

SEDIMENTPETROGRAPHISCHE UNTERSUCHUNG IN PLIOZÄNEN UND PLEISTOZÄNEN ABLAGERUNGEN IN SÜDEN DES UNGARISCHEN TIEFLANDES

B. MOLNÁR

Geologisches Institut der Universität Szeged

Die jungtertiären und quartären Schichten am südlichen Teil der Tiefebene bestehen vorherrschend aus Sand und feinkörnigen klastischen Sedimenten. In dem letzten Jahrzehnt hat deren Gliederung bis zur kleinen Tiefe mit zeitgemässen Methoden wichtige Ergebnisse gebracht. (13, 14, 16, 28, 3): Bohrungen in grössere Tiefen und damit pliozäne Bildungen wurden aber nur isoliert untersucht (7, 8, 9, 11, 21, 24, 28). Die bei den Untersuchungen verwendeten verschiedenen Methoden haben aber einander vorteilhaft ergänzt und die so entstandenen Ergebnisse ermöglichten wesentliche genetische und stratigraphische Feststellungen in der letzten Zeit (17, 18, 19, 20, 23). Es wurden im südlichen Gebiet der Tiefebene immer mehrere Bohrungen in grössere Tiefen durchgeführt, und so wurde mit deren Bohrungsmaterial die Inangriffnahme der Aufarbeitung der grösseren Tiefe auch möglich.

UNTERSUCHUNGSMETHODEN

In dieser Arbeit wurde das Material von fünf Tiefbohrungen des Tieflandes aufgearbeitet. Mit dem Bohrungsmaterial wurden die folgenden Untersuchungen durchgeführt. Die Sedimente wurden makroskopisch bestimmt. Der grössere Teil der Bohrungen war Spülbohren, so konnte man das schlammig-tonige Material wegen des Zermischens mit dem Spülschlamm nicht spezifizieren, deshalb wurden die von 0,05 mm feinere Korngrösse zeigenden Sedimente auf der Abbildung überall als schlammig-tonige Material dargestellt. Die Sandsedimente sind makroskopisch bestimmt und entschieden, so haben wir zwischen fein-, klein-, mittel- und grobkörnigen Sand Unterschied gemacht (15).

In unseren bisherigen Arbeiten wurde es klar, dass die eolischen Bildungen zwischen der Donau und Theiss sich drüben der Theiss in der Tiefe weiterziehen, wo sie sich zwischen den Fliesswasserschichten der Theiss auskeilen (17, 19, 23). Das wurde mit Korngestaltprüfungen bestimmt. Der Ausgangspunkt dieser Untersuchungen ist die bekannte Tatsache, dass die Körner des Fliesswassers vorherrschend eckig, scharf, die Körner, die durch den Wind geliefert wurden im grössten Teil abgenützt sind. Der, zweierlei Entstehungen zeigender Sand kann aber nur auf Grund der Menge der verschiedenenkörnigen Sandkörner unterscheidet werden. Vier Korngestalttypen können wir unterscheiden: Der

1. *Typ*: ganz spaltenförmige, abnutzungsfreie, wohlbehaltene Gebruchsfläche und Kanten zeigende Körner mit verschiedenen Gestalten, die grossen Formen am meisten unregelmässig. 2. *Typ*: Spitzen und Kanten ein wenig stumpf, die grossen Formen wie bei dem 1. *Typ*. 3. *Typ*: Kanten sind stumpf, die Bearbeitung der Oberfläche ist gut zu bemerken, das Originalform der Körner ist noch zu erkennen. 4. *Typ*: Die Kanten fehlen, die Oberfläche ist glatt, halbgläzend poliert, die grossen Formen der Körner kugelförmig, oder oval.

Die 1. und 2. Typen sind vorherrschend in den Fliesswasserablagerungen, die 3. und 4. sind charakteristisch in eolischen Sedimenten. In den eolischen Sedimenten ist der 1. *Typ* nicht zu beobachten, die Menge des 3. Typs ist immer grösser, als die des 2., der 4. *Typ* ist schon weniger. In beiden Fällen sind die 2. und 3. Typen in grösster Menge. Die Entstehungsart des Sandes ist so auf Grund der Korngestaltstatistik sicher feststellbar.

Unsere wichtigste Feststellungen ruhen auf den Ergebnissen der Untersuchungen der Schwermineralzusammensetzung. Mit der gewöhnlichen Vorbereitung — nach dem Trennen mit Bromoform — haben wir in jedem einzelnen Fall 160—170 Körner untersucht (22). Die Schwermineralzusammensetzung und die mit Korngestaltuntersuchungen bekommenen Ergebnisse haben einander gut ergänzt, und deren Schlussfolgerungen waren immer übereinstimmend.

DAS BESCHREIBEN DER EINZELNEN BOHRUNGEN

Das nördlichste unter den Bohren war das bei dem *Krankenhaus und bei der Schule in Szentes*. Auf der Abbildung ist die Bohrung bei der Schule mit „A“, die bei dem Krankenhaus mit „B“ bezeichnet. Die Bohrung „A“ ist ein perspektivisches Kernbohren, dessen Material das verlässlichste ist. In deren Schichtenfolge ist die Korngrösse der grössten Materialien nicht grösser als 0,5 mm (Siehe **Abb. 1.**).

Unter der oberen Lössschicht wächseln einander Sandschichte mit verschiedener Zusammensetzung, zwischen den Sandschichten der grösste Teil der Schichtenfolge wird aus feinkörnigen, vorherrschend aus Schlammsschichten gebildet.

Die Korngestaltuntersuchung der Sandschichten zeigt, dass in der Bohrung bei der Schule in Szentes bis 167 m Tiefe Fliesswasser- und durch Wind gelieferte Sedimente in wächselnder Siedlung zu finden sind. (Siehe **Abb. 1.**) Zwischen Fliesswasserschichten bei Szentes sind drei eolische Schichtenfolgen eingesiedelt, diese schliessen sich zum Flugsand-Gebiet zwischen der Donau und Theiss, nach der Mineralzusammensetzung stammen von der Donau. Es wurde das Bohrungsmaterial mehrerer artesischen Brunnen in O—W Richtung auf dem Gebiet zwischen Donau und Theiss untersucht, die Ergebnisse sind im Profil zusammengestellt und graphisch dargestellt (Siehe **Abb. 2.**).

So ist die Gesetzmässigkeit gut zu beobachten, dass sich entfernend vom Donau-Thal (östlich von Akasztó) die Fliesswasserablagerungen nach Osten sinken, die darüber gesiedelten eolischen Sedimente immer breiter werden. Die ganze eolische Schichte fällt nach Osten, von Theiss-Thal drängen sich (westlich von Szentes) nach Westen auskeilende Fliesswassersiedlungen dazwischen. Die Ergebnisse der Schwermineraluntersuchungen haben gezeigt, dass die eolischen Sandschichte und die Flusswassersedimente darunter von der Donau stammen,

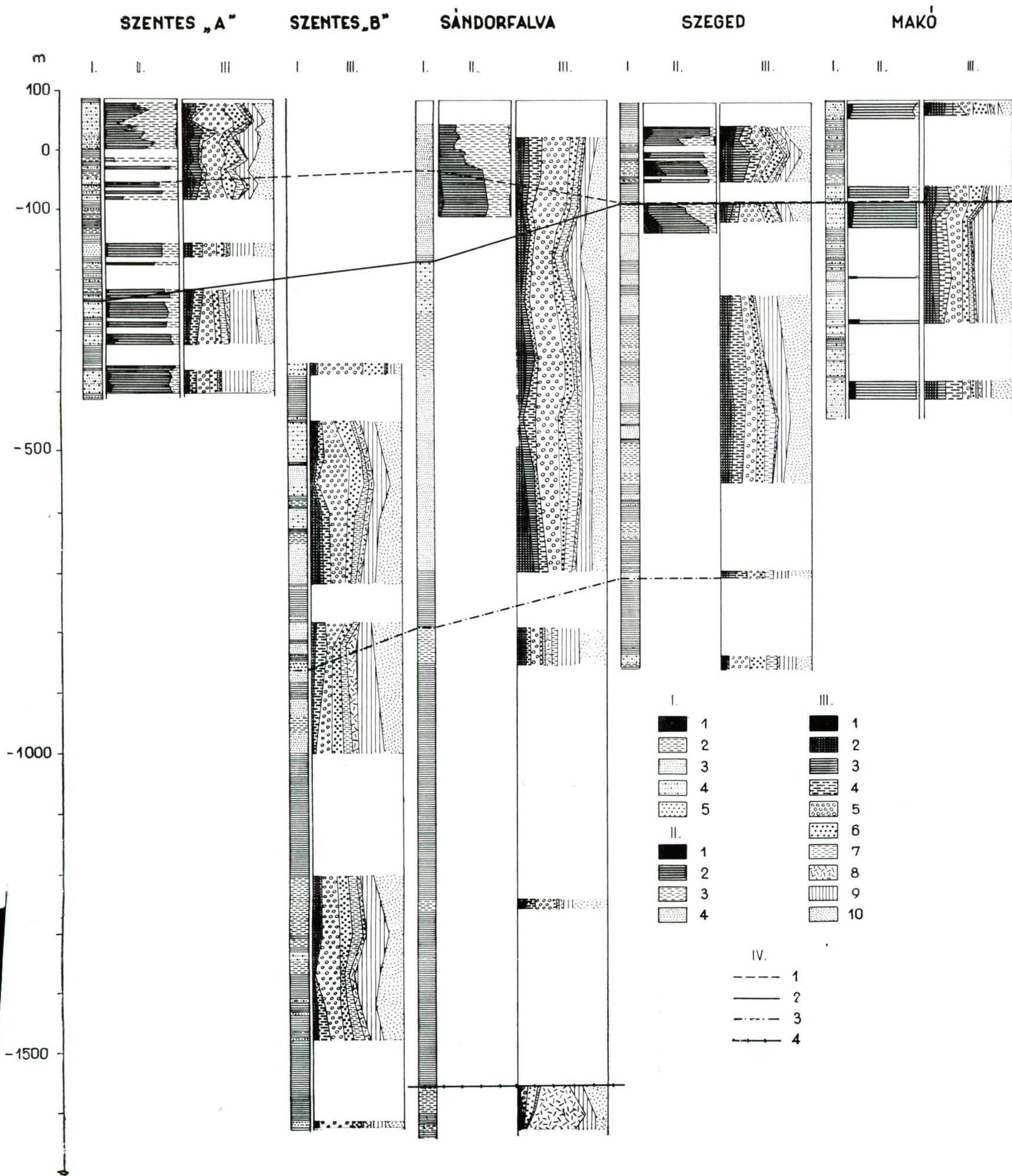


Abb. 1.

I. Kornzusammensetzung: 1. Schlamm-toniges Material, 2. feinkörniger Sand, 3. kleinkörniger Sand, 4. mittelkörniger Sand, 5. grobkörniger Sand
 II Korngestalt: 1. scharf — spaltige, 2. wenig stumpfkantige, 3. abgenutzte, 4. stark abgenutzte Körner
 III. Schwermineralzusammensetzung: 1. Hypersthen, 2. übrige Pyroxene, 3. braune Amphibole, 4. alkali- und metamorph Amphibole, 5. Granate, 6. Magnetit, 7. Epidot, 8. Limonit, 9. übrige Mineralien gesamt, 10. verwitterte Mineralien.
 IV. Abgrenzung: 1. Untere Grenze der Ablagerungen des Theisswassergebietes, 2. untere Grenze des Verschwindens der Hypersthene (unter Grenze von Pleistozän?), 3. Obere Grenze der Zunahme metamorpher Mineralien (Grenze von Levantin und oberen Pannon?), 4. Obere Grenze der Abnahme der Mineralsorten und der Zunahme epigener Mineralien (Grenze von unteren- und oberen Pannon).

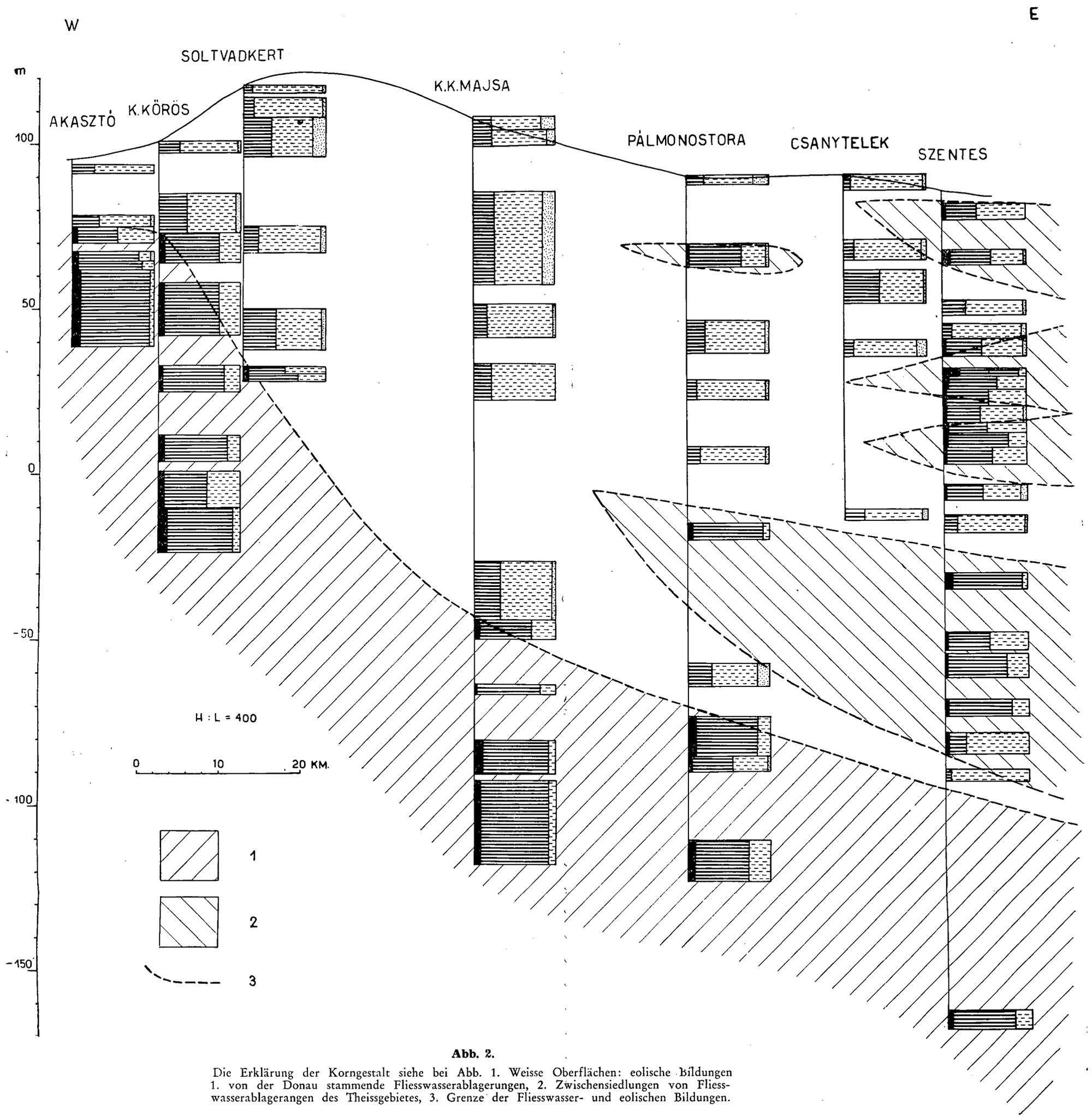


Abb. 2.

Die Erklärung der Korngestalt siehe bei Abb. 1. Weiße Oberflächen: eolische Bildungen
 1. von der Donau stammende Fließwasserablagerungen, 2. Zwischensiedlungen von Fließwasserablagerungen des Theissgebietes, 3. Grenze der Fließwasser- und eolischen Bildungen.

	Bohrung		Hypersithen	Andere Pyroxene	Brauner Amphibol	Alkali und met. Amph.	Granat	Magnetit	Ilmenit	Apatit	Rutil	Titanit	Zirkon	Turmalin	Epidot	Andalusit	Disthen	Zoisit	Staurolit	Glimmer	Karbonat	Pyrit	Limonit	Verwitterte min.	Gesamte Schwermin.	
	Ort	Tiefe m																								
1.	Szentes Schule	4,3—4,6	3,7	5,9	7,4	11,8	25,2	4,4		3,7				0,7	3,7		1,5		0,8	3,0			1,5	26,7	11,2	
2.	" "	19,3—21,2	7,5	2,0	6,8	3,4	24,7	18,5		0,7				4,1	6,2		0,7		0,7	3,4	0,7		1,4	19,2	3,9	
3.	" "	33,4—36,9	3,2	2,6	2,6	3,2	44,8	20,1	5,2	1,3	0,7		1,3	0,7	1,3		1,3		0,7	0,7			2,6	7,7	52,1	
4.	" "	43,0—43,5	2,5	9,2	3,1	7,5	35,6	8,6		0,6	0,6		0,6	5,5			1,8		0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	19,6	8,8	
5.	" "	56,0—56,5	1,5	10,5	11,3	17,9	4,5	6,7		3,7	0,8	0,8	0,8	3,4	2,3		1,5	1,5	9,7	2,3		0,6	5,9	14,9	1,9	
6.	" "	69,0—69,5	2,0	6,2	9,6	4,1	19,9	7,5		0,7	0,7		0,7	0,7	8,9		0,7	0,7	17,8	0,7			2,7	16,4	4,4	
7.	" "	101—102	4,8	7,3	3,2	4,1	28,2	18,5		0,8				3,2					3,2	1,6				22,6	14,2	
8.	" "	115—118	1,6	3,1	16,0	4,5	17,5	5,3		0,7	1,6			3,1	6,1		2,3	2,3	1,6	2,3				32,0	2,6	
9.	" "	139—145	7,8	6,2	4,7	4,7	21,8	14		1,6	1,6			0,8	10,1		0,8	1,6	3,2				4,7	18,0	8,1	
10.	" "	163—167	1,7	6,6	5,7	14,7	22,1	4,1		1,7	0,8			4,1	0,8		2,4	0,8	2,4	3,4	0,8	0,8		27,1	4,3	
11.	" "	246—251	1,4	6,4	1,4	11,3	14,9	8,5		1,4	0,7		0,7	5,0			1,4	0,8	2,1	12,8	2,9		5,0	24,1	4,5	
12.	" "	326—329	1,7	9,0	1,7	9,0	9,8	5,7		0,8				4,9		1,7		0,8	1,7	18,8	2,4		7,4	22,9	4,8	
13.	" "	397—400		4,3	0,8	8,6	20,7	7,7		0,9	0,9			1,7	3,5	1,7		2,6	3,5	1,7	20,7	2,6	1,7	16,4	5,9	
14.	" "	487—488		3,0	1,6	8,9	14,9	6,9		3,7	0,7			0,7	2,2			0,7	1,6	23,9	3,7		0,7	26,1	5,4	
15.	Szentes Krankenhaus	450—455		3,3	1,2	3,8	48,1	23,4		1,9			1,9		1,3		2,5		1,9				1,2	9,5	52,5	
16.	" "	550—555		5,9	0,8	5,9	11,8	17,6		2,5	0,8		0,8		4,3		1,7	1,7	2,5	1,7	5,1		7,5	29,4	2,5	
17.	" "	600—605		5,1	3,7	6,6	27,9	13,2		3,0			1,5	2,2	4,4		3,7	1,5	2,2	0,7	2,2		3,7	18,4	3,9	
18.	" "	640—645	1,3	1,3	0,7	2,0	36,0	18,4		2,0		0,7	2,7	0,7	5,5	0,7	4,1	0,7		5,5			4,8	12,9	1,0	
19.	" "	695—700		9,2	1,5	10,0	19,1	9,2		0,8			0,8	1,5	11,4		1,5	3,0	3,8				3,0	25,2	8,3	
20.	" "													2,2	3,5		1,4		1,4				7,1	29,8	6,0	
21.	" "	885—890		5,5		9,0	24,4	9,7		1,4				1,4	6,2		1,4	1,4	1,4	1,4	0,7	2,0		34,1	6,8	
22.	" "	904—904,7		1,5	3,1	11,4	8,4	6,1						0,8	6,1		2,3	3,8	0,8	2,1	13,0		10,6	30,0	1,4	
23.	" "	1070—1075		0,7		3,2	18,6	12,3	0,7	2,0				3,1	10,2		0,7	4,5	0,7	13,6	4,5		5,1	20,1	6,0	
24.	" "	1295—1300		4,5	2,3	3,8	15,9	14,4	1,5	3,0				0,8	7,6		2,3	0,8	1,5	2,3	3,0	3,0	3,0	30,3	4,9	
25.	" "	1375—1390		10,0		2,7	17,4	14,7		4,5	1,8		0,9	4,5	10,9		1,8	3,6	9,1	1,8			3,6	12,7	2,9	
26.	" "	1445—1450		1,7		0,6	26,8	7,9		3,9	0,6		0,6	4,0	3,6		0,6	9,7	1,7	3,0	6,1		5,4	23,8	4,4	
27.	" "	1495—1500		3,7	2,2	7,5	15,7	8,3		1,5				2,2	6,7	0,7	2,2	1,5	1,5	6,0	1,5	3,0	6,0	29,8	3,0	
28.	" "	1565—1570		4,9	2,4	11,5	17,2	8,2		2,5				3,3	13,9		2,4	1,7		3,3	1,7		5,7	21,3	3,3	
29.	" "	1720—1727	1,4	1,4		0,7	38,1	9,2		3,0				4,2	3,8		1,9	3,3		2,0	1,9		10,0	19,1	2,2	
30.	Sándorfalva	60		8,8	4,8	12,0	32,0	11,1	1,1					0,8	6,4	0,8	0,8		0,8	4,0			3,1	13,5	4,1	
31.	" "	115	2,0	5,5	6,8	11,5	31,0	7,1		1,3	0,7			1,9	3,2		0,7	1,9	1,9	0,7	2,6		0,7	20,5	5,4	
32.	" "	180	1,8	3,7	4,4	8,2	34,9	6,4		1,9				1,0	7,3			1,0	1,9	2,7			3,7	21,1	7,3	
33.	" "	220		9,8	4,5	6,8	22,2	7,6		2,2	0,8			2,2	4,5		2,2	1,5	6,8	1,5		1,5	25,9	6,2		
34.	" "	263	2,5	4,1	3,4	5,9	24,6	1,7		1,0				2,5	6,0		1,7	2,5	4,1	6,0			4,2	28,8	7,7	
35.	" "	335		1,7	5,1	6,8	28,2	11,1		1,7				2,6	8,6		1,7	0,8	1,7	5,1	4,3		2,6	18,0	32,3	
36.	" "	425	1,4	9,0	9,7	4,4	26,8	9,8		4,4				0,8	2,2		0,8	0,8	3,8	3,0			4,4	18,7	5,6	
37.	" "	495		9,2	2,8	11,8	31,7	9,7		5,4			0,9	2,8	1,8		0,9		1,8	3,6	0,9		3,7	13,0	9,7	
38.	" "	540		2,4	4,9	13,0	23,6	4,9		2,4			0,8	0,8	13,8		4,1	1,6	0,8	6,5			4,1	16,3	6,2	
39.	" "	610	1,0	8,4	9,0	2,8	27,7	9,5			1,0			2,8	10,4		3,8	2,8	3,8	1,0			2,8	13,2	6,1	
40.	" "	695		19,3	4,9	11,5	14,5	5,2		2,4				0,9	4,9		1,6	0,9	1,6	9,8	2,2		3,2	17,1	3,6	
41.	" "	904		8,5	1,0	5,4	10,5	3,2		2,1				3,2					16,2	11,6			5,3	30,9	0,7	
42.	" "	1340	3,6	3,6	1,8	10,8	24,3	2,7		0,9	0,9			6,3			0,9			8,1			5,4	30,7	22,4	
43.	" "	1670		2,0			11,0	13,0						8,0	3,0					4,2	12,0			17,8	29,0	10,6
44.	" "	1700		3,9		1,6	3,9	7,9		1,6				1,6	2,4		3,2			3,2			57,4	13,3	4,9	
45.	" "	1720		3,4		1,5	3,3			1,5		1,5		1,5	1,5		1,5			11,8	1,5		56,4	14,6	3,2	
46.	Szeged	39—52	10,9	5,9	9,2	7,6	10,9	3,4			0,9			0,9	6,7				0,8	8,4			5,0	29,4	13,4	
47.	" "	65—68		6,9	5,9	12,8	20,4	6,9		0,8				5,1			0,9		2,6				9,4	21,4	8,2	
48.	" "	83—88		2,4	11,4	19,8	12,3	14,7		2,4	0,8			2,4	3,3		0,8			7,5			3,3	8,2	1,1	
49.	" "	125—132	4,8	8,9	12,1	5,7	7,2	10,5		0,8				2,4	8,1				1,6	8,1	1,6		2,4	25,8	1,3	
50.	" "	169—171		6,9	1,6	12,3	20,8	7,5		1,6			0,7	2,3	6,2		1,6		2,4	2,4			6,8	26,2	7,4	
51.	" "	199—218		5,3	3,1	9,8	29,3	14,3					0,8	0,8	6,0		0,8		3,0	3,0	5,3			18,5	14,1	
52.	" "	352—355		9,5	1,7	9,5	8,6	3,5		1,7			0,9	3,5	3,5		0,9		0,9	12,0	3,5			40,3	11,6	
53.	" "	442—458		4,5	1,8	19,2	9,0	6,4		1,8				2,7	2,7		1,8		1,8	10,1	8,1		1,8	28,3	3,9	
54.	" "	532—546		9,0	1,7	10,6	13,1	13,7		1,7		0,9		0,9	9,9		1,7		2,4	6,6			3,3	24,5	5,4	
55.	" "	629—631		7,2	1,5	10,8	13,3	12,7		1,5				1,5	11,2			0,7	0,7	6,4	0,7		0,7	31,1	2,6	
56.	" "	785—797		7,8	5,8	9,8	13,9	4,7		2,7				9,8			0,7		4,7	5,8	6,9			27,4	3,0	
57.	" "	945—949		7,8		0,8	21,5	18,7		2,4	1,7		1,7		12,8				6,1	2,4			3,7	18,7	4,7	
58.	Makó	16—16,5	10,5	14,9	7,5	4,5	17,3	17,9		0,8	0,8			0,8	2,3			2,3		5,4			2,3	11,9	24,2	
59.	" "	26—26,5		5,3	18,2	10,1	14,1	5,3	1,3	1,3			0,7	2,0	1,3		1,3		4,7	1,3			3,4	8,1	6,4	
60.	" "	153—154		5,9	9,6	10,4	7,4	18,3		2,3	0,7		1,4	1,4	2,3		1,4		2,3	2,3			2,9	13,9	7,2	
61.	" "	172—173	1,4	12,8	15,6	7,8	14,1	12,8		3,5			0,7	1,4	2,8		1,4		1,4	4,2	0,7		2,1	17,2	9,7	
62.	" "	203—204		7,3	5,3	11,1	18,3	7,2		5,9	0,7			2,6			0,7		1,8	10,6	2,5		1,8	24,2	9,3	
63.	" "	298—300		7,0	9,3	14,0	10,9	8,5	0,8	1,6			1,6	3,2		1,6		1,6	10,9	2,4			1,6	25,0	12,3	
64.	" "	368—370		10,9	4,1	6,7	19,2	10,0		2,5	0,8			0,8	5,8		0,8		1,7	6,7	8,3		1,7	19,2	0,7	
65.	" "	483—484		11,8	4,1	15,2	9,3	7,6		3,4			0,8	1,7	2,5		0,8		0,8	9,3	1,7					

die zwischen den eolischen Sedimenten gesiedelten Fließwassersedimente Ablagerungen des Theiss-Gebietes sind.

Die Schwermineraluntersuchungen der Sandschichten der Bohrung bei Szentes (bei der Schule) haben das auch unterstützt. Die Sandschicht von 4,3–4,6 m besteht nach Korngestalt aus einem Gemisch von Fließwasser- und eolischen Sand. Die Schwermineraluntersuchung hat das in allem befestigt. Den Donau-Karakter zeigt die grosse Menge der Granate (25,2–44,8%) und das wesentliche Vorkommen von Amphibol (siehe die Tabelle). Auf den Theiss-Karakter weist die grössere Menge der Hypersthene. Die Schicht von 43–43,5 m ist eolisch, mit ganz weniger Fließwassermischung, deshalb zeigt die Schwermineralzusammensetzung auch hauptsächlich Donau-Karakter. In der Tiefe 56–56,5 m ist eine charakteristische Fließwassersandsiedlung. Die Zusammensetzung der Schwerminerale — wie es auf der Abbildung gut zu sehen ist, weicht von der Mineralzusammensetzung des Donau- und Theiss-Sandes ab. Die Menge der Pyroxene ist auch wesentlich, unter den Amphibolen erscheint das braune Amphibol mit 10,5%. In den Ablagerungen auf dem Theisswassergebiet ist immer das braune Amphibol unter den Amphibolen das wesentlichere. Die zwei Amphibolgruppen betragen gesamt 29,2%, das ist auffallend viel. Zur Zeit ist noch unbekannt, von welcher Richtung die Ablagerung geliefert wurde, wahrscheinlich hat es ein nördlicher Nebenfluss der Theiss gebracht. Die neueren Ergebnisse von J. URBANCSEK scheinen auch diese Meinung unterstützen (25).

Die Sandschichten in der Tiefe 69–102 m haben auch eine gemischte Korngestalt, ihre Schwermineralzusammensetzung ist auch dem entsprechend. Die Ablagerung zwischen 115 und 118 m ist dem oben erwähnten, fragliches Original besitzenden Sand ähnlich. Die Sandschicht von 139–145 m ist die charakteristischste Fließwasser-Ablagerung vom Theiss-Gebiet. Die Menge der Pyroxene ist grösser, als die der Amphibole, innerhalb deren ist die 7–8% Menge der Hypersthene eine wichtige Wahrnehmung. Die Schicht 163–167 m besitzt eolisches Original, mit wenigem Fließwassersand-Gemisch, in der Mineralzusammensetzung ist auch eher der Donau-Karakter vorherrschend.

Abwärts von dieser Tiefe finden wir nur scharfe, eckige Sandkörner. Von 246 m sind die Mineralkörner korrodiert und verwittert. M. FARAGÓ-M. hat abwärts von dieser Tiefe auf Tertiär charakteristische Pollenzusammensetzung gefunden (19). F. BARTHA und E. KROLOPP nehmen an — auf Grund faunistischen Untersuchungen — dass diese Schichten umgehäuft und eingeschwemmt sind (1). In Schwermineralzusammensetzung wird von Donausand äusser der Korrodierung durch die kleinere Menge der Granate unterschieden, aber das kann nicht als überzeugende Wahrnehmung angenommen werden. Die weiteren Untersuchungen können die Frage entscheiden, ob es sich wirklich über Donausand handelt, wenn die Bestimmung der horizontalen Verweiterung und Zugehörigkeit dieser Schichten beweisen gelingen wird.

Es ist wichtig das vollständige Verschwinden der Hypersthene von der Tiefe 329 m, — wie wir es sehen werden — in anderen Bohrungen finden wir einen ähnlichen Fall, das ermöglicht eine wichtige Schichtbezeichnung. Die Menge der Pyroxene nimmt — äusser dem Hypersthen — auf 3–4% ab.

Als eine Fortsetzung von der Bohrung bei der Schule in Szentes, haben wir die Bohrung des Thermalbrunnens beim *Krankenhaus* auch in Szentes — welche in die Tiefe 1733 m führt — untersucht. In der Bohrung wurde zwischen

435—494 m in mehreren Schichten grobkörniger Sand gefunden, aber in grösserer Tiefe gibt es schon keiner mehr. Bis zur diesen Tiefe wechseln schnell einander die Schichten mit verschiedener Kornzusammensetzung, vorherrschend sind die Sandschichten. Abwärts davon bilden sich die Schichten mit gleicher Kornzusammensetzung in grösserer Dicke, die mit feinerer Kornzusammensetzung bekommen eine wichtige Rolle. Hinsichtlich des Charakters der Sedimentbildung bezeichnet die unterste grobkörnige Sandschicht eine wichtige Grenze. Nach M. FARAGÓ-M. zeigt sich eine Veränderung auch in der Pollenzusammensetzung.

In der Schwermineralzusammensetzung kommt der Hypersthen bis zu der erwähnten Grenze nur bei zwei Mustern vor, die Menge der übrigen Pyroxene ist auch 5%. Die Rolle des braunen Amphibols ist auch kleiner, also das Material der Bohrung beim Krankenhaus kann — auf Grund der Schwermineralzusammensetzung — als eine Fortsetzung der Bohrung bei der Schule angenommen werden. Von 940 m abwärts ändert sich die Schwermineralzusammensetzung, nämlich die Menge in % von Apatit, Turmalin, Epidot und Zoisit nimmt zu (Siehe Tabelle).

Von N nach S ist die nächste *Bohrung bei Sándorfalva*, welche aus dem Zweck einer Ölforschung gebohrt wurde. Hinsichtlich der Vollständigkeit müssen wir hier das Bohrungsmaterial kritisch annehmen, aber die charakteristischsten Gesetzmässigkeiten — welche in den anderen Bohrungen auch beweisbar sind — sind auch hier gut zu beobachten.

Im Bohrungsmaterial sind die Sandsedimente bis 800 m Tiefe weitgehend vorherrschend, von dieser Tiefe abwärts ist die Rolle der feinkörnigen grösser, 1725—1940 m finden wir nur Sedimente mit schlamm-tonigem Material.

Die Korngestaltuntersuchungen haben gezeigt, dass bis zur Tiefe 115 m nur eolische Sedimente sind, — ohne Fliesswassereinsiedlung — von dieser Tiefe abwärts wurden aber Fliesswasserschichten gefunden (Siehe **Abb. 1.**). L. BOGSCH hat die untere Grenze von Pleistozän beinahe in selber Tiefe — in 120 m — in der Bohrung bei Sándorfalva angegeben.

Die Schwermineralzusammensetzung hat da auch bewiesen, dass die eolischen Schichten von der Donau stammen, in der Zusammensetzung mit der, von anderem Flugsand zwischen Donau und Theiss übereinstimmen (11, 23, 28, 29).

Von 115 m ist nicht nur in Korngestalt sondern auch in der Schwermineralzusammensetzung kleinere Veränderung. Die Hypersthene erscheinen in schönen, wohlbehaltenen Säulenformen. Das ist vom anderen Donausand ziemlich entscheidend. Übrigens vom Hauptcharakter der Schwermineralzusammensetzung sehen wir da auch, wie bei Szentes — dass diese Schichten den heutigen Donau-Ablagerungen am meisten ähnlich sind.

Von 263 m verschwinden die Hypersthene, oder vermindert sich ihre Rolle, Nur bei 904 m finden wir eine kleine Veränderung wieder, von da wird die gesamte Menge der Amphibole und Pyroxene kleiner. Die Grenze in der Veränderung der Sedimentbildung und des Charakters der Schwermineralzusammensetzung stimmt nicht ganz mit der von L. BOGSCH bestimmten Grenze bei 980 m der im alten Sinne genommenen levantischen und Pannon (2). L. BOGSCH bemerkt auch, dass auf Grund der hierigen Fossilien die Grenze zwischen Levantin und oberen Pannon nur sehr schwer zu bestimmen ist.

Die Grenze zwischen oberen und unteren Pannon wird von L. BOGSCH in 1699 m angegeben. In Schwermineralzusammensetzung steht auch eine wesentliche Veränderung von 1670 m, besonders von der Tiefe 1700 m an, ein.

Der braune Amphibol verschwindet vollständig, die anderen Amphibole besitzen auch nur eine Menge unter 2%, die Menge der Granate ist nicht grösser als 4%, — in jeden, aus der Bohrung stammenden Mustern war die Menge mehrfach, — die Menge von Limonit wird dagegen grösser als 50%. In diesem Fall stimmt also die Abgrenzung nach dem Alter mit der Grenze der Veränderung der Sedimentbildung und Schwermineralzusammensetzung überein.

In 1927 wurde der *Städtliche Thermal-Brunnen in Szeged* gebohrt. In dieser Zeit wurde die Bohrung nicht mit Schlamm-, sondern mit Wasserspülen durchgeführt, so haben wir ein ziemlich vertrauliches Material davon.

Auf die Sedimentbildung ist charakteristisch, dass bis 835 m die Sandsedimente vorherrschend sind, — welche sich in kleiner Dicke bilden — und von dieser Tiefe abwärts die Rolle der feinkörnigen Sedimente grösser ist.

Mit Korngestaltuntersuchungen wurde die Einsiedlung zwei eolischen Sandschichten zwischen den Fliesswasserschichten bewiesen. Die obere ist in 65–72 m, die untere in 169–179 m Tiefe zu finden.

Diese neue Untersuchungsergebnisse haben begründet, dass die von P. SZABÓ schon auf Schwermineralzusammensetzung untersuchte Bohrung wieder in Arbeit genommen werden soll, die Schwermineralgruppen mehr eingehend bestimmt werden sollen, damit diese Unterschiede auch klar werden, welche durch die mehr zusammengezogene Untersuchung von P. SZABÓ nicht bezeichnet wurden (29).

Die Schwermineralzusammensetzung der Fliesswasserablagerung der Sandschicht von der Tiefe 32–52 m zeigt die charakteristischen Spezifikation des Theiss-Gebietes, die Menge der Hypersthene erreicht 10,9%, die Gesamtmenge der Pyroxene ist 16,8%, die braune Amphibole erreichen auch 9,2%.

Die Sandschicht zwischen 65–68 m zeigt eolisches Original, mit wenigem Fliesswassersand-Schichte zu finden, diese besitzen Theiss-Karakter, das beiden Flüsse charakterisierenden Mineralen. In der Tiefe 83–88 m sind wieder Fliesswassersand — Schichte zu finden, diese besitzen Theiss-Karakter, das selbe bezieht sich auf die Sandschichten 125–132 m. Zwischen 169 m und 171 m siedeln sich wieder charakteristische eolische Donausandschichten, in welchen im Gegenteil zu 12,3% der metamorphen und alkali-Amphibole, die braunen Amphibole nur 1,6% zeigen.

Es wurde die untere Grenze der pleistozänen Ablagerungen bei Szeged von GY. HALAVÁTS — und seine Angaben benützend auch von J. SÜMEGHY — in der Tiefe 150 m festgestellt (5, 6, 26, 27). Es kann sicher angenommen werden, dass ihre kronologische Folgerung sich auf Grund der späteren Untersuchungen ändern wird, das ist aber Tatsache, dass sie von dieser Tiefe eine Veränderung beobachtet haben.

In der Schwermineralzusammensetzung bedeutet das Verschwinden der Hypersthene diese Veränderung, welche von dieser Tiefe abwärts oft in keinem Muster vorgekommen ist (Siehe Tabelle und Abbildung).

Nach der Auffassung von P. SZABÓ sind bis zur diesen Tiefe nur Ablagerungen des Theiss-Gebietes, von 150 m bis zum Sohlenpunkt der Bohrung nur Donausedimente zu beobachten (29). Wie wir es gesehen haben, diese Auffas-

sung wird sich ändern, denn bis zur diesen Tiefe haben wir auch zwischengesiedelte, eolische Donausedimente beobachtet.

In der Tiefe 168–800 m finden wir Sedimente mit derselben Schwermineralzusammensetzung, die Hypersthene kommen nicht mehr vor, die Menge der braunen Amphibole ist wesentlich kleiner als die der andern Amphibole. Kleinere Veränderungen sind nur in den Sandschichten zwischen 945–949 m, da verschwinden die Amphibole fast vollständig und der Epidot bekommt eine wichtige Rolle. F. BARTHA meint, dass die Reste der Weichtiere aus diesen Schichten schon von oberem Pannon stammen.

Von der bisherigen N – S Richtung etwas nach O finden wir den nächsten *Bohrungsplatz bei Makó*, der Bohrung bei der Schule bei Szentes ähnlich war diese Bohrung auch perspektivisches Forschungsbohren, so der grösste Teil der aufgearbeiteten Muster ist Bohrkern.

In dieser Bohrung wechseln einander die Schichten mit verschiedener Kornzusammensetzung schneller, als in allen bisherigen. Die Sandschichten mit Mittelekorngrösse haben eine wesentliche Rolle (Siehe Abb. 2.).

Demgemäss ist die Schwermineralzusammensetzung wesentlich einfacher, als in den bisherigen Bohrungen, von 16–173 m sind einheitlich Theisswassergebiet-, wahrscheinlich von Maros stammende Sedimente. Es ist nur bei 173 m eine Veränderung in der Schwermineralzusammensetzung. M. FARAGÓ-M. hat auch von dieser Tiefe an auf Tertiär charakteristische Pollenzusammensetzung gefunden (19). Von der Tiefe 173 m finden wir die fraglichen Donausedimente mit ähnlicher Zusammensetzung wie in den bisherigen Bohrungen. In der Schwermineralzusammensetzung beobachten wir fast keine Veränderung mehr bis zur Sohlentiefe des Bohrens.

ABSONDERUNG DER SCHICHTENREIHEN

Die oben erwähnten Untersuchungsergebnisse haben ermöglicht, dass die pliozänen und pleistozänen Schichten des Südniederlandes auf Grund der Schwermineralzusammensetzung und Sedimentbildung gegliedert werden.

Die erste grössere Schicht verbreitet sich überall von der Oberfläche bis zu dem Verschwinden, oder bis zur unwesentlichen Menge der Hypersthene. Diese Schichtenfolge geht in der Bohrung bei Szentes — bei der Schule — bis 388 m, bei Sándorfalva bis 272 m, bei Szeged bis 170 m, bei Makó bis 175 m. Schon GY. HALAVÁTS hat darauf hingewiesen, dass die tertiären und quartären Schichten sich vom Rand des Beckens nach innen neigen, das hat er im Profil von Szabadka—Szeged—Szentes auch bewiesen (6). Die von uns bisher durchgeführten Untersuchungen scheinen auch das unterstützen (13, 14, 17, 23). Die untere Grenze der vorher erwähnten Schichtenreihe liegt in den Bohrungen bei Makó und Szeged am höchsten, von hier nach dem Inneren des Beckens, also nach Szentes, liegt es immer tiefer, beweisend, dass die Senkung des Tieflandes hier die stärkste ist.

Im Hinsicht der Sedimentenart und Schwermineralzusammensetzung ist auch diese die mannigfaltigste Schichtenreihe, die Sedimente mit verschiedener Zusammensetzung wäxseln einander hier am schnellsten. Die eolischen Sedimente sind nur in dieser Schicht zu finden, in der Bohrung bei Szentes bis zur Tiefe 168 m, bei Sándorfalva bis 115 m, bei Szeged bis 179 m, in der bei Makó erscheinen sie überhaupt nicht.

In der Bohrung bei Sándorfalva — welche am westlichsten liegt — sind bis zu der erwähnten Tiefe einheitlich nur eolische Sedimente. In der Bohrung bei Szeged siedeln sich zwischen den Fließwasserschichten zwei, in der bei Szentes drei eolische Schichtenreihen ein.

Auf Grund der Schwermineralzusammensetzung und Korngestaltuntersuchungen unterscheiden wir hinsichtlich der Entstehung der Sedimente die folgenden Haupttypen:

a) Eolische Sandschichten, deren Schwermineralzusammensetzung eine charakteristische Donauherkunft zeigt. Diese Sedimente sind die Fortsetzung der eolischen Schichten zwischen der Donau und Theiss und keilen sich zwischen den Fließwasserschichten des Theisswassergebietes und bilden deren heteropischen Facies.

b) Sedimente von Theisswassergebiet, deren untere Grenze — auf Grund des wesentlicheren Vorkommens der Hypersthene und braunen Amphibole (Theisswassergebietcharakter) — bei Szentes 146 m, bei Sándorfalva 115 m, bei Szeged 170 m und bei Makó 175 m angegeben wird (siehe Abb. 1.). Es scheint, dass in den Ablagerungen unter dieser Tiefe schon die in heutigem Sinne genommene Theiss und Nebenflüsse nicht teilgenommen haben.

c) Die zwei Fließwasserschichten bei Szentes mit fraglicher Herkunft, welche wahrscheinlich von irgendwelchem Nebenfluss der Theiss abgelagert wurden, sind noch in anderen Bohrungen nach N auch zu finden (23), nach S erscheinen aber nicht mehr.

d) Fließwasserschichten unter den Ablagerungen des Theissgebietes welche bis zu dem Verschwinden oder bis zur wesentlichen Abnahme der Rolle der Hypersthene liegen, sind wahrscheinlich Fließwasserablagerungen der Donau. Es ist zweifellos, dass diese Sedimente in Pleistozän und Holozän abgelagert wurden.

Unter der in den vorherigen bestimmten Schicht können wir in drei tieferen Bohrungen bei Szentes bis 950 m, bei Sándorfalva bis 900 m, bei Szeged bis 800 m die nächste Schichtenreihe bezeichnen. Es ist charakteristisch, dass in dieser Schichtenfolge auch die Sandsedimente vorherrschend sind, die Schichten einander genug schnell wechseln. Die Schwermineralzusammensetzung unterscheidet sich von dem unteren Teil der vorigen Schicht in dem, dass die Hypersthene hier schon verschwinden. (Sie erscheinen nur in unwesentlicher Menge in einzigem Muster bei Sándorfalva.) Deren untere Grenze stimmt mit der von früheren Forschern auf Grund Makrofossilien bestimmten Grenze zwischen Levantin und oberem Pannon überein (2), so wurden diese Schichten nach der alten Einteilung des Erdzeitalters in Levantin oder nach der heutigen Einteilung in obersten Pliozän oder Unterstpleistozän abgelagert.

Wir haben noch wenige Angaben dazu, dass diese Schichtenserie, welche auf Grund der Veränderung der Schwermineralzusammensetzung bezeichnet wurde auch in geologisches Zeitalter eingereiht werden soll.

Abwärts von dieser Tiefe werden die feinsten Sedimente vorherrschend, wir finden dicke, also zwischen ruhigen Verhältnissen abgelagerte Schichtenfolgen. Es ist charakteristisch auf die Schwermineralzusammensetzung, dass die Menge der Amphibole und Pyroxene abnimmt, die Menge von Apatit, Turmalin, Epidot, und in der Bohrung bei Szentes die von Zoisit zunimmt. Nach der Einteilung von L. BOGSCHE entspricht diese Schicht dem oberen Pannon (2).

Eine entscheidende Veränderung in der Schwermineralzusammensetzung ist in 1670 m bzw. 1700 m. Diese Tiefe wurde nur mit der Bohrung bei Sándorf-

falva erreicht, die Spezifikation dieser Schicht haben wir schon bei dem eingehenden Beschreiben der einzelnen Bohrungen gesehen. Auf Grund Makrofossilien hat L. BOGSCH diese Schichten als untere Pannon bestimmt (2).

Die Schwermineraluntersuchungen zeigen also, dass während der Ablagerung der pliozänen und pleistozänen Schichten des Südniederlandes — infolge der Krustenbewegungen — das Abtragungsgebiet sich öfters verändert hat. Vergleichend das Material der Bohrungen mit den recenten Fließwasserablagerungen, können wir feststellen, dass die obersten Schichten im grössten Teil die Sedimente der Flüsse des Theisswassergebietes sind. Die grösseren Menge der braunen Amphibole und Hypersthene zeigen die Wirkung der Vulkane der Inneren Karpaten, so stammen diese Schichten von Osten. Die darunter liegende Schichtenfolge — mit einer Mächtigkeit von ung. 1500 m — scheint trotz den kleineren Veränderungen von einheitlichem Gebiet zu stammen. Die mit den heutigen Donauablagerungen beinahe gleiche Zusammensetzung (grössere Rolle der alkali- und metamorphen Amphibole und Granate) weist, — beim heutigen Stande der Untersuchungsergebnisse — auf einen alpinischen Charakter.

Die in der Bohrung bei Sándorfalva erreichten untere pannonischen Schichten sind am meisten — in der Schwermineralzusammensetzung — den oberflächlichen pannonischen Schichten des höheren Gebietes der Umgebung ähnlich. Wegen des Vergleichens haben wir auch von denen Schwermineralzusammensetzung-Untersuchung durchgeführt (siehe Tab.). Es ist interessant, dass die oberen pannonischen Sedimente von Szászvár, Paks und Solt in Schwermineralzusammensetzung eher zu den unteren pannonischen Sedimenten des Südniederlandes nahe stehen (kleine Rolle der Pyroxene, Amphibole, Granate) die von Galgamácsa eher den oberen pliozänen Sedimenten ähnlich ist. Das Material der Bohrung von Kemece zeigt eine ganz andere Zusammensetzung.

Es stehen noch wenige Ergebnisse uns zur Verfügung, dass wir die Schwermineralzusammensetzung der pliozänen und pleistozänen Schichten des Südniederlandes mit den Untersuchungsergebnissen — von weiteren Gebieten — früherer Forscher parallel stellen können (7, 8, 9, 21, 24).

Diese Arbeit beweist aber, dass die statistische Schwermineral-Untersuchungsmethode bei der Gliederung der Beckensedimente gut verwendet werden kann und dass die in einzelnen Bohrungen durchgeführten viele Untersuchungen entsprechende Ergebnisse geben. Die weitere Aufgabe ist, dass wir diese Untersuchungen horizontal auf ein grösseres Gebiet erweitern und den Zusammenhang zwischen den Rand des Beckens und weiteren Bildungen suchen.

LITERATUR

1. BARTHA F.—KROLOPP E.: A déalföldi perspektivikus fúrások puhatestű faunájának vizsgálata (Manuskript). Jelentés a M. Áll. Földtani Intézethez. 1960.
2. BOGSCH L.: Jelentés a MANÁT mélyfúrások kövület-meghatározásáról (Manuskript) 1944.
3. DÁVID P.: A Duna—Tisza közti futóhomok koptatottsága. Vortrag am 30. V. 1955 vor der Sitzung der Ung. Geol. Gesellschaft.)
4. M. FARAGÓ M.—MIHÁLTZ I.—MOLNÁR B.: A szentesi kórházi fúrás polleanalitikai vizsgálata. Bericht zur Geol. Oberdirection. (Manuskript) 1959.
5. HALAVÁTS GY.: A szegedi két ártézi kút. M. Áll. Földtani Int. Évkönyve IX. k. 1890—1892.
6. HALAVÁTS GY.: Az Alföld Duna—Tisza közötti részének földtani viszonyai. M. K. Földt. Int. Évk. 11. k. Budapest, 1895.
7. HERRMANN M.: Mátrai és cserhátalji pannon homok vizsgálata. Magyar Nemzeti Múzeum Term. Tud.-i Múzeum Évkönyve. VI. k. 1955.
8. HERMANN M.: Bükkaljai pannoniai homokvizsgálatok. Földtani Közlöny. 1954. 4. füzet.

9. HERMANN M.: Kisalföldi és dunántúli pannóniai homok mikromineralógiai vizsgálata. Földtani Közlöny. 1956.
10. KRIVÁN P.: A középeurópai pleisztocén éghajlati tagolódása és a paksi alapszélvény. M. Áll. Földt. Int. Évk. 43. k. Budapest, 1955.
11. LENGYEL E.: Alföldi homokfajták ásványos összetétele. Földtani Közlöny. 60. k. 1931.
12. MIHÁLTZ I.: A Duna—Tisza csatorna geológiai viszonyainak tanulmányozása. A Duna—Tisza csatorna. Földműv. Min. Kiadv. Budapest. 1947.
13. MIHÁLTZ I.: Az Alföld negyedkori üledékeinek tagolása. Kongress der Ung. Tiefebene. Budapest. 1953.
14. MIHÁLTZ I.: A Duna—Tisza köze déli részének földtani felvétele. M. Áll. Földt. Int. Évi Jel. 1950-ről. Budapest, 1953.
15. MIHÁLTZ I.: Homok szemmagyság helyszíni meghatározása. Földtani Közlöny. 82. k. 1. füzet. Budapest, 1952.
16. MIHÁLTZ I.—UNGÁR T.: Folyóvízi és szélfújta homok megkülönböztetése. Földt. Közl. 84. k. 1—2. füzet. Budapest, 1954.
17. MIHÁLTZ I.: A délföldi eolikus rétegsor. Vortrag vor der Sitzung der Ung. Geol. Gesellschaft in Szeged. 1958.
18. MIHÁLTZ I.—M. FARAGÓ M.—MOLNÁR B.: Új eredmények az Alföld üledékeinek kormeghatározásában. Vortrag auf der Universität Szeged.
19. MIHÁLTZ I.—M. FARAGÓ M.—MOLNÁR B.: Jelentés a szentesi és makói perspektivikus fúrások vizsgálatáról. Bericht zur Geol. Oberdirection. (Manuskript.) 1961.
20. MIHÁLTZ I.—M. FARAGÓ M.: Jelentés a kemecsei perspektivikus fúrás vizsgálatáról. Bericht zur Geol. Oberdirection. (Manuskript.) 1961.
21. MIKLÓS K.: A mezőkeresztesi M 3. sekélyfúrás üledékközzettani és mikromineralógiai vizsgálata. Földtani Közl. 1955. 2. füzet.
22. MOLNÁR B.: A statisztikus nehézásvány-vizsgálat hibalehetőségei. Földtani Közlöny. 89. k. 3. füzet. 1959.
23. MOLNÁR B.: A Duna—Tisza közti eolikus rétegek felszíni és felszín alatti kiterjedése. Földtani Közlöny. 91. k. 3. füzet. 1961.
24. PESTY L.: A sajtóhidvégi SA 12/A sekélyfúrás üledékközzettani és mikromineralógiai vizsgálata. Földtani Közl. 1955. 2. füzet.
25. URBANCSEK J.: Szolnok megye hidrogeológiai viszonyai. Vortrag vor der Sitzung der Ung. Hydr. Gesellschaft in Szeged. (Manuskript.) 1961.
26. SÜMEGHY J.: Két alföldi ártézikút faunája. Földtani Közl. 1930. 59. k.
27. SÜMEGHY J.: A Duna—Tisza közének földtani vázlatja. M. Áll. Földt. Int. Évi Jelentése 1950-ről. Budapest, 1953.
28. SZABÓ P.: A Duna—Tisza közti felső pleisztocén homokrétegek származása ásványos összetétel alapján. Földt. Közl. 85. k. 4. füzet. Budapest, 1955.
29. SZABÓ P.: A szegedi városi fürdői mélyfúrás homokrétegeinek vizsgálata. Vortrag vor der Sitzung der Ung. Geol. Gesellschaft. (Manuskript.) 1956.
30. SZÁDECZKY—KARDOS E.: Die Bestimmung des Abrollungsgrades. Zentralbl. für Min. etc. 1953.