

BEITRÄGE ZUR MORPHOGENESE DES SEEWINKELS

Von Helmut R i e d l, Graz

Bereits die morphologische Bearbeitung der westlichen Rahmenlandschaften des Neusiedlersees verlangte die Klärung der Verhältnisse im Osten des Sees, damit einmal durch brückenartigen Zusammenschluß der Einzelbefunde die Frage der Seegenese eingengt werden kann. In einem morphologischen Raum, wie ihn der Seewinkel darstellt, drängt sich der Beobachtung eine Fülle kaltzeitlicher Kleinformen auf, die vor allem zu den großen Hohlformen der Lacken in Beziehung gesetzt werden müssen, um die Leitlinien der jungeszeitlichen Entwicklung des großen Donauschwemmkegels aufzeigen zu können.

Die eigentliche morphologische Forschung steht in dieser Landschaft noch am Beginn ihrer Tätigkeit, während die Biologen schon längere Zeit hier zu Hause sind. Die vorliegende Arbeit will die Eigenart des Seewinkels in klimatisch-morphologischer Hinsicht ins rechte Licht rücken. Die vorzeitlichen Formenzeugen verbinden sich mit den schon bekannten pflanzen- und tiergeographischen Merkwürdigkeiten der österreichischen Salzbödenlandschaft zu einem Naturraum, dessen Schutzbedürftigkeit ein verstärktes Anliegen sein muß.

Der stets für neue Schritte aufgeschlossenen Burgenländischen Landesregierung danke ich für die Subventionierung der Arbeit.

INHALT:

- I. Begrabene Kleinformen und Erscheinungen im Schotter des Schwemmkegels und dessen Feinsedimentdecke.
 1. Kieskessel, Oberkantensolifluktion, Spülmulden.
 2. Episodische Solifluktion, Eiskeile.
 3. Einzeitungsversuch der Kleinformen.
 4. Bemerkungen zum Paratschernosemproblem.
- II. Zur Morphogenese der Hohlformen.
 1. Bisherige Ansichten der Entstehung.
 2. Problematik und morphologische Bedeutung des „salzführenden Horizontes“.

3. Lackenentstehung durch Abschmelzen von Bodeneis (eine Arbeitshypothese).
4. Umprägung der Hohlformanlagen.
5. Homologe Hohlformen in anderen Räumen.

III. Schluß.

I. BEGRABENE KLEINFORMEN UND ERSCHEINUNGEN IM SCHOTTER DES SCHWEMMKEGELS UND DESSEN FEINSEDIMENTDECKE

1. Kieskessel, Oberkantensolifluktion, Spülmulden.

Der Aufschluß südöstlich Podersdorf* (VII) zeigt eine markante Erscheinung des Frostbodens, die einer kolkartigen Bildung des wärmzeitlichen Schwemmkegels ähnlich sieht. Mit einer lichten Weite von ca. 2,5 m sind in die Schotteroberfläche zwei schüsselförmige Gebilde eingesenkt, deren Tiefe 1,5—2 m beträgt. Die beiden Formen sind in eine graue Feinsandschicht derart eingetieft, daß letztere in Form einer steilen aufrechten Falte die beiden Hohlformen voneinander trennt. Bei näherer Beobachtung zeigt sich, daß nur die Feinschichtung der peripheren 20—30 cm dicken Teile der Falte das 65° Einfallen der Schenkel mitmacht. Im Faltenkern verläuft die Feinschichtung jedoch fast söhlig. Die beiden seitlichen Schüsseln sind mit Kies und Grobsandbändern gefüllt, die eine zwiebelartige Schichtung erkennen lassen. Das Füllmaterial ist gegen das Liegende der ehemaligen Hohlformen gröber als gegen das Hangende ausgebildet. Über diesen Schüsseln ist eine Kappungsfläche ausgeprägt, die durch eine solifluidale Schotterschicht ausgezeichnet ist, die einen fossilen Ca-Horizont verwürgte. Dabei sind die Würgetaschen in die ältere Kiesschüsselfüllung teilweise eingesenkt. Über dem Solifluktionsschotterpaket folgt 25 cm mächtiger Sand, der zur Gänze von der Bodenbildung erfaßt wurde. Für die Entstehung der eigenartigen Strukturen unterhalb der Kappungslinie: die beiden aufgefüllten Hohlformen samt ihrer Mittelfalte kann als Erklärung eine primäre Akkumulationsstruktur ausgeschlossen werden, da die Kreuzschichtung des Schwemmkegelmateriales niemals derartig hohe Neigungen der Sandlassen aufweist. Einer erosiven Erklärung der Hohlformen steht die Diskordanz zwischen Faltenkern und Peripherie der Falte im Wege. Diese aber spricht für eine tangentielle Pressung, die auch eine vertikale Druckkomponente miteinschloß, da der im Feinsand gelegene Schüsselboden die gleiche periphere Feinschichtung wie an den beiden Wandungen der Falte aufweist. Typisch ist der scharfe Knick, mit dem sich die beiden Schüsselböden zu den aufwärtsstrebenden Feinsandfaltenschen-

* Im Folgenden werden die Aufschlüsse im Text durch Zahlen gekennzeichnet, die mit den Zahlen der Standortkarte übereinstimmen.

keln absetzen. Diese Erscheinungen leiten sich am zwanglosesten von den Eisdruckkräften zweier benachbarter Eislinen innerhalb des periglazialen Frostbodens her. Der tangentielle Druck führte zu faltenähnlicher Presung des dazwischenliegenden Feinsandes und einer nach unten konvexen Gestaltung der ursprünglich horizontalen Feinsandschichte. Bei Auftauvorgängen wurden von den Schmelzwässern Kiese und Sande randlich in die bereits verquetschte, infolge des Eisschwundes immer stärker sich herausbildende Hohlform geschüttet, die dadurch sogleich wieder begraben wurde. M. Pecsí (20, S. 53) beschreibt aus einer Schottergrube bei Hegyeshalom flache Kieskesseln in einem feinkörnigen Sediment der rißzeitlichen Donauaufschüttung, die den Schüsseln bei Podersdorf gleichen. Pecsí erklärt diese Form, die durch ein Photo belegt wird, durch Eislakkolithe, die an zahlreichen Stellen im Substrat gebildet wurden und im aktiven Zustand flache Kuppenbildung bewirkten. Er identifiziert sie mit den Mounds der Tundra. Für die Einzeitung der Podersdorfer Kiesschüsseln ist von Bedeutung, daß sie an der Oberfläche des würmzeitlichen Schwemmkegels liegen. Allerdings werden die Schüsseln knapp über dem Feinsandfalten-scheitel gekappt, wobei diese Kappungslinie, wie aus der Verknüpfung der Kappungsfläche mit einem sofluidalen Schotterpaket hervorgeht, den Schwemmkegel kaum erniedrigt, eher abgeschrägt hat. Jedenfalls bildeten sich die Eislakkolithe in der Abschlußphase der Akkumulation der Schwemmkegelschotter vor der Ausbildung der Kappungslinie und Anwehung der Deckschichten. Um genauere Anhaltspunkte für die zeitliche Stellung dieser aufgefüllten Hohlformen zu erhalten, ist vorerst ein Vergleich des Schwemmkegels im Seewinkel mit den äquivalenten Ablagerungen des gut durchforschten würmzeitlichen Terrassenfeldes im Marchfeld von Nutzen. Dort hat J. FINK (8, S. 232) die Praterterrasse beschrieben. Zuerst ordnete er den Schotterkörper dem Hochglazial der Würmkaltzeit zu und den daraufliegenden Löß dem Spätglazial. Später vertritt er (9, S. 11) die allgemeine Auffassung, daß die Niederterrassenfelder im längeren Frühglazial entstanden sind, wobei er den Zeitraum des Frühglazials bis zur Paudorfer Bodenbildung ausdehnt. J. BÜDEL (3, S. 41) ist der Ansicht, daß die nichtglazigenen Niederterrassen ihre Hauptanlage schon im Frühglazial erfahren haben und bis zum Ende des Hochglazials nur eben in ähnlicher Höhe aufrecht erhalten worden sind. Die Lößhaut in den stromferneren Randzonen der Praterterrasse faßt er in Nachklängen der Lößbildung in den kühl-trockenen Phasen des Spätglazials entstanden auf. Hiebei vertreten, wie aus der Terminologie bereits ersichtlich ist, J. BÜDEL und J. FINK die Anschauung einer einheitlichen Würmkaltzeit, die nur wärmere und kältere Oszillationen aufweist. Gegensätzliche Ansichten mit einer Zwei- bis Dreigliederung der Würmzeit sind bekanntlich zahlreich, damit einhergehend ein kaum korrelierbarer Wust strati-

graphischer Bezeichnungen. Hier braucht nur P. WOLDSTEDT (32, S. 160) erwähnt werden, der das Frühglazial von J. FINK und J. BÜDEL zugunsten seines Altwürm (älterer Hauptvorstoß), das er mit dem Göttweiger Interstadial enden läßt, einengt. Daran schließt sich nach WOLDSTEDT das Mittelwürm, das mit dem Paudorfer Interstadial endet und wechselnden klimatischen Charakter aufweist, worauf das Jungwürm mit einem jüngeren Hauptvorstoß anschließt, in welches das Hoch- und Spätglazial anderer Autoren fallen würde. Nun kommt nach FINK der Göttweiger B-Horizont sowie der B-Horizont des Stillfriederkomplexes in das R/W-Interglazial zu liegen, wodurch allerdings die Woldstedtische Kurve in Frage gestellt wird. Bereits bei der Untersuchung der westlichen Rahmengebiete des Neusiedlersees (22, S. 84) wurde angenommen, daß die Wulka in einem älterwürmzeitlichen Schwemmkegel eine jüngere noch würmzeitliche Aue angelegt hat. Freilich muß es dahingestellt bleiben, wie sich dieser Formhabitus in das stratigraphische System der Würmzeit eingliedert und welche klimatische Wertigkeit ihm im Sinne einer Oszillation oder eines echten Interstadials zukommt. Bei den Bezeichnungen Würm I, Würm II wurde an eine Synchronisierung mit den gleichen Bezeichnungen (Sinnegehalt) der anderen Autoren nicht gedacht. Die Bedeutung der Eiskessel liegt nun darin, daß sie eine besonders markante Phase der Entwicklung der Bodengefrorenis anzeigen, die mit dem Maximum des Würmvorstoßes in Verbindung gebracht werden muß. Damit stimmt auch der Befund überein, daß die Kiesschüsseln in die Oberfläche des Schwemmkegels eingelassen sind, also epigenetischen Charakter haben. Deren Bildung fand am Ende der Aufschotterung statt, die sich durch das lange „Frühglazial“, also jenem Zeitraum, in dem die Gletscher im Vormarsch begriffen waren, abspielte.

Die Bildung von Eislakkolithen macht es wahrscheinlich, daß eine frühere Bodenbildung im Sinne der Paudorfer Prägung, wenn es hier überhaupt substratmäßig möglich war, weitgehend vernichtet wurde. Die Füllung der Eiskesseln durch Kies und Sand kann nur durch einen sukzessiven Abschmelzvorgang der Eiskörper erklärt werden, wobei nach diesen Abschmelzvorgängen nicht nur durch den hangenden Löß, sondern auch durch die solifluidale Kappung der Kesseln neue Zeugen eines Kaltzeitklimas gegeben sind. In einer letzten Phase des Abschmelzens der Eislinsen, als die Hohlformen bereits weitgehend aufgefüllt waren, kam es zu einer Bodenbildung. Die Kryoturbationen der obersten Schotterebene verwürgten ja einen Ca-Horizont. Sehr deutlich wird die solifluidale Überarbeitung des Schwemmkegels durch das abschließende kryoturbate Schotterpaket vor Augen geführt, am deutlichsten durch kleine Würgetaschen, die in die großen Kieskesseln gleich einer Tochtergeneration eingesenkt sind, wobei aber zwischen beiden kaltzeitlichen Formen eine markante

wärmere Zäsur liegt, die jünger als die Paudorfer Bodenbildung sein muß. Nach der das erneute Kälterwerden einleitenden Solifluktion setzte noch nicht unmittelbar die äolische Akkumulation ein, denn das Solifluktionsschotterpaket wird durch jüngere, wenige Dezimeter bis 1 m tiefe, weitgespannte Muldenböden abgeschnitten, sodaß die erosive Natur dieser Hohlformen, in denen meist der mehr oder weniger typische Löß liegt, offenkundig ist. Es handelt sich um seichte Spülmulden, die sich auf der Schwemmkegeloberfläche zu einem Netz zusammenschließen und einen eher flächenhaften Erosionsprozeß anzeigen. Würde es sich um kaltzeitliche Dellen handeln, müßte in den Profilen die basale Linie der begrabenen Mulden mit dem Solifluktionsspaket verknüpfbar sein, jene dürfte letztere nicht diskordant abschneiden. Die Muldenböden zeigen in ihrer Nachbarschaft oft eine besonders starke konglomeratische Verfestigung des Schotters.

Das erosive Abschneiden der Schotteroberkantensolifluktion zeigt auch sehr eindringlich der Aufschluß nördlich Frauenkirchen (III). Westlich der Bundesstraße fällt die Oberfläche nach Westen zuerst leicht ab, steigt aber dann mit einer Neigung von 0,5 bis 2° an. Die Schottergrube schneidet sowohl die fast waagrechte Schwemmkegeloberfläche als auch deren geneigten Teil an, wobei der Hangknick auch im Terrasseninhalt seine Begründung erfährt. Nur im Bereich des fast waagrecht leicht nach Westen abfallenden Geländes gleich westlich der Straße ist der Oberkantensolifluktionsschotter mit sandiger zu typischem Paratschernosem umgeprägter Auflage vorhanden. Sobald aber die Oberfläche nach Westen ansteigt, schaltet sich die Abschneidung des solifluidalen Pakets ein, womit sich seichte Muldengestaltung mit Schwemmlößfüllung verbindet und zugleich sehr markant der bodentypologische Wechsel zum Tschernosem zu erkennen ist. Es bietet sich da ein Beispiel für eine junge Reliefumkehr dar, denn die begrabene Mulde liegt im Bereiche des heutigen Geländeanstieges. An der Unterkante des zum Tschernosem gehörigen Ca-Horizontes liegt eine solifluidale Schotterschnur, wobei diese genau an die Oberkante des unterhalb des Paratschernosem liegenden Solifluktionsspaketes anschließt, womit sich die Vorstellung aufdrängt, daß auch noch während der Schwemmlößbildung die ältere Oberkante des Solifluktionsschotters in bestimmten Fällen ein Zehr- und Ansatzgebiet für jüngere solifluidale Vorgänge abgab.

Noch vor der Lößakkumulation modifizierten erosive Abspülvorgänge die Schwemmkegeloberfläche. Sie haben aber nichts mit der tieferen erosiven Wirkung des einstigen primären Schwemmkegelgewässerregimes zu tun.

Für den Mechanismus der Schotterakkumulation bis zur Zeit der Bildung der Eislakkolithe finden sich verschiedene Anhaltspunkte. Einen

guten Einblick gewährt der Aufschluß in der Nähe des aufgelassenen Schafflerhofes Johann (I) nordwestlich Frauenkirchen. Hier wird der synchrone Charakter von Kryoturbationen im Schotter deutlich. In normal kreuzgeschichteten Schottern und Sandlagen der ca. 4 m hohen Aufschlußwände sind in einer Tiefe von 3 m schrägliegende, durch Mangan angefärbte Kiestaschen eingeschaltet. In deren Umgebung sind durch Frostsprengung halbierte faustgroße Schotter steil gestellt. Sie beweisen die kaltzeitliche Akkumulation des Schwemmkegelmaterials. Auf eine Erstreckung von mehreren Metern ließ sich in tieferen Partien des kreuzgeschichteten Schotters entlang einer Störungsfläche eine windkanterpflasterartige Streu verfolgen. Die Niveaubeständigkeit des Pflasters erhält freilich nur eine lokale Bedeutung, sie spricht aber gegen eine allochthone Entstehung in dem Sinne, daß bereits fertige Windkanter abgelagert wurden, wodurch aber klar wird, daß die Schotterakkumulation nicht an allen Stellen kontinuierlich war, sondern sich einzelne Schotterinseln im Zuge der Aufschüttung herausgebildet haben, die zeitweise den akkumulativen und erosiven Kräften entzogen waren, sodaß auf ihnen die Deflation und der Windschliff wirken konnten. Bei starkem Wechsel des Stromstriches wurden diese Trockeninseln bald wieder der fluviatilen Kräfteeinwirkung einverleibt, wie aus der Bedeckung der Windkanter durch normal kreuzgeschichtete Schotterlagen ersichtlich ist.

Zur Zeit des Abschmelzens der Eislakkolithe muß die Erosionsbasis bereits tiefer gelegt worden sein, wie sich grundsätzlich seit dem Maximum des Würmhochstandes weder akkumulative noch erosive Zeugen des seinerzeitigen Schwemmkegelregimes der Donau feststellen lassen. Der weitaus größte Bereich des Schwemmkegels ist zur Zeit nach dem Maximum endgültig trocken gefallen und wurde dadurch mannigfachen, von der Arbeit des Flusses unabhängigen Kräften ausgesetzt. Um dieses jüngere Kräftespiel darlegen zu können, muß der instruktive Aufschluß östlich Frauenkirchen (II) herangezogen werden.

2. *Episodische Solifluktion, Eiskeile.*

In der Nordwestecke der Schottergrube zeigt die Oberkante des Schotters, für den G. FRASL (12, S. 64) auf Grund von Schwermineraluntersuchungen eine Zuordnung zur Würmzeit plausibel gemacht hat, stärkste Steilstellungen, Frostspaltungen, aber auch durch Solifluktion erzeugte wirre Lagerung der Schotterexemplare, sowie eine Vermengung mit Resten eines lehmigen Bodenmaterials. Diese Schichte entspricht der kappenden Phase nach der Podersdorfer Eislinnenbildung. Über ihr folgt ein Schwemmlößpaket mit einer Dicke von 1,50 m, das dem Substrat 25 (Schwemmlöß I) der HUSZ'schen Sedimentgliederung (13, S. 174) entspricht. Der basale Teil des Schwemmlösses birgt birnenförmige Säcke mit

schotteriger und toniger Füllung. Über dieser Zone gewinnt der Schwemmlöß immer mehr plattigen, geschichteten Habitus. Kalk füllt Wurzelporen und Frostrisse, die des öfteren auch mit Kies gefüllt sind; häufig ist der Kalk in Taschenform bzw. Tropfenform angereichert. In diesem schluffigen Feinsand sind Kies und nußgroße Schotter regellos verteilt. In östliche Richtung, wohin das Gelände unter 1,5 bis 2° abfällt, überwiegt auf der gesamten Länge der Aufschlußwand der plattige Lößtyp. Typisch ist eine markante Quarzschotterstreu, bei der sich die meist faustgroßen Exemplare häufig in Steilstellung befinden und schnurgerade an der Unterkante des A-Horizontes des Tschernosems zu liegen kommen. Eine genauere Betrachtung dieses Sedimentstoßes ist für die Rekonstruktion der kaltzeitlichen Fließbewegungen von Bedeutung. Die Birnenform der Schotter- und Lehmfüllung zeigt bestimmte Gesetzmäßigkeiten. Sie beginnt mit einem schmalen Hals, dessen keilförmige Wände nicht zentriert sind, sondern durch eine gleichsinnig zur heutigen Abdachung verlaufende Bewegungsrichtung gekippt oder verschleppt wurden. Diese Verschleppung machen auch die steilgestellten Schotter im Inneren des Halses mit. Sein Querschnitt erweitert sich bald dreieckförmig zu einem zipfelig ausgezogenen sackartigen Gebilde, bei dem nichts mehr an die Eiskeilform des Halses erinnert. Zunächst kann im Sinne J. BÜDELS (4, S. 304) die birnenförmige Deformation und das laterale Ausladen des Keiles dadurch erklärt werden, daß die obersten Teile zuerst einfroren und beim Fortschreiten des Frostes nach unten der Frostdruck in der Lehmkeilspitze nicht mehr nach oben, sondern nur noch seitwärts wirken konnte. Die laterale Druckwirkung wurde im Rahmen des unterschiedlichen Verhaltens der Substrate bei Gefornnis erleichtert. Die lose Struktur der gefrorenen Feinsande, die den Keil umgeben, stehen der tonig-schotterigen Füllung gegenüber. Für das Zustandekommen einer derartigen Form des periglazialen Frostbodens ist mehrmaliges Einfrieren und Auftauen nötig. Die heutige Stellung dieser deformierten Eiskeile kann weder als epigenetisch noch als synchron im Sinne KAISERS (14, S. 125) bezeichnet werden. Die Füllung besteht ja vorwiegend aus wärmzeitlichem Schotter; er ist natürlich älter als der den Eiskeil tragende Löß. Man muß daher annehmen, daß nach der Akkumulation des Basallösses in einer Solifluktionsphase über der Keilschulter vom Bereich eines noch höher aufragenden Schotterareals Grobmaterial auf die durch Eiskeile bereits durchsetzte Lößoberfläche akkumuliert wurde. Nur auf diese Weise konnte überhaupt die Voraussetzung für eine Keilfüllung entstehen. Während einer deutlichen Abschmelzphase des Eises wurde der Schotter in die Keile abgefüllt. In dieser Phase der Eiskeilentwicklung ist Epigenese gegeben. Neben der lateralen Deformation fällt aber auch die Schrägstellung des noch gut erhaltenen Keilbeginnes auf, wodurch eine geringe Hangabwärtsbewe-

gung indiziert wird, eine Bewegung, die nicht nur zur Verstellung des bereits ausgebauchten Eiskeiles mit seiner gefrorenen Schotterpackung führte, sondern auch die noch im Hangenden der Keilschulter liegende für die Füllung der Eiskeile bereitgestellte Schotterstreu entfernte, indem sich der solifluidalbewegende Löß mit diesem Schotterschleier regellos vermengte. Solifluktion bei einer maximalen Hangneigung von 2° und Entwicklung derartig komplizierter Strukturverhältnisse kann in der Kaltzeit nicht kontinuierlich vor sich gegangen sein, denn da wären die Eiskeile überhaupt vernichtet worden. Die Bewegung weist vielmehr auf Grund der kleinen Schübe auf ein nur gelegentlich wirksames Geschehen hin, für das J. BÜDEL (4, S. 307) den Ausdruck episodische Solifluktion prägte. Betrachtet man noch die an der Basis des A-Horizontes (Tschernosem) liegende Schotterschnur, so ergibt sich ein differenziertes Bewegungsbild und ein eben solches der sich darin abbildenden Klimabedingungen. Nach der solifluidalen Bewegung in der Schotteroberkante erfolgte hier ohne vorheriger Muldenbildung die Lößanwehung, wobei nachfolgende vorwiegend episodische Bewegungen im Löß die Bewegungsrichtung der tieferen Schotteroberkantensolifluktion nachahmten. Da wir in der Schotterkappung einen erneuten Kaltzeitstoß erblicken, der nach dem Maximum des Würmvorstoßes nach der Abschmelzphase der Eislin sen einsetzte, ist nun die Möglichkeit gegeben, an eine feuchtkalte Zeit dieses erneuten Kaltstoßes zu denken, die aber bald von den trocken-kalten Bildungsbedingungen der Lößakkumulation abgelöst wird. Diese müßten zugleich die Primäranlage der Eiskeile im Basallöß ermöglicht haben. Eine nachfolgende warme Phase führte zur Auffüllung der Keile. Eine ihr nachfolgende Kaltzeit zur differenzierten episodischen Durchbewegung des Lösses, Umgestaltung zum Schwemmlöß sowie Ablagerung der signalisierenden Schotterschnur, die wieder auf weitere Schubstrecken schließen läßt. Nun ist die Frage zu klären, welcher Rang diesen Bildungsbedingungen grundsätzlich zukommen kann.

3. Einzeitungsversuch der Kleinformen.

Im ganzen gesehen zeichnet sich nach dem Maximum des Würmhochstandes ein deutlicher Kaltstoß ab, der seinen Gipfel in der Lößanwehung und Eiskeilbildung erreicht, mit deren Füllung abklingt, und ein jüngerer, wenn auch in seinen morphologischen Wirkungen geringerer Kaltstoß, der sich durch Deformation der Keile und episodische Fließvorgänge bemerkbar macht. Eine Einordnung in ein mehrgliedriges Würm liegt nahe, wenn auch nicht völlig zwingend, da außer den verwürgten Ca-Horizonten an der Schotteroberkante des Schwemmkegels keine eindeutigen fossilen Bodenbildungen beobachtet werden können. In diesem Falle ersetzt aber die Existenz markanter Erscheinungen des Dauerfrostbodens, wie sie die Kies-

kessel mit ihrer verbindlichen Forderung nach Ausschmelzung der Eiskörper darstellen, wodurch eine nachfolgende Warmzeit benötigt wird, weitgehend die geforderte Indikatorfunktion eines fossilen Bodens, der in der kurzen Aufschmelzphase der Eislakkolithe unter der Herrschaft eines recht beweglichen autochthonen Schmelzwassernetzes den denkbar schlechtesten Standort für seine Entwicklung gefunden hat und obendrein der Gefahr eines naträglichen solifluidalen Ausräumens ausgesetzt war. So liegt im gesamten Sedimentkomplex die deutlichste Zäsur in der Warmzeit, zwischen dem Maximum der Würmvereisung und einer zweiten Kaltzeit. Da ferner zwischen Eiskeilanlage und Eiskeilverschleppung eine zweite Warmzeit liegen muß und dieser eine dritte Kaltzeit folgt, ergibt sich die Frage nach einer Parallelisierung dieser beiden „spätwürmischen“ Kalt- und Warmzeiten in anderen morphologischen Räumen. In einer beispielhaften Arbeit hat H. SPREITZER (28, S. 43) die morphogenetischen Verhältnisse im Bereiche des Murgletschers in Steiermark und Kärnten untersucht und als eines der wichtigsten Ergebnisse festgetellt, daß nach dem Würmmaximum (Endmoräne bei Judenburg) ein Gletscherrückzug stattfand, der mit einer Erosionsphase verbunden ist, worauf der Gletscher noch einmal vorstieß. Die Endmoränen dieses „Neuen Hochstandes“ liegen bei Rotenturm-Furt westlich der Maximummoräne von Judenburg. Innerhalb des mehrgegliederten Neuen Hochstandes erscheint als größerer Abschnitt die Einschaltung einer Erosionsphase. Nun wurzelt in der Judenburger Endmoräne die Hauptterrasse des Murtales, die bis in das unterste steirische Murtal durchzieht. In der Endmoräne des Neuen Hochstandes nimmt eine Akkumulationsterrasse ihren Anfang, die im Westteil des Knittelfelder Beckens 20—25 m tiefer als die Hauptterrasse liegt. In mehreren Aufschlüssen (Schottergrube Weinzödl, Schottergrube Tieber bei Peggau u. a.) konnte ich in der Oberkante des kreuzgeschichteten Schotters der Hauptterrasse eine braunlehmartige 20 cm dicke Bodenbildung feststellen, die von 1—2 m mächtigem Löß mit vermengten nußgroßen Schottern überlagert wird. Der braunlehmartige fossile Bodenhorizont ist besonders deutlich in einem Paket scharfkantigen Kleinschuttes und Gruses entwickelt, der sich innig mit gerundetem Material verzahnt. Da die Oberkante der Hauptterrasse mit dem Ende des maximalen Würmvorstoßes bereits vorgelegen hat, kann sich die Bodenbildung nur in einer Warmzeit zwischen dem Maximum und dem Neuen Hochstand SPREITZERS entwickelt haben. Zur Zeit des Neuen Hochstandes, der Anlage der tieferen Akkumulationsterrasse des Knittelfelder Beckens, wurde auf der Hauptterrasse durch ein lokales Windregime Löß abgelagert. Im oststeirischen Hügelland (24) konnten in Seitentälern schleppenförmige Überlagerungen der Würmschottertalböden durch tonige Lehme mit Pseudogleyprägung unter noch kaltzeitlichen Bildungsbedingungen herausgearbeitet

werden, wobei diese Überprägung seinerzeit in das Schlern gestellt wurde. Es ist aber durchaus möglich, daß z. Zt. des morphologisch viel wirksameren Neuen Hochstandes bereits die Schleppenbildung zustande kam. In der letzten Zeit befaßte sich F. SOLAR (33, S. 110) mit der Aue des periglazialen Raabtales und entwickelte ein genaues Bild der würmischen und holozänen Sedimentation, wobei eine strenge Einordnung seiner durch Sedimentabfolge bedingten vier natürlichen Landschaftseinheiten noch offen steht. Es zeichnen sich aber auch hier in den großen oststeirischen Auen der Haupttäler noch kaltzeitliche Bildungsbedingungen nach der würmischen Hauptaufschotterung ab. Dies hat auch M. EISENHUT (6) am Beispiel des Laßnitztales in der Weststeiermark herausgearbeitet.

In dem moränenfernen periglazialen Seewinkel kann nur der Versuch gewagt werden, die Hauptakkumulation der Donauschwemmkegelschotter mit dem Vormarsch der Würmgletscher zu parallelisieren. Die Ausbildung der Eislakkolithe fällt in das Maximum der Würmvereisung, Abschmelzung und Füllung derselben in das Interstadial zwischen diesem und dem Neuen Hochstand. Mit letzterem aber können die Lößakkumulation (wie im Murtal) und Eiskeilbildung gleichgesetzt werden. Ob die nachfolgende Kaltzeit sich in den mehrgliederten Hochstand eingliedern läßt oder ob sie dem Schlern äquivalent ist, bleibt dahingestellt.

4. Bemerkungen zum Paratschernosemproblem.

H. FRANZ (11, S. 276) beschreibt den Paratschernosem, der durch die an der Straße St. Andrä—Zicksee gelegene Schottergrube (IV) aufgeschlossen wird. Mit KUBIENA (16, S. 245) definiert er den Paratschernosem als schwarzerdeähnlichen und zugleich rankerartigen AC-Boden in Steppengebieten auf lockeren, sehr kalkarmen bis kalkfreien Sedimenten. Im Seewinkel ist der Paratschernosem immer als AD-Boden auf Schotter entwickelt. Gerade in der Schottergrube südöstlich St. Andrä ist ein oft rascher Wechsel des kalkfreien Flugsandes (Paratschernosembildung) mit Löß (Tschernosemprägung) vorhanden, sodaß sich die Ansicht bilden könnte, es handle sich bei dem Paratschernosem um entkalkte Tschernoseme, weil ein derart engräumiger Wechsel in der Anwehung kalklosen und kalkhaltigen Materials von vornherein schwer verständlich ist. Diese Ansicht glaubt man scheinbar bekräftigt, wenn man am Untersaum des AD-Horizontes reichlich lehmig-sandige und kiesige Knollen eines Ca-Horizontes findet. Der Befund wird aber erst durch genauere Diagnostik verifiziert, wonach sich herausstellt, daß die Ca-Linsen taschenförmig von dem Oberkantensolifluktionsschotter verwürgt werden und überhaupt nichts mit dem heutigen Paratschernosem zu tun haben, der als jüngere Bildung darüber hinwegstreicht. Sehr schön ist dies auch im Aufschluß

südöstlich der Rosalienkapelle und in der Schottergrube beim ehemaligen Schafflerhof St. Johann zu ersehen. Wenn diese verwürgten Ca-Horizonte unter dem Paratschernosem auch nicht mit den Prozessen der Paratschernosembildung zusammenhängen, so bilden sie doch einen integrierenden Bestandteil für die historische Entwicklung des morphologischen Standortes, auf dem der Paratschernosem aufgewachsen ist, indem sie zusammen mit dem solifluidalen Paket wie ältere nur schwach durch die paratschernosemische Flugsandhaut verdunkelte Fenster des Schwemmkegels entgegnetreten, während die Standorte der Tschernoseme, wie bereits dargelegt, besonders in typischer Spülmuldenlage ein vielfältiges jüngeres kalt- und warmzeitliches Geschehen unter Vernichtung der älteren Züge zu erkennen geben. Schon aus dieser Sicht heraus erscheint die selbständige substratbedingte Stellung der Paratschernoseme durch H. FRANZ berechtigt. Man gewinnt im Rahmen der freilich im ganzen jugendlichen Entwicklung den Eindruck, daß die Paratschernoseme mit den Flugsanden als jüngere Bildung unter Öffnung einer größeren sedimentären Lücke auf älterem Relief und Untergrund liegen. Dies kann dadurch erklärt werden, daß sich auf der Schwemmkegeloberfläche nach Ablagerung der Lössse eine Differenzierung in solifluidale Abtragungs- und Akkumulationsräume eingestellt hat, wobei die akkumulierenden, meist episodisch solifluidalen Kräfte in bereits vorhandene seichte Hohlformen dirigiert wurden und das Netz der Spülmulden mit dem Schwemmlößmaterial aufgefüllt und aufgepfropft wurde. Die abgetragenen Teile des Schwemmkegels aber zeigten in dieser Entwicklungsphase bereits die weitgehend wieder aufgedeckte nackte Schotteroberfläche. Auf dieser rauhen Sohle konnten nun die Flugsande viel besser abgelagert werden als auf dem substratähnlichen Schwemmlöß. In dieser Hinsicht schildert eindrucksvoll K. BRUNNACKER (2, S. 13) die Substratfeindlichkeit von Sanden und Tonen für die Ablagerung äolischen Materials am Beispiel des Maingebietes. Nichtsdestoweniger bleibt das Problem der Existenz einer eigenen Anwehungsphase kalklosen Sandes und die damit verbundene Frage des Ausblasungsgebietes bestehen; die räumliche Differenzierung der Substrate von Paratschernosem und Tschernosem kann aber durch ein derartiges Kräftespiel erklärt werden, auch dann, wenn ein sehr engräumiger Wechsel vorliegt, denn die kalklose Anwehung nützte jede denudierte Furche und Fuge im Lößakkumulationsgebiet, wo sie Haftungsmöglichkeiten vorfand.

II. ZUR MORPHOLOGIE DER HOHLFORMEN

1. Bisherige Ansichten der Entstehung.

Obwohl recht intensive bodenkundliche, chemische, zoologische und botanische Untersuchungen über den Lackenbereich des Seewinkels exi-

stieren, ist es bis jetzt nicht gelungen, die Formenentstehung der Lacken aufzuzeigen. F KOPF (15, S. 201) unterscheidet: 1.) Ständige Lacken, die in der Regel eine ständige freie Wasserfläche aufweisen und nur in extremen Trockenperioden trocken bleiben. Sie werden neben den Niederschlägen auch von Grundwasserzuflüssen gespeist. 2.) Periodische Lacken, die nur zeitweise eine freie Wasserfläche haben und deren Wasserführung von Niederschlag und Verdunstung bestimmt wird. 3.) Versumpfte oder halbentwässerte Lacken mit überwiegender Verlandung oder Anzapfung durch Entwässerungsgräben. Wasserführung ist nur in sehr nassen Jahren gegeben. 4.) Ehemalige Lacken mit bereits vollzogener Entwässerung und Kultivierung. Von diesen 4 Typen sind die ständigen Lacken mit 30 Exemplaren und einer Gesamtfläche von 1,155 ha, die periodischen mit 8 und einer Fläche von 270 ha, die versumpften mit 21 Stück und einer Fläche von 626 ha vertreten. Eine solche Gliederung der Lacken auf Grund hydrographischer Kriterien ist landschaftsökologisch von großem Wert, gibt aber keinen Aufschluß hinsichtlich der morphogenetischen Züge, da sich mit den hydrographischen Typen keine morphographischen oder genetischen Typen decken lassen. Auch die hydrologisch-pedologische Gliederung der Hohlformen, wie sie BERNHAUSER (1, S. 156) bewerkstelligt, sieht in den heutigen Grundwasserverhältnissen das prägende Kriterium. Bei dessen heutiger Schwankung kommt aber dem Grundwasserspiegel keine morphogenetische Bedeutung zu, da Pfannen- und Lackencharakter sich im Laufe der Zeit an ein und dem gleichen Objekt mehrmals abwechseln können. So sind Uferwälle nicht nur auf Mulden beschränkt, die unter den mittleren Grundwasserspiegel reichen, sie statten auch Pfannen aus, die nahezu gleich mit dem mittleren Grundwasserspiegel liegen, wie die Beispiele der Laulacke bei Andau oder der Ganslacke bei St. Andrä zeigen. Hinsichtlich der Morphogenese versuchte TAUBER (29, S. 24) noch vor Erscheinen der Österreichischen Karte 1 50.000 (Blatt Neusiedl) einen Schwemmkegelriedel festzustellen, auf dem Pamhagen, Wallern, Tadten, Andau liegen. Nördlich davon stellte TAUBER eine parallel laufende tiefe Furche fest, wobei sich die in dieser Furche liegenden Lacken in ihrer Form den Oberflächenverhältnissen anpassen und eine analoge SW-NE Ausrichtung zeigen sollen. TAUBER meint, daß sich in dieser Anordnung ein der Schwemmkegelbildung zugehöriges Element ankündigt, sei es in Form dammartiger Schotteraufschüttung während der Schwemmkegelbildung oder in Form (synchroner) flacher Erosionsfurchen. Nun zeigen aber das geometrische Gerüst der Österreichischen Karte 1 50.000 und die natürlichen Gegebenheiten einen anderen Verlauf jener Fläche, die von der 120 m Isohypse umschlossen wird. Zwischen Pamhagen und Wallern liegt NW-SE Verlauf der Erhöhung vor, dann aber zieht die 120 m Platte nach N in den Bereich von St. Andrä, wo die über 120 m Höhe gelegenen

Schwemmkegelflächen beherrschend werden und in südöstlicher Richtung nach Tadten und Andau spornartige Lappen vorschicken, sodaß der geschlossene SE-NW Rücken zwischen Pamhagen und Andau (siehe TAUBER, Tafel 10) zugunsten N-S und NW-SE verlaufender höherer Schwemmkegelteile weichen muß. Auch die angeblich formenbestimmende nördliche Furchenregion wird durch diese Konstellation hinfällig. Davon abgesehen sind in diesem Gebiet die Längsachsen der Hohlformen, von dem Salzsee zwischen St. Andrä und Tadten abgesehen, weitgehend N-S orientiert. Man scheint sich überhaupt in der Literatur zu viel über die Orientierung der Seen den Kopf zerbrochen zu haben. So hat BERNHAUSER (1, S. 157) die Halbjoch-Fuchslochlacke, Stundenlacke, den Zicksee, Salziges See und die Laue Lacke in W-E streichende „Depressionen“ gelegt. Auch diese Gesetzmäßigkeit besteht in der Natur nicht. Zwischen den angeführten Hohlformen liegen ausgedehnte Plattenbereiche mit einer mittleren Höhe von 123 m, was der allgemeinen Abdachung der Schwemmkegel entspricht, sodaß keinerlei Furchenlage gegeben ist. Es hat den Anschein, daß man sich bei derartigen Einreihungsversuchen der Hohlformen von dem kartographischen Streuungs- und Ballungseffekt in irgend einer Himmelsrichtung täuschen ließ. Dabei bestehen ja auch größere Unterschiedlichkeiten zwischen der Achsenrichtung der Wasserfläche oder der vernässten Zonen und der tatsächlichen Hohlformen, die in den topographischen Karten stets schlechter als die Vernässung dargestellt wird. Sollte tatsächlich die Einordnung mehrerer Lacken in eine morphologisch vorhandene größere Tiefenlinie gelingen, wie es bei der Furche der Birnbaumlacke-Grundlacke und bei der zwischen Neubruchlacke-Fuchslochlacke gegeben ist, so fällt auf: 1.) die kurze (2 km lange) Erstreckung dieser NE-SW verlaufenden Furchen, 2.) der trotzdem allseitige Abschluß der Hohlformen durch Riegel, die etwas unter dem Niveau der benachbarten Plattenhöhen liegen, 3.) die Nichtübereinstimmung der Längsrichtung der Lackenhohlformen in Bezug auf die Richtung der übergeordneten seichten Furchen. Die Achsen der allseitig geschlossenen Hohlformen sind im gegebenen Fall auch quer zur Furchenrichtung orientiert. Im allgemeinen kann man keine größeren Tiefenfurchen beobachten. Die Verteilung der Lackenhohlformen erweist sich weitgehend unabhängig von den heutigen morphographischen Verhältnissen. Desgleichen besteht keine Gesetzmäßigkeit der Längserstreckung der Hohlformen. Dies muß ausdrücklich festgestellt werden, weil dadurch die Kräfte des erosiven oder akkumulativen Geschehens in den Hintergrund gedrängt werden können, die bis jetzt häufig für die Hohlformenentwicklung ins Treffen geführt wurden. Zugleich rückt aber die Frage der von solchem Kräftespiel unabhängigen Deflation in den Vordergrund. LÖFFLER (17, S. 324), der sich am deutlichsten über die Reliefentstehung ausdrückt, ist der Ansicht, daß die

Gestalt der einzelnen kleinen Becken durch ein gegebenes Mikrorelief wohl vorgezeichnet war, dann aber im Rahmen der Abtrocknung der Pfannenböden eine bedeutende Materialabhebung durch den Wind stattfand. An eine entscheidende Deflation ist aber bei der Hohlformenentstehung nicht zu denken, denn die Hohlformen sind mit ihren Hängen oft in den Schotter eingesenkt, den kann aber der Wind nicht abheben. Trotzdem böte sich im Rahmen der Deflationstheorie die Annahmemöglichkeit, daß in der geschlossenen Schotterplatte Sand- und Staupfropfen im Ausmaße der heutigen Hohlformen lagen, die ausgeblasen wurden. In diesem Fall muß schon vor der Ausblasung eine geschlossene Hohlform bestanden haben, sodaß die Deflation einen sekundären Vorgang im Sinne der Aufdeckung einer älteren Form darstellen würde. Für eine primäre genetische Deutung der Hohlform im Schotter müßte die Deflationstheorie aber endgültig versagen.

2. Problematik und morphologische Bedeutung des „salzführenden Horizontes“

Die Frage der Bildung der Hohlformen steht in enger Beziehung zur Salzbodenbildung, da diese im Bereiche der Lackenböden konzentriert auftritt. Da hat H. FRANZ (10, S. 70) bedeutsame Leitlinien herausgestellt, indem er herausfand, daß die Verbreitung der Salzböden im westlichen und östlichen Rahmengenbiet des Neusiedlersees an einen sogenannten „salzführenden Horizont“ gebunden ist. Dieser ist im östlichen Teil des Seewinkels stets auf bestimmte Muldenlagen beschränkt, während er im Westen des Seewinkels und am W-Ufer des Sees, z. B. auf der rißzeitlichen Fußfläche (23, S. 187) bei Jois mehr flächenhaft entgegentritt. Durch die Verknüpfung des salzführenden Horizontes mit Hohlformen wird der hochgelegene Schwemmkegelteil gekennzeichnet. Die niederen Partien des Schwemmkegels können daher nicht nur durch die Einschaltung in Seeverlandungsvorgänge, die BERNHAUSER (1) klar schildert, charakterisiert werden, sondern auch durch das flächenhafte Auftreten des salzführenden Horizontes. H. FRASL (12, S. 66) konnte mit Hilfe der Schwermineralanalyse den Schotterkörper unter dem salzführenden Horizont gut mit dem Schotter der rißzeitlichen Gänserndorfer-Terrasse des Wiener Raumes parallelisieren. Die pollenanalytische Untersuchung (34, S. 26) eines fossilen Humushorizontes, der direkt über dem salzführenden Horizont liegt, ergab ein interglaziales Alter. Betrachtet man noch die an manchen Stellen darüber liegende wärmzeitliche Schotterstreu, so wird auch dadurch das Riß/Würm-interglaziale Alter des salzführenden Horizontes bekräftigt. H. FRANZ (10, S. 71) nimmt an, daß in dem Absenkungsfeld des Seewinkels, wo rißzeitlicher Schotter unter würemischem im Sinne geologischer Baupläne liegt, die Sedimentdecke des salzführenden Horizontes (Schwemmlößtyp) auf Grund seiner Niveaugebundenheit in einem

flachen See entstanden ist, wobei gut gerundete Schotter und Kies eingeschwemmt wurden. Die Salzanreicherung ist unter Grundwassereinfluß noch vor der erosiven Abtragung des salzführenden Horizontes in einer Phase der Austrocknung des Sees unter Klimabedingungen erfolgt, die wahrscheinlich beträchtlich arider und sommerwärmer als heute waren. Schließlich folgert aus seinen Untersuchungen, daß sich Solonetz und Solod nicht durch Absenkung des Grundwassers aus dem Solontschak entwickelten, sondern durch Überlagerung des Solontschaks mit jüngeren, salzlosen Sedimenten im Sinne von Stockwerkprofilen. Im Gegensatz zur einheitlichen Schau von H. FRANZ nimmt A. BERNHAUSER (1. S. 164) an, daß seit dem Riß/Würm-Interglazial im Seewinkel relative Abflußlosigkeit gegeben war und seit damals Salzböden gebildet wurden, so oft die klimatischen und topographischen Verhältnisse dies ermöglichten, woraus sich ein verschiedenes Alter der Salzbodenbildung ergibt; aufsteigendes mineralisiertes Tiefenwasser bewirkte im Rahmen der Abflußlosigkeit und der geringen Niederschläge eine Salzbodenbildung in verschiedenen alten Straten. Es besteht also nach BERNHAUSER weder ein substratmäßiger noch altersmäßig einheitlicher salzführender Horizont im Sinne von H. FRANZ. Bei dieser Alternative berührt den Morphologen die Frage der bodentypologischen Entwicklung nicht in dem Maße wie die Frage der Einheitlichkeit eines salzführenden Horizontes, weil sich im Falle der Einheitlichkeit bestimmte morphogenetische Aspekte ergeben müssen, sobald dieser Horizont am Aufbau allseitig geschlossener Hohlformen beteiligt ist, während bei Annahme verschieden alter durch Grundwasserhub versalzter Sedimente sich keine unmittelbare genetische Kausalbeziehung ersehen läßt. Man kann dann nur in üblicher Weise für die Salzbödenentstehung die Hohlformanlage heranziehen aber nicht umgekehrt. Es muß festgehalten werden, daß sowohl BERNHAUSER als auch FRANZ ihre Ansichten vorwiegend aus der Seenplatte, jenem tiefen Teil des Schwemmkegels, gewonnen haben, wo das ältere rißzeitliche Schwemmkegelrelief unter der würmzeitlichen Schotterbedeckung im Raume von Apetlon und Illmitz ausstreicht. Es sei auch bemerkt, daß über die Schotter am Ostrand des Neusiedlersees zwischen Podersdorf und Illmitz noch wenig bekannt ist, und die Altersstellung, wie sie BERNHAUSER vorgenommen hat, etwas verwirrend ist, da er die Begriffe Quartär, Oberpleistozän, Altquartär (1, S. 148), Spätglazial (1, S. 144) bei seiner Schottertypisierung gemäß dem Sinngehalt nicht folgerichtig verwendet hat. Die tieferen Schwemmkegelpartien sind von den höheren, die im wesentlichen über 120 m liegen, trotz ihres älteren Sockels durch eine junge, kräftige limnische Überarbeitung unterschieden, wobei mannigfach umgelagert und aufgelagert wurde. Durch Haffbildung im Sinne von SAUERZOPF (25) und TAUBER (29, S. 26) können die sanften kaum merklichen Ver-

tiefungen der Lacken in dieser jüngeren Verlandungszone (118—119 m) ohne Schwierigkeit erklärt werden. Ganz anders aber ist es mit jenen Hohlformen bestellt, die in die höher gelegene würmzeitliche Schotterplatte eingesenkt sind und die mit einem alten Seespiegelstand niemals koinzidierten, morphologisch reifer und daher älter als die tiefgelegenen Lacken wirken. Bei diesen hochgelegenen Hohlformen kann man sogar von einer Begrenzung durch Hänge sprechen, während die Lacken der Seenplatte infolge ihrer ungenügenden Absetzung vom umgebenden Gelände ihre jugendliche Genese verraten. Nach den Handbohrungen und Profilen von G. HUSZ (35, S. 27, 28, 77) kann kein Zweifel bestehen, daß die Versalzung der Böden von der Lage zu einem einheitlichen salzführenden Horizont bestimmt wird. Es wird auch klar, daß dessen Existenz eng an Strukturlinien des inneren Schwemmkegelbaues gebunden ist. Der Horizont blieb überall dort bewahrt, wo sich die würmzeitliche Donau in ihre rißzeitlichen Aufschüttungen nicht mehr eingeschnitten hat, was häufig für die tieferen Randgebiete zutrifft. Die nicht an den salzführenden Horizont gebundenen Salzbodenbildungen rezenter Natur erklärt HUSZ durch Nachlieferung salzhaltigen Lackenwassers, was im Verdunstungsbereich zur allmählichen Salzanreicherung führen muß. Daraus wird offenkundlich, daß auch bei nicht genügendem Lagebezug der Salzböden zum salzführenden Horizont durchaus nicht immer das Aufsteigen artesischer Mineralwässer herangezogen werden muß. Freilich bleibt die Frage der Versalzung des Horizontes selbst noch offen. Für diese können aufsteigende Mineralwässer verantwortlich gemacht werden, wobei auch in der Vorzeit im Vergleich zu heute ein anderer Salzgehalt des Wassers gegeben war. Jedenfalls muß die Versalzung des Leithorizontes bereits im Riß/Würm-Interglazial existiert haben, da sich bereits die Pollenform von *Salicornia* in einem fossilen A-Horizont fand.

3. Hohlformentstehung durch Abschmelzen von Bodeneiskörpern (eine Arbeitshypothese).

Die Grundlacke (VIII) bietet in morphologischer Hinsicht instruktive Hinweise. Sie ist heute z. T. unter Kultur genommen, besitzt aber die typischen Kennzeichen anderer noch natürlicherer Hohlformen des Seewinkels. Sie reiht sich als nordöstlichste Lacke an einige andere an, die alle an einer nordwest-verlaufenden Linie aufgefädelt erscheinen. Die Grundlacke ist in die Oberfläche von 124 m mit einer Tiefe von 2—3 m eingesenkt. Der allseitige Abschluß wird annähernd durch einen Karrenweg markiert, der größtenteils am Fuße der Lackenhänge in Form eines verzogenen Parallelogramms entlangführt. Im Sommer 1964 war der Boden dieser Hohlform im Zuge der Schottergewinnung in NW-SE Richtung gut aufgeschlossen. Der südöstliche Teil des Lackenbodens zeigte den anstehenden salzführen-

den Horizont bis zur Tiefe von 0,50 m, darunter folgt verwitterter rißzeitlicher Schotter, der bereits in einer Tiefe von 60 cm vom Grundwasser verhüllt wird. Gegen den NW-Rand des Lackenbodens wurde der salzführende Horizont erodiert; es treten frische würmzeitliche Schotter unmittelbar an seine Stelle. Die Erosionsdiskordanz, die den salzführenden Horizont im Bereiche des Lackenbodens kappt, greift unter das Niveau des salzführenden Horizontes in Form einer Rinne noch in die Rißschotter ein und steht in keiner unmittelbaren Kausalbeziehung zur Genese der Hohlform. Dies wäre nur dann der Fall, wenn sich die würmzeitliche Schotterrinne derart in Beziehung zu den Lackenhängen setzen ließe, daß sich die Lackenhänge entlang der Schotterrinne anordnen ließen und sich nicht zirkusförmig über diese basalen Längsstrukturen hinwegsetzten. Die Lackenhänge sind ja im gleichen Würmschotter angelegt, der die Rinne füllt und die umrahmende Schwemmkegelplatte aufbaut. Dies bedeutet, daß nach der tiefererosiven Ausräumung des salzführenden Horizontes in der Aufschotterung der Rinne in jenem Stadium ein Halt erreicht wurde, indem die Höhe der würmzeitlichen Aufschotterung die Oberkante des salzführenden Horizontes erreicht hat. Zur selben Zeit ging aber die würmzeitliche Akkumulation außerhalb der heutigen Lacke noch weiter bis zur Höhe der Schwemmkegelflur. Diese Tatsache läßt die Beteiligung einer intrawürmzeitlichen Erosionsphase, die nach der Rinnenfüllung eingesetzt hat, an der Hohlformengenese nicht wichtig genug erscheinen, denn da steht wieder der allseitige Abschluß der Lackenböden im Wege, der zeigt, daß nach einer solchen Erosionsphase, die den heutigen Lackenboden geschaffen hat, doch wieder Akkumulation herrschte, und zwar in der Weise, daß stets von allen Seiten in dem Bereich der heutigen Lackenhänge in die Erosionsfurche eingeschüttet wurde, wobei eine klar umgrenzte Hohlform ausgespart wurde. Wenn nicht ein zusätzlicher aufschüttungshemmender Mechanismus hinzutritt, ist ein Offenhalten dieser Hohlform unvorstellbar. Nun kommt dem salzführenden Horizont in unserem Falle eine besondere genetische Bedeutung zu. Er tritt wie ein Fernling als fensterartiger Rest der rißzeitlichen Schwemmkegeldecke in den Lackenböden entgegen. Überall dort, wo er von der jüngeren Ausräumung verschont wurde, gab er die Ansatzfläche für ein Geschehen ab, das die würmzeitliche Akkumulation weitgehend unterband und unmittelbar zur Anlage der Hohlformen führte. Der salzführende Horizont gibt infolge seiner enormen dichtmachenden Eigenschaften einen guten Wasserstauer ab. Zur Zeit der würmzeitlichen Bodengefrorenis war, sobald in den Rinnen die Aufschotterung das Niveau der unversehrten interglazialen Decke erreichte, Gelegenheit gegeben, daß das Grundwasser, das durch das Abwärtsachsen des Dauerfrostbodens unter erhöhtem Druck geriet, entlang der bereits ausgebildeten Linien der Erosionsdiskordanzen aufwärts wan-

derte und sich flächenhaft zuerst auf dem seitlichen, dichten salzführenden Horizont ansammeln konnte, wobei es in den Wintern rasch zu einer Eislinnenbildung kommen mußte, deren laterales Wachstum sich jetzt auch über nicht abgedichtete Schotteraufschüttungen ausbreiten konnte. Dabei ist hinsichtlich der kaltzeitlichen Grundwasserverhältnisse zu beachten, daß die heutige enge Scharung der Grundwassergleichen am W-Rande des Seewinkels (15, S. 201) zur Zeit der Aufschotterung noch nicht bestand, da damals im heutigen Bereich des Neusiedlersees eine nach W aufsteigende Fußfläche in Bildung begriffen und daher ein seitliches Austreten des Grundwassers in die Tiefenzone des Sees noch nicht möglich war. Die Eislinnen hatten im wesentlichen bereits die Ausdehnung der heutigen Lackenböden. Dabei verwundert kaum die Größe der Eisfläche, wenn man dazu das geringe Tiefenwachstum in Rechnung stellt. Sogar an der Südgrenze der rezenten sibirischen Bodengefrorenis am Buchatufuß fand JATSCHESKY (26, S. 408) eine Bodeneisschicht von 0,7 m Dicke in einer Ausdehnung von vielen Kilometern. Die Eislinnen vom Typ der Aufeshügel bewirkten, daß sie von den Flußarmen im kurzen Sommer der Kaltzeit, indem diese eine morphologische Tätigkeit entfalten konnten, gemieden wurden. Das fließende Gewässer war bestrebt, seitlich der wölbenden Eisflächen einzunagen und dort das reichlich vorhandene Belastungsmaterial abzuwerfen. So erzeugten die sich winterlich ernährenden Eislakkolithe auch eine Vergrößerung des Schwemmkegelareals. Es ist verständlich, daß durch die Schüttung gegen die Eisinselränder auch die Lackenhänge zum erstenmal herausgebildet wurden. In der Nachbarschaft der Grundlacke liegt im NW der bereits beschriebene Aufschluß VII bei Pordersdorf, wo kleine Kieskessel angeschnitten wurden. Diese Kleinformen wurden im Zuge der interstadialen Auftauphase sogleich wieder zugeschüttet, beweisen aber die in der kaltzeitlichen Landschaft vorhanden gewesene Dynamik des Ausbildens von Bodeneiskörpern. Die größeren Hohlformen der heutigen Lacken konnten jedoch bei den warmzeitlichen Abschmelzvorgängen nur zu einem geringen Teil aufgefüllt werden. Vor allem sammelte sich das Material der Schotter- und Kiesschleier, welches die Eiskappen überlagerte, nach dem Abschmelzen des Eises am Lackenboden an. Die Bildung der großen Eislakkolithe setzte nach der würmzeitlichen Rinnenfüllung ein und hat zur Zeit des Maximums der Würmzeit den Höhepunkt erreicht. Andererseits muß das Eis noch vor der Lößanwehung abgeschmolzen sein, da dieser bereits die Lackenbodensäume auskleidet.

4. Umprägung der Hohlformanlagen.

Bei einem Grundaushub wurde 1964 der SW-Zipfel der Gansellacke bei St. Andrä angeschnitten. Das Profil (V) zeigte von der Aushubsole

her betrachtet einen 60 cm mächtigen salzführenden Horizont mit Rostflecken, Kiesbeimengung und reichlich Salzausblühungen. Darüber folgt ein 20 cm mächtiges Kiespaket mit nußgroßen Quarzschottern, die von einer 40 cm dicken zu tschernosemartigem Boden umgeprägten Lößschichte überlagert werden. Nur 500 m weiter westlich ist der Würmschotter an der Straße Zicksee — St. Andrä in einer Tiefe von 3 m (absolute Höhe der Abbausohle ca. 119 m) weitflächig in der Schottergrube aufgeschlossen. Auch am SE-Rand des Ortsriedes von St. Andrä ist der Würmschotter in gleicher Tiefe sichtbar. Die Schotterplatte mit überwiegender Paratschernosembedeckung begleitet den gesamten Lackenrand mit einer Oberkantenhöhe von 122 m. Der Lackenboden liegt im Niveau des aufgeschlossenen salzführenden Horizontes in einer absoluten Höhe von 120 m. Die Oberkante des salzführenden Horizontes liegt im Vergleich zur Tiefe des in der Schottergrube aufgeschlossenen Würmschotters stratigraphisch zu hoch, sodaß man für seine Position eine westfallende Erosionsdiskordanz wieder heranziehen muß. Problematisch ist die 20 cm dicke Kies- und Quarzschotterschichte, die den salzführenden Horizont nicht nur kappt, sondern mit dessen oberen Partien verwürgt ist, wobei sich die Steilstellung der Quarzschotter an der Kappungsfläche selbst an einigen Stellen als fossiler Frostmusterboden entpuppt. Dieser dürfte dem HUSZ'schen Steinpflaster entsprechen, dessen Entstehung er durch erosive Abtragungsvorgänge des Feinerdematerials erklärt. Es folgt ja über diesem Horizont der Löß mit Tschernosem, ein in bezug auf den salzführenden Horizont andersartiges Substrat. In diesem Falle handelt es sich jedoch eindeutig um eine kaltzeitliche Überprägung des salzführenden Horizontes und Lackenhanges, der an dieser Stelle unmerklich in den Lackenboden übergeht. Eine Neigung von kaum 2° nach E nimmt ja bereits die Schwemmkegeloberfläche im Bereich der Schottergrube zwischen St. Andrä und Zicksee ein. Der einst steilere Schotterhang zum Lackenboden wurde durch solifluidale Bewegungen abgeschrägt und ausgedünnt. Schließlich kam es bei gefällsbedingtem Erlöschen der Bewegung auf dem ebenen Lackenboden zu frostdynamischen Sortierungsvorgängen. Erst dann erfolgte Lößanwehung. Der Lackenboden aber war zu dieser Zeit aus der Schotterplatte bereits herausmodelliert und machte außer der würmerstkaltzeitlichen Initialgenese noch einen zweiten Kaltstoß mit. Es liegt nahe, diese Solifluktion und die Frostmusterböden mit der Oberkantensolifluktion (zweite Kaltzeit des Würm) der bisherigen Profile gleichzusetzen.

Für die Beziehung zwischen Löß und Hohlformanlage bietet der Aufschluß bei der Rosalienkapelle (VI) Hinweise. Wie auch im Luftbild gut zu beobachten ist, setzt in der nördlichen Hälfte der westlichen Abbauwand der Schottergrube der bodentypologische Wechsel von Paratschernosem und Tschernosem ein, wobei letzterer die Lackenhänge einnimmt. An

dieser Grenze beginnt sich die hier in 122,80 cm liegende Oberkante des Schotters zur Neubruchlacke abzudachen, deren Sohle in ca. 119 m liegt. (Isohypsenplan 1 2.880 mit Äquidistanz von 10 cm — Blatt Apetlon.) An der nördlichen Abbauwand, die sohin den südlichen Lackenhang quer anschneidet, liegt die Schotteroberkante etwa 1 m tiefer als am Südeck der Schottergrube und wird vom Schwemmlöß mit Tschernosem bedeckt. Ein 1,5 m tiefer Kies- und Kleinschotterkessel liegt im NW-Eck und wird durch den solifluidalen Oberkantenschotter abgeschnitten. An der N-Wand streicht der Schotter frei in die Luft über dem heutigen Lackenboden aus. Der sanfte, gleichmäßige Lackenhang ist durch Solifluktion entstanden, wobei der Löß eine deutliche Abhängigkeit zum Lackenhang zeigt. Er überlagert die Hangkappung und zeichnet diese zugleich nach; er erweist sich jünger als die Umrahmung der Hohlform der Neubruchlacke.

Auch das N-Gehänge der Grundlacken zeigt Lößbedeckung, wobei es in ihr zur Ausbildung seichter dellenartiger Hohlformen kommt, die vom Schotterplattenrand häufig in radialer Richtung wegführen und jünger als der Löß sind. Kleinschwemmkegelartig ordnen sich dabei die Partien zwischen den Dellen an. Oft knüpfen sich auch an den lößbedeckten Hangfuß bis zu einige Dekameter schmale, aber allseits geschlossene Hohlformen an, die infolge des im Lackenbodenbereich hochstehenden Grundwasserspiegels als holozäne Suffossionssenken angesprochen werden können.

5. Homologe Hohlformen in anderen Räumen.

Der rezente Formenschatz der Tundra wurde in der ausländischen Literatur häufig behandelt. Es sei hier nur beispielhaft auf die durch terrestrische Photos belegte Arbeit von R. SHARP (27) über die Bodeneismounds des Wolfcreekgebietes in Alaska oder die durch Luftaufnahmen belegte Studie über die Austauseen der Küstenebene N-Alaskas von E. CABOT (5) hingewiesen. F MÜLLER (19) hat die Pingos monographisch erfaßt und gibt auch eine gute Übersicht über die ältere einschlägige Literatur.

Solche Formen im fossilen Zustand innerhalb der Periglazial-Landschaften dürfte zum erstenmal MAARLEVELD (18) 1955 erkannt haben. Seither wurden derartige Hohlformen durch Abschmelzen von Bodeneiskörpern im Pariser Becken und am Hohen Venn erklärt. C. TROLL (31) befaßt sich 1962 eingehend mit einer möglichen Heranziehung der „Pingo-Theorie“ für manche Hohlformen, die früher als Sölle erklärt wurden und gibt zugleich einen Überblick über die neuere diesbezügliche Literatur. 1963 widmet sich die Zeitschrift für Geomorphologie den fossilen mounds. So untersuchte PISSART (21) die Hohlformen in Wales und Belgien und vermutet auf Grund der Formenfrische und paläobotanischer Be-

funde ein jungwürmzeitliches Alter, wobei die Formen, die durch Abschmelzen von Pingos entstanden sind, zuerst eine Periode äußerst kalten Klimas voraussetzen.

III. SCHLUSS

Die Feldbeobachtungen im Seewinkel ergaben einen Formenwandel, der nur durch eine Differenzierung der würmzeitlichen Klimaverhältnisse erklärt werden kann. Es wurde versucht, die Entstehung der Lackenhohlformen auf kaltzeitliche Bildungsbedingungen zurückzuführen. Ein strenger Nachweis der dargelegten Entstehungsart wäre nur durch systematische pollenanalytische Untersuchungen und Anwendung der C₁₄-Methode möglich. Es steht auch die Frage offen, ob nicht in den Strandwällen der Lacken Material verborgen ist, das der Sedimentdecke entstammt, welche die einstigen Eiskörper bedeckt haben muß und bei den Bewegungsvorgängen seitlich abgeglitten ist. Noch ist es zu früh, ein abgerundetes morphologisches Bild unter Miteinbeziehung der Seemulde zu geben. Im Zuge dieser Untersuchungen konnte jedoch das bereits im Rahmen der Erörterungen der westlichen Randlandschaften (22, 23) gewonnene Bild einer würmzeitlichen Fußfläche im Bereiche des heutigen Neusiedlersees erhärtet werden. Nördlich von Podersdorf war es mir vergönnt, in einem durch Vertiefungsarbeiten der Burgenländischen Landesregierung entstandenen Aufschluß (XI) in der Nähe der Kanalbrücke (Kote 119) eine abschließende Beobachtung machen zu können. Unter einem 0,50 m mächtigen lehmig-tonigen fossilen Boden, der von 1,50 m mächtigem grauen Sand überlagert wird, wurde der typische salzführende Horizont mit einer Dicke von 0,75 m angeschnitten. An der Oberkante des salzführenden Horizontes lagen völlig scharfkantige überkopfgroße Quarzschutttrümmer in großer Menge. Der Schutt kann nur unter wesentlicher Beteiligung kaltzeitlicher Fußflächenolifluktion nach der Reiß/Würm-interglazialen Entstehung des salzführenden Horizontes hier abgelagert worden sein, zu jener Zeit, als noch keine Seemulde bestand. Man kommt zu dem Schluß, daß die Seerandfläche, die hier bei Podersdorf in einem Niveau von 118—119 m liegt, einer abgesenkten würmzeitlichen Fußfläche des Leithagebirges entspricht. Die Schleppenhänge, welche von der Schotterplatte des Seewinkels zu ihr hinableiten, zeigen eine dellenförmige Zerlappung, wodurch erhärtet wird, daß sogar nach der Absenkung der ausgereiften Fußfläche einerseits und Beendigung der Schwemmkegelakkumulation andererseits noch kaltzeitliche Solifluktionsvorgänge (Oberkantensolifluktion) sich abspielten. Die Fußflächenbildung darf zeitlich mit der bis zum Würmmaximum andauernden Akkumulation des Donauschwemmkegels im Seewinkel gleichgesetzt werden. In der dem Maximum folgenden Warmzeit kam es zu entscheidenden Veränderungen, die sich in der erstmaligen Herausbildung der Neusiedler-

seemulde und der hochgelegenen Lackenhohlformen manifestieren. Obwohl damals die wesentlichen morphologischen Züge, wie sie uns heute entgegentreten, bereits entstanden sind, brachte doch noch eine Kaltzeit (vielleicht auch zwei) der Landschaft den Löß und bewirkte noch eine facettenartige Modellierung der Großformung. Erst nach dem allerletzten Ende kaltzeitlichen Geschehens greifen während eines Seehochstandes und dessen Abklingen wieder stärkere formenerzeugende Kräfte um sich. Sie bewirkten, daß einer älteren vorzeitig bedingten zentralen Seenlandschaft ein jüngerer peripherer Seengürtel angegliedert wurde. Die beiden Seenlandschaften sehen einander recht ähnlich, ihre Entwicklungsgeschichte ist von grundlegender Verschiedenartigkeit.

*ENTWICKLUNGSPHASEN DES WÜRMZEITLICHEN SCHWEMM-
KEGELS DER DONAU IM BEREICHE DES SEEWINKELS*

Chronologie	Formen und Kräfte
Kaltzeit (W I)	Rinnenerosion + Akkumulation (kurzer Hebungsimpuls des Leithagebirges)
bis	Windkanterpflaster auf Trockeninseln
Maximum (W II)	Synchrone Würgetaschen Bildung großer Eislakkolithe (Lacken) u. kleinerer randlicher Bodeneislinsen (Kieskessel)
	} Fortdauer der Akkumulation
	Senkung ↓
Warmzeit (W II/III)	Abschmelzen der Eiskörper Bodenbildung
Kaltzeit (W III)	Schotteroberkantensolifluktion → (Bodenabtragung) Verfließen des primären Schwemmkegelreliefs Frostmusterböden in den Hohlformen
	Spülmulden Lößanwehung Eiskeile Vereinzelt noch solifluidale Abtragung der Schotteroberkante

Warmzeit

intra W III- Abschmelzen der Eiskeile und Füllung
zeitlich?

Kaltzeit

intra W III- Episodische Solifluktion
zeitlich? Anwehung kalklosen Flugsandes

Anmerkung In den Klammerausdrücken wird eine Parallelisierung der Kalt- und Warmzeiten mit der Gliederung der Würmzeit im nördlichen Alpenvorland versucht. Es käme vor dem Maximum die Warmzeit der Paudorfer Bodenbildung (W I/II) zu liegen, für die sich aber im Untersuchungsgebiet keine Anhaltspunkte finden lassen. Vermutlich entsprechen die braune Verwitterung des älterwürmzeitlichen Schwemmgels der Wulka und deren Tiefenerosion (22, S. 84) der Paudorfer Warmzeit.

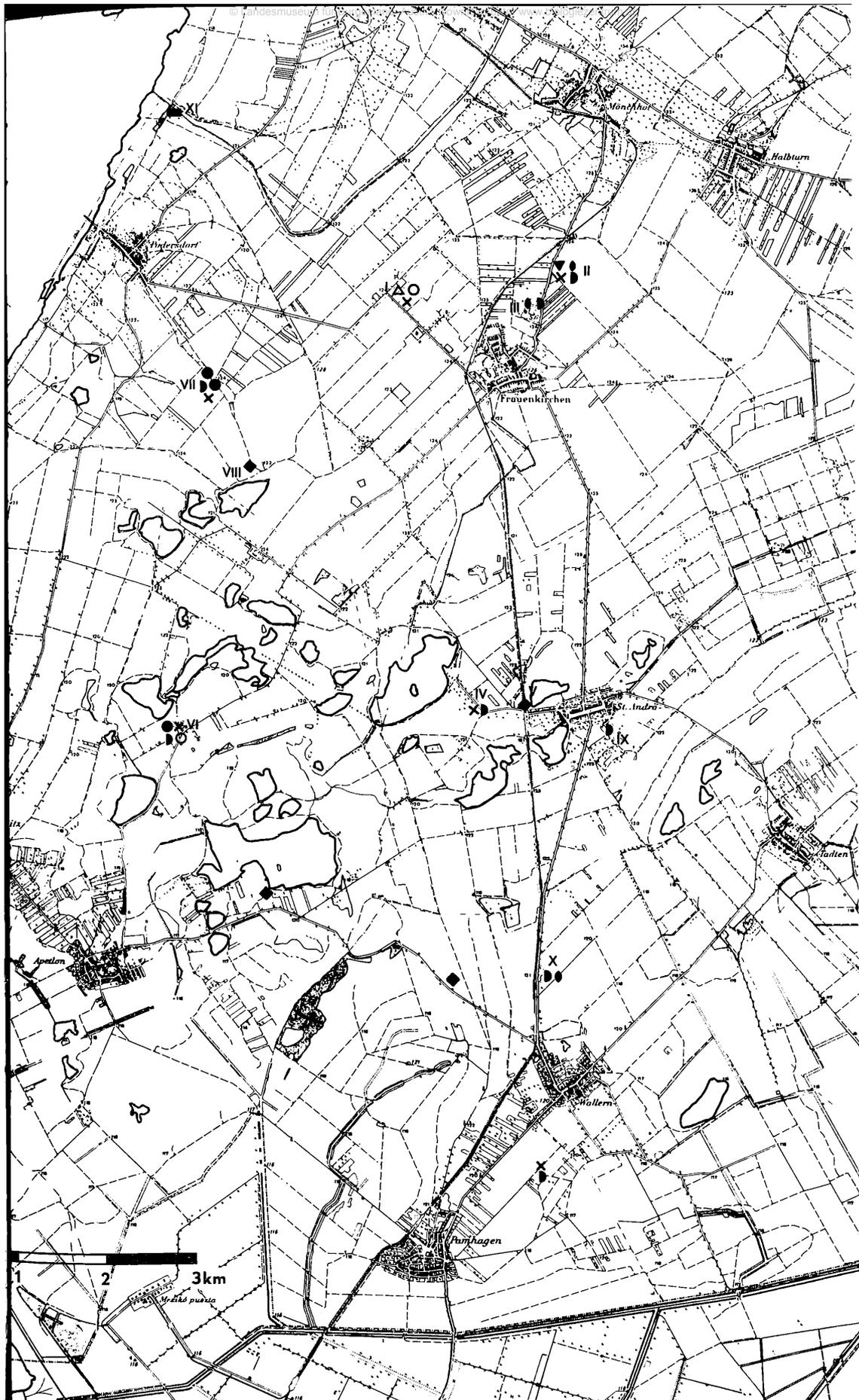
L i t e r a t u r

1. BERNHAUSER A., Zur Verlandungsgeschichte des Burgenländischen Seewinkels. Wiss. Arbeiten aus dem Burgenland. H. 29, Eisenstadt 1962. S. 143—171.
2. BRUNNACKER K., Feldbodenkundliche Untersuchungen. Bayrisches Landwirtschaftliches Jahrbuch, 37. Jg. Sonderh. 4/60. S. 9—24.
3. BÜDEL J., Die Gliederung der Würmkaltzeit. Würzburger Geographische Arbeiten. H. 8, 1960. 45 S.
4. BÜDEL J., Periodische und episodische Solifluktion im Rahmen der klimatischen Solifluktionstypen. Erdkunde, Bd. XIII, 1959, S. 297—314.
5. CABOT E. C., The Northern Alaskan Coastal Plain interpreted from Aerial photographs. Geographical Review 37, New York 1947, S. 639—648.
6. EISENHUT M., Geomorphologische Untersuchungen im Laßnitztal. Manuskript, Graz. 1965.
7. FINK J., Leitlinien einer österreichischen Quartärstratigraphie. Mitt. d. Geol. Ges. in Wien, Bd. 53, 1960. S. 249—266.
8. FINK J., Zur Gliederung der pleistozänen Terrassen des Wiener Raumes. Jahrbuch der Geologischen Bundesanstalt, Jg. 1954, S. 2, S. 211—249.
9. FINK J., Zur Gliederung des Jungpleistozäns in Österreich. Mitt. d. Geol. Ges. in Wien, 54. Bd., 1961. S. 1—25.
10. FRANZ H., HUSZ, G., Die Salzböden und das Alter der Salzsteppe im Seewinkel. Mitt. d. Österr. Bodenkundl. Ges. H. 6, 1961. S. 67—75.
11. FRANZ H., Feldbodenkunde. Wien 1960. 583 Seiten.
12. FRASL G., Zur Petrographie der Sedimente des Seewinkels. Mitt. d. Österr. Bodenkundl. Ges. H. 6, 1961. S. 62—67.
13. HUSZ G., Zur Bodenkartierung im Salzbodenbereich des Seewinkels. Wiss. Arb. aus dem Burgenland. H. 29, Eisenstadt 1962. S. 172—180.
14. KAISER K., Klimazeugen des periglazialen Donaufrostbodens in Mittel- und Westeuropa. Eiszeitalter und Gegenwart, Bd. 11, 1960. S. 121—141.
15. KOPF F., Wasserwirtschaftliche Probleme des Neusiedler Sees und des Seewinkels. Österreichische Wasserwirtschaft, Jg. 15, H. 9/10, 1963, S. 190—203.
16. KUBIENA W. L., Bestimmungsbuch und Systematik der Böden Europas. Stuttgart 1950. 392 Seiten.

17. LÖFFLER H., Zur Limnologie, Entomostraken- und Rotatorienfauna des Seewinkels. Sitzungsberichte d. Österr. Akad. d. Wiss., Math.-naturwiss. Kl., Abt. I, Bd. 168, Wien 1959, S. 315—362.
18. MAARLEVELD G. C., Pseudosölle in Noord-Neederland. Tijdschr. Kon. Nederl. Aardrijpsk. Genootsch 62, N. 4, Leiden 1955. S. 344—360.
19. MÜLLER F., Beobachtungen über Pingos. Meddelelser om Groenland, 153, N. 3, Kopenhagen 1959.
20. PECSI M., Ten Years of physico-geographic research in Hungary. Ung. Akad. d. Wiss. Budapest 1964, 132 Seiten.
21. PISSART A., Les traces de „pingos“ du Pays de Galles (Grande-Britagne) et du Plateau des Hautes Fagnes (Belgique). Zeitschr. f. Geomorphologie. Bd. 7, 1963, S. 147—165.
22. RIEDL H., Beiträge zur Morphogenese der Randgebiete des Neusiedlersees und des Gebietes der Wr. Neustädter Pforte. Festschr. S. Morawetz. Mitt. d. Naturwiss. Ver. f. Stmk. Bd. 93 (Sonderbd.) Graz 1963. S. 73—88.
23. RIEDL H., Erläuterungen zur Morphologischen Karte der eiszeitlichen Flächensysteme im Flußgebiet der Wulka. Wiss. Arb. aus dem Burgenland, H. 31, Eisenstadt 1964. S. 175—195.
24. RIEDL H., Ergebnisse einer Taluntersuchung in der Oststeiermark. Mitt. d. Naturwiss. Ver. f. Stmk., 91 Bd. S. 197—204.
25. SAUERZOPF F., Zur Entwicklungsgeschichte des Neusiedlerseegebietes. Wiss. Arb. a. d. Burgenland. 23, S. 107—111.
26. SCHOSTAKOWITSCH W. B., Der ewig gefrorene Boden Sibiriens. Zeitschr. d. Ges. f. Erdkunde, 1927, Berlin, S. 394—427.
27. SHARP R. P., Ground-ice mounds in Tundra. Geographical Review. 32. Bd. New York 1942. S. 417—423.
28. SPREITZER H., Der eiszeitliche Murgletscher in Steiermark und Kärnten. Geogr. Jahresber. aus Österreich, Bd. 28, Wien 1961, S. 1—50.
29. TAUBER A. F., Zur Oberflächengeologie des Seewinkels. Wiss. Arb. aus dem Burgenland. H. 23, Eisenstadt 1959. S. 24—26.
30. TAUBER A. F., Grundzüge der Tektonik des Neusiedlerseegebietes. Wiss. Arb. aus dem Burgenland. H. 23, Eisenstadt 1959, S. 26—31.
31. TROLL C., „Sölle“ and „Mardelles“. Erdkunde, Bd. 16, 1962, S. 31—34.
32. WOLDSTEDT P., Die letzte Eiszeit in Nordamerika und Europa. Eiszeitalter und Gegenwart. Bd. 11, 1960. S. 148—165.
33. SOLAR F., Jüngste Formung, Bodenbildung und Standorte im Bereich der Talauen des Gleisdorfer Raumes. Morawetz-Festschr. Mitt. d. Naturwiss. Ver. f. Stmk. Bd. 93 (Sonderbd.) S. 89—111.
34. KLAUS W., Zur pollenanalytischen Datierung von Quartärsedimenten im Stadtgebiet von Wien, südlichen Wr. Becken und Burgenland. Verh. d. Geol. BA., Jg. 1962, S. 20—38.
35. HUSZ G., Untersuchungen über die Entstehung von Salzböden im Seewinkel (Burgenland) als erste Grundlage ihrer Melioration. Diss. a. d. Hochsch. f. Bodenkultur, Wien 1962. Maschinschr., 134 Seiten.

Anschrift des Verfassers:

Dr. Helmut R i e d l
 Geograph. Inst. d. Univ. Graz
 Universitätsplatz 3
 8010 Graz



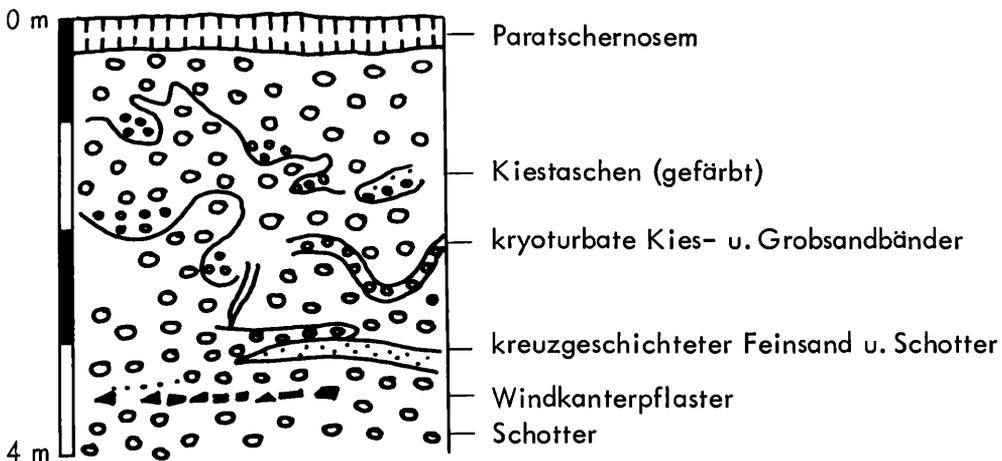
Riedl, H., Beiträge zur Morphogenese des Seewinkels

Standorte der wärmzeitlichen Periglazialerscheinungen.

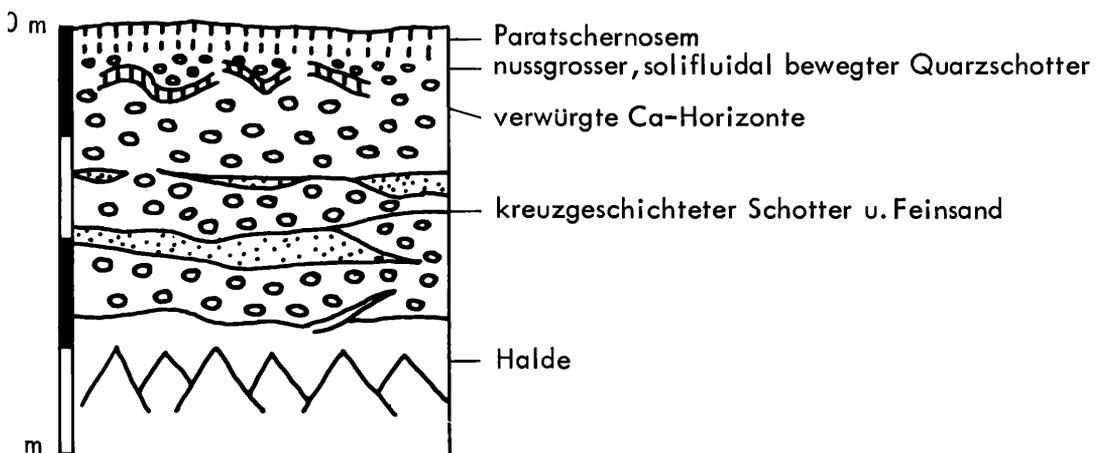
- Legende:
- ▼ Eiskeile
 - Synchrone Kryoturbationen
 - Kieskesseln
 - ▷ Solifluktionsschotter (Oberkante des Schwemmkegels)
 - ◆ Oberste solifluidale Schotterstreu
 - × verwürgte Ca-Horizonte, bzw. fossile Bodenreste
 - ◆ Frostmusterboden im Bereich des salzführenden Horizontes
 - △ Autochthone Windkanter
 - Fußflächenschutt
 - I-XI bezieht sich auf im Text genannte Aufschlüsse

Quartärgeologische Profile

1. Schottergrube Johann Hof (NO - Wand) Typus: synchroner Kryoturbationen

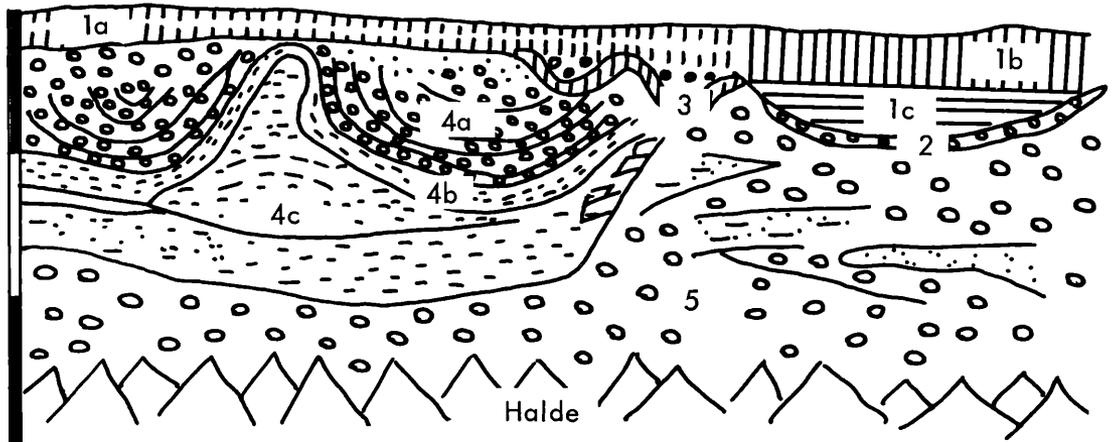


2. Schottergrube Johann Hof (NW - Wand) Typus: Oberkantensolifluktion



Schottergrube so. Podersdorf (SW-Wand)

Typus: Kieskessel, Spülmulde



1a = Paratschernosem

1b = Tschernosem

1c = Kalkreicher Schwemmlöss

2 = Muldenboden, konglomeratise Verfestigung des Schotter

3 = verwürgter Ca-Horizont, solifluidaler Schotter

4a = Zwiebelschalige Kies- u. Grobsandfüllung

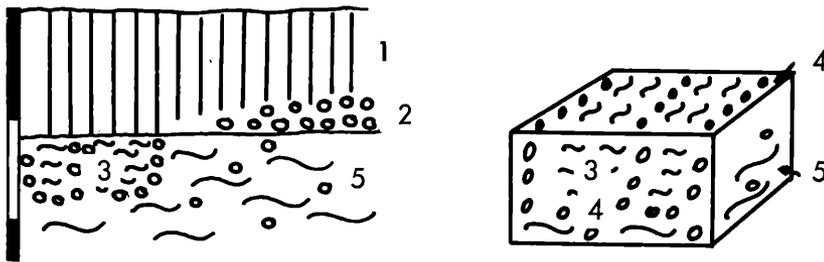
4b = gestauchte Feinsandlagen

4c = schwach verformte Feinsandbank

5 = kreuzgeschichteter Schotter u. Feinsand

Aufschluß (Hausbau) w. St. Andrä.

Typus: Frostmusterboden



1 = Tschernosem

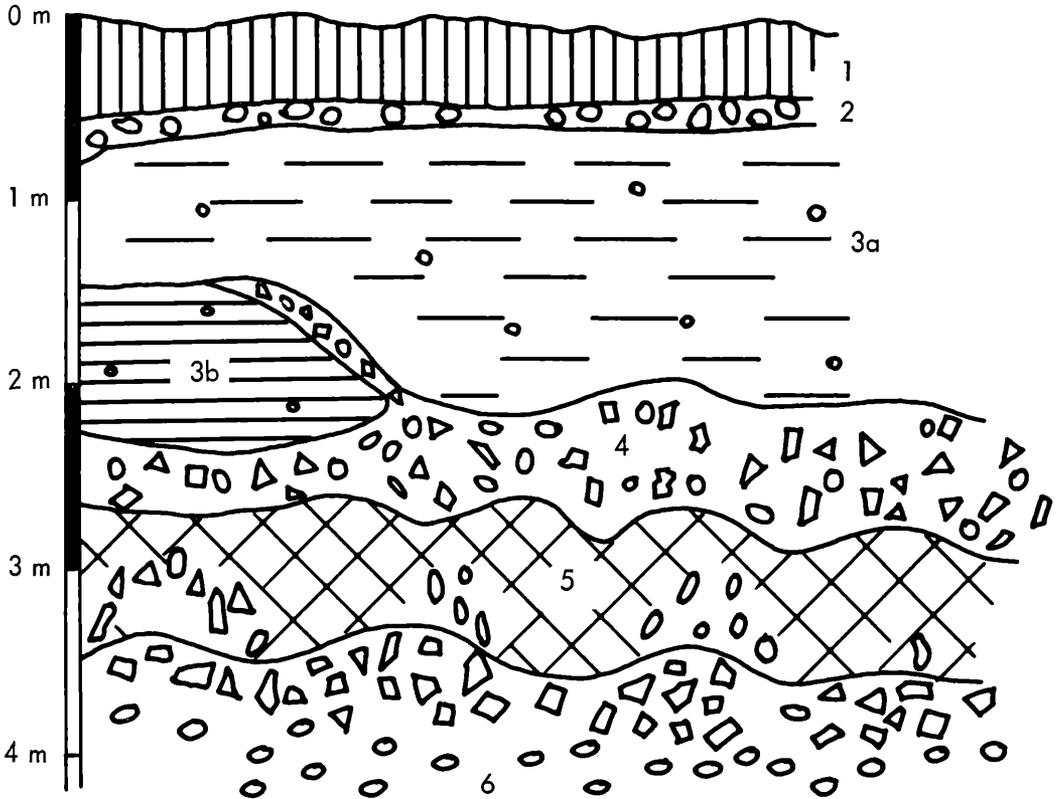
2 = solifluidaler Quarzsotter

3 = umgearbeitetes Material des salzföhrenden Horizontes

4 = Polygonartiger Frostmusterboden mit steilgestelltem Solifluktionsschutt an der Kappungsfläche

5 = Dichter salzföhrender Horizont mit Kieslagen

5. Schottergrube östl. Straße Frauenkirchen-Mönchhof.
SW - Eck
Typus: Oberkantensolifluktion

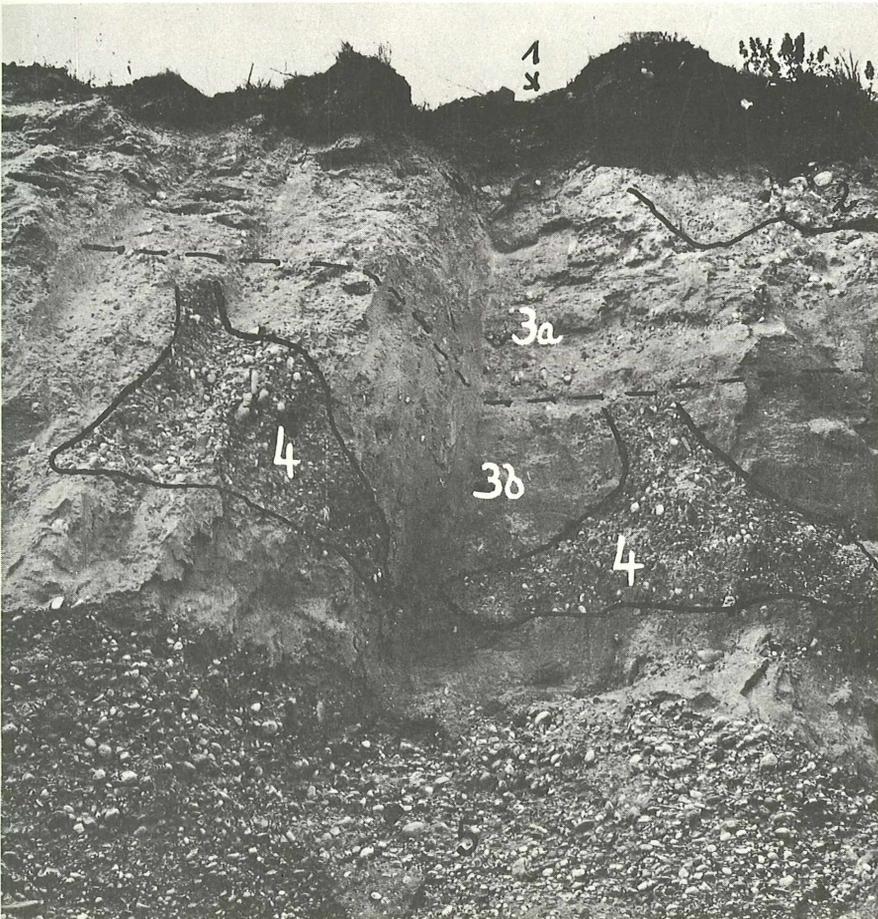


- 1 = Tschernosem (A-Horizont anthropogen abgetragen)
- 2 = steilgestellte Schotterstreu
- 3a = plattiger Schwemmlöss, kalkreich
- 3b = Basallöss
- 4 = Meist scharfkantiges Material, entstanden durch Frostsprengung des Schotter, in wirrer Lagerung
- 5 = Stellenweise gänzlich steinfreier, durch Solifluktion durchbewegter fossiler Bodenhorizont
- 6 = Normaler Schotter

Legende zu Foto 1

Aufschluß (Schottergrube) östl. Straße Frauenkirchen - Mönchhof
Typus: Eiskeil deformation, episodische Solifluktion.

- 1 = Tschernosem
- 2 = Schotterstreu u. kryoturbate Schwemmlösslagen
- 3a = Plattiges Schwemmlösspaket
- 3b = Basales Schwemmlösspaket
- 4 = Deformierte Eiskeile mit Schotter-Lehmfüllung
- 5 = Solifluidal gestörte Schotteroberkante mit Resten eines fossilen Lehmbo­dens



Legende zu Foto 2

Schottergrube SO Podersdorf

Ausschnitt aus Profil 3



ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Wissenschaftliche Arbeiten aus dem Burgenland](#)

Jahr/Year: 1965

Band/Volume: [034](#)

Autor(en)/Author(s): Riedl Helmut

Artikel/Article: [Beiträge zur Morphogenese des Seewinkels. 5-28](#)