

15. Bericht über meine agrogeologische Aufnahme am großen ungarischen Alföld im Jahre 1907.

VON PETER TREITZ.

(Hierzu die Tafel.)

Der Verordnung des Herrn kgl. ungar. Ackerbauministers und der Direktion der kgl. ungar. Geologischen Reichsanstalt entsprechend, arbeitete ich im Sommer 1907 auf dem die Gemarkung von Szabadka in sich schließenden Blättern Zone 21, Kol. XXI, NE und SE, 1:25000.

Diese meine Aufnahmestätigkeit habe ich zweimal unterbrochen; erstens als ich die jährliche bodenkundliche und geologische Studienreise der Hörer des höheren Kurses für Weinbau und Kellerwirtschaft leitete, zweitens als ich an dem in Pécs abgehaltenen Landesweinbaukongreß von amtswegen teilnahm.

*

Das begangene Gebiet umfaßt die Grenze zwischen dem Flugsand des Donau-Tiszagebietes und der Lößtafel von Telecska. Der nördliche Teil besteht ausschließlich aus Flugsand, der südliche ausschließlich aus Löß, auf welchem letzteren der Flugsand in neuerer Zeit hinübergreift. Zwischen diesen beiden Bildungen besteht eine scharfe Grenze. Im E lassen sich an dieser Grenze die Spuren eines großen Wasserlaufes erkennen, da durch einige Bohrungen unter der Flugsanddecke Flußschlamm aufgeschlossen wurde. Wo die Flußläufe ihr Bett in den festen Löß gegraben haben, sind Seen und Teiche entstanden (Palicsee, Ludas-, Bukvaty-Teich).

Um die Entstehung der auf dem begangenen Gebiete gelegenen Wasserläufe und Seen verstehen zu können, ist die Erforschung der dasselbe umgebenden Gegend notwendig. Zum leichteren Verständnis wird auf der beigehefteten Tafel die Kartenskizze des geologisch zusammengehörenden Gebietes mitgeteilt, in welcher die Höhenverhältnisse

des Terrains an der Hand der eingezeichneten Schichtenlinien gut verfolgt werden können. In derselben wurden auch die Sand- und Lößgebiete veranschaulicht, um über deren Verbreitung ein Bild zu geben.

Terrainverhältnisse.

Das umschriebene Gelände, das zwischen Halas und Szabadka gelegene schmale Profil des Donau-Tiszagebietes, besteht aus drei Hauptteilen: aus dem Donautale, dem hohen Rücken und dem Tiszatale. Jeder derselben ist bezüglich seines Ursprunges und seiner Lage selbständig und einheitlich.

1. **Das Donautal** liegt 90—95 m ü. d. M.; es ist größtenteils eben und nur einige Sandhügel und Lößrücken erheben sich auf demselben. Im W wird es vom heutigen Strombett, im E durch das altalluviale Donaubett begrenzt, in welchem sich heute nur mehr die Binnenwasser ansammeln, stellenweise auch stagnieren und so zur Sumpfbildung, zur Entstehung von Torf und Kotu führen. Neuer Anschwemmungsschlamm findet sich nur im W-lichen Teile, in der Form eines das gegenwärtige Bett begleitenden schmalen Streifens. Das Ufergelände des alten Bettes bedeckt Wiesenton, dessen höher gelegene Partien sodahaltig wurden.

2. **Der hohe Rücken** beginnt am E-lichen Ufer des rohrbewachsenen, bültenbestandenen alten Donaubettes mit einer 20—30 m hohen Wand. Am Rande ist seine Höhe nur 115—120 m ü. d. M., doch erheben sich seine Sandhügel, 2—4 km vom Ufer entfernt, plötzlich bis zu 174 m abs. Höhe. Im E fällt der Rücken ganz allmählich gegen den Rand des Tiszabettes ab. Im S dagegen greift der Sand mit steiler Böschung auf die in 30 m Tiefe unter ihm lagernde Lößtafel hinüber.

Der hohe Rücken des Gebietes zwischen Donau und Tisza besteht aus Sand und Löß. Im N bedeckt ihn von der Donau bis zur Tisza Sand, im S dagegen Löß. Die Grenze zwischen diesen beiden Bildungen befindet sich ungefähr in der Mitte des Profils; sie ist nicht gerade, sondern vielfach gebrochen und läßt in ihrem Zickzack erkennen, daß sie sich unter der Wirkung des herrschen NW-Windes ausgestaltet hat.

Die Grenze beginnt am W-lichen Ufer oberhalb Császártöltés und bewegt sich nahe am Ufer bis Sükösd; hier biegt sie plötzlich gegen S ab und läuft in dieser Richtung bis zu der, Baja mit Jánoshalma verbindenden Landstraße, wo sie sich in scharfem Winkel wieder gegen N, weiterhin gegen NE, gegen Jánoshalma, wendet und bis Halas in dieser Richtung verbleibt. Dieser W-liche Teil ist außerordentlich ge-

gliedert. 10—18 m hohe Hügel bilden, in Gruppen aneinandergereiht, aus dem allgemeinen Terrain sich erhebende Sandinseln. Die Richtung dieser letzteren ist NW—SE und werden dieselben durch wasserständige Wiesenstreifen von einander getrennt. Das heißt, diese tiefliegenden Täler sind nur im S-lichen Teile, über dem Löß, wasserständig, im N-lichen dagegen trocken. Hier läuft nämlich das Grundwasser in der unter dem Löß befindlichen mächtigen Sandschicht in das Donautal ab, so daß selbst in den hier 25—30 m tief einschneidenden Tälern das Wasser nur in tiefen Brunnen erreicht wird.

Zwischen Halas—Szabadka—Szeged breitet sich der E-liche Teil des Sandes aus. Seine Grenze bewegt sich von Halas ausgehend in S-licher Richtung bis Szabadka; hier wendet sie sich oberhalb der Stadt gegen N, umgeht oberhalb dem Palicssee das hier eingeklemmte keilförmige Lößgebiet (Radanovác) und folgt dann, an das N-Ende des Sees zurückgekehrt, dem Abflusstale desselben gegen E bis zum Kőröspatak, welcher weiterhin über eine lange Strecke die Grenze bildet. Endlich gelangt sie auf die am Fuße der Tafel von Telecska sich ausbreitende altalluviale Ebene, schwenkt hier nach S, dann an der Landstraße Martonos—Szabadka gegen NE ab und behält diese Richtung über Horgos und Dorozsma bis zum Fehértó bei. Indem sie diesen See umgeht, wendet sie sich ganz gegen E und endet am Rande des Tiszatales. Auf der Strecke Horgos—Sándorfalva wird der Sand des E-lichen Teiles durch einen schmalen Lößstreifen vom Tiszatal getrennt.

Dieses östliche Sandgebiet weist in der Gegend von Halas die höchsten Hügel auf; das Terrain ist gegen E geneigt und verflachen auch die Hügel in dieser Richtung. Bei Halas ist ihre relative Höhe 8—10 m, im E dagegen nur mehr 2—4 m.

Das Lößgebiet ist in dem ganzem Profile niedriger als der Sand. Im W-lichen Teile erstrecken sich die Sandrücken mit steilen Böschungen auf den Löß, während sie im E mit sanfter, kaum wahrnehmbarer Böschung auf die Lößtafel abfallen und sich stellenweise ganz ihrem Niveau anschmiegen. Jedoch auch die Oberfläche der Lößtafel ist nicht eben, denn langgestreckte schmale, dammähnliche Dünen verlaufen auf derselben miteinander parallel in SE-licher Richtung. Auch die Täler zwischen den Dünen sind schmal, bloß 100—200 m breit. Dabei ist die Höhe der Dünen ziemlich bedeutend; es gibt solche, die sich mit steilen Lehnen 10—18 m über die Talsohle erheben. Im W-lichen Teile sind auch die Dünenzüge höher und steiler wie im E-lichen, wo sie niedriger, die Lehnen sanfter, die Täler breiter sind.

Die Oberfläche des am W- und E-Rande des hohen Rückens befindlichen Lößstreifens ist eben; wohl sind auch am E-Rande Dünen

vorhanden, dieselben sind jedoch kaum wahrnehmbar und nur mit dem Bohrer zu konstatieren.

3. Das Tiszatal ist von keinem so hohen Ufer begrenzt, wie das Donautal. Das Steilufer ist von der N-Grenze des Profils bis Sándorfalva vorhanden und hier 8—13 m hoch. Unterhalb Sándorfalva gelangen wir auf den Lößbrücken, der sich dem Niveau des Tiszatales anschmiegt. Der unterhalb Szeged gelegene Abschnitt des Tiszatales ist abermals durch ein Steilufer begrenzt. Bei Kamrás ist dasselbe unterbrochen, da es durch einen von N kommenden Flußlauf abgetragen wurde, der an seine Stelle Sand absetzte. Am linken Ufer dieses Flußlaufes ist der ursprüngliche Löß erhalten geblieben, während an seinem rechten Ufer der Wind aus dem abgetragenen Material hohe Vordünen aufgebaut hat. Die Oberfläche des Tiszatales ist eben, sein Boden Wiesenton und Anschwemmungsschlamm; Sandhügel kommen nur N-lich von der Maros an zwei Stellen vor (Kis-Homok, Lebőhalom).

Geologische Ausgestaltung.

In einer meiner älteren Abhandlungen¹ habe ich bereits die einzelnen Perioden, sowie die Ablagerungen, welche unter der Wirkung der in den einzelnen Perioden herrschenden Naturkräfte entstanden sind und die obere und jüngste Decke des Donau-Tiszagebietes bilden, skizziert. Durch die Daten neuerer Tiefbohrungen sowie der Untersuchung der aus diesen hervorgegangenen Materialien erfahren einige Angaben meiner erwähnten Arbeit eine Änderung. Namentlich ist es meine Annahme, wonach ein Teil des großen Alföld im Diluvium von einem oder mehreren Seen bedeckt gewesen wäre, welche durch die Tiefbohrungen nicht bekräftigt wurde, da aus denselben keine auf größere Seen verweisende Ablagerungen hervorgegangen sind.

Die Ausgestaltung des oberen Abschnittes des Geländes zwischen Donau- und Tisza, dessen Teil auch das in Rede stehende Gebiet bildet, kann auf Grund der neuesten Forschungen folgendermaßen erklärt werden.

Durch die geologischen Forschungen wurden im Diluvium vier Perioden festgestellt, in welchen das Klima eine Änderung erfahren hat; dasselbe wurde zweimal trocken und zweimal wieder feucht. Der feuchten Periode entsprechend, wuchs die Ausdehnung der ganz Nordeuropa

¹ PETER TREITZ: Geologische Beschreibung des Gebietes zwischen Donau und Tisza. (Földtani Közlöny, Bd. XXXIII, Budapest, 1903.)

bedeckenden Eisdecke. Bei dem Klimawechsel, als der Wasserdampfgehalt der Luft abnahm, zog sich der Südrand der Eisdecke im ersten Falle zurück, bei der zweiten Gelegenheit aber schmolz er ganz ab und verschwand.

Die Wirkung des Klimawechsels und deren Spuren lassen sich am Material der Untergrundschichten erkennen. Dieses Kapitel verfaßte ich daher auf Grund der unter Einwirkung verschiedener Klimaten erfolgten Veränderung der Bildungen; die Art der Veränderungen aber wird im Kapitel über die Zusammensetzung der Bodenarten des Aufnahmegebietes beschrieben.

1-te feuchte Periode. Zu Beginn des Diluvium finden wir im oberen Abschnitt des Donau-Tiszagebietes zwei Schuttkegel, die sich teils schon bedeutend früher, zum Teil aber in der ersten feuchten Periode angehäuft haben.

Der erste befand sich vor dem Visegráder Durchbruch; er reichte im S bis zu dem Kalksteinwehr Promontor—Kőbánya und war in E-licher Richtung langgezogen. Sein Material wurde von mediterranen und levantinischen Schottern geliefert, deren inselartigen Überrest wir bei Mátyásföld—Rákostestély finden. Diesem Schotter wurde auch durch die aus dem Budaer Andesitgebirge in das Becken sich ergießenden Wasser viel Material beigemischt.

Der zweite Schuttkegel beginnt bei Ercsi und seine konstatierbare Grenze bildet ein über Kunszentmiklós, Fülöpszállás und Dunapataj gezogener Bogen; seinen Rand erreichte im E der Bohrer auch in Kecskemét und Szeged tief im Untergrunde.

Der dritte Schuttkegel wurde von dem im Tale zwischen Paks und Szegzárd abgeflossenen Flußwasser abgelagert. Sein Schotter wurde in Érsekhalom, Szabadka und Palics erbohrt.

Der Bau dieser drei Schuttkegel ist ganz ähnlich; ihre Basis bildet eine Schotterschicht, auf welcher Grobsand lagert, während die obersten Schichten aus feinen Sanden bestehen.

Der ersten feuchten Periode entsprechend weisen die in den Tiefbohrungen aufgeschlossenen unteren diluvialen Schichten auf eine intensive Wasserbewegung hin. In dieser Periode gelangte zwar auch schon durch die Schlucht bei Visegrád Wasser auf das Alföld. Der Abfluß desselben ist jedoch oberhalb Budapest zu suchen, da das Wasser in seiner Bewegung gegen S einesteils durch die bereits abgesetzten älteren Schottermassen, andererseits aber durch das Kalksteinwehr Budafok—Kőbánya behindert war. Gegen E transportierte das Wasser nur wenig Schotter. Auf unser Gebiet gelangte damals kein Material. Die Hauptmasse des von W gegen E sich bewegenden Wassers floß

jedoch in dieser Periode noch nicht durch die Visegráder Schlucht auf das Alföld, sondern viel S-licher in mehreren Flußläufen, deren N-lichst gelegenen sich bei Ercsi befunden haben. Dann waren solche bei Duna-földvár und die Spuren der dritten Gruppe finden wir zwischen Paks und Szegzárd.

Alle diese Flußläufe haben in erster Zeit Schotter, später dann nur mehr Sand transportiert.

Dem feuchten Klima entsprechend hat sich in dieser Periode eine üppige Vegetation entwickelt, unter deren Einwirkung die oberste Bodenlage humos wurde. Durch nachträgliche Oxydation des Humus steigerte sich der Eisen- und Tongehalt der betreffenden Schicht, die Oberfläche erfuhr eine Umwandlung zu rotem Ton. Diese rote Tonschicht kann unter dem Löß an zahlreichen Punkten nachgewiesen werden.

I-te Trockenperiode. Das feuchte Klima wurde allmählich trockener, die Menge der Flußwasser nahm ab, die wasserführenden Bette füllten sich nur zeitweilig und auf immer kürzere Zeit mit Wasser. Der am Grund der Bette abgelagerte Sand blieb allmählich längere Zeit trocken, wodurch das Resultat der Windtätigkeit fortwährend zunahm und die vom Winde aufgetürmten Massen stetig wuchsen.

In den durch die Tiefbohrungen aufgeschlossenen Schichten nehmen die reinen Flußwasserablagerungen ab, die äolischen Bildungen dagegen zu. Der humose Tonoberboden wird zu rotem Ton und dieser bedeckt sich mit einer porösen äolischen Bildung. Aus dem trockenen Staub und Sand der Flußbette entstehen auf den Inundationsgebieten und an den Ufern der Bette Vordünen, entfernter davon lagern sich Lößschichten ab.

Eine der charakteristischsten Begleiterscheinung des ariden Klimas sind zahlreiche kleine Seespiegel und am Grunde dieser Seen vermengt sich mit dem herabfallenden und abgesetzten Staub der aus dem Wasser in mehrlartiger Feinheit sich ausscheidende kohlen-saure Kalk. Unter trockenem Klima enthält das Wasser der Seen in der Regel Soda und durch dieses alkalische Wasser werden die leichter verwitternden Mineralkörner aufgeschlossen, es entsteht Ton. Der Seegrund ist ein toniger, fetter, sehr kalkiger Mergel, der durch das infolge der jährlich sich wiederholenden Austrocknung oxydierende Eisen blaßgelb gefärbt wird. Die zu Ende der Trockenperiode abgelagerten Bildungen sind bereits typische Löss- und Flugsande, zwischen welchen der aus den periodischen Seen abgelagerte Mergel vorkommt.

Diese unteren Löß- und Flugsandschichten wurden durch die Tiefbohrungen in Baja bei 100—145 m, in Szabadka bei 62—82 m, in Palics bei 40—45 m Tiefe angetroffen. Jenseits der Donau kommt die-

ser untere Löß in den Lößwänden bei Pécs, Pécsvárad, Szegzárd, Mohács, Vukovár und Vinkovce; in Nordungarn bei Tokaj vor.

II-te feuchte Periode. Der in der zweiten Hälfte des Diluvium eingetretene abermalige Klimawechsel geht aus den in Nord- und Ost-europa durchgeführten geologischen Forschungen hervor.¹ Die Feuchtigkeit der Atmosphäre nahm zu und infolgedessen auch die Ausdehnung der Eisdecke. In Ungarn wurde der jährliche Niederschlag und daher auch die Menge der Flußwasser größer.

Auf die Schichten der Trockenperiode lagerten sich durch Wasser abgesetzte Schichten ab und an jenen Stellen, die vom Wasser nicht erreicht wurden, faßte wieder eine üppige Vegetation Fuß, welche in der Oberflächenschicht zur Humusbildung und endlich zur Entstehung eines eisenhaltigen Tonbodens führte.

Während dieser zweiten feuchten Periode flossen immer größere Wassermassen durch die Visegráder Schlucht. Natürlich befand sich der Wasserspiegel viel höher als heute; doch obzwar sich die Hauptmasse noch gegen E bewegte, überstieg ein Teil doch bereits das Kalksteinwehr bei Budafok—Kőbánya und floß über den darunter befindlichen Schuttkegel hinweg in SE-licher Richtung ab.

In dem Maße, wie sich die Visegráder Schlucht ausweitete und durch dieselbe hindurch immer größere Wassermengen aus dem kleinen Alföld auf das heutige Donau-Tiszagebiet ergossen haben, nahm auch der Wasserreichtum der bei Ercsi, Dunaföldvár und Paks befindlichen Flußläufe ab. Obzwar sich in diesen Betten noch Wasser bewegte, war dessen Kraft doch gering, da es keinen Schotter mehr transportierte, sondern nur feinen Sand.

Zuerst hörte der Zufluß bei Ercsi auf. In späterer Zeit wurde der Schotter und Sand vom II-ten oder oberen Löß bedeckt.² Dann versiegten die Flußläufe bei Dunaföldvár und auf ihrem Grunde entstand Wiesenland. Das Produkt der Oxydation des Wiesenhumus ist ein rotes, eisenhaltiges Bindemittel, welches die Sand- und Schlamm-schichten zu Bänken verfestigt.³ Der obere Löß bedeckt hier eisenhaltige tonige Sand- und Grandschichten. Dasselbe Profil finden wir auch bei Hajós, am E-lichen Ufer.

Die Wasserläufe zwischen Paks und Szegzárd führten bis zur

¹ GEINITZ: Die Eiszeit.

² JULIUS HALAVÁTS: Das Alter der Schotterablagerungen in der Umgebung von Budapest. (Földtani Közöny, Bd. XXVIII.)

³ Längs der Tisza findet man häufig eisenhaltige Schichten, welche das Produkt der trockenen Zersetzung einer größeren Humusmenge sind.

letzten Zeit Wasser, die Flußrichtung war SE. In dieser Periode bauten sich aus dem Material dieses Flußsystems jene großen Vordünen auf, die an der Basis des Plateaus von Telecska dahinziehen und trotz der mächtigen Lößdecke hoch über das allgemeine Niveau emporragen.

Auf der beigehefteten Kartenskizze ist die Wasserscheide der durch die Schlucht bei Visegrád und durch das Sárviztal abfließenden Gewässer sichtbar. Aus dieser Wasserscheide entwickelte sich, jedoch viel später, die Wasserscheide zwischen der Donau und Tisza.

Wie bereits vorher erwähnt, ist eine immer größer werdende Menge der von W kommenden Gewässer durch die Visegráder Schlucht in das Alföld geflossen. In dem Maße, wie sich diese Schlucht ausweitete und vertiefte, verringerte sich allmählich auch die im Sárviztal abfließende Wassermenge und nahm ihre Stromkraft ab. Ihr Geschiebe war in der letzten Zeit nur mehr Feinsand, in welchem sehr feinkörnige Grandschichten eingeschaltet sind. In der Lößwand bei Hajós finden wir zahlreiche Grandlinsen in der dortigen Sandschicht.

Das durch die Visegráder Schlucht zuströmende Wasser erodierte immer mehr das südliche Kalksteinwehr und den davor liegenden Schuttkegel, so daß die Hauptmasse des Wassers sich allmählich gegen S bewegt. Doch konnte dasselbe nicht unbehindert gegen S fließen, da die auf dem Abschnitt zwischen Eresi und Paks vom W kommenden Flußläufe hier mächtige Schotter- und Sandschichten abgelagert hatten, die als ein Wehr den Lauf des Stromes hemmten und ihn gegen E drängten. Das Wasser floß infolgedessen in zahlreichen Armen zwischen Czegléd und Bácsalmás gegen S.

An der Oberfläche blieben nur einzelne Inseln der ursprünglichen Schotterablagerung erhalten, wie sich z. B. oberhalb Dunapataj eine derartige Insel befindet. Die in den Flußbetten fortgespülten Schotter wurden in Palics bei 80—90 m, in Baja bei 60 m Tiefe vom Bohrer erreicht. In Szabadka ist an ihrer Stelle nur scharfer, reiner Flußsand vorhanden.

Die Verschiebung der im Sárviztale jenseits der Donau verlaufenden Flußbette gegen S wurde durch die im Untergrund von Batta und der Mohácser Insel auch heute lagernde mesozoische Kalksteinscholle verhindert, die das Wasser gegen E drängte, so daß auf dem Donau-Tiszagebiete die seine Strömungsrichtung markierenden, durch den Wind am Ufer dieser Flußläufe aufgebauten Vordünen längs der heutigen Kigyós ér unter dem Löß beobachtet werden können.

Die Ursachen des Versiegens der S-lichen Bette, der von W kommenden Wassermassen und der Erweiterung des Felsenbettes des N-lichen Tales müssen in der Ungleichmäßigkeit des Absinkens des großen

Alföld gesucht werden. Es ist nämlich schwer verständlich, warum das im Sárviztale befindliche Flußsystem versiegte, die Visegráder Schlucht sich aber ausweitete, wo doch das Wasser hier hartes Gestein durchbrechen und dabei auch einen größeren Weg zurücklegen mußte, um auf das Alföld zu gelangen, während das erste Flußsystem in mildes Gestein vertieft war und das Alföld auf kürzerem und geraderem Wege erreichte.

Als das Wasser das Wehr zwischen Budafok und Kóbánya durchbrochen hatte, erlangte es ein steileres Gefälle, wie das im Sárviztal abfließende Wasser. Die in den Ortschaften längs der Tisza abgeteufte Bohrungen ergaben in 200—300 m Mächtigkeit viel mehr Tonschichten, wie auf dem die Fortsetzung des Sárviztales bildenden Gebiete. Das Verhältnis zwischen Sand und Ton ist in den Tiefbohrungen folgendes: Hódmezővásárhely¹ 14% Sand, 56% Ton; Szentes² 42% Sand, 58% Ton; auf der Strecke Szentes—Szarvas ist eine 300 m mächtige Tonschicht vorhanden; im Profil des artesischen Brunnens zu Szarvas³ 21·3% Sand; Szeged 20% Sand, 70% Ton; Szabadka 25% Sand, 67% Ton; Bácsfeketehegy 26% Sand, 74% Ton; Érsekhalom 60% Sand, 39% Ton.

Der Ton setzt sich allmählich und diese Nachsackung kann 10% und darüber betragen, während der Sand gleich bei seiner Ablagerung den möglichst geringsten Raum einnimmt und sein Volum sich nicht verringert. Infolgedessen ist der an der Tisza gelegene Teil des Alföld mehr gesunken, das Gefälle der Flußläufe wurde immer größer und schnitten sich dieselben immer tiefer in die damalige Oberfläche ein. Die direkte Folge hiervon war die Austiefung des oberen Strombettes.⁴

Während sich also die Bette der S-lichen Wasserläufe nur langsam ausformten, nachdem in diesem Teile des Alföld die Senkung gering war, vertieften und weiteten sich die Bette der N-lichen Wasserläufe der größeren Senkung entsprechend rascher und in höherem Maße aus und das Hauptbett okkupierte diese Linie.

Das Versiegen der Wasserläufe des Sárviztales wurde auch durch die Bewegung des in diesem Tale abgelagerten Sandes beschleunigt,

¹ JULIUS HALAVÁTS: Die zwei artesischen Brunnen in Hódmezővásárhely. (Mitteil. a. d. Jb. d. kgl. ungar. Geol. Reichsanst. Bd. VIII.)

² JULIUS HALAVÁTS: Der artesische Brunnen von Szentes. (Ebendort, Bd. VIII.)

³ JULIUS HALAVÁTS: A szarvasi artézi kút. (Arbeiten der Wanderversammlungen ungarischer Ärzte und Naturforscher; ungarisch.)

⁴ Zum Versiegen der Flußläufe im Sárviztale können auch tektonische Ursachen beigetragen haben, namentlich die Hebung dieses Teiles des Gebietes jenseits der Donau dem großen Alföld gegenüber.

welche in der folgenden zweiten Trockenperiode stattgefunden hat; der Sand überdeckte die Bette und erschwerte dadurch den Abfluß. In der Visegráder Schlucht blieb das Bett im festen Gestein sowohl in der feuchten, als auch in der darauf folgenden Trockenperiode offen und sicherte dem Wasser zu jeder Zeit einen leichteren Abfluß, wie das mit Flugsand bedeckte Sárviztal.

Als das durch die Visegráder Schlucht zufließende Wasser auch das Wehr bei Budafok—Kőbánya durchschnitten hatte, floß es in zahlreichen Armen gegen E und SE. Das Wasser aber, welches sich noch im Sárviztale bewegte, lief am W-Rand des Telecskaer Plateaus gegen SSE ab. Zwischen den beiden Gewässern hat sich die Wasserscheide bereits zu dieser Zeit ausgebildet. Bei der auf der Eisenbahnstation Bácsfeketehegy abgeteufte Brunnenbohrung wurde kein Bettgrund erreicht, der Bohrer bewegte sich hier bis 227 m in Inundationsablagerungen.

II. Trockenperiode. Der zweiten feuchten folgte wieder eine trockenere Periode. Zu dieser Zeit zog sich die Nordeuropa bedeckende zweite Eisdecke allmählich zurück und verschwand endlich ganz.

Dieser Trockenperiode entsprechend änderte sich auch die durch die Bohrungen aufgeschlossenen Schichtenreihe, welche die Wasserablagerungen bedeckt; es kommen terrestrische Bildungen zum Übergewicht. Die Menge des fließenden Wassers nimmt ab, die Bette bleiben längere Zeit hindurch trocken. Aus dem trockenen Material des Bettgrundes baut der Wind mächtige Vordünen auf. Diese Dünenreihen gelangen jetzt schon größtenteils an die Oberfläche oder sind infolge ihrer Höhe unter der oberen Lößdecke gut zu beobachten.

Von Szolnok bis Szeged treten diese Dünen an vielen Punkten des Tiszaufers unter dem obersten Flugsand zutage. Zwischen Kecskemét und Félégyháza verquert die Eisenbahnlinie die Dünereihen, welche von dem Sandgebiete bei Kecskemét—Izsák ausgehend, bis zur Tisza verfolgt werden können. Von Palics bis Baja gehen sie aus dem Flugsandgebiete zwischen Halas—Jánoshalma—Rém radiär aus. Alle diese Dünen bezeichnen die Lage der mit Löß erfüllten Flußläufe, aus welchen bei Brunnengrabungen Wasserschnecken ans Tageslicht kommen.

Mit der Zunahme der Trockenheit hüßen auch die größeren Bette ihren konstanten Charakter ein, während die kleineren sich nur im Frühjahr und bei Regengüssen mit Wasser füllen. Infolgedessen gelangt in das Bett der von der Basis des Flugsandes ausgehenden Gräben nur sehr feines Geschiebe. Das Material der sie begleitenden Vordünen ist ebenfalls feinkörniger Sand, welcher durch den Humus der auf ihm sich entfalteten Vegetation zu einem lößartigen Gestein verbunden wurde.

Die Vordünen stehen bald einzeln spärlich, bald reihen sie sich dicht an einander. In letzterem Falle erfüllte die den Sandlöß bedeckende oberste Lößdecke auch die schmalen Dünentäler. Auf diese Weise entstanden langgestreckte Lößrücken von größerer Ausdehnung, bei welchen die Beschaffenheit der Basis nur durch Tiefbohrungen nachweisbar ist.

In dieser Periode übernahm in der Ausgestaltung der Oberfläche die Rolle des Wassers der Wind, der nun eine gesteigerte Tätigkeit entfaltete. Er arbeitete den in der vorhergehenden feuchten Periode im Sárviztale und aus den im N vom Schuttkegel herabfließenden Wasser abgesetzten Sand auf. In der Bohrung zu Érsekhalma ist die Mächtigkeit dieser Sandschicht 103 m.

Der herrschende SW-Wind wehte den Sand auf den bereits fertigstehenden Lößrücken. Die N-Böschung ist der Bewegung entsprechend sanft, die S-liche dagegen steil; hier steigt das Terrain pro 1 km mit 30 m an.

In den E-lichen Teilen begegnen wir ähnlichen Erscheinungen. Zwischen den zeitweilig mit Wasser gefüllten Flußläufen entstanden inselartige, hoch emporragende Sandgebiete, deren Bewegung gegen S ohne Ausnahme nachgewiesen werden kann, doch spricht ihre plötzlich gegen E gekehrte Böschung dafür, daß sie auch jetzt noch in einer fortwährenden Bewegung begriffen sind.

Die in den Tälern aus feinerem oder gröberem Material aufgebauten, gerade verlaufenden, dammartigen Vordünen sind Beweise der Bewegung des Wassers. Sie sind sämtlich gegen SE gewendet, gehen am Fuße einer Sandinsel aus und erstrecken sich gewöhnlich bis zu einer anderen Insel, unter deren Flugsand sie verschwinden.

Auf unserem Gebiete finden wir die obersten Inseln E-lich von Halas. Sie gehen von den Sandhügeln bei Pirtó und Felsökistelek aus und erstrecken sich unter den Sand von Zsana. Aus dem Sandgebiete zwischen Halas und Jánosháza gehen sehr viele Vordünen aus. Am wichtigsten darunter sind die im Fehértótale beginnenden, da sie die Lage eines größeren Flußsystems bezeichnen. Im Fehértótale läßt sich gegen N eine Einsenkung verfolgen, die bis zum Donautale führt. Nach den heutigen Terrainverhältnissen finden wir bis Halas drei, Arme markierende Täler, in welchen sich im Frühjahr auch in unseren Tagen noch Wasser bewegt.

Zwischen dem Fehértótale und Jánosháza breitet sich eine große Sandinsel aus, von welcher zahlreiche parallele Vordünen ausgehen. Einzelne darunter sind sehr hoch, ihre Decke, der Löß (4—6 m), bedeckt Dünensand. Zwischen den mit Löß bedeckten Vordünenreihen

erstreckt sich der Sand in der Form eines schmalen Streifens bis zur Gemarkung von Szabadka. Der Sandstreifen markiert im Lößgebiete offenbar die Richtung des letzten Flußbettes.

Von Jánoshalma bis Réim finden wir noch drei große Täler, welche tief in das Sandgebiet eindringen. Von der Basis des letzteren gehen abermals zahlreiche Dünen aus und erstrecken sich in parallelen Reihen bis Szabadka. Jede der zwischen Jánoshalma und Baja beginnenden Dünenreihen geht von dem Sandgebiete aus und verschwindet, indem sie das in Rede stehende Gebiet durchzieht, im mittleren Teil des Telecskaer Plateaus unter der Lößdecke.

Die Richtung der vom Fuße des Sandgebietes ausgehenden Dünenreihen ist jedoch nur scheinbar parallel; aus der eingehenden Erforschung geht hervor, daß sie eigentlich aus dem großen Sandgebiete, als aus einem Zentrum radiär ausgehen.

Die an der S-Seite befindlichen behalten die Richtung N—S bei, die im E-lichen Teil, bei Szabadka gelegenen weichen bereits unter 45° gegen E ab. Am Tiszaufer von Szeged gegen N fortschreitend, ist zu erkennen, daß die Vordünen immer mehr gegen E schwenken und in der Richtung von Czegléd schon ganz W—E-lich gerichtet sind.

Aus der Anordnung der Dünen muß man schließen, daß nach Einbruch der letzten Trockenperiode die ständigen Wasserläufe größtenteils zu zeitweiligen wurden, das am Grunde abgelagerte Material im größeren Teile des Jahres trocken war und aus ihm die Vordünen durch den Wind aufgeweht wurden. Die Wasser liefen von dem den oberen Abschnitt des Donautales erfüllenden mächtigen Schuttkegel, als von einem Zentrum, in radiären Richtungen herab.

Der Sand der Vordünen wurde unter dem trockener werdenden Klima mit Löß bedeckt. Diese Veränderung des Klimas geht auch aus der in der Lößwand des Palicsseeufers gesammelten Gastropodenfauna hervor. Herr Geolog Dr. THEODOR KORMOS, der diese Fauna zu untersuchen die Freundlichkeit hatte, schreibt über dieselbe folgendes:

«Palics, Lößwand, untere Schicht, 3—4 m unter der Oberfläche, graulich gefärbte Lage mit Eisenrostflecken.

Eucomulus fulvus MÜLL.

Trichia hispida L.

**Trichia rufescens* PENN.

Eulota fruticum MÜLL.

Campylaea arbustorum L.

**Vallonia tenuilabris* A. BR.

Bulimus tridens MÜLL.

Pupilla muscorum L.

Zua lubrica MÜLL.

Succinea oblonga DRP.

“ “ *elongata* A. BR.

Ergebnis: Die mit * bezeichneten Arten leben in Ungarn nicht mehr. Die aufgezählten Gasteropoden bedingen die Voraussetzung eines im Verhältnis zum heutigen feuchteren Klimas in der Umgebung des Palicsees, wo heute schon die Vegetation keine solche ist, daß große Feuchtigkeit liebende Arten (*Trichia*, *Hyalina*, *Clausilia*) fortkommen könnten. Diese Fauna verweist auf das ältere Diluvium, d. i. auf eine frühzeitige Glazialperiode, seit welcher sich die klimatischen Verhältnisse verändert haben und die meisten der aufgezählten Arten ausgestorben sind oder sich in solche höhere Regionen zurückgezogen haben, wo die Vegetation reicher ist und wo sie die nötige größere Feuchtigkeit auch heute finden.»

Am E-lichen, mit in Bewegung befindlichem Sand bedeckten Gebiete des hohen Rückens blieb der fallende Staub nicht erhalten, weshalb wir auf der Oberfläche des Flugsandgebietes keinen Löß vorfinden. Der Flugsand bewegte sich und bei dieser Fortbewegung wehte der Wind die feineren Teile aus demselben aus. Der Löß blieb nur in den tiefer gelegenen Stellen haften, wo das Grundwasser so nahe war, daß an der Oberfläche des Sandes selbst in dieser trockenen Periode eine Grasdecke entstehen konnte. Auf dem Sandgebiet weisen die Senken tatsächlich eine dünne Lößdecke auf; so in den Becken zwischen Halas und Majsa, Majsa und Kistelek. Zu dieser Zeit bewegte sich am W-Rande des hohen Rückens Wasser, das Ufer war niedrig, an seiner Oberfläche entstand eine Grasdecke, welche den fallenden Staub festhielt. Es bildete sich hier daher in einer Breite von 2—4 km eine 2—8 m mächtige Lößdecke. Die Mächtigkeit beträgt nur am Rande 8 m, einwärts nimmt sie ab und die Lößschicht keilt endlich ganz aus.

III-te feuchte Periode. Nach Ablagerung des die Vordünen bedeckenden Lösses trat abermals eine feuchtere Periode ein. Der Jahresniederschlag nahm zu, die Einsenkungen der in der vorgehenden Trockenperiode entstandenen Steppe füllten sich wieder mit Wasser.

Auf dem in der beigehefteten Kartenskizze dargestellten Gebiete kann der Weg zweier großer Wasserläufe bezeichnet werden. Der auf dem Inundationsgebiet dieser Flüsse abgelagerte Flußschlamm und der am Grunde ihrer Bette abgesetzte scharfe Flußsand, sowie die an ihren Ufern dahinziehenden Vordünen befinden sich entweder an der Oberfläche oder sind nur durch eine dünne Flugsandschicht bedeckt. Den

Eintritt des feuchten Klimas beweist auch jene Humusschicht, welche durch die Bohrungen im E-lichen Teile des Blattes unter der Flugsanddecke erschlossen wurde. Auf dem von der Grenzlinie Kistelek—Majsa und Palics S-lich gelegenen Gebiete ist in 10—20 km Tiefe die untere schwarze Humusschicht überall vorhanden, welche sich in dieser dritten feuchten Periode gerade unter der Wirkung des feuchter gewordenen Klimas gebildet hat. Der Flugsand wurde durch das infolge der größeren Feuchtigkeit höher stehende Grundwasser bindig, welches gleichzeitig einen üppigeren Graswuchs und auch das Gedeihen von Bäumen in vereinzelt Auen begünstigte. Unter dieser üppigeren Vegetation häufte sich dann der Humus an.

Das feuchte Klima wurde schließlich durch das heutige trockenere abgelöst, in welchem das Grundwasser tiefer steht, der Sand sich abermals in stärkere Bewegung setzte und die Humusschicht überdeckte.

Die Beschaffenheit der oberen Schichten des begangenen Blattes wird durch die unter der letzten Veränderung des Klimas erfolgten Ausgestaltung bedingt. Auf Grund der geologischen Detailaufnahmen konnte ich das folgende feststellen.

Zwischen Szeged und Szabadka gelang es mir bisher drei große Flußbette auszuforschen, in welchen in allerletzter Zeit Wasser floß.

1. Der randlichste Wasserlauf bewegte sich an der Grenze von Szeged und Dorozsma und betrat, den Badeteich von Dorozsma durchfließend, das Lößgebiet wo er sich ein neues Bett — Matty ér (Matty-Rinne) — grub und in diesem der Tisza zueilte.

2. Der zweite Wasserlauf gelangte, vom Sandgebiete aus, bei Horgos auf die Lößtafel, wo sich derselbe ein außerordentlich breites Inundationsgebiet eroberte, indem er die Lößufer förtspülte und an deren Stelle Flugsand anhäuften. Dieser Fluß lief durch den Madarász-See und an seinen Ufern entstand ein Vordünenzug aus reinem Flugsand. Unter dem Madarász-See durchbohrte ich eine 8 m mächtige Flugsandschicht, den Grund des Bettes konnte ich jedoch nicht erreichen.

3. Das dritte Flußbett durchzieht mein diesjähriges Gebiet. Bis Kelebia nimmt es das Kőrösértal ein, hier kehrt es sich gegen W, in gerader Richtung gegen Szabadka, sein Wasser hat überall die Lößufer fortgespült. Das W-Ufer fällt mit der Straße Szabadka—Mélykút zusammen. Unterhalb Szabadka wurde dieser Flußlauf durch das festere Material der Lößtafel von Telecska gegen E gedrängt und hierdurch entstand das Palicsseetal und die Senke des Ludassees. Am S-Ende des letzteren ist das Abflußtal auch unter der Lößdecke gut zu erkennen.

Durch die Wasserläufe der Kőrös ér und des Madarász-Sees wurde

die Verbindung zwischen dem unterhalb Szeged befindlichen Löß und dem Telecskaer Plateau fortgeschwemmt. Das E-liche Ufer ist bei Kamarás deutlich zu erkennen. Im Lößufer befinden sich 4—5 Aufschlüsse, deren obere 2 m aus typischem Löß bestehen. Darunter folgt ein dichteres lößartiges Material, dessen Mächtigkeit nicht bestimmt werden konnte, da in das Borloch Wasser eindrang und das tiefere Vordringen des Tellerbohrers unmöglich machte. Das Material des Lößufers weicht vom Telecskaer Löß durch seinen auffallend geringen Glimmergehalt ab. Von Kamarás bis Nosza fehlt der Löß; auf den tiefer gelegenen Teilen dieser Strecke verlaufen hohe Vordünenzüge, deren Zwischenräume teils mit Anschwemmungssand, teils mit einem Lößmaterial der Neuzeit erfüllt sind. Im unteren Teile kommen zahlreiche Natronseen vor, deren Oberfläche sich nach Verdunstung des Wassers mit Sodalzausblühungen überzieht, die vom Winde aufgewirbelt und zerstreut werden und so auch den Boden der Umgebung sodahaltig machen.

Die Struktur der Vordünen weist auf eine allmähliche Abnahme der Wasserbewegung hin. Der Kern der Rücken ist überall Dünensand, dem in 0·5—1·5 m Mächtigkeit eine mehr oder weniger feinkörnige Lößdecke auflagert. Nahe zum Tiszaufer werden die Vordünen breiter und bilden einen zusammenhängenden Lößrücken. Dies ist der jüngste Lößrücken; älter ist der von Horgos—Szeged und am ältesten die Tafel von Telecska. In der oberen Schicht ist es bisher nicht gelungen die Grenze des Diluvium und Alluvium sicher festzustellen.

Die den größeren Teil meines diesjährigen Aufnahmegebietes bedeckenden Schichten bauten sich aus den den Wasserläufen längs der Kőrös ér entstammenden Materialien auf, nur in der Gegend unterhalb Szabadka gelangt der diluviale Löß an die Oberfläche. Die oberste Lage desselben ist jedoch ebenfalls alluvialen Ursprunges, da hier der Staubfall, bez. die Lößbildung auch heute noch wehrt.

Das Wasser der Rinnen des Kőrösértales und Madarász-Sees stammt aus dem Donautale her; in diesen Betten bewegte sich anfangs fließendes Wasser, später jedoch nur mehr Wildwasser. Am Grunde der Bette und zu beiden Seiten derselben weisen die Geschiebe dieser beiden Gewässer auf ein an der Donau gelegenes Wassersammelgebiet hin.

Der Flußlauf des Kőröstales verzweigte sich oberhalb Kelebia in mehrere Arme. Einer derselben floß gegen SW — sein Bett führt unter dem Sande des heutigen Kelebiawaldes gegen Szabadka — und ergoß sich, den E-lichen Teil der Stadt durchfließend, in das Palicsseetal. Der zweite Arm lief am W-Rand des Kőröswaldes in das am N-lichen Ende des Palicssees beginnende Tal; der dritte verfolgte den heutigen Lauf der Kőrös ér.

Diese Wasserläufe brachten große Sandmengen aus dem Material des Schuttkegels mit sich, in welchen sie ihr Bett vertieft hatten. Nach Versiegen des Wassers fing der Sand sich zu bewegen an, begrub die alten Bette und türmte sich in ihren Inundationsgebieten zu mächtigen Hügeln auf. Das Sandgebiet Kelebia liegt um 33 m höher als der Löß am Palicssee. Unter den Äckern von Radanovác ist der Löß vorhanden, u. z. in zwei Schichten, die durch eine schwarze Humusschicht von einander getrennt sind. Oberhalb dem Bukvátýsee steigt das Terrain unvermittelt mit 10 m an, weshalb es nicht zu erforschen war, ob sich der Löß unter den Flugsand erstreckt oder nicht.

Der Wassergehalt des Sandes, das Fehlen von Teichen und der stellenweise unter der Oberfläche verschwindende Lauf des Wassers der Kőrös ér lassen vermuten, daß hier der Sand sehr mächtig und die aus den alten Wasserläufen herstammenden Inundationsablagerungen sehr tief liegen müssen. Ich fand an der Kőrös ér, sowie am Grunde des zur Abzapfung des Palicssees hergestellten Grabens in 100 m Seehöhe, desgleichen auf dem Besitze der landwirtschaftlichen Schule in Palics, bei dem Zsombékos, in ca 106 m abs. Höhe typischen Flußschlamm, dessen Niveau demnach in Kelebia mit 20—30 m mächtigem Flugsand bedeckt ist, in Ermanglung eines geeigneten Bohrers jedoch hier nicht festgestellt werden konnte.

Die alte Lößablagerung wurde aber nicht überall durch das Flußwasser abgetragen, so daß sich dieselbe in der Form von Inseln unter der Sanddecke stellenweise vorfindet. Derartige Inseln stauen das Wasser auf und zwingen es als Quellen an die Oberfläche zu treten. Der letzte Rest dieses altalluvialen Flußlaufes ist die Kőrös ér. Sie entspringt bei Halas aus dem Fehértó, sickert durch die, Fehértó puszta im E umrandende Flugsandinsel hindurch und fließt dann in der im E-lichen Teile von Kisszállás puszta, an der Grenze des Flugsandes und Lösses befindlichen Rinne gegen S; im Sande des Zsdralówaldes verschwindet sie, kommt aber an der S-Seite desselben wieder zum Vorschein. Von hier bewegt sie sich bald an der Oberfläche, bald im Untergrund bis zur Gemarkung von Szeged, wo sie endgültig an die Oberfläche gelangt und in die Tisza mündet. Auch dieses stellenweise Verschwinden der Kőrös ér unter der Oberfläche spricht dafür, daß unter dem Sande von Kelebia stellenweise Lößinseln vorhanden sind.

Im N-lichen Teil des Blattes suchen wir im Sommer den Kőrösbach vergeblich; sein Bett ist trocken, das Wasser befindet sich 1—1·5 m tief im Untergrunde. Gegenüber der Eisenbahnstation Kelebia finden wir jedoch längs des Bettes schon Wiesenland, in welchem selbst am Ende des vorjährigen außerordentlich trockenen Sommers Wasser

gestanden hat. Am Rande dieses Wiesenlandes entspringen an mehreren Punkten Quellen, die dasselbe ständig mit Wasser versehen. Das Wasser dieser Quellen, fließt jedoch aus der Senke nicht ab, sondern verschwindet an ihrem S-Rande unter dem Sand. Im Abflußbette befindet sich nur im Frühjahr Wasser, im Sommer ist dasselbe staubtrocken. In der Gemarkung von Szeged dringen im Wiesenland unterhalb der Magyar-tanya abermals einige Quellen hervor, und aus dieser Senke fließt das ganze Jahr hindurch Wasser ab. Von hier angefangen nimmt die Kőrös er den Charakter eines ständigen Baches an.

Das Alter des ersten Flußlaufes, welcher hier an der Stelle der Kőrös er dahinfließ, gelang mir bisher nicht festzustellen. So viel ist jedoch sicher, daß in demselben noch nach der Ablagerung des zweiten oder oberen Lösses Wasser geflossen ist.

Aus Flußwasser abgesetzten typischen Inundationsschlamm fand ich unter dem Flugsand an mehreren Stellen; in höchster Lage auf dem Besitze der landwirtschaftlichen Schule in Palics, an der Basis der die Flanke des Zsombékos tó bildenden Vordüne, 3 m unter der Oberfläche, in ca 106 m Seehöhe; ferner im Untergrunde des Kőrös patak sowie des Abflußkanals des Palicssees.

Längs den Flußwasserarmen reihen sich Vordünen aneinander, deren Alter mit dem der Dünen zwischen Nosza, Horgos und Tisza identisch ist. Ihre Richtung ist SSE. Den Kern einer jeden Vordüne bildet Sand, ihre obere Schicht besteht aus feinkörnigem Sandlöß. Dieser letztere wurde unter der Pflanzendecke humos, später wandelte er sich zu rotem, eisenhaltigem tonigem Sand um, während der ihn unterlagernde Sand sehr kalkreich wurde. Der kohlen saure Kalk füllte die Zwischenräume der Sandkörner in solchem Maße aus, daß hierdurch ein dichter Kalkmergel entstand, der sich stellenweise zu einer harten Sandsteinbank verfestigte.

Das Hauptbett gabelte sich in der Gegend des Bukvatysees in zwei Arme und das zwischen diesen beiden Armen befindliche Gebiet, das heutige Radonovác, besteht aus Löß. Es verlaufen hier zahlreiche parallele Dünen, die jedoch aus Löß aufgebaut sind.

Vor der Ablagerung der Dünen, deren Kern Sand oder Löß ist, bewegte sich in diesen Betten noch Flußwasser, später gelangte infolge Senkung des Donaubettes nur mehr der Überschuß der Hochwasser in dieselben und schließlich dienten sie nur mehr zur Ableitung der Wildwasser.

Das Bett der Donau und der Tisza vertieft sich fortwährend, ihre heutigen Bette graben sich in die im unteren Diluvium abgelagerten Schichten ein. Vor garnicht langer Zeit befand sich das mittlere Fluß-

niveau beider Flüsse bedeutend höher als heute. Bei Dunavecse lagern in 106 m Höhe Grandschichten, die zweifelsohne vom Wasser der Donau abgesetzt wurden. Heute bleibt selbst das Niveau des größten Hochwassers unter dieser Höhe. Infolge des Durchbruches des Kalksteinwehres der Mohácsér Insel sank der Wasserspiegel, so daß die in Rede stehenden hoch liegenden Rinnen kein Wasser mehr erhielten und in ihnen nur die Binnenwasser abfließen konnten.

Anfangs war die Menge dieser Binnenwasser groß und sie bildeten ansehnliche Flüsse. Zur Zeit nämlich, als die Donau noch am Fuße des Steilufers Érsekhalom—Hajós dahinflöß, sickert das Wasser in den unter dem Löß lagernden Sand ein, so daß dieser mit Wasser durchtränkt war, was einen hohen Grundwasserstand zur Folge hatte. Nun aber steigt das Grundwasserniveau bei ansteigendem Terrain ebenfalls an. Auch bei der Erforschung des Donau-Tiszagebietes zeigte es sich, daß das Grundwasserniveau mit der Oberfläche Schritt hält. Als also der Grundwasserstand im Sande hoch war, der Boden daher viel Wasser enthielt, konnten die Niederschlagswasser nicht in denselben einsickern, sondern mußten an der Oberfläche abfließen. Wenn wir nun bedenken, daß in der Kőrös ér und den E-lich davon in den Palicssee führenden, heute von Flugsand bedeckten Betten die auf einem Gebiete von 200 km² sich ansammelnden Niederschlagswasser abgeflossen sind, so ist es verständlich, daß sich große Flußläufe ausgestalten mußten, um die Wassermasse der gesamten Niederschläge an der Oberfläche ableiten zu können.¹ Heute fließt nur mehr wenig Wasser an der Oberfläche ab, da der ganze Rücken durch die vielen Kanäle derart entwässert, das Grundwasser in ein so tiefes Niveau hinabgedrückt ist, daß der größte Teil des jährlichen Niederschlages durch den trockenen Sand aufgesaugt wird und daher nur eine geringe Menge desselben an der Oberfläche abfließen kann. Ein Teil des im Frühjahr in den Sand einsickernden Niederschlagswassers fließt im Untergrund ab, der größere Teil aber zieht sich in den jetzt herrschenden trockenen Jahren an die Oberfläche, wo er verdunstet.

Der Sandrücken zwischen der Donau und Tisza wird an der E-Seite durch folgende größere Kanäle entwässert. Am Fuße des großen Rückens bei Maglód wurde der erste Kanal gegraben, der das Wasser

¹ Die Wildwasser hatten noch zu Anfang des vorigen Jahrhunderts einen so starken Abfluß, daß ihn der Ingenieur JOSEPH BESZÉDES in seinem Plane zur Vertiefung des Bettes eines Donau-Tiszakanales als ausreichend befunden hat. (Adatok a Duna-Tisza csatorna kérdésehez. [Beiträge zur Frage des Donau-Tiszakanales. S. 24; ungarisch.] Herausgegeben vom kgl. ungarischen Handelsministerium.)

des NE-lichen Teiles ableitet. Ihm folgt die Czeglédi ér, der Nagykörös- und Gátérkanal. Durch diese Kanäle wurde der E-liche Teil derart entwässert, daß auf den unteren Sandgebieten Wildwasser kaum vorkommen und in den Senken nur das Wasser der Wolkenbrüche stehen bleibt. An der W-Seite befindet sich im N der Gyál—Soroksárer, im S der Vajafokkanal. Letzterer ist auch mit einer Pumpe versehen und seine Wirkung macht sich bis Fülöpszállás fühlbar.

Die durch diese Kanäle ausgeübte Wirkung ist auf dem ganzen Rücken wahrzunehmen, da überall weniger Wasser vorhanden ist, wie vordem. Auf das diesjährige Aufnahmegebiet ist namentlich der Gátérkanal von Einfluß; die alten Röhrichte E-lich von der Kőrös ér, in der Gemarkung von Szeged sind alle zugrunde gegangen, die wasserständigen Stellen liegen im Sommer trocken und in ausnahmsweisen Jahren sind selbst die Brunnen nicht imstande Wasser zu geben, sie versiegen schon im Hochsommer gänzlich.

Die Austrocknung des oberen Teiles des Donau-Tiszarückens ist auf das Klima und demzufolge auf die Vegetation von Einfluß. Noch in historischer Zeit waren die Sande mit großen Wäldern bedeckt, heute ist die Aufforstung mit großen Schwierigkeiten verbunden. Ja sogar die Grasvegetation ist schwächer, die Hutweiden schlechter. An vielen Stellen weisen die als «Göböljárás» (= Fettweide) bezeichneten Stellen einen so mageren Rasen auf, daß das Vieh nicht nur nicht zum Mastvieh wird, sondern auf demselben kaum das Leben bis zum Herbst fristen kann.

Die Wirkung des geologischen Baues auf die Vegetation.

Durch die Erkenntnis des geologischen Baues des Donau-Tiszarückens und der Bewegung des Grundwassers innerhalb desselben werden solche Fragen beleuchtet, die wir bisher auf Grund der Ergebnisse der Bodenuntersuchung nicht zu erklären vermochten. Wir konnten nicht die Ursache ermitteln, warum der eine Sand ohne Düngung fruchtbar ist, der andere dagegen trotz guter Bewirtung und starker Düngung nur schlechte Fechsungen abwirft. Die chemische, physikalische und mineralogische Untersuchung des Bodens lieferte hierfür bisweilen keine Erklärung.

Ferner gedeihen an der einen Stelle die Bäume sehr schön, die Aufforstung stößt auf keinerlei Hindernisse, während an einer anderen Stelle — in anscheinlich demselben Boden — die Akazie und Pappel sich nicht zum Baum entwickeln kann und nur als Gesträuch vegetiert.

Beide Fragen stehen mit den Schwankungen bez. der Lage des Grundwassers in innigem Zusammenhang.

Im Auslande, wie bei uns wurde an der Hand der Forschungen nachgewiesen, daß sich ein Wald nur dort entwickeln kann, wo die Baumwurzeln das Grundwasser erreichen; wo dagegen das Grundwasser von der Erdoberfläche durch eine Stein- oder Mergelbank oder aber durch Hardpan getrennt ist, welche das Durchdringen der Wurzeln und die Bewegung der Bodenfeuchtigkeit verhindern, dort kommt kein Baum fort, dort bildet sich kein Wald. Dieser Satz wurde durch die wissenschaftlichen Untersuchungen, welche gelegentlich der auf die Aufforstung der Steppengebiete Rußlands abzielenden Versuche durchgeführt wurden, jeden Zweifel ausschließend erwiesen.

Wenn dies Grundwasser von der Oberfläche abgesperrt ist, so daß die Pflanzen ihren jährlichen Wasserbedarf aus dem an Ort und Stelle herabgefallenen und in den Boden eingesickerten Niederschlagswasser zu decken genötigt sind, so entsteht eine baumlose Grassteppe, auf der Bäume höchstens nur in den Senken wo die Niederschlagswasser zusammensickern, vereinzelte Auen bildend fortkommen.

Der Wasserbedarf der Bäume des Waldes und der Pflanzenwelt der baumlosen Steppe ist sehr verschieden. Die Bäume beanspruchen das ganze Jahr hindurch viel Wasser, die Gräser und Phanerogamen dagegen benötigen nur bis zur Samenreife Wasser. Auf diesen verschiedenen Lebensbedingungen der Pflanzen beruht die Ausgestaltung des Waldes und der Grassteppe.

Die Vegetationszeit der Gräser beträgt bloß ein viertel oder ein halbes Jahr, während welcher Zeit die Samen reifen, wonach dann die Pflanze austrocknet. Das Wachstum der perenierenden Gräser steht während der Trockenperiode des Sommers still, doch beginnt die bisher ruhende Wurzel mit Eintritt der Herbstregen wieder ihre Tätigkeit und die Pflanze lebt von neuem auf.

Die Gräser benötigen nur in einem gewissen Abschnitte des Jahres eine größere Feuchtigkeit; mit Eintritt der Dürre, wenn die Bodenfeuchtigkeit auf das Minimum sinkt, stellen sie zwar ihre Lebenstätigkeit ein, gehen jedoch nicht zugrunde, ein Regen erweckt sie zu neuem Leben. Gräser können demnach auch dort gedeihen, wo sich das Grundwasser in solcher Tiefe befindet, daß es ihre Wurzeln nicht erreichen können. Die Gräser benötigen dieselbe auch garnicht, denn ihnen genügt die Bodenfeuchtigkeit.¹

¹ Im Boden muß man bekanntlich zwischen Bodenfeuchtigkeit und Grundwasser einen Unterschied machen. Bodenfeuchtigkeit ist jene Wassermenge, die aus den Niederschlägen infolge der Wasserkapazität vom Boden festgehalten wird. Das

Dagegen benötigen die Bäume das ganze Jahr hindurch eine große Wassermenge. Bei Eintritt der Sommerdürre stellt der Baum seine Lebenstätigkeit nicht ein, sondern verdunstet durch seine Blätter in der trockenen Sommerluft noch mehr Feuchtigkeit, als im feuchten Frühjahr. Wenn also dem Baume nur die Bodenfeuchtigkeit zur Verfügung steht und dieselbe im Sommer durch Verdunstung verschwindet, so werden die Blätter, nachdem die Wurzeln kein Wasser mehr liefern können, gelb und fallen ab; neue Triebe können nicht entstehen, die vorhandenen verkümmern und der Baum dorrt allmählich aus. Zuerst geht die Krone zugrunde und dann wird der Stamm von oben nach unten allmählich trocken. Endlich sprießen an der Erdoberfläche Triebe hervor und der vollkommen ausgedorrte Stamm fällt mit der Zeit um. Der Baum geht also nicht zugrunde, sondern wandelt sich zu einer Strauchpflanze um, die einen nur so großen Stamm und Krone entwickelt, die mit der Bodenfeuchtigkeit im Verhältnis stehen. Ob sich nun der Baum innerhalb 2—3 oder 10—15 Jahren erneuert, ist einerlei; die Zeitdauer der Erneuerung steht aber mit der Menge der Bodenfeuchtigkeit in innigem Zusammenhang.

Ein Baum oder Wald kann nur dort bestehen, wo die Wurzeln das Grundwasser erreichen und ihnen auch dann genügend Wasser zur Verfügung steht, wenn die Bodenfeuchtigkeit auf das Minimum herabsinkt.

Es ist hier zu erwähnen, daß auf Sandboden zwischen Grundwasser und Bodenfeuchtigkeit in der Regel ein Zusammenhang besteht, es sei denn, daß eine dichte Mergelschicht oder Sandsteinbank im Unter-

Grundwasser dagegen wird von jenem Teil der Niederschlagswasser geliefert, der durch die oberen Schichten hindurchsickert, bis zu jener Tiefe, wo er auf eine wasserundurchlässige Schicht stößt, über welcher sich derselbe ansammelt und in der Fallrichtung dieser Schicht abläuft. Das Grundwasser speist die Brunnen, die Bodenfeuchtigkeit gibt den Brunnen nichts ab; in normalem Kulturboden beträgt die Bodenfeuchtigkeit im Sommer 18—28%, während der Wassergehalt jener Schichten, in welchen sich das Grundwasser bewegt, stets über 40% ist. Zwischen Bodenfeuchtigkeit und Grundwasser kann auch ein Zusammenhang bestehen, unter normalen Verhältnissen ist das auch immer der Fall, doch kommt es vor, daß die beiden wasserführenden Schichten durch eine ewig trockene Schicht getrennt sind. Ein solcher Fall besteht bei den Salzböden, wo die Bodenfeuchtigkeit vom Grundwasser durch eine ewig trockene Tonlage getrennt ist. Die Bodenfeuchtigkeit ist im Winter und Frühjahr, ein $\frac{1}{4}$ — $\frac{1}{2}$ Jahr hindurch, groß, im Sommer und Herbst gering, stellenweise unter 10% bleibend. Das Grundwasser bleibt sich das ganze Jahr hindurch gleich, höchstens sinkt etwas sein Spiegel in der zweiten Hälfte des Jahres.

grund vorhanden wäre, durch welche die beiden wasserführenden Schichten getrennt werden. Infolgedessen gedeihen auf Sandgebieten die Bäume, wenn sich auch das Grundwasser in bedeutender Tiefe befindet, denn ihre Wurzeln können den Sand leichter durchsetzen als den trockenen Ton.

Der Baum sucht mit seinen Wurzeln immer das Grundwasser auf, wie tief es sich auch befinden mag. Bekanntlich gehen selbst die Wurzeln des Weinstockes bis 10—12 m, bis zu der Tiefe, wo sie eine ständig feuchte Schicht erreichen, die auch den Sommerbedarf der Pflanze zu decken imstande ist.

Auf meinem Aufnahmegebiete konnte ich an mehreren Stellen die Beobachtung machen, daß die alten Bäume eingehen und das Absterben derselben immer an der Krone beginnt. Die neuen Triebe setzen am Stamme an. Diese alten Bäume erreichten noch zu jener Zeit ihre heutige Größe, als der Grundwasserstand hoch war. Heute setzt im Frühjahr, wenn der Sand feucht ist, das Ausschlagen der Bäume kräftig ein, im Sommer aber -- wenn der Sand austrocknet und das Wasser plötzlich tiefer sinkt -- ist der für größere Bodenfeuchtigkeit eingerichtete Baum, dessen Wurzeln nur in der oberen Bodenschicht verbreitet sind, nicht imstande den aus der Verdunstung hervorgehenden Wasserverlust aus den tieferen Schichten zu decken, so daß er allmählich abdorrt. Wenn dann feuchtere Jahre folgen, erneut sich die Baumkrone wieder. Die auf der Hutweide zwischen Kelebia und Szabadka stehenden alten Pappeln beobachte ich seit Jahren und konnte dort diese Erscheinung mehrmals wahrnehmen. Ein ähnliches Verhalten bekunden die alten Bäume auf den entwässerten Tongebieten der Komitate Csongrád und Torontál; auch hier war das Sinken des Grundwasserniveaus und das Austrocknen des Bodens Ursache des Zugrundegehens der Bäume. Die auf dem Tongebiete im Frühjahr bewerkstelligten Bohrungen ergaben 2·5 m tief eine feuchte Schicht, während im Herbst an derselben Stelle der Boden bis 5·5 m, soweit ich mit dem zur Verfügung stehenden Bohrer eindringen konnte, vollkommen trocken war; namentlich waren die unteren Tonschichten sehr trocken. Am Hortobágy fand ich schon im Juli in 4·5 m Mächtigkeit trockenen Boden. Bei 2·5 m erreichte hier der scharfe Stahlbohrer eine so trockene Tonschicht, daß er sie kaum zu durchdringen vermochte.

In der Gemarkung von Szabadka und Szeged, desgleichen in dem zur Kis-Szállás puszta gehörenden Négyes erdő beobachtete ich auch noch einen anderen Fehler. Es sind hier namentlich einzelne Flecken in den Akazienpflanzungen, wo sich die Akazie nicht zum Baume entwickeln kann. Im Frühjahr setzt die Vegetation sehr schön ein, die

jungen Bäume entwickeln große Triebe, die aber im Sommer abdorren. Im nächsten Frühjahr treibt der Baum schon von der Wurzel. Die Akazie kann sich nicht zum Baum entwickeln, sondern bleibt ein Strauch. Meine diesbezüglichen Erforschungen führten auch hier zu dem Resultat, wie auf dem Ton. Im Frühjahr war der Sand in 2 m Tiefe ganz naß, im Herbst dagegen fand ich noch in 5 m Tiefe trockenen Sand, trocken, wie er eben in den Vordünen im Sommer zu sein pflegt. An dieser Stelle kommt unter dem Sande auch ein Vordünenzug vor, dessen dichter, mergeliger, feinkörniger Kern die Wurzeln im Vordringen verhindert, so daß die Pflanze in Ermanglung tiefer Saugwurzeln die Sommerdürre zu ertragen nicht imstande ist.

Über den Vordünen ist die Baumvegetation gerade infolge ungenügender Entwicklung der Saugwurzeln mangelhaft. Ein vorzügliches Beispiel hierfür liefern die Baumanpflanzungen auf dem Gebiete und der Umgebung der landwirtschaftlichen Schule in der Gemarkung von Szabadka. Jene Bäume, die über die Täler der unter der Sanddecke befindlichen Vordünen zu stehen kommen, weisen ein schönes Wachstum auf, während diejenigen, welche über eine Vordüne zu stehen kommen nach 1—2-jährigem kümmerlichen Dasein verdorren.

Die Vegetation der Bäume kann aber auf sehr einfache Art gesichert werden. Am Boden der Grube wird ein Loch gebohrt, welches die wassersperrende Schicht durchsetzt, und dieses mit Sand lose ausgefüllt. Hierdurch wird den Saugwurzeln der Weg zum Grundwasser geöffnet. Der ausgesetzte Sprößling dringt mit seinen Wurzeln schon im ersten Jahr bis zu dem die Basis der Vordüne bildenden Grobsand vor und die Sommerdürre wird sein Gedeihen nicht mehr hindern. Durch ähnliches Vorgehen bedingte erfolgreiche Baumanpflanzungen habe ich auf derartigen Gebieten mit wasserundurchlässigem Untergrund im Donautale gesehen.

Die Lage des Grundwassers beeinflußt auch die Fruchtbarkeit des Sandes sehr wesentlich. Wo sich dasselbe in größerer Tiefe befindet, dort gibt der Sand viel schwächere Erträge, als an Stellen, wo es in 1—1.5 m Tiefe anzutreffen ist. Im östlichen Teile des auf der beigehefteten Tafel dargestellten Gebietes steht das Grundwasser im allgemeinen hoch. Auf der Strecke zwischen Kistelek und Szeged sah ich an mehreren Stellen gute Roggensaaten auf solchen Ackerfeldern, die über 10 Jahre ohne Düngung bebaut werden und immer gute Durchschnittsernten geben.

Auf dieses Gebiet gelangt das Wasser vom mittleren Abschnitt des Donau-Tiszarückens, welches während seines Laufes alle aus der Zersetzung pflanzlicher Stoffe entstammenden Nährsalze löst. Die

Roggensaaten vegetieren hier wie die Versuchspflanze: sie erhält die fertigen Nährstofflösungen. Seitdem auf dieser Strecke der Gátérkanal ausgebaut und infolgedessen das Grundwasserniveau gesunken ist, hat sich auch die Fruchtbarkeit des Sandes auffallend vermindert.

Die Zusammensetzung der Bodenarten des aufgenommenen Gebietes.

Die aus den Tiefbohrungen hervorgegangenen Materialien wurden bisher nur den gewohnten chemischen und mineralogischen Untersuchungen unterworfen. Aus diesen Untersuchungen konnte man nur in den seltensten Fällen Schlüsse von geologischem Werte ziehen. Ich befaße mich mit der eingehenden Erforschung der Böden seit ungefähr 12 Jahren; im Laufe dieser Arbeiten gelang es mir solche charakteristische Eigenschaften einiger Bodenarten zu ermitteln, aus welchen das bei ihrer Ablagerung herrschende Klima und die Umstände ihrer Ausgestaltung festgestellt werden können. Es läßt sich sagen, ob die betreffende Bodenprobe äolischen oder neptunischen Ursprunges ist, ferner ob sie am Grunde eines fließenden oder eines stagnierenden Gewässers abgesetzt wurde. Es gibt sogar Anzeichen, aus welchen man darauf schließen kann, ob der See einen zeitweiligen oder beständigen Charakter und ob er einen freien oder mit Vegetation bedeckten Wasserspiegel besessen hat.

Die unter verschiedenem Klima und in verschiedener Umgebung entstandenen Böden unterscheiden sich in erster Reihe darin, daß die ihre Mineralsplitter umgebende Kruste unter verschiedenen Verhältnissen eine verschiedene Zusammensetzung gewinnt.

Die Verwitterung ist ein Lösungsprozeß, das Lösungsmittel Wasser, in welchem in jedem einzelnen Falle andere Salze gelöst, vielerlei Gase absorbiert sind. Es ist nur natürlich, daß unter solchen Umständen der Lösungsprozeß und der hierbei entstehende unlösliche Rückstand von verschiedener Zusammensetzung sein wird.

Das salz- und gashaltige Wasser greift die Mineralkörner an ihrer Oberfläche an, das Material des Minerals löst sich jedoch nicht vollständig, sondern wird zersetzt. Ein Teil geht in Lösung, der andere lagert sich als unlösliche Verbindung an der Oberfläche des Mineralorns ab und überzieht es mit einer Kruste. Eine derartige Kruste entsteht im verwitternden Boden auf Steinen ebenso, wie auf Sandkörnern und Mineralmehlkörnchen. Unter dem Mikroskop beobachtete ich noch auf Körnern von 0.005 mm Größe eine Kruste.

Unter gleichen Verhältnissen entstandene Krusten sind einander

ähnlich; wenn wir also die Zusammensetzung der Kruste feststellen können, so bezeichnen wir hierdurch gleichzeitig die Verhältnisse und Umstände, unter welchen sie sich gebildet hat.

Während des Lösungsprozesses nimmt die Kruste des Mineral-korns an Dicke allmählich zu und springt schließlich ab. Diese losgelöste Kruste besteht aus unendlich kleinen Körnern, deren Material je nach der Art der Lösung, bez. Verwitterung verschieden zusammengesetzt ist. Diese winzigen Körnchen, welche von der abgesprungenen Kruste herrühren, bilden den feinsten Bestandteil des Bodens, die s. g. *Argillite* oder den tonigen Teil.

Die Untersuchung der Körnerkrusten oder in Tonböden des tonigen Teiles gibt in den meisten Fällen einen vollkommenen Aufschluß über die die Ausgestaltung des betreffenden Bodens begleitenden Umstände, also über das Klima, unter welchem, und die Umgebung, in welcher sich die Kruste und der tonige Teil gebildet hat.

Ich kann noch hinzusetzen, daß die einmal fertige Kruste von konstanter Zusammensetzung ist und sich nur in den seltensten Fällen einigermaßen verändert.

Die Untersuchung der aus den Tiefbohrungen meines Aufnahmegebietes herstammenden Böden ergaben folgende Resultate.

Die in der feuchten Periode abgelagerten Gesteine. Zur Zeit, als Nordeuropa mit einer mächtigen Eisdecke bedeckt war, war das Klima feuchter und auch in Ungarn gab es mehr Niederschläge, es lief mehr Wasser von den Gebirgen in das Alföld herab. Infolgedessen sind in der während jener Periode abgelagerten Schichtenreihe viele Wasserablagerungen vorhanden.

Die in Flußbetten wie auf Inundationsgebieten abgesetzten Materialien besitzen sehr charakteristische Eigenschaften. Die Mineralkörner umgibt eine dünne, kaum wahrnehmbare Kruste, deren Eisengehalt *reines Eisenoxydul* ist. Eisenoxyd läßt sich darin nur dann nachweisen, wenn der Sand auch durch den Wind bewegt wurde. Die Mineralsplitter sind scharf, eckig, nur Körner über 1 mm sind etwas abgerieben.

Der Sand der Flußbette, der von fließendem Wasser abgesetzte Flußsand, zeichnet sich durch seine außerordentlich reinen Körner aus. In demselben ist kein feinkörnigerer oder toniger Teil enthalten, da diese durch das Wasser fortgeführt werden.

Die auf Inundationsgebieten abgelagerten Schichten sind dünnmächtig; es wechseln den alljährlichen Hochwassern entsprechend fortwährend grob- oder feinkörnigere, mehr oder weniger tonige Teile enthaltende Schichten miteinander ab.

Die Seeablagerungen sind darnach verschieden, je nachdem per See ein geschlossenes, abflußloses Becken war oder von einem fließenden Gewässer durchsetzt wurde. Durch das hindurchfließende Wasser wird das des Sees fortwährend erneuert, so daß es nicht salzig werden kann. Am Grunde von Süßwasserseen sinkt oder steigt der Kohlensäuregehalt den Schwankungen der Temperatur des Wassers und des Barometerstandes entsprechend. Mit dem Sinken des Kohlensäuregehaltes geht Ausscheidung von kohlensaurem Kalk Hand in Hand. Am Grunde solcher Seen lagert sich ein außerordentlich feinkörniges kohlensaures Kalkmehl ab und jedes Mineralkorn umzieht sich mit einer kohlensauren Kalkkruste. Im Wasser des Sees leben viele Pflanzen und Tiere, deren abgestorbene Körper in den Bodenschlamm gelangen, dort verfaulen und aus deren Schwefelgehalt *Sulfide* entstehen. Die Seeablagerungen lassen sich daher durch ihren Gehalt an Sulfiden erkennen. Diese Verbindungen verleihen dem Boden eine eigentümliche Farbe, was am besten in nassem Zustand zu beobachten ist. An der Luft getrocknet verschwindet oft diese Färbung, da einerseits die leicht zersetzlichen Verbindungen, andererseits das Eisen in der die Mineralkörner umgebenden kohlensauren Kalkkruste oxydiert und eine rote Färbung hervorruft. Der Sulfidgehalt ist jedoch auch in diesem Falle nachweisbar.

Wenn der See ein geschlossenes Becken ist, sein Wasser nicht erneuert wird und er dabei nicht austrocknet, häufen sich in ihm Pflanzenstoffe an. Durch die verfaulenden pflanzlichen Stoffe wird sein Wasser sauer. In sauer reagierendem Wasser verlangsamt sich die Zersetzung der organischen Stoffe, der Zersetzungsprozeß geht in eine unvollständige Verbrennung über, die Pflanzenstoffe verkohlen und aus diesen verkohlenden Pflanzenresten entsteht *Torf*.

Am Grunde des Torfmoores lagert sich ein bläulicher, kalkloser Ton ab. Wenn sich aber der Torf in einem solchen See gebildet hat, durch welchen einst ein fließendes Gewässer geflossen ist, so finden wir unter ihm einen weißen, Kalkmehl enthaltenden Mergel. In diesem Falle kann auch Schotter im Untergrund vorkommen, der aber mit einer Kalkkruste überzogen ist.

Starker Staubfall vermengt sich mit dem organischen Teil der Torfschicht und es bildet sich kohligter Ton; wenn dieselbe mit Flugsand bedeckt wird, entsteht kohligter Sand; und wenn sie schließlich mit Flußsand oder -Schlamm bedeckt wird, bleibt sie unter denselben rein.

In dem Bodenschlamm jener Seen, die alljährlich austrocknen, oxydieren während der Trockenperiode die Sulfide und es entstehen *Sulfate*, welche durch die in den ausgetrockneten Bodenschlamm ein-

sickernde Winter- und Frühjahrsfeuchtigkeit in den Untergrund gewaschen werden. Unter Mitwirkung des Kalkgehaltes des Bodenschlammes werden im Sommer aus den Sulfaten Karbonate und das Wasser wird sodahaltig.¹ Durch das sodahaltige Wasser werden die Mineralkörner aufgeschlossen, es entstehen wasserglasartige Verbindungen, welche den kalkigen Seeboden zu einen fetten, sehr bindigen, kalkigen Tonmergel von schwach gelblicher Farbe umgestalten.

Durch das feuchtere Klima wurden auch die auf den Ufern der Gewässer oder von diesen entfernter, auf dem Trockenem abgelagerten Bildungen derart beeinflusst, daß sie in den meisten Fällen leicht erkannt werden können. Es entwickelte sich auf diesen, der größeren Feuchtigkeit entsprechend, eine üppigere Vegetation, unter welcher sich eine größere Menge von Humus angesammelt hat. Der Humus schließt die Körner des Bodens auf, und zwar umso intensiver, unter je feuchterer Umgebung seine Zersetzung erfolgt. Ferner wird durch eine kräftigere Pflanzendecke die Oberfläche besser gebunden, wodurch der Staubfall schwächer wird, so daß die Zunahme der Schichten des Trockenlandes eine überaus geringe ist.

Dem feuchteren Klima entsprechen also auf dem Trockenem dünnmächtige, aber sehr tonige Schichten, deren toniger Teil sehr stark eisenhaltig ist. Diese Anreicherung des Eisens ist das Ergebnis der Humusanhäufung. Der an feuchten Stellen sich bildende Humus enthält sehr viel Eisen, welches nach der Zersetzung bez. Oxydation des Humus im Boden verbleibt und seiner feinen Verteilung im Humus entsprechend den Boden infiltriert und dessen jedes Korn, die Sandkörner ebenso wie die winzigen, 0·005 mm großen Körnchen des Mineralmehls, mit einer Kruste umgibt. Eine solche eisenhaltige Tonschicht finden wir über der die Basis der Lößschicht bildenden Schichtengruppe, ferner im Löss selbst und an dessen Oberfläche. All diese Schichten sind von ähnlicher Zusammensetzung und sind unter identen Umständen entstanden, als das Resultat des während einer feuchteren Periode angehäuften Eisengehaltes und der zersetzenden Wirkung des Humus. Diese rötliche Tonschicht ist der Terra rossa ähnlich, weicht aber von dieser in vielen ihrer Eigenschaften ab; am besten stimmt sie mit der aus Ungarn als «Nyirok» bekannten Bodenart überein. Es ist jedoch zu bemerken, daß der an der Basis des Lößschichtkomplexes lagernde rote Ton der Terra rossa, die mittlere und obere rote Tonschicht dagegen dem Nyirok näher steht.

¹ P. TREITZ: Die Alkaliböden des ungarischen großen Alföld. (Földtani Köz-
löny, Bd. XXXVIII. Budapest. 1908.)

Die in der Trockenperiode abgelagerten Gesteine. Bei dem Übergange des feuchten Klimas in das trockene wurde vor allem die die Oberfläche bedeckende Pflanzendecke schwächer und der angehäuften Humus oxydierte immer stärker. In der trockenen Periode wurden die Oxydationsprodukte nicht aus dem Boden ausgewaschen, da die in den Boden einsickernden Niederschläge durch die trockenen Winde zum größten Teil an die Oberfläche gesogen wurden und dort verdunsteten. Infolgedessen verblieben auch alle löslichen Verwitterungsprodukte im Boden.

Die schwächere Pflanzendecke schützte die im Sommer und Herbst austrocknende Oberfläche nicht in dem Maße gegen die Winde, wie die kräftigere der feuchten Periode. Der Wind wirbelte mächtige Staubwolken auf und zerstreute die in der Luft schwebenden Mineralkörner auf weite Strecken. Auf diese Weise wuchs die Oberfläche des Trockenlandes infolge der häufigen Staubfälle rascher an, die Mächtigkeit der oberen Schicht nahm schneller zu, wie in der feuchten Periode.

Die skizzierten Wirkungen resultierten in den oberflächlichen Schichten des Trockenlandes folgende Veränderungen. In erster Reihe oxydierte der Humus: die vorher humose schwarze Oberfläche wurde zu rotem, eisenschüssigem Ton. In dem auf diesen herniederfallenden Staub lebte eine schwächere Vegetation, es häufte sich hierbei nur wenig Humus an und auch die durch den Humus verursachte Verwitterung ist geringfügiger. Die dabei entstandenen Schichten sind poröser, ihr Ton- und Eisengehalt geringer; die bei der Humuszersetzung frei werdenden leicht löslichen Salze, vor allem die Kalksalze, blieben infolge der größeren Trockenheit ihrer ganzen oder größten Menge nach im Boden. Die den Boden bedeckenden Schichten sind porös und kalkhaltig, ihrem Materiale nach *Lösse*, *Sandlöss* und *Flugsande*. Ein jedes einzelne Korn dieser drei Bildungen, sei es auch noch so klein, ist mit einer Kalk- und Eisenoxydkruste umgeben. Der Stärke der Pflanzendecke entsprechend ist die Farbe mehr oder weniger intensiv gelb, d. i. der Eisengehalt der Kruste größer oder geringer.

Die Zusammensetzung der die Mineralkörner des Nyirok und der Lößarten überziehenden Kruste bleibt im Untergrunde noch bei 100—200 m Tiefe unverändert, so daß durch die Untersuchung der Bohrproben in einer jeden Zweifel ausschließenden Weise die Umstände festgestellt werden können, unter welchen die Ablagerung der Schicht erfolgt ist. Die Kruste erfährt nur in einem Falle eine Veränderung: wenn die Oberfläche feucht und der in der feuchten Oberfläche sich entwickelnde Humus stark sauer wird. In diesem Falle oxydieren die organischen Salze der neben den Wurzeln zur Tiefe sickern-

den Humuslösungen auch im Untergrunde, entnehmen aber in Ermanglung des atmosphärischen Sauerstoffes die zur Oxydation notwendige Sauerstoffmenge den Eisenoxydverbindungen der Kruste, deren Eisengehalt auf diese Weise reduziert wird. In den gelben und roten Schichten entstehen längs den Wurzeln graublau Höfe, der Boden wird buntfleckig. Die Reduktion kann in so hohem Grade erfolgen, daß die gelbe Farbe gänzlich verschwindet und die Erdschicht in ihrer Gänze graublau wird. Jedoch auch in diesem Zustande unterscheidet sie sich von dem am Seegrund abgelagerten bläulichen Schlamm, da ihr die für den Seegrund charakteristischen Bestandteile: die Sulfide fehlen. Die auf Inundationsgebieten abgelagerten grauen Bildungen aber lassen sich schon durch ihre Schichtung erkennen.

Auch aus der Beschaffenheit der während der Trockenperiode auf von Wasser besuchten Strecken abgesetzten Materialien können die die Ablagerung begleitenden Klimaverhältnisse festgestellt werden. In den Betten fließt nur periodisch Wasser, während eines Teiles des Jahres liegt das Bett trocken. In letzterem Falle erfolgt die Bewegung, bez. der Transport des ausgetrockneten Materials der Bettsohle durch den Wind. Das zeitweise Austrocknen, sowie die unter der Windwirkung vor sich gehende Bewegung prägen den Sandkörnern und den daraus entstandenen Schichten einen leicht erkennbaren bleibenden Stempel auf. In erster Reihe entsteht auf den Sandkörnern eine starke Kruste, deren Eisengehalt oxydiert, so daß Eisenoxydverbindungen nachgewiesen werden können, die in den am Grunde der Flüsse und Seen abgelagerten Sanden — wenn sie nicht als Flugsand dahingelangt sind — fehlen. Die Oberfläche des durch den Wind bewegten Sandes wird abgerieben, die Ecken und Kanten der Körner abgerundet und bei intensiverem und länger andauerndem Transport die feineren Glimmerplättchen ausgeweht. Es gibt sogar Lößschichten, in welchen wir Glimmerplättchen, diese typischen mineralischen Gemengteile des Lösses vergeblich suchen. Wenn nämlich der Löß feinsten Teil eines Flugsandes war, d. i. aus Flugsand ausgeweht wurde, kann in demselben natürlich kein Glimmer enthalten sein, da in seinem Muttergestein, im Flugsand, aus welchem er entstanden ist, der Glimmer ebenfalls fehlt. (Diese Eigenschaft weist die obere Schicht des Lösses zwischen Szeged und Horgos auf.)

Aus dem am Ufer und Grunde des Bettes verbliebenen Material baut der Wind *Vordünen* auf, er wirbelt das lockere Material empor und weht es aus dem Bett heraus. Am Grunde der Gräben und zwischen den Ufern nimmt die Wirkung bez. Kraft des Windes — ähnlich der des Wassers — zu, so daß in den Gräben auch ein schwächerer

Wind größere Körner zu bewegen vermag, wie auf der Oberfläche, sie jedoch nur bis zum Grabenrand emportragen kann. Hier nimmt seine Kraft ab, er läßt die Sandkörner fallen und trägt nur die feineren Mineralkörner weiter. Auf diese Weise bauen sich an beiden Seiten des Bettes die Vordünen auf. Ihr Material kann nach der Beschaffenheit des im Bette transportierten Materials Sand, Sandlöß oder Löß sein.

Der durch den Wind aufgewehte Sand oder Staub kann rein bleiben, wenn er nicht mit einer Pflanzendecke bedeckt wird, oder er wird zu Löß, wenn bei seiner Ausbildung eine Vegetation vorhanden ist. Je nachdem die Pflanzendecke mehr oder weniger dicht ist, entsteht an den Körnern eine stärkere oder schwächere Kruste, was sich in der intensiveren oder bleicheren gelben Farbe des Materials zu erkennen gibt, da der üppigeren Vegetation ein größerer Eisengehalt entspricht, welcher in der intensiveren Farbe zum Ausdruck kommt.

Dies wären in Kürze jene Merkmale, auf Grund deren man auf den Ursprung der aus den Tiefbohrungen zutage geförderten Proben schließen kann. Auf Grundlage der in solcher Weise durchgeführten Untersuchung der einzelnen Proben der Bohrprofile konstruierte ich das Bild des geologischen Baues dieses Geländes.

Praktische Verwertung der geologischen Aufnahme des Gebietes.

Aus meinen auf dem Gebiete zwischen Donau und Tisza bewerkstelligten bisherigen Aufnahmen ergeben sich einzelne aktuelle Fragen betreffend sehr wichtige Aufklärungen. Das auf Grund der Aufnahme konstruierte Bild des geologischen Aufbaues liefert wertvolle Daten zur Wasserleitungsfrage der Stadt Szabadka, zur Entwässerung der wasserständigen Stellen des zu Szeged-Alsó Közponat gehörenden Gebietes sowie zum Ausbau der Strecke Budapest—Csongrád des Donau-Tisakanals.

1. Zur Frage der in Szabadka geplanten Wasserleitung bietet die Geologie des Gebietes wichtige Fingerzeige. Bisher trug man sich mit dem Plane, artesische Brunnen abzubohren und die städtische Wasserleitung mit dem Wasser dieser zu speisen. Nun aber ist es fraglich, ob die wasserführende Schicht des Untergrundes eine so große Stadt wie Szabadka mit Wasser zu versorgen imstande wäre, ob sie bei einer so außerordentlichen Inanspruchnahme eine hinlängliche Wassermenge liefern würde. Auch steht zu befürchten, daß die S-lich von Szabadka vorhandenen Brunnen, die ihr Wasser aus derselben Schicht erhalten, versiegen.

N-lich von Szabadka entspringen auf dem Kelebia genannten

Gebiete in 130 m Höhe ü. d. M. zahlreiche Quellen. Das Terrain fällt gegen Szabadka mit 20—30 m ab und das Wasser fließt im Untergrund weiter. In den oberhalb der Stadt gelegenen Senken ist früher, als der Grundwasserstand noch ein höherer und infolgedessen auch der Druck des Wassers ein größerer war, dieses Wasser an mehreren Stellen hervorgequollen und dann durch die Stadt in das Tal des Palicssees abgeflossen.

Die genannten Quellen sind sehr wasserreich, so zwar, daß sie selbst bei der vorjährigen Dürre nicht versiegten. Die Wichtigkeit der Frage läßt es wünschenswert erscheinen, daß diese Quellen untersucht und ihre Wasserlieferung festgestellt werde. Ein oder zwei über den Quellen hergestellte Probebrunnen würden Antwort auf diese Fragen geben. Bei dem großen Gefälle des Terrains — 20 m auf 12 km — wäre die Leitung des Wassers keine schwere Aufgabe.

2. Durch den geologischen Bau des Donau-Tiszarückens wird die Richtung des behufs Ableitung der am Sandrücken sich ansammelnden Wildwasser herzustellenden Kanals genau vorgeschrieben. Die Entwässerung der in Rede stehenden wasserständigen Flächen ist nur mit Berücksichtigung des geologischen Aufbaues in der Weise möglich, daß das Grundwasserniveau nicht in größerem Maße zum Sinken gebracht und dadurch die Fruchtbarkeit des Sandes vermindert werde.

Erste und Hauptbedingung ist: das Grundwasserniveau nicht herabzudrücken. So vorteilhaft es wäre, aus den Senken das überflüssige Wasser abzuleiten — also das Gebiet nicht zu entwässern, sondern nur den Überschuß an Wasser zu entfernen — einen eben so großen Schaden würde es bedeuten, wenn das Grundwasser zum Sinken gebracht werden würde.

Durch unrichtig angelegte Kanäle wären außerdem gerade die fruchtbringendsten Ackerfelder gefährdet, denn das aus schlecht geführten Kanälen aussickernde Wasser würde gerade diese überschwemmen, wenn es durch den Sand hindurchsickernd, sich an ihnen stauen würde.

Die an höher gelegenen Punkten des Sandes sich ansammelnden kleineren Wasserlachen können übrigens auch ohne kostspielige Kanalisation entfernt werden, u. z. durch Tilgungsbrunnen. An der wasserständigen Stelle des Sandes wird ein Brunnen bis zur ersten wasserführenden Schicht gegraben und der Brunnen mit Ziegeltrümmern oder Faschinen angefüllt und mit Sand lose zugedeckt. Die in der Senke sich sammelnden Niederschlagswasser sickern in den Brunnen, gelangen dort durch die Ziegeltrümmer oder Faschinen in das Grundwasser und fließen mit diesem ab. Auf diese Weise kann das zwischen den Sandhügeln sich sammelnde und stagnierende Wasser am einfachsten abgeleitet

werden, ohne das Grundwasserniveau zu senken und ohne kostspielige Kanäle herstellen zu müssen.

3. Auch betreffs der Art des Ausbaues des Donau—Tiszakanales bietet die Kenntnis der geologischen Verhältnisse wichtige Anhaltspunkte.

Der obere Abschnitt der Kanalstrecke Budapest—Csongrád führt nach den Plänen in einem alten Flußbett, der mittlere und untere Abschnitt dagegen verquert die S-licheren Bette.

Wenn der Rücken des Donau-Tiszagebietes durch einen im unteren Abschnitt des Kanals geplanten 19—20 m tiefen Einschnitt entzwei geschnitten wird, so wird das Wasser der durch denselben eröffneten Wasserläufe des Untergrundes zum größten Teil im Kanal abfließen. Das Wasser der im oberen Abschnitt befindlichen Bette verringert sich, da es einen rascheren Abfluß gefunden hat, in den unteren Abschnitt aber gelangt kein Wasser mehr, weil der Kontakt durch den Einschnitt unterbrochen wird. Infolgedessen sinkt das Grundwasserniveau auf den ober, wie auf den unter dem Kanal gelegenen Gebieten. Die Wirkung des hoch und tief stehenden Grundwassers auf Sandgebieten zeigt am besten die Natur selbst am Stande der Vegetation. Im W-lichen Teile des auf der beigeheften Kartenskizze dargestellten Gebietes steht nahe zum hohen Ufer das Grundwasser tief, im E-lichen Teile dagegen hoch. Ein Vergleich der Vegetation dieser beiden Gebiete läßt jeden Zweifel ausschließend die Wirkung erkennen, welche ein den Rücken durchschneidender Kanal auf die Fruchtbarkeit des hohen Sandrückens ausüben würde.

Es sei nur kurz erwähnt, daß durch das Sinken oder vielmehr Hinabsenken des Grundwassers in der Gemarkung von Kecskemét, namentlich aber auf dem W- und N-lich von der Stadt gelegenen Gebiete, der Gemüsebau zur Unmöglichkeit werden, ja sogar im Ackerbau eine Krisis eintreten würde. Doch würde eine Wirkung auch auf dem zwischen Félégyháza, Majsza, Dorozsma und Szabadka sich ausbreitendem Gebiete sehr stark zu verspüren sein.

Die Frage ist viel wichtiger und, da von der geologischen Ausgestaltung die Rede ist, nicht solcher Natur, daß sie in der Kanzlei gelöst werden könnte. Nur auf Grund einer diesbezüglichen, mit Hilfe zahlreicher Bohrungen durchgeführten Aufnahme kann und darf man diese Frage entscheiden, denn so nutzbringend ein dem geologischen Aufbaue sich anpassender Kanal für diese Gegend wäre, durch welchen die heute noch ausgebreiteten Weidestrecken in blühende Gärten und Äcker umgewandelt werden würden, ebenso schadenbringend wäre ein nach rein technischen Gesichtspunkten gebauter Kanal, der den geologischen Bau des Gebietes unberücksichtigt ließe.