganz wesentlich von allen Summenlinien der diluvialen Hochflutlehme.

Die Prozentanteile sind durch die strichlierte Differentialkurve in

Abb. 8 dargestellt. Das größte Maximum fällt zwischen die Kornklassen 2 mm bis 0,2 mm typisch in das Feld der Terrassen-Hochflutlehme. Durch die weitere Verschiebung des Maximums der Differentialkurve nach den größeren Kornklassen wird der grundlegende Unterschied auch des diluvialen Hochflutlehmes zu den Lößten nur noch vertieft.

Fast Übereinstimmung ist im Verlauf der Differentialkurven: Hochflutlehm-Terrassenlehm im Kornanteil 0,05 mm bis abwärts zu finden, nur mit dem einen Unterschied, daß die Verfeinerung des Materials verstärkt ist.

3. Die Kornverteilung im schwarzen Hochflutlehm.

Nach den Erfahrungen mit den vorbesprochenen Kornverteilungen mußte erwartet werden, daß auch die Summenlinie des schwarzen Hochflutlehmes einen ähnlichen Verlauf nehmen würde wie die anderen Hochflutlehme, welche Erwartung auch vollständig zutraf (Abb. 9).

In der graphischen Darstellung der Differentialkurve (Abb. 8) finden wir das Maximum bei der Korngröße 0,09 mm. Auch im feinkörnigen Abschnittsbereich ab 0,05 mm finden wir drei kleine Submaxima bei: 0,03—0,01 und 0,003 mm, die sich überraschenderweise besonders dem Differentialkurvenverlauf des Durchschnittshochflutlehmes von St. Johann bei Herberstein anpassen.

Analysenergebnisse der Aräometeruntersuchung nach CASAGRANDE.

a) Körngröße. b) Unterkorn.

1. spez. Gewicht = 2,79		2. spez. Gewicht = 2,71		3. spez. Gewicht = 2,67	
a)	b)	a)	b)	a)	b)
0,6	100,0	0,6	100,0	0,6	100,0
0,6—0,2	90,1	0,6—0,2	98,8	0,6—0,2	98,7
0,2—0,1	91,3	0,2—0,1	93,7	0,2—0,1	90,5
0,1—62	71,0	0,1—68	68,6	0,1—63	69,5
62	46,5	68,0	55,7	63	60,9
40,0	42,9	55	52,5	57	52,7
37	40,5	30,0	49,8	38,5	48,4
22,2	35,8	28,8	46,8	36,8	45,0
17,3	34,4	17,1	42,6	24,5	39,8
14,5	33,4	14,2	40,7	17,2	36,9
11,4	30,8	11,1	38,0	14,5	35,3
9,5	29,8	9,4	36,1	11,4	33,0
8,4	27,1	7,6	34,3	9,7	31,0
6,9	24,8	6,8	32,9	8,0	29,5
5,7	23,1	6,1	31,6	6,7	27,2
5,6	21,6	5,6	29,6	6,4	26,6
4,4	19,1	4,6	28,1	4,8	25,5
3,9	18,8	3,7	27,5	4,1	22,8
3,5	16,6	3,4	26,3	3,6	21,8
2,0	12,5	1,83	21,7	3,5	21,3
1,25	10,3	1,2	18,7	2,8	19,8
0,98	8,9	9,6	16,1	1,75	16,6
0,82	7,5	8,5	14,5	1,2	14,3
0,76	6,3	7,5	13,4	0,95	12,2
0,69	5,8			0,85	11,9
				0,75	9,8

4. spez. Gewicht = 2,68

a)	b)
0,6	100,0
0,6—0,2	99
0,2—0,1	90,3
0,1—69	68,6
69	48,7
51	44,3
32,5	42,0
23,8	37,5
17,2	34,6
14,3	33,1
11,6	31,1
10,1	29,3
7,7	27,7
6,5	26,4
6,1	25,3
4,9	24,6
4,4	23,5
3,6	22,3
3,2	21,9
1,8	19,9
1,15	16,9
0,97	16,3
0,83	15,0
0,75	14,5

5. spez. Gewicht = 2,66

a)	b)
0,6	100,0
0,6—0,2	97,2
0,2—0,1	86,9
0,1—69	60,3
69	57,1
52	50,0
33	47,8
29	43,5
24	42,6
17,3	38,3
14,5	35,6
11,5	32,2
9,2	29,5
8,6	28,0
6,7	24,9
5,7	23,9
5,5	22,6
5,1	22,0
4,6	21,2
3,95	19,7
3,55	17,8
2,86	16,7
1,63	12,5
1,18	10,8
0,97	8,7
0,84	8,2
0,76	6,6

6. spez. Gewicht = 2,6

a)	b)
0,6	100,0
0,6—0,2	98
0,2—0,1	90,7
0,1—72	65,6
72	63,2
51	59,9
37	57,2
30,5	54,7
25	52,3
17	49,3
12,6	43,8
11,3	43,5
10,3	42,3
8,1	38,7
6,3	35,9
5,8	34,8
5,4	33,5
4,7	32,0
3,45	31,1
2,7	29,5
1,7	27,6
1,15	23,7
0,96	23,1
0,83	20,6
0,75	19,8

7. spez. Gewicht = 2,60

a)	b)
0,6	100,0
0,6—0,2	98,1
0,2—0,1	89,5
0,1—73	71,0
73	56,3
53	51,6
38	48,8
24,5	46,0
17,7	42,3
14,7	40,4
11,5	37,6
9,9	35,7
8,3	33,7
6,7	30,9
5,3	28,7
3,9	25,9
3,3	25,1
2,85	23,6
1,87	21,9
1,28	18,7
1,0	16,4
0,85	15,3
0,75	14,9

8. spez. Gewicht = 2,59

a)	b)
0,6	100,0
0,6—0,2	98,1
0,2—0,1	93,2
0,1—78	74,5
78	61,5
49	55,6
38	52,3
31	50,2
25	46,8
17,8	42,8
14,8	40,5
11,7	38,2
10,0	35,4
8,4	33,8
6,8	31,3
5,5	29,5
4,5	27,4
4,0	26,7
2,0	21,4
1,3	17,0
1,05	16,2
0,85	15,6
0,8	13,8
0,72	13,6

9. spez. Gewicht = 2,59

a)	b)
0,6	100,0
0,6—0,2	98
0,2—0,1	93,6
0,1—75	72,9
75	64,4
70	60,6
53	56,3
37	51,9
31	49,6
25	46,5
17,6	41,8
13	37,3
10	35,1
7,8	30,8
5,6	27,0
4,0	24,0
2,9	19,1
1,7	16,3
1,2	14,2
1,1	12,6
0,9	11,7
0,82	10,8
0,72	9,5
0,67	8,8

10. spez. Gewicht = 2,80

a)	b)
0,6	100,0
0,6—0,2	95,5
0,2—0,1	73,2
0,1—57	45,1
57	36,1
45	22,9
35	19,1
20,9	17,4
16,5	12,9
13,6	11,7
11	10,2
9,9	10,0
7,6	9,1
6,6	8,5
5,4	7,6
4,2	7
3,7	6,1

11. spez. Gewicht = 2,58

a)	b)
0,6	100,0
0,6—0,2	99,0
0,2—0,1	92,6
0,1—69	74,4
69	63,7
48	59,3
36	55,6
30	53,0
24	49,0
17	43,8
12,5	40,3
10,4	36,6
7,4	32,0
5,4	27,5
4,5	29,3
3,9	22,2
3,5	20,7
1,85	13,9
1,25	10,1
0,98	7,2
0,86	5,9
0,76	4,1
0,70	3,5

12. spez. Gewicht = 2,55

a)	b)
0,6	100,0
0,6—0,2	99,5
0,2—0,1	97,7
0,1—70	73,8
70	63,8
49	61,2
37	56,0
30	53,5
24	49,2
12,5	39,3
7,2	29,8
4,5	22,6
3,9	20,6
3,5	18,9
2,85	15,8
1,8	7,3
1,2	2,6
0,98	2,3
0,86	1,6
0,77	1,2
0,70	0,95

13. spez. Gewicht = 2,58

a)	b)
0,6	100,0
0,6—0,2	98,9
0,2—0,1	96,8
0,1—71	79,0
71	62,9
53	57,3
37	54,0
31	50,7
25	48,0
17,9	44,3
13,0	40,6
10,8	37,7
5,5	30,2
4,6	28,2
4,0	27,1
3,6	25,2
3,1	23,4
1,31	19,9
1,0	18,1
0,93	17,5
0,8	16,1
0,71	18,7

14. spez. Gewicht = 2,75

a)	b)
0,6	100,0
0,6—0,2	99,5
0,2—0,1	98,4
0,1—68	63,5
68	56,1
49	53,0
36	52,0
30	48,9
23	45,1
17	41,5
12,4	37,1
10,0	35,2
7,3	31,0
5,3	26,4
4,4	24,7
3,8	23,6
3,4	22,2
2,8	20,1
1,7	16,5
1,2	14,2
0,05	12,1
0,84	11,8
0,75	10,2
0,70	9,5

Bircherde	
spez. Gewicht = 2,58	
a)	b)
0,6	100,0
0,6—0,2	95,1
0,2—0,1	80,3
0,1—66	71,5
66	69,8
49	68,9
32,5	67,7
23	63,9
16,5	59,3
13,8	56,4
10,9	53,3
9,3	50,6
7,8	49,3
6,7	46,5
5,9	45,8
5,3	43,0
4,3	41,5
3,7	40,2
3,4	38,6
1,85	33,4
1,2	31,6
0,98	29,8
0,8	28,2
0,76	27,2
0,70	25,8

C. Zusammenfassung.

In den vorliegenden Zeilen wurde der erstmalige Versuch gemacht, zwei diluviale Hochflutlehme und einen jungpliozänen Terrassenlehm von mehreren wissenschaftlichen Seiten zu charakterisieren. Es zeigte sich, daß die Gewichtsprocente der Oxyde der chemischen Pauschal-Analyse nicht zur trennenden Charakterisierung von diluvialen und pliozänen Terrassensedimenten verwendet werden kann, wohl aber zur näheren Bestimmung des Mineralgehaltes.

Als ein scharfes Kriterium haben sich erwiesen:

Korngrößen- und bodenphysikalische Ermittlungen.

Zwischen spez. Gewicht und Kornverteilungskurve wurden Zusammenhänge aufgedeckt. Letztere läßt besonders Rückschlüsse auf die Genetik der Lehme zu.

Hand in Hand mit der petrographisch-chemischen Bearbeitung und Charakterisierung von Lockersedimenten haben jedesmal bodenphysikalische Methoden in Anwendung gebracht zu werden, die überraschend Licht in die Zusammenhänge und Genetik werfen und bisher viel zu sehr bei der wissenschaftlichen Durchforschung von Lockersedimenten vernachlässigt wurden. —

Es ist mir eine angenehme Pflicht, meinen verehrten Lehrern, Universitätsprof. Dr. FR. HERITSCH und Universitätsprof. Dr. FR. ANGEL für die Unterstützung, die sie meinen Arbeiten stets angedeihen ließen, zu danken.

Während die chemischen Analysen im Min.-petrogr. Institut der Universität Graz ausgeführt wurden, fanden die bodenphysikalischen Ermitt-

lungen und die Auswertung der Arbeit im Geol.-Min. Institut der Techn. Hochschule Karlsruhe statt. Für Unterstützung und Ratschläge sei Herrn Prof. Dr. K. G. SCHMIDT mein Dank ausgesprochen. Freund Dr. GIPTNER (Graz) sah die Analysenberechnung durch.

D. Schriftenverzeichnis.

- ANGEL, FR.: Grundriß der Mineralparagenese. J. Springer, Wien **1932**.
 ---: Gesteine der Steiermark. --- Naturw. Ver. f. Steiermark, Graz **1924**.
 ATTERBERG, A.: Über die physikalische Bodenuntersuchung. — Int. Mittl. f. Bodenkunde, Bd. 1, H. 1, **1921**.
 CASAGRANDE, A.: Die Aräometermethode zur Bestimmung der Kornverteilung von Böden und anderer Materialien. — J. Springer, Berlin **1934**.
 DOELTER, E.: Min. Chemie. II/2. **1917**. p. 34.
 FAULER, W.: Das Deckschichtenprofil und das geologische Alter der Moustierstation von Wallertheim (Rheinessen). — Jahresberichte u. Mittl. d. Oberrhein. geologischen Ver., Bd. XXVII, Jg. **1938**.
 GALLWITZ, H.: Ein Vorschlag zur einheitlichen Benennung und Einteilung von Lockergesteinen. — Die „Bautechnik“, H. 37, **1939**.
 HILBER, V.: Die Taltreppe. — Verl. Leuschner-Graz, **1912**.
 HÜBL, HARALD, H.: Aufnahmebericht über das Spezialkartenblatt Graz (5155). — Verh. d. Reichsstelle f. Bodfor. Wien **1939**.
 ---: Säugetierfunde in der Oststeiermark zwischen Raab und Feistritz. --- Mittl. d. Naturw. Ver. f. Steiermark, 75, **1939 a**.
 ---: Neue Funde aus der Altsteinzeit in der quartären Stadterrasse von Gleisdorf (Oststeiermark). — Ebenda. **1939 b**.
 ---: Chemisch-petrographische Untersuchungen an tertiären Höhlensedimenten und ihre Beziehung zum Tertiär am Grundgebirgsrand bei Weiz (Steiermark). — Centbl. f. Min. etc. Abt. A. **1941 a**.
 ---: Ein Beitrag zur Kenntnis der jungtertiären Sedimente im Gebiete Weiz. — Centralbl. f. Min. etc. Abt. B. **1941 b**.
 JAKOB, J.: Anleitungen zur chemischen Gesteinsanalyse. — Bornträger, Berlin **1928**.
 KÖGLER-SCHIEDIG: Baugrund und Bauwerk. — 2. Aufl. Berlin **1930**.
 LOOS, W.: Praktische Anwendung der Baugrunduntersuchung. — J. Springer, Berlin **1936**.
 NIGGLI, P.: Über Molekularnormen zur Gesteinsbestimmung. — Schweiz. Min. Petr. Mittl. 13, **1933**.
 PETERSEN, W.: Das Aräometerverfahren zur Korngrößenbestimmung. — „Sprechsaal“, Nr. 27, Verlag Müller & Schmidt-Coburg **1935**.
 PREIS, H.: Der Boden als Baugrund. — Mittl. s. d. Gebiete d. Wasserbaues d. Baugrundforschung. H. 9, Berlin **1940**.
 QUIRING, H.: Die Unterscheidung von Löß und Hochflutlehm. Z. f. prakt. Geologie, 42, Jh. H. 10. **1934**.
 TERZAGHI, K.: Erdbaumechanik. — Deuticke, Wien **1925**.
 WIEGNER, A.: Anleitung zum quantitativen agrikulturchemischen Praktikum. --- Verl. Bornträger, Berlin.
 WIESENER, H.: Zur Frage der fossilen Verwitterungshorizonte im Löß Niederösterreichs. — Centbl. f. Min. etc. Jg. **1933**, Abt. B. Nr. 4. S. 199.