

⁶ Sigmund, A. A. J.: Hungarian Alkali Soils and Methods of their Reclamation. University of California, Berkeley, Calif. 1927. S. 34.

⁷ Verh. d. II. Kommission d. Int. Bodenkundl. Gesellschaft, Budapest, 1929. Teil B. S. 60.

⁸ Ungarisch erschienen in 1934, und wird bald in englischer Sprache in London publiziert.

⁹ Sigmund, E.: Vízügyi Közl. 1913. Nr. 3.

¹⁰ Siehe Transactionen of the III. Intern. Congr. Soil Science, Oxford 1935., Bd. I. S. 357.

A PLEISZTOCÉN LÖSZ A KÁRPÁTOK MEDENCÉJÉBEN.

Irta: *Dr. Bulla Béla**

DER PLEISTOZÄNE LÖSS IM KARPATHENBECKEN.

Von *Dr. B. Bulla.***

I.

Das Alter des Lösses und die Umstände seiner Bildung. Seit Soergel (1) nimmt die Zahl jener Forscher immer mehr ab, die den Löss für eine prae- oder interglaziale Bildung betrachten, demgegenüber nimmt auf Grund der Forschungsergebnisse die Zahl derjenigen beständig zu, die davon überzeugt sind, dass der Löss in Europa sich während der Eiszeiten im näheren oder weiteren Umkreis der Inlandeisdecke bildete. Wenn Keilhack in den 1920-iger Jahren — von den vielen, auf die Entstehung und das Alter des Lösses bezüglichen Theorien verwirrt — noch mit Recht über das „Rätsel der Lössbildung“ klagen konnte, steht es fest, dass der trübe Horizont durch die heute bereits als Tatsache annehmbare glaziale Theorie Soergel's merklich geklärt wurde, immerhin aber noch viele, der Lösung harrende Probleme übrig blieben. Diese Probleme beziehen sich in erster Linie auf die Bildung und die Abarten des glazialen Lösses, auf die Ursprungstellen seines Materials, auf die Richtung der staubführende Winde, auf die Ablagerung und die Formen des Lösses, sowie auf die mit der Lössbildung zusammenhängenden erdgeschichtlichen und morphologischen Fragen. Diese Fragen sind nicht nur Probleme des ungarischen, sondern Probleme des Lösses im allgemeinen. Wollen wir also diese Probleme vom Gesichtspunkt unserer ungarischen Lösser beleuchten, so müssen wir gleichfalls aus der Soergel'schen

¹ Előadta a Magyarhoni Földtani Társulat 1937. IV. 7-i szakülésén.

** Vorgetragen in der Fachsitzung der Ung. Geol. Gesellschaft am 7. IV. 1937.

Theorie ausgehen: *das Ungarische Becken war während der Eiszeiten ein Gebiet, das in vielen Zügen seines Auslitzes als periglazial bezeichnet werden kann, von den heutigen grundverschiedene klimatische Verhältnisse aufwies und seinem pseudoperiglazialen Charakter entsprechend, nicht nur die Möglichkeit, sondern auch die tatsächliche Ausbildung der glazialen Lössdecke gewährte.*

Zunächst ist aber noch in kurzen Worten der Weg zu skizzieren, auf dem die ungarische Lössforschung von der im Löss die Ablagerung stehender Gewässer sehenden Theorie J. v. Szabó's bis zum heutigen Standpunkt gelangte. Szabó (3, 4) hielt mit Wolff in den sechziger und siebziger Jahren des verfloßenen Jahrhunderts den Löss noch für das Sediment von Binnenseen. Dieser Auffassung schloss sich auch Staub an. Hiernach herrschte auf dem Gebiet der ungarischen Lössforschung lange Zeit hindurch Ruhe, um in den 90-iger Jahren — unter der Einwirkung Richtofen's — einem umso kräftigeren Aufschwung Platz zu geben. Erfolgreiche Lössforscher waren zu dieser Zeit und an der Jahrhundertwende Inkey, Halaváts, Treitz und H. Horusitzky (5—17), die sämtlich überzeugte Anhänger der subaerischen Theorie Richtofen's waren. Sie beschrieben die Eigenschaften des Lösses, Horusitzky gab die mehr oder weniger akzeptierte, auch heute noch gebräuchliche Definition des Lösses, und alle kartierten die verschiedenen Lössgebiete Ungarns. H. Horusitzky und Treitz erkannten unzweifelhaft, dass die Bezeichnung „Löss“ einem Sammelbegriff entspricht. Aus diesem Grunde suchten sie die verschiedenen Abarten des Lösses auf genetischer Grundlage von einander zu unterscheiden (8—17). Ihnen sind auch die ersten mechanischen Untersuchungen der ungarischen Lössen zu verdanken. Halaváts unterschied eher dem Gefühl nach, wie auf Grund konkreter Beweise diluviale und alluviale Lössen und hielt in Ungarn sogar die *Bildung von rezentem Löss* für möglich. Inkey war davon überzeugt, dass das Alföld (Tiefebene) im Pleistozän von einer einheitlichen Lössdecke bedeckt war.

Was das *Zeitalter* der Lössbildung anbelangt, geht es aus zahllosen Berichten von Treitz hervor, dass er im Ungarischen Becken zwei Phasen der Lössbildung unterschied, die nach ihm auf Grund seiner Forschungen in Transdanbien durch eine einzige Lehmzone voneinander getrennt sind. Die erste Phase der Lössbildung entfiel nach Treitz auf das Pleistozän, die zweite hält auch heute noch an (14). Mit dem Problem der näheren Altersbestimmung des Lösses befasste sich Treitz nicht. Der erste, der die Bildungszeit der Lössen des Ungarischen Beckens innerhalb des Rahmens der pleistozänen polyglazialen Einteilung zu fixieren suchte, war H. Horusitzky (15). Auf Grund petrographischer und stratigraphischer Untersuchungen — die Fauna als ungeeignet gänzlich ausser Acht lassend — teilte er das ungarische Plei-

stozän in ein unteres und ein oberes auf. Im unteren Pleistozän unterschied er die präglaziale Zeit und eine einzige Eiszeit, im oberen zwei Eis-, zwei interglaziale Zeiten und die postglaziale Zeit. Seiner Auffassung nach ist der Löss eine oberpleistozäne Bildung und für die glazialen und interglazialen Zeiten, ja sogar auch für die postglaziale Zeit gleich charakteristisch. Schade, dass er seinen Tabellen nur wortkarge Erklärungen beifügt. Den Löss gliederte er auf Grund seiner rötlichbraunen Lehmzonen, begründete jedoch diese Einteilung nicht näher. Er stellte demnach den Löss in seiner Einteilung — mit der er eigentlich die Änderung des Klimas bezeugen wollte — ganz unverständlicher Weise sowohl in die glazialen, wie auch in die interglazialen Zeiten. Seine Auffassung ist nur zu rechtfertigen, wenn man bedenkt, dass in Europa damals noch viele Geologen die Bildung des Lösses sowohl in den glazialen, wie auch in den interglazialen Zeiten für möglich hielten.

Bis zum heutigen Tag vertrat in der ungarischen Literatur Treitz mit der grössten Bestimmtheit den Standpunkt, dass im Ungarischen Becken die Lössbildung auch heute noch im Gange sei. Hier müssen nun die Ergebnisse seiner Jahrzehnte hindurch fortgesetzten Lössuntersuchungen erwähnt werden, besonders diejenigen, welche sich auf die verschiedenen Weisen der Lössbildung beziehen. Treitz versuchte als erster ein Bild über die Phasen der Diagenese des Lösses zu geben. Das Grundmaterial des Lösses ist subäarischer Staub, aus dem unter der Einwirkung dürre (steppen-) Klimas Steppenböden entstehen. Da im Falle des Steppenklimas die Auslaugung des Bodens sehr gering ist, bleibt der bei der Verwitterung gebildete kohlen saure Kalk an der Stelle seiner Entstehung und wird nicht ausgelangt. Dieser kohlen saure Kalk bildet das Bindemittel des Lösses, dieser verkittet die Staubkörner zu Krumen und die Krumen zu einem zusammenhängenden, standfesten Gestein. Es ist wichtig, dass Treitz den Löss als Boden, doch — und dies ist sein Irrtum — auch als rezente Bildung ausspricht. In den dürren Gebieten des Ungarischen Beckens, namentlich im Kis- (Kleinen) und Nagy- (Grossen-) Alföld (Tiefebene) — sagt er — ist die Lössbildung bis zum heutigen Tag im Gang, in Transdanubien aber schon nicht mehr. Dem steht die Tatsache gegenüber, dass zwischen den Lössen von Transdanubien und vom Alföld absolut kein Unterschied festgestellt werden kann, nur, dass die Lössoberfläche in Transdanubien und an den Randgebieten des Alföld stärker verlehmt ist, wie im Alföld selbst. Es ist eine Tatsache, über die auch Treitz berichtet, dass an der Oberfläche der transdanubischen und der alfölder Löss in der Gegenwart eine Lehmschicht in Bildung begriffen ist. Dies wird von allen unseren Geologen und Agrogeologen bekräftigt, sogar die Mächtigkeit der rezenten Lehmschicht zahlenmässig angegeben. Treitz leitet in 1901 das Material der unga-

rischen Lösses aus dem durch den Wind aufgewirbelten Staub der nordeuropäischen Eisdecke her (16), vier Jahre später bezeichnet er die zwischen Donau und Tisza gelegenen Flugsandgebiete als den Ursprungsort des Materials des Lösses der Gebiete zwischen Donau und Tisza, die Lösses jenseits der Tisza leitet er aus den Ablagerungen des Inundationsgebietes der Tisza, die — seiner Ansicht nach — jungen, z. T. rezenten Lösses der Gegend des Maros-Flusses aus dem Material der Stranddünen her. In seiner 1913 in den Földrajzi Közlemények (Geographische Mitteilungen) veröffentlichten „Bodengeographie“ äussert er sich unter dem Einfluss der Resultate der deutschen und russischen agrogeologischen Forschungen — die grosse Rolle des Staubregens bei der Entstehung des Lösses betonend — dahin, dass der Löss ein Steppenboden sei, da auch mehrere Meter mächtige Ablagerungen mit geschichteter Struktur durch die Arbeit der Steppentierwelt in einigen Jahrhunderten in einen homogenen, ungeschichteten Steppenboden verwandelt werden kann. Diese Bodenart bedeckt die Ebenen und Hügel der dünnen Gebiete Ungarns und wird von den Geologen Löss genannt (17). In derselben Abhandlung bezeichnet er die rötlichbraunen Lehmblätter des Lösses als den „B“-Horizont von Steppenwäldern.

Diese Zurückführung der Bildung und Diagenese des Lösses auf solche bestimmte klimatische Vorgänge bedeutet einen grossen Fortschritt in der ungarischen Lössforschung. Treitz sprach in der ungarischen Literatur als erster mit der grössten Überzeugung dafür, dass der Löss eine klimatische Bildung: ein auf den Steppengebieten entstandener Boden sei. Seine Theorie besitzt in denen einen leicht verwundlichen Punkt: es gelang ihm nicht, die äolische Theorie der Lössbildung mit der zu jener Zeit in der Literatur sich schon immer lauter meldenden, für die Steppengebiete angenommen, ja durch Berg und Ganssen sogar erwiesenen Theorie der arid-hydratischen Verwitterung restlos und in beruhigender Weise zu verknüpfen. Treitz konnte diese beiden Theorien nicht überzeugend in kausalen Zusammenhang mit einander stellen, er empfand zwischen den beiden einen Widerspruch. Dieser Gegensatz wurde drei Jahre später durch den Russen Berg überbrückt, der die Theorie der Lössbildung mit neuen Elementen ergänzte (18, 20). Er sucht zu beweisen, dass die Lössbildung restlos weder durch die aeolische, noch durch eine andere Theorie erklärt werden kann, da ja der Löss und die lössähnlichen Bildungen unter der Einwirkung des trockenen Klimas an *Ort und Stelle* zur Ausbildung gelangen. Dies bedeutet soviel, dass der Ursprung des Muttergesteins des Lösses vom Ursprung seines Lösscharakters zu unterscheiden ist. Der Ursprung des Muttergesteins kann fluvial, fluvioglazial, glazial, alluvial, etc. sein, der Lösscharakter des Gesteins kann aber nur in einer einzigen Weise zustandekommen. Nach Berg besteht zwischen dem Löss und sei-

nem Muttergestein derselbe Unterschied, wie zwischen dem anstehenden Fels und dem Boden. Dazu, dass aus dem Gestein ein Löss hervorgehe, ist ein lössbildender Prozess erforderlich. Die Grundbedingungen dieses Prozesses skizziert Berg nach Gansen (21) im folgenden: 1. das Gestein muss feine Partikelchen enthalten, 2. ist ein gewisser Gehalt an Kalk- und Magnesiumkarbonat, 3. ein bedeutender Gehalt an kohlenaurer Aluminiumsilikaten und 4. ein trockenes (Steppen-) Klima erforderlich. Unter diesen Bedingungen wird als Produkt der Verwitterung und Zerkleinerung ein lockeres, poröses, fahlgelbes Gestein; der Löss entstehen. Die Richtigkeit dieser Theorie wurde auch durch Glinka Bogoslawski und Neustrujew (22) bekräftigt. Diese Forscher vertreten gleichfalls die Ansicht, dass die Oberfläche des Geländes unter der Einwirkung des Steppenklimas einen Lösscharakter annimmt.¹

Die auf die Herkunft des Lössmaterials bezügliche, rein subarische Theorie wird also von Berg verworfen, das Hauptgewicht liegt in seiner Auffassung auf der arid-hydratischen Verwitterung, die aus Materialien verschiedensten Ursprunges — also nicht nur aus dem subarischen Staub — Löss zu bilden vermag. Diese merkwürdige Übertreibung wurde durch die Erklärung Münichsdorfer's glücklich gemildert (23). Auch nach diesen Forscher ist der Löss das Ergebnis arider Verwitterung, *er unterscheidet aber die innerasiatischen, rezenten Lössen streng von den mitteleuropäischen und russischen, fossilen Lössen*. Er erklärt auf Grund der auf das Alter der Lössbildung bezüglichen Forschungsergebnisse Soergel's mit voller Bestimmtheit, dass die europäischen Lössen wäh-

¹ Die Theorie Berg's dient eigentlich zur Ergänzung der glazialen Theorie Soergel's, da das Gewicht in der Lösstheorie Soergel's auf dem Alter der Lössbildung, in der Theorie Berg's aber auf den Umständen der Lössbildung, auf der Diagenese liegt. Eben deshalb muss man sich wundern, dass die das glaziale Alter des europäischen Lösses nicht nur verfechtende, sondern — man kann ruhig sagen — beweisende Arbeitshypothese Soergel's kaum einen befruchtenden Einfluss auf die ungarischen Lössforschungen ausübte. In den 1920-iger Jahren wurden zwar die rotbraunen Lehmzonen der transdanubischen Lössen von unseren aufnehmenden Geologen als Bildungen beschrieben, die mit pleistozänen Klimaänderungen in Zusammenhang gebracht werden können und D. Laczko (24) bezeichnete in 1929 die Lehmzone des Lösses von Ságvár im Sinne Soergel's entschieden als interglazial, den Löss aber als glazial, trotzdem blieb jedoch die volle Auswertung der Ergebnisse Soergel's vom Gesichtspunkt der ungarischen Lössen aus. Und doch hätte die Umpflanzung der Soergel'schen Auffassung in das Gebiet der ungarischen Pleistozänforschung schon in die Hände von Treitz einen verlässlichen Schlüssel zur richtigen Deutung der Diagenese des ungarischen Lösses und, was

rend der Maxima der Vereisungen und zwar vorwiegend aus *subarischem Staub*, unter der Einwirkung des kalt-trockenen Klimas der nicht vereisten, also periglazialen Gebiete entstanden. Das Klima der wärmeren, feuchteren interglazialen Zeiten, wie auch jenes der Gegenwart sind der Lössbildung nicht mehr günstig. *Dies bedeutet, dass die optimalen klimatischen Bedingungen der Lössbildung in Europa nur während der Eiszeiten gegeben waren und auch dann nur auf gewissen Gebieten, namentlich in der periglazialen Zone, sowie in der Nachbarschaft dieser Zone. Sobald dann gewisse klimatische Schwellenwerte überschritten wurden, hörte die Bildung des Lösses auf.* Leider wurden diese klimatischen Schwellenwerte, von denen die Lössbildung abhängt, noch von niemanden studiert. Und doch würden Untersuchungen solcher Natur in den innerasiatischen Gebieten der auch heute im Gange befindlichen Lössbildung an Hand von Untersuchungen im Laboratorium wahrscheinlich auch auf dieses wichtige Problem ein Licht werfen. Von unserem Gesichtspunkt ist es wichtig, dass der mittelenropäische Löss, dieses pleistozäne subarische Gestein sowohl nach der Ansicht der Mehrzahl der russischen und deutschen Lössforscher, wie auch nach dem Zeugnis der ungarischen Lössuntersuchungen während der Eiszeiten gebildet wurde, so dass folglich in Mitteleuropa von einer rezenten Lössbildung nur mit einer gewissen zurückhaltenden Vorsicht gesprochen werden kann, umso mehr, da Gegenden mit ausgesprochen aridem Klima innerhalb dieses Gebietes nicht vorhanden sind. Immerhin sind in den semiariden Gebieten Europas auch heute Staubstürme zu beobachten, bei deren Gelegenheit aber meist der pleistozäne Löss selbst in der Luft emporgewirbelt wird und später von neuem zur Ablagerung gelangt. Staubregen und Lössbildung sind aber keine adäquaten Begriffe, trotzdem einzelne Forscher auf Grund der gegenwärtigen Staubstürme auf eine rezente Lössbildung in Europa schliessen zu dürfen glauben. Im Zusammenhang mit den Staubregen muss hier auf einen in der Fachliteratur häufig vorkom-

hiermit gleichbedeutend ist: zur Lösung des auf das Alter der ungarischen Lössbildung bezüglichen Problems gegeben.

Als sich aber die auf eine Antwort harrenden vielen Fragen des ungarischen Pleistozäns als ein dankbares Arbeitsgebiet erwiesen und das Interesse sowohl der Geographen wie auch der Geologen erweckten und die Resultate der im Geiste Soergel's durchgeführten ausländischen Forschungen die Feuerprobe der wissenschaftlichen Kritik bestanden, wurde die Anwendung der Theorie Soergel's auf die Verhältnisse des ungarischen Pleistozäns unvermeidlich. In diesem Sinne führte E. Scherf (87) seine pleistozänen Studien im Alföld durch und die Soergel'sche glaziale Theorie der Lössbildung lieferte auch die Grundlage, von der der Verfasser der vorliegenden Arbeit bei seinen Lössforschungen in Transdanubien im Jahre 1930 ausging.

menden, begriffstörenden Irrtum hingewiesen werden. Ernstliche Fachschriften sprechen beständig vom herabfallenden Löss, von Lössregen etc. Dieser Irrtum muss beseitigt werden: *der Löss fällt nicht aus der Luft, sondern es kann sich unter geeigneten Umständen aus dem herabfallenden Staub Löss bilden.*

Im Zusammenhang mit der Lössbildungstheorie Berg's ist jedoch noch ein Umstand unbedingt zu erwähnen. Würde man bei der Bildung des Lösses dem Staubregen keine ausschlaggebende Rolle zuschreiben und rückhaltslos annehmen, dass unter der Einwirkung des Steppenklimas aus jedem den oben angegebenen Bedingungen entsprechenden Gestein sich an der Erdoberfläche Löss bilden kann, dann müsste der pleistozäne Löss auf unserem Aifold, sowie in unseren sandig-tonig-mergeligen Hügelländern und Mittelgebirgen viel massenhafter anzutreffen sein. Die beobachteten Tatsachen widersprechen jedoch dieser Annahme. Immerhin steht es fest, dass die in der von den russischen und deutschen Agrogeologen festgelegten Richtung durchgeführte, exakte Erforschung des für eine klimatische Bildung, namentlich für den Boden der ariden Steppenklimate angesehenen Lösses unsere Aufmerksamkeit auf höchst interessante Möglichkeiten lenken. Rathjens (25) beschreibt aus Tripolitaniem, Witschell (15) und Pervinquière (26) von anderen Gebieten Nordafrikas (Tunis), Zaborski (27) aus Spanien, Blaneckenhorn (28) aus Mesopotamien, Ränge aus Palästina lössartige Bildungen, die nach ihren Beobachtern nur im unwesentlichen Eigenschaften vom glazialen Löss der europäischen periglazialen Gebiete abweichen. Die Ursache der Unterschiede liegt wahrscheinlich in dem Umstand, dass die erwähnten Gebiete *warme Steppen* sind. Alldies spricht dafür, dass der Löss tatsächlich eine Bildung der trockenen Steppenklimate darstellt, und eine Bodenabart ist, die nur einer bestimmten Klimazone entspricht. Gleichzeitig ist es aber auch ersichtlich, dass der Name Löss einen Sammelbegriff deckt, unter dem zahlreiche Bildungen zusammengefasst wurden, ein Umstand, auf den neustens auch Kölbl (29) bestimmt hingewiesen hat. Es erhellt aus alldem auch, dass zur Bildung jenes Gesteins, das wir in Mitteleuropa als typischen Löss erkannten und bezeichnen, in erster Linie die Anhäufung grosser Mengen subaerischen Staubes auf kalten-trockenen glazialen Steppen erforderlich war und, dass der angehäuften subaerische Staub den Hauptanteil des Materials unserer Löss abgibt, neben welchem andere Materiale bei der Bildung des Lösses bloss eine unbedeutende Rolle spielten. *Unsere ungarischen Löss gehören demnach in jene Gruppe der warm-trockenen und kalt-trockenen Steppen bedeckenden, lössartigen Bildungen, welche während der pleistozänen Eiszeiten in der periglazialen und pseudoperiglazialen Gebieten Europas unter der Einwirkung des kalt-trockenen Steppenklimas in ihrer Hauptmasse aus subaerischem Staub zur Ausbildung gelangten.* Die ungarischen

Lösse sind demnach glazialen Alters, ihr Material ist jedoch nicht glazialen Ursprungs, also kein aus den Moränen herausgewehter Staub, kein fluvioglazialer Schlamm oder Gletschergeschiebe.

In dem wir erklären, dass die ungarischen Lösse glaziale Bildungen sind, deren Material aber: der vom Wind verfrachtete Staub nicht auf den glazialen Gebieten Europas zu suchen ist, weisen wir damit gleichzeitig auch auf den wichtigen, letzten Endes auf klimatischen Grundlagen fussenden Unterschied zwischen dem eigentlichen europäischen periglazialen Gebiet und dem pleistozänen ungarischen Becken hin. Wollen wir uns in der Frage nach der Herkunft des Materials der ungarischen Lösse ein zufriedenes Urteil bilden, müssen wir uns in Gedanken die Naturverhältnisse des Ungarischen Beckens im Pleistozän vorstellen. Zur Zeit der ersten ungarischen Lössforschungen fehlten sogar im Auslande noch chemische, mechanische u. petrographische Lössanalysen die physikalisch-geographischen, in erster Linie klimatologischen Verhältnisse der pleistozänen glazialen und periglazialen Gebiete waren unbekannt, dem gegenüber lag es aber auf der Hand, dass die deutschen Forscher das Material der deutschen Lösse aus den naheliegenden, glazialen, subglazialen und fluvioglazialen Ablagerungen herleiten, umso mehr, da die Richtigkeit dieser Annahme durch die späteren Lössanalysen z. T. wenigstens tatsächlich gerechtfertigt wurde. Die den deutschen Forschungsergebnissen gerne folgende ungarische wissenschaftliche Forschung war bereitwilligst geneigt, die Deflationszone der ungarischen Lösse gleichfalls in den glazialen Gebieten Norddeutschlands zu suchen. Treitz, der seine Ansichten in Bezug auf die Lössbildung und den Ursprungsort des Lössmaterials häufig änderte, leitete anfänglich auch das Material der ungarischen Lösse von den glazialen Gebieten Norddeutschlands her. Nach dreizehn Jahren äusserte er sich dahin, dass das Staubmaterial der ungarischen Lösse aus der Sahara, aus Innerasien und vom Gebiet des Ungarischen Beckens selbst stammt. Nach H. Horusitzky ist das Material unserer Lösse nicht im Schlamm der glazialen Gletscher und auch nicht in Innerasien zu suchen, da es aus dem Staub, der aus den sandig-tonig-mergeligen Ablagerungen der miozänen Meere herausgeweht wurde. Zur Bekräftigung seiner Ansicht erwähnt er, dass in der Osthälfte des Kleinen Alföld pannonische Muschelfragmente im pleistozänen Löss vorfand (32, 33) L. v. Lóczy sen., F. v. Pávai Vajna, Halaváts und andere mehr, die kleinere Lössgebiete studierten und ihre Ergebnisse nicht verallgemeinerten, bezeichneten gleichfalls das Ungarische Becken als den Ursprungsort des Lössmaterials. J. v. Chólnoky (30), der als erster die Monsunerscheinung in Europa nachwies, suchte das Staubmaterial der ungarischen Lösse in Innerasien. Seiner Ansicht nach gelangte der Staub auf den Flügeln des durch eine im allgemeinen O-liche Richtung gekennzeichneten, winterlichen Monsuns im Laufe der

pleistozänen Zeit nach Europa und so auch in das Ungarische Becken, jedoch nicht unmittelbar, sondern mit dazwischen geschalteten Ruhestellen. Diese in den Details richtige Annahme besitzt den Fehler, dass in Europa keine Verjüngung der Lössdecke von O gegen W, aber auch keine Verfeinerung der Körnerchen des Lössmaterials, also keine Klassierung desselben von O gegen W zu beobachten ist. Zu einer mit jener von v. Cholnoky verwandten Ansicht bekannten sich auch Tietze (31) und Müniehsdorfer. Sie hielten es für wahrscheinlich, dass im Laufe der pleistozänen Eiszeiten die Zone der periglazialen Steppen und Halbwüsten in der Richtung gegen den Atlantischen Ozean tief in den Körper Mitteleuropas hineinragte und sah folglich die Deflationszone der europäischen Lössen in diesen mittel- und osteuropäischen Steppen und Halbwüsten. Prinz hingegen ist der Meinung, dass das Staubmaterial der ungarischen Lössen in den glazialen Gebieten Nordeuropas zu suchen sei (92).

Grahmann unterzog mit gewaltiger literarischer Übersicht und auf Grund seiner reichlichen Forschungsergebnisse die auf die Bildung und Verbreitung des Lösses bezüglichen Theorien unlängst einer Revision (34, 35). Seine Ausführungen beziehen sich in erster Reihe auf die deutschen Lössen, doch auf die europäischen Lössen im allgemeinen. Grahmann unterscheidet Lössen vom glazialen und vom kontinentalen Typ. Zum ersteren gehören nach ihm die mitteleuropäischen Lössen, da sie keine ausgesprochene Deflationszone besitzen. Ihr Material stammt von Gebieten her, die im Laufe der Eiszeiten nur von spärlicher Vegetation bedeckt waren und wo damals infolge der Einwirkung des glazialen Klimas die Zerkleinerung der Gesteine sehr intensiv vor sich gieng. Die ungeheuren Trümmersmassen wurden von den Flüssen verfrachtet und sortiert. Gelegentlich ihrer frühjährlichen Überschwemmungen verbreiteten sie ihren feinen alluvialen Schlamm in enormen Mengen in ihren Tälern und auf ihren Inundationsgebieten. Dieser feine Schlamm wurde dann nach dem Rückzug der Hochwässer und dem Abtrocknen des Inundationsgebietes durch die im allgemeinen *O-lichen* Winde des periglazialen Gebietes herausgeweht und an dazu geeigneten Stellen ausgebreitet. Aus diesem Material bildete sich der zum glazialen Typ gehörige Löss. Diesen Löss bezeichnet deshalb Grahmann als „ein erst durch fliessendes Wasser, dann durch Wind, also ein doppelt sortiertes Sediment.“ Seiner Ansicht nach erklärt diese Auffassung die übereinstimmende Korngrösse der Lössen, das Vorherrschen der Körner mit Durchmesser zwischen 0.05—0.01 mm, ja sogar ihre chemische Zusammensetzung sehr gut.

Die zum kontinentalen Typ gehörigen Lössen sind durch das Vorhandensein von Deflationszonen gekennzeichnet. Das sind die Wüsten. Die aus dem Inneren der Wüsten kommenden Winde sortieren das Staubmaterial. Das grobe Material gelangt früher zur Ablagerung, das feinere wird weit fortgeführt. Die Korngrösse

des Lösses nimmt mit seiner Entfernung von der Deflationszone ab. Tatsächlich scheint die Untersuchungen von Dscheng Wang und Obrutschew diese Annahme zu bekräftigen. Das Korn der ostchinesischen und mandchurischen Lösses ist nach Dscheng Wang (36) tatsächlich feiner, wie jenes der mittelmehnesischen. Auch Obrutschew (37, 37/a, 38) beobachtete das allmähliche Feinerwerden des Flugsandes der Wüste und seinen langsamen, stufenweisen Übergang in den lössartigen Sand, sandigen und schliesslich typischen Löss. Deshalb schreibt Grahmann „derkontinentale Löss ist ein einfach sortiertes subärisches Sediment von verschiedener Körnung.“ Die Bedingung der Bildung des glazialen Lösses waren auch nach der Theorie Grahmann's nur im Laufe der Eiszeiten gegeben, es lässt sich also auch der Theorie Grahmann's der letzte Schluss ziehen, dass die europäischen Lösses fossil sind und eine rezente Lössbildung in Europa nicht stattfindet.

Die Theorie Grahmann's kann im allgemeinen angenommen werden. Sie gestattet die Beleuchtung vieler bisher dunkler und schwerfälliger Probleme. Einige Einwendungen lassen sich aber immerhin gegen dieselbe erheben. Grahmann hält die für die mechanische Zusammensetzung der Lösses bezeichnende Korngrösse zwischen 0.05—0.01 mm entschieden für eine primäre Erscheinung; aus den Untersuchungen von Berg, Ganssen und Münichsdorfer ist es aber sicher bekannt, dass diese Korngrösse die Folge der arid-hydratischen Verwitterung, u. somit eine bezeichnende sekundäre Erscheinung der Diagenese des Lösses ist. Weiters leitet Grahmann das Material der europäischen Lösses ausschliesslich von Ablagerungen der Inundationsgebiete her, eine Annahme, die durch nichts begründet wird, besonders wenn von Hügelländern und Gebirgen die Rede ist, die aus den der Wirkung des Frostes leicht nachgebenden, lockeren, sandig-tonigen, oder im allgemeinen eher zerfallenden als verwitternden Gesteinen aufgebaut und durch eine spärliche Vegetation bedeckt sind. Es ist nicht einzusehen, warum die Deflation hätte warten müssen, bis die fluviatile Sortierung des Trümmersmaterial erfolgte, da ja feineres Staubmaterial schon infolge der intensiven Zerkleinerung auch an der Oberfläche „in situ“ in ausgiebiger Menge entstand, das vom Wind leicht fortgeführt werden konnte und sicherlich auch wurde. Zu diesem Einwand sind wir unsso mehr berechtigt, als sichere Deflationsgebiete — wenn auch nicht von wüstenartigem Charakter — auch in dem Ungarischen Becken nachgewiesen werden konnten. Unsere Bemerkungen beeinträchtigen die Gültigkeit der Theorie Grahmann's nicht, es musste aber gezeigt werden, dass die Trennung reiner Typen, namentlich von Lössen glazialen und kontinentalen Typs sowie auch die Abgrenzung der zu den beiden Typen gehörigen Lössgebiete eine sehr schwierige und heikle Aufgabe ist, da auch im Verlaufe der Eiszeiten in Eu-

ropa sehr grosse Möglichkeiten zur Bildung von Übergangsformen und gemischten Typen gegeben waren.

Grahamm arbeitete seine Theorie auf Grund der viele Probleme aufwerfenden, eine umfangreiche Literatur hervorbringenden klimatischer Verhältnisse, besonders der von manchen Gesichtspunkten richtigen, aber noch mit sehr vielen hypothetischen Elementen belasteten Erklärung der Windverhältnisse der glazialen und periglazialen Gebiete Europas aus.

Auf Grund der Überlegungen von Eckard (39), Enquist (40), Nordenskjöld (41), Drygalsky (42), Högbom (43), Mecking (44), Tutkowsky (45), Soergel, Kessler (46) und vieler anderer kann das Klima der glazialen und periglazialen Gebiete Europas während der Eiszeiten auf eine in ihren Details problematische und noch viele Diskussionen provozierende, in ihren Hauptzügen jedoch annehmbare Weise folgendermassen erklärt werden. Über dem Gebiet des Inlandeises herrschte beständig hoher Luftdruck. Von diesem Gebiet strömte die Luft sowohl im Winter, wie auch im Sommer nach allen Richtungen den benachbarten Gebieten zu. Diese von den Eisdecken abwärts wehenden Winde hatten in Mittel- und Osteuropa eine NO-liehe Richtung. Sie besaßen zwar einen Föhncharakter, da sie von der 2000—2500 m hohen Eisdecke abwärts bliesen, blieben aber dennoch sehr kalt, weil sie an ihrem Ursprung sehr kalt waren und auf ihrer abschüssigen Bahn sich nur sehr wenig erwärmten. Folglich mußte die jährliche Durchschnittstemperatur der periglazialen Gebiete niedrig sein, sogar unter 0° C liegen. Diese O-lichen Winde wurden durch den von v. Cholnoky nachgewiesenen östlichen Monsun Europas verstärkt. Seine Wirkung dürfte im Laufe der Eiszeiten über dem stark abgekühlten eurasischen Kontinent sehr beträchtlich gewesen sein. Die Winter waren lang, kalt und trocken, die Sommer kurz, kühl und ebenfalls trocken, zeitweise besonders am Anfang des Sommers konnten aber auch wärmere, Niederschläge führende Luftmassen in das Innere des Kontinentes gelangen. Die Niederschläge waren gering, die tägliche Schwankung der Temperatur dürfte sehr beträchtlich gewesen sein. Auch diese kurze Schilderung — die im Falle des Karpathenbeckens einer geringen Korrektur bedarf — zeigt, dass die Windverhältnisse und die sonstigen klimatischen Erscheinungen des glazialen Europas von den heutigen grundverschieden waren. Die Ansicht Rungaldier's (31), der im Gebiet Ungarns die grösste Häufigkeit und die Verfrachtung des Staubes den wärmeren und an Niederschlägen reicheren W-liehen Winden zuschrieb, kann somit recht angenommen werden. Dies gilt besonders für den Sommer, wenn man bedenkt, dass am Alföld und im Nordöstlichen Hochland in der Mitte des Sommers die annähernd O-liehen Win-

de auch gegenwärtig noch häufiger sind, als die W-lichen.² Die Arbeit Rungaldiers kann bei der Klärung der Probleme der ungarischen Lössen umso mehr nur in beschränktem Mass in Betracht gezogen werden, da er die Bildung des Lösses — der veralteten Auffassung entsprechend — in die wärmeren-feuchteren interglazialen Zeiten stellt.

Die über das Klima der periglazialen Gebiete Europas entworfene Skizze bedarf aber bezüglich des Karpathenbeckens auch in anderer Hinsicht einer Abänderung. Das Ungarische Becken liegt S-licher, wie das mitteldeutsche und polnische periglaziale Gebiet, sein kontinentaler Charakter ist infolge seiner grösseren Entfernung vom Meere und seiner Abgeschlossenheit auch heute, und war auch im Laufe der Eiszeiten ausgeprägter, wie in den erwähnten Gebieten. Folglich war auch die durchschnittliche Temperatur, besonders wegen seines wärmeren und dürren Sommers höher, die Menge seiner Niederschläge infolge seiner vollständigen Umschlossenheit und seiner föhnartigen Winde geringer, wie dort, umso mehr, da in seiner W-lichen Nachbarschaft die Eisdecke der Alpen auch den vom Westen kommenden, Niederschläge führenden Zyklonen den Weg versperrte. Seine vorherrschenden Winde waren während der Eiszeiten annähernd O-lich³, aber auch die vom Bereich des über der Eisdecke der Alpen gelegenen hohen Luftdruckes gegen das Ungarische Becken gerichteten starken, trockenen W-lichen Föhne mussten häufig gewesen sein, besonders in der W-lichen Hälfte des Beckens, eine Tatsache, die in der Folge durch die Verbreitung des Lösses am Kleinen Alföld und in der W-lichen Hälfte Transdanubiens demonstriert werden soll. Nach alledem waren also die periglazialen Charakterzüge des Ungarischen Beckens, besonders im Inneren desselben, also weit von den Gebirgsrahmen entfernt, sowie auch in den südlichen Teilen des Beckens abgedämpft, weniger deutlich, wie in den mit der Eisdecke unmittelbar benachbarten Gebieten; seine periglazialen Bildungen sind mit Ausnahme des Lösses weniger bezeichnend entwickelt. Aus eben diesen Gründen hielt ich es für statthaft, das Ungarische Becken im Verlaufe der Eiszeiten als *pseudoperiglazial* zu bezeichnen, im Gegensatz zu den in der unmittelbaren Nachbarschaft der Eisdecke gelegenen wirklichen periglazialen Gebieten (48). Es ist bemerkenswert, dass auch Penck (49) für die ausgesprochen periglazialen Gebiete während der Eiszeiten bloss eine 200—300 km breite Zone annahm.

² Siehe z. Keöpeczi Nagy: Adatok Magyarország széljárásához (Angaben über die Winde Ungarns) Természettud. Közlöny (Naturwiss. Mitteil. Nur ungarisch) Jahrg. 1933. Heft. 1.

³ Die Häufigkeit der W-lichen Winde — die damals eine viel unbedeutendere Rolle spielten, wie heute, — dürfte in den Frühling- und Herbstmonaten zugenommen haben.

Das in dieser Weise gekennzeichnete pseudoperiglaziale Klima des Ungarischen Beckens liefert eine genügende Grundlage zu Erklärung der Herkunft, Entstehung und Verbreitung unserer Lössе. Die Ergebnisse meiner auf Grund solcher Überlegungen durchgeführten morphologischen Untersuchungen bekräftigten mich in der Annahme, dass der Ursprungsort des Materials unserer Lössе vor allem in dem durch ein trockenes Klima gekennzeichneten pleistozänen Ungarischen Becken zu suchen ist, bei der Verbreitung des Staubmaterials aber den annähernd O-lichen Winden eine ausschlaggebende Bedeutung zugeschrieben werden muss, umso mehr, da diese Auffassung ausser Penck's übereinstimmender Ansicht unlängst auch durch die unter der Leitung Prof. A. Vendl's in Gang gesetzten ausführliche mechanische, chemische und petrographische Untersuchungen der ungarländischen Lössе unterstützt wurde. Die Untersuchungen von Prof. A. Vendl und seiner Mitarbeiter (50) wiesen bezüglich mehrerer Lössе der Umgebung von Budapest den inländischen Ursprung nach. Auf Grund dieser Untersuchungen sah A. Vendl die besprochene Theorie Grahmann's auch im Ungarischen Becken für berechtigt an.

Auf Grund klimatologischer, morphologischer Forschungsergebnisse und der Literatur lässt sich bezüglich der Herkunft des Materials unserer Lössе der letzte Schluss ziehen, dass dieselben keine glazialen Lössе von reinem Typ sind. Ihr Alter ist unzweifelhaft glazial, ihr Material stammt vorwiegend aus den Ablagerungen der grossen Inundationsgebiete der unausgeglichenen, sehr veränderlichen, glazialen Steppenflüsse des Ungarischen Beckens her, doch lieferten auch die aus dem Binnensee-Zustand des Ungarischen Beckens herstammenden und an der Oberfläche befindlichen sandig-tonigen Ablagerungen, sowie die über die glaziale Waldgrenze emporragenden, doch nicht beständig von Schnee bedeckten Felsenregionen der Karpathen mit ihren durch die zerkleinernde Wirkung des Frostes hervorgebrachten Trümmerfeldern und mit den Moränen der lokalen Gletscher, oder mit fluvioglazialen Schotter bedeckten Gebieten ein reichliches Material zur Lössbildung. Ausser den erwähnten Gebieten dürfte ein reichliches Staubmaterial durch den O-lichen Monsun — mit eingeschalteten Ruhebestellen — in das Ungarische Becken gelangt sein, umso eher, als Partikeln mit Durchmessern von 0.05 mm und auch noch kleinere auf den Flügeln der Winde sehr grosse Entfernungen zurücklegen können.

Die Staubregen dürften im Sommer und Herbst am ausgiebigsten gewesen sein, da die Ablagerungen der Inundationsgebiete nach dem Auftauen des winterlichen Frostes, dem Abzug der Frühlingshochwässer und dem Abtrocknen der Oberfläche eine fast schutzlose Beute der Winde waren, doch gestatten die an der Oberfläche von Schneedecken in der Gegenwart durchgeführten Staubmessungen per Analogiam getrost den Schluss, dass der Staubregen auch im Winter nicht ausblieb.

II.

Die Verteilung des Lösses in dem Ungarischen Becken.

Das Klima der im Laufe des Pleistozäns wiederholt auftretenden Eiszeiten schuf im Ungarischen Becken günstige Bedingungen für die Lössbildung. Obzwar die Erforschung der glazialen Flora bei uns noch in den Kinderschuhen steckt, bekräftigen die Resultate (51) der neuestens mit erfreulichem Schwung in Gang gesetzten Untersuchungen einstimmig die Richtigkeit d. Bildes, das hier über das glaziale Klima des Ungarischen Beckens entworfen wurde. In den Eiszeiten war das Ungarische Becken eine Steppe, wo die Galeriewälder und Sümpfe der Innndationsgebiete und die Steppenwälder eine Abwechslung in die ausgedehnten Lösspuszten brachten. Der durch die annähernd O-lichen Winde herbeigeführte Staub bedeckte alle zur Lössbildung geeigneten Flächen dieses von hohen Randgebirgen umrahmten, durch ein stark kontinentales, trockenes Klima gekennzeichneten Beckens in grosser Mächtigkeit.⁴ Es fragt sich nun, wo diese zur Lössbildung geeigneten Gebiete lagen. In erster Linie kommen die höher, als die pleistozänen Innndationsgebiete gelegenen Oberflächen, die in Schollen zerstückelten pannonischen Tafelländer Transdanubiens, die nicht mit Wäldern bedeckten, geschlossenen kleinen Becken der Gebirge und die an den Rändern der Tiefebene befindlichen Mittelgebirge an Stellen, wo der Hang sanfter als 30° war, in Betracht (53). Der Löss bedeckte das Baeska, das Szerémség, weite Gebiete zwischen Donau und Maros, Maros und der Körös-Flüssen, den Körös-Flüssen und der Tisza, im Szörénység, die Westhänge des Ostungarischen Inselgebirges die Füsse der Bükk-, Mátra- und Cserhát-Gebirge, den SO-lichen, im grossen-ganzen vom Transdanubischen Mittelgebirge SO-lich gelegenen Teil Transdanubiens, in dem Kleinen Alföld die O-lichen Hänge der Kleinen Karpathen, Kleinen und Grossen Fáttra, sowie auch die geschlossenen kleinen Becken der Mittelgebirge. In der S-lichen Hälfte des Kleinen Alföld ist die Lössdecke zerrissen, oder fehlt gänzlich, er fehlt an vielen Stellen des Grossen Alföld und fast gänzlich in dem Transsylvanischen Becken und auch in Kroatien wird nur der NO-liche und O-liche Saum der Inselgebirge von einer schmalen Lösszone begleitet. Selbstverständlich fehlt der Löss in den Karpathen, die in den Eiszeiten mit Ausnahme der nackten Felsenregionen von Wäldern bedeckt waren, welche die Lössbildung verhinderten. Sonst hätte sich wohl auch hier Löss gebildet, da seine vertikale Verbrei-

⁴ Die durchschnittliche Jahrestemperatur nach Penck um 7°C niedriger angenommen, dürfte dieser Wert im Ungarischen Becken während der letzten Eiszeit +2—+3°C gewesen sein. Zu diesem Wert gelangte auch Staub auf Grund seiner Untersuchungen bezüglich der glazialen Flora Siebenbürgens. (52).

tung von der Höhe ü. d. M. wenig beeinträchtigt wird. Es stehen uns zwar nur spärliche Angaben zur Verfügung, die Beobachtungen ergaben aber, dass in Ungarn über 400 m abs. Höhe nur sehr wenig Löss vorkommt. Der Grund dieses Umstandes liegt darin, dass einesteils auch die pleistozänen Steppengebiete nicht höher hinaufdrängen, anderenteils auch die Konfiguration des Geländes in den höheren Gebieten die Anhäufung des Lösses nicht mehr begünstigte. Der herabfallende Staub fand wenig Schutz, er fiel der Deflation und Erosion zum Opfer (53).

Die Mächtigkeit des ungarischen Lösses ist nicht gleichmäßig, was aus den nachstehenden Angaben dentlich ersichtlich ist:

<i>Landesteil</i>	<i>Ort</i>	<i>Mächtigkeit m</i>	<i>Beobachter</i>	<i>Anmerkung</i>
Transdanubien	Marcal-Rába-Gegend Kom. Fejér, Fuss des Vértes Gebirges	6—8	J. v. Sümeghy	typischer Löss
"	Scheitel des Vértes Gebirges	8—10	A. Vendl	" "
"	Csurgó, Kom. Somogy	einige dm	K. Roth von Telegd	sandiger Löss
"	Plateau von Veszprém	4—6	B. Bulla	" "
"	Balatonaliga	6—7	L. v. Lóczy sen.	typ. Löss
"	Inneres des Kom. Somegy	8—10	" "	" "
"	Gegend v. Kapos und Koppány	6—8—10	B. Bulla	" "
"	Balatonföldvár	20	L. v. Lóczy sen.	" "
"	Balatonberény	9	" "	" "
"	Tal von Vál (Vértes-Geb.)	6	" "	" "
"	Pincehely, Kom. Tolna	3—4	" "	" "
"	Mittl. Teil d. Kom. Baranya	10—15	B. Bulla	" "
"	Gegend von Mohács	20	"	typ. Löss
"	" " Szekszárd	7—9	"	" "
"	Paks	20—25	"	" "
"	Dunaföldvár	42	"	" "
"	Inneres d. Kom. Tolna	30—35	"	" "
"	Kéthely (Kom. Somogy)	15	G. v. Tóborffy	" "
"	Fuss d. Mecsek-Geb.	10	J. v. Maros	" "
"	Ságvár (Kom. Somogy)	20—30	E. Vadász	" "
"	Pannonhalma	10—12	J. v. Gaál	" "
"	Tápió-Tal	15	Gy. Vid	sand. Löss
Alföld	Tápió-Tal	10	Gy. Halaváts	" "
"	Titel	50	Gy. Halaváts	typ. Löss
"	Debrecen		J. v. Cholnoky	" "
"	Szerémség	10	B. v. Inkey	sand. "
"		26—30	Gorjanovic- Kramberger	typ. "

<i>Landesteil</i>	<i>Ort</i>	<i>Mächtigkeit m</i>	<i>Beobachter</i>	<i>Anmerkung</i>
Alföld	Uri, Mende (Kom. Pest)	30	J. Timkó	typ. Löss
„	Irsa, Ceglég, Örkény	4	V. Güll	sand. „
„	Telecska	15—20	P. Treitz	typ. Löss u. sand. Löss
„	Galga-Tal	10—15	J. Timkó	typ. „
„	Szabadka	7—8	P. Treitz	sand. „
Kleines				
Alföld	Galgóc	14	H. Horusitzky	typ. „
„	W-Hänge d. Vértes Geb.	0.3—2	A. Liffa	sand. „
„	Ratkóc	4	H. Horusitzky	typ. „
Hochland	Fuss d. Mátra-Geb.	15	J. Noszky sen.	„ „
„	Fuss d. Cserhát-Geb.	15	J. Timkó	„ „
„	Hegyalja	5—10	H. Horusitzky	„ „
„	Sajó-Tal	10—12	J. Kerckes	„ „
Transsyllvanien	Miriszló	9	F. v. Pávai Vajna	zusammen geschwemmter Löss

Die horizontale und vertikale Verbreitung des Lösses führt mit den hier angeführten Zahlenwerten seiner Mächtigkeit verglichen zu interessanten Überlegungen. Es stellt sich heraus, dass die Möglichkeit der Lössbildung im geschlossenen Ungarischen Becken fast überall gegeben war, am ungestörtesten aber nur im S-lichen Teil des Alföld und im SO-lichen Teil Transdambiens, sowie an den SO-lichen Hängen der N-lichen Randgebiete des Alföld zur Geltung kam. Auf anderen Gebieten, namentlich an den Westhängen der Mittelgebirge, über grosse Strecken des Alföld und im Becken von Siebenbürgen konnte sich z. T. wegen den reicheren Niederschlägen des Gebietes, z. T. wegen dem Relief und der Natur des Geländes, z. T. aber infolge des interassenten, später zu erörternden Verhältnisses zwischen dem Löss und seinem Liegenden aus dem herabfallenden Staub entweder kein Löss bilden, oder es fiel die eventuell dennoch gebildete dünne Lössdecke der Denudation der interglazialen Zeiten zum Opfer. An Stellen, wo die Mächtigkeit des Lösses an der Oberfläche bloss einige Meter beträgt, kann man fast bestimmt behaupten, dass nur der sog. „jüngere Löss“ der letzten Eiszeit und der finiglazialen Zeit vorliegt, wo aber die Mächtigkeit des Lösses die 20—25—30—40 m erreicht, beweist schon seine grosse Masse die Ungestörtheit der Lössbildung und bekräftigt die Richtigkeit dieser Auffassung auch das, dass im Löss interglaziale und interstadiale Bildungen vertreten sind. *Diese gewaltigen Lössmassen dürfen mit Recht als die Zeugen mehrerer Eiszeiten betrachtet werden und stellen somit die beredtesten Urkunden der pleistozänen Chronologie des Ungarischen Beckens dar.*

Die ungleiche räumliche und zeitliche Verteilung der Löss-

bildungen verschiedener Gebiete beweist jedoch auch noch etwas anderes. *Sie beweist, dass das Ungarische Becken niemals von einer einheitlichen und zusammenhängenden Lössdecke bedeckt war.* Es lohnt sich, diese Tatsache zu betonen und etwas näher zu prüfen, weil viele ungarische Autoren beim Entwerfen eines Bildes der pleistozänen Oberfläche des Alföld über eine von der Mitte des Beckens gegen die Ränder sanft ansteigende, einheitliche Lössoberfläche sprechen, die erst später durch die Flüsse zerstückelt wurde. Man gewinnt aus diesen Schilderungen den Eindruck, als hätte sich zuerst die Lössdecke und erst hiernach das Flussnetz des ursprünglich abflusslosen pleistozänen Ungarischen Beckens ausgebildet. Es ist dies eine des öfteren wiederkehrende Ansicht, seit dem L. v. Lóczy sen. die pleistozänen geographischen Verhältnisse des Ungarischen Beckens mit dem heutigen Zustand des Tarim-Beckens verglichen hatte (35).

Diese Annahme einer vormals einheitlichen, ununterbrochenen Lössdecke war einigermaßen begründet, solange die wissenschaftliche Forschung den Ursprung des Materials unserer Lössen noch ausserhalb der Grenzen des Ungarischen Beckens, in den glazialen und periglazialen Gegenden Nordeuropas, oder aber in Innerasien suchte. Diese Möglichkeit zerfiel aber sofort, sobald man sie auch nur ein wenig eingehender ins Auge fasst. Wäre das Alföld im Laufe des Pleistozäns auch nur eine einzige Eiszeit hindurch abflusslos gewesen, müsste man in der 170—180 m mächtigen pleistozänen Beckenausfüllung über weite Gebiete ausgedehnte Ablagerungen salziger Seen antreffen. Die Tiefbohrungen des Alföld wiesen die Anwesenheit solcher ausgedehnter Binnenseeablagerungen nicht nach, wohl aber die sehr massenhafte und abwechslungsreiche Ausbildung von gröberen-feineren fluviatilen Sedimenten vom gröberen Schotter bis zum feinsten Schlamm. Das hydrographische Netz des Alfölds im Pleistozän war demnach durch zeitweise mit grossen Wassermassen rapid fliessende, zeitweise aber verästelte, wenig Wasser führende, weite Inundationsgebiete durchstreifende Flüsse gekennzeichnet. Diese fluviatilen Ablagerungen beweisen, dass das Sinken unseres Alföld im jüngeren Pleistozän ein sehr langsamer Vorgang war, mit dem die aufschüttende Tätigkeit der Flüsse im allgemeinen schritthalten konnte, so dass das Becken auch während des dürren Steppenklimas der Eiszeiten offen blieb. Wir haben auch andere Beweise dafür, dass das Alföld im Pleistozän nicht abflusslos war. Die ausserordentlich energische Erosion der nachweisbar feuchten, niederschlagsreichen interglazialen Zeiten schliesst die Möglichkeit der Abflusslosigkeit ebenfalls aus. Einen unmittelbaren morphologischen Beweis liefert die in den Flusstälern des Ungarischen Beckens ausgebildete Serie der pleistozänen fluviatilen Terrassen. Diese sind im Tal der Donau in der Osthälfte des Kleinen Alföld, ferner im Durchbruch von Visegrád und auch in der Umgebung von Budapest anzutref-

fen (54). Unterhalb Budapest geht die älteste pleistozäne Terrasse (Burgterrasse) nicht in die Oberfläche des Alföld über, sondern taucht infolge des pleistozänen Sinkens des Alföld unter die Oberfläche desselben unter, ist sie in der Tiefe vorhanden, setzt sich dort fort, um im Durchbruch der Alduna (Untere Donau) wieder an die Oberfläche zu treten. Diese Terrasse durchspannte also das ganze Ungarische Becken. Die jüngste pleistozäne, sog. Städte-Terrasse aber lässt sich in ihrer Gänze über das ungarische Tal der Donau verfolgen (55), den Nachweis erbringend, dass das Ungarische Becken schon im Pleistozän seine Donau besass, samt dem zu ihr gehörigen Wassernetz, wiewohl letzteres aber die Ausbildung einer einheitlichen, zusammenhängenden Lössdecke einfach unmöglich machte.

Die Ablagerungen dieses pleistozänen Flussnetzes betätigten sich mit der Aufschüttung der Oberfläche des sinkenden Alföld. Während der Eiszeiten durchstreiften die Flüsse mit geringem Gefälle und Unterlauf-Charakter die Oberfläche. Der auf die breiten Inundationsgebiete herabfallende Staub konnte sich nicht in Löss verwandeln, er wurde höchstens zu einem durchnässten Löss. Typischer Löss konnte sich nur in den von den Hochwässern verschonten Gebieten bilden. Eben dieser „durchnässte Löss“, dessen Name umstritten (56), dessen Ursprung aber nicht im geringsten zweifelhaft ist, liefert einen der durchschlagendsten Beweise gegen die Abflusslosigkeit des Alföld im Pleistozän. Er beweist, dass die durch grosse Wasserschwankungen gekennzeichneten Steppenflüsse des Alföld zur Zeit der Lössbildung riesige Inundationsgebiete durchstreiften, weil nur die Inundationsgebiete schon vorhandener Flüsse als „conditio sine qua non“ der Bildung des durchnässten Lösses denkbar sind.

Dieses von den Naturzuständen des Alföld zur Eiszeit entworfene Bild ist kein Kind der Phantasie. Seine Richtigkeit wird durch die pleistozänen Ablagerungen des Alföld nachgewiesen, in deren Serie vom gröberen-feineren Schotter bis zum typischen Löss alle Stufen und Übergänge vertreten sind, am wenigsten aber gerade der typische Löss selbst. Dies berechtigte mich dazu, mit voller Überzeugung zu erklären, dass die Lössе des Alföld bei den lössmorphologischen Studien nur in beschränktem Mass berücksichtigt werden dürfen (53).

Die Hypothese der Abflusslosigkeit des Alföld im Pleistozän ist auch schon deshalb aus den Handbüchern zu streichen, weil es auch aus den neuesten auf den Ursprung des Materials der ungarischen Lössе bezüglichen Forschungen hervorgeht, dass dieses Material grösstenteils aus den Inundationssedimenten der lannenhaft fliessenden pleistozänen Flüsse des Ungarischen Beckens her stammt. Man kann es sich garnicht anders vorstellen, als, dass zuerst das zur Lössbildung geeignete Material herbeiführende Flussnetz vorhanden war und erst dann, aus dem ausgewehten Material des Geschiebes der Löss gebildet wurde.

Studiert man die Verbreitung der ungarischen Lössе, fällt es in die Augen, dass der Löss an den O-lichen und annähernd O-lichen Hängen der das Ungarische Becken umrahmenden Randgebirge und der im Becken befindlichen Mittelgebirge (Budaer Berge, Bakony-, Vértes-, Gereese-Gebirge, Kleine Karpathen, Kleine Fátра, Meesek-, Bilo-, Papuk-, Cserhát-, Mátra-, Hegyalja-Gebirge) hoch emporsteigt (Budaer Berge 420 m, Meesek 400 m, Hegyalja 380 m) und die Hänge mit einer dicken Decke verhüllt, an den annähernd W-lichen Hängen hingegen entweder überhaupt kein Löss vorhanden ist, oder wenn doch, so nur als dünne, zerrissene Decke, die meist in hohem Grade verlehmt ist. Lange Zeit hindurch besonders solange die ungarische Lössforschung den Ursprungsort des Materials der ungarischen Lössе in den nordeuropäischen glazialen Gebieten suchte, schien es wahrscheinlich, dass die staubbringenden Winde annähernd W-lich waren, so dass sich der Löss in unseren Mittelgebirgen an den Ostlehnen, auf den niederschlags- und windchattigen Lee-Hängen anhäufen konnte, wogegen an den Westhängen, an der Luv-Seite sich kein Löss bildete, weil der herabgefallene Staub von dort durch die Deflation und Abwäsung entfernt wurde. Dieser Auffassung gab zuletzt Rungaldier Ausdruck (47). In der Kenntnis der oben geschilderten Umstände und Bedingungen der Lössbildung, sowie der Windverhältnisse des glazialen Europas musste diese Theorie a priori als unhaltbar betrachtet werden. Gerade das Gegenteil dieser Theorie ist richtig. Die vorherrschenden Winde Mittel- und Europas waren in den glazialen Zeiten annähernd O-lich. Diese transportierten den zur Lössbildung geeigneten Staub auf geringere- grössere Entfernungen. Die zu den staubführenden, annähernd O-lichen Winden senkrecht, quergestellten O-lichen oder annähernd O-lichen Hänge zwangen die Luftmassen zum Aufsteigen und Ablagern ihres Staubgehaltes, einesteils, weil die Hänge den weiteren Transport des Staubes hinderten, andererseits, weil die an den Hängen zum Aufstieg gezwungene Luft abgekühlt wurde, sodass ihre relative Feuchtigkeit zunahm und die schwebenden Staubpartikeln zu Kondensationszentern wurden, auf die Lehnen herabfielen und dieselben dick bedeckten. Man muss auf diesen annähernd O-lichen Hängen im Laufe der Eiszeiten mit wahrhaftigen Staubregen rechnen. Die staubführende Tätigkeit dieser Winde dürfte im Ungarischen Becken durch die in den Randgebieten desselben im Sommer sich täglich ordnungsgemäss meldenden Berg- und Talwinde bedeutend erhöht worden sein. Im allgemeinen dürften die lokalen Klimate und klimatischen Faktoren bei der Vorbereitung und Verteilung des zur Lössbildung geeigneten Materials eine viel grössere Rolle gespielt haben, als man bisher annahm. Die Beleuchtung dieser Frage ist schwer, weil uns zur Rekonstruktion der lokalen klimatischen Verhältnisse der vergangenen Zeiten nur mit der grössten Vorsicht verwertbare Analogien und Homologien zur Verfügung stehen. Die einschlägigen Detailforschungen werden

aber das oben in grossen Zügen entworfene Bild auch in seinen Details nur bestätigen.

Die den annähernd O-lichen Winden ausgesetzten Osthänge waren also im Laufe der Lössbildung die Luv-Hänge, auf diese liessen die Staubregen ihren Staubgehalt herabfallen, während die annähernd W-lichen Lee-Hänge nur in geringem Grad verlössst wurden. Jedenfalls in geringerem Grad, als die O-lichen, weil weniger Staub auf sie herabregnete und, weil sie der abtragenden Wirkung (Deflation und Erosion) der im Laufe der Eiszeiten zwar spärlich, aber doch auftretenden, niederschlagsreicheren W-lichen Winde ausgesetzt waren, wogegen die Osthänge auch diesen gegenüber im Regenschatten verblieben. Weis man aber, dass im Laufe der Eiszeiten die durch Luftstrudel gekennzeichneten, niederschlagsreichen Westwinde im Ungarischen Becken keine bedeutsame Rolle spielten, da ja auch seine annähernd W-lichen Winde vorwiegend von der Eisdecke der Alpen gegen das Innere des Beckens wehende, trockene Föhne waren, so wird man die Lösslosigkeit der Westhänge in erster Linie den lössvernichtenden und lössverlehmenden, niederschlagsreicheren Westwinden der langen interglazialen Zeiten und der Gegenwart zuschreiben. Diese unsere Behauptung können wir durch die Verbreitung des Lösses sehr gut rechtfertigen. Im transdanubischen Mittelgebirge, in den kleinen Karpaten, im Gereese-, Bakony- und Budaer Gebirge haben die Westhänge nur eine zerrissene, dünne Lösdecke. Dieser Löss ist mit Gehängeschutt und Sand vermischet, ja in den meisten Fällen sogar in einen entkalkten Lehm und rotbraunen Ton verwandelt. Löss gelangte also überall hin, auch auf die Westhänge, doch war seine Bildung dort nicht ungestört und er fiel der Verwitterung und Abtragung zum Opfer.

Neben den annähernd O-lichen, staubführenden Winden fiel bei der Verfrachtung des Staubes, ja sogar bei der Umlagerung des schon fertigen, aber zu Staub zerfallenen Lösses ausser der Tätigkeit fliessenden Wassers auch den lokalen Winden eine bedeutende Rolle zu. Über diese Faktoren könnte man aber in Ermangelung der detaillierten Untersuchungen heute noch schwerlich ein ausführliches und richtiges Bild entwerfen.

(Fortsetzung folgt.)