

Sammelbesprechung

Die Fortschritte in der morphologischen Kenntnis der Balkanhalbinsel (1915—1925)

Von Dr. E. Nowack

Seit den Tagen der klassischen Forschungsreisen eines Ami Boué, Viquessel, Hochstetter und Toula und den großzügigen, von wissenschaftlichen Instituten organisierten Unternehmungen, wie die Übersichtsaufnahme Bosnien-Herzegowinas und Montenegros durch Bittner, Mojsisovics, Tietze, sowie jener der Ägäischen Küstenländer durch Neumayer, Bittner, Burgerstein es waren, machte die geologisch-morphologische Kenntnis der Balkanhalbinsel nur langsame Fortschritte. In dem langen Zeitraum von 1875 bis 1915, fast ein halbes Jahrhundert, treffen wir nur auf die Namen weniger Forscher, die sich in größerem Maßstabe in den Balkanländern betätigt haben: Philippson, Lepsius und Renz in Griechenland, Nopcsa in Albanien, Hassert, Martelli in Montenegro, Oestreich, Cvijić in Mazedonien. Nur die österreichischen Balkanländer machen eine Ausnahme; Dalmatien hat durch die kartierende Tätigkeit der Geologen der österreichischen Geologischen Reichsanstalt (Kerner, Schubert, Bukowsky) eine eingehende Erforschung erfahren und Bosnien-Herzegowina ist vor allem durch seinen unermüdlichen Landesgeologen Katzer, ferner durch Kittl, Grund u. a. erforscht worden.

Erst durch den Krieg, die Besetzung eines großen Teiles der Balkanhalbinsel durch die Mittelmächte, hat die Erforschung der Halbinsel einen mächtigen Impuls erfahren. Wurden ja jetzt erst in weiten Räumen der Halbinsel die für fruchtbringende geologisch-morphologische Studien unerlässlich nötigen topographischen Grundlagen geschaffen. Oberst Ginzl, der Leiter des österreichisch-ungarischen Kriegsvermessungswesens hat einen Bericht über die gewaltige Arbeitsleistung des Militärgeographischen Institutes auf der Balkanhalbinsel während des Krieges gegeben (14). Ebenso entfaltete die deutsche Armee in Mazedonien eine reiche Aufnahmetätigkeit und in viel geringerem Grade war auch Frankreich und Italien auf topographischem Gebiete tätig (53).

Ein weites Feld für neue Beobachtungen bot sich auf kriegsgeologischem Gebiet. Aber auch durch die Initiative wissenschaftlicher Körperschaften kamen zahlreiche Forschungsreisen zustande. So ist gerade durch den Krieg ein gewaltiger Schritt in der Kenntnis der Balkanhalbinsel nach vorwärts getan

worden. Die Ergebnisse sind natürlich in der Veröffentlichung vielfach durch den wirtschaftlichen Zusammenbruch nach dem Kriegsende gehemmt und erst im Laufe der Jahre bekanntgeworden. Nunmehr dürfte jedoch die Auswertung aller dieser im Kriege durchgeführten Forschungen am Balkan im wesentlichen beendet sein, so daß nun ein Überblick gerechtfertigt erscheint.

Nach dem Kriege erfuhr die Forschungstätigkeit naturgemäß wieder einen Stillstand. Nur in dem bisher am wenigsten bekannt gewesenen Albanien fanden die Forschungen ihre Fortsetzung, einerseits von französischer Seite durch den gleichfalls bereits im Kriege tätig gewesenem Geologen Bourcart, andererseits durch den Referenten, der im Dienste des Albanischen Staates die geologische Aufnahme des Landes durchführte und in den topographischen Arbeiten von Louis unterstützt wurde; diese Arbeiten haben jedoch noch nicht ihren Abschluß gefunden und können daher hier nur in ihren allgemeinsten Ergebnissen, soweit sie in vorläufigen Berichten publiziert wurden, berücksichtigt werden. — Auch serbische Morphologen haben nach dem Kriege eine reiche Tätigkeit entfaltet; leider sind jedoch die Ergebnisse derselben, da sie nur in serbischer Sprache (in cyrillischer Schrift) veröffentlicht sind, der Allgemeinheit nicht zugänglich¹). — In Griechenland hat Renz gleichfalls seine so überaus erfolgreichen geologischen Forschungen wieder aufgenommen und Maull hat sich besonders der morphologischen Erforschung dieses Landes gewidmet.

Im folgenden Schriftenverzeichnis sind auch Arbeiten rein geologischen Inhaltes, soweit sie grundlegend und daher für den Morphologen von Interesse sind, angeführt. Arbeiten, die nur Stratigraphisches aus älteren Formationen oder Paläontologisches bringen, werden nicht erwähnt. Vorläufige Berichte wurden, wenn spätere abschließende Arbeiten erschienen sind, nicht zitiert. Die nur in serbischer und ungarischer Sprache erschienenen Arbeiten sind nur mit Titel in deutscher Übersetzung angeführt, aber nicht weiter verarbeitet (im Verzeichnis durch eckige Einklammerung der lauf. Nummer kenntlich).

Der Dinarische Karst

Der Kampf um die große Frage: Karstwasser oder unterirdische Karstgerinne ist abgeflaut. Denn einer der Mitkämpfer: Grund ist schon 1914 als einer der ersten Kriegsgesopfer für immer verstümmt und wenig mehr als 10 Jahre später ist nun auch sein Gegner Katzer dahingegangen.

Katzer befaßte sich noch in zwei Arbeiten mit dem Karstgebiet. In der einen (19) betrachtet er das Polje von Nevesinje vom Standpunkt der Boden-

¹) Auf meine Bitte war Professor Cvijić in Belgrad so freundlich, mir seine und seiner Schüler neuere Arbeiten zuzusenden. Der Inhalt derselben bleibt mir aber leider ebenso verschlossen wie jener von Cvijićs »Morphologie der Erde«, die eine Fülle von wertvollen Zeichnungen und Lichtbildern enthält und gleichfalls nur serbisch (Cyrillika!) erschienen ist; meiner Bitte um kurze Inhaltsangaben oder Zusammenfassungen in englischer, französischer oder deutscher Sprache wurde nicht entsprochen. Man muß bedauern, daß die serbischen Forscher selbst ihren Arbeiten nicht jene Bedeutung zumessen, um sie der internationalen Wissenschaft zugänglich zu machen.

beschaffenheit und der Wasserverhältnisse, was für den Morphologen insofern von Wichtigkeit ist, als es sich zeigt, daß die lokalen Wasserverhältnisse hier fast durchaus von der Beschaffenheit, Verbreitung und Lagerung der einen großen Teil des Poljes auskleidenden tertiären und quartären Ablagerungen abhängig ist, daß sich somit auf Grund der Verhältnisse im Nevesinjer Polje keine allgemeinen Rückschlüsse auf die Karsthydrographie (wie dies durch Grund geschehen ist) ziehen lassen. — Die zweite Arbeit behandelt die Hydrographie des Lušcipolje in Westbosnien (21). Katzer wendet sich auch hier wieder energisch gegen die Karstwassertheorie; er führt an, daß die an der Westseite des Polje auftretenden, in ungefähr gleicher Höhe liegenden Quellen auf eine Stauschicht in dem sonst einheitlichen und wenig gestörten Kalkkomplex zurückzuführen sind und nichts mit dem Ausstrich eines Karstwasserspiegels zu tun haben. Andere, dauernd fließende Quellen an der Nord- und Ostseite des Poljes liegen in verschiedenen Höhen und die höchsten von ihnen etwa 80 m über dem Jezernica-Ponor, welches ständig Wasser aufnimmt. Es können also die Quellen nicht in einem Zusammenhang stehen und den Austritt des Karstwassers bezeichnen, nachdem ja Wasser in um so vieles tieferem Niveau verschluckt wird. — Was die Tätigkeit der Ponore des Lušcipolje betrifft, so übt die größte Anzahl derselben ausschließlich nur die Funktion von Schluckschlünden aus und kommen Überschwemmungen nur durch Wasserstau zustande, indem der Wasserzufluß größer ist als die Ponore aufzunehmen imstande sind. Daneben gibt es einige Ponore, welche zu Zeiten auch Wasser mit großer Gewalt ausstoßen. Das Nebeneinandervorkommen von Wasserschluckern und Wasserspeiern betrachtet K. als unumstößlichen Beweis für das Bestehen voneinander unabhängigen, intramontan vollkommen gegeneinander abgeschlossenen Gerinnen. — Schließlich zeigt K. an dem Verhalten und den Auswurfprodukten (verschiedenem Sediment) der drei Hauptquellen des Poljes: Bušljenica, Bojana und Oka, die er eingehend beschreibt, daß es sich bei diesen nur um Ausmündungen voneinander unabhängigen Gerinnen mit verschiedenem Einzugs- und Durchzugsgebiet handeln kann.

Von einer höheren Warte und infolgedessen mit einem größeren Überblick betrachtet Nopcsa das ganze Problem (48). Von Beobachtungen in seinem Arbeitsgebiet (Nordalbanien) ausgehend, gelangt er zu Schlüssen, die sowohl dem Standpunkte Grunds wie Katzers gerecht werden. Er geht von der unbestreitbaren Voraussetzung aus, daß in jedem Kalkgebiet das Primäre die Klüfte sind, die röhrenförmigen Gerinne sich aber erst sekundär bei fortschreitender Reifung des Karstes entwickeln können. Ebenso selbstverständlich ist es, daß die Entwässerung im Karste in dem höheren Teil vorwiegend längs vertikalen Klüften bzw. Röhren stattfindet, während sie unten in mehr horizontaler Richtung vor sich geht. Den Beweis für den Wechsel solcher vertikaler und horizontaler Abschnitte (Schlote und korridorartige Höhlen) in einem Karströhrensystem hat die Untersuchung der Sarkotičöhle in Montenegro wie auch einiger istrisch-krainischer Höhlensysteme erbracht. Es zeigt sich nun, daß die horizontalen Höhlenabschnitte mit Erosionsniveaus zusammenfallen und daß sie

durch den jeweiligen Stand des Grundwasserspiegels bedingt sind. Auch die Karstquellen (N. hat auf mehreren Spezialkartenblättern von Montenegro und der Herzegowina an 300 Quellen zusammengezählt) sind gesetzmäßig auf bestimmte Niveaus verteilt, welche wieder in auffallender Weise mit alten Oberflächen und Terrassen in Dalmatien und Nordalbanien zusammenfallen; es ist ja einleuchtend, daß Quellen vor allem an den Ausstrichlinien eines horizontalen Röhrensystems auftreten werden. Auch die Poljenböden stehen in gleicher Beziehung zu Erosionsniveaus (N. zieht auch solche Griechenlands zum Vergleich heran); sie werden daher als Abtragungsflächen aufgefaßt, die durch tektonische Einbrüche oder Einbiegungen früher in die Zone des Grundwassers geraten sind. Ebenso wie die Uvalas sind sie Reifeerscheinungen des Karstes, jedoch tektonisch mitbedingt, während die Uvalas nur durch fortgeschrittene Abtragung bis an das Grundwasserniveau gelangte Einebnungsformen sind. — Durch die Hebung eines ausgereiften Karstes geraten nun die Abtragungsflächen, Poljenböden und Uvalas über das Grundwasserniveau und es beginnen nun bisher nicht in Tätigkeit gewesene vertikale Klüfte unterhalb des früheren Grundwasserstandes in Aktion zu treten und die Karstwässer in größere Tiefe zum neuen Grundwasserspiegel abzuleiten. Die horizontalen Röhrensysteme der alten Niveaus bleiben jedoch trotzdem in Tätigkeit, weil sich durch diese Gerinne viel leichtere Abflußmöglichkeit bietet, als durch die engen Klüfte. Die Quellen brechen deswegen also vorzugsweise an der Ausstrichlinie des alten Grundwasserniveaus, d. i. im Niveau der alten Abtragungsflächen aus. So läßt sich auch erklären, daß die Ausmündungen mancher Röhren (die eben dem älteren Systeme angehören) als Speilöcher wirken können, während andere, im gleichen Niveau liegende, die aber dem jüngeren Systeme angehören und in das tiefere Stockwerk führen, als Sauglöcher funktionieren.

Es lassen sich somit durch die Annahme einer ruckweisen Hebung des Karstes, was durch die morphologischen Erscheinungen im Schiefervorlande Nordalbaniens erwiesen ist, und die dadurch hervorgerufene stockwerkförmige Gliederung des Karstes die Ansichten Grunds und Katzers sehr wohl vereinigen, indem Grunds Annahme für den jugendlichen, Katzers für den ausgereiften Karst zutreffen.

Nur in geringem Grade berühren sich diese in einer kurzen, aber konzentrierten Arbeit auseinandergesetzten Ansichten Nopscas mit jenen, die Cvijić in seiner »Hydrographie Souterrain« vorbringt (7).

Cvijić unterscheidet im Karst drei stockwerkartig übereinanderliegende, hydrographisch sich verschieden verhaltende Zonen: Eine obere trockene Zone, eine mittlere, zeitweise wasserführende und eine untere, dauernd wasserführende Zone. Diese Stockwerkgliederung wird durch die Lage des Karstwasserspiegels bedingt. Die untere Zone liegt im Bereich des Karstwassers, welches sich über der undurchlässigen Unterlage aufstaut; es ist die Zone der ständigen Poljenseen. Die mittlere (Übergangs)-Zone gerät durch die jahreszeitlichen Karstwasserschwankungen periodisch unter Wasser; es ist die Zone der Poljenüberschwemmungen, periodischer Quellen und -Seen. Die obere

trockene Zone schließlich bietet einen Durchgang für die eindringenden Sickerwässer, ist aber niemals von Wasser mit mehr minder horizontaler Oberflächenerstreckung durchsetzt.

Diese hydrographischen Stockwerke bilden sich natürlich erst in einer gewissen fortgeschrittenen Entwicklungsstufe des Karstes heraus. Ihren Anfang nimmt die hydrographische Entwicklung stets von normalen Tälern, da sich ja die vorhandenen Klüfte erst so weit erweitern müssen, daß sie die Wasseraufnahme und -ableitung besorgen können. Im Anfangsstadium der Karstentwässerung wird der Karst bis an die Oberfläche von Wasser durchtränkt sein, die Flüsse daher nur in geringem Grade ihr Wasser an die Klüfte verloren haben und noch oberflächlich fließen. Die Klufterweiterung und damit die unterirdische Entwässerung schreitet jedoch rasch nach der Tiefe fort, es entwickelt sich ein kommunizierendes Kluft- und Höhlensystem; an der Oberfläche wird daher immer mehr Wasser verschluckt, die oberflächlichen Talzüge werden allmählich trockengelegt und durch fortschreitende Dolinenbildung aufgelöst. Sobald sich der Karstwasserspiegel von der Oberfläche entfernt, ist auch die hydrographische Stockwerksgliederung des Karstes eingeleitet. Die Grenzen der Stockwerke verschieben sich nun sukzessive nach abwärts. Diese Abwärtsbewegung geht sehr rasch vor sich, wie man sich an der Abwärtsverlegung von Karstquellen überzeugen kann (Cvijić führt als Beispiel die Verlegung der Moravicaquellen in Serbien innerhalb der letzten Jahrhunderte an). Alte Karstwasseraustritte (Höhlenausgänge) zeigen die früheren Lagen der Stockwerksgrenzen an (Beispiel: Das Kostan-Polje bei Novi-Pazar). Die hydrographischen Verhältnisse werden erst stabil, wenn die Entwicklung bis zur undurchlässigen Unterlage durchgegriffen hat und sich dadurch der Karstwasserspiegel konstant (bis auf die periodischen Schwankungen) in einige Entfernung über dieser Unterlage festgelegt hat.

Als Korrosionsbasis (analog der Erosionsbasis) nimmt C. bei einem Küstenkarst ein Niveau an, in welchem der hydrostatische Druck des Meeres und des Karstwassers sich das Gleichgewicht halten; der Ausstrich dieses Niveaus ist durch die submarinen Quellen gekennzeichnet. Im übrigen bildet die Abtragungsbasis die undurchlässige Unterlage.

Unter den bei der morphologischen Entwicklung des Karstes in Erscheinung tretenden Ebenheitsformen unterscheidet C. auf drei Vorgänge zurückzuführende Typen: 1. Die Böden der Uvalas und Poljen, die durch die bis an die Abtragungsbasis gelangten Verkarstungsvorgänge entstanden sind, 2. Ebenheiten, die sich an vor der Verkarstung stattgefundene fluviatile Erosion oder an allogene Flüsse knüpfen, 3. marine oder lakustre Strandplattformen.

In der Darstellung der Entwicklung der Oberflächenformen des Karstes (des Karstzyklus) weicht C. nicht wesentlich von Grund ab. Der Hauptunterschied ist, daß er die Entwicklung bei normalen Tälern beginnen läßt und daß er die tektonisch präformierten Poljes in die Entwicklung mit einbezieht. Das Ende der Karstlandschaft bildet auch bei C. wie bei Grund die »Cockpit«-Hügellandschaft.

Auf Grund der Verschiedenheiten der Karstgebiete je nach lithologischem

Charakter, Tektonik und klimatischen Bedingungen, glaubt C. vor allem zwei Karsttypen unterscheiden zu können: den Nordeuropäischen und den Mittelländischen Karst, zwischen welchem der Jura-Typ einen Übergang bildet (in einer jüngeren Arbeit führt C. diese Einteilung noch strenger durch). Innerhalb des Dinarischen Karstes hebt C. wiederum zwei Gruppen hervor: den Tiefenkarst und den Oberflächenkarst; in ersterem (Dalmatien, Herzegowina) erreicht das lösliche Gestein große Mächtigkeit und geht bis unter das Meeresniveau hinab, in letzterem ist die Mächtigkeit geringer und streicht die Grenzfläche zwischen undurchlässigem und durchlässigem Gestein in den Flußtäälern oberflächlich aus (Serbien, Bosnien).

Naturgemäß muß die Entwicklung der Formen in beiden Karstgruppen etwas verschieden verlaufen: der oberflächliche Karst wird seitlich durch die rückschreitende normale Erosion angegriffen; er ist besonders an seinem Randgebiet durch dolinenartige, längliche und sich rasch vertiefende Hohlformen — von C. als »Bogaz« bezeichnet — charakterisiert, die an die unterirdisch abfließenden Wasseradern gebunden sind. (Die gleiche Bogazform kann auch aus Vertiefung und Verbreiterung von Klufthkarren hervorgehen.)

Die vollständige Fülle der Karstformen wird nur im Tiefenkarst erreicht, in welchem man beobachten kann, daß sich vielfach eine Form aus der anderen unmittelbar entwickelt (Bogaz aus Klufthkarren, Uvalas aus Dolinen, Poljen aus Uvalas). Unter den Poljen stellt C. vier genetisch verschiedene Typen auf: 1. Polje, das einer Grabensenke entspricht, 2. Polje, das an eine Verwerfung knüpft, 3. Polje, das in einer Syncline liegt, 4. reines Abtragungs-Polje, das durch Zusammenwachsen von Uvalas entstanden ist.

In einer neueren Arbeit (8) führt C. — wie bereits erwähnt — die Unterscheidung verschiedener Karsttypen noch eingehender durch: Holokarst (Ganzkarst) in welchem sämtliche Erscheinungen des Karstes voll entwickelt sind und Merokarst (Halbkarst), in welchem das Karstphänomen unvollständig ist (vgl. Referat in dieser Zeitschrift H. 4/5, S. 343).

Kerner schildert uns in anschaulicher Weise die Beziehungen zwischen Oberflächengestaltung und geologischen Verhältnissen (besonders der Tektonik) Mitteldalmatiens (26); in der Frage: Karstwasser oder Karstgerinne nimmt auch er einen vermittelnden Standpunkt ein, indem er beide Theorien, je nach den lokalen Verhältnissen, gelten läßt.

Jüngst hat sich, wenn auch nicht mit der Oberflächengestaltung, so doch mit der Küstenentwicklung des dinarischen Gebietes Bourcart befaßt (5). Er veröffentlichte bisher nur vorläufige Mitteilungen, in denen er der Ansicht Ausdruck gibt, daß die Gestaltung der dalmatinischen Küste nicht auf die Versenkung eines Faltenreliefs, sondern auf das rezente Aufsteigen von Faltenketten zurückzuführen ist. Man darf gespannt sein, wie B. diese, allen bisherigen Beobachtungen zuwiderlaufende Hypothese begründen wird.

Zapletal hat in seiner Synthese der nördlichen Dinariden auf den Einfluß der Querfaltung und der mit dieser verbundenen Bewegungen auf die Morphologie in Dalmatien hingewiesen (70); besonders im Narentagebiet sind große hydrographische Veränderungen im Gefolge dieser Bewegungen erfolgt.

Bosnien und Serbien

In Bosnien hat — soweit es außerhalb des Karstgebietes liegt — das letzte Jahrzehnt wenig an neuen Erkenntnissen für die morphologische Geschichte des Landes gebracht. Der Landesgeologe Katzer richtete, durch die Kriegsverhältnisse gedrängt, sein Augenmerk hauptsächlich auf praktisch-geologisches Gebiet; seinen zahlreichen Veröffentlichungen ist kaum etwas Neues, was auf die Gestaltungsgeschichte des Landes Bezug hat, zu entnehmen. Immerhin bietet das Erscheinen des Blattes »Banjaluka« der geologischen Karte von Bosnien i. M. 1:200 000 morphologischen Forschungen wieder neue, wertvolle Grundlagen¹⁾ (22). Die Karte läßt, trotzdem sie genügend Detail enthält, doch die großen Einheiten im Bau des Gebietes deutlich hervortreten: Im Norden zwischen Una, Sana und Vrbaska das Tertiärbergland mit der paläozoischen Insel der Prosara-Planina und das im Osten anschließende Schwemmlandgebiet am unteren Vrbas, dann die nordöstlich Banjaluka durchstreichende jurassische Schiefer-Jaspis-Serpentin-Zone (ehemals »Bosnische Flyschzone«), den großen paläozoischen Aufbruch von Prijedor-Sanskimost mit der auflagernden, nach SW zu großen Massen sich zusammenschließenden Triaskalkdecke, schließlich das große Kreidegebiet am mittleren Vrbas Banjaluka und das weite Gebiet des westbosnischen Karstes. Gegenüber der alten Übersichtskarte ist wohl neben der Auflösung der alten »Flyschzone« der auffälligste Unterschied, daß die großen Flächen von Jurakalk in Westbosnien teils zugunsten von Trias, teils von Kreide verschwunden sind.

In einer Notiz wendet sich K. gegen die von Grund behauptete »Überschiebung von Livno« (20). Die von G. für neogen gehaltenen, bis 1100 m S. H. reichenden Mergel, sind marines Eozän und bilden ein normalgelagertes nach NNE fallendes Schichtpaket, das an den älteren Kalken und Dolomiten der Kruj planina etwas geschleppt ist und von diesem auch überschoben wird. Hingegen findet keine Überschiebung des Neogens durch ältere Schichten statt, sondern das Neogen lagert sich nur diskordant an das Eozän an; infolgedessen entfallen nun auch die Schlüsse Grunds über den Höchststand des oligozänen Seespiegels, über die späteren tektonischen Vorgänge usw.

Über das Mittelbosnische Schiefergebirge veröffentlichte K. eine Studie (23), die sich auch mit der Morphologie des Gebietes befaßt, und vor allem die völlige Unabhängigkeit des Gebirges von der Falten tektonik dartut (näheres darüber in dem in dieser Zeitschrift erschienenen Einzelreferat H. 4/5, S. 350).

Die ein Torso verbliebene »Geologie von Bosnien und der Herzegowina« (25) behandelt nur die azoische-paläozoische Formation und gibt ein fast erschöpfendes, auf einer Fülle sorgfältiger Einzelbeobachtungen basierendes Bild der Entwicklung, Tektonik und der Lagerstätten in den einzelnen Verbreitungsgebieten. Für den Morphologen wird das Werk ein wichtiges Nachschlagebuch sein.

¹⁾ Der bei den vorangegangenen zwei Blättern (Tuzla und Sarajevo) nur deutsche Text der Legende ist jetzt einem serbischen (Cyrillika and Latein) und französischem Text gewichen. Die Kartenausführung ist sonst die gleiche wie früher (vom Kartographischen Institut in Wien).

Einen gewaltigen Schritt nach vorwärts hat unsere Kenntnis von der Morphologie Serbiens gemacht. Es sind nicht nur durch sorgfältige geologische Forschungen (Hammer, Ampferer, Loczy, Abel, Koßmat u. a.) die nötigen Grundlagen für morphologische Untersuchungen geschaffen worden, sondern die Reise von Krebs hat auch unmittelbar eine sehr reiche Fülle morphologischen Beobachtungsmaterials gebracht und mannigfaltige Fragen morphogenetischer Natur aufgerollt (29).

Wenn wir zunächst einen Überblick über die geologischen Ergebnisse, soweit sie für die Morphologie von Belang sind, zu geben suchen, so finden wir diesen am besten in der geologischen Karte von W-Serbien, Sandschak Novipazar und E-Montenegro i. M. 1:200 000, die dem Werke von Loczy sen. beigegeben ist, und die nicht nur die eigenen und seiner ungarischen Mitarbeiter Ergebnisse, sondern auch bereits jene von Koßmat mitverwendet (33). Diese Karte — so roh sie naturgemäß noch ist — bedeutet einen großen Fortschritt gegenüber der bisher von diesem Gebiet allein zur Verfügung gestandenen Übersichtskarte von Zujović i. M. 1:750 000 (v. J. 1886). Von besonderer Bedeutung ist die Feststellung eines großen paläozoischen Schiefergebietes (das bisher als Kreide aufgefaßt war) — die Fortsetzung des paläozoischen Aufbruches von Srebrenica in Bosnien — in NW-Serbien nördlich der Kolubara. SW-Serbien wird von dem gewaltigen Peridotitmassiv des Zlatibor beherrscht, das aus einer paläozoischen Schieferhülle aufragt, die ihrerseits eine in einzelne Fetzen aufgelöste Triaskalkdecke trägt. Der größte Teil des Sandschak-Novipazar und E-Montenegros wird von einer mächtigen Triaskalkdecke eingenommen, innerhalb welcher das Gebiet zwischen Bjelo-Polje und Gusinje eine große paläozoische Aufwölbung darstellt und unter welcher auch die größeren Flußtäler (wie Tara, Komarica) die paläozoische Unterlage anschneiden. Bei Novipazar reicht die Kriededecke von S und E in einem Lappen am weitesten nach W vor. Nördlich davon durchschneidet der Ibarfluß den Westrand des riesigen Eruptivgebietes (Peridotit, Diabas und Andesit), das nach W an den Granit des Kapaonikgebirges (dieses bereits z. gr. T. außerhalb des Kartenbereiches) anschließt.

Im S fällt das große Neogenbecken von Ipek in die Augen, das im E vom Kreidegebirge, im N und W von Paläozoikum und Trias mit basischen Eruptiven (Serpentin-Schiefer-Hornsteinformation) umschlossen ist. Die Karte läßt jedenfalls die Grundzüge des Baues schon sehr schön hervortreten und ist weit entfernt von den bisherigen noch innerlich unorganisch gewesenen Darstellungen des Gebietes auf der internationalen Karte.

Weniger bietet der Text des Buches von Loczy sen. für den Morphologen. Sein Hauptgewicht liegt zweifellos auf stratigraphischem Gebiet (Nachweis von Devon, Bellerophonkalk, Campiler Schichten, sämtliche Stufen der Oberkreide). In dem als »Morphologische Betrachtungen« überschriebenen ersten Abschnitt vermissen wir größere Gesichtspunkte oder herausgearbeitete Probleme. Das Drinatal von der Limmündung abwärts mit seinen Stromschnellen, die der Verf. befahren hat, sowie W-Serbien finden eingehende, mehr topographisch-geologische

Beschreibung, denn morphologische Betrachtung. Immerhin erfahren wir, daß die Drina von 4—5, bis hoch ansteigenden Terrassen begleitet wird, während an der Kolubara nur zwei niedrige Terrassen festgestellt werden konnten, worauf L. auf eine relative Senkung des Kolubaragebietes gegenüber dem Drinagebiet schließt. Eine 400 m hoch gelegene Rumpffläche umgibt die Vlastic-, Iverak-, Cer- und Gučevoplanina. Die basischen Eruptivmassen W-Serbiens bilden mit den paläozoischen Schiefer zusammen ein einheitliches morphologisches Bild; Quarziteinlagerungen im Paläozoikum führen im Drinagebiet zur Ausbildung von Monadnocks (Vrik, Visesava, Kaselja brdo, Ostrelj, Citluk brdo usw.). Eine morphologische Scheidelinie führt aus dem Kolubaratal nach S gegen Gorni Milanovac ins Moravatal bis Čačak; sie trennt die Rumpffläche der paläozoischen Schiefer im W von dem mehr unruhigen Kreide- und Vulkanbergland im E. — Interessant ist die Auffindung von Resten von Süßwassertertiär mit reichlich hydro-thermalen Absätzen hoch im Gebirge bis 1200 m S. H.; ihre sehr verschiedene Höhenlage und Schichtenverbiegungen deuten auf Dislokationsvorgänge nach ihrer Ablagerung. Mit diesen Süßwasserresten in Verbindung stehende hochgelegene fluviatile Schotter werden mit den Augensteinbildungen der Nordalpen verglichen. Vom Rand der ungarischen Tiefebene hebt sich stufenförmig das Land zu der als prätertiär angenommenen inner-serbischen Rumpffläche in 800—1000 m Seehöhe empor. Die Höhen W-Serbiens stellen ein gutes Beispiel einer »uplifted peneplain dissected by rivers« nach Davis dar. Die Uferbildungen des mediterranen Meeres liegen in 400, des sarmatischen in 200 und jene des pontisch-panonischen Sees in 300 m Seehöhe. Die in den verschiedenen Tälern in einzelnen Talabschnitten auftretenden diluvialen Schotterterrassen werden in keine Niveaus eingeordnet und auch untereinander nicht parallelisiert. Eine nähere Beschreibung erfahren nur die Drinaterrassen im Abschnitt über »Die Bildungen der Pleistozänzeit«. Es wird ein allgemeines Absinken und Untertauchen der Terrassen in der Richtung gegen die ungarische Tiefebene angenommen. Das Karstphänomen besitzt in den W-serbischen Kalkmassen ein hohes Alter. Die canjonartigen, bis zur paläozoischen Unterlage eingeschnittenen Flußdurchbrüche sind durch Einsturz der Decken der ehemaligen Höhlenflüsse, nicht durch Oberflächenerosion entstanden. (Abschnitt über »Pleistozäne und holozäne Zustände« in der »Zusammenfassung«.)

Die von Loczy jun. bisher leider nur in ungarischer Sprache erschienenen »Geologischen Untersuchungen in W-Serbien« (34), bilden eine Ergänzung zu dem Werke seines Vaters und umfassen im wesentlichen das Kolubaragebiet. Die Hauptergebnisse wie auch die geologische Karte 1:200000 sind bereits in dem Werke seines Vaters mitverarbeitet.

Die geologisch sehr bedeutsamen »Ergebnisse der geologischen Forschungsreisen in W-Serbien« von Ampferer und Hammer (17) enthalten außer dem beigegebenen geologischen Kärtchen des Zlatiborgebietes auch manche für den Morphologen wichtige Feststellungen. Im wesentlichen handelt es sich um petrographische und stratigraphische Untersuchungen innerhalb der basischen

Intrusivmassen und der sie begleitenden Diabas-Hornsteinschichten. Die Verf. nehmen die kristallinen Hüllgesteine der großen Zlatibor-Serpentinmasse als kontakt-metamorph umgewandeltes Paläozoikum an und kommen zu einem paläozoischen Alter der Intrusion, da die transgredierende Untertrias bereits aufgearbeitetes Material aus der Eruptivmasse enthält. Dagegen gehören die gleichfalls basische Eruptiva enthaltenden Hornsteinschichten teils der Unter-, teils der Mitteltrias an.

Eine gewaltige Fülle neuer Beobachtungen und Problemstellungen hat die Reise von Krebs in Serbien und Raścien gebracht. Sein hierüber veröffentlichtes Buch (29) mit den zahlreichen instruktiven und glänzend reproduzierten Lichtbildern bildet einen der größten Fortschritte in unserer morphologischen Kenntnis der Balkanhalbinsel. Der Anordnung im Buche folgend, soll nachstehend ein Überblick über die von K. bereisten Landschaften gegeben werden.

Serbisches Hügelland

Flachwellige Hügelrücken, häufiger noch Riedelflächen, wenig eingetieft aber zahlreiche Täler mit sanften Böschungen und häufig asymmetrisch gestaltet. Der Mangel festen Gesteins äußert sich in der Reife der Formen und in der starken Schuttführung der Flüsse. Aus dem Hügelland erhebt sich im W als Inselgebirge die Cerplanina, die einen Kern älteren Gesteins darstellt. Im E und SE ragt ein Sockel kretazischer Gesteine bis zu 500 m empor; auch dessen Oberfläche ist eingeebnet, die Täler innerhalb desselben steilwandig und eng. Als Inselgebirge entsteigt diesem Kreidesockel die 720 m hohe Bukalja. Jungtertiär nimmt den weitaus größten Teil ein. Das Mediterranmeer hat sich nicht weit nach S erstreckt. Dagegen lassen sich bis über Kragujevac hinaus die charakteristischen Fossilien des pontischen Sees verfolgen. Freilich erscheint es sehr zweifelhaft, ob die Ablagerungen einem See mit einheitlicher Wasserfläche entstammen, wie dies Cvijić angenommen hat. Den hochgelegenen Terrassenresten an der S-Morava mißt Krebs, da typische Kliffbildungen und Küstenfaunen fehlen, nicht jene ausschlaggebende Bedeutung zu. Das ganze nördlich und westlich der Kolubara gelegene Land besteht aus Terrassen pliozäner und quartärer Ablagerungen; erst östlich des Flusses beginnt wieder Miozän. Die geringen Höhen der miozänen Strandlinien sprechen für eine verhältnismäßig geringe Hebung N-Serbiens gegenüber Bosniens. — Bezüglich der Entstehung der Terrassen wendet sich K. gegen die Anschauung von Cvijić, indem er dessen Seeterrassen großenteils als Einebnungsflächen seitlich ausgreifender Flüsse ansieht. Die Inselgebirge (wie Cerplanina, Iverak, Vlasić planina, Bukalja usw.) sind in Übereinstimmung mit C. als Modnadnocks zu betrachten. — Als die höchsten mit dem Neogen in Beziehung zu bringenden Terrassen wird das »Kačer-Niveau« in 380—400 m Höhe angenommen, das seiner beckenwärts gerichteten Neigung zufolge einer Seeterrasse entsprechen dürfte. Dagegen werden die Ebenheiten des Rapanjstadiums (280—320 m) nicht mehr als einer einheitlichen Seefläche angehörig anerkannt, noch weniger

jene des Pinosavaniveaus in 210—230 m. Die Küste des jungtertiären Meeres ist nicht, wie Cvijić annimmt, immer unruhiger und buchtenreicher, sondern im Gegenteil, immer ausgeglichener und einfacher geworden. Sie war durch Nehrungen und Strandseen charakterisiert, die bei fortschreitender Hebung von den Flüssen wieder zugeschüttet wurden. Die Entwicklung des Gewässernetzes wurde durch die Akkumulation bestimmt; die Mündungen der Zuflüsse erscheinen verschleppt und daher deren Lauf dem Hauptflusse vielfach parallel gerichtet. Erscheinungen der Flußepigenese und Talverlegungen in ihrem Gefolge sind häufig, da ja das Gewässernetz auf einer einheitlichen Schotterfläche angelegt wurde. Auffällig ist auch die Talasymmetrie, was in der Hauptsache auf die Asymmetrie der Wasserscheiden zurückgeführt wird.

Inselgebirge und Becken in den nördlichen Ausläufern der Thrakischen Masse

Cerplanina und Bukalja bilden eine Inselbrücke, die von den Alpen zur Thrakischen Masse übergreift. Diese selbst ist hier in ihrer äußersten nördlichen Endigung durch zahlreiche Bruchlinien in einzelne Schollen aufgelöst. Das Jungtertiär greift buchtförmig von N her ein und erfüllt auch die Becken zwischen den horstartig stehengebliebenen Schollen. Im allgemeinen geben die bisherigen geologischen Karten (jene von Zujović und die internationale Karte) eine zu große Verbreitung der alten Gesteine an.

Der Landschaftscharakter der Inselgebirge erinnert an den Ostrand der Zentralalpen. Die Täler greifen bis an den Hauptkamm zurück, was durch die nahe Erosionsbasis bedingt ist; die Rücken dazwischen sind breit und flach gewölbt, terrassenförmige Absätze in 580, 500 und 460 m sind schwach ausgesprochen. Dagegen gewinnen Niveaus von 420 m abwärts große Verbreitung und geben dem Gebirge den Charakter einer Plateau- und Riedellandschaft. Sie unterscheiden sich wenig vom Tertiärhügelland und erweisen ihre Zugehörigkeit zum Massiv nur durch die engen, gewundenen, epigenetischen Täler. Diese breiten, terrassierten Riedelflächen, die die Gebirge umgeben, verbinden die Becken untereinander; die jungtertiären Ausfüllungen gehen selten über die Höhe dieses Niveaus empor. Die Seen, von deren Auffüllung die Tertiärablagerungen herkommen, sind nur lose mit dem großen, pannonischen Becken in Verbindung gestanden. Gegenüber den Krustenbewegungen, die die Becken schufen, befinden sich die Flußläufe wahrscheinlich in Antezedenz. Das Becken von Kragujevac, Jagodina, Levač und Temnić und jenes von Kruševač finden eingehende Beschreibung.

Das morphologisch Bemerkenswerteste ist das im Zwickel zwischen den beiden Moravaflüssen liegende Waldgebirge des Jastrebac; es hat typischen Mittelgebirgscharakter. Sein nördliches Vorland wird von eingeebnetem Tertiärhügelland gebildet, aus dem verschiedene Kerne alter Gebirge herausragen. Die alten, reifen Täler münden in etwa 380 m auf die Ebenheiten des Tertiärhügellandes; in diesem läßt sich ein breites Niveau in 330—320 m und tiefere Terrassen in 270 und 230 m Höhe verfolgen.

Die Gebirge Mittelserbiens

Über den Kreidesockel der Schumadia erhebt sich das Vulkangebirge des Rudnik; im Übergangsgebiet bilden die widerstandsfähigen, in einzelnen Durchbrüchen auftretenden Eruptiva (Andesit, Rhyolit, Porphyrit) isolierte Erhebungen. Das Rudnikgebirge erscheint als kuppenreiches Hügelgebirge, das sich nach E in einzelne Kegel auflöst; es sind aber nicht ursprüngliche Vulkankuppen mit Kratern (wie dies Cvijić annahm), sondern durch die Erosion herausgeschnittene Partien härteren Gesteins. In der Nähe von Gornji Milanovac wurde ein bisher unbekanntes, kleines Tertiärbecken gefunden, in dessen Sedimenten bereits abgerolltes Material aus den Eruptiven des Rudnikgebirges vorkommt; das Gebiet ist dann nachträglich noch von Störungen betroffen worden.

Sehr wertvolle Beobachtungen über Ausbildung und Verbreitung der Serpentin-Schiefer-Hornsteinzone im Gebiet des Maljen und der Crna-Gora folgen; sie erfährt eine anschauliche, morphologische Charakterisierung durch Wort und Bild. Die transgressive Lagerung des Kreideflysches (Gosau) über die Gesteine der Schiefer-Hornsteinzone wird mehrfach betont.

Nördlich des Serpentinegebirges folgt der Karst von Valjevo, eines der landschaftlich abwechslungsreichsten Gebiete Mittelserbiens. Die Kalktafel wird durch das Tal der Bukova-Reka in zwei Hälften zerschnitten; ihre Oberfläche trägt viele, oft reihenförmig angeordnete Dolinen, die gegen den Rand in Dolinentäler und endlich in wirkliche Täler übergehen. (Vgl. auch früher Seite 102 in der Besprechung von Cvijić.) Morphologisch läßt sich gut zwischen eingeebnetem und nicht eingeebnetem Karstland unterscheiden. Die nicht eingeebneten Flächen ragen als plumpe Rücken über die 500—600 m hoch gelegene Verebnungsfläche empor, welche die Schichten quer abschneidet und unbekümmert um den Gesteinscharakter mit flacher Wellung in 8—9 km Breite dahinzieht. Niedrigere pliozäne und pontische Terrassen sind nur an den nordseitigen Abfall geknüpft.

Eingehend wird das Durchbruchstal der westlichen Morava durch die Schiefer-Hornsteinzone (die Ovčarska klisura) beschrieben.

Der Serpentin-Schiefer-Hornsteinformation gehört auch die Jelicaplanina südlich Čačak an; neben dem breitgewölbten Hauptkamm treten die Kalk-einlagerungen innerhalb des Komplexes in auffälligen Einzelkuppen und Kegeln hervor. Der morphologische Formenreichtum um den Jastrebac ist petrographisch begründet (Kalke und Schiefer der Schiefer-Hornsteinformation, Serpentin, rhyolitische Eruptiva, Kreideflysch und Jungtertiär). Die Wasserscheide von Kaona liegt im Bereiche großer Terrassenflächen, auf denen sich Flyschschotter und tertiäre Sande finden. Auch das obere Rasinatal liegt in der petrographisch so wechselvollen Serpentin-Schiefer-Hornsteinformation, was seinen Abwechslungsreichtum bedingt. Das Bergland an der Rasina hat Mittelgebirgscharakter und hebt sich sanft in südlicher und südwestlicher Richtung. Die Talgeschichte der Rasina und der ihr parallel fließenden Vratnica, die durch weitgehende, durch junge Krustenbewegungen hervorgerufene Anzapfungserscheinungen und Talverlegungen charakterisiert ist, findet eingehende Erörterung.

Täler und Becken der westlichen Morava

Bei Užice reicht eine Triaskalktafel von S und W ins Moravagebiet herüber. Die Höhen dieser Kalktafel halten sich weithin in gleichem Niveau, unabhängig vom geologischen Bau; die flachwellige Hochfläche wird von plumpen, verkarsteten Rücken überragt. Nur wenige Täler zerfurchen diese Hochfläche. Durch die Hebung des Plateaus wurde eine Talverarmung bewirkt, die aus undurchlässigem Gebiet kommenden Gewässer konnten sich z. T. überhaupt nicht behaupten, teils blieben sie hinter der Erosion der Hauptflüsse zurück und mündeten hoch über diesen. Der größte Teil der Kalkhochfläche wird unterirdisch entwässert.

Das ganze Gebiet der oberen Morava, besonders des nördlichen Quellflusses, ist durch hochgelegene und schwach gestörte Tertiärablagerungen gekennzeichnet, die teils die Rumpffläche selbst bedecken, teils in diese eingesenkt sind. Im Material und der Lagerung des Tertiärs in den verschiedenen Becken besteht eine weitgehende Übereinstimmung. Die einzelnen Becken hängen durch terrassierte Talstrecken untereinander zusammen und werden von einzelnen Höhen aus festerem Gestein überragt.

Was die Entstehung der Ovčarska Klisura betrifft, so stellt sie ein noch ungerichtetes Stück des Flußprofils dar, an der Stelle, wo sich die viel höher gehobene westserbisch-bosnische Landscholle zu der weniger emporgestiegenen mittelserbischen niederbiegt; zahlreiche Beobachtungen über die Verbreitung und das Verhalten alter Niveaus ergeben das. Für einen Zusammenhang der stehenden Gewässer an der oberen Morava mit jenen an der mittleren spricht jedoch nichts.

Das große Becken von Čačak trägt in seiner Niederung ganz den Charakter der unteren Morava-Ebene. Der morphologische Charakter seines Hügellandes erinnert an N-Serbien und die Schumadja; sanft beckenwärts geneigte Riedelflächen, breite, ineinander übergehende Seeterrassen, die von 380—400 m Höhe ansteigen. Ibar und Vrdiska reka schieben ihre Schuttkegel in das Becken vor.

Das Ibartal und seine Umrahmung

Charakteristisch für das Bergland am Ibartal ist das Fehlen von Becken und breiten, tiefgelegenen Tälern: es ist geschlossen und von vielen, durchwegs tief eingerissenen Tälern durchfurcht, welche die hochgelegenen Ebenheiten in zahlreiche Einzelflächen auflösen. Über den Verebnungen erheben sich in plumpen Formen Mittelgebirgsrücken. Im ganzen ist es der Typus einer zweizyklischen Landschaft in undurchlässigem Gestein. Der Ibardurchbruch — eine nahe 90 km lange, öde Schlucht — ist in der Längsachse der Serpentinregion angelegt und knüpft an eine ursprüngliche Synklinale zwischen den Aufwölbungen der Golja und des Kapaonik. Heute überquert das Ibardefilè jedoch eine Hebungszone und es ist kein Zweifel, daß die ganze Talentwicklung auf die junge Hebung zurückgeht. Bei Eintritt aus den Becken von Čačak in das Gebirge am Ibar begegnet man plötzlich viel höheren und steil ansteigenden Niveaus, die sich mit jenen draußen nicht leicht in Verbindung bringen lassen. Je höher die Niveaus liegen, die man Ibar-aufwärts verfolgt, um so steiler steigen sie an, um

so beträchtlicher war die seither erfolgte Hebung im Vergleich zur Senkung im Čačaker Becken.

Das Kapaonikgebirge erinnert im Landschaftscharakter sowohl in den Groß- wie in den Kleinformen an die zentralen Teile des Böhmerwaldes. Die breiten Rücken verflachen in sanfte Gehänge. Die Eiszeitspuren sind geringfügig. Bezüglich des Alters des Kapaonik, schließt sich Krebs der Auffassung Koßmats an (siehe später 112), der den ihn zusammensetzenden Granit für ein tertiäres Tiefengestein hält. — Am Abstieg zur Raška fällt es auf, daß sich die Höhen trotz sehr mannigfaltiger Zusammensetzung fast immer in gleichem Niveau (1000—850 m) halten; sie stimmen mit der Verebnung überein, die man den Ibar aufwärts verfolgen kann.

Das Becken von Novipazar und seine Umrahmung

Das Becken von Novipazar kann morphologisch eigentlich nur als eine Talweitung innerhalb der Flyschzone, bedingt durch das Zusammentreffen von 5—6 Tälern, betrachtet werden; immerhin liegt noch hierin eine Nachwirkung tektonischer Vorgänge. Die Talsohle der Raška wird von 15—20 m hohen Terrassen begleitet, die aus Schotter bestehen. Höhere Terrassen liegen in 100 und 150 m Höhe. Die großen Verebnungen in der Umrandung des Beckens gehen bis 880 m herunter; sie erstrecken sich über das ganze Hochland östlich der Golja und über den Zwickel zwischen Raška und Ibar. Heute findet kräftige Tiefenerosion statt.

Die stark gewellte Hochfläche der Rogozna planina wird außer durch die sich rasch von den Quellmulden aus vertiefenden Täler durch schroff aufragende Trachytkuppen belebt. Die Hochfläche steht in Beziehung mit dem breiten Vorland der Golja im NW, mit der Kalktafel hinter den Raškaquellen, der wasserscheidenden Hochfläche gegen den oberen Ibar im SW und mit den, dem Kapaonik vorgelagerten, breiten Terrassen im E.

Die Hochlandschaften Rasciens

Den ganzen Raum beherrscht der doppelte Zyklus der Landschaft. Hoch über den heutigen Erosionsrinnen und den ihnen folgenden, relativ niedrigen Terrassen liegt die über Antiklinalen und Synklinalen hinweggreifende alte Landoberfläche, die sich in 900—1400 m Höhe hält und über die sich noch Berge und Berggruppen erheben. Die Kanten der Hochfläche liegen in 1000—1100 m Höhe und tragen an einer Stelle jungtertiäre Schotter, die sich mit den Ablagerungen eines hochgelegenen Neogenbeckens bei Tutinje in Beziehung bringen lassen. Dieses Becken reicht im S bis zum Ibar. Die Zertalung des einstigen Seebeckens bedingt den Wechsel von Engen und Weitungen der Täler je nach dem Material, in welches die epigenetischen Flußläufe einschneiden.

Das Hochland des Peštan liegt teils in Triaskalk, teils in Gesteinen der Schiefer-Hornsteingruppe. Die Hochfläche hält sich am Wege zum Kostan-Polje (das kein echtes Polje ist, sondern ein an eine Gesteinsgrenze anknüpfendes, zeitweise innundiertes Tal) unter 1000 m und ist wenig verkarstet. Das Pešterska-

Polje ist ein echtes Polje, dessen tischebener Boden etwa 1200 m hoch liegt und das rings von Seeterrassen umgürtet wird; die Entwässerung erfolgt durch eine Reihe von alluvialen- und Felsonoren und geht wahrscheinlich zum Lim.

Das von Jungtertiär erfüllte Becken von Sjenica liegt im Schiefer-Hornsteingelände; die Seeterrassen gehen bis 1260 m. Die Beckenerfüllung ist in ein schwachwelliges Hügelland aufgelöst.

Das Schieferbergland zwischen Uvac und Lim ist durch zahlreiche Täler gegliedert, die aus einer Ebenheit, die sich 1260 und 1300 m hält, herausgeschnitten sind. Jenseits der Wasserscheide gegen den Lim macht sich verstärkte Tiefenerosion geltend.

Die Zlata-planina, die einem Aufbruch von Triaskalk innerhalb der Schiefer-Hornsteinzone entspricht, bildet eine Hochfläche, welche die Züge einer alten Topographie trägt; erst von 1100 m abwärts macht sich an den Rändern Talverjüngung bemerkbar.

Das Hochland Südwestserbiens

Auch hier wieder der Gegensatz zwischen den wenig zerschnittenen Hochflächen und den steil eingetieften Tälern. Die Ebenheiten gehen über den stark gefalteten Untergrund hinweg und halten sich in etwa 1200 m Höhe. Die Flüsse Mala und Vel. Rza machten eine besondere Entwicklung dadurch mit, daß sie von einer jungtertiären, zu den Becken der westlichen Morava gerichteten Abdachung ihren Ausgang nahmen und dann durch die Tieferlegung der Erosionsbasis im Becken von Požega beeinflußt wurden. Subsequenzflüsse eroberten die Furche der beiden Rzaflüsse und so kam es zu deren heutigem, knieförmig gebogenem Lauf. Die Höhen, in denen die Ebenheiten im Rzagebiet liegen, schwanken zwischen 1200 und 850 m. Die stärkere Zertalung bringt hier größere Mannigfaltigkeit der Formen hervor, wie sie durch den starken Wechsel im geologischen Bau gegeben ist.

Wenn wir die Bedeutung des Krebschen Werkes für die morphologische Kenntnis der Balkanhalbinsel kurz zusammenfassen wollen, so liegt sie, abgesehen von der Fülle der Einzelbeobachtungen und der Lösung und Aufrollung von Einzelproblemen vor allem in der aus der Verfolgung alter Ebenheitsniveaus gewonnenen Erkenntnis von bedeutenden Krustenverbiegungen seit der Tertiärzeit und der großen Abhängigkeit der Talgeschichte der serbischen Flüsse von den jungen Bewegungen.

Mazedonien

Der zentrale Teil der Balkanhalbinsel war neben Albanien bisher immer noch der am wenigsten bekannte. Besonders fehlte es an gesicherten, geologischen Grundlagen. Die bisherigen Arbeiten (Cvijić und Oestreich) waren teils nur rohe, auf Grund von Reiserouten gegebene Übersichten, teils gingen sie mehr Einzelproblemen nach. Durch das Werk von Košmat(28) ist nun ein fundamentaler Baustein in die Kenntnis der Balkanhalbinsel eingefügt worden. Wenn

es sich auch mehr untergeordnet mit morphologischen Problemen befaßt, so bildet es vor allem die erste gesicherte Unterlage für morphologische Untersuchungen. Das geologische Bild der zentralen Balkanhalbinsel hat durch die Arbeiten Koßmats eine fast völlige Veränderung erfahren und (wie die geologische Karte zeigt) jetzt erst einen organischen Ausdruck gewonnen. Die große geologische Entdeckung Koßmats ist eine aus Westserbien durch den ganzen Körper der Halbinsel hinstreichende, schmale, aber überaus charakteristische, enggeschuppte Faltungszone (Vardarzone), die in dem Golf von Saloniki ausläuft und in Mazedonien die kristalline Rhodope-Masse von der kristallinen W-mazedonischen (pelagonischen) Masse trennt. Die Erkennung dieser Zone, sowie der Bedeutung der pelagonischen Masse als stauender Fremdkörper innerhalb des dinarischen Faltungsbereiches, sind zweifellos ein Schlüssel zur Erkenntnis des tektonischen Baues, eines großen Teils der Balkanhalbinsel und damit auch zur Erkenntnis der von der Tektonik abhängigen großen Züge der Morphologie. Die Ursache des von der dinarischen Richtung abweichenden Gebirgstreichens (seinerzeit von Cvijić für eine Scharungerscheinung gehalten¹⁾, später von Nopcsa, als »Der albanische Knick der Dinariden« bezeichnet²⁾, des Vorprellens der inneren Gebirgszonen nach außen in Albanien ist damit gefunden.

Für den Morphologen sehr wertvolle Erörterungen bringt der II. Teil von K.s. Buch, der sich mit der geologischen Geschichte Mazedoniens befaßt und bei Schilderung der Vorgänge im Tertiär Fragen streift, die mit der Ausbildung der heutigen Morphologie in engstem Zusammenhang stehen. Nach der bereits ins Tertiär fallenden Verschuppung der vorgosauisch erstmalig gefalteten Vardarzone erfolgte eine Einmündung Zentralmazedoniens, welche das Eindringen des Oligozänmeeres zur Folge hatte. Im Gefolge von neuerlichen Krustenbewegungen, welche das Oligozänmeer verdrängten und seine Ablagerungen in Faltenwellen warf, traten dann die großen trachytisch-andesitischen Eruptionen der Miozänzeit ein. Die sogenannte Seenperiode der Balkanhalbinsel fällt hauptsächlich in die sarmatische und pontische Zeit. Nicht immer waren es Einbrüche, sondern auch Einmündungen, welche die großen Becken schufen. Im Nachpontikum setzte, durch intensive Hebungen herbeigeführt, Tiefenerosion ein, die noch heute an der Gestaltung der mazedonischen Landschaft am Werke ist. Wir erfahren eingehende Daten über die Geschichte der einzelnen Becken. Im Amselfeld sind nach Ablauf des neogenen Süßwassersees, der mehrere Rückzugsterrassen hinterlassen hat, Veränderungen vor sich gegangen, welche eine Verlegung der Wasserscheide zur Folge hatten. Bei Ferizović verbindet eine Bifurkation die Flußgebiete des Ibar und Vardar. Gewisse Erscheinungen sprechen dafür, daß im Pliozän die gesamte Entwässerung zum Ägäischen Meere ging. Eine junge Anzapfung von der adriatischen Seite nimmt K. auch für die Metochija (Becken von Ipek) an; Reste von Verebnungsflächen deuten auf eine ehemalige Verbindung mit den sonst gleichartigen Becken im Osten hin.

¹⁾ »Die Albanische Scharung«; Sitzber. Ak. d. Wiss. Wien. 1903.

²⁾ »Zur Stratigr. u. Tekt. d. Vil. Skutari«; Jahrb. Geol. R.-A. Wien. 1911.

Die Entstehung des mittleren Vardarbeckens stellt sich K. durch Niederbiegung einer reich gegliederten Berg- und Tallandschaft unter die Erosionsbasis vor. Anzeichen für Brüche sind nirgends vorhanden. Die Beckenauskleidung steigt im S bis über 1000 m empor, anderseits ist an verschiedenen Stellen das alte Relief noch unter den heutigen Talsohlen begraben. Die Entwässerung durch den Engpaß von Demirkapu ist jung; früher ging der Ablauf nach SE zur Strumica. Auch die Pelagonia (Becken von Prilep-Monastir) wurde erst in verhältnismäßig später Zeit dem Flußgebiet des Vardar angegliedert. Die Ablagerungen des Beckens stammen hauptsächlich aus quartärer Zeit.

Zusammenfassend stellt K. den Gegensatz zwischen seiner und der Anschauung von Cvijić bezüglich der neogenen Seenfrage fest: aus faunistischen Gründen kann an eine durchgehende Verbindung zwischen dem pannonischen und dem ägäischen Gebiet im Pontikum (im Sinne des ägäischen Seas) nicht gedacht werden. Auch erfolgten die Einebnungen nur längs der großen Entwässerungswege, »eine einheitliche allgemeine Verebnung, die das ganze Land planiert hätte, gab es nie«. Die durch die nachpontische Hebung wachgerufene jungpliozäne Tiefenerosion brachte vielfache Umgestaltungen in der Entwässerung hervor; eine Fülle reizvoller, morphologischer Probleme harre hier der Erforschung. Überaus verbreitet ist auch die Erscheinung der Talepigene, wie an ausgezeichneten Beispielen gezeigt wird. Eine Anzahl der W-mazedonischen Beckenlandschaften ist quartärer Entstehung (Tetovo-, Ohrida-, Presba-Becken, Pelagonia); Brüche spielen hierbei jedoch nur teilweise eine Rolle, besonders bei der Pelagonia erhält man ganz das Bild eines durch Niederbiegung in quartären Anschwemmungen erstickten Erosionsreliefs. Es dürfte somit die morphologische Ausgestaltung Mazedoniens unter dem Einfluß von breiten, wellenförmigen Auf- und Niederbiegungen stehen.

Der kurze Aufsatz Oestreichs über die »Seen Mazedoniens« (57) befaßt sich referierend mit den von Cvijić im II. (nur serbisch erschienenen) Teil seiner »Grundlinien der Geologie und Morphologie Mazedoniens« niedergelegten Ansichten, jedoch nur in dem Umfange, als sie in dem französisch erschienenen Auszug »L'ancien lac Egéen« enthalten sind. Oestreich erhebt hierzu die Frage, wie die prälimnische Landschaft ausgesehen hat, in welcher Weise die »Grabenbildung« vor sich ging und in welchem Verhältnis die Beckenablagerungen zu der Grabenbildung stehen. Als deutliche Spuren der prälimnischen Entwicklung betrachtet Oestreich die seinerzeit von ihm aufgefundenen Reste von Talböden und Geröllkegeln in etwa 1100 m Höhe am Presbasee. Die Bildung des ägäischen Seas stellt sich Oestreich durch Einbiegung der pliozänen Rumpffläche vor, in der Art, daß die tiefsten Teile der Rumpffläche dann von einem zusammenhängenden See im Sinne von Cvijić eingenommen wurden. Durch die später erfolgte Hebung wurde die einheitliche Seefläche in Einzelseen aufgelöst, wobei bei jeder Stillstandsphase der Hebung eine Terrasse eingekerbt wurde. Im weiteren Verlauf der Hebung wurden auch die Seeausfüllungen zerschnitten und wieder ausgeräumt, und schließlich gelangte die pliozäne Rumpffläche in ihre heutige Lage von 700—800 m ü. d. M.

Daß Krebs und Koßmat auf Grund ihrer Beobachtungen den Anschauungen von Cvijić nicht beipflichten können, wurde bereits erwähnt (siehe Seite 106 und 113).

Einzellandschaften in Mazedonien sind von Faucher, Bourcart, Wurm, Gripp und Goebel behandelt worden. Eine Übersicht über die landeskundlichen Arbeiten in Mazedonien während des Krieges hat uns Klute (72), eine der geologischen Arbeiten Welter (73), gegeben. Im folgenden sollen wieder nur die morphologisch wichtigen Ergebnisse dieser Einzelforschungen hervorgehoben werden.

Faucher, der während des Weltkrieges bei der französischen Orientarmee gedient hat, hat das Tikvešbecken und das Gandačgebirge in S-Mazedonien untersucht (12). Das Tikvešbecken, zwischen Vardar und Cerna im Kristallin eingesenkt, ist von jungen, horizontal gelagerten Seesedimenten erfüllt; der See wurde vom Vardar angezapft, der jedoch nur ein Randfluß des Beckens ist. Infolge der jungen Zerschneidung ist heute das Innere der Senke in ein Gewirr von sanften Rücken und Tafelbergen aufgelöst; die Ausgestaltung ist in mindest 4 Zyklen erfolgt.

Das Gandačgebirge ist ein spornartiges, eine Antiklinale darstellendes Gebirge zwischen den tektonischen Senken des Vardar, des Beckens von Moglena und der Ebene von Jedži-Moglina. Es wird aus kristallinem Kalk gebildet, der in hohem Grade Korrosionserscheinungen und Karstformen zeigt und darunter aus Gneisen und Glimmerschiefern zusammengesetzt wird. Zwei Rumpfflächen überspannen das Gebirge, von denen die höhere im Kalk (in 1450—1500 m) stark aufgelöst ist, während die untere im Schiefer liegende (1200—1300 m) weite Verebnungen zeigt, in welche im neuen Zyklus das reife Teguratal eingeschnitten ist; dieses geht dann in 1190 m Höhe ganz unvermittelt in ein junges Tal über.

Bourcart's Ergebnisse liegen vor allem auf stratigraphischem Gebiet; er hat sowohl die Gegend von Saloniki, wie auch SE-Albanien studiert (3 und später 4). Für den Morphologen sind sie von Interesse, soweit sie das tertiäre Deckgebirge betreffen. Die transgredierenden Tertiärschichten der Gegend von Saloniki wurden als Priabona-Stufe (also Unteroligozän) erkannt und sind vorwiegend kalkig ausgebildet. Das Neogen ist in Süßwasser-Fazies entwickelt und hat eine reiche Säugerfauna geliefert, welche auf Sarmatisch und Pontisch hinweist; in die pontischen Sande sind enorme Schuttkegel mit kristallinen Blöcken eingeschaltet, darüber liegen dann lakustre, quartäre Flußalluvien und Travertinbildungen.

Von Wurm wurden die der Rhodope angehörenden Gebirge E-Mazedoniens an der unteren Struma untersucht (69). Das untere Strumatal ist tektonisch durch Beckeneinbrüche vorgezeichnet. Besonderes Interesse verdient der Nachweis von marinem Obermiozän und Unterpliozän, das allerdings eine lakustre Serie eingeschaltet enthält. Sonst sind die Becken an der unteren Struma von Süßwasserbildungen erfüllt, die wahrscheinlich der Pikermi-Stufe angehören. Die alte Faltung des Gebietes übt heute in keiner Richtung mehr einen Einfluß

auf die Oberflächengestaltung. Das Gebiet ist im Oligozän zu einer Rumpffläche niedergehobelt und dann durch die neogen-quartären Schollenbewegungen zerstückelt worden.

Gripp berichtet uns über die geologischen Verhältnisse der Gebirge um Uesküb, am S-Rand des Karadag und der E-Seite des Korabgebirges und schildert eingehend die Glazialspuren im Jakupizagebirge, welches in seinem höchsten Teile (Pepelak) drei Kare in einer Höhe von etwa 2000 m sowie Moränenbildungen und Rundhöcker aufwies. Gripp schließt auf Grund der von ihm beobachteten Glazialspuren auf ein nach S abfließendes größeres, diluviales Eisfeld, das die breite Talung westlich der Solunska und der nördlich anschließenden Karsthöhen bedeckte, sowie auf einen gleichfalls nach S abfließenden schmalen Eisstrom, der am Ostrand des Karstgebietes von Pepelak herunter bis an den E-Fuß der Solunska (1950 m) reichte; die Schmelzwässer nahmen nur teilweise oberirdisch ihren Weg, im übrigen versanken sie in den Dolinen des Karstgebietes. Auch am Korabgebirge wurden diluviale Gletscherspuren beobachtet, ohne jedoch systematische Erforschung erfahren zu haben. Es wird ein kleiner Karsee mit einem moränenartigen Wall in etwa 2230 m Meereshöhe erwähnt. Über Gletscherspuren an der W-Seite des Korabgebirges, die von E. Nowack beobachtet wurden, siehe später S. 129.)

Bulgarien

Bis vor kurzem hatte sich seit Cvijić kein Forscher mit der Morphologie Bulgariens von modernen Gesichtspunkten aus befaßt. Erst in jüngster Zeit ist durch die Arbeiten von Oestreich und A. Penck (58 und 59) wieder etwas Licht in die morphologische Entwicklungsgeschichte des unzweifelhaft an Problemen reichen Landes gebracht worden. Aus den Beobachtungen beider Forscher geht die außerordentliche Bedeutung hervor, die alten Landoberflächenresten sowohl im Gebiete der Rhodope wie des Balkangebirges zukommt.

Schon die Vitoscha, das südlich Sofia aufragende, beherrschende Gebirge, erhebt sich mit seiner höchsten Kuppe (nach Oestreich als Härtling nach Penck als Restberg) über ein System von Rumpfflächen und Verebnungen, von welchen jene in 1200 m Höhe die weiteste Ausdehnung gewinnt. Der Aufschwung des höheren Teiles des Gebirges erfolgt nach Penck in Art einer »Piedemont-Treppe«, während in den unteren Stufen auch Bruchbildung mitbeteiligt sein dürfte. Auch das Becken von Samokov faßt Oestreich als eine seichte Verflachung innerhalb der 1200-m-Rumpffläche auf, welche durch Ausräumung des verhältnismäßig leicht zerstörbaren kristallinen Schiefers entstanden ist. Ebenso ist das obere Isker-Defilée, das das Becken von Samokov mit jenem von Sofia verbindet, in diese Rumpffläche, die sich in den harten Sandsteinen und Quarziten des Paläozoikums besser erhalten hat, eingetieft. Die Art und Weise der Formgestaltung der Durchbruchsstrecken zeigt gut, daß dieser Durchbruch dadurch entstanden ist, daß das Becken von Sofia einsank, wodurch der Isker gezwungen wurde, sich oberhalb desselben einzuschneiden. In diesem, dem jüngsten Zyklus entsprechenden Einschneiden ist der Fluß jedoch noch nicht

bis zu der Niederung von Samokov vorgedrungen, wo noch die Formen des alten Zyklus herrschen. Eine weitere Fortsetzung der 1200-m-Rumpffläche nach NW bildet nach Oestreich die Lubin-Planina, die zwar von der Ebene aus als ein Kammgebirge erscheint, dessen Höhe sich aber als der Rest eines Tal- oder Beckenbodens durch das Vorhandensein von mächtigen, aus dem Vitoscha-gebiet stammenden fluviatilen Blocksanden erweist.

Sichere Glazialspuren konnten sowohl von Oestreich wie von Penck (im Gegensatz zu der Auffassung des bulgarischen Geologen Bontschev) auf der Vitoscha nicht gefunden werden. Dagegen kommen in großartiger Entwicklung Blockströme vor. Eine von Cvijić als jugendlich aufgefaßte Nagelfluh-Bildung betrachtet Penck als zum Grundgebirge gehörig und in die balkanische Faltung mit einbegriffen.

Auch im Rilagebirge scheinen nach Penck die Spuren der diluvialen Vergletscherung nicht jenes Ausmaß zu erreichen, als es Cvijić seinerzeit annahm, während sie im Piringebirge bedeutender sind und sehr wesentlichen Anteil an der Formenausgestaltung haben. Schmale Piedemondflächen umgürten auch die Flanken dieser Gebirge, deren Fußpartien von mächtigen Schuttbildungen verhüllt werden. Penck hat den Eindruck gewonnen, daß die Gebirge der Rhodope während der jüngeren Tertiärzeit emporgestiegen sind, während gleichzeitig die umgebenden Becken einsanken. Erst in quartärer Zeit erfuhren die Becken samt ihren Ausfüllungen eine Hebung, so daß die Ausfüllungssedimente zerschnitten wurden; die Erscheinung der Talepigenese ist daher an den Gebirgsrändern etwas sehr Häufiges.

Aus dem zentralen Balkan nördlich Sofia gibt uns Oestreich einen morphologischen Querschnitt; das Gebirge erhebt sich aus dem Becken von Sofia mit einer Vorstufe, die aus schiefgestellten jungen Sand- und Geröllablagerungen besteht, welche durch eine erstmalige Balkan-Hebung in diese Stellung gebracht und dann von einer Einebnung betroffen wurden; diese greift auch auf das Kalk-Grundgebirge über. Der weitere Anstieg des Gebirges dürfte sich an Verwerfungen vollziehen. Es folgt das weite Karstplateau von Ponor, das gegen N durch den steilen Einschnitt des Iskretz begrenzt ist. Dieser dringt als typischer »Räuberfluß« nach Westen in das Gebiet des zur Nischava fließenden »Zauderflusses« Izvor mit seinen in eine flachwellige Landschaft eingesenkten Quellästen vor. Das außer Betrieb gesetzte Tal von Brakjovci gibt Zeugnis von den jüngst erfolgten Abzapfungen. Der höchste Punkt des Überganges, der Petrohan-Paß, liegt über 1400 m hoch in einer Karstlandschaft, dem Plateau von Tschalove, das die Schichten überschneidet und einer Rumpffläche entspricht, die auf der Vitoscha nur in geringen Resten erhalten ist. Der Hochkamm des Gebirges, der in gleicher Höhe über verschiedene Gesteine hinweggeht, überragt die Rumpffläche der Tschalove um etwa 600 m und wird als Fernling einer älteren, bis auf geringe Reste zerstörten »Rumpffläche der Hochkämme« aufgefaßt. Im E des Petrohan-Passes findet sich keine Fortsetzung des Hochkammes, da hier das leichter zerstörbare Gebirge zu geringeren Höhen abgetragen ist. Der 1200-m-Rumpffläche entspricht das aus Kreide- und Malmkalken bestehende

»Große Vorgebirge« der Vizanska planina, welches das imposanteste Formelement am N-Rand des Balkans bildet. Eine Vorstufe ist in etwa 600 m aus demselben herausgeschnitten, deren Ausbildung mit dem pliozänen Zyklus des Isker zusammenfällt. Auch den ausgedehnten Hochboden von Reschischt konnte Oestreich mit der Pliozän-Terrasse des Isker von Cvijić identifizieren. Junge Terrassen sind dann von geringer Einheitlichkeit. Die Flußentwicklung betrachtet Oestreich als zwar jünger als die Faltung, aber älter als die posthume Heraushebung des Gebirges, womit er sich mit der Auffassung Pencks von der Antezedenz der Flußdurchbrüche in Übereinstimmung befindet.

Die Beckenflucht am Südfuß des Balkans faßt Penck nicht im Sinne von Cvijić als Reste eines früher einheitlichen Tales auf (Cvijićs Argumente erweisen sich nicht als stichhaltig), sondern als einzelne Einbrüche am Rande der gehobenen balkanischen Scholle. Scharf ist der morphologische Gegensatz zwischen den in aufsteigender Entwicklung befindlichen Schollen des Balkan und der Rhodope einerseits und des dazwischenliegenden Gebietes der Marizaniederung mit der Srna-na-gora, das in absteigender Entwicklung ist, andererseits. Die Marizaniederung nimmt also die Stellung einer Großmulde zwischen beiderseits in Hebung befindlichen Schollen ein. An der bulgarischen Küste bei Burgas taucht diese sinkende Zone der südbulgarischen Niederung unter das Meer und bringt hier alle Erscheinungen einer Senkungsküste hervor. Die Balkanfaltenschnitten spitzwinkelig an dem S-Abbruche des Balkangebirges ab und schwenken am Schwarzen Meere nach SE um; ihre geologische Fortsetzung weist hinüber nach Klein-Asien. Dagegen findet die von der Falten tektonik unabhängige balkanische Hebungszone ihre Fortsetzung in der Halbinsel Krim, wo wir eine ähnliche schräggestellte Scholle finden, die man mit Recht als die orographische Fortsetzung des Balkangebirges auffassen kann.

Thrazien

Im thrazischen Gebiet hat die Frage nach der Entstehung der Meerengen Dardanellen und Bosphorus durch W. Penck eine gründliche Erforschung und weitgehende Beantwortung erfahren (60, 61).

Was die Bosphoruslandschaft betrifft, so geht W. Penck hier von dem Studium der Tertiärablagerungen aus, deren Verhältnis zueinander und zum Grundgebirge ihm erst die nötigen Anhaltspunkte für die Entwirrung der Geschichte der Meerengen gibt. Als ältestes Landschaftselement fand er Reste einer pontischen Abtragungssfläche; aus dieser entwickelte sich die Thrazische Rumpffläche (nach Cvijić), deren Vollendung Penck ins untere Mittelpliozän weist. Aus ihr ragen Quarzit-Härtlinge inselbergartig hervor. Die Bosphorusstraße, die die Rumpffläche mit ihren Schotterablagerungen durchschneidet, ist also jünger als Mittelpliozän. Das von Philippon zuerst gewonnene Ergebnis, daß der Bosphorus ein Erosionstal ist, fand seine völlige Bestätigung. Der Bosphorus und seine Nebentäler besitzen den gleichen morphologischen Charakter, nur in der Größenordnung besteht ein scheinbarer Unterschied, der jedoch auch

verschwindet, wenn man die Breite der Meerengen im Meeresniveau (das etwa 60 m über der Sohle liegt) mit der Breite der größeren Nebentäler in gleicher Sohlenhöhe vergleicht. Pliozäne Krustenbewegungen haben auf der thrasischen Rumpffläche eine völlige Umgestaltung der Entwässerung herbeigeführt. Die Rumpffläche wurde schiefgestellt und tauchte nach S unter das Marmara-Meer, aus welchem die Gipfel der ehemaligen Härtinge in Gestalt der Prinzeninseln noch aus dem Meere aufragen. Die Kulmination erreicht die Rumpffläche in unmittelbarer Nähe der Schwarzen Meerküste, welche einem Abbruch entspricht. Diese Schrägstellung (Hebung gegen das Schwarze Meer, Senkung gegen das Marmara-Meer), die erst später einer allgemeinen Senkung im Bosphorusgebiet Platz machte, findet die beste Widerspiegelung in den Terrassen des Bosphorustales. Die nur wenig in die Rumpffläche eingetieften Hochterrassen machen die Schrägstellung mit und konvergieren südwärts mit der Rumpffläche. Die Niederterrassen — mehrere an der Zahl — verhalten sich verschieden und sind an der Schwarzen Meerküste am besten entwickelt. Alle Terrassen des Bosphorustales erweisen sich als fluviatilen Ursprungs: es kann erst im Oberquartär zur Meerenge geworden sein.

Das Ergebnis der durch Merz vorgenommenen Tiefenlotungen im Vergleich zu den morphologischen Beobachtungen führt Penck im Gegensatz zu anderen bisher geäußerten Anschauungen (Andrussov, Hoernes, Toula, English) zu der sicheren Überzeugung, daß das goldene Horn der Mittellauf des Bosphorusflusses ist, somit der Bosphorus dem Kuthin-Ala-Bey-System angehört und daß sich zwischen Stambul und Skutari innerhalb des Marmara-Meeres eine flache Wasserscheide zieht. Die Eintiefung des Bosphorustales unter das Einmündungsniveau der Nebentäler ist später durch die Erosionskraft der Meeresströmung herbeigeführt.

Auch in der Dardanellenlandschaft war es die pliozäne Hebung, welche die heutige Gestaltung einleitete. Durch großartige Störungen erfolgte jedoch eine weitgehende Zerstückelung der im Pliozän gehobenen Landmasse, die zum großen Teil der Ägäis zum Opfer fiel. Die Störungen bestanden nicht immer in Bruchbildung, sondern auch in leichter Faltung. Im wesentlichen beherrschen jedoch die Brüche die Gliederung der Landschaft. Auch die Hauptmasse von Gallipoli ist eine Bruchscholle, die durch starke Absenkung nach S ausgezeichnet ist, im N Faltung, im S flache Schichtenbiegung aufweist. Diese Verhältnisse bewirken das Hervortreten dreier Landschaftstypen auf Gallipoli. 1. Das Küstengebirge im Norden, reich skulpturiert, mit steilen Kuppen und überaus jähem Abstürzen zum Ägäischen Meer, 2. der Landschaft Zentralgallipolis, deren Formenschatz durch das Streichen der gefalteten Schichten bestimmt ist, 3. die Tafellandschaft im S, in welcher die Dardanellen eingesenkt sind. Diese liegen also innerhalb einer Scholle und sind nicht tektonisch begründet; die tektonischen Baulinien schneiden die Achse der Dardanellen. Der Zusammenhang der Schichten diesseits und jenseits der Dardanellen ist völlig gewahrt und die Meeresstraße erweist sich somit als ein breites Erosionstal des tertiären Tafellandes. Dennoch ist der Verlauf der

Dardanellen in gewissem Sinne tektonisch vorgezeichnet; sie knüpfen an eine Zone, in der unter dem Einfluß einer Tangentialbewegung die starren Schichttafeln der sarmatischen und pontischen Stufe zertrümmert und ihre Liegendschichten leicht gefaltet wurden. Es war das eine Zone geringsten Widerstandes gegenüber den Angriffen der Erosion. — An die »Dardanellenscholle« schließt sich die um etwa 150 m ihr gegenüber gehobene »Asiatische Scholle«. Die Dardanellenscholle nimmt somit eine flach-synklinale Lage innerhalb der randlich gehobenen und aufgebogenen Randschollen ein und insofern fließen die Dardanellen an der Sohle eines eingebrochenen Grabens — jedoch ohne daß das Erosionstal irgendwie mit den Randbrüchen dieses Grabens zusammenfallen würde.

Im Quartär setzte eine allgemeine Hebung als letzte Phase in der Gestaltung der Dardanellenlandschaft ein. Auch diese Hebung ging wieder in mehreren Phasen vor sich und hinterließ Stillstandsmarken in Form alter Talböden und Terrassen mit korrespondierenden Ablagerungen. Besonders zwei Hebungsniveaus treten deutlich hervor. Durch sie wurde Gallipoli überhaupt erst als Halbinsel dem europäischen Festland angegliedert, sowie auch der SW Zipfel der Halbinsel mit dieser verbunden. Mit der zweiten, durch eine 50-m-Terrasse bezeichneten Phase, erhielt die Halbinsel ihr heutiges Relief, durch die seither erfolgte, jüngste Hebung und die dadurch wiederbelebte Erosion, begann das Zerstörungswerk in Form von steil eingeschnittenen Schluchten, Anbissen, Ravinen und Wandabbrüchen.

Eine zusammenhängende Darstellung hat Thrazien durch Schaffer erfahren (67). Da sich diese Darstellung jedoch auf ältere Arbeiten stützt und besonders auf morphologischem Gebiet keine neuen Beobachtungen bringt, so möge es an der Erwähnung genügen. Walter Penck hat mit Bezug auf die Schaffersche Landeskunde manche Berichtigungen an den dort wiedergegebenen Ansichten vorgebracht, sowie daran anknüpfend, auch neue Beobachtungen veröffentlicht (62). Nach Penck setzte (im Gegensatz zu Schaffers Auffassung) die Anlage des thrazischen Beckens erst im Posteozen ein. Der Beckencharakter tritt zum erstenmal zur Zeit der Transgression des sarmatischen Meeres deutlich in Erscheinung; in der weiteren Folge handelte es sich stets um einzelne Becken, in denen pontische, dann levantinische und zuletzt oberpliozäne Schichten abgelagert wurden. Das Charakteristische in der Entwicklung Thraziens ist, daß es sich hier seit dem Eozän um eine ganz oder in Teilen abwärtsbewegende Scholle handelt, gegenüber den sie in breitem Rahmen umfassenden Kontinentalschollen. Im Laufe des Tertiärs wurde jedoch der Sedimentationsraum immer mehr durch Angliederung jüngerer Faltenzüge eingeengt. Gegenüber der von Schaffer geäußerten Meinung, daß das thrazische Becken des sarmatischen Meeres einen 150 m tiefer gelegenen Wasserspiegel als des benachbarten Pontus besaß, was zu unhaltbaren Folgerungen führt, macht W. Penck geltend, daß die sarmatischen Schichten in Thrazien eben um 150 m weniger gehoben wurden als in dem übrigen Verbreitungsgebiete des ehemaligen sarmatischen Meeres.

Griechenland

In Griechenland haben die überaus verdienstvollen und erfolgreichen geologischen Arbeiten von Renz ihre Fortsetzung erfahren. Wenn sie sich auch nur auf ausschließlich geologischem (vor allem stratigraphischem) Gebiete bewegen, und leider auch noch immer keine zusammenfassende Darstellung eines größeren Landesteiles mit Karte vorliegt, so sind die Ergebnisse der Renz'schen Forschungen doch von grundlegender Bedeutung für den Morphologen. Wenn wir von zahlreichen, ältere Formationen betreffenden, rein stratigraphischen oder paläontologischen Arbeiten absehen, so erstrecken sich die letzten Forschungen von Renz hauptsächlich auf die mittelgriechischen Gebirge, den Pindos und die epirotische Küstenregion¹⁾ (63, 64, 65).

In den zum Pindosystem gehörenden Gebirgen von Agrapha — einem der schwerst zugänglichen Teile von Griechenland — stellte Renz sämtliche Formationen von der Obertrias bis zum Alttertiär fest und zwar in der Entwicklung der Schiefer-Hornstein-Plattenskalkfazies. Der im Vorland (Gegend von Zelenitza) auftretende Flyschzug wird von E her von Mesozoikum überschoben, so daß Trias direkt über Eozän zu liegen kommt. Das Gebirge selbst wird aus drei parallelen Faltenzügen gebildet; an der östlichen Aufwölbung treten die mesozoischen Gesteine nur in isolierten Erhebungen aus der Flyschhülle hervor. Die mittlere Falte (jene des Butzikakli) hebt sich mit steilen Wänden aus dem Flysch heraus. Die westlichste, über den Flysch des Vorlandes überschobene Falte bildet den Tournai—Phteri-Zug. Renz ist in den Gebirgen von Agrapha zu der Auffassung gelangt, daß trotz der festgestellten bedeutenden Überschiebung kein eigentlicher Deckenbau im Sinne von Decken mit bedeutender Förderlänge vorliegt. Im wesentlichen ist die Tektonik der Gebirge von Agrapha eine Fortsetzung jener des Olonosgebirges weiter im S.

In Mittelgriechenland ist Renz nach faziellen und tektonischen Gesichtspunkten zu einer Unterteilung seiner »Osthellenischen Zone« gelangt; er unterscheidet:

1. die lokrische Unterzone mit dem Öta, dem lokrischen Gebirge, dem Bergland um das Kopaisbecken und dem hohen Othrys,
2. die Parnaß-Unterzone mit Parnaß, Kiona und vermutlich dem westlichen Teil des Helikon,
3. die Vardussia-Unterzone mit Vardussia und Korax.

Hieran reihen sich nach W: das E-ätolische Flyschgebirge, die Olonos—Pindos-Zone, das W-ätolische Flyschband und Ionische Zone.

Während in den E-hellenischen Zonen die Bruch- und Schollenstruktur die Gebirge beherrscht, treten in den westlichen Zonen die intensiven Faltungswirkungen mit den nach W gerichteten Überschiebungen und dem darauf beruhenden Schuppenbau hervor.

¹⁾ Eine Geologie von Korfu mit geologischer Karte ist nach freundlicher Mitteilung von Prof. Renz bereits druckfertig.

Von den einzelnen, von Renz untersuchten Gebirgen Mittelgriechenlands, die sowohl der östlichen wie westlichen Zone angehören, wäre folgendes hervorzuheben: Der Parnaß bildet ein allseits von Brüchen und Gräben umgrenztes Kalkmassiv mit weitgehenden Verkarstungserscheinungen und mit Schlifffspuren von diluvialen Gletschern (besonders am W-Hang des Likaerizuges und an den Steilhängen des Kotunigipfels). Die Einsenkung zwischen Kotuni- und Likaerikamm dürfte jedoch nicht allein auf unter- oder oberirdische Erosionswirkung, sondern auch auf Hebungs- bzw. Senkungsvorgänge zurückgehen. Der N—S orientierte Kionia-Horst wird durch den Graben Salona-Gravja vom Parnaß und durch die Momopotamosfurche vom Pfeiler der Vardussia geschieden. Die Hauptgesteine des südlichen Kionazuges sind Dolomite und Kalke des mittelmesozoischen Kalkkomplexes, im nördlichen Teil sind es oberjurassische bis unterkretazische Kalke. Der Kamm der Vardussia besteht aus einer nach W übergeneigten Falte kretazischen Gesteins, mit einem Kern von tithonischen Ellipsaktinienkalk. Die den Vardussiazug auf der Westseite begleitenden Flyschbildungen fallen unter die Vardussiagesteine ein und werden somit von diesen überfaltet. Aus dieser Flyschzone erhebt sich weiter im W eine weitere Kette von Auffaltungen mit dem Koraxzug; dieser entspricht einer fächerförmigen und gleichzeitig nach W übergelegten Falte. Der Gesteinsausbildung nach gehört der Korax bereits zur Schiefer-Hornstein-Plattenskalkformation; er entspricht also im Gebirgstypus der Olonos-Pindoszone und stimmt daher auch in den Formen mit den westlichen ätolischen Ketten überein: Das Zwischengelände zwischen dem Koraxzug und den ätolischen Ketten der Olonos-Pindoszone ist ein reichgegliedertes Flyschgebiet, das E-ätolische Flyschgebirge. Es dürfte aus einem System paralleler Falten bestehen (und zwar wohl meist nach W übergekippter Isoklinalfalten). Vardussia und Korax (besonders letzterer) stellen in ihrer Gebirgsstruktur wie auch in ihrer Faziesentwicklung einen Übergang zwischen Olonos-Pindoszone und E-hellenischer Zone dar. Es vollzieht sich hier der Wechsel aus dem im Mitteltertiär intensiv gefalteten Gebiete des Westens in das schwächer gefaltete und mehr von der jungtertiär-quartären Bruchbildung betroffenen Gebiet im E. Im ionischen Gebiet hat Renz das völlige Korrespondieren der Tektonik auf Korfu mit jener auf dem epirotischen Festland festgestellt (65). So findet der Flyschzug von Spartila-Episkepsis auf Korfu seine Fortsetzung in der Flyschzone von Plataria im Epirus und die Pantokratorfalte Korfus in der Gomenitzafalte am Festland. Die nachträgliche strukturelle Umgestaltung dieses Teiles des ionischen Gebietes ist somit nur das Werk der jüngeren Bruchbildung.

Einen tiefreichenden Einblick in die Morphologie Griechenlands haben wir in jüngerer Zeit durch die Forschungen Maulls gewonnen, die sich auf den von Philippson und Renz geschaffenen geologischen Grundlagen aufbauen (36).

Maull hat den Peloponnes und das südliche Mittelgriechenland bereist und die folgenden einzelnen Landschaften einer morphologischen Analyse unterzogen: Die Becken des Zentralpeloponnes, die Hochflächen des SE Peloponnes

ponnes (Skiriton, Kynuria, Parnon), W-Arkadien und den Eurotasgraben, Trygetosgebirge, Messenien, Priphylien und Elis, Argolis, das attische Bergland, den böotisch-phokischen Tiefenzug, das böotisch-lokrische Bergland, böotisch-attische Mittelgebirgsland, die mittelgriechischen Hochgebirge (Parnaß, Kiona, Vardussia) und ihre Zwischengebiete und schließlich das Bergland und die Senken Ätoliens.

Es würde natürlich zu weit führen, in diesem, die Morphologie der Gesamthalbinsel im Auge behaltenden Überblick auf die Ergebnisse, die in den einzelnen Landschaften gewonnen wurden, einzugehen. Es sei nur darauf hingewiesen, daß Maull in vorbildlicher Weise eine Beschreibung der Einzellandschaften gibt, stets eine scharfe Trennung der Struktur- von den Skulpturformen innerhalb einer Einheit vornimmt und dann die Einzellerscheinungen nach Form und Entstehung untersucht. Der morphologischen Wertung der Gesteine legt Maull besonderes Gewicht zu. In dem, einen Überblick über die Gesamterscheinungen des Gebietes vermittelnden, einleitenden Kapitel werden neben Tektonik, Klima und Biogeographie besonders die verschiedenen Gesteine in ihrem Einfluß auf die Morphologie eingehend behandelt, sowie besondere petrographische Landschaftstypen hervorgehoben; diese Beziehungen sind auch durch ein Kärtchen anschaulich gemacht.

Von den allgemeinen morphologischen Ergebnissen der Maull'schen Forschungen wäre folgendes hervorzuheben:

Zu den auffälligsten Oberflächenelementen gehören die Abtragungsf lächen, die nach der oligomiozänen Hauptfaltung im SE-, Zentral- und Nordpeloponnes ausgebildet worden sind, die aber nur teilweise in direktem räumlichem Zusammenhang sind; auch die Höhenlage der einzelnen Flächenelemente darf nicht als Kriterium für die Einheitlichkeit verwendet werden, es ist vielmehr nur bei den jüngeren, nachweislich gleichzeitig entstandenen Formelementen möglich, sie, auch wenn sie getrennt sind, in Beziehung zu setzen. Mittelgriechenland stellt dem Peloponnes gegenüber insofern einen morphologischen Gegensatz dar, als in Mittelgriechenland Flächenstücke selten anzutreffen sind und allein das Laurische Bergland völlig eingerumpft wurde; es findet das in der höheren tektonischen Aktivität Mittelgriechenlands eine Begründung.

Bei den griechischen Verebnungsflächen handelt es sich durchaus um Flußverebnungen, die an die einzelnen Flußsysteme, bzw. Talkammern gebunden sind, zum geringeren Teile um marine Abrasionsflächen. Die von den einzelnen Flüssen ausgegangenen Einebnungen haben auch die Wasserscheiden soweit erniedrigt, daß diese nur als sanfte Schwellen zwischen den alten Talgebieten erhalten geblieben sind und in der Gesamtheit ein Rumpfwellengebiet resultiert. Restberge und Restgebirge (teils Fernlinge, teils Härtlinge) ragen darüber empor, ihnen sind auch die Hochgebirge und alle höheren Mittelgebirge zuzurechnen. Die Zeit der Entstehung dieser Abtragungsf lächen ist die Bildungszeit des Neogens; ihre erste Ausbildung erfolgte im Obermiozän, ihre Weiterentwicklung und gleichzeitig der Beginn ihrer Zerstückelung im Unterpliozän. Die Abtragung ging während einer lang andauernden Hebung vor sich, welche mit

Verbiegungen und stellenweise auch Senkungen verknüpft war und so langsam war, daß die Abtragung mit ihr gleichen Schritt halten konnte. Nach W findet die Verbreitung der Ablagerungsflächen eine ziemlich scharfe Grenze, die tektonisch, petrographisch und klimatisch bedingt ist. Auf die Periode der langsamen Hebung ist dann eine Zunahme der Hebungsintensität, ein rascher Ablauf des Hebungsprozesses gefolgt, was die starke Auflösung des griechischen Landes und den Gegensatz von Steilformen in der Tiefe und Flachformen in der Höhe verursacht hat. Die Bewegungsvorgänge dieser zweiten Periode waren sehr verschiedener Natur und haben infolgedessen auch verschiedenen morphologischen Ausdruck gefunden; sie haben den Zusammenhang der ehemaligen Landoberfläche zerrissen und auch den Peloponnes von Mittelgriechenland abgetrennt. Tiefgelegene Teile der entstandenen Senkungsfelder wurden vom Meere überflutet und von den Beckenrändern aus begann die Zerschneidung der Hochflächen durch jugendliche Täler, die Ausräumung im Bereiche weicher Schichten, die Ablagerungen in den Senken. In den vom Meere überfluteten Randgebieten entstanden Abrasionsflächen, deren Übergang in Akkumulationsniveaus sich stellenweise verfolgen läßt. Die Abrasionsterrassen sind später von neuerlicher Hebung ergriffen worden (sie liegen heute bis 600 m ü. d. M.), die jedoch in den verschiedenen Gebieten verschiedenes Ausmaß erreicht hatten; auch diese Hebung ist von Phasen mit geringerer Hebungsintensität unterbrochen worden. Durch sie sind die Senkenausfüllungen von den Flüssen wieder zerschnitten worden, wobei es vielfach zur Ausbildung von epigenetischen Talstrecken gekommen ist. Mit der Hebung sind neuerlich in den Randgebieten Senkungen Hand in Hand gegangen. Um diese Zeit, die bereits ins Diluvium fällt, kann erst der Einbruch des Ägäischen Festlandes angesetzt werden (es ergibt sich das aus glazial-morphologischen Untersuchungen) und damals entstand der scharfe Rand des SE-Peloponnes. Nach einer darauffolgenden wirkungsvollen Akkumulationsperiode, welche unter anderem auch das Landfestwerden einiger Inseln herbeiführte, trat abermals noch eine kurze Hebung ein, welche zu dem Einschneiden der Flüsse in den Küstenebenen geführt hat. Die Küste ist im Begriffe, sich aus einer Buchtküste in eine Ausgleichsküste umzuwandeln; wo große Flüsse nebeneinander das Meer erreichen, bilden sich zusammenhängende Schuttkegelzonen heraus, die aber durch jugendliche Erderschütterungen getreppt und zerhackt werden. Im allgemeinen betrachtet, verdankt also das griechische Land seine Gestaltung einem seit der oligomiozänen Hauptfaltung kontinuierlich vor sich gehenden, wenn auch sehr vielgestaltigen, durch Phasen gegliederten Hebungsprozeß.

Maull versucht die Verebnungsflächen Griechenlands mit den bisher aus den übrigen Gebieten der Balkanhalbinsel bekannten in Beziehung zu bringen. Er kommt zu dem Ergebnis, daß sich das südliche Griechenland in seiner auffälligen Oberflächenform dem nördlichen Dinarischen Gebirge anschließt. Aber auch nach E und NE scheinen die griechischen Abtragungsflächen ihre Fortsetzung zu finden, so daß doch eine in gewissem Sinne einheitliche Einrumpfung die ganze Halbinsel betroffen hat. Am typischsten traten jedoch die Ab-

tragungsflächen im Bereiche heutiger oder ehemaliger Flußgebiete oder in den Gebieten ehemaliger Meerestransgression auf.

Was die Karstentwicklung Griechenlands betrifft, so gibt es zunächst keine so großen, zusammenhängenden Karstgebiete, wie in den nördlichen Dinariden; es sind nur, zumeist von anderen undurchlässigen Gesteinen, umgrenzte Inseln, in denen sich die Karstentwicklung in sehr verschiedenem Stadium befindet. Diese Auflösung des griechischen Karstes in Einzelgebiete ist durch die jugendliche Bruchtektonik begründet. Im allgemeinen beherrschen reife Formen das Oberflächenbild der reinen Karstgebiete. Die Oberflächengestaltung der größeren Karstplateaus (Xerokampos, Maenalos, Cheli, Kynuria im Peloponnes; Parnaß, Desphina, Kiona in Mittelgriechenland) schreibt Maull einer kombinierten Fluß- und Karsterosion zu, während es sich bei den kleineren Plateaus auch um alleinige Formgestaltung durch den Karstprozeß handeln kann.

Viel größere Bedeutung als bisher angenommen wurde, kommt der glazialen Ausgestaltung der griechischen Hochgebirge zu. Die häufigsten glazialen Erosionsformen sind die Kare, die sich in zwei Horizonten finden und zwei Phasen der Vergletscherung anzeigen. Der Formenreichtum ist natürlich in den günstigsten Expositionen am größten; bei einem Vergleich sämtlicher vergletschterter Gruppen läßt sich ein Ansteigen der mittleren Höhe der Karshorizonte und der Schneegrenzen von W nach E feststellen. Von großer Bedeutung ist der Schluß, daß die N-peloponnesischen und mittelgriechischen Hochgebirgsstöcke zur Eiszeit eine kontinentalere Lage eingenommen haben, als heute, daß man somit annehmen muß, daß zur Eiszeit das große mittelägäische Festland zwischen Griechenland und Klein-Asien noch vorhanden war und erst in spät- oder nachglazialer Zeit zerstört wurde. (Dieses Ergebnis steht auch, wie wir gesehen haben, in Übereinstimmung mit den Feststellungen W. Pencks an den Dardanellen, siehe oben.)

Einen Beitrag zur Vergletscherung Griechenlands besitzen wir auch von Niculescu, welcher die Smolitza (den höchsten Teil des Pindossystems) untersucht hat (47). Er konnte zwei Kare feststellen, von denen eines einen See enthält, während von dem anderen ein U-förmiges Tal ausgeht, in welchem bis 1400 m herab ein Gletscher gereicht haben dürfte.

Die Darstellung der morphologischen Verhältnisse in Maulls »Griechisches Mittelmeergebiet« (37) stützt sich im wesentlichen auf seine eben besprochene morphologische Spezialarbeit. Es möge hier nur auf sie kurz verwiesen sein, weil sie einen sehr guten, klaren Überblick vermittelt.

Eine besondere Behandlung haben die Küsten Korfus durch Fels erfahren (13). Er gibt uns zunächst eine sehr eingehende Beschreibung sämtlicher Abschnitte der Küste Korfus und unternimmt es hierauf, einzelne Typen aufzustellen. Auf Grund genetischer, morphologischer, petrographischer und geologischer Gesichtspunkte, unterscheidet er folgende, für Korfu charakteristische Küstentypen: 1. Gebirgsbruchküste, 2. Gebirgsvorlandküste, 3. Plattenkalkberglandküste, 4. Tertiärberglandküste, 5. Tertiärhügellandküste, 6. Flachlandküste.

Innerhalb dieser sechs Typen wird noch eine Unterteilung dadurch erzielt, daß geprüft wird, ob Kliffbildung vorhanden ist oder nicht.

Die Gebirgsbruchküste ist in frischer, unausgeglicherer Form nur im Gebiet harten, widerstandsfähigen Gesteines ausgebildet, d. i. im N-Teil der Außenküste; gegenüber einer Kliffküste besteht der Unterschied, daß innerhalb des Küstenprofils sich ein allmählicher Übergang nach unten vollzieht und große Meerestiefen hart an der Küste liegen. Im Gebiet des Tertiärs liegen die Randbrüche schon weit draußen im Meer, eine breite, aus dem leicht zerstörbaren Gestein abradierte Strandplattform trennt sie vom Küstensaum. Die Gebirgsvorandküste ist geologisch durch Vorlagen weniger widerstandsfähigen Gesteines vor widerständigem Kalkgebirge bedingt. Die Plattenkalkberglandküste, die den SE-Teil der Insel charakterisiert, verdankt ihre Eigenart der petrographischen Beschaffenheit des sie zusammensetzenden Gesteins; sie ist ein Gebiet völliger und gleichmäßiger Abrundung aller Berggestalten und weist ein vom Meeresspiegel bis zum Gipfel gleichmäßiges Ansteigen auf. Die Tertiärberglandküste erreicht Höhen bis über 300 m und wird zum Teile von mächtigen Kliffen begleitet. Den größten Raum nimmt die Tertiärhügelandküste ein; Gesteinszusammensetzung, wie auch Lagerung ist in ihr sehr mannigfaltig. Die Kliffe erreichen oft 100 m Höhe, und sind teils Arbeits-, teils Ruhekliffe. Die eigentliche Flachlandküste erreicht nur untergeordnete Verbreitung, da die Jugend der Insel noch nicht die Entwicklung bedeutender Alluvien gestattet hat.

Was die Ausgestaltung der Küste betrifft, so sind trotz sehr geringer Gezeitenhubhöhe Brandungshohlkehlen nur schwach entwickelt; sie beschränken sich auf Stellen, wo anstehendes, hartes dichtes und ungeschichtetes Gestein ohne Vorstrand zu großen Meerestiefen absinkt. Ihre Ausbildung ist außerordentlich scharf, ihre untere, absolut horizontale Fläche liegt im Mittelwasserspiegel, ihre Tiefe übertrifft stets die Höhe (zirka 1 m). Fels hält sie für eine Wirkung des ruhenden Meeres mit seinen auf geringem Raum konzentrierten immerwährenden, schwachen Stößen. Kliffbildung ist am schönsten in den weichen Tertiärsandsteinen zu finden; sie ist stark von der Schichtlagerung abhängig. Je nach der vorherrschenden Wind- und Wellenrichtung hat man es mit Arbeits- oder Ruhekliffen zu tun.

Anwachs, Abbruch und Stillstand sind längs der ganzen Küste verfolgt worden und gelangen kartographisch zur Darstellung. Vorherrschend sind die Stillstandsformen, zumal an der Außenküste; an der Innenküste sind dagegen die günstigsten Bedingungen für Entwicklung von Anwachsformen gegeben, da der Kanal von Korfu ein Gebiet starker Sedimentation ist.

Bei Betrachtung des allgemeinen Küstenverlaufes und seiner Hauptursachen fällt vor allem der Einfluß der Widerstandsfähigkeit der Gesteine in die Augen. Wesentlich ist ferner die vorherrschende Wind- und Wellenrichtung und die durch sie beeinflussten Küstenströmungen, weiter auch Bruchlinien und Schichtstreichen.

Junge, negative Strandverschiebungen konnten an verschiedenen Stellen der Insel nachgewiesen werden; es handelt sich um niedere Terrassen in 10—15 m Höhe. Das Vorkommen mariner, rezenter Tuffe gibt die Möglichkeit, die Strandverschiebungen als sehr jugendlich (spätrezent) festzulegen. Auch sind deutliche Anzeichen vorhanden, daß die Hebungen örtlich ungleichmäßig verliefen.

Häufige Rutschungen an den Küsten Korfus stehen mit Erdbeben in Zusammenhang; welch letztere auf die Fortdauer der Bruchbildung deuten.

In einem kurzen Anhang gibt Fels einige Ergänzungen zu Partschs »Geologischer Karte von Korfu«.

Nebst den Kartenskizzen, welche neue Namen und Höhenangaben, Küstentypen und Küstenbeschaffenheit, Brandungswirkungen und Bootshäfen, sowie Ergänzungen zur geologischen Karte von Partsch zeigen, erläutern auch zahlreiche, schön reproduzierte Lichtbilder den Charakter der Küsten Korfus.

Albanien

Aus Albanien, dem bisher vernachlässigsten Teil der Balkanhalbinsel, liegen außer den Beobachtungen Almagiàs aus älteren Jahren (publiziert 1915), welche die Grundzüge der Morphologie Niederalbaniens festgelegt haben, neuere Arbeiten von Seiten Bourcart, Roths und Ernst Nowacks vor.

Almagià⁽¹⁾ hob die große morphologische Bedeutung der antikalinal gebauten Kalkketten im S und E des von ihm bereisten Gebietes hervor und verglich die weiten Flyschgebiete Albaniens mit jenen des Apennin und der Provinz Emilia in Italien. Im Pliozän-Hügelland der Küste stimmt die Morphologie im hohen Grade mit der Tektonik (domförmige Antiklinen) überein. Die morphologische Entwicklung des Tertiärberglandes Niederalbaniens stellt sich Almagià so vor, daß die heutige Landschaft aus einer zum Meere geneigten Fastebene herausgeschnitten wurde und sich heute in fortgeschrittenem Stadium befindet (diese Auffassung ist durch die Studien E. Nowacks widerlegt worden). In der Elbasaner Niederung wurde die Existenz eines quartären Sees nachgewiesen, nach dessen Verschwinden durch rückschreitende Erosion von Seiten eines Küstenflusses erst die heutige merkwürdige Talwasserscheide zwischen Shkumbi und Devol zustande kam.

Bourcart hat vor allem den SE des Landes — die Gegend von Korça — erforscht(4). Er hat eine geologische Karte dieses Gebietes i. M. 1:200 000 gegeben, aus welcher als besonders wichtiges Ergebnis der Nachweis des Zusammenhanges des thessalischen Tertiärs über die Gegend von Korça und das über 1600 m hohe Kamia-Gebirge zum Tertiär des oberen Shkumbi hervorzuheben ist. Das Becken von Korça betrachtet Bourcart als ehemals von einem See erfüllt und er glaubt auch Seeterrassen zu erkennen (im Gegensatz zur Auffassung E. Nowacks, welcher die Verebnungen für fluviatil hält und den Malik-See als einen See in statu nascendi betrachtet). Im übrigen liegen die Hauptergebnisse Bourcart's mehr auf stratigraphischem Gebiet. Auf jene auf glazialgeologischem Gebiet, wird noch weiter unten eingegangen werden.

Goebels, im Rahmen der deutschen Kriegsgeologie unternommenen Untersuchungen (siehe auch oben Seite 114) greifen auch auf albanisches Gebiet über; er untersuchte die den Ohridasee beiderseits umrahmenden Gebirge (71). Sein Hauptergebnis ist die Feststellung des wenige Wochen später auch von E Nowack besuchten und beschriebenen Shkumbigrabens, einer dem Ohridasee parallelen Einbruchzone, die von mehrere 100 m mächtigen jungtertiären Ablagerungen erfüllt wird, die muldenförmig eingebogen sind, wobei der Oberlauf des Shkumbiflusses der Muldenachse folgt.

Ernst Nowack hat vor allem Niederalbanien einer Analyse unterzogen und hier die Abhängigkeit der Morphologie von der jugendlichen, großenteils noch aktiven Falten tektonik nachgewiesen (50, 52). Einzelne Landschaften (die Malakstra, das mittlere Shkumbigebiet, die Gegend von Durazzo) wurden in größerem Maßstab geologisch kartiert. Ganz Niederalbanien erwies sich als aus Tertiär aufgebaut, von den ältesten bis zu den jüngsten Schichten, im allgemeinen konkordant und lückenlos, bis auf die Randgebiete und einzelne Antiklinalen. Scharf trennt sich von der flexiblen, junggefalteten, niederalbanischen Scholle die inneralbanische, die bereits tektonisch erstarrt ist und en bloc gehoben bzw. schildförmig aufgewölbt wurde. Am Rand der inneralbanischen Scholle (in der Kette von Kruja bei Tirana) wurde die Kerbe des jung-miozänen Meeres in Form einer ausgezeichnet erhaltenen Strandplattform in 1100 m Meereshöhe gefunden. Die Beeinflussung der Morphogenese durch die tektonische Aktivität gibt sich in der örtlich wechselnden Erosionstätigkeit der Gewässer, der Erscheinung einseitiger Talterrassen, in Flußverlegungen und Veränderungen der Wasserscheiden, sowie durch charakteristische »hemi-antezedente« Durchbrüche zu erkennen. In Inneralbanien wurden hochliegende Flußverebnungen, teilweise mit Geröllüberstreuung (wie am mittleren Shkumbi), sowie auch ausgedehnte Hochflächensysteme beobachtet, die sowohl in Süd-, Mittel- und besonders Nordalbanien vielfach das Landschaftsbild beherrschen (53, 55). In der Oberflächengestaltung S-Albaniens kommt allerdings vorherrschend die Falten tektonik zum Ausdruck: Antiklinalen, aus mesozoischen Kalken aufgebaute, parallele Kettengebirge mit von Flysch erfüllten Synklinalsenken dazwischen. Marine Verebnungsflächen finden sich vor allem in einem Niveau von 300 m an der S-albanischen Küste. — In Mittelalbanien nehmen den Westen noch Kettengebirge von antiklinalem oder monoklinalem Bau ein, während gegen E, im Serpentin-Schiefer-Hornsteinland der Hochflächencharakter (besonders im 1800-m-Niveau) vorherrscht. Große, jugendliche Einbrüche charakterisieren das Hinterland der großen albanischen Massenüberschiebungen. Das von quartären Schuttmassen erfüllte, heute wieder in Hebung und von den Quellflüssen des Osum aus in Ausräumung befindliche Becken von Kolonia, das heute noch in Senkung begriffene Becken von Korça mit dem sich bildenden Maliksee, das Becken des Ohridasees, das zu diesem parallele des oberen Shkumbi und dessen nördliche Fortsetzung, der Mati-Graben, der bis an den Skutarisee heranstreicht, schließlich das Becken am Schwarzen Drin (Dibra-Peshkopi), zu dem sich die Rumpfflächen und Verebnungen des Korab-

gebirges und Shar-Dagh sanft hinabbiegen. Alle die transversal angelegten größeren Flußtäler (Ossum, Devol, Shkumbi, Drin) haben überaus jugendlichen Charakter und sind jedenfalls erst in jüngster Zeit durch regressive Erosion von der Adria her angelegt worden; sie haben im E anders gerichtete alte Entwässerungssysteme abgezapft. Karsterscheinungen sind in Albanien von verhältnismäßig geringer Bedeutung und lokaler Beschränkung: Nur in den großen Kalkplateaugebirgen, dem Kurvelesh-Plateau in S-Albanien, dem Polisit-Plateau in Mittelalbanien, dem Mali-Dejës, Mali-Shejnt, Munela und Bështrik-Gebirge in N-Albanien, finden wir Dolinenlandschaften größeren Ausmaßes in verschiedenen Stadien der Entwicklung.

Vielseitige Beobachtung haben die Glazialspuren in Albanien erfahren. Von Dedidjer in den albanisch-mazedonischen Grenzgebirgen (11), von Bourcart in Mittelalbanien (4), von E. Nowack in allen übrigen Teilen Albanien (53, 54, 55). Überdies hat Almagià eine Zusammenstellung der aus Albanien bis zum Jahre 1918 bekannten Glazialspuren gegeben (2). Die eingehendsten glazialen Untersuchungen verdanken wir Roth v. Telegd aus dem Gebiet von Plav (66) in Nordalbanien.

Die Beobachtungen Dedidjers betreffen das Stogovo-Massiv (zwischen Schwarzem Drin und Radika), wo die Golska-reka ein typisch glazial ausgearbeitetes, stufenförmiges Tal besitzt. Die tiefsten Moränen liegen in 1575 m; außerdem gibt es Kare. Viel bedeutender sind nach Dedidjer die Glazialspuren aus dem Jablanica-Gebirge. Schroffe Felsgipfel, zirkusartige und tief ausgearbeitete Täler schaffen hier völlig alpine Formen; durch eine Karten- und mehrere Landschaftsskizzen wird dies anschaulich gemacht. Danach hat man es mit förmlich modellartigen Mustern von jungen bis reifen Karen zu tun. Ausführlich werden dann die Glazialspuren in den einzelnen Gebirgsabschnitten (Raduç, Visaq, Crno-Kamenje) beschrieben. Der Schilderung eines Moränen-Amphitheaters in der Struga-Ebene wird man wohl berechnete Skepsis entgegenzusetzen; ebenso scheint die Annahme einer diluvialen Schneegrenze in 14—1500 m unwahrscheinlich niedrig.

Die Bourcartschen Glazial-Beobachtungen erstrecken sich auf die mittelalbanischen Hochgebirge: Guritopit und Ostravica. Sie wurden von E. Nowack ergänzt. Es handelt sich durchaus um E- und N-exponierte Kare mit 1—2 Endmoränenwällen, sowie zahlreichen Seen glazialen Ursprungs. Die Bourcartsche Auffassung von Moränenbildungen im Becken von Vockop (Moskopole) und glazial ausgearbeiteten Plattformen auf der Westseite des Komjani-Berges ist nach E. Nowack eine irrümliche. Von E. Nowack erfahren ferner eine vorläufige, kurze Beschreibung die Glazialspuren folgender Gebirge Süd- und Mittelalbanien: Der Maja Luces bei Delvino (geringe Karbildung), des Çikagebirges südlich Valona (einige Kare), des Lunxheri-Gebirges und des Nemerçka-Gebirges im albanischen Epirus (weitgehende Karbildung und kleine Hängegletscher), der Maja Tartarit bei Tepelena (kleine Kare), des Tomor-Gebirges bei Berat (reiche Karbildung und Hängegletscher mit starker Moränenentwicklung), des Polisitgebirges bei Elbasan (kleine Plateau- und Hängegletscher?), der Maja Lukovs

(Moränen mit Seen), Mali Lopsit, Mali Alamanit, Mali Dejës, sämtliche zwischen den Landschaften Matja und Dibra (durchwegs starke Karbildung mit zahlreichen Seen, Moränen), der Neshta e Lurës in Lurja (Kare, Seen, Moränen), Korab bei Dibra (Kare, kurze Talgletscher, Seen), Djalica e Lumës in Luma (undeutliche Karbildung). Alle Gletscherspuren sind an E- und N-Exposition geknüpft. In Meeresnähe stellen sie sich bereits in 1850 m ein, während sie weiter im Landesinnern erst über 2000 m und ganz im E erst in 2200—300 m auftreten. Von der diluvialen Vergletscherung aller dieser Gebirgsgruppen hatte man bisher nur vereinzelt Kenntnisse. (Von der Neshta und Mali Dejës durch Steinmetz, von jener des Tomor durch Ekrem Bej, von jener der Çika durch Martelli).

Die bereits durch Cvijić und Nopcsa in großen Zügen bekannte starke Vergletscherung der nordalbanischen Alpen erfuhr eine eingehende Behandlung von Roth v. Telegd, welcher die Umgebung des Plaver Beckens und dessen glaziale Ablagerungen untersuchte. Er hebt hier besonders die verschiedene morphologische Wirkung der Glazial-Erosion, einerseits in dem einheitlich vereist gewesenen Karstgebiete der N-albanischen Alpen, andererseits im paläozoischen Schiefergebiet von Plav hervor, in welchem die Vergletscherung nur einzelne, über 2000 m aufragende Gipfel betraf. Die Gegend von Gusinje bildete ein großes Sammelgebiet für das Eis N-Albaniens; es kam hier zur Entwicklung eines der größten Gletscher der Balkanhalbinsel. Das langgestreckte Ljučko-Polje wurde oberhalb der Mündung der durch das Ratnica- und Komaricatal aus dem Schiefergebiete zuströmenden Gletscheräste, vom Eise ausgearbeitet. Die Glazial-Topographie dieses Beckens erfährt durch Roth v. Telegd eine eingehende Beschreibung, ebenso wird die Umgestaltung des Karstreliefs durch die Glazial-Erosion im Kalkgebiet und die Kare mit ihren zugehörigen Moränen im Schiefergebiet ausführlich behandelt. R. erkennt in den Glazial-Erscheinungen des von ihm untersuchten Gebietes nur die Anzeichen von einer Vergletscherung mit drei Rückzugsstadien.

Literaturverzeichnis

- (1). Almagià, Primo contributo di osservazioni morfologiche sull' Albania centrale; soc. ital. p. il progr. d. sc. Roma 1914.
- (2). „ Tracce glaciali nelle montagne dell' Albania. Rev. geogr. Ital., XXV. Firenze 1918.
- (3). Bourcart, Note preliminaire sur les terrains sedimentaires de la region de Salonique. C. r. soc. géol. d. Fr. Paris 1917.
- (4). „ Les confins Albanais administrés par la France 1916/20. Revue géogr. t. X. Paris 1922.
- (5). „ Une hypothese sur la formation de l'Adriatique. C. r. de l'Ac. d. sc. Paris 178 (1924).
- (6). Cvijić, L'epoque glaciaire dans la peninsule Balkanique. Ann. d. géogr., t. XXVI. Paris 1917.
- (7). „ Hydrographie souterraine e evolution morphologique du Karst. Grenoble 1918.

- (8). Cvijić, Types morphologiques des terrains calcaires. Bull. d. l. soc. géogr. de Belgrade, t. X (1924).
- [9]. „ Morphologie der Erde. Belgrad 1924.
- [10]. „ Die Serie der Abrasionsformen an der Adriatischen Küste und epirogenetische Bewegungen. Bull. soc. géogr. de Belgrade, t. VII/VIII (1922).
- (11). Dedidjer, Traces glaciaires en Albanie et en nouvelle Serbie. La géogr., XXXI. Paris 1916/17.
- (12). Faucher, En Macedoine. Ann. d. géogr., XXVIII. Paris 1919.
- (13). Fels, Die Küsten von Korfu. Mitt. Geogr. Ges. München 1923.
- (14). Ginzl, Aufgaben und Tätigkeit der Kriegsmapping auf der Balkanhalbinsel. Mitt. d. Geogr. Ges. Wien, B. LXI (1918).
- (15). Gripp, Die Gebirge um Usküb. Zeitsch. Ges. d. Erdk. Berlin 1921.
- (16). „ Beiträge zur Geologie von Mazedonien. Abh. a. d. Geb. d. Auslandsk. (Hamb. Univ.), Band 3. (1922).
- (17). Hammer-Ampferer, Ergebnisse der geologischen Forschungsreisen in West-Serbien. Denkschr. Ak. d. Wiss. Wien, B. XCVIII (1921).
- [18]. Jovanović, Die Geomorphologie des Beckens von Soko-Banja. Bull. Soc. Géogr. d. Belgrade, t. X (1924).
- (19). Katzer, Bodenbeschaffenheit und Wasserverhältnisse des Polje von Nevesinje in der Herzegowina. Wiss. Mitt. aus Bosn.-Herz., B. XIII. Wien 1916.
- (20). „ Die sog. Überschiebung von Livno. Centr. Bl. f. Min. usw. Jahrg. 1921.
- (21). „ Die Hydrographie des Lušci polje in W-Bosnien. Bull. soc. géogr. de Belgrade, t. VI (1921).
- (22). „ Blatt Banjaluka der geol. Übersichtskarte von Bosnien-Herzegowina i. Maßst. 1:200 000. Sarajevo 1924.
- (23). „ Tektonik und Oberflächenbeschaffenheit des mittelbosnischen Schiefergebirges. Recueil de travaux offert a M. J. Cvijić a l'occ. des ses trente cinq ans de travail scientifique. Belgrad 1924.
- (24). „ Schwallquellen. Bull. soc. géogr. de Belgrade, T. X (1924).
- (25). „ Die Geologie von Bosnien und der Herzegowina, 1. Band. Sarajevo 1925.
- (26). Kerner, Über die hydrologischen und morphologischen Verhältnisse in Mitteldalmatien. Bull. soc. géogr. de Belgrade, t. VII/VIII (1922).
- (27). Košmat, Gebirgsbau und Landschaft im Umkreis von Novi-Pazar. Zeitschr. Ges. f. Erdk. Berlin 1917.
- (28). „ Geologie der zentralen Balkanhalbinsel. »Die Kriegsschauplätze«, H. 12. Berlin 1924.
- (29). Krebs, Beiträge zur Geographie Serbiens und Rasciens. Stuttgart 1922.
- [30]. Kormos-Jekelius, Geologische Notizen aus Montenegro und Serbien. Wiss. Erg. d. Balkanforsch. d. kgl. ung. Geol. R.-A. Budapest 1918.
- (31). Lahner, Der westmontenegrinische Karst und sein hydrographischer Zusammenhang mit der Bucht von Cattaro. Peterm. Mitt. 1917.
- (32). Leuchs, Aus Mazedonien. Mitt. Geogr. Ges. München 1916.
- (33). Loczy sen., Geologische Studien im westlichen Serbien. 2. Bd. der Erg. d. von der Orientkomm. d. Ungar. Ak. d. Wiss. organ. Balkanforsch. Berlin 1924.
- [34]. Loczy jun., Geologische Untersuchungen in Westserbien. Föltani szemle, Budapest 1921.
- (35). Louis, Topographische Arbeiten aus Albanien. Zeitschr. Ges. f. Erdk. Berlin 1925.
- (36). Maull, Beiträge zur Morphologie des Peloponnes und des südlichen Mittelgriechenland. Geogr. Abhandl., B. X, H. 3 (1921).

- (37). Maull, Griechisches Mittelmeergebiet. Jedermanns Bücherei. Breslau 1922.
- [38]. Milojević, B. J., Der Karst in der Umgebung des Ostrovo-Sees. Bull. soc. géogr. de Belgrade, t. V 1921.
- [39]. „ Die Höhlen im Canjon des Uvac im Gebiete der Ortschaft Donje Lopiže. Bull. Soc. Géogr. de Belgrade, t. V (1921).
- [40]. „ Gletscherspuren in den Gebirgen der Vlasulja, Bioč und Kručira. Bull. Soc. Géogr. d. Belgrade, t. VII/VIII (1922).
- [41]. „ Über einige Gletscherspuren in den Gebirgen von Raduša, Cincer, Sator, Troglav und Velebit. Bull. Soc. Géogr. d. Belgrade, t. VII/VIII (1922).
- [42]. „ Geomorphologische Beobachtungen in den Tälern der Krka und der Čicola. Bull. Soc. Géogr. d. Belgrade, t. IX (1923).
- [43]. „ Die Insel Vrgada. Geomorphologische Beobachtungen. Bull. Soc. Géogr. d. Belgrade, t. IX (1924).
- [44]. „ Geomorphologische Beobachtungen im Cetinatal. Recueil de travaux offerts a M. J. Cvijić a l'occ. d. ses trente-cinq ans de travail scientifique. Belgrade 1924.
- [45]. „ Die Küste von Starigrad und Selina am Fuß d. Velebitgebirges. Bull. Soc. Géogr. d. Belgrade, t. X (1924).
- [46]. Milojević, S., Das Becken von Leskovac und seine Umgebung. Geomorphologische Untersuchungen. Bull. Soc. Géogr. de Belgrade, t. X (1924).
- (47). Niculescu, Sur les traces de glaciation dans le massif Smolica (chaîne du pînde meridionale). Bull. de la sect. scient. de l'ac. Roumaine. Bukarest IV, 1915/16.
- (48). Nopcsa, Karsthypothesen. Verh. Geol. R.-A. Wien 1918.
- (49). Nowack, E., Zur Entstehungsgeschichte des adriatischen Meeres. »Die Naturwissenschaften« VII (1919).
- (50). „ Morphogenetische Studien aus Albanien. Zeitschr. Ges. f. Erdk. Berlin 1920.
- (51). „ Contribution to the Geography of Albania. Geogr. Reviev. New York 1920.
- (52). „ Über nachtertiäre Faltenbewegungen in Albanien. Geol. Rundsch. 1921.
- (53). „ Reisebericht aus Albanien, I—IV. Zeitschr. Ges. f. Erdk. Berlin 1923/24.
- (54). „ Geologische Forschungen in Albanien, I—III. Zeitschr. D. Geol. Ges., 75. Bd. (1923) und Centr.-Blatt f. Min. usw. 1924.
- (55). „ Beiträge zur Geologie von Albanien, 3 Teile. Stuttgart 1921/25.
- (56). Oestreich, Mazedonien. Zeitschr. Ges. f. Erdk. Berlin 1916.
- (57). „ Die Seen Mazedoniens. Ebenda.
- (58). „ Beobachtungen über Rumpfflächen und Erosionsstadien im Iskergebiet. Recueil de travaux offerts a M. J. Cvijić a l'occ. de trente-cinq ans de travail sc. Belgrade 1924.
- (59). Penck, A., Geologische und geomorphologische Probleme in Bulgarien. »Der Geologe« Nr. 38. Leipzig 1925.
- (60). Penck, W., Zur Geologie des Bosphorus. Veröff. d. Inst. f. Meeresk. a. d. Univ. Berlin. Neue Folge A, H. 4 (1919).
- (61). „ Bau und Oberflächenform der Dardanellenlandschaft. Zeitschr. Ges. f. Erdkunde. Berlin 1917.
- (62). „ Zur Landeskunde von Thracien. Ebenda 1918.
- (63). Renz, Die Gebirge von Agrapha. N. Jahrb. f. Min. usw., Beil.-Band XL. Stuttgart 1915.
- (64). „ Geologische Studien in den mitteligriechischen Hochgebirgen. Ebenda XLIII. Stuttgart 1919.

- (65). Renz, Beiträge zur Geologie der Küstenregion von Epirus gegenüber der Insel Korfu. Verh. Naturf. Ges. Basel 1925.
- (66). Roth v. Telegd, Das Plaver Schiefergebiet; IV. Teil von: Nowack, Geol. v. Albanien. Stuttgart 1925.
- (67). Schaffer, Landeskunde von Thracien. »Zur Kunde der Balkanhalbinsel«, H. 19. Sarajevo 1918.
- [68]. Vadasz, Geologische Beobachtungen in E-Montenegro. Wiss. Ergebn. d. Balkanforsch. d. k. ung. Geol. R.-A. Budapest 1918.
- (69). Wurm, Zur Geologie von E-Mazedonien. N. Jahrb. f. Min. usw. 1922 (Band 1).
- (70). Zapletal, Grundzüge der Tektonik der Dinariden im Norden der albanischen Scharung. 5. Vysl. Cest. balk. Brünn 1925.

Nachtrag

- (71). Goebel, Eine geologische Kartierung im mazedonisch-albanischen Grenzgebiet beiderseits des Ohridasees. Sitzber. d. Sächs. Ak. d. Wiss., Bd. 71. Leipzig 1919.
- (72). Klute, Landeskundliche Arbeiten in Mazedonien. Verh. d. 20. deutschen Geographentages zu Leipzig 1921. Berlin 1922.
- (73). Welter, Über die Ergebnisse einer geologischen Kartierung im mittleren Mazedonien zwischen Ohrida und der Dudica. Sitzber. d. niederrheinischen Ges. f. Natur- u. Heilkunde. Bonn 1919.
-