

### C) *Agrogeologische Aufnahmen.*

## 13. Agrogeologische Beschreibung der Umgebung von Soltvadkert und Kiskunhalas.

(Bericht über die agrogeologische Spezialaufnahme im Jahre 1903.)

VON PETER TREITZ.

Im Jahre 1903 wurde mir durch den hohen Erlaß 42,135/IV. 3. b. die Aufgabe gestellt: erstens das Südwestviertel des Blattes Zone 19/Kol. XXI, im Anschlusse an die Aufnahmen des Jahres 1896 zu kartieren; zweitens nach der Beendigung dieses die Aufnahme des im Jahre 1895 bearbeiteten Blattes Zone 20/Kol. XXI vor der Publikation zu reambulieren. Dieser meiner zweiten Aufgabe konnte ich nur teilweise genügen, da die Aufnahme vom Jahre 1895 zwei Blätter zu 1:7500, ein Gebiet von 2136 Quadratkilometern umfaßt. Es ist nur natürlich, daß die nur eine Sommersaison andauernde Aufnahme (3 Monate) eines so umfangreichen Gebietes, dasselbe nur in großen Zügen darstellen konnte, bei der Reambulation mußte ich einige Teile von neuem detailliert begehen, so daß infolge der knappen Zeit, die mir zur Ausführung der ganzen Reambulation zur Verfügung stand, dieselbe in der Gemarkung von Majsza, am östlichen Teile des Blattes für das nächste Jahr bleiben mußte.

Im Laufe des Sommers ward ich dem hohen Erlasse Z. 7659/903, zufolge in das Komitat Baranya gesandt, um den zwei dort arbeitenden Önologen bei ihren Bodenaufnahmen beizustehen.

Für meine angenehme Pflicht erachte ich es dem Herrn Dr. MORIZ NAGY, Bürgermeister der Stadt Halas, und dem Herrn MICHAEL VEISZMÁR, Inspektor der Herrschaft Kisszállás, für die Unterstützung, die sie mir zu teil werden ließen, meinen besten Dank auszusprechen.

★

Das kartierte Gebiet umfaßt den westlichen Teil des hohen Hügelrückens zwischen der Donau und Tisza. Auf diesem Teile fin-

den wir die höchsten Hügel des Alföldes, die Sandhügel zwischen Jankovác und Rém, die sich bis zu 174 m über dem Meeresspiegel erheben. Gegen Süden ebnet sich das Terrain; es schließt sich hier das Telecskaer Lößplateau an, dessen Oberfläche um 30 m tiefer liegt.

Nördlich und östlich von den hohen Flugsandhügeln erstrecken sich noch mehrere hügelige Sandgebiete, die von einander durch breitere oder schmalere Täler getrennt sind. An die Sandhügel von Jankovác schließt sich gegen Norden das breite Tal von Fehértó an, dessen leichtgewelltes Land vorzügliche Äcker liefert. Die Puszta Fehértó trennt die hohen kahlen Sandhügel des Sivánhegy von jenen der Puszta Inoka; die Hügel der letzteren sind um vieles niedriger und stehen unter landwirtschaftlicher Bearbeitung. Östlich von den Sanden von Inoka ragen die Weinanlagen der Öregszőlők empor. Weiters die bewaldeten Anhöhen auf den Puszten Pirtó und Kistelek. Die höchsten Spitzen erreichen hier nirgends das Niveau von 150 m über der Meeresfläche. Das Sandgebiet von Pirtó findet seine Fortsetzung in dem Kiskörösi erdő; dies bildet den wildesten Teil des Gebietes. Hier bewegt sich der Sand noch am stärksten, fast ohne Hindernis.

Die Hügel des Kiskörösi erdő verflachen sich gegen Norden und fallen mit 27 m gegen die ebenen Äcker der Puszta Böszér ab, welche sich von hier ohne Unterbrechung bis in das Donautal erstrecken.

Die Äcker von Böszér stehen im Zusammenhang mit dem ebenfalls ebenen Boden der Puszta Czebe; gegen Süden gelangen wir bald auf die in der Gemarkung der Stadt Soltvadkert gelegenen Äcker, welche östlich bis an den Wald von Kisbócsa und Puszta Tázlár, gegen Süden bis an die Sandhügel von Puszta Pirtó reichen.

Zwischen den Äckern von Soltvadkert und Puszta Böszér finden wir noch ein Sandhügelgebiet, das sich im Süden in den Sanden des Kiskörösi erdő verliert; auf diesen Anhöhen sind die Weingärten der Stadt angelegt.

Die Äcker von Nagybócsa und Tázlár werden in nordsüdlicher Richtung durch die hohen und bewaldeten Hügel begrenzt.

Die Hügel von Kisbocsa finden ihr Ende bei dem Teiche Lázárvice, die Sandgebiete Tázlár erdő, Bodoglari erdő, Kötönyi erdő und Puszta Pirtó bilden ein zusammenhängendes Sandgebiet von 80 Km<sup>2</sup> Umfang. An diese bewaldeten Sandhügel schließen im Süden die Äcker der Stadt Halas an, und zwar die Puszten Felsőszállás und Harka. Diese liegen in dem sich allmählich ebennenden Tale östlich von Halas, welches sich gegen Osten neigt und in das Tal der Tisza

öffnet; diese sind die besten Äcker und Wiesen der Gemarkung der Stadt Halas.

Unmittelbar unterhalb der Stadt wendet sich das Tal gegen Süden, und ist mit den Puszten Füzes, Göböljárás und Kisszállás, dem berühmt fruchtbaren, mit Tschernosiem bedeckten Plateau von Telecska, verbunden. Die Äcker der Puszta Kisszállás werden östlich von einem ausgedehnten Sandgebiete begrenzt, welches vom südlichen Ende des kartierten Blattes ausgehend, in einem 3—4 Km breiten Streifen sich gegen Norden hinzieht nach einander mit dem Namen: Négyesi erdő, Sasheverő, Balota, Puszta Eresztő bezeichnet wird und endlich mit der großen Sandinsel von 60 Km Umfang verschmilzt.

Am östlichen Ende des kartierten Landes liegt Puszta Zsana, auf deren Flugsandboden die höchsten Dünen bis 130 m über die Meeresebene emporreichen; von hier aus neigt sich das Terrain allmählich bis an das Tal der Tisza; das ebene Baufeld dieses Landes wird nur durch Dünengruppen von geringeren Ausdehnungen kupiert. Das Gefälle beträgt 1 m auf 1 Km Länge, die Gesamtentfernung vom Tiszatale 27 Km.

Die Höhen der Dünen nehmen südwärts stetig ab. Das bebaute Gelände von Balota liegt mit 10 m tiefer als die bewaldeten Dünen. von hier aus ist das Gefälle gleichmäßig bis zur Stadt Szeged, auf einer Entfernung von 40 Km 40 m, also 1/1000.

Auf dem umgrenzten Lande bewegen sich die Binnenwässer in südöstlicher Richtung. Sie entspringen meist aus dem Dünenlande und gelangen teils auf der Oberfläche, teils durch die Sandrücken durchsickernd in das Tal der Tisza. Dem heutigen Stande nach bildet der Dünenzug von Pirtó die Wasserscheide der Gegend. Das Wasser der Teiche, nördlich von diesem Zuge gelegen, läuft in das Tal der Donau ab, jenes der südlich gelegenen in das Tal der Tisza. Die Teiche der Niederungen von Majsa, weiters die Teiche: Harka, Sós, Halasi, sogar der weit westlich gelegene Fehértó gehören zu dem Niederschlagsgebiet der Tisza.

Nach den alten Aufzeichnungen, floß das Wasser in den sehr niederschlagsreichen 1870—80-er Jahren von Norden gegen Süden durch die Dünen von Pirtó. Es kam das Wasser aus der Gemarkung von Kiskörös gegen Vadkert, oberhalb des Teiches Böszér durchbrach es den Damm der Landstraße, und ergoß sich in den Teich; aus diesem gelangte es, sich zwischen den Dünen des Kiskörösi erdő durchschlängelnd, in den großen Teich von Pirtó, wo es schon das Wassergebiet der Tisza erreichte. Diese alten Wasserwege sind heute mit einer 5—8 m mächtigen Flugsanddecke überlagert. In den Niederungen er-

bohrte ich an vielen Stellen unter dem Flugsande die alte Oberkrumme der Lößdecke. Der Löß liegt tief unter dem Sande der Dünen von Pirtó; wenn das Wasser hier auch keinen oberflächlichen Abfluß fand, obzwar nach den Angaben hier eine tiefe Rinne das Wasser gegen das Tiszatal führte, konnte es doch leicht durch das grobkörnige Material der Dünen durchsickern, kam am südlichen Ende der Dünen als sogenanntes wildes Wasser zum Vorschein und floß in die Niederungen von Halas.

Es ist nicht notwendig, daß dasselbe Wasser in die Tisza ablaufe, welches sich in den Niederungen bei Kiskörös ansammelte, es genügt, wenn das Niveau des Grundwassers so hoch steigt, daß alle Vertiefungen und wasserständige Mulden angefüllt werden. Auf sandigem Lande steigt das Untergrundwasser gleichmäßig mit der Oberfläche des Landes an. Wenn nun das Binnenwasser in den Mulden der Dünen infolge der Schneeschmelze in niederschlagsreichen Jahren so hoch ansteigt, daß dieses den Flugsand der Dünen erreicht, so saugt sich der Sand voll. Wenn nun im Frühjahr viel Regen fällt, so kann der Boden kein Wasser mehr aufnehmen, es sammelt sich in den Dünentälern an. Die Dünentäler liegen mit 4—6 m höher als die Vertiefungen, die die Dünenkomplexe von einander trennen; sobald mehr Wasser auf den Flugsand gelangt als dieser zu fassen vermag, entspringt am Süden der Dünen der Überfluß als wildes Wasser und überschwemmt die tiefer liegenden, die in den Sandgegenden ertragreichsten Äcker.

Das Binnenwasser der nassen Jahre entstammte ausschließlich den überreichen Niederschlägen, die durch die Saturation des Sandes mit Wasser und durch den hohen Stand des Untergrundwassers gezwungen waren auf der Oberfläche abzufließen.

Heutigen Tages ist der Sand so ausgetrocknet, daß er die Feuchtigkeit der Niederschläge leicht aufnehmen kann; Quellwasser findet sich heute in den Sandgebieten nur sehr selten. Sobald aber wieder eine feuchtere Jahresfolge käme, so entstünden die wilden Wässer von neuem; und wenn für deren Ableitung nicht bei Zeiten Vorsorge getroffen wird, so werden dieselben unberechenbaren Schaden verursachen, da eben der wertvollste Teil der Äcker in diesen Niederungen liegt,

Für die Ableitung, d. i. Regulierung der Binnenwässer dient zur Richtschnur der natürliche Ableitungskanal der Gegend, der den Niederungen der Puszta Fehértó entstammt und in den Körös benannten Wasserweg mündet. Die Körös nimmt noch den Überfluß der an ihrem Laufe gelegenen Teiche auf, tritt bei Palics auf das Lößplateau und mündet unterhalb der Stadt Kanizsa in die Tisza.

Durch die Erfahrungen, die ich während der dürrn Jahre meiner Aufnahmen gesammelt, bin ich in der Lage die an den Plänen dieser Gegend arbeitenden Fachleute zu warnen, hier ja nicht die sonst übliche ausschließliche Entwässerung anzulegen. Da dies zur Folge hätte, daß das gesamte Gebiet austrocknen und durch das Auswittern der Sodasalze unfruchtbar werden würde. Wo hingegen das Aufspeichern des Wassers in einzelnen, am tiefsten gelegenen Mulden und dessen Benützung zu Bewässerungen für die ganze Landwirtschaft der Gegend von unberechenbaren Vorteilen wäre.

### Die Geologie des Gebietes.

Das Flugsandgebiet umfaßt zwischen der Donau und Tisza ungefähr 6000 Km<sup>2</sup>; die Mächtigkeit der Sanddecke schwankt zwischen 8—20 m. Diese ungeheuren Mengen von Sand lagerten sich aus den Gewässern ab, die von den Gebirgen in das Alföld niederströmten. Die Sandablagerung nahm seinen Anfang in jener Zeit, als der levantische See durch das Eiserne Tor seinen Abfluß fand und an seiner Stelle kleinere, miteinander nur intermittierend in Verbindung stehende Teiche blieben.

Das Bett der Donau war in dieser Zeit noch nicht ausgebildet, die Gewässer seines Niederschlagsgebietes flossen durch viele Kanäle in die Ebene herab. Bei der Abnahme des Gefälles, am Rande des Tieflandes lagerte das Wasser sein mitgeführtes Schuttmaterial in verschiedenen großen Schuttkegeln ab, deren Richtung uns als der einzige Fingerzeig der ehemaligen Flußbette übrig blieb. Das Material des Flugsandgebietes stammt ebenfalls von einem solchen Schuttkegel.

Im Donautale können drei größere Schuttkegel nachgewiesen werden. Als der älteste kann die mächtige Schotterablagerung bei Szentlőrincz genommen werden. Der zweite beginnt bei Ercsi jenseits der Donau und erstreckt sich über Haraszti bis Fülöpszállás. Weiter finden wir noch einen bei Dunaföldvár; abgetrennte Teile dieses dritten Kegels können bis Jankovác nachgewiesen werden. Endlich bildete ehemals das große Tal zwischen Paks und Szekszárd ebenfalls ein Flußgebiet, durch welches viel Sandmaterial in das heutige Donautal gelangte; aus diesen Anschwemmungen stammt der Boden des Gebietes, das sich zwischen Jankovác und Baja erstreckt.\* Der Boden des in diesem Jahre kartierten Gebietes stammt ursprünglich aus dem Schutt-

\* PETER TREITZ: Die agrogeologische Beschreibung des Gebietes zwischen der Donau und Tisza. (Földtani Közlöny, XXXIII. Bd. Heft 7—9.)

kegel, der sich, das Donautal in südöstlicher Richtung durchquerend, von Dunaföldvár bis Jankovác hinzieht. Die Donau durchschneidet diesen Schuttkegel nach dem Ausbau ihres heutigen Stromlaufes an mehreren Stellen, führte das Material dieser Ablagerung fort und ersetzte dieses mit neuen Anschwemmungen.

Heute findet sich das ursprüngliche Material nur mehr in zerstreuten Inseln vor. So ist die Schotterschicht, die den Grund des Lößhügels bei Dunapataj bildet, ein Rest des großen Schuttkegels, dergleichen die Grundlagen unter den Hügeln von Szatmár; endlich sind die Grobsand- und Grußschichten unter der Lößdecke in der diluvialen Uferwand der Donau bei Hajós auch noch Glieder dieses ehemals so mächtigen Schuttkegels.

Im Donautale blieben nur die untersten Schichten stehen, die oberen wurden von der Donau abradirt.

Südlich von Császártöltés finden sich auch schon die feinkörnigen Deckschichten vor, ihr Material ist im allgemeinen Sand. Die mächtigen Sandlagen werden von dünnen Schlickeinlagerungen von einander getrennt. Das Profil dieses Schichtenkomplexes ist jenem des in der Stadt Halas erbohrten gleich.

Die Decke unserer heimatlichen hügeligen und ebenen Landstrecken, der Löß, kam im Diluvium zur Ablagerung. Die neuesten Forschungen bewiesen, daß auch in unserem Lande zwei Phasen der Lößbildung unterschieden werden können. Es gibt einen I oder unteren und einen II oder oberen Löß. Die zwei Lagen werden durch braune, stellenweise rote, tonige Zwischenlage (Laimen) getrennt. Die beiden Lößschichten habe ich nicht nur an dem linken Ufer der Donau gefunden, sondern in den Komitaten: Pest, Baranya,\* Somogy und Tolna sowie im Norden, im Tokajhegyalja Gebirge, nachgewiesen.

Am rechten Ufer der Donau, von Apostag bis Paks, finden wir auf den Sektionen: Apostag—Földvár, Böleske—Paks beide Lößlagen vor. Die Schichtenfolge der zwischenliegenden Sektionen ist von den ersteren verschieden, hier fehlt die untere Lößlage, anstatt ihrer finden wir Sand und Mergelschichten.

Diese letzteren sind Zeugen von mächtigen Wasserflüssen, die sich während der Zeit der ersten Lößablagerung hier bewegten. Südlich und Nördlich von Dunaföldvár verflacht sich die Uferwand, stellenweise fehlt sie ganz; hier floß noch im Alluvium Wasser von Nordwesten ins Donautal herab.

\* P. TRETZ: Die agrogeologischen Verhältnisse der Mecsek und Zengő Gebirge. Jahresbericht d. kgl. ungar. Geol. Anstalt. 1902.

Am linken Ufer des Donautales steht noch von Keczel bis Baja eine Steilwand, deren Fuß noch in den Zeiten der Römer von den Wellen der Donau benetzt wurde. Das Profil dieser Wand gleicht jenem der mittleren Sektion des rechten Ufers. Es findet sich nur eine Lößschichte, die II oder obere, vor, welche Sand- und Schlickschichten überlagert. Grobsand liegt unter dem Löss nur bei Hajós, nördlich und südlich von diesem Punkte sind die Sandschichten feinkörnig. Zur Zeit der ersten Lößablagerung war dieses Gebiet noch von Wasser-  
rinnen durchzogen, deren Haupttrichtung bei Hajós die heutige Steilwand durchschneidet. Während der zweiten Lößablagerung war auch dieses Gebiet schon trocken geworden. Der zu jener Zeit niederregnende Staub überdeckte die unteren Sandlagen mit einer 6—8 m mächtigen Decke von Löß. Doch ist diese Lößdecke entlang des alten Ufers nur 1—4 Km breit und wird meistens von Lößsand oder Flugsand bedeckt. Nördlich reicht sie bis Kiskőrös. Hier konnte ich selbe bei der diesjährigen Aufnahme teils an der Oberfläche, teils mit dem Bohrer im Untergrunde konstatieren; nördlich von Kiskőrös nehmen die Stelle der Lößdecke Schlick- und Sandschichten ein, hier floß also zu dieser Zeit noch das Wasser gegen Südosten ins Tiszatal hinüber. Von Kiskőrös bis Halas kann die obere Lößdecke an vielen Orten aufgefunden werden, doch bildet sie hier keine zusammenhängende Decke, sondern getrennte Inseln; außerdem werden diese langgestreckten Lößinseln oft durch Flugsand überlagert. Das Lößgebiet durchziehen in südöstlicher Richtung viele parallele Rinnen, die von Vordünen begleitet werden. Das Profil dieser Dünen ist ziemlich konstant; auf eine Folge von Sand und Mergelschichten folgt eine Lage weißen reinen Dünensandes, dieser wird von Sandlöß, der wieder von Löß überdeckt. Die Oberfläche wird oft von Flugsand gebildet. Das Sandmaterial der Vordünen ist leicht vom alluvialen Flugsand zu unterscheiden.

Die langgestreckten Hügelzüge sind Vordünen, die der Wind aus dem in den Wasserläufen abgelagerten und im Sommer ausgetrockneten Schlick an den Ufern auftürmte. Ihre Entstehung fällt wohl mit der Ablagerung der ersten Lößschichte zusammen. In dieser Zeit führten noch die Rinnen, die nördlich von der Linie Kiskőrös—Vadkert liegen, im Frühjahr Wasser. Das Niveau des Hochwassers stieg im Frühjahr im Donautale so hoch, daß es durch die Rinnen, die das heutige hohe Sandgebiet in südöstlicher Richtung durchziehen. Ablauf fand. Die Hochwasser führten sehr viel Sandmaterial mit, dieses lagerte sich in den Rinnen ab; im Sommer lief das Wasser ab, der Schlick am Grund der Rinnen wurde trocken, — ein geeignetes Material zur Dünenbildung für den Wind. Diese Wasserwege führten von Jahr

zu Jahr weniger Wasser. Der Ablauf des Hochwassers fand einen andern Weg, in seichten Kanälen lagerte sich nunmehr ein sehr feinkörniges Material ab, aus welchem Sandlöß und Löß entstand und den Sand der Vordünen bedeckte. Im Profile der Vordünen zeigt sich vom Dünen sand in den Sandlöß ein Übergang; zwischen der obersten Lößdecke und dem Sandlöß jedoch ist ein Übergang nicht zu beobachten.

Aus dem bisher gesagten geht folgendes hervor:

1. Der heutige Lauf der Donau im Alföld war im Diluvium noch nicht ausgebildet, die Gewässer, die von den Gebirgen in das große Tiefland herabstürzten, durchzogen das letztere in unzähligen Adern.

2. Das Gebiet zwischen der Donau und Tisza war in der ersten Hälfte des Diluviums von Wasserwegen durchzogen. Das Wasser bewegte sich von West nach Ost, den heutigen Donaulauf durchquerend.

3. Die Rinnen wurden nach und nach parallel zu einander gegen Norden verlegt. Nach der Ablagerung des zweiten Lösses floß nur mehr nördlich von Kiskörös Wasser über den Sandrücken nach Osten. Der herrschende Nordwestwind füllte immer die südlich liegenden Furchen mit Sand und Löß aus, so suchte das Wasser in den nördlichen, durch den Wind ausgewehten Niederungen einen neuen Ablauf.

4. Das in der letzten Zeit abgelagerte Material wurde auf die älteren Schichten hinaufgeweht, es überlagert diese als Flugsand- oder Sandlößdecke.

Die Oberfläche meines diesjährigen Aufnahmegebietes wird durchwegs von Flugsand gebildet. Die Sanddecke ist stellenweise nur 1—2 m mächtig dann meist feinkörnig, an manchen Orten aber 10—20 m mächtig und von grobem Korn.

Unter der Sanddecke findet sich fast überall die ältere Lößschicht vor. Das Profil (Fig. 1) führt uns die Lage des Lösses vor. Die Richtung des Profils ist Nord—Süd, beginnend bei Tázlár reicht dasselbe bis Majsá; seine Länge beträgt 15 Km.



Fig. 1. 1 = Flugsand, 2 = Sodahaltiger Teichgrund, 3 = Löß, 4 = Schllick- und Sandschichten wechsellagernd.

Im Profil ist:

1. Flugsand;
2. Sodahaltiger Teichgrund;
3. Löß;
4. Schlick- und Sandschichten wechsellagernd.

Wie in der Zeichnung zu sehen ist, kommt in den Tälern der Löß überall zum Vorschein und wird von dem aufgetürmten Sande überlagert. Auf dem hohen, hügeligen Sandgebiete ist die Sanddecke 13 m mächtig. Leider konnte ich in Ermangelung eines entsprechenden Bohrers die untere Lößschichte nicht feststellen. Doch beweisen die Teiche und Wasserstände in den Tälern der Flugsandhügel das Vorhandensein des Lösses im Untergrund; ohne diese wasserundurchlässige Schichte (die Poren des Lösses nämlich wurden von der durchsickernden sodahaltigen Bodenfeuchtigkeit allmählich verstopft) könnte auf diesen hochliegenden Sandgebieten kein Wasser stehen bleiben.

In der Stadt Vadkert wurde bei Brunnengrabungen die untere Lößschichte meist aufgeschlossen, das Brunnenwasser entspringt gewöhnlich unterhalb dieser Lage. Der im Profile gezeichnete Löß ist von gleichem Alter mit dem oberen Löss. Unter ihm folgen Sand und Schlickschichten als Zeichen dessen, daß vor der Lößablagerung diese Gegend von fließenden Gewässern durchzogen wurde. Aus den sich schlängelnden Wasserwegen wehte der Wind auf die trockenen, grasbewachsenen Stellen die dünne Lößschichte.

*Der Flugsand.* Das alte Flußbett der Donau lag viel höher über dem heutigen. Der Strom vertiefte allmählich sein Bett in dem Maße als die Schuttkegel, die im Süden seinen heutigen Lauf durchquerten, durchschnitten wurden.

Das Hochwasser führte große Mengen von Sand in das Tal hernieder; nach Ablauf des Wassers türmten die trockenen Winde des Hochsommers und Herbstes den Sand zu hohen Dünen auf. Zwischen der Donau und Tisza herrscht nach meinen 13-jährigen Erfahrungen der Nord- und Nordwestwind vor. Der Sand bewegte sich auf dem Lande langsam in südlicher Richtung vor dem Winde und bedeckte allmählich die Oberkrume der Lößdecke. War die obere Sandlage nicht über 2—3 m, so konnte ich immer die bedeckte Lößschichte durch Bohrungen feststellen; tiefer konnte ich selten gelangen, da hier der Sand schon zu naß ist. Der mir zu Gebote stehende Tellerbohrer ist 5 m lang, im Flugsand kann aber mit diesem Apparat nur bis zum Grundwasser gebohrt werden, hier fließt schon der Sand ins Bohrloch und

macht das Weiterdringen unmöglich. Auf Sandboden könnte nur ein leichter Röhrenhandbohrer Dienste leisten.

Es wäre von großem Nutzen auf dem kartierten Gebiete einige Tiefbohrungen ausführen zu lassen, um zu entscheiden, ob der Löß das ganze Sandgebiet unterlagert oder ob er nur in zerrissenen Stücken die alten Wasserwege begleitet. Die Feststellung dieser Frage würde endgültig das Alter des Lösses und Flugsandes sowie deren Verhältnis zu einander entscheiden. Den heutigen Beobachtungen gemäß muß ich den Flugsand als jüngerer Gebilde betrachten.

Der Flugsand des kartierten Gebietes ist nicht gleichförmig. Die Größe der Sandkörner läßt auf die Länge des als Flugsand zurückgelegten Weges, die Lage der Hügel von gleichmäßiger Größe auf die Richtung der Bewegung folgern. Der Flugsand nördlich von Vadkert ist feinkörnig, je weiter wir gegen Süden wandern, desto gröber wird sein Korn. Der Sand auf Puszta Böszér ist besonders grobkörnig, dieses Gebiet bildet eine Mulde, dessen südlicher Abhang leicht ansteigt und seine Kulmination bei dem Kiskörösi erdő erreicht. Der Nordwind trieb die feineren Körner von Puszta Böszér gegen Norden, türmte sie hier zu 5—10 m hohen Hügeln, der Grobsand blieb auf dem Boden der Mulde von Böszér zurück. Der Boden der Niederung liegt 116—120 m hoch, während der südliche Rand allmählich bis 136—138 m Höhe ansteigt.

Auf dem reambulierten Gebiete bei Halas kann der ältere Sand der Vordünen leicht vom Materiale der jungen Überwehung unterschieden werden. Der Sand der Vordünen ist fast meist von einer Humusschichte von 4—5 dm bedeckt, sehr feinkörnig und von reinweißer Farbe.

Die Körner des jüngeren Flugsandes sind gröber; der Sand hat im allgemeinen eine braune oder gelbbraune Farbe und überdeckt auf manchen Stellen die Vordünen.

Westlich von Halas liegt noch eine ältere Sandablagerung, nämlich das südliche Ende des großen Schuttkegels Dunaföldvár—Jankovác, welcher aus fließenden Wässern in der Zeit der ersten Lößbildung zur Ablagerung kam. Der Sand dieses älteren Gebildes unterscheidet sich von den neueren Flugsanden durch einen großen Glimmergehalt, der Glimmer findet sich sowohl auf den Auswehungsstellen wie auf der Abfallseite. Die Hügel sind nicht ausschließlich aus Flugsand aufgebaut, sondern sie enthalten im Innern noch die dünnen zu Sandmergel umgewandelten Schlickschichten. Das Bohrprofil dieser Hügel stimmt mit dem Brunnenprofile von Halas so ziemlich überein.

Die Oberfläche bildet Flugsand, der sich noch immer in Bewe-

gung befindet und auf dem unterhalb befindlichen Sandlöße gegen Süden rollt. Stellenweise ist die Flugsanddecke 2—3 m mächtig. In der [Nähe des Lagerortes, d. h. des Schuttkegels, enthält er noch viel Glimmer, sobald er aber einen Weg von 2—4 Km vor dem Wind zurückgelegt hat, ist kein Glimmerblättchen mehr in ihm zu entdecken. Die Glimmerblättchen werden durch die rollenden Sandkörner zertrümmert und vom Winde weit weggeführt.

Der Glimmergehalt dient also bei den Sanden als wichtiges Merkmal bei der Bestimmung des Alters des Flugsandes und bei Abschätzung des zurückgelegten Weges.

Der Flugsand des spezial kartierten Gebietes ist jung; er enthält Glimmer, er wurde aus den Wasserwegen auf den Löß geweht, welche in der geschichtlichen Zeit dieses Terrain durchkreuzten.

Das Material der Sandlandschaft, östlich von Halas gelegen, stammt ebenfalls aus dem großen Schuttkegel. Die oberen Sandschichten wurden durch den Wind schon umgelagert zu Hügeln aufgetürmt. In den Tälern der Hügel können die glimmerhaltigen Sand- und Schlickschichten in einer Tiefe von 2—4 m in ursprünglicher Lage erschlossen werden. Die mergeligen Schlicklagen enthalten oft große Mengen von Süßwasserkonchylien.\*

*Der Löß.* Von Kiskörös bis Baja erhebt sich das Ufer des ehemaligen Bettes der Donau als 8—10 m hohe Wand aus dem Donautale, sie bildet den Rand des diluvialen Plateaus. Die unteren Schichten sind durchwegs Süßwasserablagerungen die sich zur Zeit der ersten Lößbildung abgelagert haben; diese werden von der oberen Lößschichte überdeckt. Bei der Lößbildung blieb der fallende Staub auf der Oberfläche der feuchteren, mit Gras bewachsenen Niederungen sitzen, während der fallende Staub von den Sandhügeln durch den Wind aus diesem beweglichen Material wieder weiter gegen Süden, auf das Telecskaer Plateau, geführt wurde. Die in dem Donautale bei der Bildung des alluvialen Lösses gesammelten Ehrfahrungen bestätigen jene Naturerscheinung, daß auf den Lößgebieten die Sandhügel immer ohne Lößdecke blieben. Der beständig niederregnende Staub wurde von der Oberfläche des Flugsandes weggeweht. Nur in einem Falle bleibt der Staub auf den Flugsandhügeln fest, wenn nämlich der Hügel auf nassem Gebiete steht und dieser dann bewaldet ist. Doch dieser Umstand zeigt sich in der Beschaffen-

\* Herr Prof. Dr. I. LÖRENTHEY hatte die Güte das gesammelte Material zur Bestimmung zu übernehmen.

heit des niedergefallenen Staubes; unter solchen Verhältnissen entstand kein Löß, sondern die Körner des Staubes wurden durch die Humussäuren des Waldbodens aufgeschlossen, es entstand ein brauner eisenhaltiger Lehm (vályog).

Die hohen Sandrücken liegen ohne jede Lößdecke, nur die ebenen, tiefer liegenden Flächen sind mit Löß bedeckt. Die Höhenunterschiede betragen nahezu 40 m. Die Lößflächen erreichen eine Höhe von 118—120 m ü. d. Meeresfläche, während die Sandrücken bis 150—160 m emporsteigen. Der Flugsand bedeckte allmählich auch die zwischen den Rücken liegenden Lößflächen, so daß auf diesen Stellen die ursprüngliche Lößoberfläche heute 1—3 m tief mit Flugsand bedeckt ist. Das eigentliche Lößgebiet beginnt östlich und südöstlich von dem Sandrücken. Auch die Stadt Halas liegt auf einer Lößinsel, die Mächtigkeit der Lößdecke ist hier — gleich jener am Ufer des alten Donaulaufes — 6—8 m und liegt einer Schichtenfolge von Sand und Schlick auf.

Auf dem Kartenblatte von Vadkert ist der Löß nur 10—15 dm mächtig, dieses Gebiet war noch von Wasserwegen durchzogen, als bei Halas schon eine Lößdecke die Oberfläche bildete. Südlich von Vadkert finden wir überall den Löß unter dem Flugsand. Wie ich schon oben erwähnte, bedeckte der Flugsand im Alluvium von Norden ausgehend, allmählich das ganze Gebiet. Wo der Löß im Untergrund mit dem Bohrer nicht nachzuweisen war, dort bezeugt seine Gegenwart das hohe Grundwasser oder die kleinen Tümpel. Der Teich Hosszúvíz bei Soltvadkert liegt 118 m ü. d. M. In einer Entfernung von 3 Km finden wir auf dem Sande das Grundwasser 120 m hoch, also mit 7 m höher liegend, das Gefälle beträgt auf 1 Km 2·3 m. Auf einem Lande, dessen Boden ausschließlich von grobkörnigem Flugsand gebildet wird, bleibt ein Wasser unter solchen Umständen nur dann stehen, wenn im Untergrunde eine wasserundurchlässige Schichte besteht; diese Rolle spielt hier der Löß, dessen Porosität durch die durchsickernden Wasser verloren ging.

Die durch Flugsand bedeckten Löss sind immer sodahaltig, sehr reich an Kalk und von kompakter Struktur. Diesen Eigenschaften verdanken sie ihre wassersperrende Wirkung.

Auf dem kartierten Blatte können dreierlei Lößarten unterschieden werden; eine typische Lößart, dann Sandlöß und lößähnlicher Sand. An den Rändern der alten Rinnen wird der Löß von einer Lage feinen Sandes bedeckt, dessen Aussehen sehr an Löß erinnert. Sie zeigen keine Schichtung, sind aus gleichmäßigem Materiale aufgebaut und sehr porös; infolge ihres großen Kalkgehaltes haben sie eine ziemlich große Festigkeit, bleiben in steilen Wänden stehen.

Die Schlämmanalyse reiht diese Ablagerungen in die Gruppe der Sande, sie bestehen aus sehr feinem Sand, dessen jedes Körnchen von einer Kalkkruste umgeben ist.

Nach den besagten Merkmalen sind diese Schichten als lößähnliche Sande zu bezeichnen. Diese Ablagerungen sind auf den Lößgebieten südlich von Kiskörös und auf den alten Vordünen bei Halas zu finden. Die Windmühlen von Halas stehen auf solchen Sanddünen.

*Sandlöß.* Von den drei Lößarten ist der Sandlöß die älteste Bildung; sie bedeckt eine umfangreiche Fläche südlich von Jankovác und bildet den Nordrand des Telecskaer Lößplateaus. Von der Linie Halas—Jankovác—Baja umrandet sie in einer Breite von 8—10 Km den großen Schuttkegel. Ihr Material wurde von den Nordwinden aus dem Sande dieses Schichtenkomplexes ausgeweht.

Der Sandlöß liegt durchschnittlich 13—14 m hoch, mit 30—40 m tiefer als die Hügel des nördlich liegenden Schuttkegels. Bemerkenswert ist die Orographie dieses Gebietes. Das Terrain ist nicht eben, auch fehlen jene charakteristischen runden Mulden des typischen Lößgebietes, es wird vielmehr von parallel liegenden, südwestlich gerichteten Rinnen durchfurcht. Die Rinnen deuten auf eine Entstehung durch fließendes Wasser. Aus dem Schuttkegel entspringen am südlichen Ende viele Quellen. Das Wasser der im Frühjahr durch Schneeschmelze zu Bächen angeschwollenen Quellen schnitten in das weiche Material des Sandlösses Rinnen ein, das steile Ufer dieser Risse stürzte, allmählich untergraben von dem fließenden Wasser, ein; das weiche sandige Material zerfloß im Wasser sobald es feucht geworden. Im Hochsommer versiegten die Quellen und der feinkörnige Boden der Rinnen wurde vom Wind aufgewirbelt und weggeführt. Bei der Entstehung der Rinnen und der diese begleitenden Dünen scheint die Deflation auch eine große Rolle gespielt zu haben. In dem Donautale entstanden im alluvialen Löß 1—1½ m tiefe Hohlwege\*; in diesem weichen Material konnte das Zusammenwirken des fließenden Wassers und des Windes leicht 6—10 m tiefe Furchen einschneiden, da diesem ein viel längerer Zeitraum zur Ausübung seiner Wirkung zu Gebote stand.

In einzelnen Rinnen fließt im Frühjahr heute noch Wasser, obzwar durch die Regulierung der Donau das Grundwasser dieses Gebietes um viele Meter gesunken ist. In den sechziger Jahren des vorigen Jahrhunderts füllten sich die Rinnen dermaßen mit Wasser, daß der Weg unfahrbar wurde, die Wagen mußten, um nach Baja zu gelangen, einen Umweg über das hohe Flugsandgebiet nehmen.

\* P. TREITZ: Jahresbericht der kgl. ung. Geol. Anstalt 1900.

Unterhalb Kiskörös liegt unter dem Löss auch Sandlöß, der aber aufwärts in Löß übergeht. Diese Ablagerung wurde durch den Wind aus den Wasserfurchen herausgeweht. Bei dem Sinken des Niveaus des fließenden Wassers verfeinerte sich auch das mitgeführte Material sowie jenes der die Furchen begleitenden Dünen. Aus dem Sandlöße wurde Löß.

Endlich sind die Vordünen bei Halas stellenweise mit Sandlöß bedeckt.

*Typischer Löß.* Die mächtigste Lößschichte bedeckt das Ufer des alten Donaubettes von Keczel bis Baja. Das Material ist 6—8 m tief gleichmäßig und so fest, daß darin lange Keller ohne Mauerung stehen bleiben. Gegen Osten nimmt die Mächtigkeit des Lösses ab; auf dem kartierten Blatte finden sich nur mehr 2 m mächtige Lagen, doch hier können mehrere Lößlagen, von dünnen Sandschichten getrennt, über einander festgestellt werden. Zur Zeit der Ablagerung des oberen Lösses wurde dieses Land noch von vielen, im Frühjahr wasserführenden Furchen durchzogen, aus diesen blieb auf dem Löss die Sandschichte zurück. Das Wasser wechselte seine Bette fortwährend, die alten wurden vom Löß wieder bedeckt.

Die Struktur dieses Lösses ist gleich jenem jenseits der Donau, ebenfalls porös mit gleichem Eisen- und Kalkgehalt, nur sein Gefüge ist etwas lockerer, da er viel dünnere Lagen bildet und seit seiner Ablagerung ein kürzerer Zeitraum verflossen ist. Es konnten daher die durchsickernden Niederschlagswasser nicht so viel Kalk auflösen und wieder abscheiden als in den 6—8 m mächtigen Schichten, wo der Auflösung und Wiederabscheidung ein größerer Raum zu Gebote steht. Die Festigkeit des Lösses ist das Resultat der auflösenden und wiederabscheidenden Wirkung des kohlensäurehaltigen Wassers, welche dieses Element während seiner Zirkulation in der Lößschichte auf den Kalkgehalt desselben ausübt. Je älter der Löß, desto intensiver ist die Wirkung, desto fester das Gefüge des Lösses. Die alluvialen Lösses sind meist sehr locker.

Der Löß wurde in der neueren Zeit durch Flugsand oder Lößsand bedeckt. Südlich von Kiskörös liegt lößähnlicher Sand und unterhalb Vadkert Flugsand dem Löß auf.

### Kalksteingebilde.

Auf dem kartierten Flugsandterrain finden sich zwei Kalksteinarten; die eine Kalksteinart ist der Wiesenmergel oder *Wiesenkalk*, die zweite Art eine *kalkige Sandsteinbank*, die auf den Lehnen der Sandhügel vorkommt.

*Wiesenkalk.* Der Wiesenkalk kommt im Untergrund von Sümpfen vor; er findet sich in der Ebene wie im Hochgebirge unter mit Sumpflvegetation bedeckten Teichen. Seine Entstehung kann aus der zementierenden Wirkung des Kalkes erklärt werden, welcher sich bei der Oxydation des humussauren Kalkes im Untergrund der stehenden Gewässer als kohlen saure Verbindung ausscheidet. Die Sumpfwasser enthalten viel humussauren Kalk gelöst, der Kalkgehalt steigt bis 4%. Der humussaure Kalk durchtränkt den Boden und erfährt daselbst eine Oxydation.

Bei der Oxydation von organischen Verbindungen bleiben die Aschenbestandteile zurück, von welchen einzelne im Wasser in Lösung gehen. Die kohlen sauren Verbindungen der Alkalien scheiden den Kalk aus seinen humussauren Verbindungen als unlöslichen kohlen sauren Kalk ab; dann bildet sich auch noch bei der einfachen Oxydation der organischen Kalkverbindungen kohlen saurer Kalk. Das Ergebnis der Zusammenwirkung dieser beiden chemischen Vorgänge ist der Wiesenkalk. Er liegt in den wasserständigen Mulden des Blattes regelmäßig 5—10 dm tief unter einer 2—4 dm mächtigen Humusschichte. Eine gesetzmäßige Erscheinung ist jene Tatsache, daß: Kalkstein nur in solchen Mulden zu finden ist, die zeitweilig austrocknen. Im Untergrunde von Teichen, die immerwährend mit Wasser bedeckt sind, bildet sich kein Kalkstein, sondern ein mürber sandiger Mergel.

Auch seine Zusammensetzung spricht für die Mitwirkung von Oxydationsvorgängen bei seiner Entstehung. Das Gestein hat ein schwammiges Äußeres, die Wände der Hohlräume sind jedoch ganz kompakt. In der kalkigen Grundmasse sind neben Süßwasserschnecken, Blätter, Stengel und andere Pflanzenreste eingebettet. Die vielen feinen und gröberen Haarröhrchen, die das ganze Gestein durchziehen, beweisen, daß das Gestein während seiner Entstehung von Pflanzen bestanden, von deren Wurzeln durchdrungen war und daß der Kalk sich zwischen die Wurzeln der lebenden Pflanzen abgelagert hat. Das Gestein enthält auch organische Verbindungen, in Fäulnis begriffene Pflanzenreste und Humusstoffe. Endlich enthält es beträchtliche Mengen Eisens, teils als Oxyd-, teils als Oxydulverbindungen. Das Eisenoxyd gelangt durch die Wirkung der Ochraceen in das Gestein. Die Pilzdecken der Ochraceen gelangen in einem gewissen Stadium ihrer Vegetation auf die Oberfläche des Wassers, oxydieren das in ihrem Körper aufgespeicherte Eisen und sinken auf den Grund, wo sie dann durch den fallenden Staub bedeckt werden; in dieser Weise vermischen sie sich mit den Elementen des Teichgrundes, aus welchem der Wiesenkalk entsteht. In

einer Umgebung, wo noch viel frei beweglicher Sand liegt, enthält der Kalkstein viel Sand, gewöhnlich ist er aber mehr mergelig.

Eine bei dem Palics-See gesammelte Probe enthielt:

Eisen als Oxydulverbindung ( $FeO$ )	2.99%
Eisen als Oxydverbindung ( $Fe_2O_3$ )	13.69%
Kohlensaurer Kalk und Magnesia	54.76%
Unlöslicher Teil: Argillite	0.94%
Sand	28.32%
Zusammen	100.70%

Auffallend ist der große Eisengehalt des Gesteins; 77% des Gesamtgehaltes ist Oxyd und nur 23% Oxydul. Der Sand war sehr feinkörnig.

Kohlensäure war darin mehr enthalten als dem Äquivalentgewichte des Kalkes entsprechen würde; da qualitativ Magnesia nachgewiesen wurde, so ist das Mehr an gefundener Kohlensäure als an Magnesia gebunden in Rechnung zu stellen.

Seine Verbreitung betreffend ist zu bemerken, daß die Kalkbänke immer der Länge nach und immer in der Richtung der alten Wasserwege liegen. Sie können von Kiskörös an bis Szeged verfolgt werden. Ihre Mächtigkeit schwankt zwischen 20 bis 50 cm, der Umfang eines Stückes beträgt 100—1000 m<sup>2</sup>. Die Bänke liegen mit kurzer Unterbrechung 10—20 Km lang in einer Reihe, die Breite einer Bankreihe ist Maximum 300 m.

Alle Übergänge, die zwischen dem festen kristallinischen Kalkstein und dem erdigen, weichen Sandmergel vorwalten können, finden sich auf diesem Sandlande vor. Im Untergrund von großen zusammenhängenden Wassergebieten, wohin der Wind nur wenig Sand wehen konnte, ist das Material des Gesteins reiner, enthält wenig Sand und Tonbestandteile, auch ist dessen Gefüge fest. In die engen Rinnen die inmitten der Flugsandhügel liegen, oder in der Nähe von Lößboden, wurde durch den Wind viel Sand und Staub hineingeweht, das Gestein ist in solcher Umgebung gewöhnlich weich und erdig. Im Grunde der stehenden Gewässer auf dem Sandareal zwischen der Donau und Tisza bildet sich auch in der Gegenwart der Wiesenkalk; doch zeigt seine Struktur im Anfangsstadium der Bildung nur wenig den Charakter eines Kalksteines, es ist dies eher ein erdiger, sodahaltiger Sandmergel. Zur Bildung eines festen Kalksteines ist eine größere Feuchtigkeit notwendig als jetzt auf dem hohen Sandboden seit der Regulierung der Flüsse herrscht, damit in den stehenden

Gewässern sich ununterbrochen eine üppige Sumpflvegetation entfalten könne und infolge des größeren Feuchtigkeitsgehaltes des Sandes, dieser mehr gebunden sei als daß der Untergrund des Teiches zu schnell durch den Wind aufgeschüttet werde. Die Abscheidung des Kalkes ist ein langsamer Vorgang, wenn der Grund zu rasch wächst, so kann sich nicht so viel Kalk abscheiden als zur Bildung eines festen Kalksteines notwendig wäre, es bildet sich nur ein erdiger Sandmergel.

Heutigentags ist der größte Teil des in leicht erreichbarer Tiefe liegenden Kalksteines ausgehoben und zu Bauzwecken verwendet worden. Die Spuren einstiger Kalksteinlager finden sich bei Vadkert, bei Halas in der Puszta Harka und bei Majsa.

*Hügelkalkstein.* (Homoki atka.) In den älteren Sanddünen finden sich oft dünne Kalksteinplatten, welche in schwach gegen Norden geneigter Lage unter dem Flugsande liegen. Charakteristisch für das kartierte Gebiet ist, daß diese Kalkplatten immer auf der Nordseite der Hügel zum Vorschein kommen; auf der Südseite habe ich noch nie diese Gebilde im Sande angetroffen. Während der Wiesenkalk immer die tiefsten Stellen des Sandlandes einnimmt, finden sich die Platten des Hügelkalksteines ausschließlich auf den Hügeln vor.

Der Wiesenkalk ist fest, widersteht der Verwitterung gut; die Platten des Hügelkalksteines sind weich porös, den atmosphärischen Einflüssen ausgesetzt, verwittern sie leicht.

Auch ist ihre Zusammensetzung eine sehr abweichende.

Im Wiesenkalk ist ein Gemenge von feinkörnigem Sande mit äußerst eisenreichen Argiliten durch kohlen-sauren Kalk und Magnesia zu Kalkstein verbunden. Im Hügelkalkstein ist reiner Flugsand durch kohlen-sauren Kalk und Magnesia zu Sandstein verkittet, sein Kalkgehalt ist nur die Hälfte desjenigen des Wiesenkalkes, endlich ist 63% des Eisengehaltes Oxydul und nur 37% Oxydverbindung.

Die neben dem Teich von Böszér gesammelte Probe zeigt folgende Zusammensetzung:

Eisen als Oxydulverbindung ( $FeO$ )	— — — —	2·01 %
Eisen als Oxydverbindung ( $Fe_2O_3$ )	— — — —	1·21 "
Kohlensaurer Kalk und Magnesia	— — — —	24·64 "
Unlöslicher Teil: Argilite und Mineralmehl	—	1·94 "
Sand	— — — — — — — — — —	70·20 "
Summe	— —	100 00 %

Der große Sandgehalt gegenüber des geringen Kalkgehaltes zeugt von einer großen Unbeständigkeit des Gesteines. Der Sand des Hügel-

kalksteines ist dasselbe Material, welches als Flugsand unter und über diesem liegt.

Seine Lage, Zusammensetzung und Struktur beweisen, daß er seine Entstehung ganz anderen Einflüssen verdankt als der Wiesenkalk. Der erstere ist das Produkt der Wirkung von trockenen Winden, der letztere von chemischen Vorgängen, die sich unter dem Wasser abspielen.

Während meiner diesjährigen Aufnahmen kam ich in die glückliche Lage, die Bildung des Hügelkalksteines beobachten zu können.

Die Platten dieses Gesteines liegen immer auf der Luvseite der Hügel. Der Abhang dieser Seite ist mit 1—2° geneigt. Bei der Bildung einer Auswehung wird die Oberfläche der dem Winde ausgesetzten Seite hart; der Fuß sinkt hier nicht in den Sand ein. Außerdem ist noch die Feuchtigkeit dieser Stelle auffallend. Der letztere Umstand ist nur die natürliche Folge der Wirkung des Windes, da durch diesen die obersten Lagen des Sandes bis zu jener Schichte weggeführt werden, welche schon mit einem solchen Feuchtigkeitsgrad ausgestattet ist, daß dieser eine genügende bindende Wirkung ausübt, um die Sandkörner vor der Wirkung des Windes zu bewahren.

Der Wind erzeugt eine gesteigerte Verdunstung auf den Auswehungsstellen, je stärker der Wind, desto mehr Wasser wird verdunstet. Bei großem Wind und hoher Lage kann der Sand die verdunstende Wassermenge nicht ersetzen, die obere Schichte trocknet aus und wird weggeführt, es entstehen mehrere Meter tiefe Gräben; bei niedriger Lage und hohem Grundwasser kommt bald jene Sandschichte zu Tage, welche durch die Kapillarität des Sandes mit soviel Feuchtigkeit versorgt wird als durch den Wind auf der Oberfläche verdunstet, der Sand bleibt beständig feucht und klebt fest. (Im Sande bewegt sich das Wasser nur auf der Oberfläche der Sandkörner, wo es durch Adhäsion festgehalten wird. Die Kapillarröhrchen des Sandes sind groß, werden nur 80—110 cm hoch durch die Kapillarkraft ausgefüllt, höher herauf gelangt das Wasser nur durch Adhäsion.)

Im Frühjahr ist das Niveau des Grundwassers hoch, die im Winde feucht bleibende Stelle kommt bald zur Oberfläche, die Bewegung des Sandes ist in dieser Jahreszeit am geringsten. Im Herbst ist der Spiegel des Grundwassers tief, der Wind muß mächtige Lagen von Sand in Bewegung setzen um an die beständig feuchte Schichte zu gelangen. Der Sand bewegt sich im Spätsommer und Herbst am meisten.

Das im Sande zirkulierende Wasser ist aber nicht rein, es enthält viele Salze. Die Zusammensetzung des Salzgehaltes ist strich-

weise verschieden. Das Wasser auf dem kartierten Gebiete ist kalkig und hart. Das kalkige Wasser hinterläßt bei seiner Verdunstung im Boden den gesamten Kalk und Magnesiumgehalt, welche Salze als kohlensäure Verbindungen die oberen Sandschichten bei ihrer Abscheidung zu Sandstein verkitten. Dies ist im allgemeinen die Bildung des Hügelkalksteines. Je länger ein und dieselbe Oberfläche dem Wind direkt zugewendet Wasser verdunstet, desto dicker wird die Kalksteinplatte.

Folgende Tabelle gibt uns eine Übersicht über die Zusammensetzung einiger Brunnenwasser auf dem kartierten Gebiete.

Löß und Sandgebieten entstammende Brunnenwasser	$Na_2CO_3$	$SO_3$	Härte in deutschen Graden
Meierhof Tompa, Lößgebiet	0·0047	0·021	20·4
Almajor, "	0·0058	0·033	16·0
Meierhof Ivánka, "	0·028	0·008	15
Belmajor csárdakút, "	0·02	0·011	11·4
Ivánka kanászkút, Alkaliboden	0·04	0·019	14
Kápolna Meierhof, Sandgebiet	0·017	0·010	14
Kápolna, Teichwasser	0·06	0·02	10·1

Der Untergrund ist bei diesen Brunnen sehr kalkhaltig, somit stammt die große Härte der Wasser von dem Kalk- und Magnesiumgehalt der unteren Schichten.

Die Mächtigkeit der Hügelkalksteine ist im allgemeinen 2—3 cm, 10—15 cm mächtige Steinplatten gehören zu den Seltenheiten. Diese letzteren können allein durch Verdunstung von kalkhaltigem Wasser nicht entstehen; sie finden sich auch an anderen Orten vor als dünne Platten. Im hohen Hügelland gibt es nur ganz dünne Kalksteinplatten, Bänke kommen nur in der Nähe von wasserständigen Mulden oder an den Seiten von niedrigen Hügeln, die einen Teich umranden, vor. An solchen Stellen ist das Grundwasser selbst von der Spitze der Hügeln nur 1—2 m entfernt. Das Wasser der Mulden oder des Teiches ist braun, enthält viele Humusstoffe gelöst.

Wenn nun dieses braune Wasser an den Auswehungsstellen verdunstet, so bildet sich an der Oberfläche aus den bei der Verdunstung sich abscheidenden humosen Stoffen eine braune Kruste. Diese humosen Stoffe enthalten viele organische Kalkverbindungen. Ich fand nach einem 24 stündigen Wind, der einem Regen folgte, eine 3 cm dicke humöse Kruste auf der Oberfläche der Auswehungsstelle. Sobald sich der Wind legt und die Luft sich erwärmt, verschwindet die

humose Schicht, die dunkle Oberfläche wird weiß. Der Farbenwechsel hat seinen Grund in der Oxydation der organischen Verbindungen, welche der Oberfläche die dunkle Färbung verleihen. In dem porösen Sand erfahren die organischen Kalksalze rasch eine vollständige Oxydation, bei welcher der Kalk und die Magnesia sich als kohlensaure Salze abscheiden und die oben liegenden Sandkörner zu einer harten Kruste verkitten. Wenn die Verdunstungs- und Oxydations-Erscheinungen abwechselnd längere Zeit hindurch ungehindert fort dauern, so kann die harte kalkige Kruste auf 5—10. cm anwachsen. Im folgenden Profile ist die Bildung der Kruste veranschaulicht.

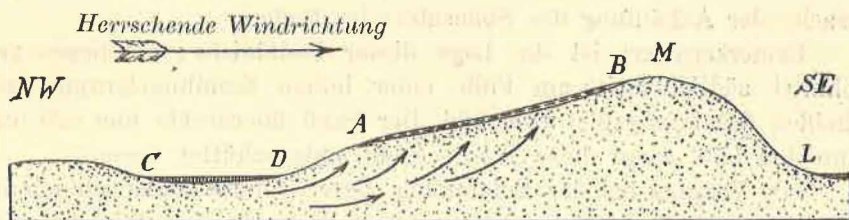


Fig. 2.

Die Hügel sind nur 2—4 m hoch, das Grundwasser steht im Frühjahr so hoch, daß das Regenwasser in den Mulden stehen bleibt, es enthält soviel Humussalze gelöst, daß es ganz braun erscheint. Auf der Oberfläche der Auswehungsstellen erschien die braune Färbung nur nach einem auf Regen folgenden Wind; blieb der Wind aus, so blieb auch die Oberfläche ungefärbt.

In der Gemarkung der Stadt Halas finden sich auf den hohen Hügeln nur 2—4 cm dicke Platten; stärkere Platten kommen in der Umgebung von Soltvadkert und Puszta Bocsa an den Uferhügeln von wasserständigen Niederungen vor.

### Salzseen und Teiche.

Die Teiche und Tümpel, die auf dem Sandgebiete wenigstens die Hälfte des Jahres hindurch mit Wasser bedeckt sind, sind stark alkali-haltig. Die Anhäufung der Salze in den Seen ist die direkte Folge einer ungenügenden Auslaugung des Bodens und des sehr trockenen Wetters während des Sommers. Die Niederschlagswasser kommen — indem sie die hohen Sand- und Lößgebiete auslaugen und die bei der Oxydation entstehenden Aschenbestandteile auflösen — als Binnenwässer in den Niederungen zum Vorschein und werden dort während des Sommers eingedampft.

Bei der Oxydation des Humus entstehen Salze der Alkalien und

alkalischen Erden, deren größter Teil in Wasser löslich ist. Natronsalze setzen sich mit kohlensaurem Kalk in Soda um. Neben Soda finden sich in den Wassern auch schwefelsaure Salze und Chloride.

Da die Teiche immer die tiefsten Punkte des Gebietes einnehmen, so ist es natürlich, daß alle Auslaugungsprodukte der Umgebung hier zusammenlaufen. Im ausgelaugten Boden bleibt aus den Salzgemischen immer mehr Soda als anderes Salz zurück. Der Boden ist nur so lange durchlässig, bis das Sodasalz in der Salzlösung nicht überhand nimmt, sobald dieser Fall eintritt, wird jeder Boden, der wenigstens 10% Feinboden enthält, wasserundurchlässig. Dieser Umstand ist die Hauptursache der Anhäufung des Sodasalzes im Boden.

Bemerkenswert ist die Lage dieser Sodateiche; sie liegen gewöhnlich südlicherseits am Fuße einer hohen Sandhügelgruppe, sie scheiden das Sandgebiet vom Löß. Der Sand überdeckte hier erst nur dann den Löß, wenn diese Teiche schon aufgeschüttet waren.

Den Vorgang bei der Entstehung dieser Teiche denke ich mir in der Weise, daß hinter den hohen Hügeln im Winde ein Luftwirbel entsteht. Der mitgeführte Staub kann sich im Wirbel nicht ablagern, sondern fällt erst dort zu Boden, wo dieser Wirbel wieder in geraden Luftzug übergeht, wo die Wirkung des Wirbels ein Ende nimmt. Der vom Winde getragene Staub fällt nie gleich am Fuße des sich dem Winde entgegenstellenden Hindernisses nieder, es entsteht vielmehr hinter dem Hinderniß eine staubfreie Zone.

Die Lage der folgenden Teiche ist wie oben beschrieben: Büdös-tó, Városi-tó, die Wasser von Bocsa, Benyiczki vize, Lázár vize, Harka-tó, Simon-tó, Rekettyés-tó u. s. w. Stellenweise wurde der Teich vom Sande schon überdeckt und das Wasser auf das Lößgebiet gedrängt; in solchen Fällen ist das Nordufer nicht hoch. Auf der Nordseite der Sandhügelgruppen gibt es keine Teiche. Aus den aufgezählten Tatsachen glaube ich schließen zu dürfen, daß die Lage der Salzseen keine zufällige ist, sondern eine Folge der Wirbelbewegung des Windes, welche hinter den hohen Hügelgruppen entstehen.

### Ackerböden.

Folgende Bodenarten können auf dem kartierten Gebiete unterschieden werden.

Sand.

Lehmiger Sand (kalkhaltig).

Sandiger Lehm (kalkhaltig).

Vályog (kalkhaltiger Lehm).

Sodahaltiger Ton.

Sodahaltiger Sand.

*Sand.* Die Bodenkrume des Flugsandes ist von sehr verschiedener Zusammensetzung. In den landwirtschaftlichen Lehrbüchern und in der Fachliteratur wird gewöhnlich der Flugsand als eine spezielle Bodenart aufgefaßt und in keine weitere Gruppen geteilt, wo doch die Bodenkrume des Flugsandes von einander sehr abweichende Zusammensetzung zeigen kann.

An mancher Stelle enthält die Ackerkrume viel Eisenoxydverbindungen und keinen Kalk; wieder andernorts ist sie sehr kalkhaltig; endlich gibt es Stellen, wo im Feinboden derselben weder Kalk-, noch Eisenverbindungen nachgewiesen werden können; diese letztere ist die nährstoffärmste Bodenart, bildet meist kahle Flecken im Acker.

*Kalkhaltiger Sand.* Die Sandschichten, welche die Bodenkrume des Hügellandes am großen Schuttkegel bilden, sind kalkhaltig, leicht beweglich, ihr Feinbodengehalt ist sehr minimal. Die geringe Produktionskraft dieser Bodenart ist am Wachstum der hier stehenden Bäume ersichtlich; diese sind kärglich belaubt, die Blätter klein und hellfarbig. Diese Bodenart leidet Mangel an Eisen, im Feinboden ist Eisenoxyd nur in Spuren vorhanden.

Die Analyse des Gesamtbodens gibt zwar einen größeren Eisengehalt an, doch belehrt uns eine getrennte Analyse des Feinbodens und des Bodenskelettes sowie eine mikroskopische Untersuchung dieses letzteren über den Ursprung des Eisengehaltes. Das Eisen stammt von den eisenhaltigen Mineralkörnern, Amphibolen, Magnetiten, die auf die Produktionsfähigkeit des Bodens gar keinen Einfluß haben.

Die Landstriche mit gelber und brauner Sandoberkrume können schon von weitem an dem üppigen Wuchs und dunkel gefärbten Laub der auf diesen stehenden Bäume erkannt werden. Das Mikroskop belehrt uns, daß hier das Eisenoxyd in einer ganz anderen Form dem Boden einverleibt ist, als im kalkigen Sande; ein jedes Sandkorn trägt eine dünne Eisenoxydkruste. Diese dünne Eisenoxydhülle ist die Ursache der größeren Produktionskraft des Sandes, ihr ist es zu verdanken, daß die bei der Verwesung der organischen Stoffen entstehen Ammonverbindungen durch die große Kondensationsfähigkeit des Eisenoxydes im Boden verbleiben und von den Pflanzen aufgenommen werden können. Aus dem kalkhaltigen Sande verflüchtigen sich diese Stickstoffverbindungen bei der Austrocknung des Bodens.

Im kalkhaltigen Sande kann nur Wein und Akazienwald mit Erfolg angelegt werden, während auf dem gelben und braunen Sande

schon der Anbau von Roggen, Mais, Esparsett u. s. w. mit Erfolg betrieben werden kann. Der braune Sand nitrifiziert den kondensierten Stickstoff sehr leicht; diesem Umstand ist es zu verdanken, daß der braune Sand einen Tabak von vorzüglicher Qualität produziert.

*Der weiße Sand.* Der Sand der Vordünen, welche am Ufer der alten Wasserwege aufgebaut sind, ist sehr rein feinkörnig, meist kalkig. Feinboden ist weniger als 1% enthalten, dessen Kalkgehalt ca 3% beträgt, während in ihm nur Spuren von Eisen nachzuweisen waren.

Wo diese Bodenart auf den Rücken der Vordünen zur Oberkrüme wird, entstehen kahle Flecken; sobald die trockene Jahreszeit beginnt, geht eine jede Saat an diesen Stellen zu Grunde. Sogar die äußerst genügsame Akazie kommt auf diesem Boden nicht fort. In der folgenden Tabelle habe ich die Analysen des Gesamtbodens dreier solcher Böden zusammengestellt.

Num- mer der Probe	Ursprungsort	$Na_2CO_3$	$CaO$	$MgO$	$K_2O$	$P_2O_5$	$SO_3$	$Cl$	$HNO_3$
1	Pusztá Kisszállás : Ivánka Meierhof	0.08	—	—	0.16	0.11	0.02	0.02	—
2	Almajor	0.11	4.70	3.23	0.04	0.05	0.01	0.02	—
3	Jánostelek 10—20 dm.								
	10—20 dm. Untergrund	0.06	7.56	0.18	0.05	—	Spuren	0.07	—
4	20—30 dm. Untergrund	0.11	5.15	3.18	0.70	—	Spuren	0.05	Spuren

Die Proben No. 1 und 2 habe ich einer Schlämmanalyse unterworfen und den so gewonnenen Feinboden untersucht.

Es waren in No. 1: 3.68%, in No. 2: 3.43% Kalk enthalten; von Eisenoxyd konnten nur Spuren nachgewiesen werden. Feinboden waren nur 2 g in 100 g Boden.

Die Proben No. 2, 3, 4 stammen von Stellen, wo die Akazie nicht gedeiht, No. 3 und 4 stammen aus einem alten Akazienbestand, wo diese nur als Gesträuch vegetiert und sich zu keinem Baum entwickeln kann.

Im Frühjahr, wenn das Grundwasser hoch liegt, bringen die Akazienpflanzungen schöne Triebe. In dem Maße als der Spiegel des Grundwassers sinkt, werden im Sommer die Triebe kleiner, sie verkümmern, bald bleibt der Wuchs stehen, die Blätter werden von der Spitze angefangen chlorotisch und fallen nach und nach ab; die Zweige und Äste werden dürr. Diese Erscheinung beweist, daß die Pflanze ihr Bedürfnis an Nährstoffen aus dem Vorrat des Grundwassers deckt, sie lebt in der Weise, als stünde sie in einem Sande mit Nährlösung.

Sobald das Grundwasser so tief sinkt, daß die Pflanze dasselbe mit seinen feinen Wurzeln nicht mehr erreichen kann, so ist sie angewiesen den Bedarf an Nährstoffen dem Sandboden zu entnehmen. Da in diesem nur 1—2% Feinboden enthalten ist, dieser an Nährstoffen und besonders an Eisen äußerst arm ist, so nimmt das Wachstum der Pflanze ein Ende, sie verliert ihre Blätter. Doch es stirbt die ganze Pflanze nicht ab, der Wurzelstock lebt weiter, bringt im nächsten Frühjahr neue Triebe. In nassen Jahrgängen ist das Absterben der Pflanzen geringer als in trockenem.

Auf einigen Stellen, am Rücken der Vordünen kommt der weiße Sand zutage, es wurde in ihm eine Akazienanpflanzung angelegt. Seit zehn Jahren, so lange ich den Bestand kenne, konnte sich auf diesen Flecken kein Baum entwickeln, die Stämme sind ganz zwerghaft und verkümmert. Im gelben Flugsande sind auf den höchsten Hügeln die Bäume gleichmäßig und das Laub fällt auch in dürrer Jahren nicht ab.

*Lehmiger Sand. (Kalkhaltig.)* Die Oberkrume des lößähnlichen Sandes ist lehmiger Sand. Es ist dies ein etwas ärmerer Boden als der Vályogboden, doch kann auf ihm außer Weizen jede Saat mit Erfolg angebaut werden. Kalkhaltiger, lehmiger Sand, sandiger Lehm und Lehm (vályog) sind ähnliche Bodenarten, sie unterscheiden sich nur insofern, als der Feinbodengehalt des ersteren am geringsten ist und bis zum Lehm stetig wächst. Die Haupteigenschaften sind den drei Bodenarten gemein. Ihre Farbe ist braun, nur in den Mulden, auf nassen Stellen sind sie grau. Die Farbe gibt die Eigenschaften des Humus an.

Bei der Verwesung der organischen Stoffe entsteht brauner Humus, der viel Stickstoff enthält.\* Nach den Untersuchungen von HILGARD, enthält der braune Humus arider Regionen 10—15% Stickstoff. Bei der Fäulnis verkohlen die organischen Reste der Pflanzen und der verkohlte schwarze Humus enthält nie so viel Stickstoff, als der braune, im Durchschnitt nur 5%. Eisenoxyd und besonders Kalk enthält der schwarze Humus nur wenig; ein solcher Boden nitrifiziert den Ammoniakstickstoff nur in geringem Maße. Der auf solchem Boden gezogene Tabak oder Gerste, diese zwei, gegen die Nitrifikation am dankbarsten sich erweisenden Pflanzen zeugen von der Richtigkeit des Gesagten. Im schwarzen Humusboden produzierter Tabak entfaltet

\* E. W. HILGARD. Über den Stickstoffgehalt des Bodenhumus in der ariden und humiden Region. (Forschungen auf dem Gebiete der Agrikulturphysik, Bd. XVII, S. 478.)

sich üppig, bringt große Blätter, diese aber glimmen nicht, sie verkohlen.

Auch kann hier keine gute Braugerste produziert werden.

*Alkali-Tonboden.* Einen solchen Alkali-Tonboden, wie wir ihn auf den tonigen Landstücken finden, gibt es hier keinen. Die Alkaliböden des kartierten Gebietes sind durch Soda umgewandelte kalkhaltige Lehme (vályog). Der Unterschied der beiden Bodenarten besteht in deren wasserlöslichen Argilitgehalt. (Wasserglasähnliche Verbindungen.) Während ein Alkali-Tonboden seine Unfruchtbarkeit dem großen Tongehalt verdankt, der den Boden ausgetrocknet, eine steinharte Struktur verleiht, die diesen zur Pflanzenproduktion untauglich macht, hängt die Unfruchtbarkeit dieser Sodaböden mit deren hohem Sodagehalt zusammen. Die Tonalkaliböden enthalten 1—4‰, die Lehmalkaliböden 20—40‰ Soda.

Die wasserlöslichen Argilite sind die Produkte der Einwirkung von Sodalauge auf die Bodenbestandteile. Tonige Böden, die ursprünglich schon 20—30% Argilite enthalten,\* werden von der Sodalauge erheblich zersetzt. Die entstandenen wasserlöslichen Argilite verkitten die Bodenteilchen in dem Maße, daß ein solcher Boden nach dem Austrocknen die Härte eines Kalksteines annimmt. Diese Böden sind infolge ihrer physikalischen Beschaffenheit unfruchtbar.

Die Sodalauge äußert die nämlichen Eigenschaften; sie trägt auch zur Verhärtung des Bodens bei, sie löst die Humussubstanzen auf, durchtränkt mit deren Lösung den Boden, füllt dessen Poren aus und setzt der Luft und Wasserzirkulation somit ein Ende, macht den Boden zur Pflanzenproduktion untauglich. Unter dem Rasen, in einer Tiefe von 10—20 cm ist der Boden fest wie Pech, undurchläßig, nach dem Pflügen werden die Schollen steinhart. Sodaauswitterungen können auf dem kartierten Blatte fast auf jedem Sodagebiet beobachtet werden.

In nassen Jahrgängen sind die sodahaltigen Niederungen die vorzüglichsten Wiesen; sie produzieren ein Heu von großer Nährkraft, in trockenen Jahren hingegen brennt der Rasen aus, die Niederung wird fleckig und von grauen kahlen Flecken durchsetzt. Mit Hilfe von Bewässerung könnten hier sehr ertragreiche Wiesen angelegt werden.

*Sodahaltiger Sand.* Die Wasser der Teiche und wasserständigen Mulden sind ausnahmslos salzig, enthalten im allgemeinen viel Soda. In dünnen Jahren trocknen die meisten Teiche aus und das Salz wit-

\* Argilite nennen wir jenen Bestandteil des Bodens, der nach 24 stündiger Suspension sich in einer Wassersäule von 15—20 cm nicht zu Boden senkt.

tert am Grunde als dicke Salzkruste aus. Ist der Grund des Teiches Sand, so wittert am Rande das Salz beständig aus. Die Zusammensetzung des Salzes ist sehr verschieden, doch fällt es auf, daß in dem geklärten Salze wasserlösliche Phosphorverbindungen vorhanden sind; auch finden sich Kalisalze darin vor.

Folgende Tabelle gibt uns ein Bild von der Zusammensetzung einiger auf dem Blatte gekehrter Salzproben.

Num- mer der Probe	Ursprungsort	$NaCO_3$	$CaO$	$MgO$	$K_2O$	$SO_3$	$Cl$	$P_2O_5$	$N$
1	Paszta Kisszállás Négyes Meierhof, ausgewittertes Salz	8.40	2.03	0.34	0.14	0.03	0.28	0.19	—
2	Die darunterliegende Sandschichte	0.33	7.44	0.30	0.12	0.03	0.11	0.28	—
3	Halas, ausgewittertes Salz	1.53	—	—	—	—	0.16	—	—
4	Die Sandschichte darunter	0.13	4.87	0.30	0.14	0.04	0.05	0.16	0.14
5	Göböljárás, ausgew. Salz	13.16	—	—	0.208	0.07	0.53	0.11	—

In den Nummern 2 und 4 wurden die wasserlöslichen Bestandteile,  $Na_2CO_3$ , sowie die Nährstoffe des Gesamtbodens bestimmt.

Aus den Zahlenwerten der Analyse geht hervor, daß in den ausgewitterten Salzen viel Steinsalz vorkommt; es ist eine bekannte Tatsache, daß in diluten Lösungen aus Steinsalz, bei Gegenwart von freier Kohlensäure und fein verteiltem Kalke, Soda entsteht. In diesen Teichen sind also alle Bedingungen, die die Entstehung von Soda erheischt, gegeben. Die Entstehung dieses Salzes schreitet hier auch heute noch ununterbrochen fort. Der sodahaltige Sand ist trocken, kahl, wenn wir ihn aber beständig naß halten könnten, so würde auch diese Bodenart vorzügliche Wiesen liefern. Das am Alkaliboden gererntete Heu ist von einer großen Nährkraft, welcher Umstand eine Folge des im Boden enthaltenen großen Nährstoffgehaltes ist.

### Klimatologische Beobachtungen.

Während meiner Aufnahmen hatte ich mehrfach Gelegenheit zu beobachten, daß auf dem Gebiete zwischen der Donau und Tisza mehrere Klimazonen unterschieden werden können. Die Niederschläge

der Sommerperiode verteilen sich auf diesem Landstrich in verschiedener Weise.

Das diesjährige Aufnahmegebiet fällt in zwei Zonen, die Scheide zieht sich in westlicher Richtung in der Mitte des Gebietes durch. In der Umgebung von Vadkert und Kiskőrös fällt in der Sommerperiode viel mehr Regen als in der südlich von hier liegenden Gemarkung von Halas. Leider kann ich diese Beobachtung nicht mit Zahlen beweisen, da es in Vadkert keine meteorologische Station gibt; ich konnte nur die Regentage in Vadkert aufzeichnen und mit den Angaben der Halasei Station vergleichen. Es ergab sich, daß in Halas viel weniger Regentage waren als in Vadkert. Wenn es in Vadkert regnete, so kam nach Halas nur mehr ein feuchter Luftzug. Ich muß bemerken, daß ich mit Regen nicht die Platzregen der Sommergewitter bezeichne, sondern die andauernden langsamen Niederschläge.

Abgesehen von der Zahl der Regentage, zeigt schon das Aussehen der Vegetation an, daß in den zwei Zonen verschiedene Niederschlagsmengen fallen. In der Gegend bei Vadkert waren die Niederungen im August noch grün, in den meisten stand noch Wasser, bei Halas waren zu dieser Zeit die Niederungen schon ausgetrocknet, deren Boden mit Rissen durchkreuzt, die Wiesen alle ausgedorrt und kahl. Die ganze Vegetation zeigte diesen Unterschied, die Stoppelfelder bei Vadkert waren grün und mit Blumen besät, während diese in der Umgebung von Halas ausgedorrt und staubtrocken waren.

Meine Bemühungen, die Ursache dieser interessanten Erscheinung zu finden, haben mich zu folgenden Resultaten geführt. Die Grenze der beiden Klimazonen konnten auf dem Hügelzug von Pirtó festgesetzt werden.

Die Umgebung von Soltvadkert liegt tiefer als jene von Halas. Das Land steigt aus dem Donautale (95 m) allmählich bis 116 m Höhe bei Soltvadkert an. Unterhalb dieser Stadt erhebt sich das Terrain rasch mit 27—30 m; sinkt dann mit 20—25 m auf einer sehr kurzen Strecke. An der Grenze von Halas und Vadkert befindet sich ein 20—30 m hoher Höhenzug.

Die Niederschläge kommen gewöhnlich von Nordwesten oder Westen. Bis die feuchten Luftzüge aus dem Donautale bis Halas gelangen, müssen sie einen Höhenzug von 20—25 m übersteigen.

Die Höhenunterschiede betragen insgesamt 65—75 m. Das Donautal liegt 95 m. Die höchsten Kuppen der Sandhügel 160—170 m. Die feuchten Luftströmungen, die von Norden kommen, werden — indem sie die hohe Wasserscheide überschreiten — abgekühlt; durch eine minimale Abkühlung kann sich schon aus einer mit Feuchtigkeit gesät-

tigter Luft Regen abscheiden. Nur auf diese Weise kann ich mir die Erscheinung erklären, daß nördlich von der Wasserscheide aus den nörd-südlich gerichteten feuchten Luftströmungen der größte Teil der Feuchtigkeit als Regen ausfällt und über dieses Sandhindernis nur mehr ein warmer Wind hinüberkommt. Die Erwärmung des Windes durch die Ausstrahlung der kahlen, auf 50—56° C erwärmten Sandhügel mag auch dazu beitragen, daß aus der feuchten Luft, die über dem Sande erwärmt wurde, die Feuchtigkeit schwer ausfällt.

Durch das Entstehen des trockenen Windes wird auch die Bildung des alluvialen Lösses südlicherseits und das Fehlen dieses Gebildes nördlicherseits bestätigt.

Diese klimatischen Beobachtungen halte ich aus dem Grunde für wichtig, als diese für die Kanalisation der Binnenwässer von großer Wichtigkeit sind und bei der Ausarbeitung der Pläne berücksichtigt werden müßten.