

4. Vorläufiger Bericht über den Boden der Weingegend Arad-Hegyälja und von dem ebenen Teile des Komitates Arad.

VON PETER TREITZ.

Laut der Verordnung (287/1909) der Direktion unserer Anstalt sollten die agrogeologischen Aufnahmen in Verbindung mit den geologischen Aufnahmen ausgeführt werden. Die Agrogeologen haben die Kartierung des Alföld am Ostrande zu beginnen. Ausgehend von den Abhängen des Randgebirges und aus den Tälern, welche sich in die Ebene öffnen, sollen die Aufnahmen sich westwärts in die Ebene erstrecken. Diesem Plane entsprechend setzte ich im Laufe des Sommers 1910 meine Aufnahmsarbeiten auf dem Blatte Zone 21 und Kol. XXV. im Komitate Arad fort.

Die Arbeit im Felde erlitt im Monate August eine längere Unterbrechung, da ich den ehrenvollen Auftrag erhielt, auf der II. agrogeologischen Konferenz in Stockholm die ung. agrogeologische Sektion zu vertreten. In Schweden machte ich die Exkursion nach Nordschweden und die agrogeologische Exkursion in Mittelschweden mit. Auf der Rückreise war es mir vergönnt einen längst gehegten Wunsch zu erfüllen, nämlich eine Studienreise in die Heidegebiete Norddeutschlands ausführen zu können, um die dortigen Sandgebiete, deren Boden, die geologischen und naturgeschichtlichen Verhältnisse mit jenen der ungarischen Sandgebiete vergleichen zu können.

Diese Studienreise ermöglichte Herr Dr. ANDOR v. SEMSEY durch seine freigebige Unterstützung. Es sei mir gestattet, unserer Direktion für die Bestimmung zur Teilnahme an der Konferenz in Stockholm, sowie den Herrn v. SEMSEY für die Studienreise in die Heide, meinen aufrichtigen Dank auch an dieser Stelle abzustatten.

Im Laufe des Frühjahres erhielt ich den ehrenvollen Antrag an einer Konferenz in Odessa teilzunehmen, die zum Zwecke der Ausarbeitung eines Arbeitsplanes, zur hydrologischen und pedologischen Aufnahme der südlichen Gebiete in Ostrussland abgehalten werden sollte. In Anbetracht meiner Entsendung nach Stockholm, mußte ich mit schweren

Herzen der Auszeichnung, an der Konferenz in Odessa mitzuwirken, entsagen.

Endlich sei noch jenem Vortrage Erwähnung getan, den ich auf Einladung der landwirtschaftlichen Sektion der kroatischen Landesregierung im Herbste des l. J. über „Die Agrogeologie und deren Nutzen für die Land- und Forstwirtschaft“ hielt, da dieser Vortrag zur Errichtung des „Bodenkundlichen Institutes für Kroatien und Slavonien in Zagreb“ mit beitrug. Mit Freude vernahm ich, daß die kroatische Regierung bald nach meinem Vortrage, noch im Monat Dezember das Institut gründete, mit der Bestimmung, daß es sich mit den Fragen die im Bereiche der wissenschaftlichen und angewandten Bodenkunde liegen, beschäftige. Zum Leiter des Institutes wurde Herr Prof. Dr. F. SANDOR ernannt. Wir begrüßen mit Freude seine Ernennung, somit steht der Ausführung einer einheitlichen Übersichtsaufnahme der Bodenverhältnisse Kroatiens und der heimatlichen Gebiete nichts im Wege, welcher Umstand für die Fertigstellung der übersichtlichen Bodenkarte unseres Landes selbst von großer Wichtigkeit ist.

* * *

Von dem Jahre 1892 bis 1909, also achtzehn Jahre lang arbeitete ich fast ohne Unterbrechung zwischen der Donau und Tisza, im Flug-sandgebiet des Alföld. In das Gebirge kam ich selten und immer nur um eine spezielle Frage zu lösen. Nach solchen Vorarbeiten ist es nur natürlich, daß in diesem neuen Gebiete am Rande der Gebirge, dessen geologische, wie bodenkundliche Verhältnisse kompliziert sind und von jenen meines bisherigen Arbeitsgebietes sich in jeder Hinsicht sehr unterscheiden, mir die zwei Jahre, die ich hier arbeitend zubrachte, nur zur Orientierung dienen mußten. Eine Detailaufnahme kann nun erst auf Grund dieser Übersichtsaufnahme ausgeführt werden, wenn mir die Daten der noch fehlenden, doch unumgänglich notwendigen chemischen Analysen zu Gebote stehen werden.

Es ist das also nur ein vorläufiger Bericht über meine zweijährigen Studien, während die eingehende Behandlung der agrogeologischen Fragen bis zu jener Zeit aufgespart werden muß, wenn wir die Beschreibung der geologischen wie bodenkundlichen Verhältnisse des Komitates Arad ausführen werden.

Geologischer Teil.

Zu Beginn unserer Aufnahmearbeiten führten uns die beiden Herren Direktoren unserer Anstalt an dem Westrande der Arad-Biharer Gebirge entlang. Herr kgl. Rat Dr. TH. v. SZONTAGH leitete die gemeinsame Exkursion von Tenke bis Borossebes, Herr Prof. Dr. L. v. Lóczy dann weiter von Borossebes bis Paulis und von Arad bis Temesvár. Auf dieser Exkursion erhielten wir von ihnen zahlreiche wertvolle Aufklärungen, welche uns namentlich das Verständnis des geologischen Aufbaues des begangenen Gebietes erleichterte. Mit Vergnügen gedenke ich dieser so lehrreichen gemeinsamen Exkursion und kann es nicht unterlassen auch an dieser Stelle meinen aufrichtigen Dank auszusprechen.

Die Daten über den geologischen Aufbau des kartierten Gebietes entnahm ich aus den Jahresberichten der kgl. ungar. geologischen Anstalt 1883—1887, in welchen Herr Dr. L. v. Lóczy die Resultate seiner geologischen Aufnahme desselben Gebietes niederlegte,¹⁻⁶⁾ andererseits aus den mündlichen Mitteilungen, die ich während unserer gemeinsamen Exkursionen von H. Prof. Dr. v. Lóczy selbst erhielt. Diese in der geologischen Karte abgeschlossene geologische Aufnahme diente als Grundlage zu meinen Arbeiten, ich bemühte mich auch nur hauptsächlich die Entstehung der Bodenarten, sowie die, bei dem Bildungsprozesse mitwirkenden Faktoren zu ermitteln.

Die älteste Ablagerung der Ebene ist der Rest des tertiären Schuttkegels, welcher von dem Durchbruche der Maros entspringend sich einst fächerförmig ausbreitend, tief in die Ebene hinabreichte. Dr. L. v. Lóczy

1) L. v. Lóczy: Bericht über die geologische Detailaufnahme während des Sommers 1883 im Gebirge zwischen der Maros und der Weißen-Körös und in der Arad-Hegyalja. Jahrb. d. k. ung. geol. Anstalt für 1883.

2) L. v. Lóczy: Bericht über die im Sommer des Jahres 1884, in der Gebirgsgegend zwischen der Maros und Fehér-Körös ausgeführten geologischen Detailaufnahmen. Jahrb. d. k. ung. geol. Anstalt für 1884.

3) L. v. Lóczy: Bericht über die geologische Detailaufnahme im Maros-Tale und im nördlichen Teile des Temeser Komitates im Sommer des Jahres 1885. Jahrb. d. k. ung. geol. Anstalt für 1885.

4) L. v. Lóczy: Bericht über die geologischen Detailaufnahmen im Komitate Arad, Csanád und Temes im Sommer des Jahres 1886. Jahrb. d. k. ung. geol. Anstalt für 1886.

5) L. v. Lóczy: Bericht über die geologischen Detailaufnahmen im Komitat Arad im Sommer des Jahres 1887. Jahresber. d. kgl. ung. geol. Anstalt für 1887.

6) Geolog. Karte des Gebietes Radna-Lippa, Zone 21, Kol. XXV. Ausgeführt von Prof. Dr. L. v. Lóczy.

erklärt die Bildung dieses Schuttkegels wie folgt:¹⁾ „Auf Grund dieser Beobachtungen kann die Ebene zwischen Arad—Paulis und Világos als ein alter Schuttkegel der Maros betrachtet werden, dessen Spitze sich bei Paulis befindet. Die Hegyalja begleitenden sumpfigen Niederungen, sowie die zahlreichen trockenen Flußläufe kennzeichnen genügend den Lauf und die Wirkung dieses Hauptflusses von Siebenbürgen . . .“

Das Material des Schuttkegels ist auch noch bei Zsadány-Murány im Komitate Temes aufzufinden. Diese mächtige Ablagerung baute sich natürlich noch vor dem Durchbruche der Maros bei Lippa auf. Nach dem Durchbruche schnitt das aus dem Marostale ausströmende Wasser den Schuttkegel durch, schwemmte die Schuttmassen teilweise fort und lagerte sich wieder, aber der Größe nach geordnet ab. In unveränderter Lagerung findet sich von dem Schuttkegel nur ein kleiner Rest zwischen den Ortschaften Ujpanát und Kovaszinc vor. Es ist dies eine kleine Erhöhung, die sich um 2—3 m über das Niveau emporhebt. Die Struktur des Schotter dieses Hügels ist in einem Aufschluße gut zu sehen und unterscheidet sich wesentlich von den Schotterablagerungen im heutigen Marostale.

Das Wasser des Marostales schnitt sich allmählich in den Schuttkegel ein, schwemmte von den nahe der Spitze abgelagerten gröberen Materiale weniger, hingegen von den feinkörnigerem, welches sich den Rändern entlang ablagerte, viel mehr fort. Der feinkörnige Anteil der Schuttmassen wurde teils durch die Kraft des fließenden Wassers, teils durch die Arbeit des Windes von dem ursprünglichen Ablagerungsorte auf größere oder kleinere Entfernungen befördert und lieferte das Material zur oberflächlichen Bodendecke der Ebene und der Gebirge. Aus diesem sandigen Sedimenten wurden die Dünenzüge aufgebaut, die von Gyorok ausgehend, sich über die ganze Ebene erstrecken und bis Szentes und Hódmezővásárhely verfolgt werden können. Die Vordünen begleiten die Rinnen dieses äußerst verzweigten Flußsystemes auf beiden Ufern. Ihr innerer Kern wird durch Flugsand gebildet und trägt ausnahmslos eine Lößdecke. Ein Seitenarm des Flußes²⁾ floß von Paulis bis Világos am Gebirgsrand entlang, wendete sich erst hier gegen Westen. Die anderen Arme nahmen sogleich beim Eintritt auf die Ebene eine westliche oder südwestliche Richtung an.

Anfangs führten diese Wasserläufe beständig viel Wasser. Es

¹⁾ Jahrb. d. k. ung. geol. Anstalt für 1883. Pag. 53.

²⁾ Die Flußrichtung ist auf dem geologischen Detailkartenblatte Zone 21, Kol. XXV., welche Dr. L. v. Lóczy und Dr. J. Pethő im Jahre 1888 von dieser Gegend verfertigte gut ersichtlich. Im Jahresbericht der k. ung. geol. Anstalt 1883 (Pag. 41) detailliert beschrieben.

scheint, daß später die Menge des ablaufenden Wassers in den verschiedenen Jahreszeiten sehr großen Schwankungen unterworfen war. Der größte Teil der Niederschlagsfeuchtigkeit lief im Winterhalbjahre ab, im Frühsommer floß nur mehr in den Hauptanmen Wasser und große Schotter- und Sandbänke wurden auf dem Inundationsgebiete trockengelegt. Da diese Sandbänke erst im Sommer aus dem Wasser auftauchten, konnten sie sich mit keiner Vegetation bedecken, da die Sonnenstrahlen die keimenden Pflanzen verdörrten. Dieser Umstand bildete den Ursprung einer sich mächtig entfaltenden Bildungsprozesses, d. i. die Bodenbildung durch die Kraft des Windes. Das lose Material der Sandbänke durch die Sonnenstrahlen ganz ausgetrocknet, wurde schon durch die am Fuße der Gebirge sich täglich abwechselnden Tal und Bergwinde bewegt. Während die größeren Sandkörner vor dem Winde nur rollen oder sich sprungweise vorwärts bewegen, bleibt das feinkörnige Material durch die Windeskraft emporgeschleudert in der Luft schwebend und kann so auf ungeheure Entfernungen befördert werden. Der niederfallende Staub überzog Ebene, Berg und Tal mit einer mächtigen Bodendecke. Dem Baue der Ablagerungen nach zu schließen, scheint die Intensität der Staubablagerung mit der Zeit zugenommen zu haben, zuletzt wurden sogar die aus losen Sand bestehenden Vordünen mit einer Staublege überdeckt.

Dr. L. v. Lóczy teilte in seinen Aufnahmsberichten die quartären Ablagerungen in zwei Gruppen (Jahresber. d. k. u. Geol. Anst. 1883, Pag. 58) wie folgt:

„Das Diluvium wird auf unserem Gebiete durch zwei separat zu besprechende Formationen vertreten:

- a) Geschichteter grober Schotter und harter schotteriger Ton.
- b) Ungeschichteter und sich an der Berglehnen hoch hinaufziehender bohnerreicher, in seiner unteren Partie Kalkkonkretionen enthaltender roter und gelber Ton; und in untergeordneter Menge Löß . . .“

Die Abhänge der Gebirge werden demgemäß von einem unteren grobkörnigen, geschichteten Sedimente und von einem oberen schichtungslosen bedeckt. Die untere Schichtengruppe ist das Resultat der Wirkung von fließendem Wasser, die obere Bodendecke hingegen ist tonig, weist keine Schichtung auf. Dr. L. v. Lóczy stellte schon im Jahre 1886 fest, daß dieser gelbe bohnerführende Ton in geologischer Hinsicht mit dem Löß als gleichwertig aufzufassen sei. (Jahrb. d. k. u. geol. Anst. 1886 S. 105.)

Das Material und die Struktur der obersten Bodendecke weist darauf hin, daß es durch die Kraft des Windes auf die Abhänge und die Plateaus hinauf befördert wurde und hier durch die Einwirkung der

jeweilig herrschenden Faktoren der Bodenbildung einer Umwandlung unterlag; es bildete sich aus dem Flugstaube je nach Lage- und Standort ein verschiedener Boden.

Die Struktur der oberen Bodenschichten, welche den ebenen Teil des Gebietes bedecken, zeigt einen ähnlichen Aufbau. Der Untergrund wird durch Flußschotter- oder Flußsandschichten gebildet; diese Schichtengruppe überdeckt ein feineres Material. Flugsand, dessen Körner an Ecken und Kanten abgerundet sind, als sicheres Merkmal einer Bewegung vor dem Winde; die oberste Decke ist mit tonigen Verwitterungsprodukten gemengter Flugstaub.

Die Struktur der oberen Schichtengruppe kann man in den vielen ausgedehnten Sand- und Schottergruben studieren, deren eine große Anzahl auf dem Aufnahmegebiete erschlossen ist, u. zw. bei den Ortschaften: Györök, Zimánd, Uj-Szt.-Anna, Siklós, Arad usw. Einzelne sind 8—10 m tief und mehrere 100 m lang. In allen diesen Gruben wird der untere Schotter von einem feinsandigem ungeschichteten Material überdeckt, welches stellenweise einen ganz lößähnlichen Charakter aufweist. Aus diesen Erörterungen geht hervor, daß die Schichtenfolge der oberen Bodendecke, wie im Gebirge, so auch in der Ebene durch eine Zweiteilung charakterisiert wird, welche auf eine verschiedene Entstehung schließen läßt. In beiden Gebieten kann man unterscheiden:

1. Eine untere geschichtete Ablagerung, an welcher die neptunische Entstehung klar zu ersehen ist.
2. Eine obere einheitliche ungeschichtete Bodendecke.

Die untere Schichtengruppe lagerte sich aus dem Schwemmaterial ab, welches das fließende Wasser aus dem Gebirge in die Ebene hinabführte. Nahe am Gebirge ist das Material der Ablagerung grobkörnig, je weiter wir gegen Westen schreiten desto kleiner werden die Kiesstücke, desto größer die Menge des Sandes, welcher dem Schotter beige-mengt ist. Weder in der Ebene, noch im Gebirge finden wir in den unteren Schichtenkomplexe in größerer Ausdehnung solche Bestandteile, welche auf eine äolische Entstehung hinweisen würden.

Die Struktur der oberen Bodendecke ist im Gegensatze zu den unteren ganz einheitlich; die Korngrößen seines Materiales unterliegen einer so geringen Schwankung, wie wir es nur in äolischen Bildungen zu finden gewohnt sind. Sedimente, welche aus zeitweiligen Inundationen abgelagert wurden, finden sich nur in sehr untergeordnetem Maße darin vor. Diese abwechselnde Herrschaft der beiden bodenbildenden Naturkräfte konnte nur durch eine im Pleistozän eintretende Aenderung der meteorologischen Faktoren bedingt werden.

In dem ersten Zeitabschnitt mußte die Atmosphäre über diesem

Gebiete so gestaltet sein, daß sich in ihr von den feinsten Bodenteilchen schwebend nur wenige erhalten konnten, insofern war eine Ansammlung von einer größeren Menge Flugstaub auf der Bodenoberfläche nicht leicht möglich.

Im zweiten Abschnitte hingegen mußten solche meteorologische Faktoren zur Herrschaft gelangt sein, welche gerade die Bildung von größerer Mengen Flugstaub begünstigten. Nur aus einer beständig mit Staub geschwängerten Atmosphäre kann sich eine so mächtige Ablagerung gebildet haben, wie wir solche auf der Ebene und im Gebirge heute vorfinden. Da sich weiter in dieser oberen Bodendecke weniger aus Wasser abgelagerte Schichten nachweisen lassen, so muß auch zur Zeit ihrer Entstehung eine geringere Menge Wassers auf diesem Gebiete sich bewegt haben.

Bei dem Studium der meteorologischen Faktoren solcher Länder, in welchem auch gegenwärtig ein intensiver Staubfall herrscht, wurden sehr interessante Resultate erzielt. Es stellte sich heraus, daß die Intensität des Staubfalles durch viel Regen nicht verhindert wird, wenn nur nach den Niederschlägen trockene Tage folgen, ferner daß dieselbe allein durch wenig Niederschlag nicht unbedingt erhöht wird. Das Vorkommen von erheblichen Mengen von Flugstaub in der Luft ist ausschließlich an den Dunstgehalt der Atmosphäre gebunden.

Ist die Luft trocken und ihr Dunstgehalt gering, so bleibt der aufgewirbelte Staub sehr lange Zeit in ihr schwebend. In Ungarn gibt es Gebiete mit 500 bis 800 mm Niederschlag, auf welchen ein ständiger und intensiver Staubfall verzeichnet werden kann. Enthält hingegen die Atmosphäre beständig viel Wasserdampf, so bleibt die Bodenoberfläche, in Ermangelung einer kräftigen Verdunstung, immer feucht; kein Wind kann auf solchen Boden Staub aufwirbeln. Der von den trockenen Luftströmungen hierher geführte Staub wird an der Grenze der feuchten Luft niedergeschlagen, in die feuchte Zone selbst gelangt er nicht hinein.

Die Verbreitung des Lößes in Mitteleuropa bestätigt die Richtigkeit dieses Satzes. Die Lößzone reicht gegen Norden nur bis zu der Grenze, bis zu welcher die feuchten Luftströme des Meeres sich hinziehen.¹⁾ In den nördlichen Gebieten von Schweden beträgt die jährliche Niederschlagsmenge 420—450 mm,²⁾ dennoch ist die Atmosphäre in diesem Landesteile so feucht, daß in ihr kein Flugstaub zu sehen ist. Auf den Blättern und Nadeln der Pflanzen konnte ich keinen Staub finden;

1) KRAUSE: E. H. L. Dr. Die Steppenfrage. Globus 1894.

TANFILIEV G. J.: физико-географическія области европейской россіи 1897.

2) Öfersikt af Sveriges Klimat of Hamberg H. E. Upsala 1895.

und nach den mündlichen Mitteilungen finden sich auf dem Grunde der Seen auch keine Staubablagerungen.

Welche geologische Faktoren sind es nun, deren Wirkung zu einer Verminderung oder Erhöhung des Dampfgehaltes der Atmosphäre Anlass geben.

Die Erfahrung lehrt, daß die Menge des Flugstaubes in der Luft in direktem Zusammenhange steht mit dem Grade der Dürre des Sommerhalbjahres und mit den tiefen Stand des Grundwasserspiegels.

Diese beiden Bedingungen stehen in Wechselbeziehung zu einander. Nämlich: wo die Luft während der warmen Jahreszeit trocken ist, dort verdunstet die Bodenfeuchtigkeit bis zu beträchtlichen Tiefen und wo weiter die ständig feuchte Schicht des Bodens tief liegt, dort kann kein Baumwuchs bestehen, kein Wald gedeihen. Endlich wo kein Wald den Boden beschattet und beschützt, dort laufen die Niederschläge rasch ab und führen große Mengen von Schutt- und Erdmaterial von den Abhängen in die Ebene. Hieraus ist zu ersehen, daß der tägliche Staubfall ansteigen kann, wenn der Grundwasserspiegel im Boden durch irgendwelche Ursache sich in die Tiefe senkt. Das Einschneiden des Flußtales in den Körper des Flußgebietes kann eine sehr beträchtliche Senkung der ständig feuchten Bodenschicht im Untergrund zur Folge haben. Die tiefe Lage eines Flußtales übt eine sehr große austrocknende Wirkung auf das ganze Gebiet der Flüße. Durch die natürliche Drainage sinkt der Grundwasserspiegel in die Tiefe, die darüber liegenden Bodenschichten werden trockener. Da auch infolge der geringeren Verdunstung der Bodenfeuchtigkeit weniger Wasserdampf in die Luft gelangt, wird die relative Feuchtigkeit der Atmosphäre geringer und auf diese Weise zur Bildung von Flugstaub geeigneter.¹⁾

Während meinen Aufnahmen in den verschiedenen Teilen Ungarns konnte ich gleichmäßig überall die Zerteilung der diluvialen Ablagerungen konstatieren, so daß ich die genannte Teilung, wenigstens für das Alföld (Tiefland) und dessen Rand, als normal zu betrachten geneigt bin. Da ich weiter während meiner Studienreisen auch im Südosten, in Rumänien, Südrussland und Serbien in den pleistocänen Ablagerungen zwei Phasen immer überall vorfand, glaube ich, daß diese Aenderung der Bildungsweise der quartären Ablagerungen nicht örtlich ist, sondern mit der großen Vereisung und mit dem darauffolgendem Rückzuge der Eisdecke im Zusammenhange steht.

¹⁾ Durch die Vertiefung des Marostales bei Nagyenyed wurde das pflanzenphysiologisch wirksame Klima in der Umgebung des Flußes dermaßen trockener, daß die Zone der Rotbuchenwälder, welche früher bis auf die erste Terrasse hinabreichte, um 200 m höher stieg.

Agrogeologischer Teil.

Die Erdarten und Bodentypen der Gebirgslandschaft.

Aus der Ebene (120 m ü. d. M.) des Komitates Arad erhebt sich, mit ziemlich steilen Abhängen plötzlich und ohne Übergang, das kristalline Gebirge bis zu 450 m Höhe. Meine Aufnahme erstreckte sich nur auf die westlichen Abhänge dieses Gebirgszuges. Der untere Teil desselben ist mit Wein bepflanzt, die höheren Lagen sind größtenteils bewaldet. Meine Beobachtungen, welche ich während meiner Aufnahmen machte, kann ich leider auch dieses Jahr nicht mit analytischen Belegen ergänzen, da unser Chemiker mit Gesteinsanalysen beschäftigt war und keine Bodenanalysen ausführen konnte. Dem entsprechend muß ich mich bei der Beschreibung der Bodentypen bloß auf die Daten beschränken, welche ich während der Aufnahmsarbeiten draußen zu sammeln imstande war. Die genauere Beschreibung muß für die Detailaufnahme des Komitates Arad aufgespart bleiben.

Auf die so auffallende Verschiedenheit der Erd- und Bodenarten, welche dieses Gebiet bedecken, hat schon Dr. L. v. Lóczy in einem seiner Berichte hingewiesen.¹⁾

„Dieser rote und gelbe Ton reicht bei Magyarát und Pankota bis zur Csiger-Ebene herab, hier und in den Weingärten der erwähnten Ortschaften übergeht dieser rote Ton in seinem oberen Teile in eine 1—1·20 m dicke Lage schwarzer Dammerde, welche sich aber bloß durch ihre Farbe und den Humusgehalt vom Tone unterscheidet; es ist in derselben etwas Schotter eingebettet und Bohnerz findet sich ebenfalls darin vor. Diese schwarze Erde gleicht ganz jener, welche sich draußen auf der Ebene am Boden der Wassertümpel absetzt. Organische Reste fand ich bisher weder im Schotter noch im Tone.“

Nach diesem folgt die Besprechung der Verbreitung, der Lage und des Alters der Lößablagerung, sowie der Einschlüße, welche darin bei Paulis gefunden worden sind.

Weiter: „An den Seiten der Maros bildet überall Schotter, — mehr oder weniger grobkörnig, neben einer wenig mächtigen Lage von bohnerzführenden rotem Ton (terra rossa) oder mit diesem zusammen und als Deckschichte mächtige gelbe sandige Löhmlage, welche trotz ihrer löß-

1) Jahresbericht d. k. ung. geol. Anstalt 1883, Pag. 58.

artigen Ausbildung doch nicht als Löß zu betrachten ist, — die Reste des Diluviums.“¹⁾

Nach diesen Daten aus der Literatur will ich mit der Besprechung der Erd- und Bodenarten bei Paulis beginnen, wo aus dem abgelagerten Flugstaube typischer Löß entstanden ist. Eine eingehende Beschreibung dieser Lößlage findet sich in dem Berichte von Prof. Dr. v. Lóczy (1883). Den Bau dieser Lößablagerung kann man am besten in dem Hohlwege studieren, der von der Kirche in O-Paulis ausgehend auf den Gál-Berg hinaufführt. Der Hohlweg schloss nicht nur die Lößdecke auf, sondern schnitt auch stellenweise in das kristallinische Grundgebirge, in den Diorit ein. Die Mächtigkeit der Lößdecke ist am Fuße des Berges $4\frac{1}{2}$ m, auf dem Plateau 0·6 m; aus seinem Aufbaue kann die ursprüngliche Vegetation bestimmt werden, welche ihn vor der Bearbeitung durch den Menschen bedeckte. Die untere Lage des Lößes, welche auf dem Gesteine aufliegt, ist durch die Abscheidung von Ton und Eisen aus der durchsickernden Bodenfeuchtigkeit zu einem eisenschüssigen roten Lehm verwandelt; in den der Talsohle näher liegenden Teilen ist die rote Lehmschicht 200 cm mächtig, mit der Erhebung nimmt die Mächtigkeit der verwandelten Schicht ab, beträgt am Plateaurande nur mehr 10—20 cm.

Die Umwandlung des Lößes geschah noch in der Zeit, als das ganze Gebirge bewaldet war. Der jährliche Laubfall des Waldes bedeckte mit einer Lage organischen Stoffen den Boden. Die Niederschläge, welche auf diese Pflanzenreste gelangten, laugten die in ihnen enthaltenen Säuren, Salze und Gerbstoffe aus und führten sie in den Boden. Die salzige saure Bodenfeuchtigkeit des Waldes ätzte die Oberfläche der Mineralkörner an, löste aus dem angeätzten Teile derselben Basen wie Kieselsäure auf. Aus der Bodenfeuchtigkeit wurde auf diese Weise eine gesättigte Salzlösung.²⁾ In der nassen Saison sickert die Bodenfeuchtigkeit durch die Lößschicht, gelangt bis auf die Gesteinsunterlage und wird durch dieselbe aufgestaut. Bei Eintritt der trockenen Jahreszeit verdunstet ein Teil des Wassers an den Steilwänden des Lößes im Tal und es scheidet sich allmählich eine entsprechende Menge aus der salzigen Bodenfeuchtigkeit aus und setzt sich auf die Oberfläche der Körner ab, das Material nimmt eine rote Färbung an. Je näher die Abscheidung zu der Talsohle vor sich geht, eine umso mächtigere Schicht wird an Eisen und Ton angereichert. Das Lößmaterial der Steilwände am Rande der

1) L. v. Lóczy: Földtani Közlöny 1876, pag. 106.

2) P. TREITZ: Die Aufgaben der Agrogeologie. Földtani Közlöny 1910, Bd. XI, Heft 7—8.

Wasserrinne im Tale selbst; ist in seiner ganzen Masse zu rotem Lehm umgewandelt. Der ganze Berg Gál ist wie die übrigen mit einer mächtigen Lage von Flugstaub bedeckt worden. Aus diesem Flugstaubmaterial entstand nur auf den südlichen und der Ebene zugewandten westlichen Abhängen Löß. Der Untergrund des Lößes ist auf dem Bergesrückén an kohlenurem Kalke angereichert worden. Jedes Stück des zerfallenen Gesteinsuntergrundes bekam hier einen Mantel von äußerst feinen Kalkmehl. Auf den östlichen und den gegen Norden gerichteten Abhängen ist das Flugstaubmaterial in einen lößähnlichen gelben Lehm umgewandelt, dessen untere Lage tonig und durch die Menge abgeschiedenen Eisens mehr oder weniger dunkelrot gefärbt wurde.

Diese Verschiedenheit der Ausbildung des Flugstaubmaterials ist das Resultat der Einwirkung der meteorologischen Faktoren während des Prozesses der Bodenbildung. Über dem Plateau, wie über den westlichen und südlichen Abhängen streicht immerwährend eine warme und trockene Luft, welche aus der Ebene kommt. Der Boden ist ständig trocken, die Bodenfeuchtigkeit gelangt nie zum Abfluß, sondern verdunstet auf der Stelle, wo sie als Niederschlag auffiel, oder doch sehr nahe zu dieser. Auf diesen Abhängen ist der Tau eine seltene Erscheinung. Infolge dessen kann nur eine kleine Menge des Kalkes, welche bei der Verwitterung entsteht, ausgelaugt werden. Bei der Verdunstung der Bodenfeuchtigkeit scheidet sich der Kalk ab und umkleidet alle Schuttstücke und Mineralkörner des Untergrundes. Auf den übrigen Abhängen streicht in der Nacht der kühle Bergwind in die Ebene hinab, kühlt den Boden dermaßen ab, daß wenn nach Sonnenaufgang die erwärmte Luft der Ebene durch diese Täler aufwärts zieht, sie durch diese kühle Bodenoberfläche zur Abgabe eines Teiles, ihres Dampfgehaltes gezwungen wird. Besonders starker Tau fällt aus der Luft, die dem Marostale entstammt. Auf diesen Abhängen schlägt sich auch im Hochsommer täglich ein starker Tau nieder. Der Tau bewirkt eine stärkere Auslaugung als der Regen, somit wird der Kalk ausgelaugt und nur das Eisen und der Ton abgelagert. Der untere Horizont des Lößes wird hier zu roten Lehm umgewandelt. Manchmal bleibt nur so wenig unveränderter Löß zurück, daß beim Anpflanzen der Weinreben, wenn der Boden rigolt d. h. bis 60 cm Tiefe umgewendet wird, der reine rote Lehm zur Oberfläche gelangt, ganze Berglehnen sind auf solche Weise mit dem rotem tonigem Lehme bedeckt.

Eine ganz identische Bodenart, den „Nyirok“ beschreibt Dr. J. SZABÓ aus dem Gebirge von Tokaj-Hegyalja,¹⁾ wo sie die Abhänge und

1) Album von Tokaj-Hegyalja. Red. v. Dr. J. v. Szabó und J. Török. Pest, 1864.

Rücken der Trachitgebirge bedeckt. Da es schwer fällt, einen Unterschied zwischen den Nyirok von Tokaj-Hegyalja und dem rotem Lehme dieses Gebietes aufzustellen, so können wir ohne weiteres diesen letzteren mit demselben Namen bezeichnen, können noch zur genaueren Bezeichnung des Untergrundes den Namen des Untergrundgesteines dazu setzen und somit von Granit-Nyirok oder Diorit-Nyirok sprechen, je nachdem er Granit oder Diorit bedeckt.

Die einheitliche Staubschichte, die das ganze Gebirge überlagerte, ist nicht nur auf dieser Stelle zu verschiedenartigem Boden umgewandelt, sondern die Umwandlung tritt auch auf den rein gegen Osten gewendeten Abhängen von Paulis an gegen Norden klar hervor. Auf dieser Strecke sind die Areale der einzelnen Bodentypen mit breiteren Übergangszonen verbunden.

Von Paulis bis Borossebes finden sich die Bodentypen in folgender gesetzmäßiger Reihe geordnet vor. Die westlichen Abhänge des Gál-Berges sind von Paulis bis Ménes größtenteils mit Löß, dann mit einem Gemische von Löß und Nyirok bedeckt. Im Tale von Ménes findet sich aber schon fast ausschließlich Nyirok vor, Löß beschränkt sich nur auf die südlichen Abhänge der östlichen Ausläufer des Nagyhatár-Berges.

Auf den gegen die Ortschaft Gyrok geneigten Abhängen sehen wir noch zwar hie und da Lößflecke, oder mit Löß gemengten Boden, doch die herrschende und von Kúvin an die einzige Bodenart ist Nyirok. Das charakteristische Merkmal der kalkigen Zone, die Anhäufung des Kalkes auf der Oberfläche des Muttergesteins ist hier nur auf seltenen Stellen anzutreffen. Die oberen Bodenhorizonte, wie der Untergrund, ist vollständig entkalkt. Auf der Strecke von Kúvin bis Kovasinecz lassen sich nur einige kleine Fleckchen auszeichnen, in deren Untergrund eine Anhäufung von kohlen-sauren Kalk vor sich geht. Dieser Prozess findet immer auf solchen Stellen statt, wo eine durch die orographische Lage bedingt eine sehr intensive Verdunstung der Bodenfeuchtigkeit bewirkt wird; also auf den Spitzen der Ausläufer und an den Wänden der Hohlwege.

Die herrschende Bodenart dieses Teiles des Weingebietes ist ausschließlich Nyirok; zwischen Kovasinecz und Világos kommt kein Löß vor. Kalkanhäufung fand ich nur auf zwei Flecken vor. Auf den Abhängen welche sich in diese Bucht herabsenken, wird auch Nyirok immer seltener, ein schwarzer humusreicher Boden wird zur herrschender Type, eine dem schwarzen Steppenboden nahe liegende Bodenart.

Die Abhänge des Bergrückens von Világos sind sehr steil, die Niederschläge haben den aufgelockerten humosen Boden von hier schon größtenteils denudiert, so daß bei der Anpflanzung des Weines fast all-

gemein der tiefere Untergrund aus Tageslicht kam. Der Weinboden ist auf dieser Strecke mit Schutt vermengt.

Die Bergkuppe von Világos ist die nördliche Spitze des Gebirgszuges Arad-Hegyalja. Nördlich von diesem Berge öffnet sich das Tal von Magyarád, das Sammelgebiet der Bäche Csiger und Almás. Das ganze Tal wird einheitlich mit einem humusreichen schwarzen Steppenboden ausgekleidet. Derselbe bildet die Oberkrume des ganzen Weingebietes von Galsa, Muszka, Magyarád, Pankota; dann der Aecker, welche von Almás beginnend bis Kurtakér reichen. Es ist dies die einzige Verwitterungsschicht von allen Gesteinen, welche in dem Aufbau dieses Tales teilnehmen. Der Granitrücken zwischen Galsa und Pankota, die Andesitkuppe Bokrétahegy bei Pankota, die Hügelzüge des pannoni-schen Mergels zwischen Almás und Kurtakér, alle werden durch den schwarzen Steppenboden überdeckt. Diese Bodenart zieht sich durch die Seitentäler bei Magyarád, Aranyág, Drauc, Duud und Ternova bis auf die Plateaus der Hügel hinauf. Erst in dem Tale von Duud tritt eine Aenderung der einheitlichen Bodenecke auf. Der schwarze Boden des Tales ist nur auf den südlichen und westlichen Abhängen unverändert geblieben, während er auf den gegen Norden und Osten, also dem hohem Gebirge zugewendeten Seiten degradiert wurde. Durch einen auf dem Schwarzboden entstandenen Wald wurde sein Humusgehalt und sein Eisengehalt vermindert, seine Farbe gebleicht.

Auch das Inundationsterrain der Csiger und Fehér-Körös ist mit einem hellen Auenboden ausgekleidet. Doch auch hier werden alle kleine Hügel und niedere Terrassen, die sich über das Niveau der Talsohle emporheben, im ganzem Tale bis Apatelek hinauf von schwarzen Boden bedeckt. Oberhalb dieser Ortschaft erhebt sich ein Andesitberg. Er liegt in nordöstlicher Richtung an der Mündung des Fehér-Köröstales. Die längliche Kuppe erhebt sich 378 m über das Niveau der Ebene und bildet die nördliche Grenze der Schwarzerden-Zone. Die gegen Südwesten gewendete konkave Seite ist mit Schwarzerde bedeckt, der Nordost-Abhang hingegen trägt noch einen üppigen Wald und ist mit grauem Waldboden bedeckt. Der Grat dieser Kuppe bildet die Grenzlinie zwischen der Schwarzerden-Zone und der Zone mit brauner Walderde, welche letztere Zone von hier beginnend sich bis in die Gemarkung der Ortschaft Bokszeg erstreckt. Das ursprüngliche Profil dieser Bodenart findet sich oberhalb Kontrató in dem noch stehendem Wald in unveränderter Form vor. An der Wand der Grube, die wir behufs Untersuchung in diesem Walde anlegen liessen, zeigte es sich, daß der Boden durch alle drei Horizonte hindurch grau ist. Die Analyse zeigte weiter, daß diese helle Farbe nicht durch Eisenmangel hervorgebracht wurde, sondern mit der chemischen

Form der Eisenverbindung in Zusammenhange steht; weiter, daß die helle Farbe nicht beständig ist und nur so lange anhält, als der Boden mit einer Laubdecke vor dem Eindringen des atmosphärischen Sauerstoffes geschützt ist. Wenn der Wald abgeholzt wird und der Boden durch Bearbeitung den atmosphärischen Einflüssen freigelegt bleibt, ändert sich die hellgraue Farbe in ein Rotbraun um. Der Braune-Waldboden bildet die Übergangszone zwischen den Zonen des echten Schwarzbodens und dem des grauen Waldbodens, d. h. des echten Podsolbodens. Die nördliche Grenze des Überganges in den echten Waldboden liegt zwischen den Ortschaften Bokszegebél und Borossebes. Nördlich von dieser letzteren Ortschaft ist das ganze Gebiet — einerlei ob das Grundstück als Wald oder Acker oder Weide benützt wird — mit hellgrauem Boden bedeckt. Es ist dies der echte Waldboden der Podsol der Russen. Während seiner Entstehung unterlag er einer so starken Auslaugung, daß aus ihm der größte Teil der Eisenverbindungen der Verwitterungsprodukte ausgewaschen wurde, so daß dieser Boden infolge seines geringen Eisengehaltes auch als Ackerland die hellgraue Farbe beibehält. Höchstens wird er nach langjähriger landwirtschaftlicher Benutzung durch Anwachsen des Humusgehaltes dunkler gefärbt.

Die Beschreibung der Bodentypen.

Im begangenen Gebiete können fünf Haupttypen unterschieden werden.

1. Kalkreiche Böden.
2. Eisenreiche Böden.
3. Humusreiche Böden.
4. Brauner Waldboden.
5. Grauer Waldboden.

Während meiner Aufnahme war es mir möglich, in den hier wirkenden Naturkräften zonenweise eine auffallende Verschiedenheit beobachten zu können. Die Gesamtwirkung dieser sich zonenweise ändernden Kräfte, welche sie auf die Bodenbildungsprozesse ausübten, mußte nach ihrer jeweiligen Zusammensetzung verschieden geartete Böden entstehen lassen. Da aber die Besprechung dieser, in dem Bereiche der Bodenbildung liegenden Fragen nicht in den Rahmen meines amtlichen Berichtes paßt, so muß ich von deren Erörterung hier absehen und mich nur auf die Aufzählung der festgestellten Tatsachen beschränken.

In der Zusammensetzung des Bodens, der die in die Ebene auslaufenden Lehnen bedeckt, zeigt sich eine Gesetzmäßigkeit, welche mit dem

Anwachsen der Niederschlagsmenge und des Wasserdampfgehaltes der Atmosphäre in Verbindung zu stehen scheint. Die Aenderung der Bodenbestandteile von Süden gegen Norden kann in folgende fünf Punkten zusammengefasst werden:

1. Der Kalkgehalt des Bodens der Lehnen nimmt von Süden gegen Norden stetig ab.

2. Der Humusgehalt hingegen wächst an, erreicht im Tale von Magyarád sein Maximum, nimmt weiter nordwärts wieder ab.

3. Der Eisengehalt des Bodens wächst bis Világos ständig, weiter nordwärts ist in den oberen Horizonten eine Abnahme dieses Bestandteiles zu beobachten. In der Umgebung von Borossebes wird ein grauer Boden zur herrschenden Type, welcher einen Eisenmangel in seinem ganzen Profile offen zur Schau trägt.

Über die klimatischen Faktoren habe ich folgende Beobachtungen anstellen können.

Der trockenste Punkt des ganzen Gebietes liegt bei Paulis, gegen Norden zu wird die Atmosphäre stetig reicher an Wasserdampf. Die Aenderung der Zusammensetzung der Luft offenbart sich in der Häufigkeit des Taufalles und der Bildung von Nebel, während des Sommers und des Herbstes. Borossebes ist der feuchteste Ort des ganzen Gebietes. Die Differenz der klimatischen Feuchtigkeit macht sich auch in den Niederschlagsmengen geltend.

Kalkreiche Böden.

Die Natur des herrschenden Klimas charakterisiert am besten der Kalkgehalt des Bodens, denn Kalk wird nur an solchen Stellen aus der Bodenfeuchtigkeit abgelagert, wo die Größe der Verdunstung die auslaugende Wirkung der durchsickernden Niederschläge aufhebt. Mit andern Worten, wo der größte Teil der aus den Niederschlägen in den Boden gelangenen Feuchtigkeit, anstatt als Grundwasser abzufließen, bei Eintritt der trockenen Periode aus den tieferen Bodenschichten zur Oberfläche hinaufsteigt und da zur Verdunstung gelangt.

Die größte Menge des Kalkes gelangt naturgemäß in denjenigen Bodenhorizonte zur Ablagerung, in welchem sich die meiste Feuchtigkeit bewegt, also in der unmittelbar am Gestein liegenden Schicht. Der sich abscheidende Kalk lagert sich als feine Kruste auf die Oberfläche aller Bodenkörner ab. Er überzieht die Gesteinstücke, die Sandkörner, wie auch die allerfeinsten Mineralsplitter des Staubes und des Tones. Dauert die Abscheidung des Kalkes längere Zeit, so können auch die Poren des

Bodens durch den verfestigt Kalk ausgefüllt werden und es kann auf diese Weise eine Kalkbank entstehen.

Die untere Schichte des kalkreichen Lößes auf dem Gál-Berge verdankt ihren großen Kalkgehalt einem ähnlichen Vorgange. Auf den südlichen und östlichen Lehnen ist die unter dem Löß liegende, mit Schutt vermengte Schicht in feines Kalkmehl eingelagert, jedes Stück des Schuttes ist mit einer dicken Kalkkruste umgeben, die Gesteinstücke haben ein Aussehen, als wären sie aus einer Mauer herausgelöst worden. Das Plateau des Gálberges bildet den kalkreichsten Punkt des Gebietes.

Dieses Gebiet mit kalkreichen Boden wurde seit den ältesten Zeiten als Weingebiet benützt. Durch die Bodenbearbeitung wurden die oberen Schichten fortwährend gelockert und von den Niederschlagswässern allmählich abgetragen, so daß heute das ursprüngliche Bodenprofil nirgendsmehr zu sehen ist. Die Weinstöcke stehen im ehemaligen Untergrund.

In anderen Gegenden mit dem gleichen klimatischen Bedingungen bildet sich folgendes Profil:

Obere Horizont: Brauner eisenreicher Lehm 40—50 cm.

Mittlerer und unterer Horizont: Hellgelber kalkiger Mergel, oder Löß, oder poröser gelber Lehm.

Die beiden Horizonte haben keine Übergangszone, sondern werden mit scharfer Grenze von einander getrennt.

Die Anhäufung des Kalkes dauert auch heute noch immer fort, sie wurde besonders durch Entforstung der Umgebung gefördert. Da durch das Rigolen des Bodens eine kalkreiche Schicht zur Oberfläche kam und die Verdunstung der Bodenfeuchtigkeit, durch die Art der Bodenbearbeitung, welche der moderne Weinbau erheischt, sehr unterstützt wird, so wird die ganze Bodenlage von Tag zu Tag reicher an Kalk.

Eisenreiche Böden.

In der Zone der eisenreichen Böden vertritt Eisen die Rolle des Kalkes, die Bodenfeuchtigkeit ist reich an Eisen und anstatt des Kalkes scheidet sich aus ihr, an geeigneten Stellen, eine organische Eisenverbindung ab und überzieht als Kruste die Körner jeder Größe. In den Boden dieser Zone trägt ein jedes Stück des Schuttes, oder der Mineralsplitter, eine Kruste aus einer kolloiden Eisenverbindung bestehend. Beim Eintrocknen des Bodens wirkt diese kolloide Verbindung als Kitt und macht auch die sandigen Böden bindig. Auf diese Weise entstehen die Nyirokböden und ähnliche eisenschüssige sandige Böden.

Auch in dieser Zone ist das ursprüngliche Bodenprofil nicht mehr

zu sehen. Der Weinbau hat die Zerstörung der natürlichen Lagerung zur Folge gehabt und die Regengüsse des Sommers schwemmen soviel Material von den Lehnen in die Ebene, daß von den ursprünglichen oberen Bodenlagen fast nichts mehr übrig blieb. Die Weinstöcke stehen hier überall auf den ehemaligen Untergrund. So viel konnte aber festgestellt werden, daß der Kalk sich auch hier anzuhäufen beginnt, es finden sich, in dem naturgemäß kalklosen Gebiete, schon Flecken mit kalkreichen Boden. Durch die Abforstung wurde die Verdunstung in einem solchen Grade gesteigert, daß sich im Untergrunde, selbst im roten eisenreichen Nyirok, die Poren und Spalten des Bodens mit einer feinkristallinischen Kalkkruste überziehen. Hievon können wir uns leicht überzeugen, wenn wir auf den gegen Süden gewendeten Lehnen des Méneser Tales, eine 100—150 cm tiefe Bohrung anlegen. Der Untergrund, gewöhnlich ein Nyirokboden, ist meist kalkig.

Zwischen den Ortschaften Paulis und Kovaszincz, kommt Nyirok bei dem Rigolen des Weinbodens zur Oberfläche, dann nördlich von Kovaszincz, wird ebenfalls beim Anpflanzen des Weines ein roter eisenreicher Boden zu Tageslicht gefördert. Diese beiden Bodenarten zeigen, den Pflanzen gegenüber, ein verschiedenes Verhalten; auch hat ihre Bildung unter Pflanzendecken stattgefunden, welche sich von einander wesentlich unterscheiden. Da ich aber diesen Unterschied, in Ermangelung von chemischen Analysen, nicht mit Daten beweisen kann, bin ich gezwungen beide Bodenarten zusammengefaßt zu besprechen.

Soviel ist aber sicher, daß die helleren gelblich-roten Böden viel ertragreicher sind, als die dunkleren braunroten. Die hellere Farbe zeigt auf Kalkgehalt, die dunklere auf Kalkmangel. Bekanntlich besitzen von den eisenreichen Böden die kalkhaltigen eine größere Fruchtbarkeit.

Humusreiche Böden.

Das Vorgbirge nördlich der Ortschaft Kovaszincz ist der Ausgangspunkt einer neuen Bodenzone, nämlich jener der humosen Böden.

Im kalkreichen Boden können sich die verwesenden organischen Stoffe nicht anhäufen, kalkreicher Boden ist niemals humos. (Unter sehr feuchtem Klima, auf Kalkstein findet in dem mit Kalksteinschutt vermengten, angestammten Boden eine Ansammlung von großen Mengen humifizierter Pflanzenresten statt; diese Bodenart wird „*Rendzina*“ genannt, gehört in eine andere Bodenklasse, als die hier angeführten.)

Auch in eisenreichen Böden ist eine Ansammlung von Humus ausgeschlossen, da die Eisenoxydverbindungen die Verwesung der organischen Stoffe befördern.

Die Anhäufung von humifizierten organischen Resten beginnt dann, wenn die atmosphärische Feuchtigkeit einen Grad erreicht, welcher den Niederschlägen, insbesondere dem Tau, das Eindringen in den Boden und ein wenigstens teilweises Abfließen im Untergrund ermöglicht. Die durchsickernde Feuchtigkeit laugt aus den oberen Horizonten, nicht nur den Kalk, sondern auch das Eisen aus. Der Kalk wird von dem abfließenden Bodenwasser in den Untergrund geführt, gelangt je nach der Lage des Ortes, entweder in das Grundwasser, oder wird er im Sommer, bei Eintritt der trockenen Zeit, dort abgeschieden. An einigen Stellen, wo die Verdunstung der Bodennässe durch die orographische Lage erleichtert wird, finden wir auch in dieser Zone, in 2—4 m Tiefe des Untergrundes, Kalkabscheidung, meist in Sandschichten, oder in solchen, die mit viel Steinschutt vermengt sind.

Die Eisenverbindungen sind nicht so leicht beweglich, sie werden meist nur unter die humushaltige Schicht gewaschen und hier abgelagert.

Das Profil der humosen Böden ist folgendes:

Oberer Horizont: Schwarzer humoser Steppenboden 50—70 cm.

Mittlerer Horizont: Rosterde 30—60 cm.

Unterer Horizont: Eisenreicher Ton 100—400 cm.

Bei der Anpflanzung des Weines wurde der Boden bis auf 60—70 Cm. Tiefe gewendet, auf vielen Stellen kam auf diese Weise, neben den schwarzen Untergrund, auch die eisenreiche Rosterde zum Vorschein und verlieh der Oberfläche des Gebietes ein buntfleckiges Aussehen. Je größer die atmosphärische Feuchtigkeit, umso häufiger der Taufall, umso üppiger die Vegetation. Aus einer größeren Menge organischer Stoffe entsteht mehr Humus. Da in einer feuchteren Umgebung die Verwesung langsamer fortschreitet, als in einer mäßig feuchten, so häufen sich, unter solchen Bedingungen, die humosen Stoffe allmählich an.

In dem Boden, der die Lehnen südlich von der Stadt Világos bedeckt, sind 3—4% Humus enthalten, hingegen steigt dieser Bodenbestandteil, in dem großen Tale nördlich von dem Schloßberg, bis 9% an. Mit dem höheren Humusgehalt nimmt auch die Mächtigkeit der humosen Schicht zu; der 50—70 Cm., Mächtigkeit am südlichen Teile, steht, im Bereiche des Tales von Magyarád, eine Humusschicht von 100—150 Cm. gegenüber.

Das große Tal von Muszka-Magyarád öffnet sich gegen Westen in die Ebene, während es im Osten durch hohe Bergrücken begrenzt wird. Bei der allabendlichen Abkühlung fließt der kalte Luftstrom vom Gebirge durch dieses Tal in die Ebene hinab, kühlt den Boden dermaßen ab, daß des Morgens, wenn nach Sonnenaufgang die Luft aus der Ebene über diesen abgekühlten Boden aufwärts strömt, aus ihr sich ein star-

ker Tau abscheidet. Dieser tägliche Tau bildet den Anlaß zur Ansammlung der humosen Stoffe im Boden des Tales.

Das Bodenprofil, im großen Tale von Magyarád, gleicht dem oben angeführten vollständig, nur die Mächtigkeit der Humusschicht ist hier größer, 100—150 Cm. und der Untergrund ist auch vollständig entkalkt. Der Auslaugungsprozeß ist so mächtig, daß er eine Abscheidung von Kalk durchaus verhindert.

Eine Ausnahme bildet in dieser Hinsicht der Boden der Bergkuppe Bokréta bei Pankota. Der schwarze Boden liegt hier dem dichten Andesit auf. Da erstens das Wasser nur bis zu der Oberfläche des Gesteines durchdringen kann und die ganz freie Lage des Berges die Verdunstung sehr unterstützt, gelangt auf dem Plateau des Berges so viel Bodenfeuchtigkeit zur Verdunstung, daß sich aus ihr ein Teil des Kalkes abscheidet. Dem entsprechend finden sich, am Plateau der Kuppe unter der Bodenebene, stellenweise auf dem Andesit Kalkanhäufungen.

Brauner Waldboden.

In der nächstfolgenden Zone, die an der nördlichen Grenze des Tales von Magyarád beginnt, erreicht die klimatische Feuchtigkeit eine solche Höhe, welche schon eine Aenderung der Vegetationsform bewirkt. Bis zu dieser Zone war die herrschende Form der Pflanzendecke, auf den Berglehnen Buschwald, oder Steppenwald; im Tale von Magyarád Grasflur. Doch sobald wir die erste Terrasse ersteigen, welche das Tal des Csiger-Baches von Norden begrenzt, treten wir in die Zone des Laubwaldes ein. Auf dieser Anhöhe beginnt der gemischte Laubwald, der weiter den ganzen Gebirgszug bedeckt.

Der Humusgehalt des Bodens entsteht ausschließlich aus den Wurzeln der Gräser und Kräuter, die auf ihm wachsen. Ein echter Waldboden kann also nur an solchen Stellen humos werden, wo keine Bäume, oder nur wenige stehen und auch diese so weit von einander, daß zwischen ihnen die Sonnenstrahlen den Boden erreichen können und das Gedeihen der Gräser ermöglichen.

Je größer die klimatische Feuchtigkeit, umso üppiger wird das Wachstum der Bäume und dichter ihr Laub. Im echten Waldklima tragen die Bäume ein so geschlossenes Laubdach, daß kein Sonnenstrahl dessen Schatten erhellen kann. Unter solchen Bedingungen kann unter den Bäumen kein Gras wachsen.

Der herbstliche Laubfall gibt zur Bildung einer Decke, aus organischen Stoffen bestehend, Anlaß. Die Decke erleichtert das Eindringen

des Niederschlages in den Boden und unterstützt so die Auslaugung desselben. Das auf dem Boden liegende Laub fällt selbst der Verwesung anheim, der Humus jedoch, welcher bei diesem Zersetzungsprozess entsteht, bleibt auf der Oberfläche des Bodens liegen. Seine löslichen Bestandteile werden durch die Niederschläge ausgelaugt, durchwandern die verschiedenen Bodenlagen und fließen, meist unverändert, als Grundwasser ab, der Boden selbst enthält, von organischen Verbindungen, immer weniger als 1%.

Erreicht also die klimatische Feuchtigkeit eine Größe, welche das Gedeihen des Hochwaldes ermöglicht, so verhindert sie auch gleichzeitig die Ansammlung von Humus im Boden selbst.

Auf der Südlehne des Andesitberges von Apatelek, finden wir den letzten Streifen von Schwarzerde, unterhalb des Grates, als Ackerkrume der Weinanlagen und der Zweigeichen. Auf der Nordseite steht ein geschlossener Hochwald aus gemischten Laubbäumen, in dessen Boden keine Humusansammlung stattfinden kann. Der Humusgehalt der Schwarzerde bewegt sich zwischen 6—9%, jener des Waldbodens zwischen 0:3—1%. Auf der Ostseite beginnt die Übergangszone mit 1—3% Humusgehalt.

Das unveränderte Profil des braunen Waldbodens finden wir in dem Walde, bei der Ortschaft Bokszegebél.

Unter einer Laubdecke von 3—6 Cm. folgt:

Oberer Horizont: 10 cm ausgelaugte staubige Schicht mit Blätterstruktur. Darunter folgt eine hellgraue ausgelaugte Tonschicht bis 50—60 Cm.

Mittlerer Horizont: Dunkelgraue Tonschicht bis 100—110 Cm. Die dunkle Färbung wird durch die organischen Verbindungen verursacht, welche hier abgelagert wurden.¹⁾

Unterer Horizont: Hellgrauer Ton.

Die Ausrodung des Waldes ändert die Zirkulation der Bodenfeuchtigkeit. Nachdem im Sommer den Boden nunmehr kein Laubdach überwölbt, wird die obere Lage ausgetrocknet und der Aufstieg der Bodenässe aus den tieferen Schichten eingeleitet und so die im mittleren Horizont abgelagerten organischen Verbindungen in die oberen Lagen befördert. Die Bodenbearbeitung erschließt den Boden der Einwirkung der

¹⁾ Diese dunkle Schicht färbte sich im Laboratorium, nach dem Trockenwerden, rot; es ist dies die Orterden- oder Rosterden-Schicht, die erst nach eingetretener Oxydation der organischen Verbindungen, die charakteristische rostrote Farbe annimmt.

atmosphärischen Agenten, indem sie das Eindringen des Sauerstoffes ermöglicht. Die organischen Verbindungen erleiden allmählich eine Oxydation und der ursprünglich graue Boden färbt sich rotbraun. Dies ist der Bildungsgang des *braunen Waldbodens*.

Grauer Waldboden oder Podsol.

Die Zone der braunen Walderde übergeht allmählich in den echten grauen Waldboden, eine Grenze ist zwischen den beiden schwer zu ziehen. Der graue Ackerboden beginnt östlich von der Ortschaft Bokszeg und nördlich von Kujed. Diese Zone hat das feuchteste Klima vom ganzen kartierten Gebiete. Ihre Einwirkung auf den Boden äußert sich in der totalen Auslaugung des Eisens aus allen Horizonten. Es findet sich hier keine Rosterde mehr im Untergrund vor und der Boden bleibt auch nach der landwirtschaftlichen Benutzung grau. Die organischen Eisenverbindungen gelangen in der ständigen Feuchtigkeit in Dispersion und werden in solcher Form aus den Boden herausgeführt.

Die orographische Lage des Ortes bestimmt nun, ob diese Verbindungen ganz aus dem Boden entfernt werden, oder an einer Stelle wieder zur Abscheidung gelangen. An manchen Stellen des Abhanges, wo die Bewegung der Luft besonders lebhaft ist, kann auch in diesem feuchten Gebiete, eine rasche Verdunstung der Bodennässe eintreten. Besonders häufig findet dies an gegen Süden gerichteten, oder der herrschenden Windrichtung ausgesetzten Steilwänden, sowie an den Spitzen der Ausläufer von Vorgebirgen und Hügeln statt. An solchen Stellen wird die Bodenfeuchtigkeit allmählich durch die andauernde Verdunstung konzentriert, hiedurch die Eisenverbindungen zur Abscheidung gebracht. Anfangs werden nur die wasserführenden Schichten an Eisen angereichert. Wenn aber die Abscheidung lange Zeit fort dauert, so kann der Boden der Steilwand, oder des Promontoriums, durch das abgelagerte Eisen, in seiner ganzen Masse rot gefärbt werden. Auf diese Weise entstehen Steilwände mit roten Streifen, sowie ganze Berglehnen einnehmende rote Böden.

Aehnliche Vorgänge haben wir schon bei der Besprechung der Bodenarten von Paulis erörtert, wo ebenfalls eine rote Färbung der unteren Lößschichten zu verzeichnen ist. Obzwar beide Färbungen durch die Abscheidung von Eisenverbindungen entstanden sind, so müssen wir doch in der Form dieser färbenden Kolloide und auch ohne Zweifel in ihrer chemischen Konstitution einen großen Unterschied voraussetzen, da sie in ihrem Verhalten, welches sie den Pflanzen gegenüber zeigen,

sowie in den schon im Felde sichtbaren physikalischen Eigenschaften, große Differenzen aufweisen.¹⁾

Doch auch in dem Profile des grauen Waldbodens findet sich, trotz der bedeutenden Auslaugung, ein Horizont vor, in welchen eine Akkumulation der löslichen Verwitterungsprodukte stattfindet. Es ist dies die Schicht, in welcher die meisten Wurzeln den Boden durchsetzen; in unserem Gebiete in einer Tiefe von 50—60 Cm. Die abgestorbenen Wurzeln der Bäume schrumpfen mit der Zeit ein, öffnen hiedurch der Boden-nässe Möglichkeit und Wege zur Bewegung. Beim Anlegen der Gruben zum Zwecke der Bodenuntersuchung sehen wir, daß das Wasser, zu jeder Jahreszeit, immer neben den todtten Wurzeln hervorquillt und in die Grube rinnt. Das Bodenwasser der Laubwälder enthält immer viel Eisen. Die Wurzel der Bäume, welche in den Laubwäldern vorkommen (Eiche, Birke, Weisbuche, Ahorn usw., sowie Farnkraut), enthalten viel Gerbstoffe. Wenn nun eisenhaltiges Wasser mit gerbstoffhaltigem Holze in Berührung steht, so bildet sich ein Niederschlag von gerbstoffsaurem Eisen. Mit der Zeit wird der ganze Holzstoff der Wurzel durch diesen Niederschlag erfüllt, die Wurzel wird versteinert. (Es spielen bei diesem Prozesse auch noch andere Elemente mit, auf deren Rolle wir aber jetzt nicht eingehen können.)

In jedem Bodenprofile befindet sich ein Horizont der Lösungserscheinungen und ein zweiter der Abscheidung oder der Kristallisation. Wenn nun durch das Sinken des Grundwasserspiegels der Horizont der ehemaligen Abscheidung zu einem der Lösung wird, so übt das durch sickernde Wasser auf die Oberfläche der durch Abscheidung entstandenen versteinerten Wurzeln, eine lösende Wirkung aus. Es werden erst die vorspringenden Ecken und Kanten abgetragen, die versteinerten Wurzeln teilen sich in runde Knollen. Auf diese Weise entstehen längliche Gebilde von abgerundeter Form. Mit der Zeit wird immer mehr aufgelöst, die weniger dichten Partien ganz weggeführt und als Reste der Wurzel bleiben kleine runde Eisenkonkretionen, die für die roten Tonböden so charakteristisch sind. Die Bohnerze sind das Leitfossil des ehemaligen gemischten Laubwaldes.

Der kartierende Geologe findet auf den Aufschlüssen, in der Zone des Laubwaldes, niemals den grauen Waldboden, sondern immer den schon umgewandelten rotgefärbten Ton, zutage tretend, in welchem im

¹⁾ Leiden war es mir nicht möglich diese sichtbare Unterschiede durch analytische Belege klar zum Ausdruck bringen zu können, da wie ich in der Einleitung schon erwähnte, der Chemiker der agrogeologischen Sektion, anderweitig beschäftigt war.

echten Waldgebiete die kleinen Eisenkonkretionen noch in unveränderter Form vorhanden sind. Infolge dieses Umstandes wird das ganze Gebiet mit den Namen „Bohnerzführender roter Ton“ bezeichnet und kartiert. (Der normale Boden in unveränderter Form wäre nur auf den Plateaus, durch Anlegen einer Bohrung, oder einer Grube, zu erreichen.

Die Bodenarten der Ebene.

In dem Verwitterungsprozesse der Böden der Ebene war nicht das Klima der Hauptfaktor, obzwar seine Einwirkung sich in der Natur der Verwitterungsprodukte durch unverkennbare Zeichen kund gibt. Das über der Ebene herrschende Klima ist streckenweise viel zu wenig verschieden, um einen entschiedenen Eingriff in die Bildungsprozesse ausführen zu können. Die Form und Zusammensetzung der Ackerkrume wurde durch die chemischen und physikalischen Eigenschaften des Untergrundes, sowie durch die orographische Lage des Ortes bestimmt. Von diesen zwei Faktoren gelangte in Höhenlagen die Einwirkung der Art des Untergrundes, in den Mulden und Vertiefungen die der orographischen Lage zur Geltung. Dem gleichförmigen Klima entsprechend war die ursprüngliche Pflanzendecke ziemlich einheitlich. Die Anhöhen wurden von gemischten Laubwald bestanden; das Bereich der Inundation der Bäche bildete eine Parklandschaft, in welcher kleine Auen- und Rasenflächen wechselten; endlich in den Mulden und Vertiefungen wuchs eine üppige Sumpflvegetation.

Dieses Bild änderte sich bald durch den Eingriff des Menschen. In erster Linie wurden große Flächen abgeforstet, zu Grasflur umgewandelt, zweitens erfuhr die Richtung der Gewässer bald eine Veränderung und viele Mulden, in welchen sich bisher Flußwasser bewegte, leitete nunmehr humose Binnenwässer ab. Die Abforstung eines Waldgebietes bewirkt eine gänzliche Umwandlung in dem Kreislauf des Bodenwassers. Die Verdrängung des Flußwassers, durch das humose, basenarme Binnenwasser in den Mulden übt eine weitere tiefgehende Veränderung auf den Boden ihres Inundationsrayons aus.

Auf diese Weise wurde allmählich, durch die Arbeit des Menschen, der größte Teil des Laubwaldes zu einer Grasflur umgestaltet.

Diese Umwandlung fand auf unserem Gebiete vor so langer Zeit statt, daß aus den Waldboden, wie dem Auenboden, ein fast normaler Steppenboden ward. Doch im Untergrunde können, auf allen Stellen, immer noch, die Merkmale der einstigen Waldvegetation aufgefunden werden.

Im kartierten Teil der Ebene sind fünf Bodentypen zu unterscheiden:

1. Sand- und Kiesböden.
2. Hellbraune Steppenböden.
3. Dunkelbraune Steppenböden.
4. Wisentonboden und „Kotu“-Boden.
5. Székböden.

1. *Die Sand- und Kiesböden.* Die Reste des ehemaligen Schuttkegels, welcher vor der Zeit der Lößablagerung dieses Gebiet bedeckte, bilden die Felder der Kies- und Sandböden, in der Umgebung der Ortschaft Ujpanát. Sie stehen inselförmig im ausgedehnten Areal der tonigen Steppenböden.

Die ursprüngliche Pflanzendecke der Kiesflächen war Laubwald, unter dessen Wachstum wurde der Boden stark ausgelaugt. Das typische Profil des Laubwaldes hat der landwirtschaftliche Betrieb kaum geändert; im Untergrund findet sich noch die Akkumulationsschicht der Eisenverbindungen, die Rosterde oder Orterde, in unveränderter Form vor. Die Oberkrume ist ein heller sandiger Lehm, dessen Humusgehalt nur in den tieferen Lagen auf 3—4% angewachsen ist, im allgemeinen bleibt sein Gehalt unter dieser Zahl. Kalk findet sich weder in der Oberkrume, noch im Untergrund.

Das Grundwasser liegt meist 8—12 m tief.

2—3. *Steppenböden.* Wie bei der Besprechung des geologischen Aufbaues dargetan wurde, ist das gesamte Gebiet, mit Ausnahme der obigen Sand- und Kiesinseln, mit Löß bedeckt. Die Steppenböden, so wie der Wisentonboden, nehmen den mit Löß bedeckten Teil der Landschaft ein. Die erhöhten Flächen sind mit Steppenboden, die Mulden mit Wisentonboden bedeckt.

Die ursprüngliche Vegetation war teils Laubwald, teils Auenwald, in welchem letzterem Grasfluren von kleinem Umfang mit Gehölz wechselten. In den Vertiefungen, wo das Binnenwasser sich aufstaute, entwickelte sich eine Sumpflvegetation. Unter diesen angeführten Formen von Pflanzendecken entstanden die drei Bodentypen: Waldboden, Auenboden und der Boden der Sümpfe.

In jenen Gebieten der großen Ebene, welche entlang der seichten Bette der Flüsse liegen, gedeiht ein gemischter Laubwald. Ähnliche Vegetation findet sich in der Gegenwart an den Flüssen Donau, Drave, Save vor. An allen Stellen, welche bei den Frühjahrüberschwemmungen durch Flußwasser überflutet worden sind, gleicht das Bodenprofil jenem der Buchenwälder unseres Landes. Der Boden jener Lagen hingegen, welche über das Niveau der Hochwässer gelegen sind, wurde von der großen Menge der sich hier niederschlagenden Feuchtigkeit vollständig ausgelaugt. In den seichten Mulden dieser erhöhten Tafeln bewegte sich ein

braunes Wasser, in welchem alle die löslichen Bestandteile der organischen Pflanzenreste des Waldes enthalten waren. Diese Lösung entzog dem Boden des Waldes allmählich den größten Teil seiner Basen. Als Endresultat dieser auslaugenden Tätigkeit der durchsickernde Wässer entstand der graue Waldboden, der Podsol. Im Gegensatz zu den humosen Wasser des Waldes steht die Wirkung des Flußwassers. Das Hochwasser der Flüße enthält immer eine große Menge von Basen der Alkalien und alkalischen Erden. Aus der abgelagerten Trübe des Hochwassers wird nun im Boden der Gehalt an Basen vergrößert und seine Fruchtbarkeit erhöht.

Nach der Trockenlegung der Waldböden dringt der atmosphärische Sauerstoff in den Boden ein, die organischen Eisenverbindungen erleiden eine Oxydation, der ursprünglich graue Boden nimmt eine braune Farbe an. Der Farbenumschlag ist ein Zeichen der eingetretenen Verbesserung des Bodens.

Nach erfolgter Abholzung bedeckte das Gebiet des ehemaligen Waldes ein brauner Waldboden und ein heller grauer Waldboden. Aus dem ersteren entwickelte sich unter der Einwirkung der Grasvegetation ein brauner Steppenboden, aus dem zweiten hingegen ein Székboden.

Im Steppenboden, wenn er einen kalklosen Sand überlagerte, sammelte sich viel Humus an, die Mächtigkeit der Humusschichte erreicht stellenweise 100—120 cm. Trotz dieser großen Veränderung, welche im Innern des Bodens vor sich ging, ist die ehemalige Orterdeschicht immer noch zu erkennen.

Ein humoser Boden, auf welchen einst Wald gedieh, trägt in seinem Profile die Spuren der einstigen Orterdeschicht, d. h. eine Lage, in welcher sich die kolloiden Eisenverbindungen angehäuft haben. Wenn aus dem Gehölz eine künstliche Grasflur wird, in dessen Boden sich allmählich Humus ansammelt, so sieht man an den Bruchflächen der Erdeschollen einen glänzenden, wie aus einer leimigen Masse bestehenden Überzug; dieser glänzt auch dann noch, wenn die Scholle ganz trocken ist. Dieser Beschlag besteht aus den kolloidalen Eisenverbindungen, welche sich zur Zeit des Waldbestandes im zweiten Horizont abgeschieden haben. Durch den Wechsel der Vegetation wurde die Zirkulation der Bodennässe total umgewandelt, u. zw. in der Weise, daß die schon abgelagerten Verbindungen wieder in Bewegung kamen und sich allmählich in der ganzen humosen Schicht verteilten. Die Anreicherung des Bodens an Humus hat diese kolloidalen Verbindungen noch nicht umwandeln können.

In den Boden der natürlichen Steppen sind die Wände der Spalten des trockenen Erdreiches, sowie die Seiten der Schollen, immer matt und

ohne Glanz. Da in diesen Böden während des Sommers und des Herbstes viel Kalk mit der Bodenfeuchtigkeit aus den unteren Schichten emporsteigt, auf dem ganzen Wege bis zur Oberfläche gleichmäßig verteilt auskristallisiert, verhindert er die Bildung einer kolloidalen Eisenverbindung. Die Abscheidung des Kalkes geschieht in Form von mikroskopisch kleinen Kristallen, welche aneinander gereiht, der Fläche, auf welcher sie zur Kristallisation gelangten, ein mattes, mehliges Aussehen verleihen.

Die hellbraunen Steppenböden unterscheiden sich von den dunkelbraunen, durch die Menge ihres Humusgehaltes. In den hellbraunen sind bis 3%, in den dunkelbraunen bis 6% und endlich in den Wiesentonböden bis 9% Humus enthalten. Die Menge des Humus im Steppenboden, sowie dessen qualitative Zusammensetzung, steht in Wechselbeziehung mit der chemischen und physikalischen Natur des Erdreiches im Untergrund. In der tonige Ackerkrume, wenn sie Löß, kalkhaltigen Sand, oder Kies überdeckt, kann sich nicht viel Humus ansammeln. Die Anhäufung verhindert der Kalk, welcher in der trockenen Saison des Jahres, durch die Vermittelung der oben verdunstenden Bodennässe, in ziemlichen Quantitäten aus dem Untergrund in die Ackerkrume befördert wird. Dieses Element erleichtert, — wie allgemein bekannt, — die Zersetzung der organischen Stoffe und verhindert die Akkumulation der Humusverbindungen.

Mit der Mächtigkeit der unter dem Waldbestand entkalkten tonigen Lage, welche das kalkreiche Erdreich überdeckt, nimmt auch der Humusgehalt des Bodens zu. Aus größerer Tiefe gelangt weniger Kalk in die Ackerkrume, da das meiste noch auf dem Wege auskristallisiert. In Gegenwart von kleineren Mengen Kalkes nimmt die Verwesung einen langsameren Verlauf, so daß ein kleiner Bruchteil des jährlichen Zuwachses an Wurzeln, im Boden unverwest bleibt und so zum allmählichen Anwachsen des Humusgehaltes Anlaß gibt.

Auf dem begangenen Teil der Ebene sind zwischen den Typen des hellbraunen Steppenbodens mit 3%, des dunkelbraunen mit 6%, des Wiesentonbodens mit 9% Humus, alle Übergänge vertreten. An allen diesen Übergangsformen ist der Zusammenhang, zwischen dem Humusgehalt und der Farbe der Oberkrume, sowie der Mächtigkeit des kalklosen Untergrundes, klar ersichtlich.

4. *Der Wiesentonboden und der Kotuboden.*¹⁾ Alle beiden Bodenarten entstanden unter ähnlichen Bedingungen, wie die Steppenböden, mit dem Unterschiede, daß ihre tiefere orographische Lage eine ständige Feuchtigkeit bedingte, welcher Umstand die Verwesung der Pflanzen-

¹⁾ Kotuboden ist ein Moorboden mit stark ausgeprägter alkalischer Reaktion.

reste wesentlich beeinträchtigte. Beide Bodenarten stimmen darin überein, daß sie sich nur in solchen Niederungen bilden können, welche periodisch von Flußwasser überschwemmt wurden.

Wenn in eine Mulde sich die Fluten der Überschwemmungen ergießen, so lagert sich auf dessen Boden die mitgeführte Trübe ab und wird während der Sedimentation, mit den abgestorbenen Teilen der Pflanzen vermengt. Die mit Schlick vermischten organischen Stoffe werden ziemlich rasch humifiziert, es entsteht ein schwarzer toniger Boden, der, je nach dem Verhältnis zwischen organischen und anorganischen Gemengteilen, entweder lose und porös, oder aber fest und bindig ist. Kotuboden und Wiesentonboden sind die zwei Endglieder dieser Reihe.

Der Wiesentonboden ist der zähste Tonboden des Alföld, enthält 30—40% kolloidale Gemengteile, wovon 8—10% Humusverbindungen sind, die Farbe ist schwarz mit einem Stich ins blaue. Der Kotuboden ist ein Gegenstück zu dieser Bodenart, enthält 15—20% organische Teile, ist dementsprechend porös; wird nach dem Pflügen vom Winde gern verweht. Seine Farbe ist auch schwarz. Beide Bodenarten sind natürlich kalklos.

Es gibt auf meinem Gebiete noch Mulden, in welche nur solches Niederschlagswasser gelangte, welches zuerst Vertiefungen von Wäldern durchfloß. Aus der Schneeschmelze und den Regen des Frühjahres, sammelt sich in den Laubwäldern der Ebene so viel Wasser an, daß es die natürlichen Vertiefungen allmählich ausfüllt und nach der allgemeinen Neigung der Ebene langsam abfließt. Wie ich schon erwähnte, hat dieses Wasser eine ganz andere Zusammensetzung, als das der Bäche und Flüße. Es enthält erstens sehr wenig Basen, meist solche der Alkalien, hingegen viel organische Salze, auch Pflanzensäuren. Diese organischen Verbindungen entziehen dem Boden, über welchen ihre Lösung dahinfließt, viel Basen. Auf dem Grunde dieser Wässer bleibt eine 10—15 Cm. dicke, aus weißem Staub bestehende Schicht zurück, welcher alle löslichen Basen entzogen wurden. Unter dieser staubigen Schicht nimmt mit der Tiefe der Gehalt an kolloidalen Gemengteilen, wie wasserlöslichen Silikaten, des Bodens zu, bis zu einer Tiefe von 50—90 Cm., wo der Gehalt an den kolloidalen Stoffen den Höhepunkt erreicht. Von dieser Tiefe abwärts vermindert sich die Menge der kolloidalen Verwitterungsprodukte wieder rasch.

Wird eine Mulde, deren Boden ein Profil besitzt, wie oben beschrieben, in der Weise entwässert, daß es nunmehr ständig trocken bleibt, so bildet sich der Grund der nassen Fläche in 1—2 Jahren zu einem echten Székboden um. Die mittlere verdichtete Tonlage, wenn sie einmal austrocknet, kann auf natürlichem Wege nicht mehr druchnässt

werden. Sie bildet, als ewig trockene Lage, eine Isolierschicht zwischen den oberen Niederschlagswässern und dem unteren Grundwasser. Aus den Aschenbestandteilen der Pflanzenreste sammelt sich allmählich der Salzgehalt des Bodens an und bald zeigt die Fläche alle Merkmale eines echten Székbodens.¹⁾ In den oberen Lagen bleibt das Sodasalz, während die schwefelsauren Salze in die tieferen Horizonten hinunter gewaschen werden. Aus dem ehemaligen Sumpf wird ein unfruchtbares Feld, dessen kahler weißer Boden, im Juni schon trocken, wie ein Schneefleck, aus der grünen Umgebung herauslicht.

5. *Székböden (Alkaliböden oder Sodaböden)*. Die Székböden des Komitates Arad liegen meist auf den Erhöhungen, welche sich über das Niveau der die Binnenwässer ableitenden Rinnen erhebt. Diese eigentümliche Lage der Salzanhäufung im Boden machte schon Prof. L. v. Lóczy zum Gegenstand einer Erörterung in seinem Berichte von 1886,²⁾ wo er über die Székböden folgendes schreibt:

„Nicht selten kommen in der Gegend von Tornya Effloreszenzen am Boden vor; diese zeigen sich am meisten am Rande der Vertiefungen dort, wo ihr Moorboden mit dem Löß in Berührung kommt und zeitweise austrocknet. Ich vermute, daß der Székboden hier nicht an die nassen Wiesen und nicht an die Alluvialvertiefungen gebunden ist, sondern mehr die sich aus diesem erhebenden Lößhügel begleitet; dies wird auch durch den Umstand charakterisiert, daß man im Alföld von „*Székrücken*“ spricht, wenn im Allgemeinen von Székböden die Rede ist.

Am Alluvialgebiet um Arad fand ich die Wässer weicher, als in den Brunnen des Lößgebietes: um diese zeigte sich am austrocknenden Boden keine Salzeffloreszenz. Umso häufiger kommen die Soda-Ausblühungen an den nieder gelegenen Lößpartien vor, wo seichte Mulden zeitweise mit Wasser ausgefüllt werden.

Es ist viel natürlicher, als jede andere Erklärung, wenn wir die Soda an diesen Stellen als einen durch die zeitweise verdunstenden Tümpel aus dem Löß ausgelaugten Salzgehalt betrachten. Daß im Löß jeder Bestandteil der Soda schon in Salzform enthalten ist, beweisen hinlänglich die an den Lößwänden sichtbaren Ausblühungen und das alkalische schwachbittere Wasser der Lößbrunnen.“

Auf meinem Arbeitsgebiete kann ich nach der Entstehungsart der Székböden zwei verschiedene Typen unterscheiden. Es gibt kahle Székböden auf den Erhöhungen, welche aus den nassen Alluvionen der Flüsse emporsteigen und es finden sich salzige Székböden in den Mulden dieser

1) P. TREITZ: Die Alkaliböden Ungarns. Földtani Közlöny 1908.

2) Jahresber. d. k. ung. geol. Anstalt für 1886, S. 134.

erhöhten Tafeln. Die kahlen Székböden sind nichts anderes, als die ausgetrockneten, grauen, ausgelaugten Waldböden des ehemaligen sumpfigen, gemischten Laubwaldes, welcher durch Kanalisation vollständig entwässert worden ist. In diesen Waldböden befindet sich im mittleren Horizonte eine kompakte Tonsteinbank, welche das ganze Profil in zwei Hälften teilt. Die Trennung der oberen Bodenlagen von den unteren äußert sich auch in der Zusammensetzung des Alkalisalzgehaltes der beiden Horizonte. Nach der Entwässerung des Gebietes sammelten sich im Boden, infolge der ungenügenden Auslaugung desselben, die Alkalisalze an. Über der Tonsteinschicht finden wir die kohlen-sauren, unter der Tonsteinschicht die schwefelsauren Salze angehäuft.

Die salzigen Székböden nehmen immer die Mulden des ehemaligen Waldes ein. Sie bilden den Grund jener Sammelbecken, in welchem die Niderschlags-gewässer der ehemals bewaldeten Teile zusammenfloßen. In ihrem Bau gleichen sie vollständig den kahlen Székböden, nur sind sie naturgemäß viel reicher an löslichen Alkalisalzen.

Beide Bodenarten charakterisiert eine vollständige Unfruchtbarkeit. Diese Eigenschaft wurzelt in der einseitigen chemischen Zusammensetzung der Székböden. Dem abnormalen Mengenverhältnisse der einzelnen Bodenelemente zufolge hat der Székboden sehr schlechte physikalische Eigenschaften, welche ihn unfähig machen auch die widerstandsfähigsten Pflanzen zu ernähren. Die Tonsteinlage, (Hardpan), im mittleren Horizonte dieser Waldböden, bildet, vermittelt ihren hohen Gehalt an kolloiden Salzen der Alkalisilikate, eine Isolierschicht zwischen dem Grundwasser und der Nässe der oberen Bodennarbe. Sie läßt weder die Feuchtigkeit, welche in der nassen Jahreszeit die Oberkrume durchtränkt hinunter, noch kann der Wasserverlust, den die oberen Lagen, während der trockenen Jahreszeit erleiden, durch den kappillaren Aufstieg des Untergrundwassers ersetzt werden. Die Unfähigkeit nach erfolgter Austrocknung wieder Wasser aufzunehmen, bildet diese Ton-schicht zu einer ewig trockenen Lage aus, welche zu durchdringen die Pflanzenwurzeln unfähig sind. Im Frühjahr ist die Oberkrume übermäßig nass, im Sommer hingegen trocknet sie gänzlich aus. Da durch die Tonsteinbank von unten her jeder Ersatz abgesperrt ist, trocknen die Pflanzen, die im Frühjahr auch hier zu grünen begonnen haben, infolge des eintretenden gänzlichen Wassermangels, allmählich ein.

Aus diesen Erörterungen ist zu ersehen, daß die Verbesserung dieser Székböden, durch das bei uns bis heute übliche Bewässerungsverfahren, nicht mit Erfolg ausgeführt werden kann. Außer der Anpassung der Bewässerung an die klimatischen Eigenheiten des Alföld, muß außerdem durch Bodenmelioration und Auftragung von Löß als Mergelungs-

material, die schädliche Wirkung der Tonsteinbank behoben werden. Der Székboden ist auch ohne Bewässerung mit Zuhilfenahme dieser zweifachen Behandlung urbar zu machen. In den Komitaten Békés, Csongrád und Csanád ist das Aufschütten der Székböden mit Löß, ein allgemein bekanntes und von den Bauern seit langer Zeit mit Erfolg angewandtes Verfahren. Hierin liegt die Ursache der merkwürdigen Erscheinung, daß auf den großen Gütern die Ausdehnung der Székböden zunimmt, während auf den Besitzen der Bauern, die unfruchtbaren Székfळेcke immer mehr zusammenschrumpfen.

Über die geologischen Verhältnisse

von Székelyland

Die geologische Karte des Székelylandes ist eine geologische Karte, die die geologischen Verhältnisse des Székelylandes zeigt. Die Karte ist in drei Hauptabteilungen eingeteilt: die Székelyland, die Székelyland und die Székelyland. Die Székelyland ist ein geologisches Gebiet, das sich über den größten Teil des Székelylandes erstreckt. Die Székelyland ist ein geologisches Gebiet, das sich über den größten Teil des Székelylandes erstreckt. Die Székelyland ist ein geologisches Gebiet, das sich über den größten Teil des Székelylandes erstreckt.

Die geologische Karte des Székelylandes ist eine geologische Karte, die die geologischen Verhältnisse des Székelylandes zeigt. Die Karte ist in drei Hauptabteilungen eingeteilt: die Székelyland, die Székelyland und die Székelyland. Die Székelyland ist ein geologisches Gebiet, das sich über den größten Teil des Székelylandes erstreckt. Die Székelyland ist ein geologisches Gebiet, das sich über den größten Teil des Székelylandes erstreckt. Die Székelyland ist ein geologisches Gebiet, das sich über den größten Teil des Székelylandes erstreckt.

Die geologische Karte des Székelylandes ist eine geologische Karte, die die geologischen Verhältnisse des Székelylandes zeigt. Die Karte ist in drei Hauptabteilungen eingeteilt: die Székelyland, die Székelyland und die Székelyland. Die Székelyland ist ein geologisches Gebiet, das sich über den größten Teil des Székelylandes erstreckt. Die Székelyland ist ein geologisches Gebiet, das sich über den größten Teil des Székelylandes erstreckt. Die Székelyland ist ein geologisches Gebiet, das sich über den größten Teil des Székelylandes erstreckt.