

Geomorphologische Untersuchungen in Süd-Makedonien

von Dimitri Jaranoff

Während der Frühlingsmonate 1936 hatte ich die Möglichkeit, das Gebiet zwischen dem Golf von Saloniki und dem von Orphano im Süden und der bulgarisch-griechischen Grenze im Norden eingehend zu bereisen und eine Fülle von geomorphologischen Beobachtungen anzusammeln. Im folgenden Aufsatz werden zuerst die Einzelbeobachtungen dargestellt, in einem späteren Aufsatz—die allgemeinen Schlussfolgerungen und die Vergleichsmöglichkeiten angegeben.

Das untersuchte Gebiet stellt keine geographische Einheit dar und hat keinen eigenen Namen. Es umfasst den mittleren Teil Süd-Makedonien's und besteht aus den folgenden Landschaften:

1. Hügellandschaft von Saloniki (im Nordwesten und Südosten der Stadt).
2. Gebirgsreihe von Hortač.
3. Beckenreihe von Lagadina — Bešik.
4. Kruša und die Niederung von Kukuš (Kilkis).
5. Das Becken von Serres, einschliesslich die Hügellandschaft nördlich von Serres.
6. Gebirgsreihe von Boz-Dag und Ali-Baba.
7. Die Karstpoljenreihe von Krušovo — Kara-Kjoj.
8. Ali-Botuš und die anderen Gebirge an der Grenze.

Von diesen Landschaften werden in diesem Aufsatz nur die ersten vier behandelt, die anderen werden in einer anderen Arbeit zur Darstellung kommen.

Diese einzelnen Gebiete stellen Teile von grösseren morphologischen Zonen dar. Es wurde aber nicht eine einzige Zone verfolgt und untersucht, sondern absichtlich mehrere Querprofile durch die verschiedenen Zonen gemacht. Das Gebiet schliesst sich an das von mir in Süd-West Bulgarien untersuchte Gebiet des Südlichen Pirin und des Beckens von Melnik an. Das erste Ziel meiner morphologischen Untersuchungen in Makedonien unter griechischer Verwaltung war, die morphologischen Studien in West-Bulgarien, die von der Donau bis zur griechisch-bulgarischen Grenze reichen, bis zum Ägäischen Meere zu erweitern und so ein morphologisches Profil durch die ganze Balkanhalb-

insel zu erhalten. Das zweite Ziel war, die in Süd-Bulgarien angefangenen paläopedologischen Studien auch auf Griechenland zu erweitern, um so eine festere Grundlage für die Paläoklimatologie der Balkanhalbinsel zu gewinnen. Meiner Ansicht nach müssen paläoklimatologische Studien — wenigstens in der Balkanhalbinsel — als eine unentbehrliche Vorarbeit bei morphologischen Untersuchungen betrachtet werden.

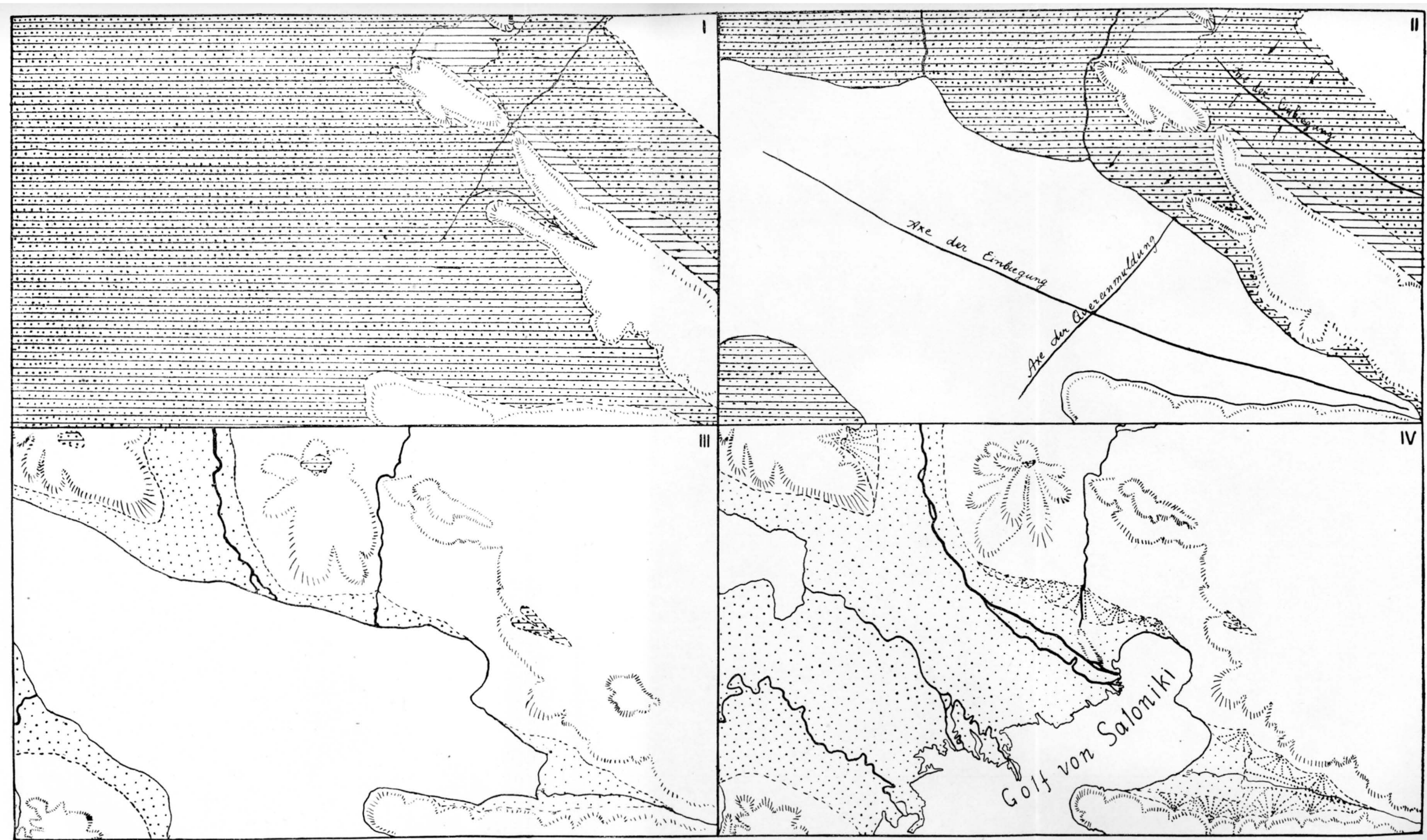
Die Untersuchungen, die ich in Süd-Makedonien unternahm, wurden durch die Unterstützung meiner Kollegen von der Universität Athen und der Universität Saloniki, so wie durch Empfehlungen von Behörden und von Privatleuten aus Athen sehr erleichtert. Allen denen möchte ich auch an dieser Stelle herzlich danken.

DIE BISHERIGEN MORPHOLOGISCHEN STUDIEN ÜBER DAS UNTERSUCHTE GEBIET

Die ersten morphologischen Studien in dem von mir untersuchten Gebietes sind, wie auch in anderen Teilen der Balkanhalbinsel, von dem serbischen Geographen Jovan Cvijić durchgeführt worden¹⁾. Seine Reise fand aber unter sehr ungünstigen Verhältnissen statt, und er konnte trotz seiner Bemühungen keinen eingehenden Einblick in die morphologischen Verhältnisse des Gebietes bekommen. Darum spricht er immer zu allgemein und in seiner allzusehr generalisierten morphologischen Skizzen verlieren sich manchmal sehr wichtige Einzelheiten, die es uns ermöglichen könnten, eine eingehendere Darstellung der Morphogenese des betreffenden Gebietes zu geben. So schreibt er zum Beispiel, dass „Auf der Kruša, dem Karadagh und der Damridža eine alte Oberfläche sichtbar ist, die wahrscheinlich eine Fortsetzung der Rumpffläche der Ravna bildet und von ihr flexurartig emporsteigt“²⁾. Wir werden weiter sehen, dass es sich in diesem Falle um verschiedenartige Abtragungsoberflächen handelt, die durch eine Diskontinuität in den Abtragungsvorgängen getrennt sind. Die Diskontinuität fällt mit den rhodanischen tektonischen Bewegungen zwischen Pontien und Levantien zusammen und zeigt die grosse morphologische Bedeutung dieser Bewegungen. Man kann noch mehrere solche Beispiele geben. Trotzdem ist es aber notwendig zu unterstreichen, dass manche der Beobachtungen Cvijić's von ihm recht gut gedeutet worden sind, zum Beispiel das alte Derwenttal und anderen manche, die später bei den Einzelbeobachtungen erwähnt werden.

¹⁾ S. besonders Grundlinien der Geographie und Geologie von Mazedonien und Altserbien, Erg.-H. 162 zu Peterm.-Mitteilungen, 1908; S. ausserdem die 1906 erschienene serbische Auflage: Основе за географију и геологију Македоније и Старе Србије. S. auch: L'ancien lac Egéen, in *Annales de Géogr.*, Bd XX, 1911, S. 233—259.

²⁾ Cvijić, Grundlinien, S. 334.



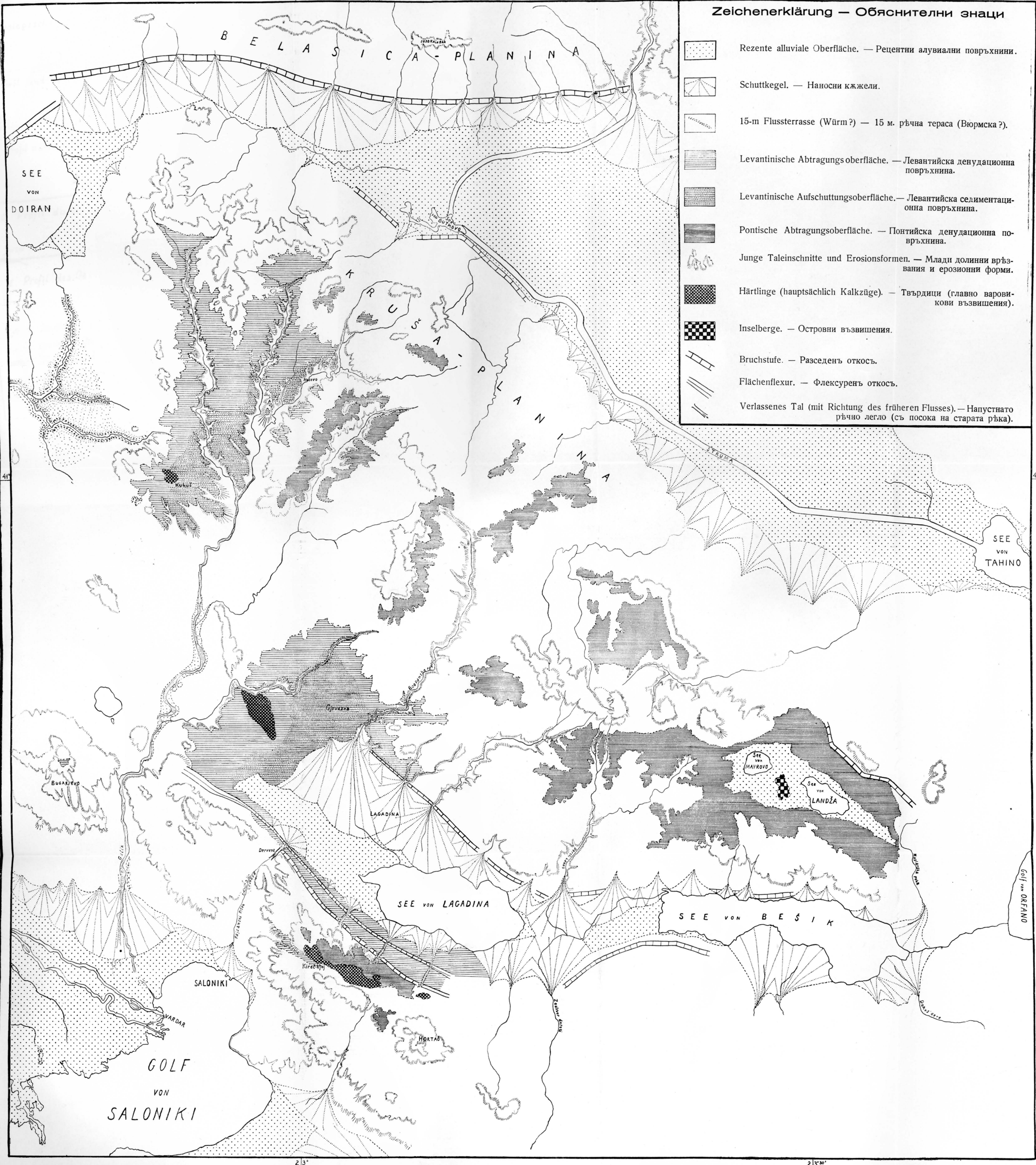
Die Entwicklung des Golfes von Saloniki während des Quartärs.

(Zeichenerklärung wie in Tafel II.)

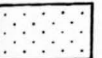



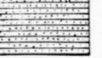


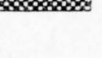
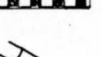

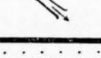

- I. Im Anfang des Quartärs an der Stelle des Golfes breitete sich eine levantinische Aufschüttungsoberfläche aus. II. Gleich vor dem Würm ist diese Fläche verbogen worden.
 III. Der Golf von Saloniki im V Jahrhundert vor Chr. IV. Die heutigen morphologischen Verhältnisse in der Umgebung von Saloniki.

23°

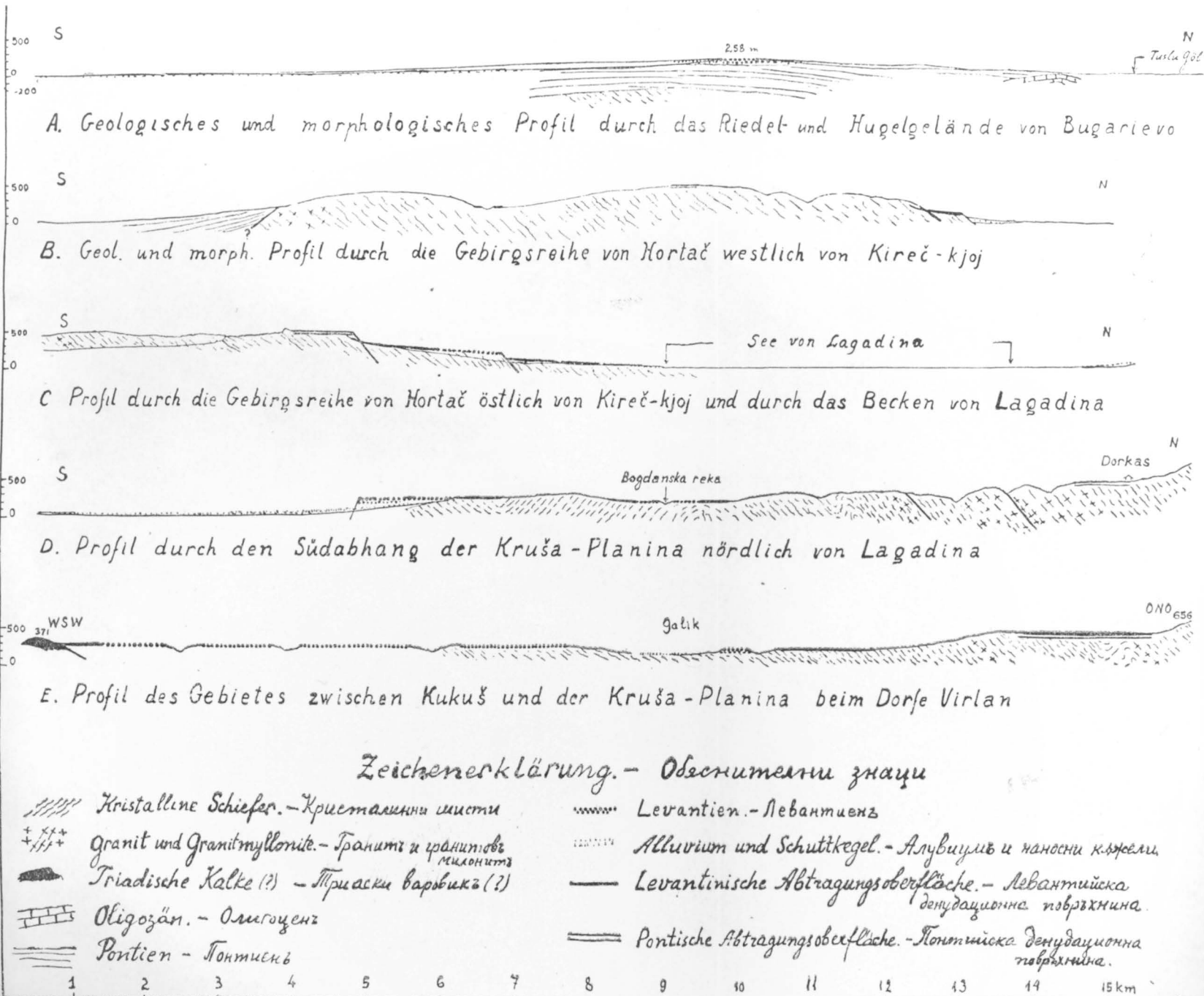
23°30'

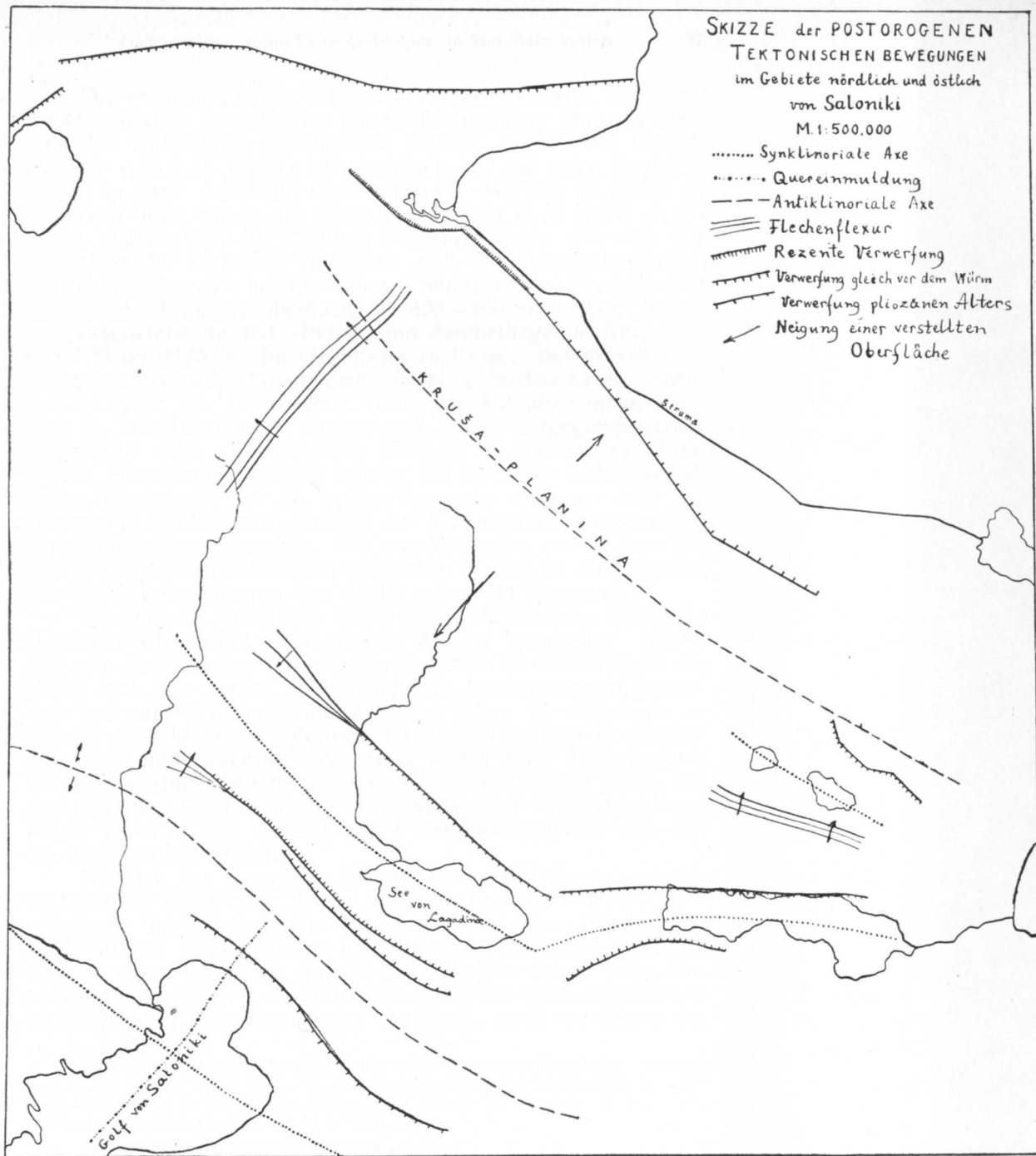


Zeichenerklärung — Обяснителни знаци

-  Rezente alluviale Oberfläche. — Рецентни алувиални повърхнини.
-  Schuttkegel. — Наносни кжжели.
-  15-m Flussterrasse (Würm?) — 15 м. рѣчна тераса (Вюрмска?).
-  Levantische Abtragungsoberfläche. — Левантийска денудационна повърхнина.
-  Levantische Aufschuttungsfläche. — Левантийска седиментационна повърхнина.
-  Pontische Abtragungsoberfläche. — Понтийска денудационна повърхнина.
-  Junge Taleinschnitte und Erosionsformen. — Млади долини врѣзания и ерозионни форми.
-  Hältlinge (hauptsächlich Kalkzüge). — Твърдици (главно варовикови възвишения).
-  Inselberge. — Островни възвишения.
-  Bruchstufe. — Разседенъ откосъ.
-  Flächenflexur. — Флексуренъ откосъ.
-  Verlassenes Tal (mit Richtung des früheren Flusses). — Напустнато рѣчно легло (съ посока на старата рѣка).

Morphologische Karte des Gebietes nördlich und nordöstlich von Saloniki. M. 1: 200.000.





Die morphologischen Studien in unserem Gebiete, schon im Anfang unseren Jahrhunderts von Cvijić begonen, sind erst während des Weltkrieges weitergeführt worden. Südlich der Kampflinie hat Alan G. Ogilvie gearbeitet. Er hat seine Beobachtungen in zwei Aufsätzen veröffentlicht¹⁾. Bei ihm ist gleich zu bemerken, dass wir es mit einem Schüler von W. M. Davis zu tun haben. Ogilvie stellt im mittleren Süd-Makedonien nur nach der Höhenlage die folgenden Terrassen und Abtragungsoberflächen fest: Untere Terrasse in 140—180 m. Höhere Terrasse in 240—280 m., Untere Abtragungsoberfläche in 320—420 m., Obere Abtragungsoberfläche in 480—780 m. und darüberliegende Restberge von 720 bis 2175 m. Im Gegensatz zu Cvijić, der überall eine einzige verbogene Abtragungsoberfläche gefunden haben wollte, findet Ogilvie vier Oberflächen. Eine der Aufgaben meiner Studien in Süd-Makedonien war es auch, diese entgegengesetzten Meinungen einer eingehenderen Prüfung zu unterziehen. Eine andere Feststellung Ogilvie's möchte ich an dieser Stelle hervorheben, nämlich dass er die beiden Terrassen nicht nur nach der Höhenlage, sondern auch nach der Art der lakustren Ablagerungen zu unterscheiden versucht²⁾. Wir werden weiter sehen, dass ein solcher Unterschied tatsächlich vorhanden ist. Das ist im Vergleich mit den Untersuchungen von Cvijić schon ein Fortschritt.

Nördlich der Kampflinie haben in derselben Zeit die deutschen Geologen Kurt Osswald und A. Wurm gearbeitet. Neben den rein geologischen und petrographischen Untersuchungen sie haben auch sehr schöne morphologische Beobachtungen gesammelt und zum Teil veröffentlicht³⁾. Sie heben im Gegensatz zu Ogilvie die tektonischen Formen hervor und kommen so zu einer viel richtigeren Erklärung der Seen dieses Teils Makedoniens. Diese Seen sind meistens gestaute Flüsse und haben nichts mit den pliozänen Seen zu tun. Die Untersuchungen von Osswald und Wurm beziehen sich leider nur auf einen kleinen Teil des von mir untersuchten Gebietes.

Nördlich der Kampflinie hat während des Krieges auch der Professor der Geographie Leonhard Schultze — Jena geographische Studien gemacht. Er hat sie nach dem Kriege auch südlich dieser Linie erweitert und ist deshalb im Stande gewesen, einen schönen Überblick über die Landschaften dieses Teiles Makedoniens zu geben⁴⁾. Obwohl diese Arbeit uns keine eigentlichen morphologischen Beobachtungen darbietet, muss sie wegen der

¹⁾ A contribution to the geography of Macedonia, in The Geogr. Journal, Vol. IV, № 1, Jan. 1920, S. 1—34, und Physiography and settlements in Southern Macedonia, in The Geogr. Review, vol. XI, № 3, Jan. 1921, S. 172—197, mit einer morphologischen Karte 1 : 600.000.

²⁾ Ogilvie, A contribution usw., S. 5.

³⁾ J. Wilser, Die Kriegsschauplätze 1914—1918, geologisch dargestellt, H. 13: Südostmazedonien und Kleinasien, Berlin, 1925, S. 57—89.

⁴⁾ Makedonien, Landschafts- und Kulturbilder. Jena, 1927.

schönen Schilderungen erwähnt werden, die uns über die heutigen morphologischen Vorgänge eine gute Auskunft geben.

Nach dem Weltkriege hat A. Philippson seine morphologischen Studien in Alt-Griechenland nach Norden erweitert und so auch die Umgebung von Saloniki berührt. Er glaubt hier keinen Anhaltspunkt für eine junge Senkung finden zu können¹⁾.

In der letzten Zeit hat im Gebiete von Saloniki auch der Professor der Geomorphologie an der Universität Athen Johannes Trikkalinos gearbeitet. Er hat sich unter anderem auch mit den so interessanten Tumbas beschäftigt und hat nachgewiesen, dass sie ungleichaltrig sind und ihrer Entstehung nach auf verschiedene Ursachen zurückgeführt werden müssen²⁾.

Erst als dieser Aufsatz druckfertig war, bekam ich die Arbeit von Joachim H. Schultze über seine morphologischen Forschungen in Süd-Makedonien und Thrakien unter griechischer Verwaltung³⁾. Die Arbeit stellt einen wesentlichen Beitrag zur morphologischen Erforschung Makedoniens dar; sie deckt sich aber nur an wenigen Stellen mit meinem Untersuchungsgebiet. Die Forschungen Schultze's heben sich besonders dadurch hervor, dass die klimatische Morphologie besonders berücksichtigt worden ist. Und dabei wird noch klarer, dass es absolut notwendig ist, genauere Angaben über das Klima der geologischen Vorzeiten in unseren Gebiete zu haben. Schultze hat offenbar keine solche Angaben gehabt und ist darum stellenweise zu irrtümlichen Schlüssen geführt worden, wie wir es in einem anderen Aufsätze zu zeigen versuchen werden.

Es wird aus dieser Übersicht der bisherigen morphologischen Untersuchungen in unserem Gebiete klar, dass es bisher keiner eingehenden Erforschung unterworfen worden ist und dass die wenigen Studien in ihren Ergebnissen allzusehr voneinander abweichen. Diese beide Tatsachen machen den vorliegenden Aufsatz nicht überflüssig.

DIE TOPOGRAPHISCHEN UND GEOLOGISCHEN GRUNDLAGEN FÜR DIE MORPHOLOGISCHE ERFORSCHUNG DES UNTERSUCHTEN GEBIETES

Alle die Forscher des untersuchten Gebietes hatten bis vor wenigen Jahren als topographische Grundlage die österreichische Karte Mitteleuropas im Massstab 1 : 200.000, mit annähernd gezogenen Höhenlinien von 100 zu 100 Meter, mit Höhenangaben

¹⁾ Beiträge zur Morphologie. Geogr. Abhandlungen, III Reihe, H. 3, Stuttgart, 1930, S. 89—91.

²⁾ Geomorphologische Untersuchungen im Gebiete von Thessaloniki, in *Πρακτικά της 'Ακαδημίας 'Αθηνών*, 11, 1936, S. 164—171.

³⁾ Geomorphologische Forschungen in Neugriechenland, in Festschr. zur Hundertjahrfeier des Ver. f. Geogr. u. Statistik zu Frankfurt am Main, Frankf., 1936, S. 311—336.

die stellenweise Fehler von mehr als 420 m. aufweisen (Höchster Gipfel der Belasica-Planina nach der österreichischen Karte — Demir Kapu, 1.608 m., höchster Gipfel in demselben Gebirge nach den neuen Messungen — Kalabak mit 2.030 m.). Auch die astronomische Lage zahlreicher Punkte ist sehr fehlerhaft. Die österreichische Karte für dieses Gebiet kann kurzhin als sehr schlecht bezeichnet werden und es ist klar, dass die früheren Forscher mit einer schlechten topographischen Grundlage gearbeitet haben. Wir stehen heute in dieser Hinsicht viel besser da, weil wir die neue griechische topographische Karte 1 : 100,000 zu Verfügung haben. Berthold Carlberg hat schon in „Pettermann's Mitteilungen“ eine Beschreibung dieser Karte gegeben, samt einem Übersichtsblatt¹⁾. Ich werde mir an dieser Stelle einige Bemerkungen über diese Karte gestatten, denn sie ist zur Zeit die einzige Grundlage für morphologische Kartierungen. Die neue griechische Karte ist sehr ungleichwertig. Die Oberflächenformen sind dort gut angegeben, wo sie gerundet sind und nahe der Strasse liegen. Die tiefen Schluchten im Neogen nördlich von Seres sind gar nicht zur Darstellung gekommen. Auch die weiten Verebnungen auf die Kruša-planina und auf dem Beşik-dagh sind allzumal dargestellt. Und das Gelände entlang des mittleren Laufes des Flusses Bogdanska-reka nördlich von Lagadina (Langadhas) ist so fehlerhaft aufgenommen, dass es absolut unmöglich ist sich mit der Karte in der Hand zu orientieren. Dieses unwegsame und unbewohnte Gelände ist offenbar für die Topographen sehr unangenehm gewesen und sie zogen es vor, die Höhenlinien zu Hause zu ziehen.

Vom morphologischen Gesichtspunkt ist die neue griechische Karte 1 : 100.000 nicht befriedigend. Sie gestattet es nicht, Schlüsse über die Morphologie nicht besuchter Gebiete zu ziehen, und man ist darum gezwungen, das Gebiet Schritt für Schritt zu bereisen. Man ist dazu auch deshalb gezwungen, weil die andere Grundlage jeder morphologischen Forschung — die gute geologische Aufnahme ebenso fehlt.

Die ersten Auskünfte über die Geologie des hier behandelten Gebietes sind uns schon am Ende der ersten Hälfte des vorigen Jahrhunderts von deutschen und französischen Geologen gegeben worden. Aber erst im Anfang unseres Jahrhunderts ist dieses Gebiet auf einer geologischen Karte grösseren Massstab (1 : 500.000) dargestellt worden und zwar von Jovan Cvijić. Entsprechend den wenigen Reisen, die er gemacht hat, ist diese Karte sehr fehlerhaft und gibt keine Vorstellung von der Tektonik des Gebietes. Die ersten gründlichen Verbesserungen dieser geologischen Karte sind erst während des Weltkrieges gemacht worden. In den von

¹⁾ Die neue Karte von Griechenland in 1 : 100,000, in Petterm. Mittell., 1935, S. 12. S. auch E. F e l s, Die amtlichen Kartenwerke Griechenlands, in Geograph. Wochenschrift, Jahrg. 1934.

der englisch-französischen Armee besetzten Teilen haben Bourcart¹⁾ und Arambourg gearbeitet und besonders für die tertiären Schichten der Umgebung von Kukuš (Kilkis) und Saloniki sehr wichtige Ergebnisse geboten. Es ist sehr zu bedauern, dass bisher nur die kurzen Erklärungen einer geologischen Karte der Gegend nördlich von Saloniki, aber nicht die Karte selbst, herausgegeben worden sind. Es ergibt sich aus diesen Untersuchungen, dass die „Kreide“ Cvijić's Priabonien ist, und dass die neogenen Schichten südlich von Kukuš eine sehr reiche Pikerimifauna enthalten. In dem während des Krieges von den Bulgaren besetzten Teil des untersuchten Gebietes arbeiteten die beiden schon erwähnten deutschen Geologen Osswald und Wurm. Sie haben sich mit den älteren Gesteinen ebenso wie mit dem Tertiär beschäftigt und im letzteren bei Orphano und nördlich von Seres in Sarmat und Pontien eine reiche von Oppenheim bestimmte Fauna aufgefunden. Das ist eine Entdeckung, die unsere Vorstellung von dem Einbruch des Ägäischen Meeres gründlich ändert.

Nach dem Kriege ist Osswald nochmals nach Makedonien unter griechischer Verwaltung gekommen und hat im Auftrage der Griechischen Geologischen Landesanstalt die Lücken in der geologischen Kartierung des Gebietes 1929—1930 ausgefüllt. Das hat ihm ermöglicht eine „Geologische Übersichtskarte von Griech.-Makedonien“ im Masse 1 : 300.000 in zwei Blättern herauszugeben. Das Erklärungsheft befindet sich seit mehr als einem Jahr im Druck, ist aber leider noch nicht herausgegeben worden. Diese Karte bedeutet einen grossen Fortschritt gegenüber den früheren geologisch-kartographischen Darstellungen, ist aber trotzdem mangelhaft, da sie auf einer lückenhaften Bereisung des Gebietes beruht. Es sind einerseits die Grenzen der verschiedenen Formationen an mehreren Stellen falsch angegeben, so zum Beispiel die Verbreitung des Neogens westlich von Kruša und die Verbreitung des Granits in diesem Gebirge. Es sind andererseits tektonische Linien gezogen worden die allzusehr hypotetisch sind und ganz ähnliche Formationen voneinander trennen.

Auf der „Geologischen Karte der Östlichen und Zentralen-Balkanhalbinsel“ im Masse 1 : 800.000 von Prof. Stefan Bončev²⁾ ist das in Betracht kommende Gebiet hauptsächlich nach der Karte

¹⁾ J. Bourcart, Notice provisoire sur la Carte Géologique des environs de Salonique, publiée par le Commandement en chef des armées alliées en Orient, Service topographique, s. l. et a. (Saloniki, 1918). Sur la présence du Priabonien dans la région de Salonique, in C.—R. Ac. Sc., Paris, V, 168, S. 855, 1919. Note préliminaire sur les terrains sédimentaires de la région de Salonique, in C.-R. Soc. Géol. Fr., 28 avril 1919, № 8 p. 77. C. Arambourg et J. Piveteau, Les Vertébrés du Pontien de Salonique, in Annales de Paléontologie, Paris, 1929.

²⁾ Diese Geologische Karte ist einer Geologischen Skizze Bulgariens von Prof. Dr. S. t. Bončev beigegeben, Diese „Skizze“ ist im Buche „La Bulgarie devant le IVe Congrès des géographes et ethnographes slaves“ (Sofia, 1936) erschienen.

Osswalds eingetragen, aber mit manchen Verbesserungen, die nach meinen Angaben vorgenommen wurden.

Die kleineren Arbeiten über die Geologie unseres Gebietes, die bis 1930 erschienen sind, sind in der „Bibliographie géologique de la Macédoine Hellénique jusqu'en 1930“ von Chr. C. Gardikas¹⁾ angegeben.

Wenn man mit den vorhandenen geologischen Karten in der Hand in unserem Gebiete reist, überzeugt man sich, dass es noch nicht genügend geologisch untersucht worden ist. Darum werde ich im Anfang jedes Abschnittes dieser Arbeit zuerst die Geologie der betreffenden Landschaft kurz darstellen, das Tertiär im Zusammenhang mit den heutigen Formen, die älteren Formationen — insofern sie petrographisch oder in anderer Weise das heutige Relief indirekt beeinflussen.

DAS HÜGELLANDSCHAFT VON SALONIKI.

Die Kampania von Saloniki ist in ihrer Mitte mit Alluvium bedeckt, in der Peripherie mit quartären Schottern und Schuttkegeln, die zum Teil direkt an das Grundgebirge anstossen, zum Teil vom letzteren durch neogenes Hügelland getrennt werden. Bei Saloniki selbst ist ersteres der Fall: die niederen Teile der alten Stadt sind auf den Schuttkegeln erbaut, die direkt von den kristallinen Schiefen der Höhen nördlich von der Stadt herkommen und an das Meer stossen. Aber süd-östlich und nord-westlich von der Stadt schiebt sich zwischen Grundgebirge und Niederung eine Zone aus Neogen.

Das Neogen nord-westlich von Saloniki ist ein grosser Komplex horizontalen Schichten, der von dem unteren Laufe des Flusses Galik durchflossen und so in zwei ungleiche Teile gegliedert wird: im Westen die Hügel von Bugarievo (Karabias)—Varlandža—Vatiläk (grösste Höhe 258 m.), in Osten die flachen niedrigen Hügel von Gjavato—Gradobor. Das Neogen liegt in diesen beiden Hügelgruppen fast horizontal und besteht aus zwei diskordanten Schichtserien. Die liegenden Schichten sind unten meist grau-grüne Tone, in denen hier und da rötliche Tone wechsellagern. In den obersten Schichten dieser rötlichen Tone konnte ich in den tiefen Schlucht nördlich von Bugarievo Stosszähne von Mastodonten und Zähne von Hipparion gracile finden. In ganz ähnlichen Schichten bei Vatiläk, d. h. auf der Westseite desselben Hügel ist die reiche Pikermifauna gefunden worden, die von C. Arambourg und J. Piveteau bearbeitet worden ist. Die Unterlage der Schichtfolge erweist sich solcherweise als pontisch. Darüber folgt ein mächtiger gelber Ton, durchsetzt von zahlreichen Kalkkonkretionen (langausgezogenen oder lösskindelähnlichen). Nach oben beginnen diese

¹⁾ Diese „Bibliographie“ ist als № 3 der Veröffentlichungen des Mineralogisch-geologisch-petrographischen Instituts der Universität Saloniki herausgegeben worden in Saloniki. 1933.

feinen Tone und Lehme mit groben Schottermassen wechselzu-lagern, und endlich kommen als Hangendes mächtige Schottermassen. Sie bestehen aus Granit- und Gneisgeröllen und aus anderen Gesteinen, die im Norden in der Kruša zu finden sind. Diese Gerölle sind nur stellenweise fest verkittet und in den tiefen Schluchten als Nischen herauspräpariert worden. Alles das wird oben von feinen sandig-lehmigen Schichten überlagert. Im Hangenden ist fast keine Störung zu beobachten, das Liegende weist eine sehr flache Verbiegung auf mit Neigung der Schichten von 2° bis 4° nach Norden oder nach Süden und mit Verwerfungen von sehr kleiner Sprunghöhe. Eine Diskordanz zwischen Liegendem und Hangendem ist nicht direkt nachweisbar, aber aus dem Verhalten der beiden Schichtgruppen zu schliessen. Darum können wir die hangenden Schichten als Levantien betrachten und die Diskordanz zwischen Pontien und Levantien einer leichten Bewegung an der Wende Pontien-Levantien zuschreiben. Diese Bewegung hat an dieser Stelle die leichte Verstellung der pontischen Schichten mit Pikermifauna herforderufen, in weiteren Gebieten-Hebungen, die die Zuschüttung der feinen pontischen Ablagerungen mit groben Schottern bedingt haben.

Man kann sich die Vorgänge im Gebiete zwischen Vardar und Galik folgendermassen vorstellen:

1. Flache pontische See, zugeschüttet mit feinem von Norden zugeführten Ablagerungen.

2. Verstellung dieser Ablagerungen in ost-westlicher Richtung und zugleich Zuschüttung mit groben Schottermassen infolge einer leichten tektonischen Bewegung an der Wende Pontien-Levantien (Rhodanische Synorogenese?).

3. Zuschüttung des Ganzen mit feinen levantinischen Ablagerungen, Entstehung einer levantinischen Aufschüttungssoberfläche.

4. Einmalige Hebung bis 260 m. Höhe am Ende des Pliozäns. Es ist absolut unmöglich irgendwelche Terrassen in dieser flachweligen Kuppenlandschaft festzustellen und damit auch Bewegungen während des Quartärs. Man muss aber hinzufügen, dass das Gelände sehr ungünstig für die Erhaltung von Terrassen ist¹⁾.

Die beträchtliche Hebung der ganzen Schichtfolge im Anfang

¹⁾ Es ist nicht ausgeschlossen, dass diese Hebung nicht im Anfang sondern erst spät im Quartär selbst stattfand. Dafür spricht nicht nur das Fehlen der älteren quartären Terrassen in der weiteren Umgebung, sondern auch die von N. Liatsikas in beträchtlicher Höhe festgestellten desalinierten und degradierten Alkaliböden (S. N. Liatsikas, Über Bildung und Verteilung der Salzböden im Bezirk der Ebene von Saloniki, in *Πρακτικά τῆς Ἀκαδημίας Ἀθηνῶν*, Bd. 11. 1936, S. 251 — 256 und von demselben: Karte der Salzbodenverbreitung in der Umgebung von Saloniki, in denselben *Πρακτικά* Bd. 11, 1936, S. 309—312 und Karte in 1:200,000). Die Erhaltung dieser Alkaliböden kann nur durch die Annahme einer jungen Hebung erklärt werden. Diese Annahme zwingt andererseits die Hangenden Schichten als levantisch-altquartäre zu betrachten,

des Quartärs hat die Zerschneidung der levantinischen Aufschüttungsoberfläche bedingt. Als ein ganz kleiner Rest dieser Fläche kann nur die aus sandig-tonigen horizontalen levantinischen Schichten gebildete Verebnung in 255 m absoluter Höhe zwischen den Dörfern Bugarievo und Varlandža betrachtet werden. Von dieser Stelle aus haben sich nach allen Seiten hin tief eingeschnittene Schluchten gebildet, die nur in Regenzeiten von fiumarenähnlichen Flüsschen durchflossen sind. Sie haben das Gelände in flache durch ungangbare Schluchten getrennte Rücken zerschnitten. Vor den Schluchten haben sich grosse Schuttkegel gebildet, die als Erosionsbasis der periodischen Wasserläufe dienen. Im Osten werden diese Schuttkegel von dem Galik abgeschnitten im Süden und Westen von dem Vardar. Hier fließen die beiden Flüsse fast in Meereshöhe; es bestehen auf kurze Abstände Höhenunterschiede von mehr als 220 m., was die kräftige Abtragung im ganzen Gebiete unterstützt. Nur gegen Norden stossen die Schuttkegel an eine 60—80 m. hohe quartäre Schotterplatte; darum sind hier auch die Einrisse weniger tief.

Zusammenfassend können wir sagen, dass nord-westlich von Saloniki wegen der unwiderstandsfähigen pontischen und levantinischen Ablagerungen und der jungen Heraushebung die Zerschneidung vorherrscht und sich gegenwärtig eine flache Rücken- und Hügellandschaft bildet. Nur in der Mitte dieser jungen Landschaft ist eine kleine Spur des älteren flachen Reliefs erhalten geblieben. Nach Trikkalinos stellen einige der Tumbas in diesem Gebiete eben solche Erosionsreste dar.¹⁾

Nach Osten gegen den Hortač werden die pliocänen Ablagerungen immer mehr gestört, im Allgemeinen gegen das Grundgebirge gehoben. So ist es zum Beispiel nördlich von Saloniki, im Tale des kleinen Flüsschens, dessen Wasser aus der Umgebung des Dervent Satters kommen, das dann nach Süden fließt, die westlichen Viertel von Saloniki durchfließt und im Golf von Saloniki mit einem kleinen Delta endet. Man hat es Pajzanski potok genannt. Bei der Lokalität Tsalkiti Lakka, 8 km. nördlich von Saloniki, sind limnisch-fluviatile 14° gegen SW einfallende Ablagerungen von horizontalen rezenten fluviatilen Schottern überlagert und von dem erwähnten Bache durchschnitten. In die Schotter hat sich der Bach 15 m. tief eingeschnitten, so dass eine Terrasse gebildet worden ist. Diese Terrasse ist fast bis Saloniki zu verfolgen.

Die erwähnten limnisch-fluviatilen Ablagerungen enthalten unter anderem Granit-Gerölle, die den Beweis erbringen, dass durch den Derventpass wirklich ein Fluss geflossen ist, wie schon Cvijić²⁾ vermutet hat und was später von Ogilvie³⁾ wiederum

¹⁾ Trikkalinos, *Geom. Untersuchungen u. s. w.*

²⁾ Cvijić, *Grundrissen*, S. 252—255.

³⁾ Ogilvie, *Physiography*, u. s. w., S. 176.

betont worden ist. Diese Gerölle können nur von der Kruša stammen und beweisen, dass das Becken von Lagadina in seiner heutigen Form eine postpliozäne Erscheinung ist.

Es ist sehr interessant, die Lagerung des Pliozäns im Tale des kleinen Baches zu beobachten, der vom Dorfe Kireč-kjoj (Asvestochorion) nach Westen fließt und in den Pajzanski potok mündet. In die kristallinen Schiefer des westlichen Ausläufers des Hortač-Gebirges ist während einer starken Erosionsphase ein tiefes Tal eingeschnitten (mehr als 400 m. tief) und nachher mit pliozänen Ablagerungen zugeschüttet worden. Die letzteren bestehen aus tief verwittertem Schotter, der mit rotem Lehm oft wechsellagert. Die Schichten fallen sehr leicht gegen WNW ein und bilden eine Ablagerungsoberfläche, deren oberster Punkt in 230 m. Höhe beim Dorfe Retziki liegt. Hier kann man den Übergang der erwähnten Oberfläche in eine Abtragungsoberfläche beobachten. Die Abtragungs- und die Ablagerungsoberfläche sind heute von dem Kireč-kjoj-Bach tief zerschnitten und nur als eine fast horizontale Fluss-Terrasse erhalten geblieben. Aus diesen Verhältnissen kann man den Schluss ziehen, dass das Gebiet von den folgenden vertikalen tektonischen Bewegungen erfasst worden ist:

Starke Hebung und Talbildung nicht unmittelbar sondern lange Zeit vor dem Pliozän, wenn wir die Ablagerungen im Kireč-kjoj-Tale, wegen ihrer Ähnlichkeit mit den pontischen und levantinischen Ablagerungen von Bugariovo, als pliozän betrachten wollen.

Senkung kurz vor dem Pliozän, oder während der rhodanischen Synorogenese, Aufschüttung des Tales, Entstehung einer levantinischen Aufschüttungsoberfläche und einer levantinischen Abtragungsoberfläche.

Postpliozäne Hebung, Zerschneidung der genannten Oberflächen. Auch hier sind die Schichten, so wie östlich des Galik, trotz der starken Hebung fast ungestört geblieben, was nur mit der Hebung bloß zu erklären ist. Es scheint, dass hier Verbiegungen eine viel geringere Rolle gespielt haben, als in dem Gebiete nördlich vom Becken von Lagadina.

Das Pliozän süd-westlich von Saloniki hat keinen einheitlichen Habitus. Gegen das Hortač-Gebirge hin besteht es aus groben schuttkegelähnlichen Ablagerungen, die gegen das Gebirge hin nachträglich gehoben worden sind und darum heute mit ungefähr 15° gegen SSW einfallen. Gegen SSW wird die Neigung immer kleiner und die Ablagerungen werden immer feiner; bei Kap Kleiner Karaburun bestehen sie aus sterilen sandig-tonigen Schichten, die 7° — 10° gegen SSW geneigt sind. Mit diesen Schichten wechsellagernd findet man Kiesbänke, stellenweise ein richtiges Konglomerat mit Rhyolithschotter. Der letztere kann nur aus der Gegend von Voden (Edessa) stammen. Damit wird erwiesen, dass zu dieser Zeit der Golf von Saloniki als Hohlform

noch nicht bestand. Er ist einer postpliozänen Querverbiegung zuzuschreiben. Man muss ausserdem annehmen, dass auch die westliche Kampania noch nicht so tief gesunken war. Das steht gut im Einklang mit dem quartären Alter der Verwerfungen in den Travertin-Bagern von Voden (Edessa).

Nach der Hebung ist das Pliozän süd östlich von Saloniki einer starken Zerschneidung unterworfen worden, und so ist eine flachwellige Landschaft entstanden, die in schroffem Gegensatz zu dem tief zertalten Bergland im Nord-Osten steht.

Diese flachwellige Hügellandschaft süd-östlich von Saloniki endet beim Kap Kleine Karaburun dicht am Meere; es hat sich hier sogar ein 30 m. hohes Kliff gebildet. Gegen SO wird der Golf immer flacher und geht endlich in eine breite Aufschüttungsoberfläche über. Letztere ist eine sehr junge Erscheinung, noch nicht vollendet und darum von grossen Sümpfen bedeckt. Diese dreieckige Ebene ist von den nicht ständig fliessenden aber sehr schuttreichen Flüssen gebildet worden, die aus der neogenen Umrahmung der Ebene kommen. Besonders sind die hier auftretenden sarmatischen Meeresablagerungen der Erosion gegenüber sehr wenig widerstandsfähig und liefern sehr viel Schutt. Diese aufgeschüttete Ebene greift merklich die Täler der Hügellandschaft süd-östlich von Saloniki über längs einer Linie, die dinarische Streichrichtung von NW nach SO hat. Es scheint, dass gleichzeitig mit der postpliozänen Hebung des westlichen Ausläufers des Hortač-Gebirges und des Hortač selbst eine Einmündung des süd-westlich gelegenen Gebietes stattgefunden hat. Diese Einmündung kreuzt sich unter fast rechtem Winkel mit der Quereinmündung des Golfes von Saloniki, die ebenso von postpliozänem Alter ist. Dort, wo sich die beiden Einmündungen, die beiden Synklinorien kreuzen, findet sich die breiteste Stelle des eigentlichen Golfes von Saloniki zwischen den Grossen und Kleinen Karaburun. An der Stelle des östlichen Teiles dieser Verbreiterung hat sich das Delta des Vardar und der Ludia gebildet. Es ist sehr wahrscheinlich, dass die Senkung nicht mehr fort dauert, wie schon Philippson vermutet hat; denn die Aufschüttung des Deltas schreitet sehr schnell fort.

A. Struck hat schon versucht nach historischen Angaben festzustellen, dass der Golf von Saloniki sich früher viel weiter nach Nord-Westen erstreckte¹⁾. Ein noch weiterer wichtiger Nachweis wurde in der letzten Zeit von Herrn Prof. Mitzopoulos erbracht²⁾. Er hat nämlich bei der Eisenbahnstation Plati, 26 km. westlich von dem heutigen Golf von Saloniki, bei den Entwässerungs-

¹⁾ A. Struck, Makedonische Fahrten. II. Die makedonischen Niederlande. Sarajevo, 1908, S. 96; s. auch Stanley Casson, Macedonia, Thrace and Illyria, Oxford, 1926, S. 8 und 15.

²⁾ Darüber wird er in der nächsten Zeit eine kurze Mitteilung veröffentlichen.

arbeiten in einem Kanal unter dem Alluvium Meeressande gefunden die eine vollkommen rezente Meeresfauna enthalten. Es handelt sich um einen Meeresstrand, der von den mächtigen fluviatilen Ablagerungen der Flüsse Vardar und Ludia verschüttet werden ist; denn auf den sandigen und tonigen Meeresfauna enthaltenden Schichten sind Süßwasserablagerungen mit Unioniden aufgeschüttet worden. Es scheint mir dabei, dass die aufgefundene Fauna dafür spricht, dass die Aufschüttung in ganz kurzer Zeit und sehr rasch vor sich gegangen ist. Das zwingt mich zu glauben, dass die Einmündung nicht im Anfang des Quartärs stattgefunden hat, sondern höchstens unmittelbar vor dem Würm; denn die Fauna des Ägäischen Meerés war während des älteren Quartärs und des Thyrreniens grundverschieden von der heutigen Fauna. Wir werden weiter sehen, dass auch die Angaben aus den anderen in diesem Aufsatz in Betracht gezogenen Gebieten dafür sprechen, der letzten synorogenen Bewegungen ein sehr junges Alter zuzuschreiben. Das Auftreten der 15 m. hohen Terrasse im Tale der Pajzanski potok, eine Terrasse die der Höhe nach sehr wahrscheinlich würmisch ist, zeigt andererseits, dass nach dem Würm nur eine gleichmässige Hebung aber keine Verbiegung stattgefunden hat.

Nach alledem, was hier dargestellt wurde, kann man sich die Entwicklung der Landschaft um Saloniki folgenderweise vorstellen:

1. Entstehung einer breiten und weiten levantinischen Aufschüttungsoberfläche am Ende des Pliozän, stellenweise in die umrahmenden Gebirgsblöcke als levantinische Abtragungsfläche eingeschnitten.

2. Verbiegung dieser Oberfläche in verschiedenen Richtungen und Bildung eines kreuzförmigen Golfes.

3. Zuschüttung eines Teiles dieses Golfes und Entstehung von breiten rezenten Aufschüttungsoberflächen und gleichzeitig Zerschneidung der über dem Meeresspiegel gebliebenen Teile der levantinischen Aufschüttungsoberfläche, Entstehung einer flachwelligen Hügellandschaft (S. Tafel I).

DIE GEBIRGSREIHE VON HORTAČ

Es wurde, in Zusammenhang mit der Hügellandschaft von Saloniki, schon erwähnt, dass diese Gebirgsreihe einen gehobenen Block entspricht. Er erstreckt sich von NW nach SO, vom Tale von Galik bis zum Madenohoria in der Chalkidiki-Halbinsel. Gegen SW grenzt diese Gebirgsreihe an die soeben beschriebene Hügellandschaft von Saloniki. Die Grenze ist eine Bruchlinienstufe. Sie wird von einem stark zerlappten Gebirgsrand dargestellt, der an der Stelle einer Bruchstufe entstanden ist. Die letztere ist lange vor dem Pliozän gebildet worden; sie entspricht der ersten starken Hebung und Talbildung, die schon oben, bei

der Beschreibung der Verhältnisse im Tale von Kireč-kjoj erwähnt wurde. Nach dem Rückzug oder besser gesagt nach der Zuschüttung des pliozänen Sees, ist dieser Bruch zugedeckt worden und er ist heute nur durch die Therme bei Sedes unweit östlich von Saloniki und nach den seismischen Eischeinungen festzustellen.

Bei der letzten Hebung dieses Gebietes en block lebte diese Verwerfung nicht wieder auf, sondern es ist nur eine Verbiegung an dieser Stelle verursacht worden, wie das aus der Lagerung des Pliozäns in der Umgebung von Saloniki zu entnehmen ist. Bei dieser Hebung haben sich die verschiedenen Flüsse, die das Gebiet durchquerten, verschieden verhalten. Wir sahen schon, dass der Fluss, der über den Derventpass floss, sich nicht mehr behaupten konnte und wir haben jetzt an dieser Stelle ein verlassenes Tal. Der Galik dagegen hat sich behauptet und epigenetisch in das Grundgebirge dieser Gebirgsreihe eingeschnitten. Die Schiefer und die Kalk enden nicht bei Galik, wie das auf der Karte Osswalds eingetragen ist, sondern sie sind auch westlich dieses Flusses beim Dorfe Narâš (Philadelphia) zu sehen. Es ist ein richtiger epigenetischer Durchbruch an dieser Stelle entstanden, denn der früher auf pliozänen Ablagerungen fließende Galik ist heute in den Kalken und Schiefer eingeschnitten. Das heisst, der Durchbruch ist epigenetisch angelegt worden, aber antezedent weitergebildet, wie es sehr oft der Fal ist.

Die Gebirgshöhe von Hortač besteht aus den erwähnten Kalken, die nach Osswald vermutlich triadisch sind, können aber auch Titan oder Kreide sein (keine Fossilien!). Diese Kalke stellen eine unterbrochene Reihe dar, die sich in der Richtung WNW—OSO erstreckt und die aus mehr oder weniger isolierten aber in der erwähnten Richtung lang ausgezogenen Schroffen Erhebungen besteht. Darnuter sind besonders die synonymen Erhebungen Heilige Ilias nördlich von Gradobor (am Ostufer des Galikflusses) und östlich von Kireč-Kjoj zu erwähnen (Das Dorf Kireč-Kjoj, d. h. Kalkdorf, hat sogar davon seinen Namen bekommen; auch der neue, von den Griechen gegebene Name Asvestichorion herst dasselbe). Diese Kalkerhebungen stellen das stärkste Relief in der ganzen Gebirgsreihe dar. Sie sind nach Norden und nach Süden von gerundeten Formen umkreist, die den der Erosion gegenüber viel weniger widerstandsfähigen Schiefen zuzuschreiben sind. Diese Schiefer haben wie die Kalke eine WNW—OSO Richtung und eine allgemeine Neigung gegen NNO. Die Zusammensetzung dieser kristallinen Schiefer wechselt sehr stark. Im Allgemeinen ist von SW nach NO das Folgende festzustellen: Die Zitadele von Saloniki ist auf grünen Schiefer gelegen, die normal gegen NO geneigt sind. Sie werden gegen NO von einem zweiglimmerigen Granitgneiss überlagert. Dieser fällt in derselben Richtung ein aber sehr steil. Dann kommen darüber flach gegen NO geneigte Glimmerschiefer. Darauf kommt ein kleines Serpentinlager mit NW—SO Verbreitung und steil

nach NO geneigt. Es sind zahlreiche Spiegelfächen zu beobachten. Der Serpentin ist bei der Faltung als Abscherungsfäche benützt worden. Er ist jedenfalls viel weniger ausgedehnt als er auf der Karte Osswalds eingetragen worden ist. Weiter nach NO sind im Tale von Kireč-kjoj unter dem oben beschriebenen Pliozän sandige flyschähnliche Phyllite zu beobachten. Die Phyllite und die Glimmerschiefer sind stellenweise von Quarz durchtränkt worden so dass sich bedeutende Quarzgänge gebildet haben. Weiter nach Norden kommt die erwähnte Kalkreihe in scheinbar konkordanter Lagerung mit den kristallinen Schiefeln. Noch weiter nach NO bis zum Becken von Lagadina besteht das Terrain aus feingeschichteten glimmerigen Gneisen mit normaler Neigung gegen NO. Der ganze Komplex ist überhaupt in dinarischer Richtung gefaltet, besser gesagt sehr eng zusammengepresst worden. Das ist nach dem Eindringen der grünen Gesteine und des Serpentin geschelien. Bei den nachfolgenden Hebungen en block haben sich die petrographischen Unterschiede ausgewirkt und die Kalkzüge, aber auch manche von den Quarzgängen, sind als Erhebungen, als Härtlinge herauspräpariert worden.

Wenn der steile Abfall der Gebirgsreihe von Lagadina gegen den Golf von Saloniki indirekt von einer Verwerfung tektonisch bedingt ist, jedoch heute eine rezente Abtragungsform, eine Bruchlinienstufe darstellt, stellen die höheren Teile dieser Gebirgsreihe reine petrographisch bedingte rezente Abtragungsformen dar. Die schon oben erwähnte pliozäne Felsterrasse und die ihr entsprechende korrelate pliozäne Ablagerungsfläche im Tale von Kireč-kjoj sind eine unbedeutende Ausnahme im ganzen Formenkomplex des Gebirges. Für das Verständnis der Morphogenese des Gebietes haben diese älteren Formen natürlich eine sehr grosse Bedeutung.

Wenn man das hier in Betracht kommende Gebiet bereist, ist man zuerst geneigt, die flache Verebnung Čair NW vom Dorfe Hortač, in 480 m. Höhe als Rest einer älteren Abtragungsoberfläche zu betrachten. In Wirklichkeit ist auch diese Verebnung eine rezente Erscheinung. Sie ist nämlich durch eine als Härtling herauspräparierte Quarzgang, der sich im Tale des Flüsschens von Sedes befindet, bedingt. Dieses solcherweise abgedämmte Tal hat darum einen sehr flachen Oberlauf, und ist in der Mitte mit einer sehr dickem deluvialen Boden bedeckt, der in der Peripherie in Gehängeschutt übergeht. Es ist hier jedenfalls kein Neogen zu finden. Das, was auf der Karte Osswalds als Neogen eingetragen worden ist, ist eine ganz rezente Erscheinung.

Nördlich von der Verebnung Čair und vom Dorfe Hortač sind aber in 520 m. Höhe Reste einer richtigen alten Abtragungsoberfläche erhalten geblieben. Sie ist in die kristallinen Schiefer eingeschnitten worden und wird von kalkigen und besonders von typischen kleinen Härtlingen von Quarzgängen überragt. Besonders interessant sind die Reste dieser Abtragungsoberfläche, die

in derselben Höhe nahe dem Dorf Iledžik (Philiros) gelegen sind. Sie sind von einer tiefroten Ton bedeckt, der unmerklich in verwittertes Gestein übergeht und sich so als Verwitterungsprodukt erweist. Diese roten Tone auf rein silikatischen Gesteinen können keine terra rossa sein, die Kalke, die eine solche terra rossa liefern könnten, sind weit entfernt, so dass diese Tone sehr wahrscheinlich das Ergebniss einer lateritischen Verwitterung anzusprechen sind. Da aber andererseits bekannt ist, dass in der Balkanhalbinsel lateritische Verwitterung das letzte Mal während des Pontiens möglich gewesen ist¹⁾, muss angenommen werden, dass diese Abtragungsoberfläche entweder pliozän oder älter ist. Es ist unmöglich die Frage zu entscheiden. Wenn das Pliozän im Tale von Kireč-kjoj in sich nicht nur das Levantien, sondern auch das Pontien einschliesst, muss die in 520 m. Höhe gelegene Abtragungsoberfläche als präpliozän, aber auch wahrscheinlich als präarmat angenommen werden; denn während des Sarmat ist in diesem Gebiete eine starke Talbildung im Gange gewesen. Wenn dagegen das Neogen im Tale von Kireč-kjoj nur das Levantien umfasst, kann die in Betracht stehende Abtragungsoberfläche auch pontisch sein. Jünger kann sie jedenfalls nicht sein. So erglbt es sich, dass in der Gebirgsreihe von Hortač zwei Hebungspausen mit entsprechenden Flächenbildungen in 240—260 und 500—530 m. Höhe festzustellen sind. An mehreren Stellen sind die Reste der oberen Fläche mit mächtigen Verwitterungsprodukten bedeckt. Sie sind keine Ablagerungen, keine geologische Formation und darum von Osswald auf seiner Karte falschlicherweise als „Neogene Ablagerungen“ eingetragen. Man muss aber betonen, dass im Vergleich mit den rezenten Erosionsformen die Spuren des älteren Reliefs einen sehr kleinen Platz einnehmen.

670 m. über den höchsten Resten der oberen Abtragungsoberfläche erhebt sich der höchste Gipfel dieser Gebirgsreihe, Hortač (1201 m. abs. Höhe), als ein grosser Restberg. Er hat nur junge eingeschnittene Täler, so dass er als eine alte, aber von den rezenten Abtragungsvorgänge gründlich umgewandelte Form zu betrachten ist.

BECKENREIHE VON LAGADINA — BESIK

Der Abhang der in Betracht stehenden Gebirgsreihe gegen das Becken von Lagadina ist komplizierter gebaut als der Abhang gegen den Golf von Saloniki. Gegen das Becken von Lagadina haben wir nicht mit einer Verwerfung und mit einer Bruchlinienstufe, sondern mit zwei verschiedenartigen Verwerfungen, mit einer Bruchlinienstufe und mit einer Bruchstufe zu rechnen.

¹⁾ Dimitri Jaranoff, Essai sur le climat de la Bulgarie pendant le Pliocène et le Quaternaire, in Zeitschr. Bulg. Ak. Wiss. H. LIII, 1936, S. 1—29.

Auf dem ganzen NNO-Abhang der Gebirgsreihe sind im Allgemeinen die folgenden Verhältnisse zu beobachten:

Der steile und geradelinige Abhang stösst plötzlich in 230 m. Höhe an eine gut ausgebildete Verebnung, die gegen das Becken stark geneigt ist und bei 130—135 m. Höhe plötzlich mit einer 20—25 m. hohen Stufe abbricht, um sich dann ab 110 m. fast bis zum See von Lagadina weiter fortzusetzen, in 75 m. Höhe. Der See von Lagadina bedeckt einen Teil einer alluvialen Ebene, entstanden durch Zuschüttung des grössten Teiles der abgesunkenen Verebnung. Die letztere ist heute von dieser alluvialen Ebene durch mächtige Schuttkegel getrennt, die auch den See abgedrängt haben. Die Entstehung dieses Sees ist durch zwei verschiedene Ursachen bedingt.

Zuerst muss die Senkung verantwortlich gemacht werden; den sie hat die Hohlform gebildet, besonders weil in diese Senkung das Gebiet des Rendina—Bogazi (zwischen dem See vom Beşik und dem Golf von Orfano) nicht einbegriffen worden ist. Und obgleich sich in diesen nicht gesunkenen Block ein antezedentes Tal eingetieft hat, genügte es nicht um die vollkommene Entwässerung des grossen Beckens zu ermöglichen. Diese antezedente Tal hat andererseits nicht gestattet, dass die Seen ein höheres Niveau haben. Es ist absolut unmöglich nachzuweisen, dass die Seen grösser gewesen sind als heute. Ich habe das Gebiet Schritt für Schritt bereist und ich konnte feststellen, dass von den auf der Karte des „Bolbi-See“ Cvijić's (so nennt er die beiden Seen zusammen) eingetragenen Terrassen die unteren gar nicht vorhanden sind, die beiden oberen dagegen den beiden durch eine stark in dem Relief hervortretende Bruchstufe getrennten Teilen der oben erwähnten Verebnung entsprechen. Diese Verebnung ist aber keine Seeterrasse, keine Abrosionsplatte, sondern eine durch rein fluviale Erosion entstandene Abtragungsfäche. Sie greift längs der Täler in den Körper des Gebirges hinein, so dass der im Allgemeinen geradelinige Abhang stark zerlappt erscheint. Die Bergsporne weisen dabei keine Bearbeitung durch Abrosion auf, obgleich sie in einer Linie angeordnet sind. Darum nehme ich an, dass vor der Entstehung der verworfenen Abtragungsoberfläche der Gebirgsblock längs eines Bruches oder einer Flexure gehoben worden ist. Dieser Bruch oder diese Flexur ist bei der Ausbildung der Abtragungsoberfläche in eine Bruchlinienstufe (oder, wenn man will, Flexurlinienstufe) umgewandelt worden. Dabei ist diese Bruchlinienstufe nicht gut ausgebildet, denn die Gesteine sind der Erosion gegenüber sehr wenig widerstandsfähig.

Der zweite Grund, der den Seen gestattet hat, sich bis heute zu erhalten, sind die beiden grossen Schuttkegel der Maslarska reka (sie kommt vom Norden vom Beşik-dag) und des Dokusdere (er kommt vom Süden von Mademohoria). Sie vereinigen sich bei Rendina, wo sie den Beşik-See abgedämmt haben. Die

beiden Schuttkegel sind viel mächtiger als die grösste Tiefe des Sees — 20 m. Zwei andere gegeneinander gelegene Schuttkegel von Dereli Lakos (es kommt vom Norden, von der Kruša) und des Zagliver-deresi (es kommt vom Süden, von Mademohoria) haben dazu beigetragen den See von Lagadina von dem See von Beşik abzutrennen. Auch diese Schuttkegel sind viel mächtiger als die grösste Tiefe des Sees von Lagadina — 7 m. D. h. dieselbe Erscheinung, die für die Abdämmung und so für die Erhaltung der Seen beigetragen hat, trägt dazu bei die Seen durch Zuschüttung zu vernichten. In dieser Hinsicht haben die Schuttkegel, die die Seen von allen Seiten umkreisen, schon sehr viel gemacht. Ich bin geneigt diese offenbar in der letzten Zeit aktivisierte Schuttkegelbildung (die Schuttkegel verbreitern sich auf rezente Seealluvionen) einer rezenten Hebung der das Becken umrahmenden Gebirge zuzuschreiben. Diese Erscheinung ist uns auch aus anderen balkanischen Becken bekannt geworden¹⁾.

Wenn wir zu den Abtragungsformen in der Beckenreihe von Lagadina—Beşik zurückkehren wollen, müssen wir zuerst feststellen, dass unsere Abtragungsoberfläche im südlichen Teile des Beckens von Lagadina nach der Entstehung des oberen Bruches gebildet worden ist, und dass andererseits dieser Bruch (möglicher Weise diese Flexur) junger ist als die obere Abtragungsoberfläche in 520 m. Höhe in der Gebirgsreihe von Hortač. Es ist klar, dass die Verebnung im Becken von Lagadina jünger als die obere Verebnung im Hortač ist. Die Lagadina-Verebnung ist höchstwahrscheinlich gleichaltrig mit der kleinen Abtragungsoberfläche im Tale von Kireč-kjoj, d. h. sie ist pliozän oder oberpliozän. In der Nähe der Bruchlinienstufe ist diese Abtragungsoberfläche ganz nackt, nach unten nimmt aber die Bedeckung mit rein fluviatilen Schutt zu. Dieser Schutt, entsprechend der Kürze und der grossen Neigung der Flüsse, die ihn abgelagert haben, ist sehr grob, aber mit sehr viel feinem rotem Ton untermischt, der aus der Verwitterungsdecke der oberen der Zerschneidung unterliegenden Abtragungsoberfläche in 520 m. Höhe gekommen zu sein scheint. Derselbe Schutt ist auch auf der unteren Stufe der Abtragungsoberfläche des Beckens von Lagadina zu finden. Der Absatz zwischen den beiden Stufen dieser Verebnung ist, wie gesagt, eine ausgesprochene Bruchstufe, die offenbar in ganz junger Zeit entstanden ist; denn sie ist von den Erosionsvorgängen gar nicht berührt worden.

Nach alledem, was in diesem Kapitel gesagt wurde, ist es klar, dass die südliche Umrahmung des Beckens von Lagadina aus mehreren morphologischen Formen besteht. Von oben nach unten, die Abtragungsoberfläche in 520 m. mitberechnet, sind sie die folgenden:

1. Abtragungsoberfläche in 510—530 m., mit lateritischer

¹⁾ Dimitri Jaranoff, Morphologie der hinterbalkanischen Becken, in Zeitschr. bul. geol. Ges., Jahrg. VII, 1935, H. 3, S. 229—230.

Verwitterungsdecke (pontisch oder vorpontisch). Wir können sie nicht mit einem kurzem lokalen Name belegen, denn sie ist, wie wir weiter sehen werden, auch an anderen Stellen zu finden.

2. Bruch — möglicherweise Flexurlinienstufe von 510 bis 230 m. Höhe.

3. Abtragungsoberfläche, obere Stufe, die sich buchtenartig in den Gebirgskörper einschmiegt. Jünger als die Fläche in 520 m.

4. Bruchstufe von 130—135 bis 105—110 m. Höhe, die die obere Stufe der unteren Abtragungsoberfläche von der unteren Stufe trennt.

5. Abtragungsfläche, untere Stufe, gleichaltrig mit der oberen Stufe.

6. Rezente Schuttkegel, übergreifend über die alluviale Oberfläche.

7. Alluviale Oberfläche zum grössten Teil unter Wasser.

Es ist nicht weniger interessant einen Blick über die morphologischen Verhältnisse in der nördlichen Umrahmung des Beckens von Lagadina zu werfen.

Wenn wir uns vorstellen können, dass die rezenten Schuttkegel, die vom Norden bis zum See von Lagadina stossen, weggenommen sind, werden wir beobachten können, dass:

1. In der nord-westlichen Ecke des Beckens von Lagadina eine pliozäne Ablagerungsoberfläche sich von Norden, von 350 m. Höhe gegen Süden bis auf 100 m. Höhe senkt und unter der alluvialen Ebene untertaucht. Das ist besonders gut beim Dorfe Gjuvezna zu sehen. Nach oben geht diese Ablagerungsoberfläche in eine korrelierte Abtragungsoberfläche über. Die letztere schneidet die stark gefalteten kristallinen Schiefer der Kruša-planina glatt ab und tieft sich in den Körper dieser Gebirges ein. Hoch über dieser Verebnung ist eine andere zu finden. Sie wird später näher behandelt. Mitten in der unteren Abtragungsoberfläche findet sich die grosse Erhebung Devekoran, eine Kalkpartie, die als Härtling herauspräpariert worden ist. Es ist klar, dass an dieser Stelle die Gestalt des Beckens von Lagadina von einer Verbiegung, von einer leichten Flächenflexur bedingt ist. Der Entstehung nach ist dieser Teil des Beckens von Lagadina den hinterbalkanischen Becken sehr ähnlich. Diese Ähnlichkeit ist zu erklären durch die ähnliche Stellung: jene ist in der innersten Zone der Dinariden, diese — in der innersten Zone der Balkaniden gelegen. Diesen symmetrisch auf den beiden Seiten der rhodopischen Masse (Zwischenland) gelegenen tektonischen Zonen entsprechen ähnliche Grossformen, hauptsächlich sekundäre strukturelle Formen.

2. Einige Kilometer südöstlich von Gjuvezna wird die erwähnte Flächenflexur immer stärker und nordöstlich von Lagadina wandelt sie sich in einer Bruchstufe um. Hier stösst die alluviale Ebene im 100 m. abs. Höhe direkt an eine geradelinige

Stufe, die aus weissen und gelblich-weissen sandigen und kiesigen horizontalen pliozänen Schichten besteht. Nur gegen NNO, gegen das Gebirge sind diese Schichten einwenig gehoben worden und haben so eine schwache SSW Neigung bekommen. Die obersten Schichten dieser pliozänen Ablagerungen bilden in 285 m. Höhe (gegen das Gebirge einwenig höher) eine strukturelle Schichtfläche, eine Ablagerungsoberfläche, die der bei Gjuvezna entspricht. Nur taucht sie hier nicht unter der heutigen alluvialen Ebene unter, sondern bricht plötzlich längs der erwähnten Bruchstufe ab. Dank den mehr oder weniger zementierte sandigen und kiesigen Schichten, aber offenbar auch wegen ihres jungen Alters, ist diese Bruchstufe vollkommen erhalten, und mit 185 m. Sprunghöhe sehr imposant. Diese Stufe als eine von der Erosion gebildete Schichtstufe zu erklären ist unmöglich, denn es ist absolut undenkbar, dass die Erosion eine so geradelinige, 15 km. lange Stufe bilden kann, besonders wenn wir die Tatsache in Rücksicht nehmen werden, dass längs diese Stufe die Schichten nicht immer der Erosion gegenüber gleich widerstandsfähig sind. Kurz gesagt, wir haben es hier mit einer der an der Südseite des Beckens gebildeten Bruchstufe sehr ähnlichen Erscheinung zu tun. Der Unterschied besteht in der Tatsache, dass die Sprunghöhe des nördlichen Bruches grösser gewesen ist und darum die untere Stufe von der alluvialen Ebene und nachher von den rezenten Schuttkegeln zugeschüttet worden ist. Sonst geht die Ähnlichkeit zwischen den beiden Flächen noch weiter: Die Schichtfläche in 285 m. Höhe nördlich und östlich von Lagadina hebt sich allmählich gegen NNO und geht dabei in eine korrelierte Abtragungsoberfläche über. Sie schneidet hier, so wie nördlich von Gjuvezna, die zweiglimmerigen stark gefalteten, an Quarzgängen reichen Gneise, glatt ab. Der Übergang von Abtragungs- in Ablagerungsoberfläche ist sehr deutlich; bei dem alten, heute zerstreuten türkischen Dorf Sarajar kann dieser Übergang als Schulbeispiel gelten. Der feine aus Milchquarz bestehende Kiess und Sand des früheren Seestrandes ist bis heute noch unverändert geblieben. Längs des Flusses Bogdanska reka, die die Gewässer der südlichen Kruša-Planina sammelt, neben der Lagadina fliesst und sich in den See von Lagadina ergiesst, sind Verhältnisse zu beobachten, die denen im Tale des Flusses von Kireč-Koj sehr ähnlich sind. Der Fluss ist sehr tief in das Gebirge eingeschnitten. Nachher hat aber eine Senkung stattgefunden, ein Teil des Tales ist überflutet worden und mit denselben pliozänen Ablagerungen, die soeben beschrieben wurden — ausgefüllt. (Diese grosse Bucht des pliozänen Sees ist auf der Geologischen Karte Osswald's nicht eingetragen worden; diese Karte zeigt die Verbreitung des Neogens überhaupt sehr unrichtig). Diese Sedimente sind von einer Schichtfläche gekrönt, die ihrerseits wie bei Gjuvezna und Sarajar in eine Abtragungsoberfläche übergeht. Zwischen der Abtra-

gungsoberfläche im Tale des Bogdanska reka im 320 m. Höhe und der bei Sarajar in derselben Höhe sind einige typische Fernlinge geblieben, wie z. Beispiel die Höhe 385·35. Die Abtragungsoberfläche und die ihr korrelate Ablagerungsoberfläche im Tale der Bogdanska reka sind heute nur als eine breite horizontale Terrasse erhalten geblieben. Im Tale der Bogdanska reka ist auch eine Felsterrasse in 12—15 m. Höhe vorhanden, hier und da mit grobem fluvialem Schotter bedeckt. Sie ist nach der Hebung des Pliozäns, nach der Entstehung der Bruchstufe nördlich und östlich von Lagadina entstanden. Es muss hervorgehoben werden, dass diese Terrasse sich nur in dem Teil des Tales findet, der in die Kruša-Planina eingeschnitten ist. Nach unten nimmt sie an Höhe ab und verliert sich im Becken von Lagadina. Si ist hier von der alluvialen Fläche zugeschüttet worden. Und da diese Zuschüttung älter ist als die rezenten Schuttkegel, muss angenommen werden, dass nach der Entstehung der Terrasse in 15 m. Höhe eine zweimalige Senkung des Beckens stattgefunden hat. Wenn wir diese überall in der Balkanhalbinsel auftretende Terrasse in 15 m. Höhe als würmisch ansehen wollen, muss angenommen werden, dass die grosse Bewegung mit den starken Verwerfungen vor dem Würm stattgefunden hat, nachher — nur zwei kleine negative Bewegungen im Beckenbereiche. Eine solche Reihe von Bewegungen ist uns von anderen Becken der Balkanhalbinsel (z. Beispiel vom Becken von Sofia) schon bekannt¹).

3. Noch weiter nach Süd-Osten, z. Beispiel beim Dorfe Kurfali (Analipsis) stoss die alluviale Ebene direkt an das Grundgebirge der Kruša-Planina, denn hier ist die schon mehrmals beschriebene Bruchstufe in dem Grundgebirge entstanden. Die neogenen Ablagerungen, wenn es überhaupt an dieser Stelle solche gab, sind mit dem abgesunkenen Flügel verschwunden. Auf der geologischen Karte Osswald's ist hoch oben in der Kruša-Planina zwischen den Dörfern Suho und Kara-Omerli im 560—650 m. Höhe, eine grosse Platte von Neogen angegeben. Man könnte vermuten, dass dieses Neogen bis zum Becken von Lagadina—Beşik gereicht hat, aber nachträglich teilweise abgetragen worden und nur oben auf der Höhe erhalten geblieben ist. Es gibt in Wirklichkeit in dieser Höhe kein Neogen, sondern es handelt sich um die rote Verwitterungsdecke einer in silikatische Gesteine eingeschnittenen Abtragungsoberfläche. Der Fall ist derselbe wie im Hortač. Diese silikatischen Gesteine sind meistens Granite, aber stellenweise auch zweiglimmerige Gneise. Die lateritische Verwitterung dieser Gesteine am Ort und Stelle unterliegt keinen Zweifel. Sie beweist nur, dass wir es an dieser Stelle mit einer älteren Abtragungsfläche zu tun haben als mit der, die man gewöhnlich in 250 bis 400 m. in der Kruša-planina findet. Auch auf

¹) Dimitri Jaranoff, Morphol. hinterb. Becken, S. 177.

der Kruša-planina ist eine Abtragungsoberfläche zu finden, die der Fläche in 530 m. im Hortač gleichaltrig zu sein scheint.

Diese Verhältnisse können folgenderweise gedeutet werden:

1. Nach der Entstehung der Abtragungsoberfläche im Hortač in 530 m. Höhe fand eine starke Verwerfung im Süden und eine flexurartige Verbiegung im Norden statt: die Gebirgsreihe von Hortač entstand das erste Mal als morphologische Einheit und neben ihr auch für das erste Mal — die Beckenreihe von Lagadina—Beşik. Nach diesen Vorgängen entstand in dem neuen Becken ein flacher See, der sich schnell mit lakustren Ablagerungen ausgefüllt hat. Diese Ablagerungen erscheinen als Korrelate einer Abtragungsoberfläche, die sich buchtenartig in den Körper der Kruša-Planina, sowie des Hortač eingeschnitten und so die Bruchstufe in eine Bruchlinienstufe umgewandelt hat. Diese Verbiegung ist nur im Becken von Lagadina—Beşik zu finden und darum können wir sie als Lagadina-Abtragungsoberfläche belegen. Es ist dabei besonders zu bemerken, dass bei dieser ersten Entstehung des Beckens die alten Talverhältnisse erhalten geblieben sind. Das alte Dervental ist in dieser Zeit noch in Funktion gewesen.

2. Die Beckenbildung wiederholte sich nach der Entstehung der Lagadina-Abtragungsoberfläche und der ihr entsprechenden Ablagerungsoberfläche, diesmal längs ausgesprochener NNW—OS gerichteter Verwerfungen mit kleiner Sprunghöhe. Sie sind der älteren parallel, zeigen aber eine Wanderung gegen das Becken, eine Verengung des letzten. Das ist eine Erscheinung die uns auch bei anderen Becken entgegentritt, z. Beispiel im Becken von Serres oder in der grösseren Ebene von Plovdiv. Das Ergebnis dieser Verengung ist die stufenförmige Umrahmung des Beckens, die Entstehung der Bruchstufe zwischen den beiden Stufen der Lagadina-Abtragungsoberfläche im Süden und der Bruchstufe zwischen der rezenten alluvialen Ebene und der pliozänen Ablagerungsoberfläche im Norden. Die Bruchstufen erscheinen so unverändert, dass es gestattet ist zu glauben, dass diese Bewegungen erst im Quartär gewirkt haben. Aber der genaue Zeitpunkt kann nicht angegeben werden. Es kann nur als sicher angegeben werden, dass sie vorwütmisch sind. Die Senkung des Beckens oder, besser gesagt, die Hebung der umrahmenden Gebirge hat ein solches Ausmass gehabt, dass das Dervental ausser Funktion kam und der Fluss bei Rendina-Bogazi sich nicht genügend vertiefte, so dass die zwei geteilten Seen entstanden.

3. Eine erneute Hebung der umrahmenden Gebirge findet heute statt und äussert sich in Schuttkegelbildung. Die Bedeutung der letzteren für die heutige Gestalt der Seen wurde schon oben besprochen. Dass vertikale Krustenbewegungen in diesem Gebiete noch heute stattfinden, beweisen die starken seismischen Erscheinungen und die Isoseisten die sich mit der Richtung des Beckens vollkommen überdecken.

Insofern es sich um die Richtung des Beckens von Lagadina—Beşik handelt, muss betont werden, dass wir es hier eigentlich mit zwei grundverschiedenen Richtungen zu tun haben. Im westlichen Teile des Beckens von Lagadina entspricht die Richtung der beckenbildenden Verwerfungen und Flächenflexuren der dinarischen tektonischen Richtung, in der die Grundgesteine des Hortač und der Kruša-Planina gefaltet worden sind, sogar teilweise gegen SW überschoben. Die Richtung des mittleren und östlichen Teiles des Beckens ist aber von einem System von Verwerfungen bedingt, die W—O verlaufen und sich mit der dinarischen tektonischen Richtung unter 45° kreuzen. Diese W—O Richtung werden wir auch an anderen Stellen finden. Sie ist für die ägäischen Länder sehr typisch, sie kann sogar als Charakteristikum für das östliche Mittelmeer betrachtet werden. Es ist klar, dass die äusserlich einheitliche Beckenreihe von Lagadina—Beşik sich in Wirklichkeit als eine heterogene Erscheinung erweist. Der westliche Teil des Beckens erweist sich als eine zonale morphologische Erscheinung, gebunden an die innerste Zone der Dinariden. Die letztere zeichnet sich, so wie die innerste Zone der Balkaniden, durch das Vorhandensein zahlreicher sekundären strukturellen Formen; besonders durch Verbiegung und Verwerfung entstandene Becken aus. Der mittlere und östliche Teil des Beckens ist dagegen eine azonale, von den ägäischen tektonischen Bewegungen bedingte morphologische Erscheinung¹⁾.

KRUŠA-PLANINA UND DIE NIEDERUNG VON KUKUŠ.

Wenn wir diese beiden morphologische Einheiten zusammen und gleichzeitig betrachten wollen, so deshalb, weil der nördliche Teil der Niederung von Kukuš und die Kruša-Planina geologisch vollkommen ähnlich sind (die dünne pliozäne Decke in der Niederung äusser Betracht gelassen) und weil morphogenetisch die beiden Einheiten sehr eng verbunden sind.

Die geologische Zusammensetzung der Kruša-Planina samt der nördlichen Niederung von Kukuš ist sehr einfach. Man findet nur kristalline Schiefer, hauptsächlich Glimmerschiefer, zweiglimmerige Gneise, muskovitische Gneise mit Quarzgängen, Augengneise, und dazu einen Granitbatholith, der, im Gegensatz zu dem was man östlich der Struma findet, heute sehr zerlappt erscheint, weil er zusammen mit den Gneisen stark gefaltet worden ist. Wenn wir dem Granit, in Übereinstimmung mit Osswald, eozänes Alter zuschreiben werden, muss angenommen werden, dass die starke Faltung des ganzen Gebietes posteozän ist. Da andererseits in der Nähe priabonische Schichten fast ungestört geblieben sind,

¹⁾ Über die Bedeutung des Ägäischen Meeres für die morphologischen Zonen in der Balkanhalbinsel s. Dimitri Jaranoff, Die morphologische Erforschung und die morphologischen Hauptprobleme in der Balkanhalbinsel, in *Annuaire Univ. Sofia, Fac. hist.-phil.*, Vol. XXXIII, Sofia, 1937.

muss weiter angenommen werden, dass in diesem Falle die pyrenäische Phase gewirkt hat. Wenn es so ist (die genaue Datierung hängt von der Altersbestimmung des Granits ab), ist es klar, dass die ältesten Oberflächenformen in der Kruša-Planina oligozän sein können.

Bei der Faltung sind hauptsächlich mehr oder weniger gegen SW überkippte Falten entstanden, die stellenweise in Schuppen übergehen. Das sind es meistens sinusoide Falten und darum ist das Streichen der Schichten nicht selten N—S und W—O.¹⁾ Im Kerne fast jeder Falte ist mehr oder weniger Granit zu finden. Granitapophysen, Aplitgänge und Pegmatit sind eine sehr verbreitete Erscheinung. Granitmylonite sind ebenso sehr verbreitet [z. B. westlich vom Dorfe Jenikoj (Dorkas) bei Karadžakoj]. Der Granit ist überhaupt sehr viel mehr verbreitet als auf der Karte Osswalds angegeben ist. Er hat dabei immer das Streichen des Gneises.

Der beschriebene Schichtenkomplex grenzt in Süd-Westen an eine Schiefergruppe, die aus Phylliten, serizitischen Schiefen und teilweise aus Gneisen besteht. Diese Gruppe ist genau so dinarisch gefaltet, wie die kristallinen Schiefer der Kruša-Planina, nur sind in jener auch Kalke, Sandsteine und Konglomerate zu finden. Diese sind diagenetisch stark verändert, aber nicht metamorphosiert. Es scheint, dass die rötlichen Sandsteine und Konglomerate Buntsandstein sind, die Kalke — Muschelkalk (Osswald hat die ersten als Perm bezeichnet, die letzten — als Triaskalk; es scheint nicht dass er Fossilien gefunden hat, ebenso wenig wie ich, so dass das Alter dieser Gesteine doch sehr problematisch bleibt). Man kann im Allgemeinen diese permotriadische Serie als Zeugnis für die Zugehörigkeit dieses Gebietes zu der dinarischen Seite der alpinen Geosynklinale in der Balkanhalbinsel betrachten. In diesem Falle müssen wir die Grenze zwischen der Geosynklinale und dem rodopischen Zwischenmassiv in jener Zeit, Ende des Paläozoikums, irgendwo am Westfuss der Kruša-Planina ziehen. Aber später, bei den einzelnen Phasen des alpinen orogenen Zyklus, ist auch die Kruša-Planina samt den Sedimenten der Geosynklinale gefaltet und so dem an der Stelle der Geosynklinale entstandenen Orogen einverleibt worden. Man kann heute die Kruša-Planina nicht mehr zum Rhodopenmassiv rechnen. Es beginnt im hier betrachteten Gebiete östlich der Struma. Diese Tatsache wird besonders klar, wenn man die grossen ungefalteten, nur leicht gestörten Marmor Komplexe und die grossen unveränderten Granitbatholite östlich des

¹⁾ Nach Bourcart [Les confins albanais administrés par la France (1916—1920). Contribution à la géographie et à la géologie de l'Albanie moyenne, in Revue de Géographie, T. X, 1922, Fasc. I, Paris, 1922, S. 32] „il paraît y avoir deux directions différentes de plissements qui ont agi à des époques différentes sur la même région“. Das ist sehr wahrscheinlich. Damit kann man auch die sinusoiden Falten erklären,

Strumatales betrachtet. Diese Tatsache, dass heute die Grenze zwischen dem Rhodopenmassiv und dem dinarischen Stamm des alpinen Orogens in der Balkanhalbinsel der Struma entlang läuft, ist für die morphologische Entwicklung der Gebiete Süd-Makedoniens östlich und westlich von Struma von grösster Bedeutung gewesen. Die Bruchstufen treten westlich der Struma zurück um den Verbiegungen Platz zu machen. Das haben wir schon bei der Betrachtung der Lagadina—Beşik Beckenreihe unterstrichen; das wird auch bei der morphologischen Betrachtung der Kruša-Planina samt der Niederung von Kukuš klar werden.

In der Umgebung von Kukuš sind die morphologischen Verhältnisse bedeutend klarer und können als Ausgangspunkt ausgenutzt werden, um auch die Morphogenese der Kruša-Planina zu verstehen.

Das Gelände südlich von Kukuš stellt eine ungestörte Ablagerungsoberfläche dar, die heute von den nicht sehr tief eingeschnittenen Tälern mehr oder weniger zerschnitten ist. (Die Verbreitung dieser Fläche sowie der anderen morphologischen Elemente ist auf Tafel II angegeben). Man kann dabei sehen, dass die die Fläche bildenden Ablagerungen nicht sehr mächtig sind und aus tiefroten tonigen und sandigen ungestört liegenden Schichten bestehen. Sie liegen auf einer ausgesprochenen Abtragungsoberfläche, die die oben beschriebenen Schieferkomplexe glatt abschneidet. Man kann dabei sehen, dass diese Abtragungsoberfläche vor der Ablagerung der hangenden pliozänen Schichten mit einer dicken Verwitterungsdecke überzogen worden ist. Diese Verwitterungsdecke ist besonders bei den silikatischen Gesteinen sehr mächtig, stellenweise bis 20 m. Ich möchte diese fossilisierte Abtragungsoberfläche mit der oberen Abtragungsoberfläche in der Kruša-Planina und mit der Verebnung in 530 m. im Hortač gleichstellen, besonders wegen der sehr ähnlichen Verwitterungsdecken, mit denen sie alle überzogen sind. Die Schichten, die die fossilisierte Abtragungsoberfläche von Kukuš bedecken, möchte ich andererseits mit den hangenden, von mir als levantinisch bezeichneten Schichten von Bugarievo—Varlandža, gleichstellen. Für solch eine Datierung der fossilisierten Abtragungsoberfläche so wie der sie überdeckenden Ablagerungsoberfläche habe ich auch andere Gründe, die hier nur kurz erwähnt sein sollen.

Die Stadt Kukuš ist am Südfusse der Erhebung Heiliger Georgius (371 m.) gelegen. Diese Erhebung besteht aus leicht marmorisierten, wahrscheinlich triadischen Kalken (auf der geologischen Karte Osswalds ist Phyllit- und Grünschiefer eingetragen worden) in denen sich auch einige kleine Höhlen gebildet haben; die letzteren sind mit einer Knochenbrekzie ausgefüllt, die Reste von pontischer Pikermifauna enthalten. Diese Kalkhöhe scheint sich bei der Entstehung der fossilisierten Abtragungsoberfläche als ein Härtling ausgebildet zu haben. Die Entstehung dieser Härtling hat dazu beigetragen, dass sich auch die umliegenden

der Erosion gegenüber viel weniger widerstandsfähigen Schiefer an dieser Stelle höher erhalten haben. Diese Schiefer bestehen besonders nordöstlich von der Erhebung Heiliger Georgius aus zweiglimmerigen hellem Gneis und chloritischen und serizitischen Tonschiefern. Sie sind von Nord-Osten über den Kalk überschoben worden und haben eine ständige Neigung von 12 bis 15° gegen ONO. Alle diese Schiefer sind in 240 m. Höhe von einer Abtragungsoberfläche abgeschnitten worden, die unmerklich in die beschriebene Ablagerungsoberfläche übergeht. Das kann man besonders gut bei der Ziegelei 4 km. nördlich von Kukuš beobachten. Man muss dabei bemerken, dass die der Ablagerungsoberfläche korrele Verebnung in 240 m. Höhe keine Verwitterungsdecke trägt. Das heisst, dass in der Umgebung von Kukuš die Bewegungen zwischen der Entstehungszeit der fossilisierten Abtragungsoberfläche und der Zeit als die jüngere Fläche gebildet worden ist, sehr schwach gewesen sind. In dieser Hinsicht ist ein grosser Unterschied zwischen der Niederung von Kukuš, und der Beckenreihe von Lagadina — Beşik festzustellen. Einwenig stärker sind die Bewegungen, beziehungsweise die Verbiegungen in der Kruša-Planina östlich von Kukuš gewesen.

In der Umgebung des Dorfes Kusovo (Kokkinia), 15 km. nord-östlich von Kukuš, ist die Ablagerungsoberfläche von Kukuš in 280 m. Höhe zu finden und ausserdem ist der Übergang in die korrele Fläche in 320 m. klar zu beobachten. Die letztere ist in eine höhergelegene, leicht verstellte Abtragungsoberfläche eingeschnitten worden. Die letztere ist ihrerseits 480 bis 520 m. hoch gelegen und mit einer sehr mächtigen lateritischen Verwitterungsdecke überzogen. In derselben Höhe ist diese Fläche auch beim Dorfe Virvan weit verbreitet. Mitten auf dieser Fläche ist die Erhebung Gradiško-Tepe (656 m.) erhalten. Sie besteht aus denselben Schiefen und Graniten, die überall in der Kruša-Planina zu finden sind, das heisst wir haben es an dieser Stelle nicht mit einem Härtling sondern viel mehr mit einem Fernling zu tun. In diese Höhe ist die lateritdecketragende Abtragungsoberfläche buchtenartig eingeschitten. Wir haben es an dieser Stelle mit derselben Fläche zu tun die in der nächsten Umgebung von Kukuš von der wahrscheinlich levantinischen Ablagerungsoberfläche überdeckt worden ist. So wie sie heute bei Kukuš fossilisiert ist, findet man sie in ungefähr 200 m. abs. Höhe, bei Virvan dagegen in der schon angegebenen Höhe von 480 bis 520 m. Dieser Unterschied ist einer Flexure zu zuschreiben, die eine NNO—SSW Richtung hat und in der selben Zeit entstanden ist als die ersten grossen Verwerfungen in der Beckenreihe von Lagadina—Beşik und nördlich von Saloniki gebildet worden sind. Es ist damit klar, dass der Übergang von der Niederung von Kukuš zu der Kruša-Planina dem Übergang von der nordwestlichen Ecke des Beckens von Lagadina zu dem selben Gebirge vollkommen ähnlich ist. Und überhaupt kann man sagen, dass die Ver-

hältnisse zwischen der längs einer Flächenflexur gehobenen Kruša-Planina einerseits, die so als ein Antiklinorium erscheint, und der Niederung von Kukuš samt dem westlichen Teiles des Beckens von Lagadina andererseits dem Verhältnissen zwischen den hinterbalkanischen Becken und der Sredna-Gora sehr ähnlich sind. Und so wie die Flächenflexuren zwischen den Antiklinorien und Synklinorien im Bereiche der Balkaniden in der Nähe der Rhodopenmasse immer mehr zu Verwerfungen werden, so ist auch die Kruša-Planina von der Rhodopenmasse durch eine Verwerfung getrennt, die noch heute als eine im Relief stark hervortretende Bruchlinienstufe zwischen der Kruša-Planina und dem Becken von Serres festzustellen ist.

So haben wir in verschiedenen Höhen und an mehreren Stellen in der Kruša-Planina das Vorhandensein einer Abtragungsoberfläche festgestellt, die mit einer lateritischen Verwitterungsdecke überzogen ist. Ausser dem erwähnten Stellen kann man auch andere Orte angeben wo dieselbe Fläche sehr gut entwickelt und erhalten ist. So z. B. in der Umgebung vom Dorfe Lahana, wo sie eine mittlere Höhe von 580 bis 660 m. hat. Aber besonders gut ist sie in der Umgebung der beiden Seen von Mavrovo und Landža erhalten. Diese beiden Seen sind sehr flach, eigentlich sie stellen nur Sümpfe dar, in denen wenige rezente tonige Seeablagerungen aufgeschüttet worden sind. Wenn man von diesen Ablagerungen absieht, stellt die ganze Umgebung eine sehr weite und breite Abtragungsoberfläche dar, die westlich und südlich von den Seen die Schiefer und Granite der Kruša-Planina glatt abschneidet und sich in einer Höhe von ungefähr 600 m. befindet. Wir haben sie bei der Behandlung der Beckenreihe von Lagadina—Bešik schon einmal erwähnt. Gegen die Seen senkt sich diese Fläche allmählich und stösst gegen den hohe Rand, der das kleine Becken der beiden Seen von den Höhen des Besikdag trennt. Wir haben es an dieser Stelle mit der selben Fläche zu tun, die wir schon an mehreren Stellen als ältere Fläche beschrieben haben. Sie ist auch hier besonders auf dem Granit mit lateritischen Verwitterungsprodukten bedeckt. Sie ist verbogen worden und eben bei dieser Verbiegung sind die beiden kleinen flachen Seemulden entstanden. Die Höhe 442 m. zwischen den beiden Seen erscheint dabei als eine sehr schwierig zu erklärende Form. Sie ist keine Härtling, denn sie besteht aus den selben Schiefen in die die Abtragungsoberfläche eingeschnitten ist. Sie ist aber auch keine Fernling, denn sie zeigt nicht die zentripitale Anordnung der Täler, die für die Fernlinge so charakteristisch ist. Ausserdem ist zu bemerken, dass die Abhänge dieser Höhe sich mit der das Becken bildende Fläche unter einem sehr ausgesprochenen Winkel schneiden. Darum bin ich geneigt zu glauben, dass wir es in diesem Falle mit einem Inselberg zu tun haben, der gleichzeitig mit der erwähnten lateritischen Verwitterungsdecke entstanden ist. Wir wissen andererseits, dass

die Inselberge, so wie die lateritischen Verwitterungsdecken in Savannenklima gebildet werden können. Das heisst, dass die obere, die ältere, mit der lateritischen Verwitterungsdecke überzogene Abtragungsoberfläche pontischen Alters ist, denn eben während des Pontiens ist das Klima der Balkanhalbinsel savannenähnlich gewesen. Savannenähnlich ist es auch während des Eozän gewesen, aber wir haben oben schon gesehen, dass es unmöglich ist, dass sich in der Kruša-Planina präoligozäne Formen erhalten haben.

Die pontische Abtragungsoberfläche in der Kruša-Planina bricht gegen das Becken von Serres plötzlich ab. Der Abhang ist verhältnissmässig sehr steil, aber nicht überall einheitlich. Vom Dorfe Koprovo bis zum Stadt Nigrita scheint nach dem Pontien eine starke Hebung des Gebirges längs einer starken Flexur oder gar einer Verwerfung stattgefunden zu haben. Das hat eine starke Zerschneidung des nord-östlichen Teiles des Gebirges bedingt. Die groben, dieser Zerschneidung korrelaten Ablagerungen sind längs der Bruchstufe abgelagert worden und so ist die letztere in eine Bruchlinienstufe umgewandelt. Nach dem Pliozän ist das Gebirge nochmals gehoben worden, mit diesem auch die groben levantinischen Ablagerungen längs der Bruchlinienstufe. Diese zweite Hebung ist eine Verbiegung gewesen. Nur gegen Nord-Westen geht sie in eine Verwerfung über. Die letztere hat die Entstehung einer Bruchstufe bedingt, die sich in der letzten Zeit wieder belebt. Das hat eben die Entstehung und Erhaltung des Sees von Butkovo bedingt. Darüber wird eingehender in einem anderem Aufsätze gesprochen.

Alles das, was über die Morphologie der Kruša-Planina gesagt wurde, kann folgendermassen zusammengefasst werden:

1. Entstehung einer weiten und breiten Abtragungsoberfläche während des Pontiens. Das Klima ist dazu sehr geeignet gewesen. Als korrelate Ablagerungen dieser Abtragungsoberfläche können die liegenden, Pikermifauna enthaltenden Ablagerungen von Bugarievo—Varlandža zwischen Vardar und Galik betrachtet werden.

2. Verstellung dieser pontischen Abtragungsoberfläche an der Wende Pontien—Levantien, d. h. während der rhodanischen Synrogenese. Die Fläche ist nicht gleichmässig verbogen worden, sondern die Hebung ist sehr stark differenziert gewesen. Das hat eben die Entstehung der beiden Seen von Mavrovo und Landža bedingt. Es ist aber nicht ausgeschlossen, dass die Entstehung dieser beiden Seen den späteren Bewegungen zuzuschreiben ist.

3. Einschneidung einer levantinischen Abtragungsoberfläche in den Körper des Gebirges und gleichzeitig Aufschüttung einer korrelaten levantinischen Ablagerungsoberfläche, die die Niederung von Kukuš bildet.

4. Leichte sehr wenig differenzierte Hebung nach dem Pliozän, Zerschneidung der levantinischen Abtragungs- und Ablage-

рунгоберfläche. Dass diese Hebung sich in der letzten Zeit wieder belebt hat, wurde schon bei der Betrachtung der Beckenreihe Lagadina—Beşik betont.

Es ist daraus klar, dass die Kruša-Planina nicht durch die Verbiegung einer einzigen Abtragungsoberfläche gebildet worden ist, wie Cvijić geglaubt hat, sie besteht aber auch nicht aus mehreren horizontalen Abtragungsoberflächen, wie Ogilvie angenommen hat. Die Entwicklung des Gebirges ist viel kompliziertere gewesen.

Im Allgemeinen kann die Kruša-Planina als ein Antiklinorium betrachtet werden, dem das Synklinorium von Kukuš entspricht. Das letzte findet seine Verlängerung im nördlichen-westlichen Teile des Beckens von Lagadina. Die Niederung von Kukuš ist vom Becken von Lagadina durch die niedrige Schwelle von Baldža und Dremiglava getrennt. Diese Schwelle entspricht einer Queraufwölbung, der auch die höchsten Teile der Kruša-Planina entsprechen. Die Bedeutung dieser Querverbiegungen für das Relief der morphologischen Zone mit sekundären strukturellen Formen wurde von mir in anderen Arbeiten schon mehrmals betont.

ГЕОМОРФОЛОЖКИ ИЗУЧВАНИЯ ВЪ ЮЖНА МАКЕДОНИЯ

Презъ пролѣтѣта на 1936 година имахъ възможность въ продължение на два месеца да обходя на дължъ и на ширъ срѣдната часть на Южна Македония подъ гръцка власть (областьта между българо-гръцката граница и Бѣло море отъ Солунския заливъ до Орфанския заливъ) и да направя тамъ обстойни геоморфоложки изучвания. Въ тази статия сж изложени само една часть отъ тѣхъ, а именно тѣзи, които се отнасятъ до геоморфологията на Солунската хълмиста область, планинската верига на Хортачъ, котловинитѣ на Лагадинското и Бешикското езера и Круша-планина заедно съ Кукушката низина. Изучванията въ останалитѣ области на този дѣлъ отъ Македония заедно съ общитѣ изводи, ще бждатъ изложени въ друга една работа.

Солунската хълмиста область дължи своя обликъ на извънредно неустойчивитѣ плиоценски наслаги, понтийски и левантийски, които въ края на Левантиена сж образували една обширна левантийска седиментационна поврхнина. Презъ Кватернера (по всичко личи, че това ще да е станало доста късно, непосредствено преди Вюрма) тя е била силно денивелирана, къмъ североизтокъ, въ съседство съ Хортачката планинска верига, издигната до 260 м. Това издигане се дължи на едно изкорубане, на образуването на единъ синклинориумъ, напрѣки на който се е образувалъ другъ напрѣченъ синклинориумъ. Тѣзи два кръстосващи се синклинориуми сж, които сж обусловили образуването

на единъ кръстовиденъ Солунски заливъ. Въ течение на Кватернера източната и западна части на този заливъ били запълнени и превърнати на алувиални заравнености, които ще да датиратъ отъ съвсемъ скорошно време, вѣроятно следъ Вюрма, защото на повече отъ 25 км. на западъ отъ днешния заливъ се намиратъ подъ не много дебелия алувиумъ морски наслаги съ напълно съвремененъ характеръ на съдържащата се въ тѣхъ пликморска фауна. Това показва, колко голѣми пространства сж били запълнени отъ наноситѣ на делтата на рѣка Вардаръ и Лудия. Въ противоположностъ на този плоскъ и еднообразенъ релефъ на северъ издигнатитѣ плиоценски наслаги сж били нападнати оживено отъ ерозията и превърнати на единъ хълмистъ теренъ, въ който много рѣдко се намиратъ следи отъ по-стария релефъ, специално отъ левантийската седиментационна повърхнина. Развоитъ на релефа около Солунския заливъ е представенъ графически въ първото отдѣлно приложение къмъ тази статия.

Планинската верига на Хортачъ е отдѣлена отъ описаната областъ посрѣдствомъ единъ откосъ, който косвено е обусловенъ отъ разсѣдъ. Той ще да е образуванъ преди Плиоцена, следъ което настъпило образуване на извънредно дълбоки долини, впоследствие отчасти запълнени съ плиоценски наслаги. На тѣхъ отговаря една денудационна повърхнина, която е покрита съ латеритна извѣтрителна кора. Положението на тая повърхнина и споменатата кора посочва ясно, че тукъ имаме работа съ една заравненостъ, която е или понтийска или по стара, но не и левантинска. Върху нея се издигатъ възвишения съ относителна височина 600 м. Повечето отъ тѣхъ сж далечници, а намиращиятъ се тукъ варовикъ е обусловилъ и създаването на една редица отъ твърдици, отъ които най-типични сж тѣзи около с Киречъ-къой.

Котловинитѣ на Лагадинското и Бешикското езера представятъ отъ себе си единъ грабенъ, който само въ своята най-северозападна частъ преминава въ синклинориумъ, обусловенъ отъ огъвания, като при това трѣбва да се отбележи, че тѣкмо въ тази си синклинориална частъ редицата котловини иматъ динарско простиране отъ северозападъ къмъ югоизтокъ, докато грабеновата частъ има западъ—източно простиране, което е характерно за егейскитѣ земи. Следователно само една частъ отъ тѣзи котловини може да се смѣта за зонално явление, обусловено отъ тектонскитѣ зони на алпийския орогенъ въ Балканския полуостровъ. Значи единната на пръвъ погледъ редица отъ котловини е въ сжщностъ едно хетерогенно и случайно свързано явление. Това личи най-добре въ прехода на котловинното дѣно, което представя една алувиална повърхнина, заета отчасти отъ съвсемъ плитки езера, къмъ ограднитѣ планини, които сж на юго-западъ — разгледаната вече планинска верига на Хортачъ, а на северъ и североизтокъ — Круша-планина.

Понеже разсѣдането се е повторило следъ образуването на една денудационна повърхнина, която се връзва въ дветѣ планини по-низко отколкото повърхнината, покрита съ латеритна извѣтрителна кора, склоноветѣ къмъ разглежданата редица котловини иматъ стѣпаловиденъ характеръ, особено поради обстоятелството, че се наблюдава едно придвижване на разсѣдитѣ къмъ срѣдата на редицата котловини. И тъй като второто разсѣдане е станало презъ Кватернера, образуванитѣ откоси сж съвсемъ запазени; тѣ представятъ сѣщински разсѣдни откоси. Именно при образуването на тѣзи откоси старата хидрографска мрежа не е могла повече да се запази и частъ отъ долинитѣ сж престанали да бждатъ използвани отъ рѣкитѣ, между другото и старата рѣчна долина, която може и до днешенъ да се наблюдава при Дервентския проходъ близо до с. Айватово. При това тѣзи отъ долинитѣ, които сж успѣли да се запазятъ, напримѣръ рѣката, която минава презъ Рендинския проломъ и се влива въ Орфански заливъ, не сж могли достатъчно да се задълбавятъ, та и отводняването на котловинното дѣно се затруднявало, поради което сж се образували и днешнитѣ две езера. Тѣ отдавна не биха съществували, ако да не бѣха голѣмитѣ наносни кжжели, които сж задрѣстили спомнатата рѣка. Други пѣкъ наносни кжжели сж допринесли за раздвояването на единното нѣкога езеро. Изобщо формата на езерата е обусловена изключително отъ ограждащитѣ ги отъ всички страни кжжели. Разпростирането на последнитѣ на голѣмо пространство въ днешно време, говори за едно съвременно издигане на планинската ограда на редицата котловини. Белезитѣ за подобно издигане се намиратъ и въ нѣкои други балкански котловини. Едно трѣбва да се подчертае, че езерото никога не е било по-голѣмо, че не се намиратъ никакви следи отъ рѣчни тераси, за каквито се разправя въ трудоветѣ на Цвиичъ и на неговия ученикъ Яковичъ. Между днешнитѣ езера и плиоценското езеро, което се е намирало въ котловината до края на Левантиена и въ резултатъ на което се е образувала една обширна левантийска седиментационна повърхнина и корелатна ней денудационна повърхнина, запазена на много мѣста въ периферията на котловината, нѣма никаква прѣка връзка, днешнитѣ езера не сж нѣкакви остатъчни езера, а съвсемъ ново образувание.

Круша-планина и Кукушката низина сж по своя морфогенезисъ тѣсно свързани една съ друга и поради това сж разгледани въ настоящата статия съвмѣстно. Мѣстата около Кукушъ представятъ една извѣрдно обширна равнина, която се дължи на присѣтствието на това мѣсто на една извѣрдно добре запазена левантийска седиментационна повърхнина, която фосилизира една денудационна повърхнина, изрѣзана въ кристалиннитѣ шисти, които се явяватъ като продължение отъ тѣзи въ Круша-планина. Тази фосилизирана денудационна

повърхнината е покрита съ извънредно дебела извѣтрителна кора, твърде подобна на тази, която покрива високо разположенитѣ повърхнини на Круша-планина и Хортачъ. По много белези може да се заключават, че тѣ сж едновръстни. Ако при Кукушъ тази повърхнина е разположена подъ 200 м., а въ споменатитѣ планини — на мѣста даже надъ 600 м., то е защото между Кукушката низина и Круша-планина се е образувала една повърхност на флексура съ посока ССИ—ЮЮЗ. Следъ образуването на тая флексура въ снагата на Круша-планина се е врѣзала корелатната на левантийската седиментационна повърхнина денудационна повърхнина. Следователно въ Круша нѣмаме една единствена изкорубена денудационна повърхнина, както мисли Цвиничъ, нито пъкъ многобройни хоризонтално разположени денудационни повърхнини, както мисли Огилви. Интересно е, освенъ това, да се подчертае асиметрията въ формитѣ на Круша-планина, която свършва къмъ Сѣрското поле съ единъ стрѣменъ откосъ, косвено обусловенъ съ разсѣдъ. Изобщо въ посока къмъ Родопския масивъ се чувствува какъ последниятъ оказва лабилизиращо действие върху вторичнитѣ структурни форми, каквито сж и всички до сега изброени географски единици. Тѣ, съ изключение на срѣдната и източна части на редицата отъ котловини Лагадина—Бешикъ, се представятъ като явления, косвено обусловени отъ тектонскитѣ зони на Динаридитѣ, които трѣбва да приемемъ, че достигатъ чакъ до долното течение на р. Струма.

Морфоложкитѣ елементи, влизачи въ състава на отдѣлнитѣ морфоложки единици, които сж засегнати въ тази статия, сж представени графически въ второто отдѣлно приложение къмъ тази статия.

Д. Ярановъ