



# Geomorphologische Studien aus der Herzegowina.

Von

*Albrecht Penck in Wien.*

I. Lage. Wasserlosigkeit. Wannencharakter der Oberfläche. Schuttangel. Schichtbau.

Die breite Einsattelung des Krainer Karst, die mit Recht als eine wichtige Marke in der Umgrenzung der Alpen gilt, bezeichnet keineswegs das Ende des Gebirges. Ähnlich wie im Nordwesten die Julischen Alpen mit dem stolzen Triglav, erheben sich im Südosten neue Höhen, deren erster Gipfel der Krainer Schneeberg ist. Sie schwenken von den Alpen ab, aber in Bezug auf ihre Zusammensetzung schliessen sie sich auf das engste deren südlicher Zone an. Die dinarischen Ketten im Nordosten der Adria sind in geologischem Sinne die Fortsetzung der südlichen Kalkalpen. Anfänglich stehen sie an Höhe weit hinter diesen zurück. Der Krainer Schneeberg, das in die Adria abfallende Velebitgebirge, die Kette der Dinara an der Grenze von Dalmatien gegen Bosnien, die ihr parallelen Ketten von Glamoč im Innern — sie alle bleiben unter 2000 *m*. Erst weiter südlich treffen wir im Quellgebiet der Bosna und Narenta an der Grenze von Bosnien und der Herzegowina auf ein Gebirge grösserer Erhebung, von echt alpinem Charakter, das als Reiseziel mehr und mehr in Aufnahme kommende bosnisch-herzegowinische Hochgebirge. Zwischen ihm und der Adria erstreckt sich eine breite, stufenförmig seewärts fallende, wasserlose Hochfläche, dann und wann unterbrochen von tiefen, eingesenkten Feldern oder einzelnen Auf-  
ragungen. Das ist die eigentliche Herzegowina, ein Land, das aus mancherlei Ursachen mannigfache Probleme für die Lehre von der Gestaltung der Erdoberfläche, die Geomorphologie, darbietet.

Die Herzegowina ist ein Karstland von seltener Grossartigkeit. Wer ihre trockenen Höhen durchwandert, ahnt kaum, dass er sich in einem der regenreichsten Striche Europas befindet. Fallen doch hier im Laufe des Jahres rund 1600 *mm* Regen, im Durchschnitte also mehr wie zu Salzburg. Aber kaum zu Boden gefallen, wird das Wasser von den zahlreichen Klüften des Gesteins aufgenommen und sickert in die Tiefe; da fliesst es anfänglich in schmalen Fugen, dann in grösseren Höhlen weiter, unsichtbar, ohne das Land zu netzen, ohne an seiner Oberflächengestalt kräftiger zu arbeiten. Nur hie und da, an besonders tiefen Stellen, kommt es wieder zum Vorschein. So im einzigen normal ausgebildeten Thale des ganzen Landes, dem der Narenta. Diese empfängt nur ganz wenige Nebenflüsse, aber in ihrem Engthale sprudelt Quelle neben Quelle auf. Ist ihr Wasser nach heftigen Regengüssen roth, so werden jene sichtbar, sie gesellen ihr tiefblaues Wasser zu. Viele Quellen liegen unten im Flussbette, andere etwas höher, sie kommen flussgleich aus Höhlen heraus und stürzen sich in schönem Falle herab. Auch in den in das höhere Land eingesenkten tieferen Feldern, den Poljen, treten mächtige Quellen auf; sie speisen kleine Flüsse, die ihrerseits nach kurzem Laufe durch das Feld wieder in ein Felsenthor eintreten und einen neuen unterirdischen Pfad einschlagen, der sie dann und wann wieder

zu Tage bringt. Nur ein einziger Fluss des Landes, die Narenta, erreicht in normaler Weise das benachbarte Meer, alle anderen treten nur streckenweise zu Tage und fliessen unterirdisch zur Adria. So verschwindet die Mušica im Gacko Polje, wenige Kilometer weiter tritt sie als Jasovica bei Kluč für einige hundert Meter wieder zu Tage, um dann bei Hochwasser als Obodbach im Fatničko-Polje wieder zu erscheinen, während sie zur Zeit der Dürre daselbst nur in der Tiefe in einem Schlundloche angetroffen wird. Erst unfern Bilek kommt sie regelmässig wieder zum Vorschein und fliesst von hier an als Trebinjčica eine längere Strecke oberirdisch. Sie bespült die Stadt Trebinje und tritt in das weite Pfaffenfeld oder Popovo Polje, auf dessen siebartigem Boden sie sich wieder verliert. Es kann keinem Zweifel unterliegen, dass die mächtige Omblaquelle, die sich unfern Ragusa ins Meer ergiesst, einen Theil der Wasser der Trebinjčica und damit auch der Mušica enthält, die 55 km weiter im Norden von der Erdoberfläche verschwand.

Der Grund für dieses eigenthümliche Verhalten der Flüsse liegt vor Allem in der Zusammensetzung des Landes. Es besteht vornehmlich aus reinem Kalke, welcher bekanntlich in Wasser, das etwas Kohlensäure enthält, leicht löslich ist. Während sonst das in klüftigen Felsboden einsickernde Wasser seine Bahnen durch den mitgeführten Verwitterungslehm bald verschmiert, greift es in Kalkstein die Wandungen an und erweitert sich seine Wege zur Tiefe. Es verwandelt dadurch die Gesteinsoberfläche in ein Sieb, in welchem alles Wasser in den Boden wandert, um sich dann unterirdisch auf den sich selbst geschaffenen Bahnen weiter zu bewegen. Damit verschwindet eine gestaltende Kraft. In unsern Ländern mit oberirdischen Flüssen dacht sich die Oberfläche an diesen hin und längs ihnen zum Meere ab. Wir können von jedem beliebigen Punkte unserer Lande ununterbrochen bergab wandern und kommen zur See. Wir folgen dem Wege, den sich das abrinnde Wasser gebahnt hat und offen hält. Anders in der Herzegowina. Die Oberfläche des Landes zeigt hier ringsum geschlossene Vertiefungen, also Wannen, aus denen man nicht herausgelangen kann, ohne einen Anstieg zu machen; will man von irgend einem Punkte zum Meere wandern, so findet man keinen Weg, der ununterbrochen abwärts führt, sondern es geht bergauf und bergab in unregelmässiger Weise. Man wird dessen auf den Strassen gewahr; trotzdem diese seit der Occupation in ausgezeichnete Weise unter thunlichster Vermeidung verlorener Steigungen gebaut sind, können sie nicht das bergauf und bergab vermeiden, selbst wenn sie, wie zwischen Gacko und Ragusa, der Richtung der

Entwässerung folgen, denn diese geschieht unterirdisch und schafft keine oberflächliche Abdachung zum Meere. Jene wannenförmigen, ringsum geschlossenen Vertiefungen treten in allen möglichen Grössen auf, von einigen Metern bis zu vielen Kilometern im Durchmesser, bald mit sanft geneigten Lehnen, bald

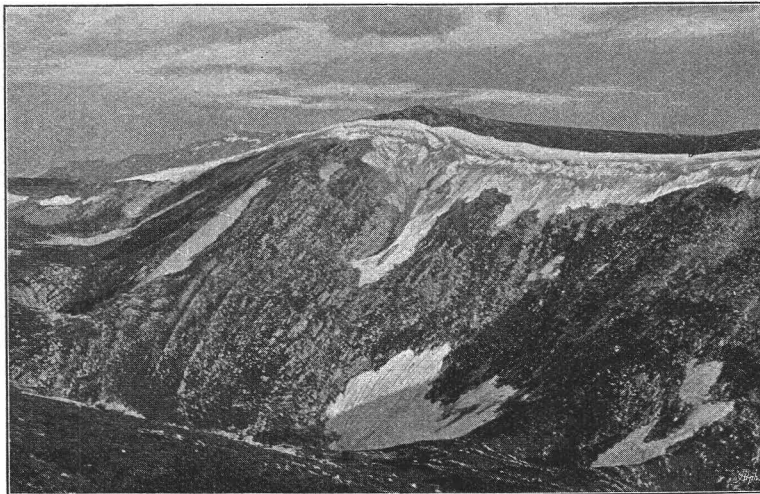


Abbildung 1. Dolinenreihe auf dem Mokrilogipfel (2027 m) auf der Bjelašnica.

mit steilen Wänden; zwischen recht extreme Formen schalten sich so zahlreiche Übergänge ein, dass es schwer hält, einzelne Typen lediglich der Form nach gegeneinander abzugrenzen. Dagegen gelingt es, der Funktion nach eine Trennung durchzuführen: die einen sind nichts anderes als Sammeltrichter für das eine kurze Strecke oberirdisch ab rinnende Regenwasser, gleichsam Miniaturausgaben von Flussgebieten, die nach unten hin entwässert werden und nach der Versitzstelle des Wassers hin sich ebenso regelmässig abdachen wie unsere gewöhnlichen Flussgebiete zum Meere. Alle solchen Sammeltrichter, mögen sie gross oder klein, so oder so entstanden sein, nennen wir Dolinen. Abbildung 1 zeigt uns eine Reihe von solchen einer photographischen Aufnahme von Dr. A. E. Forster, welche gleich den folgenden den Photographien aus Österreich-Ungarn des geographischen Institutes der Wiener Universität entnommen ist. Andere Karstwannen haben eine wesentlich andere Funktion. Sie sammeln nicht die oberirdischen Wasser, um sie zur Tiefe zu führen, sondern ermöglichen den unterirdischen Wässern zu Tage zu treten. Es sind Theile der Oberfläche, die bis in das Niveau der Quellstränge eingesenkt sind, die aber durch die Wasser nicht zum Meere geöffnet worden sind, weil jene unterirdisch weiter fliessen. Auf derartige Gebilde beschränkt die Wissenschaft den Namen »Polje« oder Feld, mit welchem der Bosniake jede grössere Thalweitung, jede breitere Ebene längs der Flüsse bezeichnet, die ja auch in Steiermark als Feld (Grazer Feld u. s. w.) benannt wird. Abbildung 7 führt uns das Fatničko Polje mit seinem temporären Flusse vor Augen. Dolinen und Poljen haben verschiedene Funktionen und damit geht in der Regel auch ein Gegensatz in den Dimensionen und in den Einzelheiten der Gestaltung Hand in Hand. Im Durchschnitte sind die Dolinen weit kleiner als die Poljen, doch giebt es auch zahlreiche Formen, von denen man nach ihren Maassen schwerlich zu entscheiden vermöchte, ob sie sehr grosse Dolinen oder recht kleine Poljen sind. Wesentlich erscheint daher, dass sich die Dolinen infolge ihrer Funktion nach einem bestimmten Punkte, der Wasserschwinde hin senken, während die Poljen von den Flüssen, die in ihnen ans Tageslicht treten, mehr oder weniger zugeschüttet werden. Sie erhalten dadurch eine ebene Bodenfläche von Sand oder Lehm, seltener von Geröll, die sich von der Umrahmung ähnlich deutlich absetzt, wie die Thalsole von Thalgehängen. Doch ist auch die hierauf beruhende Unterscheidung von Dolinen und Poljen nicht allenthalben streng durchführbar. Es giebt hier und da, namentlich im Gebiete des Orjen nahe der Bocche di Cattaro, Dolinen, deren Boden zeitweise, während der Eiszeit, verschüttet worden ist, so dass sie damals wie Poljen fungierten und das Aussehen von solchen erhielten, während umgekehrt manche Poljen, wie z. B. das grosse von Nevesinje, nicht mehr von Flüssen quer durchmessen und eingeebnet werden, sondern nunmehr nach den zahlreichen Schlundlöchern hin abgeböschet werden, durch welche sie ihre Gewässer in die Tiefe verlieren, wobei sie in einzelne flache Wannen zerfallen.

Wenn nun auch ein Wechsel in der Funktion der Wannenform die scharfe Grenze zwischen Dolinen und Poljen stellenweise verwischt, so ist doch in der Regel zu erkennen, worin ihre ursprüngliche Rolle bestand. Die Dolinen zeigen gewöhnlich auch dort, wo sie zeitweilig zugeschüttet worden sind, die Form eines mehr oder weniger grossen Sammeltrichters, und jene Poljen, welche über das Niveau der unterirdischen Gewässer gerathen sind, bewahren in mächtigen Anschwemmungen die Spuren früherer Zuschüttung. Während nun aber die Dolinen überall dort entstehen, wo lösliche Kalk- oder Gipsgesteine an die Oberfläche treten, und nicht bloss zu Tausenden und Abertausenden in der Herzegowina vorkommen, sondern auch auf den Plateaus der Nördlichen Kalkalpen überaus häufig sind, und auf dem Zahnen Kaiser bei Kufstein einen eigenen Namen: Durlöcher, Löcher des Donnergottes Thor, erhalten haben, — sind die Poljen weit seltener. Sie gehören nicht zum nothwendigsten Inventar von Karstländern. Sie finden sich nur dort, wo die Entwicklung des Karstphänomens auf

beweglichem Boden stattgefunden hat, wo schmale Ketten gehoben oder schmale Streifen Landes versenkt wurden. Sie bilden einen auffälligen Sonderzug in der Oberflächengestaltung der Herzegowina und der unmittelbar angrenzenden Gebiete.

Die Poljen stehen in unverkennbarer Beziehung zum Gebirgsbaue des Landes. Wie dessen Bergrücken und Ketten streichen sie in südöstlicher Richtung, und eingesenkt in die meist sterile, trockene, verkarstete Hochfläche des Landes bilden sie in derselben wahre Oasen von recht wechselnder Erscheinungsweise. Angewiesen auf eine Entwässerung durch die Schlundlöcher, welche die ihnen zugeführten Wassermengen aufzunehmen haben, sind sie häufigen Überschwemmungen ausgesetzt. Dieselben treten ein, wenn sich die Entwässerungsrohre als zu eng erweisen; dann staut sich das überschüssige Wasser in ihnen auf und sammelt sich an ihrem Boden in einem See. Das geschieht regelmässig im Frühjahr; dann ist die Herzegowina eines der seenreichsten Länder der Erde. Der Sumpf (Blato) von Mostar, die Poljen von Livno,



Abbildung 2. Karstlandschaft an der Strasse von Trebinje nach Grab.

Gacko und das Pfaffenfeld (Popovo Polje) von Trebinje stehen unter Wasser. Im regenarmen Sommer, wenn die Zuflüsse spärlicher werden, laufen die Seen ab. Der Pflug bemächtigt sich des durchfeuchteten und natürlich gedüngten Bodens, ja hier und da, wie z. B. im Gacko Polje wird er zu trocken, weswegen man dort eine grosse Stauanlage errichtet hat, um für die weite Fläche das nöthige Wasser aufzusparen. So haben wir es in der Herzegowina ganz regelmässig mit jenem Wechsel vom See zum Ackergrunde zu thun, welcher seit langem vom Zirknitzer See in Krain bekannt ist; dieser ist das nördlichste der grossen Poljen, der Lauf der Laibach ferner, welche als Poik bei Adelsberg verschwindet, als Unz das Polje von Planina durchmisst und im Frühjahr überschwemmt, um dann abermals unterirdisch weiter bis in die Gegend von Laibach zu strömen, wo sie als Laibach wieder erscheint, der nördlichste der grossen Karstflüsse von der Art der Musica—Trebinjčica—Ombla.

Der geschilderte Wannencharakter der Oberfläche ist nicht die einzige morphologische Besonderheit der Herzegowina. Es ist noch eine ganze Zahl einschlägiger Thatsachen zu erwähnen, die weniger oft genannt, aber kaum minder auffällig sind. In

erster Linie ist des Mangels an Gebirgsschutt zu gedenken. Solche Schutthalden, wie sie sich am Fusse der Wände in den Kalkalpen, besonders in den Dolomiten Südtirols so regelmässig finden und wie sie auch in der Enge wiederkehren, in welcher die Narenta das Hochgebirge durchbricht, fehlen fast gänzlich an den Hängen jener Gebirge, die sich aus der herzegowinischen Hochfläche erheben, und letztere selbst entbehrt der Schutthülle, die sonst regelmässig das Land deckt. Nackt und kahl liegt es da, der anstehende Fels geht auf grossen Flächen unmittelbar zu Tage, seine Oberfläche ist zernagt und zerfressen, als wäre Säure darüber ausgegossen gewesen. Kein Wunder, wenn der Pflanzenwuchs nur dürftig Wurzel fasst und durch sein Grün nicht das Grau der Felsen lindert, wenn das Land öde und kahl aussieht. Die Felsenmeere der Herzegowina und des angrenzenden Dalmatiens sind kaum geschildert worden, ohne dass zugleich des subjektiven Eindruckes gedacht wäre, den das Zurücktreten der Vegetation auf ein an grünendes Land gewöhntes Auge macht; die Besonderheiten, die jene Felsenwüsten darbieten, sind dabei aber selten näher beschrieben worden. Lassen

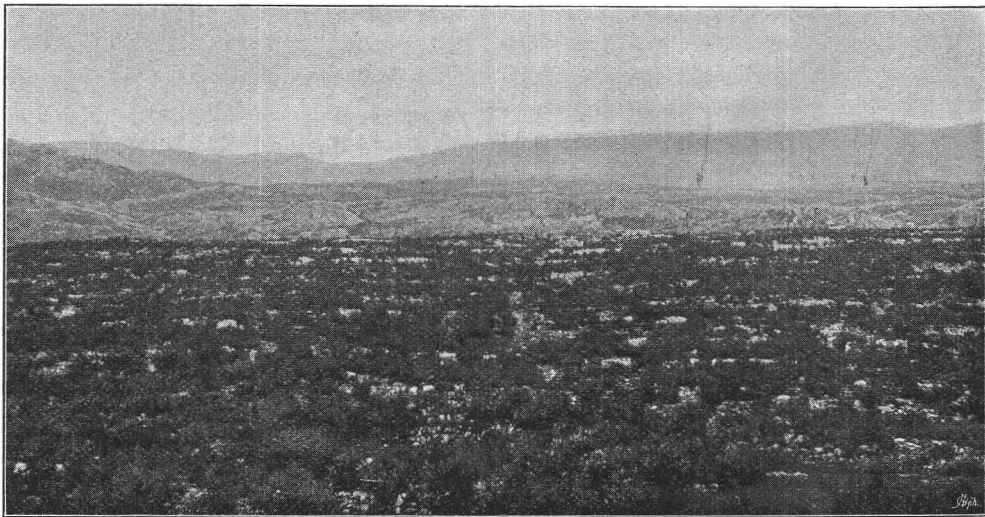


Abbildung 3. Abgeebneter Hochboden bei der Gjogjina gomila am Gacko Polje.

wir darum Forster's Bild sprechen (Abbildung 2), das Gelände am Wege von Trebinje nach Grab. Wir blicken nach Nordwesten auf die weite ebene Fläche des Popovo Polje und seiner gebirgigen Umgrenzung. Im Vordergrunde kahler Fels in mächtigen Bänken zu Tage tretend, die jeweils nach Südwesten mit ihren Köpfen abbrechen, während sie nach Südosten unter die jüngeren einfallen. Zahlreiche Spalten und Klüfte zerlegen oberflächlich die Bänke in einzelne, fest in der Tiefe wurzelnde Blöcke, an deren Seiten das abrinnde Regenwasser senkrecht verlaufende Rillen ausgewaschen hat, die von einzelnen scharfen Graten der Blockoberfläche ausgehen. Sie gleichen den zarten Kannellierungen an den Flanken der tieferen Karren in den Alpen, doch begegnet man nicht eigentlichen schmalfirstigen Karrenfeldern mit tiefen Furchen. Man kann nur von karrigen oder schrattigen Felsoberflächen sprechen. Das Wandern über sie abseits der gebahnten Wege ist aber kaum minder beschwerlich wie das Überschreiten eines Karrenfeldes auf dem Dachsteinplateau oder dem Steinernen Meere. Solche nackte Felspartien treten aber nicht allein an den Berghängen auf, sondern auch in ganz ebenem Lande. Abbildung 3 zeigt uns einen hochgelegenen, fast ebenen Boden neben dem Gacko Polje. Auf einem solchen möchte man meinen unbedingt Trümmerwerk und Schutt zu finden, aber auch hier streicht der nackte Fels durch; man sieht



dessen einzelne Schichtköpfe quer durch das Bild, mitten durch das schütterere Eichen-gebüsch laufen, das sich seit der Occupation der vordem ganz kahlen Fläche bemächtigt hat.

Dieser auffällige Mangel an Schutt erheischt eine besondere Erklärung. Erscheint es doch eigentlich als eine Nothwendigkeit, dass sich auf ebenem Gelände der Fels in ein Trümmerkleid hüllt; sprengen doch Temperaturwechsel, in höheren Lagen auch Frostwirkungen fortwährend Splitter oder Brocken von ihm los; warum fehlen sie hier? Die Richtung, in welcher die Beantwortung dieser Frage zu suchen ist, scheint mir durch die Beschaffenheit des Felsen angedeutet zu sein: er ist zerfressen von den ab rinnenden Regenwassern. Sie lösen den Kalkstein offenbar schneller, als seine Zertrümmerung durch Temperaturwechsel geschieht. Die chemische Verwitterung wirkt kräftiger als die mechanische; ist irgendwo ein Felsstücklein losgesprengt, so wird es ebenso abgenagt und angefressen wie der feste Fels, bis es ganz zerstört ist. In der That sind die Scherben, die man da und dort findet, sichtlich angewittert, nicht selten sind sie von Löchern durchbohrt; man sieht, dass sie ihrer Weglösung entgegengehen. Sie verschwinden von dem ebenen Boden und von den Gehängen, auf ersterem fehlt daher die Schuttdecke, am Fusse der letzteren die Schutthalde. Die Löslichkeit des Kalkes in Wasser im Allgemeinen und die Reinheit der Kalke in der Herzegowina im Besonderen, kurz die beiden Faktoren, welche für die Oberflächengestaltung des ganzen Landes so ausserordentlich maassgebend sind, bedingen auch dessen Schuttmangel.

Dieser Mangel an Oberflächenschutt, der sich sonst auf ebenen Stellen anhäuft und auf Gehängen schneckenartig herabkriecht, welcher das Wurzeln des Pflanzenwuchses hindert, bringt etwas zum Vorschein, was man sonst in ähnlich gestaltetem Lande keineswegs oft sieht, nämlich dessen Schichtbau. Wie uns Abbildung 1 zeigt, dass oben auf einem Nebengipfel der Bjelašnica in der Alpenregion die einzelnen Schichtbänke durch das dürrtliche Gras hindurchschimmern, so lehrt uns Abbildung 2, dass auch in geringer Meereshöhe von etwa 400—1000 m, wo bei uns dichter Wald den Einblick in die Struktur der Erdoberfläche so sehr erschwert, dieselbe klar und deutlich dem Beschauer sich aufdrängt. Meilenweit kann man an den Bergflanken der Herzegowina und Dalmatiens einzelne Schichten verfolgen. Der Geologe sieht sich in seiner Arbeit ganz ausserordentlich gefördert; er hat nicht in zahllosen Gruben und Wasserrissen umherzusteigen, um ein bestimmtes Gestein bei aller Mühe nur lückenhaft zu verfolgen. Eine Anzahl von Problemen allgemeinerer Bedeutung, für deren Lösung eine eingehende nähere Kenntniss vom Schichtbau der Erdkruste unerlässlich ist, wird man daher in der Herzegowina zur Lösung bringen können. Man hat hier mit denselben Vortheilen wie im fernen Westen Nordamerikas zu rechnen, dessen Erforschung durch eine Anzahl erlesener Fachleute von so grossem Einflusse auf den Ausbau der allgemeinen Erdkunde geworden ist.

Schon der erste Einblick, welcher in den geologischen Aufbau des Landes durch die hingebende Arbeit A. Bittner's gewonnen worden ist, lässt erkennen, dass hier für Specialuntersuchungen ein ergiebiges Feld ist. Wir haben es mit einem mächtigen Complexe von ziemlich festen Kalken des Kreidesystems zu thun, welcher längs bestimmter Linien Zförmig gebogen oder gebrochen ist, dabei ist regelmässig der Nordostflügel gehoben und über den gesenkten Südwestflügel ein Stück weit in der Richtung zur Adria hinweggeschoben. An solchen Stellen ist in Dalmatien hier und da älteres Gestein emporgepresst (im oberen Winkel des Z), in der Herzegowina aber (im unteren Winkel des Z) jüngerer eingeklemmt. Der Umstand, dass wir es bald mit einer blossen Schichtbiegung, bald jedoch mit einem Zerreißen der Schichten und einer Überschiebung der südwestlichen durch die nordöstlichen zu thun haben, lässt erwarten, dass eine genauere Verfolgung der einschlägigen Erscheinungen wesentlich zur Aufklärung der auch jetzt wieder vielfach erörterten Frage nach dem gegenseitigen Ver-

hältnisse von Schichtfaltung und Überschiebung beitragen wird. Es kann nach neueren Untersuchungen keinem Zweifel unterliegen, dass die Starrheit der Gesteine hierbei eine nicht unwichtige Rolle spielt. In der Herzegowina herrschen im Allgemeinen feste Kalke, daneben treten aber auch mergelige Schichten auf, man wird ein und dieselbe Störungslinie aus dem Gebiete der starren in die biegsamen Schichten verfolgen und dabei die Veränderungen der Schichten an der Störungslinie durch Auswälvung und Verschleppung im Einzelnen beobachten können. Das ist der grosse Vortheil, den das Land bietet, dass man die Stellen, an welchen man von weitem eine interessante Schichtbiegung sieht, auch betreten kann, während die grossartigeren Schichtwindungen in den Schweizer Alpen vielfach nur an unzugänglichen Felswänden und von der Ferne her betrachtet werden können.

Ganz besondere Förderung aber werden durch eine genauere Untersuchung der Herzegowina unsere Anschauungen über die Entstehung des Formenschatzes der Erdoberfläche erhalten. Schon hat die Untersuchung des einen einschlägigen Problems durch Jovan Cvijić eine grundlegende Behandlung erfahren. Seine schöne Monographie des Karstphänomens, Wien 1893, beruht zum grossen Theile auf Forschungen in der Herzegowina, die er neuerlich fortgesetzt hat. Wichtige Thatsachen über die Poljen und das Flussnetz des Landes brachte Philipp Ballif in seinen beiden Werken über die Wasserbauten in Bosnien und der Herzegowina bei (Wien 1896 und 1899). Neben dem Einflusse, welchen das Kalkgestein auf die Oberflächengestaltung nimmt, kommt ein zweites Problem sehr in Betracht. Die Nacktheit des Landes ladet geradezu ein, die gegenseitigen Beziehungen zwischen Oberflächengestaltung und geologischem Bau, welche nicht häufig so klar zu erkennen sind, näher zu untersuchen. In welcher Beziehung hier die Probleme liegen, will ich im Folgenden zeigen, indem ich zugleich den Versuch einer Lösung des einen unternehme. Dies geschieht im Wesentlichen in der Absicht, die Aufmerksamkeit auf die zu lösenden Aufgaben zu lenken. Meine Kenntniss des Landes reicht nicht hin, um mehr zu bieten als eine Summe von Anregungen für eingehendere Forschung.

## II. Verhältniss des Schichtbaues zur Oberflächengestalt. Abtragung. Nachahmung der Aufschüttungsformen durch Abtragungsformen. Die grosse Einebnung. Alter derselben. Die Mosore. Vererbung von Formen. Die Poljen. Trockenthäler.

Dass in grossen Zügen eine Beziehung zwischen Schichtbau und Oberflächen-gestalt der Herzegowina vorhanden ist, ist unverkennbar. Die Bergrücken, welche der Hochfläche aufgesetzt sind, die Poljen, die in sie eingesenkt sind, sie streichen insgesamt, gleichwie die Schichten von Südosten nach Nordwesten, und wenn eine Ausnahme vorhanden ist, so liegt es nahe, an eine Störung im geologischen Bau zu denken. So läuft beispielsweise eine höchst auffällige Tiefenlinie von Mrcine unweit Castelnovo über Grab nach der alten Brücke von Arslan Agić most über die Trebinjčica oberhalb Trebinje und ist noch rechts derselben im Sattel von Jasen deutlich zu erkennen. Sie ermöglicht eine bequeme Verbindung zwischen Trebinje und der Bocche di Cattaro einerseits, sowie der Gegend von Bilek andererseits. Das Land zu ihren beiden Seiten hat sichtlich verschiedene Oberflächenformen und verschiedenen geologischen Bau. Wahrscheinlich liegt in dieser Linie von Grab eine grosse Querstörung vor, ähnlich derjenigen, welche zwischen Mollens und Pontarlier den Schweizer Jura durchsetzt. Aber im Einzelnen treten die Beziehungen zwischen Schichtbau und Oberflächen-gestaltung keineswegs immer entgegen. Da sieht man z. B. nördlich Bilek bei Prjevor eine Schichtmulde von seltener Deutlichkeit. Sie zeichnet sich durch hervorstehende Kalkbänke durch das Gehänge hindurch, selbst auf einer Photographie, die in Abbildung 4 wiedergegeben ist, erkennt man sie mit allen Einzelheiten, aber in der Oberflächen-gestaltung kommt sie nicht im mindesten zur Geltung. An Stelle der Mulde,

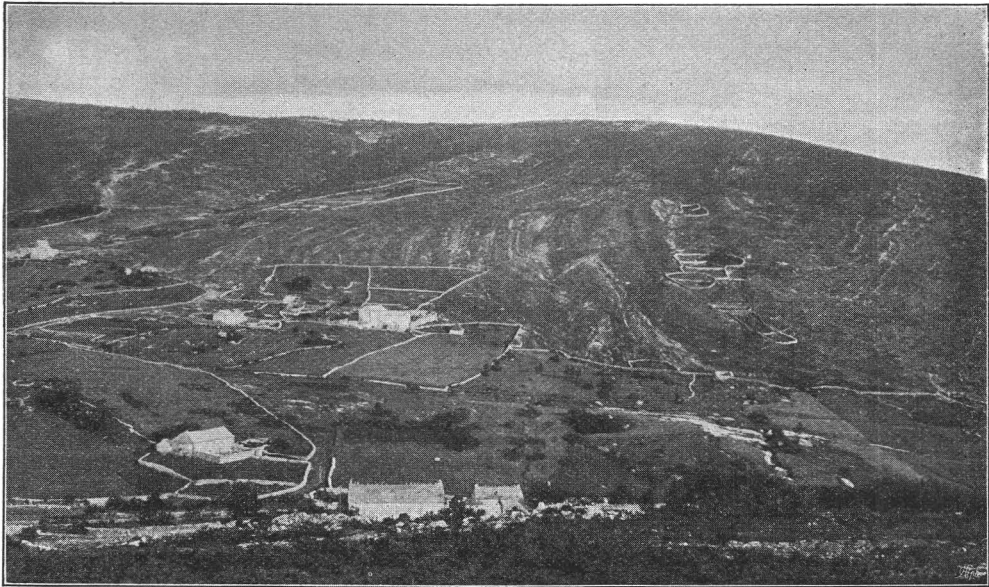


Abbildung 4. Geknickte Schichtmulde am Abfalle des Hadži begovo brdo bei Bilek.

die man oberflächlich erwarten möchte, trifft man den Höhenrücken von Hadži begovo brdo, der mit 888 *m* über Bilek gipfelt. Ganz regelmässig findet man ferner ebene Theile der Landoberfläche an geneigte Schichtstellung geknüpft. In dieser Hinsicht ist namentlich die Hochfläche von Ponikve nordöstlich von Gacko bemerkenswerth. Sie ist streckenweise, wie unsere Abbildung 5 lehrt, fast eben, während die Schichten ziemlich steil fallen und durch sie schräg abgeschnitten werden. Die Oberfläche des Landes läuft nicht parallel zu den Schichten, wie es sein müsste, wenn sie unmittelbar durch deren Aufrichtung gebildet worden wäre, sondern sie schneidet gewöhnlich schräg durch die Schichten hindurch. Das gilt für die der Hochfläche aufgesetzten Bergrücken ebenso wie für ihre Ebenheiten. Sichtlich ist seit der Schichtstauung im Lande ungemein viel abgetragen worden. Man muss sich auf den Hadži begovo brdo noch einen ganzen Berg aufgesetzt denken, man muss sich die Schichten von Ponikve noch nach links oben unseres Bildes in die Luft hinein fortgesetzt vorstellen, um das Fehlende zu ergänzen. Man muss zur Annahme einer sehr bedeutenden Abtragung greifen, um die Oberfläche der Herzegowina zu verstehen.

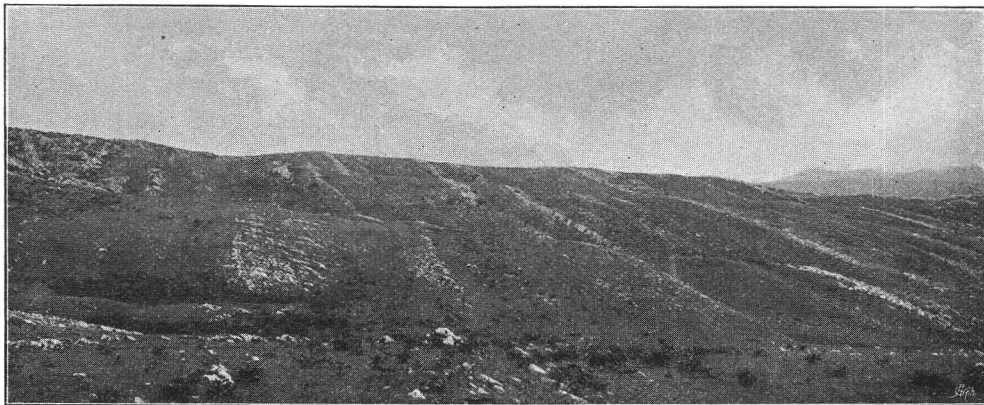


Abbildung 5. Abradierte Schichtköpfe bei Ponikve östlich Gacko.



Welche Kräfte diese Abtragung bewirkt haben, können wir der geologischen Geschichte des Landes entnehmen, deren grosse Züge Bittner aufgestellt hat. Die letzte Meeresbedeckung war bei Beginn der Tertiärperiode zur Eocänepoche. Die damals abgelagerten Schichten sind, wie wir bereits gesehen haben, mit den übrigen gefaltet, sie sind älter als die Zusammenpressung der Schichten in einzelne Falten; sie sind weit älter als die Zerstörung der letzteren; das Meer hat sich aus der Herzegowina vor der grossen Abtragung zurückgezogen und kann für dieselbe nicht verantwortlich gemacht werden. Lediglich die auf dem Lande wirkenden Kräfte, die Verwitterung des Gesteins, die Fortführung seiner Trümmer durch das rinnende Wasser, haben hier wie vielfach auch sonst die Abtragung bewirkt. Diese Folgerung wird durch die Natur jener Ablagerungen bekräftigt, welche seit Aufrichtung der Schichten gebildet worden sind. Da sieht man gelegentlich, z. B. an der Nordseite des Gacko-Polje bei Rudopolje

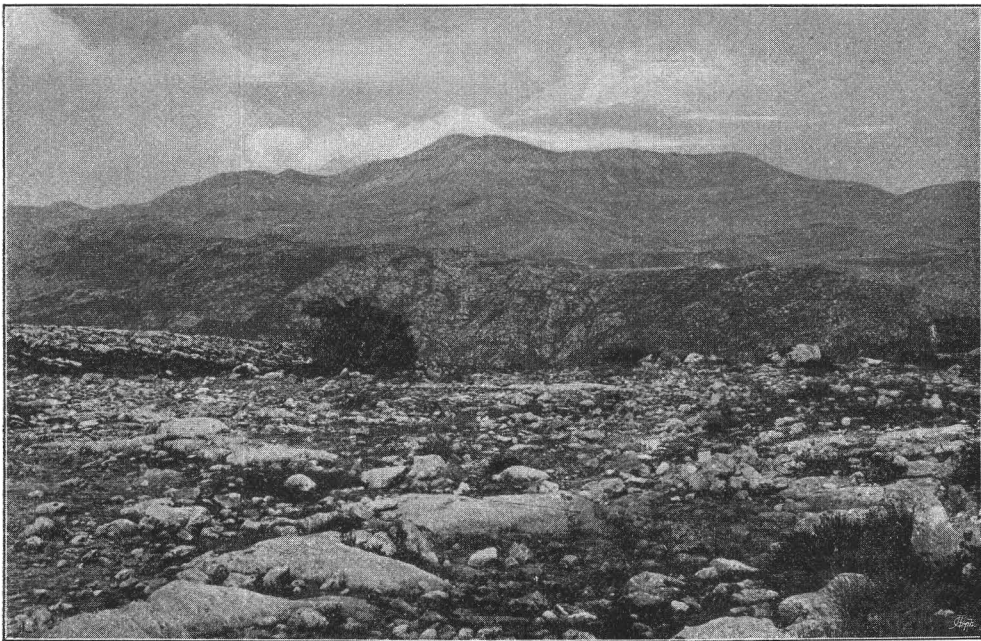


Abbildung 6. *Vlastica Planina* östlich von Ragusa.

Conglomerate von grossen Blöcken, oder wie bei Nevesinje, solche von faustgrossen Rollsteinen; man erkennt in ihnen die Ablagerungen von Wildbächen. Oder man findet Mergelschichten, wie z. B. westlich von Mostar, gelegentlich reich an kohligen Resten (zwischen Gacko und Avtovac), die man auf Grund ihrer Versteinerungen als Absätze aus süssem Wasser, in Sümpfen oder flachen Seen ansehen muss. Alle diese Ablagerungen, die man der jüngeren Tertiärperiode zurechnet, sind auf dem Lande entstanden, und zwar auf Kosten ihrer Umgebung, die eine starke Abtragung erfuhr.

Sehen wir uns nun die Ergebnisse dieser Abtragung näher an, nämlich die Berg Rücken des Landes, welche seiner Hochfläche aufsitzen, und diese selbst. Da fällt uns zunächst auf, dass die abtragende Kraft des rinnenden Wassers so wenige ihrer uns aus den Alpen geläufigen Spuren hinterlassen hat. Selbst so hohe Berge, wie die *Vlastica Planina*, die sich bei Ragusa unfern des Meeres auf 909 m erhebt, zeigen an ihren Flanken keine Thaleinschnitte, es fehlen selbst namhaftere Wasserrisse, nirgends eine Schlucht, wie aus unserer Abbildung 6 entnommen werden kann. Lediglich breite und flache Einbuchtungen sowie stumpfe, gerundete Vorsprünge charakterisieren den Berg, und wiewohl er durchaus

felsig ist, so fehlen ihm doch die steileren Felswände. Ganz ähnlich erscheint die Mosor Planina, die in Dalmatien östlich Spalato 1330 *m* Höhe erreicht. Wiederum ein breitschulteriger Berg, dessen in sanft geschwungenen Linien verlaufende Oberfläche nicht im mindesten seinen ausserordentlich verwickelten inneren Bau verräth, nur nach der Seeseite hin zeigt er wie sehr viele Berge Dalmatiens, einen wandförmigen Abfall. Dem gleichen Typus ungegliederter Bergformen gehören die Rücken unfern Trebinje an. Es haben die Berge der Herzegowina westlich vom Hochgebirge und die meisten Dalmatiens typische Mittelgebirgsformen, man möchte sie am liebsten mit den Rücken des Böhmerwaldes und der Sudeten vergleichen, welche etwa gleiche Höhe haben. Wir haben dieselben sanft gewölbten Gipfelhauben, umrandet von steiler abfallenden Gehängen, die nach unten hin sanfter werden und sich allmählig in das umgebende Land verflössen. Diese Fussregion nimmt gelegentlich Formen an, die uns aus dem deutschen Mittelgebirge nicht bekannt sind. Hier und da scheinen ihnen Schuttkegel

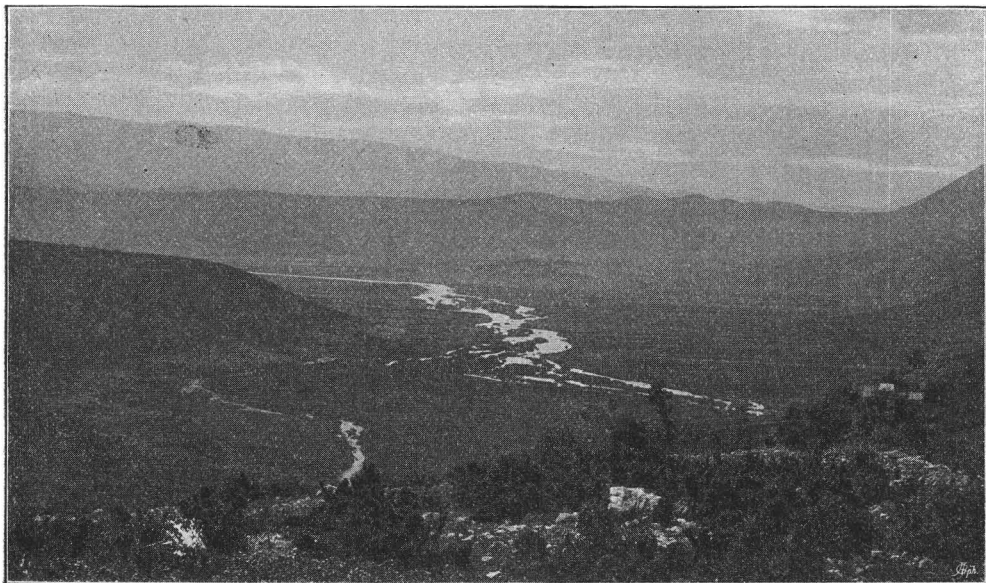


Abbildung 7. Das Fatničko Polje von Orahovica gegen Nordwest.

angelagert zu sein, und zwar gerade unter Gehängefallen, wo man solche Schuttanhäufungen erwarten möchte. In Wirklichkeit aber liegen dieselben nicht vor; fester Fels ahmt ihre Formen nach. Man meint z. B. in der Thalung von Suhidol, welcher in Dalmatien die Eisenbahn von Spalato nach Knin folgt, wiederholt solche Schuttformen zu sehen, aber immer wieder zeigt sich, dass Schichtbänke quer über den flachen Kegel laufen. So auch am Fusse des Leotar (1229 *m*) bei Trebinje; von Jasen kommend, glaubt man bei Podgliva Schuttkegel zu passieren, in Wirklichkeit ist es Fels. Man nimmt wahr, das Abtragungsgebilde die Formen von Aufschüttungsgebilden nachahmen. Dies erinnert einigermaassen an die Erscheinungen, welche Mc Gee aus dem Staate Sonora in Mexico berichtet hat, und die ich selbst am Fusse der Sierra de Guadarrama nördlich von Madrid beobachtete, nämlich dass sich vor dem Gebirge ein aus festem Gesteine bestehendes Flachland erstreckt, dessen Formen denen ihrer Aufschüttung gleichen, die wir häufig am Gebirgsfusse begegnen.

Ganz ebendieselbe Unabhängigkeit von den Schichtflächen, welche die Berghänge zeigen, weisen auch die ebenen Strecken des Landes auf. Es giebt ihrer nicht wenige; sie bilden die Hochflächen, aus welchen sich die Berge erheben, sie umrahmen die

Poljen, bald sind sie weit ausgedehnt, bald schmaler und dann wie die Stufenflächen einer Treppe angeordnet, die eine höher als die andere, durch Steilabfälle von ihr geschieden. Letzteres sieht man recht gut in der Gegend des Fatničko- und Dabar-Poljes zwischen Bilek und Stolac. Das allgemeine Niveau der Hochfläche, aus welcher sich die Berge erheben, ist dort rund 1000 *m*. In sie erscheint ein schmaler, nordwestlich streichender Streifen eingesunken, der sich von Plana zum Dabar-Polje zieht und dieser seinerseits umrahmt die ebenen Bodenflächen der genannten beiden Poljen. Abbildung 7 zeigt uns diese Situation. Links oben der Abfall der Hochfläche, darunter die des schmalen Streifens, in welchem das Fatničko-Polje förmlich eingebrochen ist. Wo sie auch auftreten mögen, alle ebenen Flächen der Herzegowina, mit Ausnahme der Polje- und Thalböden, schneiden schräg gestellte Schichten ab, so wie wir es durch unsere Bilder 3 und 5 für die ebenen Hochflächen, welche das Gacko-Polje umgeben, illustriert haben. Immer handelt es sich um Ebenen, welche durch Abhobelung oder Abradieren der Schichten entstanden sind, um Abrasionsebenen, nie um die uns geläufigen Ebenen, die durch Aufschüttung gebildet sind; wieder ahmt die Abtragung den Formenschatz der Aufschüttung nach. Halten wir uns vor Augen, dass die Thätigkeit der Gewässer auf dem Lande einen enormen Böschungsvorgang darstellt, welcher hier Vertiefungen aufböscht, dort Erhebungen abböscht, so können wir auch sagen, dass in der Herzegowina die Abböschungsbildung häufig den Aufböschungsformen gleichen, dass die Abebnung zu Formen der Aufebnung führte.

Das grosse Flachland der Herzegowina, das sich rechts der Narenta unterhalb Mostar bis gegen Ljubuski hin erstreckt, ist eine solche Abböschungsebene. Seine Höhe senkt sich mit sanftem Gefälle von 330 *m* auf unter 200 *m* herab, dabei aber erfährt nach Bittner sein Schichtbau eine jener Z förmigen Knickungen, deren wir oben gedachten; sie macht sich oberflächlich nur noch ganz unbedeutend geltend. Ein weiteres Beispiel liefert das Flachland Dalmatiens, nordwestlich der Kerkamündung. Man berührt seinen südlichsten Ausläufer beim Besuche der Kerkafälle. Es geht von Sebenico aus zunächst über unebenes Gelände, bis man das Nordende des Monte Tartaro erreicht. Da liegt ein weites ebenes Gefilde vor dem Wanderer, das mit sanftem Anstiege sich bis weit über den Prominaberg hinauszieht. In cañonähnlichem Thale ist die Kerka darein eingeschnitten. Auf den ersten Blick möchte man meinen, eine regelmässige Aufschüttungsebene vor sich zu sehen, aber sobald man weiter geht, wird man der regelmässig nordwestlich streichenden Schichtköpfe gewahr, welche über die Ebene wie die Kämme zwischen den Ackerfurchen eines regelmässig gepflügten Feldes entlang laufen. Nähere Untersuchungen durch F. v. Kerner haben ergeben, dass der Schichtbau unter dieser Ebene sehr stark gestört ist; sie schneidet mehrere Gesteinsfalten quer durch.

Gerade hier, angesichts dieser Ebene, welche durch ihre Ausdehnung besonders bemerkenswerth ist, drängt sich die Frage nach der Entstehung solcher Abrasionsebenen besonders lebhaft auf. Hier in der Nähe des Meeres möchte man zunächst wohl daran denken, dass die Brandung das Land abgehobelt habe, so wie es einer weitverbreiteten Theorie entspricht. Aber es fehlt auch hier in Dalmatien jeder Anhalt für eine Meeresbedeckung des Landes seit der Zusammenstauung seiner Schichten. Auch hier können nur die unter der Luft wirkenden Kräfte für die Ausgestaltung des Landes verantwortlich gemacht werden, vor allem die Flüsse. Gerade hier erinnert man sich, wie mächtige Ströme, dort wo sie das Meer erreichen, nicht mehr in die Tiefe einschneiden können, sondern ihre reichliche Kraft vergeuden, hin und her pendeln, bald dies bald jenes Ufer angreifen und dadurch weite und breite Flächen Landes abebnen. Die grosse Ebenheit an der Kerka erscheint in der That wie ein riesengrosser alter, so entstandener Thalboden.

Heute ist seine Bildung abgeschlossen. Die Kerka schneidet in ihn ein. Die

gedehnten Aufschüttungen zu thun, noch sind die hier und da stehen gebliebenen Berge nicht, wie die Monadnocks, an besonders feste Gesteine geknüpft, sondern sie erscheinen als die Überreste der ursprünglichen Höhen. Wir möchten sie daher von den Monadnocks durch eine eigene Bezeichnung trennen und wollen sie nach einem am dalmatinischen Gestade mehrfach wiederkehrenden Bergnamen Mosore nennen.

Dass diese Mosore wirklich die Überbleibsel der ursprünglichen Erhebungen sind, möchten wir nicht bloss daraus schliessen, dass sie keineswegs, so weit sich sehen lässt, bloss an besonders feste Gesteine geknüpft sind, sondern wir wollen dies namentlich aus den schuttkegelähnlichen Formen entnehmen, die ihre Fusspartie aufweist. Wir möchten glauben, dass derartige Abböschungsformen, welche durchaus den Charakter von Aufböschungsgebilden tragen, aus solchen hervorgegangen sind. Einen solchen Werdegang können wir uns wie folgt vorstellen: Bei der lebhaften Zerstörung eines Gebirges sei ein Schuttkegel gebildet, schliesslich hat seine Anhäufung aufgehört, so wie wir dies vielfach in den Alpen sehen. Nunmehr beginnt wieder seine Zerstörung. Gewöhnlich schneidet der Bach, der ihn aufgehäuft, wieder in ihn ein und trägt ihn schliesslich ab. Haben wir es aber mit Gesteinen zu thun, die wie der Kalkstein der Herzegowina, Wasser aufschlucken, weil sie leicht löslich sind, so hört der Wildbach, nachdem er das ihm zusagende Gefälle erreicht hat, auf zu fliessen und das Land erfährt nunmehr jene bedeutende chemische Abtragung, die wir kennen gelernt haben. Sie schreitet ziemlich gleichmässig nach der Tiefe hin fort, die Formen der Oberfläche ungefähr bewahrend, von welcher sie ausgegangen ist; dabei verschwinden zwar nothwendigerweise alle die markanten ein- und ausspringenden Winkel, die steilwandigen Schluchten und Zacken, aber es ist wohl denkbar, dass so breite Formen wie Schuttkegel während des ganzen Abtragungsprozesses sich in ihren grossen Zügen erhalten und allmählig, indem Schicht für Schicht weggelöst wird, auf tiefere Gesteinspartien übertragen werden. Dies würde eine Vererbung von Aufschüttungsformen auf Abtragungsformen darstellen. Nach diesem Erklärungsversuche müssten wir von den vererbten Schuttkegelformen auf früher vorhandene Schuttkegel schliessen, und hätten uns an Stelle der Mosore ursprünglich anders geformte Berge mit lebhafter Wildbachthätigkeit zu denken. Dass eine solche trotz der Durchlässigkeit des Kalkes einst vorhanden war, haben wir ja schon aus den groben Wildbachablagerungen des jüngeren Tertiär entnehmen müssen. Sie musste einsetzen, als die Schichtfaltung sehr jähe Erhebungen zeitigte, sie hörte auf, als letztere zum guten Theile abgetragen waren; dass dabei die Mosore entstanden, verräth ihr Erbe an Schuttkegelformen, das sie besitzen.

Wenn wir die Mosore der Herzegowina als Überreste der ursprünglichen Erhebungen ansehen, so möchten wir doch damit keineswegs sagen, dass alle Berge unseres Landes solche seien. Es darf vielmehr erwartet werden, dass jener letzte Erhebungsvorgang, bei welchem die Abebnungsfläche zerbrochen ward, auch zur Bildung von Bergen führte, und zwar von solchen, die durch Verwerfungen begrenzt werden, nämlich Horsten, deren Gehänge eine Unterbrechung der grossen miocänen Abtragungsfläche bedeutet. Jene stufenförmigen Absätze, die wir am Fatničko Polje kennen lernten, dürften solche jüngere Abfälle, echte Bruchstufen sein; gleiches dürfte auch von der Biokova planina gelten, welche sich wallförmig vor das Flachland der Herzegowina legt und dieses vom Meere absperrt. Sie zeigt nach der Küste hin ziemlich fortlaufend Wände, die wir als Zeichen jugendlicher Erhebung deuten. Es wird eine anregende Aufgabe späterer Specialuntersuchungen sein, von Fall zu Fall zu untersuchen, ob ein älterer Mosor oder ein jüngerer Horst vorliegt, oder auch ob beide Typen sich vereinigen, nämlich dass ein Mosor bei der mehrfach vorkommenden Tendenz der Krustenbewegung, an derselben Stelle in gleichem Sinne zu wirken, bei der späteren Erhebung neuerlich emporgehoben oder wenigstens schräg gestellt wurde.

Die dritte der aufgeworfenen Fragen, die sich auf das Verhältniss der

Poljen zur grossen Abebnung bezieht, haben wir bereits beantwortet. Wir haben bereits gesehen, dass jene jünger sind als diese, denn sie sind in die Abebnungsfläche eingebrochen. Ihre Ränder müssen wir daher als Bruchstufen bezeichnen. Wir hoben dies vom Nevesinjsko-Polje hervor; unsere Abbildung 7 zeigt, wie das Fatničko Polje in einen Hochboden eingebrochen ist; die Abbildungen 3 und 5 stellen die abradierten Hochböden im Norden und Süden des Gacko-Polje dar, von denen der nördliche steil gegen letzteres abfällt. Wo aber, wie im Mostarsko Blato, die steile Umrandung des Poljes fehlt und sich das Gelände sanft gegen dessen Boden hin abdacht, da schneidet seine Oberfläche die Schichtausstriche schräg ab: Man erhält den Eindruck, dass das Polje eine muldenförmige Einbiegung der Abebnungsfläche darstelle. Dass in der That im Gebiete der Poljen noch jugendliche Krustenbewegungen stattgefunden haben, bezeugt die Lagerung der jungtertiären Schichten in ihnen. Sie ist im allgemeinen wohl eine flache, aber an den Poljerändern finden sich vielfach Störungen, die am Duvno- und Livno-Polje sehr beträchtlich werden. Wir verstehen nunmehr auch, warum das Jungtertiär sich vielfach, wenn auch keineswegs allenthalben, auf die Poljen beschränkt. Es hat sich hier erhalten, weil es hier in die Tiefe gesunken ist. Von den Höhen ringsum ist es grösstentheils abgewaschen. Ganz unbedeutende Geröllvorkommnisse unweit des Han Žovnica auf der Höhe zwischen Mostar und dem Blato verrathen z. B. hier die frühere, nunmehr fast gänzlich verschwundene Tertiärbedeckung.

III. Vervollständigung der Entwicklungsgeschichte des Landes. Die spätere Hebung. Horste und Poljen. Umänderung der Entwässerung. Alter des Karstphänomens. Andere Beispiele doppelter Erhebungen. Theoretische Wichtigkeit der Herzegowina. Ostalpinen.

Ermöglichten uns die Mosore, unsere Vorstellungen über die geographischen Verhältnisse zur Zeit der grossen Abebnung wesentlich zu ergänzen, so liefern uns die eben gewürdigten Altersbeziehungen der Poljen Material zur Würdigung der später erfolgten Hebung und ermöglichen die Entwicklungsgeschichte des Landes zu vervollständigen. Das auf grosse Strecken fast bis zum Meeresspiegel abgetragene Land ist seither im Innern zu beträchtlichen Höhen angestiegen, während es sich an der Küste nur wenig gehoben hat, aber diese Aufwölbung geschah nicht gleichmässig, sondern einzelne, meist schmale Streifen brachen dabei als Poljen ein längs der Richtungen, die der frühere Zusammenschub geschaffen, und wie es scheint, an Stellen, an welchen früher schon Vertiefungen bestanden, während andere Streifen sich als Horste hoben. Um uns den Vorgang vorzustellen, wollen wir uns an einen, aus losen Steinen gewölbten Bogen erinnern, den wir zusammenschieben: Dabei vermindert sich seine Spannung und vergrössert sich seine Wölbung. Zugleich verrücken sich die Steine, die ihn zusammensetzen; die einen rücken mehr voran, die andern bleiben zurück, und beides geschieht an Stellen, wo schon bei Anlage des Bogens eine Tendenz einer Aufwärts- oder Abwärtsbewegung gegeben war. Wir haben es hier wie vielfach auch sonst mit einer wahren Tendenz einzelner Stücke der Erdkruste zu thun, den Sinn der Bewegung durch lange Zeit, auch nach Pausen beizubehalten. Bei solchen Verschiebungen musste naturgemäss die Entwässerung beeinflusst werden. Letztere geschah zur grossen Einebnungsperiode oberflächlich. Unsere Abbildungen 8 und 9 sollen uns diese Entwicklung veranschaulichen. Die obere zeigt uns Auf- und Abebnungen und Mosore am Ende der grossen Abtragungen, die untere die damals geschaffenen Flächen zerbrochen. Auf beiden Seiten sind Poljen entstanden. Der Mosor bildet die Höhe eines Horstes in der Mitte.



Abbildung 8.

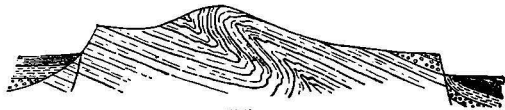


Abbildung 9.



Bei der tiefen Lage des Landes war der Grundwasserstand sehr hoch, ein Versiegen der Flüsse war ausgeschlossen. Als dann die Erhebung eintrat, begannen sie einzuschneiden und suchten sich selbst durch jene Partien, welche sich quer zu ihrem Laufe erhoben und ihnen den Weg zum Meere abzusperren drohten, denselben offen zu halten. Als aber das Land höher und höher stieg, mussten sie schliesslich auf dem ungemein durchlässigen Boden versiegen. Es muss sich also zwischen der Entwässerung während der grossen Einebnung und der heutigen unterirdischen eine Periode der Thalbildung eingeschaltet haben. Sie lässt sich in der That nachweisen. Zwischen dem Gacko- und Nevesinjsko-Polje verräth ein Trockenthal, dass beide Senkungsfelder ehemals durch einen Wasserlauf verbunden waren. Heute ist letzterer verschwunden; nur zeitweilig, im Frühjahr, fliesst noch in den westlichen Partien jenes Thales ein Fluss, die Zalomska, sonst liegt es hoch über dem Stande des Wassers in der Tiefe: 40 m tief muss man östlich Kifino Selo im Sommer herab steigen, um das Nass zu erreichen. Ein zweites Trockenthal führt aus dem in der Fortsetzung des Fatničko-Polje gelegenen Dabarpolje zur Bregova, ein drittes aus dem Popovo-Polje nach Slano zum Meere, während ein viertes von den untersten Partien des letztgenannten Polje gegen die Narenta zieht und die Vermuthung eines früheren Wasserweges von dieser nach Slano erweckt. Wie dem auch sei, als gesichert muss gelten, dass das Gacko-, Dabar- und Popovo-Polje einst oberflächlich durch Thäler entwässert wurden und zwar in der Richtung nach Westen, während wir heute vom Gacko-Polje dicht am Dabar-Polje vorbei durch das obere Popovo-Polje eine direkte Verbindung zum Meere durch die Musica—Trebinjčica—Ombla in südlicher Richtung zum Meere haben. Es folgt die heutige unterirdische Entwässerung nicht mehr der Richtung der uralten Kanäle, sondern schlägt rechtwinklig zu ihnen den direkten Weg zum Meere ein. Sie wird nicht mehr durch die uralten oberflächlichen Abdachungen, sondern durch die seither gebildeten Höhenunterschiede bestimmt. Sie gehört auch zu den Folgeerscheinungen der zweiten, nachmiocänen Erhebung des Landes, durch welche die während der Einebnung vielfach erst an die Oberfläche gebrachten Kreidekalke so hoch empor gefördert wurden, bis das Wasser den unterirdischen Abfluss dem oberirdischen vorzog. Erst von diesem Augenblicke an begann die grossartige Entwicklung des Karstphänomens, das sohin auch — gleich den Poljen — erst seit der Miocänzeit entstanden ist. Aber wir dürfen es deswegen doch nicht für gerade sehr jung erachten, denn die Gletscher, welche während der grossen Eiszeit sich im Hochgebirge an der bosnisch-herzegowinischen Grenze entfalteten und sich selbst an die Flanken des Orjen (1895 m) unweit der Bocche di Cattaro lehnten, fanden hier wie da schon grosse Dolinen vor, welche ihre Entwicklung bestimmten. Dauert zweifellos die Vertiefung der Dolinen auch heute noch fort, so müssen wir doch ihre Herausbildung ebenso wie die der unterirdischen Flussläufe im Wesentlichen in die Epoche verlegen, welche der grossen Eiszeit vorangiang und dem Miocän folgte. Das Pliocän ist die Bildungszeit des Karstphänomens in der Herzegowina, ebenso wie die letzten grossen Krustenbewegungen in die Miocänepoche fallen, wenn schon sie heute noch, wie aus der Senkung der dalmatischen Küste hervorgeht, noch keineswegs erloschen sind.

Wir überblicken nunmehr die Hauptphasen in der Entwicklungsgeschichte unseres Landes. Wir haben es mit zwei verschiedenen Erhebungen zu thun, die durch eine Einebnungsepoche getrennt sind. Die gebirgsbildenden Kräfte ruhten, nachdem die marinen Schichten zusammengestaut, eine Zeit lang und entfalteten sich dann neuerlich. Es ist dies eine Aufeinanderfolge der Ereignisse, die wir gar nicht selten antreffen. In Mitteldeutschland war am Schlusse der paläozoischen Aera ein alpenähnliches Gebirge entstanden, das bald gänzlich abgetragen wurde, worauf sich mächtige Schichten über den abgeebneten Rumpf breiteten. Dann trat eine neuerliche Erhebung ein, und es entstanden unsere deutschen Mittelgebirge. Beide Erhebungszeiten liegen sehr

weit auseinander, man kann daher ihre Wirkungen gut unterscheiden, namentlich weil die jüngere andere Schichten betraf als die alte. Es ist ferner bekannt, dass der südlichste Theil der Balkanhalbinsel, besonders Griechenland, zwei Zeiten der Gebirgserhebung erfahren hat, die zwar weit weniger auseinanderliegen als die mitteldeutschen, weswegen hier, wie in der Herzegowina, in der Zwischenzeit keine Schichten zur Ablagerung kamen, aber die jüngere Erhebung geschah hier längs anderer Linien als die ältere; diese bestimmt den inneren Gebirgsbau, jene regelt die Vertheilung der Höhen, so dass man auch hier eine Trennung beider unschwer durchführen konnte. In der Herzegowina ist die Zeit zwischen beiden Erhebungen gleichfalls kurz, während ihr kamen nur lokale Schichten zur Ablagerung, die zum Theile wieder verschwunden sind, die jüngere Hebung benutzte die Leitlinien der älteren; es sind daher die Werke beider weniger leicht von einander zu trennen, als weiter im Süden auf der Balkanhalbinsel oder in Mitteleuropa; erst wenn man sich die geographischen Zustände der Zwischenperiode veranschaulicht, gelingt es, sie zu sondern. Was nun aber unser Gebiet vor den beiden anderen auszeichnet, das ist der Umstand, dass von der zweiten Erhebung im wesentlichen Kalkmassen verschoben wurden, auf welchen, sobald sie eine gewisse Höhe erreicht hatten, die oberirdische Entwässerung aussetzte, so dass das gehobene Land bei weitem nicht in dem Umfange durch die Flüsse zerschnitten worden ist, als sonst. Besser als sonst kann man daher die Art und Weise studieren, in welcher sich die Krustenbewegung oberflächlich geltend machte; so dass auch in dieser Richtung die genauere Erforschung der Herzegowina Ergebnisse allgemeinerer Bedeutung verspricht, und diese Ergebnisse dürften vielleicht auch zur Lösung des wichtigsten und grössten Problems, das dem Geomorphologen in Europa geboten wird, beitragen, nämlich der Entstehung der Oberflächengestaltung der Alpen.

Wir haben in den östlichen Thälern des grossen Hochgebirges ganz ähnliche Ablagerungen wie in den Poljen der Herzegowina. Namentlich im Mur- und Mürzthale treffen wir auf jungtertiäre Landbildungen, die vielfach aus so feinem Materiale bestehen, dass man zur Zeit ihrer Entstehung sich unmöglich ringsum so hohe Gebirgszüge vorstellen kann, wie heute vorhanden sind. Versucht man, sich die geographischen Zustände zur Zeit ihrer Entstehung auszumalen, so gelangt man zu einem ähnlichen Bilde, wie wir es uns von der Zeit der grossen Einebnung der Herzegowina machten, und in der That trifft man auch in den angrenzenden Alpen theilen Anzeichen von weit ausgedehnten Abebnungsflächen. Allerdings hindert das dichte Pflanzenkleid, dass man die Schichten so auffällig von der Landoberfläche durchschnitten sieht, wie wir es in der Herzegowina wahrnehmen konnten, und deswegen macht sich das Phänomen nicht so aufdringlich geltend. Aber wenn wir in den Voralpen nördlich Mariazell oder um Gaming das Land überschauen, so erblicken wir eine weitgedehnte, von Thälern allerdings tief durchfurchte, nach Norden sich senkende Plateaufläche, während die ziemlich steil aufgerichteten Schichten allenthalben südwärts fallen. Es muss daher hier die Hochfläche in ähnlicher Weise die Schichten schräg durchschneiden wie wir es in der Herzegowina so häufig und so deutlich sahen. Vielleicht lenken die dortigen Verhältnisse den Blick auf diese noch wenig gewürdigten alpinen und helfen sie verstehen. Sollte unsere Muthmaassung zutreffen, dass hier wie da die gleiche Entwicklung vorliegt, so hätten wir auch in einigen Theilen der nördlichen Ostalpen eine miocäne Einebnungsperiode anzunehmen und würden hier wie da auf denselben Gang der Gebirgsbildung zu folgern haben. Dann würde sich ein neues entwicklungsgeschichtliches Band zwischen den Ostalpen und dem dinarischen Gebirge schlingen.

---