

MORPHOLOGISCHE UND GLACIALE
STUDIEN AUS BOSNIEN
DER
HERCEGOVINA UND MONTENEGRO

II. THEIL:
DIE KARSTPOLJEN

VON
DR JOVAN CVIJIĆ
PROFESSOR AN DER HOCHSCHULE IN BELGRAD

MIT 1 TAFEL UND 2 TEXTFIGUREN

ABHANDLUNGEN
DER K. K. GEOGRAPHISCHEN GESELLSCHAFT IN WIEN

III. BAND, 1901, N^o 2

WIEN 1901

R. LECHNER  (WILH. MÜLLER)

K. U. K. HOF- U. UNIVERSITÄTS-BUCHHANDLUNG

INHALT

	Seite
Einleitung	5
Das Kupreško Polje	6
I. Das Flussgebiet des Milač	6
II. Die Karstmulde von Mrtvica	10
III. Die Mulde von Barjamovac	11
IV. Entstehung des Polje, das Alter seiner Partien; der neogene Abfluss, Bildung der Ponore	12
Das Vukovsko und Ravno Polje	13
Der Karstrücken zwischen dem Kupreško und Glamočko Polje	18
Das Glamočko Polje	20
I. Das Donje Polje und der Dolački Rukavac	21
II. Das Gornje Polje	23
Der Karstrücken zwischen dem Glamočko und Livanjsko Polje	28
Das Livanjsko Polje	29
I. Ždralovac und das Livanjsko Polje	29
II. Das Buško Blato	36
Grahovo	40
Das Duvnanjsko Polje	44
Posušje	51
Das Kočerinsko Polje	52
Das Mostarsko Blato	53
Das Stolačko Polje und die Bregava	54
Das Dabarsko Polje	57
Das Fatničko Polje	60
Plansko Polje, Meka Gruda, Korita, Crničko Polje	68
Das Gatačko Polje	69
Die Entstehung der Karstpoljen	75
I. 1. Aeltere Ansichten über ihre Entstehung	75
2. Die Karstmulde als Uebergangsform zwischen Dolinen und Poljen	76
II. 1. Denudation, Fluss- und See-Verebnungsflächen (pénéplaine)	78
2. Die tektonischen Anlagen	81
III. 1. Die Terrassen und hydrographischen Verhältnisse	82
2. Vernichtung der Poljen	84

BEILAGE

Die Terrassen in den Poljen von Westbosnien.

DIE KARSTPOLJEN

VON WESTBOSNIEN UND DER HERCEGOVINA

EINLEITUNG

Wie bekannt, sind die Karstpoljen ausgedehnte, geschlossene Karstmulden mit ebenem Boden; ihre Querachse wird wenigstens 2—3mal von der Längsachse an Größe übertroffen, und in der Regel läuft letztere mit dem Schichtstreichen parallel. Sie treten nur in dislocierten Kalkgebieten jüngerer Gebirgssysteme auf. Hydrographisch zeichnen sie sich dadurch aus, dass ihr Boden regelmäßig in mehrere Abflussgebiete zerfällt, und dass sie vorherrschend periodisch, zuweilen auch beständig inundiert werden, sehr selten trocken sind. Bisher kennt man sie: auf der Westhälfte der Balkanhalbinsel, auf den adriatischen und jonischen Inseln, in Kleinasien (Jaile), im Faltenjura und auf der Insel Jamaika (Interior Valleys). Ihre besten Formen befinden sich in Westbosnien und der Hercegovina.

Viele insbesondere die Structur betreffenden Eigenschaften der Poljen waren nicht genügend untersucht, und über die Entstehung der Poljen konnte nichts mit Gewissheit festgestellt werden. Bloss der Zusammenhang dieser Karstmulden mit den tektonischen Vorgängen, sodann ihre Aehnlichkeit mit Längsthälern der Alpen sind mit Bestimmtheit hervorgehoben worden. Neue, entscheidende Beobachtungen wurden nachher nicht gemacht. Als ich die eben genannten Beziehungen und Analogien feststellte,¹⁾ sah ich noch besser ein, wie mangelhaft unsere Kenntnisse von den Karstpoljen sind, und ich setzte ihre Untersuchungen weiter fort. Von einer Reise im Jahre 1892 war mir das Polje von Gacko bekannt, das ich 1897 abermals untersuchte, und ebensowohl: das Dabarsko, Fatničko, Stolačko, Crničko und Plansko Polje in der Hercegovina, hernach 1898: das Kupreško, Glamočko, Ravno, Vukovsko, Livanjsko, Duvnanjsko, Posušje, Kočerinsko, Mostarsko Blato und Mostarsko Polje, — in Bosnien und der Hercegovina.

Bei diesen Reisen, die ohne das Entgegenkommen und die Unterstützung der Behörden nicht hätten ausgeführt werden können, beobachtete ich viele Eigenschaften der Poljen, die in der bisherigen Literatur nicht erwähnt

¹⁾ Das Karstphänomen. Geogr. Abhandlungen, herausgegeben von Prof. A. Penck, Band V, Heft 3, S. 95—97.

waren, und die die Frage über die Entstehung der Poljen und über ihre hydrographischen Erscheinungen auf eine neue Grundlage stellen. Dahin gehören die Verebnungsflächen (pénéplain im Sinne von W. Davis), Terrassen und Strandlinien, die trocken gelegten oberirdischen Abflüsse, wodurch die neogenen und diluvialen Seen der Karstpoljen abflossen, endlich Karstmulden (die «Uvala» in der serbischen Sprache von Bosnien-Herzegovina) von besonderer Gestaltung, die die Keimform der Karstpoljen darstellen; es lässt sich weiter eine Kette von Formen feststellen, die auf die Entwicklungsreihe eines Poljebeckens hinweisen.

Auf den folgenden Seiten sind alle diese Beobachtungen dargelegt.

DAS KUPREŠKO POLJE

(93 km²; 1120—1150 m)¹⁾

Dieses Polje hat keine regelmäßige Gestalt und wird aus drei vielfach untereinander unabhängigen Theilen gebildet: aus den Karstmulden von Milač, Mrtvica und Barjamovac. Im NO bilden seine Grenze der Stožer und die Plazenica, im SW der Malovan und der Krblijinakkamm. Im SO ist es durch Karstwannen mit dem Vukovsko und Ravno Polje beinahe verwachsen. Auch nach NW setzt es sich in einem flach eingeschnittenen, schmalen, länglichen Thalbecken fort; überdies befindet sich in seiner Umrandung oberhalb Kupres der tiefe Pass Velika Vrata und unterhalb Malovan der Pass, worüber der Weg nach Livno führt.

I. Das Flussgebiet des Milač

Im SO besteht seine Umrandung aus Werfener Schiefen, worauf schwärzlicher untertriadischer Kalk und auf diesem Dolomit mit Melaphyren lagert. Nur der Veliki Stožer besteht aus Werfener Schiefen; sie bilden die Unterlage der genannten Gesteinsserie, und aus denselben bestehen die niedrigen sanften Kämme in der Umgegend von Kupres. Aus schwärzlichem Kalke und Dolomit besteht der Crni Vrh, der dieses Polje von dem Vukovsko Polje scheidet. Inmitten des Kupreško Polje ragen vereinzelt, kuppelförmige Erhöhungen empor, so z. B.: Poganac, Bašića Glavica und Jasika, die aus schwarzem untertriadischen Kalksteine bestehen. Auch sonst ist die Sohle des Polje unregelmäßig, mit zahlreichen normalen Thälchen, wozwischen Grate und vereinsamte kleine Kuppeln liegen. An seinem Saume, wo sich die Werfener Schiefer und Kalke mit den Dolomiten berühren, sprudeln zahlreiche mächtige Quellen hervor, insbesondere unterhalb des Stožer, die sich zu den Quellarmen des Flüsschens Milač: Jurkovača,

¹⁾ Die erste Zahl gibt die Fläche des Poljes in km² an, von mir auf der Specialkarte 1:75000 gemessen; die andere stellt Höhenunterschiede vom höchsten bis zum tiefsten Punkte auf der Poljensohle dar; grösstentheils ist sie Balif's Werke: Wasserbauten in Bosnien und der Herzegovina, I. Theil, seltener der Specialkarte entlehnt.

Kadinac, Otinovačka Reka, vereinigen. Der Fluss Milač verfügt über die größte Wassermenge im ganzen Kupreško Polje, und sein Quellgebiet ist zugleich der höchste Theil des Polje.

An der Sohle der Milačwanne kommen keine Karsterscheinungen vor, nur an den Gehängen treten im Dolomit kleine, flache, lehmbedeckte Dolinen auf. Aus letztgenannter Ursache stellen manche von ihnen Seen dar. Diese können auch dadurch entstehen, dass im Dolomit geschichteter Melaphyr auftritt, und an den Schichtspalten zwischen diesem und dem Dolomit befinden sich schwache Quellen, von denen die Doline erfüllt wird. Hierher gehören das Gornje und Donje Jezero im türkischen Dorfe Kuti, ersteres 100, letzteres 50 *m* im Durchmesser. Ihre Ränder sind von Riedgras bewachsen, und beide Seen stehen mit einander in Verbindung. Im Dorfe Kukavice liegt ein viel größerer See, das Lupoglavsko Jezero, in schwärzlichem, stark durchlässigem Kalksteine, etwa 250 *m* im Durchmesser, von grüner Farbe; auch der Boden um ihn herum ist von kleinen, flachen, größtentheils alluvialen Dolinen bedeckt. Infolge des Versinkens des Fluviums in die Spalten und Höhlungen des Kalksteines entstehen plötzlich neue alluviale Dolinen. Vor 7—8 Jahren versank der große Coniferencomplex infolge eines solchen Vorganges im oberen Theile des Lupoglavsko Jezero.

Der untere Theil der Milačmulde besteht aus zwei Partien: einer höher gelegenen, Rudopolje genannt, die unruhiges Terrain besitzt, und der untersten Fläche, deren einzelne Partien Smiljevača, Crne Bare und Pitome Livade heißen.

Das Rudopolje ist eine einigermaßen selbständige Secundärmulde, deren Sohle aus Dolomit besteht. An vielen Stellen sind darin frische Senkungen sichtbar. Die größte derartig durch Einsinkung entstandene, dolinenförmige Vertiefung ist 300—400 *m* lang, und an ihrer Sohle befinden sich viele frische, alluviale Dolinen; es gibt ihrer noch mehrere, aber von geringerer Größe. Zwischen ihnen ragen kleine kegelförmige Gipfel empor; an Gestalt mit Eruptionskegeln identisch, verdanken sie ihre Entstehung gänzlich verschiedenen Vorgängen. Die Spalten und Kanäle im Dolomit entlang sinkt der lockere Schutt in die Tiefe hinab, es entstehen alluviale Dolinen, Schwemmlanddolinen; infolge dessen bekommen jene Sohlenpartien, die zwischen den versunkenen zurückbleiben, kuppelartige Formen.

Der Boden des Riljičko Polje besteht aus Sylt, Sand und schwach abgerundetem Kies; diese mehrere Meter mächtige Ablagerung ist entweder auf Dolomit oder auf Jurakalk gelagert. In vielen Windungen wird dieselbe vom Flüsschen Milač durchschnitten, das in Schlundlöcher und Schwemmlanddolinen, die in der Nähe seines Bettes liegen, versinkt, aber dessen bedeutendste Schlundlöcher in den Pitome Livade liegen. Alle Schlundlöcher sind Alluvialdolinen, die größten messen nun 10 *m* im Durchmesser, auch sind sie in großer Zahl vorhanden. Das Wasser dieser beiden Theile des Kupreško Polje versinkt also in keine Grottenponore, aber auch diese alluvialen saugen das Wasser gut ein, so dass eine Inundation selbst in den tiefsten Partien des Riljič Polje von sehr kurzer Dauer ist; es will danach scheinen, dass sich die Kanäle und Spalten der alluvialen Dolinen sofort zu einem geräu-

migeren Grottenkanal vereinigen. Es unterscheiden sich thätige und unthätige Ponore. An den Gehängen sowie einige Meter im Umkreise sind an den thätigen frische Abrutschungen lockeren Schuttes kenntlich; darin unterscheiden sie sich beträchtlich von den älteren, alluvialen Ponoren, die obendrein noch 10—15 *m* höher als die thätigen sind; bis zu diesen unthätigen Ponoren dringt das Wasser höchst selten hinauf, bei sehr hohem Wasserstande.

Von diesen wichtigsten abgesehen ist auch ein minder bedeutender Felsponor des Flüsschens Milač im Dorfe Gornji Malovan vorhanden. Dieser ist eine Felsspalte; zur Sommerzeit nimmt er alles Wasser auf und das Flüsschen Milač fließt nicht bis zu den tiefer gelegenen Ponoren.

Eine schmale Karstvertiefung verbindet das Riljičko Polje im SO mit dem selbständigen Becken Želivodić, das etwa 1 *km* im Durchmesser hat und 20 bis 30 *m* höher als das Riljić Polje, an der Grenze zwischen triadischem Dolomit und jurassischem Kalksteine liegt. Die Sohle von Želivodić liegt unter zahlreichen Fels- und Schwemmlanddolinen, das Wasser aus Riljić Polje vermag da nicht hineinzudringen, noch drang es jemals hinein, auch gibt es darin weder Fluss noch Quelle (daher der Name, etwa = Wasserwunsch), noch jene hydrographischen Erscheinungen überhaupt, die die charakteristischen Eigenschaften der Poljen bilden. Želivodić ist also eine gewöhnliche Karstmulde («Uvala»), deren Sohle von secundären Dolinen bedeckt ist und durch eine ganze Reihe von Dolinen mit dem Riljić Polje in Verbindung steht. Sie spricht dafür, dass die Quellen, Flüsse, Ponore, die hydrographischen Verhältnisse eines Polje überhaupt, spätere Erscheinungen sind, die erst dann eintreten, wenn sich das Polje bedeutend erweitert und vertieft. Želivodić und Rudopolje weisen überdies dar, wie die Poljen wachsen: sie ziehen allmählich in ihr Abflussgebiet die umliegenden Karstmulden (Rudo Polje), oder werden dieselben erst hineinziehen, wie es deutlich zu erkennen ist (Želivodić). Die großen Poljen von Westbosnien können nur auf diese Weise entstanden sein. Außer diesen Beispielen folgt dies auch daraus, dass alle großen Poljen aus mehreren, morphologisch und hydrographisch selbständigen Becken bestehen, die bloß ihre Umrahmung gemein haben.

Der Südrand des Riljičko hat in der ganzen Umrahmung des Kupreško Polje den tiefsten Einschnitt inne. Dieser Pass befindet sich zwischen dem Marin Pòd, einem Seitengrate des Malovan, und der Kamenita Glavica; darüber führt die Straße nach Livno, und man gelangt in das Gebiet des Flüsschens Šujica. Der höchste Punkt des Passes liegt nur 14 *m* oberhalb des Polje, und von da an erstreckt sich eine Thalmulde gen Stržanj, der Šujicaquelle, hin. Die Eigenthümlichkeiten des alten Flussbettes sind verschwunden, dagegen ist hier eine ungemein breite Thalstrecke von gleichsinnigem Gefälle zur Šujica hin vorhanden. Mit der Schichtstreichung stimmt dieselbe nicht überein. Ihre Eigenschaften scheinen die Voraussetzung begründen zu wollen, dass bis zur Bildung und Erweiterung der Ponore im Riljić Polje hier das Wasser aus dem neogenen See von Kupres abfloss.

Die Šujica beginnt mit zwei Quellen, Veliki (Großer) und Mali (Kleiner) Stržanj genannt, die von den Ponoren im Riljić Polje etwa 2 *km* entfernt und

150 m tiefer als diese liegen. Das Wasser des Flüsschens Milač entspringt nur der erstgenannten Quelle. Diese Verbindung ist dadurch nachweisbar, weil dem Veliki Stržanj nur dann Wasser entströmt, wenn auf dem Milač Hochwasser herrscht, und dieser die Gegend um die Ponore herum inunndiert; überdies sind auch der Sand und Schlamm, die vom Stržanj ausgeworfen werden, mit den Ablagerungen um die Ponore des Milač meistens identisch.

Der Mali Stržanj befindet sich in einer Kalknische. Sein Wasser rührt aus dem Kupreško Polje her, überhaupt ist dessen Ursprung unbekannt.

Der Abfluss der Riljićmulde. Die Quelle des V. Stržar bilden zwei übereinander gelegene Grotten, beide in einem Kalkabhange von 50—60 m Höhe, der von vielen Spalten mannigfach zerrissen ist. Die obere liegt am Kreuzpunkte zweier Spalten, theilt sich von diesen an in zwei denselben folgende Arme. Von dieser Grotte abwärts beginnt eine neue Spalte, eigentlich ein Riss von beträchtlicher Breite. Unten erweitert sich diese Spalte zur zweiten circa 40 m tiefer liegenden Höhle. Von dieser befindet sich ein Kessel im Kalke, 8—10 m im Durchmesser, der an der äußeren Seite flach durchbrochen ist, so dass unmittelbar unterhalb der tiefer gelegenen Quelle das Bett Siphonform aufweist. Das Wasser im Kessel muß 6 m steigen, um abfließen zu können. Vom Kessel an nimmt ein enges, cañonartiges Thal seinen Anfang, 500—600 m lang, von senkrechten, stellenweise überhangenden Gehängen, an dessen rechtem oberen Rande in schwindelnder Höhe das Gemäuer des Castells Strmica emporragt. Die Sohle des Cañons ist sehr steil, von mächtigen Felsblöcken verschüttet, die schwer begehbare Halden bilden, und die von den Thalgehängen, insbesondere denjenigen im Hintergrunde, wo sich die Grotten befinden, abrutschen. Infolge des Herabstürzens aus der Grotte, sowie der Schroffheit des Bettes wegen schießt das Wasser in Schnellen und Fällen schäumend und unerträglich brausend dahin.

Die obere Thalpartie, 200—300 m lang, verräth durch ihre Gesamtansicht sowie durch viele andere Eigenschaften, dass sie einst den Grottenkanal bildete, dessen Decke eingestürzt ist. Dafür sprechen besonders die die oberen Bettpartien überhangenden Felsen, sowie die Siphonform des Bettes; denn heberartige Kanalpartien kommen in Grotten häufig vor, namentlich in vorderen Grottenpartien, während sie an gewöhnlichen Flussbetten, die nicht von Grotten herrühren, nicht auftreten. Dieser Vorgang des Einstürzens der Grottendecke oder der rückschreitenden Verschiebung der Grottenöffnungen währt auch gegenwärtig weiter fort. In der Nähe jenes Risses sowie über der oberen Grotte befinden sich frische Abrutschungsflächen; infolge dessen verschiebt sich der Abhang nach rückwärts, die Grottenkanäle werden bloßgelegt und in ein Thal verwandelt. Durch die erosive Thätigkeit des Wassers an der Oberfläche wird dieser Vorgang noch beschleunigt. Um die kalkige Hauptmasse, die den Abhang bildet, herum befinden sich Spalten und tiefe Risse, die immerfort tiefer werden und zwischen denen sich Felsstücke ablösen. Aus diesem Grunde wird die Umrahmung des Veliki Stržar von einer Gruppe spitziger, zur rechten Seite messerscharfer

Felsen gebildet, wozwischen sich tiefe Runsen und Furchen befinden. Auch dieses Vorganges wegen treten die Grottenkanäle allgemach zu Tage.

Hier gewahrt man jedoch nicht nur eine Quellenverschiebung in horizontaler Richtung, nach rückwärts, sondern auch eine abwärts schreitende. Das Grundwasser des Karstes, in einzelne durch die Grottenkanäle fließende Adern zergliedert, erodiert seine Unterlage gleich den Wasserläufen an der Oberfläche, so dass sich infolge dessen das gesammte Bett der subterranean Quellenstränge hinabsenkt, gleichwie der Punkt, wo sie zutage tritt; außerdem bilden sich durch Auflösung des Kalksteines Sauglöcher und Ponore, und die unterirdischen Flussläufe lassen sich durch dieselben in größere Tiefen hinab. Daher sind nun viele Höhlengänge trocken, die ehemals von Flussläufen durchflossen waren. Aus letztgenannter Ursache nehmen auch Grottenquellen oftmals eine tiefere Lage ein. Ein solcher Fall liegt hier vor. Die untere Stržarquelle, 40 m tiefer gelegen als die obere Grotte, ist eine secundäre Quelle, dadurch entstanden, dass Sauglöcher im oberen Höhlengange auftraten, die das Wasser in dieses tiefere Niveau hinabführten. Nur bei hohem Stande tritt Wasser sowohl aus der oberen Grotte, als auch aus dem Risse hervor; fällt das Wasser ab, so fließt es nur aus dem Risse, da die Sauglöcher des unterirdischen Höhlenganges sämtliches Wasser aufnehmen.

II. Die Karstmulde von Mrtvica

Eine Anzahl niedriger, namentlich tertiärer Erhebungen, so z. B. Vatelj und Ovčevina, scheidet diese Karstmulde von jener des Flösschens Milač; von der Thalmulde von Barjamovac wird sie durch Hügel und Platten von Dolomit und jurassischem Kalke bei dem Dorfe Zlošelo geschieden. Erstere Wasserscheide ist posttertiär; die Thalmulden von Milač und Mrtvica bildeten in der Tertiärformation ein Becken, und die gegenwärtigen hydrographischen Verhältnisse sind ebenso posttertiär.

Die nordöstlichen und südwestlichen Gehänge der Mulde von Mrtvica sind nach ihrer Beschaffenheit verschieden. Die ersteren, von Kupres bis Zlošelo, bestehen aus schwarzem, untertriadischem Kalke; zwischen seinen Graten und Hügeln befinden sich seichte, sanft geböschte, angebaute Karstmulden. Auf dem untertriadischem Kalke ist Dolomit gelagert, woraus die Plazenica, die Umwandlung des Polje, besteht. Das südwestliche Gehänge erhebt sich zu einem ziemlich geräumigen Karstplateau, das die Sohle des Polje um einige Meter überragt und darüber die alte Straße, Solarski Put (Salzstraße) genannt, führt. Auf diesem Plateau befinden sich viele seichte Dolinen sowie die Ponore der Flösschen Jazmak und Mrtvica. Von den Gipfeln Jaram und Kurlaj wird es überragt. Anderen derartigen hochgelegenen Flächen am Poljenrande gleich bezeichnet auch diese den Rest eines alten Poljebodens und weist auf eine ältere Phase in ihrer Entwicklung hin.

Zwei Flösschen strömen durch diese Mulde: die stärkere Mrtvica und der schwächere Jazmak. Das Bett der ersteren ist in Humus ausgehöhlt,

seicht, mit vielen Krümmungen, um dasselbe herum liegen geräumige Flächen, etwas kleiner als das Riljičko Polje, größtentheils Moorland; ihre größte Partie führt den Namen Bare (= Moore) Odrovače. Von dieser Stelle an zwingt sich die Mrtvica durch das erwähnte Kalkplateau an der südwestlichen Seite der Mulde und verschwindet im Ponor unterhalb des Kurlaj, der sich in grobkörnigem, grauem, jurassischem Kalke befindet, woraus das ganze Plateau besteht. Der Jazmak ist ein träger Fluss, er entspringt aus Moorgrund in der Umgegend der Mrtvica und verschwindet am Rande des Plateaus in den Sauglöchern Šupljice.

III. Die Mulde von Barjamovac

So nennen wir die äußerste nordwestliche Thalmulde des Kupreško Polje. Sie weist zum größten Theile Eigenschaften eines unvollendeten Polje auf, da an ihrer Sohle ebene Flächen und Karstplatten abwechseln. Der nordöstliche Theil heißt Japage, ein etwas erhöhtes, weites Plateau, die nicht denudierte Partie der Karstmulde, an Länge diesem Becken des Polje gleich und 2—3 km breit. Dieses Plateau besteht in seiner oberen Partie um den Bili Potok herum aus gelblichem, durchlöchertem Kalksteine, in der größeren, unteren aus Dolomit. Drei Formenarten wechseln darauf miteinander ab: lange, der Schichtstreichung folgende, abgeschlossene Vertiefungen, wozwischen sanft abgeflachte Grate liegen; danach zahllose Dolinen von unregelmäßigen Formen, wie es im dolomitischen Karste allgemein vorkommt; zwischen diesen liegen niedrige, schroffe Felsspitzen; endlich geräumigere, glatte Flächen. Unter den Dolinen haben drei ungemein große Dimensionen, die eigentlich den Namen Japage innehaben. Die größte derselben misst im Durchmesser 700—800 m, ihre Tiefe beträgt 20—30 m; in ihrem südwestlichen Theile befindet sich eine neue, secundäre Doline von 250 m im Durchmesser und 60—70 m Tiefe, deren Gehänge und Sohle unter altem Tannenwalde liegen. Auch eine andere, typisch trichterförmige Doline von 250 m Durchmesser und 40—50 m Tiefe ist desgleichen unter Nadelholz. Alle weisen schroffe, stellenweise senkrechte Gehänge auf, mit Runsen und Schutthalden, wozwischen sich die gekrümmten Grate unter Nadelholzbestand befinden. Sämmtliche drei Dolinen liegen am Plateaurande. Diese großen und überaus tiefen Dolinen inmitten der anderen kleinen und seichten sind auffallend. Die besondere Ursache, wodurch sie untergraben und vertieft werden, ist wohl eine Grundwasserströmung, die den Boden unter ihnen erodiert und als Quelle in das Jezero tritt. Dieses liegt an 70—80 m tiefer als jene und stellt eine Dolomitdoline dar, die 200 m im Durchmesser misst. Gen SW liegt als Fortsetzung der Japage ein schmäleres und tiefer gelegenes Karstplateau, namens Suvod, worauf zahlreiche Felsdolinen zerstreut sind. Am Westrande der Japage und des Suvod fließt die Mrtvica dahin, die bei dem Dorfe Stražbenica ihren Anfang nimmt und im äußersten nordwestlichen Winkel des Polje in der Nähe des Dorfes Šemanovac in Ponoren verschwindet; für kürzere Zeitdauer inundiirt sie bloß diese untere Partie der Mulde.

Die Mulde von Barjamovac, 3—4 *km* im Durchmesser, liegt tiefer als das Plateau und Flussbett der Mirtvica. In mancher Hinsicht hat sie Eigenschaften echter ebener Poljen. Ihre Sohle liegt dem Grundwasser nahe, denn hie und da entspringen Quellen, die nach kurzem Laufe entweder in Sauglöchern und alluvialen Dolinen verschwinden oder Lachen bilden. An den zahlreichen Baumstrünken erkennt man, dass sie dereinst unter dichtem Fichtenbestande gewesen sein muß. An ihrem westlichen Rande kommen in diesem Becken an den Gipfeln Krunjač und Crni Vrh auch Felsdolinen in jurassischem Kalksteine vor.

IV. Entstehung des Polje, das Alter seiner Partien; der neogene Abfluss, Bildung der Ponore

Das Kupreško Polje ist tektonisch prädisponiert. Es befindet sich an einer Längsverwerfung, an der entlang der südwestliche Flügel sich gesenkt hat. Die nordöstlichen Gehänge des Polje: der V. und M. Stožer und die Plazenica bestehen aus Werfener Schiefeln, schwärzlichem untertriadischen Kalksteine, Dolomit mit Melaphyren; die südwestlichen: Malovan, Kurlaj, Crni Vrh u. a. aus jurassischen Kalken. Die Verwerfung folgt der Richtung NNW—SSO, ebenso die Längsachse auch; einigermaßen weicht sie also von der Normalrichtung der Längsachsen in den Poljen ab. — Den tektonischen Prädispositionen entlang begann die Wirkung des Abtragens und der fließenden Wasser, deren Thätigkeit auf den letzten Seiten dieser Schrift in ihren Einzelheiten dargelegt ist. Die Bedeutung der Erosion erkennt man auch an der Neigung der Muldensohlen, die mit der Richtung der Flussläufe übereinstimmt. Das Kupreško Polje besteht jedoch aus mehreren Mulden, die verschiedene Plastik und Höhe aufweisen. So ist die Thalmulde des oberen Milač, in Werfener Schiefeln ausgehöhlt, das Quellgebiet des Milač, von unruhigem Terrain, zweifellos von erosivem Ursprung. Von solch einer Herkunft sind auch jene Mulden, die sowohl vom Schichtstreichen als auch von dem Streichen der Verwerfung unabhängig sind, so z. B. das Riljić Polje, dessen Längsachse in meridionaler Richtung verläuft, und ein großer Theil des Beckens von Mrtvica, da es die Streichung O—W aufweist. — Der Mangel tertiärer Sedimente kann hier als ein Beleg für das posttertiäre Alter einzelner Mulden aufgefasst werden. Danach wären die untere Partie der Mulden von Milač sowie diejenige von Mrtvica von höherem Alter als jene von Barjamovac, da nur die erstgenannten beiden Mulden neogene Süßwasserablagerungen enthalten. Letztere hat auch die plastischen Charakterzeichen der Uvalas; es ist keine Ebene da, wie solche für die Sohlen echter Poljen charakteristisch sind, sondern zum größten Theile ist es die Sohle einer jungen Karstmulde; auch die hydrographischen Erscheinungen sind noch unentwickelt. Ueberdies war die Uvala von Barjamovac seit jeher von den ersten beiden hydrographisch selbständig. Ihre Entstehung sowie ihre Vereinigung mit den älteren Mulden des Kupreško Polje kann als ein weiteres, vollkommeneres Stadium des Želivodić gelten, das in einem bestimmten Ver-

hältnis zu dem Kupreško Polje steht. Želivodić ist eine gewöhnliche Karstmulde (Uvala), wie solche durch eine bestimmte Art der Erosion die Schichten entlang entstehen, und durch diesen Vorgang ist sie auch mit dem Kupreško Polje einigermaßen vereinigt worden. Die Mulde von Barjamovac ist plastisch, nicht hydrographisch, ein Theil dieses Polje. Es ist also aus mehreren Mulden verschiedenen Alters zusammengesetzt und wird gegenwärtig dadurch vergrößert, dass sich die benachbarten Karstmulden damit vereinigen.

Das Kupreško Polje war im Neogen ein See, der einen oberirdischen Abfluss in das Polje von Duvno hatte. Wir haben schon jene Thalmulde in seiner südlichen Umrahmung festgestellt, durch die der Abfluss seinen Weg nahm. Von weiterer Bedeutung ist sodann folgende Thatsache. Der neogene Hügel des Kupreško Polje, Vatelj, der fast inmitten desselben liegt, ist 1163 *m* hoch, der höchste Punkt der erwähnten Mulde, des alten Abflusses, liegt in 1143 *m* Höhe. Die neogenen Ablagerungen befinden sich also in höherem Niveau als der Südrand des Kupreško Polje. Auch dies dürfte dafür sprechen, dass das Kupreško Polje einen Abfluss in das Polje von Duvno gehabt hätte. Dennoch mag dieses eher eine Muthmaßung als ein bestimmter Beweis sein. Allerdings kann der Rand des Kupreško Polje nicht infolge Abtragung niedriger als der Vatelj geworden sein, da er aus Kalk besteht, der der Denudation einen größeren Widerstand als die neogenen, weichen Mergel entgegengesetzt. Die neogenen Schichten des Vatelj sind aber im Posttertiär dislociert, so dass die Möglichkeit nicht ausgeschlossen ist, dass sie dadurch, besonders aber durch die dem südwestlichen Rande des Polje folgende Verwerfung, in eine größere Höhe gelangten. Nachdem wir ähnliche Beobachtungen in den übrigen Poljen dargelegt haben werden, werden wir sehen, wie diese Frage zu lösen ist.

Später begannen die Ponore von Riljić ihre Thätigkeit, der See begann nach dem Neogen unterirdisch abzufließen, und es traten die gegenwärtigen hydrographischen Zustände mit periodischen, allerdings geringeren Inundationen ein. Auch dieser subterrane Abfluss mündet mittels der Šujica in das Polje von Duvno ein.

DAS VUKOVSKO UND RAVNO POLJE

(30 resp. 21 *km*²; 1135—1195 *m*)

Dies sind zwei plastisch selbständige Becken, jedoch durch eine kurze Klamm, Vrata genannt, durch die das Flüschen des Vukovsko Polje in das Ravno Polje tritt, mit einander verbunden.

Das Vukovsko Polje wird im Norden von zerklüfteten, kegelförmigen Dolomitgipfeln begrenzt, die zuweilen von Dolomitpyramiden starren und deren weniger geneigte Gehänge unter Fichten-, hauptsächlich jedoch Tannenbestand liegen. Auch der Ostrand des Polje scheint aus Dolomit zu bestehen; auf diesem Ostrande ragt das Gebirge Rađuša (1960 *m*) empor, dessen höchste Spitze aus jurassischem Kalke besteht. Den Südrand des Vukovsko Polje stellt die niedere, flache Platte Ravašnica aus jurassischem, weißlichem,

dichtem Kalke her. An der Sohle des Polje in den tiefsten Mulden unterhalb des Gipfels Vis, in Pustopoljica und bei der Quelle Jastreb, sind schwärzliche untertriadische Kalke und Werfener Schiefer bloßgelegt. Auch dieses Polje liegt also längs der O—W streichenden Verwerfung, so dass auch die Längsachse des Polje diese Richtung innehat, von der normalen also abweicht.

An der Sohle des Polje sind nur zwei kleinere Flächen vorhanden: Pustopoljica vor der Klamm Vrata und Suvolokva im Osten. Es herrscht unruhiges, gewelltes Terrain mit Platten und abgeflachten Graten vor, von denen die Sohle des Polje um 10—15 *m* überragt wird; zwei kuppelförmige Erhöhungen ragen mehr als die übrigen empor: Ljeljen und Vis. Alle Erhöhungen bestehen aus Dolomit. Darauf befinden sich zahlreiche seichte, zuweilen sehr geräumige Dolinen, so z. B. Duboki Dolac, Glavice, Drenopolje, Smajilova Lokva u. a. Größtentheils hat die Sohle dieses Polje also den Charakter einer gewöhnlichen Karstmulde (Uvala).

Im Osten des Vukovsko Polje gibt es keine mächtigeren Flussläufe, bloß einige schwache Quellen, die in Sauglöchern verschwinden. Im Westen fließt der kleine Mocirski Potok (Bach), der von einigen Dolomitponoren und Spalten aufgesogen wird. Das bedeutendste Wasser in dieser Partie des Polje ist die Vodjenica, die auch im Vukovsko Polje hie und da ihr Wasser an Ponore abgibt, sich aber trotzdem erhält und durch die Klamm Vrata in das Ravno Polje eintritt; aus diesem Grunde kommen jetzt im Vukovsko Polje keine Inundationen vor, noch kann es deren nach seiner hügeligen Sohlenplastik geben, bloß vor jener Klamm tritt die Vodjenica ein wenig aus ihrem Bette aus. In diesem Polje ist Wassermangel unbekannt, da sich alle Dörfer in NW befinden, wo auch die Quellen der Vodjenica liegen. Es kann mit Bestimmtheit behauptet werden, dass die nemlichen hydrographischen Verhältnisse auch früher schon im Vukovsko Polje geherrscht haben; auf dem Ljeljen gibt es sehr alte Begräbnisstätten, in der Vrataklamm befinden sich zwei uralte Begräbnisplätze Žderino Groblje (Friedhof) und Mašati; dies ist ein Beweis, dass selbst in den ältesten historischen Zeiten auch die südlichsten Partien des Vukovsko Polje vom Wasser nicht bedeutender inundiert worden waren.

Die Vrataklamm ist an 500—600 *m* lang, 100—150 *m* breit, von meridionaler Richtung und schneidet senkrecht die Schichten des dichten Caprotinenkalkes, die NW—SO streichen und nach SW fallen; die Klammsohle bildet kahler, zerfressener Kalkstein, der aus der Unterlage hervorragt.

Nirgends kommt solch eine Menge frischer alluvialer Dolinen vor wie in Poljen, deren ebene Sohle aus Dolomit besteht; darum sind in Pustopoljica viele alluviale Dolinen und alluviale Schlote von 3—4 Decimeter im Durchmesser und 1—2 *m* Tiefe, sodann auch solche frische Dolinen, von deren Sohle Dolomitschichten aufragen.

Im Vukovsko Polje kommen nirgends neogene Schichten vor: entweder war es damals noch gar nicht vorhanden, oder, schon entstanden, floss es durch die Vrataklamm ab, war kein See. Auch im Ravno Polje treten keine neogenen Ablagerungen auf; in dieses ergoss sich das Wasser des Vukovsko

Polje, und an der Oberfläche hatte es keinen Abfluss. Der Terrainplastik gemäß bildet es einen Uebergang von den Karstmulden («Uvala») zu den Poljen. Ueberdies setzt es sich von beiden Enden der Längsachse in echte Karstmulden fort: im O in die Mulde Duge Mekotine, im W in eine geräumige Uvala, die unter vielen Dolinen liegt und dasselbe mit dem Kupreško Polje verbindet. Am Rande dieser Wasserscheide zum Riljić Polje hin befinden sich große und tiefe Dolinen. Die Suva Turjača liegt oberhalb des Dorfes Zanolina, im Dolomit, ist trichterförmig, 80 m im Durchmesser, 50 m Tiefe; ihre Gehänge zeichnen sich durch Frische und Abrutschungen aus, ein Beweis, dass sich ihre Sohle vertieft. Es ist charakteristisch, dass hier im Dolomit große, tiefe, den geräumigen Dolinen in Krain ähnliche auftreten. Unterhalb des Dorfes Zanolina liegt der See Turjača, ebenfalls im Dolomit, 220 m lang, 120—180 m breit, mit Quellen an Sohle und Gehängen; vom Kupreško Polje wird er durch das Gospojino Brdo geschieden, darunter zieht sich ein künstlicher Graben hin; durch letzteren ergießt sich je einmal in mehreren Jahren das Wasser des Sees in die Podvornice und verschwindet in Ponoren, die schon dem Rudopolje angehören. Im Frühling und Herbst sprudeln um den See herum, sowie hoch oben an seinen Gehängen, plötzlich viele Quellen aus Dolomitspalten hervor und lassen das Wasserniveau in Turjača steigen, so dass es sich zuweilen darüber hinweg ergießt.

Das Ravno Polje besitzt eine Längsachse von der normalen Richtung NW—SO und folgt genau dem Schichtstreichen. Seine Umrandung besteht aus dichtem Caprotinenkalke, der kahle, platte Berge und Grate mit typischen Karstformen bildet. Im NO ist es von dem Gebirge Ravašnica (1565 m) umrandet, das steil in die Fläche des Polje abfällt und mit diesem in gerader Linie zusammentrifft. Im SW wird es durch das felsige Gebirge Paklena begrenzt, von dem sich in das Polje der Grat Kozjača hineinzieht, so dass es mit der Fläche nicht in ganzer Länge in einer Geraden zusammentrifft. Im NW und SO erstrecken sich tiefe Einbuchtungen mit dem Schichtstreichen parallel, und das Polje ist also an diesen Seiten gegliedert. Die Sohle stellt sich als eine fast vollständige Ebene dar, daher der Name der Polje (ravno = eben), deren einzelne von der Umrahmung eingefasste Partien folgende Namen führen: Ravanjsko Polje, Jezera, Nuglo und Zvirnjačko Polje. Hie und da tritt in zahlreichen Kalkfelsen die steinige Unterlage der Polje zum Vorschein; dieselben ragen ca. 1 m über den Boden hinaus, sind stark zerfressen, mit zahlreichen Sauglöchern und Ponoren. Aehnliche Felssporne treten in übrigen Poljen allerorten auf, wo Wasser von Sauglöchern verschlungen wird. In diesem Polje sind dies größtentheils außer Function gestellte Ponore, die jetzt meist nur aus nächster Umgegend atmosphärisches Wasser aufnehmen; ganze Gruppen derartiger Felssporne weisen auf die älteren Verhältnisse des Ravno Polje hin, da es periodisch inundiert war. Die erste Gruppe dieser Ponoren liegt unterhalb der Vratakamm, sodann befindet sich eine bei dem Dorfe Ravno, besonders an der Seedoline Djipuša, danach erstrecken sie sich von hier an zur Zvirnjača und heißen Kamenje (Felsen). Hauptsächlich sind sie auf die nächste Umgegend der

Vodjenica beschränkt; die Gruppe unterhalb Ravno um die Djipuša herum liegt an der Stelle, wo dies Flösschen verschwindet; sie reicht bis zur erwähnten Seedoline Djipuša hin. Der übrige Felsenzug der Gruppe Kamenje erstreckt sich weiterhin in der ehemaligen Flussrichtung der Vodjenica und bezeichnet deren alte Ponore. Von diesen schwach activen oder nicht functionierenden Ponoren abgesehen gibt es auch Dolinen, jedoch bloß im südöstlichen Theile des Polje, der Poljice genannt wird.

Außer diesen unthätigen Ponoren weisen auf ältere, nunmehr nicht mehr vorkommende Inundationen auch Ablagerungen von Werfener Sandstein, Schiefer und Dolomit (fremdes Material in Betracht des dichten Kalksteines der Umrahmung), die weit von der Vodjenica, fast allenthalben im Polje zerstreut umherliegen. Dies alles ist feinkörniges Material, meistens Sand, schwach abgerundete Geschiebe, höchstens von Faustgröße; auch in den Spalten zwischen den Ponorenfelsen sind sie zu finden. Als ein Zeichen alter Inundationen kann zuletzt auch der Name Jezero (See) gelten, womit eine Partie des Polje benannt wird, die jetzt niemals inundiert wird.

Diese Formen sowie die Erscheinungen an der Sohle des Ravno Polje geben einen unzweifelhaften Beweis dafür ab, dass es dereinst unter Wasser war; da aber keine Terrassen und neogene Ablagerungen vorhanden sind, so ist es klar, dass es niemals ein ständiger See gewesen sein kann. Es war ein periodisch inundiertes Polje. Dagegen sind die gegenwärtigen hydrographischen Verhältnisse des Ravno Polje durchaus anders. Im ganzen Polje befindet sich keine Quelle, sein einziges Flösschen ist die Vodjenica, die durch die Vratakklamm aus dem Vukovsko Polje hereintritt. Ihr Bett im Ravno Polje ist fast in seiner Gesamtlänge künstlich, indem es das Flusswasser namentlich von den Ponoren fernhält. Dieser schwache Bach verliert den größten Theil seines Wassers in der Lache Djipuša unterhalb des Dorfes Ravno; von hier führt ein künstlicher Wassergraben zum Dorfe Zvirnjača, im Spätsommer aber enthält dieser kein Wasser, da es in Sauglöchern verschwindet. Die Vodjenica kann nie bedeutend anschwellen, denn die vollständige Ebenheit des Polje, sowie die zahlreichen Ponore in der Nähe des Flussbettes lassen sie keine größere Wassermenge ansammeln. Im Winter wird die Vodjenica ganz schwach und friert bis auf den Grund ein. Danach kommen niemals Inundationen im Ravno Polje vor: das Flösschen vermag sie nicht hervorzubringen, und den atmosphärischen Niederschlag, der sonst in diesem Polje fällt, nehmen sofort die zahlreichen Ponore auf; der Schnee, der hier den Winter hindurch herabfällt, wird vom ersten Südwind in wenigen Stunden vollständig zum Schmelzen gebracht, aber auch dieses Wasser, das die Sohle des Polje ein wenig überschwemmt, wird von den Ponoren rasch verschlungen, so dass es sich längstens einen Tag erhalten kann.

Das Ravno Polje ist das wasserärmste Polje von Bosnien und der Hercegovina, ein typisches Beispiel trockener Poljen, worin selbst in den feuchtesten Jahren keine Inundationen eintreten. Es ist kein einziges Polje aufzuweisen, ja sogar Landschaften mit ausgeprägtem Karste gibt es wenige, die einen solchen Wassermangel litten wie das Ravno Polje. Im Sommer

behilft man sich noch mit dem Wasser aus der Vodjenica, jedoch im Winter, wenn sie bis auf den Grund hinab gefriert, dann schmelzt man Schnee und trinkt Schneewasser; die Schafe laben sich selbst mit Schnee, das Großvieh wird zur Lache Draganica in der Ravašnica getrieben, auf der das Eis der Viehtränke wegen gehackt wird.

Im Gegensatz zu den benachbarten Poljen liegt das Becken des Ravno Polje auf keiner Verwerfung, noch ist es überhaupt tektonisch vorgezeichnet. Es ist ein echtes Erosionspolje, das sich aus einer gewöhnlichen Karstmulde («Uvala») entwickelt hat; dabei wirkte namentlich die Erosion des atmosphärischen Wassers, das im Karste stets dem Schichtstreichen folgt, sodann die Erosion der Vodjenica. Der Vorgang, wonach Karstmulden, deren Längsachse mit dem Schichtstreichen übereinstimmt, in Poljen verwandelt werden, wird in seinen Einzelheiten erst durch die weiteren Beobachtungen verständlich werden, die in diesem Werke dargelegt sind. Bei diesem Polje bleibt eine besondere, sehr interessante Frage offen: weshalb mag seine Sohle so vollständig eben sein? Unter allen Poljen von Bosnien und der Hercegovina ist nur noch die Sohle des Fatničko Polje derart glatt und eben. Bei letzterem sind aber die ebennenden Kräfte auch gegenwärtig wirksam und lassen sich evident feststellen.

Hohe Inundationen, besonders aber heftige Bewegungen der gesamten Wassermasse, die das Polje erfüllt, bilden die Ursache der Ebenheit der Sohle im Fatničko Polje. Hier ist die Ebenheit durch dieselben Ursachen hervorgebracht worden, nur haben die Inundationen aufgehört. Der Vorgang bei der Entstehung des Ravno Polje mag so gedacht werden:

Im Karste kommen oft Karstmulden («Uvala») vor, deren Längsachse dem Schichtstreichen folgt, und deren unebene Sohle von zahlreichen Dolinen bedeckt ist. Morphologisch stimmen sie mit den Poljen überein, es fehlt ihnen nur die Ebenheit, die für die Sohle echter Poljen so bezeichnend ist, überdies unterscheiden sie sich hydrographisch durchaus von den Poljen, da in ihnen keine periodischen Inundationen auftreten. Solche Mulden sind die Grundformen, aus denen sich die Poljen entwickeln, sie sind das erste Glied der Formenreihe, woraus allmählich die echten Poljen hervorgehen. Wenn an den Muldensohlen Ebenen hergestellt sind und Grundwasseradern bloßgelegt werden, dann nehmen auch die hydrographischen Erscheinungen ihren Anfang, die ein Kennzeichen echter Poljen sind. Das Ravno Polje war ursprünglich solch eine Mulde, aber der Vorgang der Ausebnung der Sohle nebst dem Auftreten der hydrographischen Erscheinungen, oder eigentlich der Process der Umwandlung in ein echtes Polje, lief hier nicht selbständig ab, sondern war durch die Vodjenica beträchtlich unterstützt, die aus dem Vukovsko Polje in dieses drang. Infolge der Inundationen, die dabei eintraten, ist auch das Ravno Polje geebnet und erweitert worden.

Noch interessanter ist die Frage, warum im Ravno Polje die für Poljen bezeichnenden hydrographischen Verhältnisse aufgehört haben.

Die Ursachen dieser Erscheinung sind: Die hydrographischen Verhältnisse des Ravno Polje waren nicht selbständig, sondern mit denen des Vukovsko Polje verknüpft; ob nun gleich derartige Verbindungen auch bei

allen übrigen Poljen vorhanden sind, so hat es mit dieser doch eine eigene Bewandtnis, da zwei Poljen ausnahmsweise durch ein normales Flüsschen, nicht durch einen Schlundfluss in Verbindung stehen. Je älter ein Wasserlauf im Kalksteine ist, desto mehr und größere Schlundlöcher und Ponore gestalten sich um ihn herum; als sich die Ponore im Vukovsko Polje an der Vodjenica gebildet haben, wurde diese schwächer und führte kleinere Wassermengen in das Ravno Polje hinein. Sodann liegt das Ravno Polje in seiner Gesammtheit in dichtem, leicht zersetzbarem cretacischen Kalke, worin leicht und rasch zahlreiche Ponore entstanden. Die Wassermenge also, die in das Ravno Polje eingeführt wird, hat abgenommen, die Ponore dagegen, die dieses Wasser aufnehmen, haben an Zahl und Größe zugenommen, und anderes Wasser, das etwa aus Quellen herrührte, war in diesem Polje gar nicht vorhanden. Die Entwässerung war also viel stärker als die Bewässerung, so dass dieses Polje seine Inundationen verlieren und trocken werden musste.

DER KARSTRÜCKEN ZWISCHEN DEM KUPREŠKO UND GLAMOČKO POLJE

Im SW vom Kupreško Polje erhebt sich ein hoher Karstrücken mit den Gipfeln Malovan (1830 *m*), Jaram (1662 *m*), Kurlaj (1590 *m*), Crni Vrh (1510 *m*), Krunjač (1500 *m*) und Vitorog (1910 *m*). Sie bestehen alle aus gelblichgrauem, dichtem Kalke, den v. Mojsisovics zu den jurassischen zählte, worin ich aber, wie gewöhnlich, nur Hydrozoen vorfand. Es herrschen mächtige Schichten vor, in denen stellenweise dünne, plattenförmige eingeschaltet sind; letztere werden leichter abgetragen, weshalb ihnen oft Dolinen- und Muldenzüge folgen. Die nach dem Kupreško Polje gewandten Gipfelgehänge sind kahl und zerklüftet. Alle Gipfel haben die Gestalt einer Spitze, deren nordwestliche und südöstliche Gehänge sich flügelähnlich herablassen; die höchsten, typischen Gipfel sind der Veliki Malovan und Vitorog. Zwischen diesen Gipfeln ist der Rücken eben, mit vielen Dolinen, worin Nadelholz herrscht.

Dieser Randrücken reicht im SW sehr sanft in eine ausgedehnte Mulde, die Rbljina, hinab, die mehrere Kilometer lang und 2—3 *km* breit ist; ihre relative Tiefe, mit dem Rücken verglichen, beträgt 100—110 *m*. Ihre Sohle ist von zahlreichen Dolinen bedeckt, die meist in parallelen Zügen dem Schichtstreichen folgen, und wie ihre Anordnung von dieser abhängt, so ihre Gestaltung vom Schichtfallen: ein Gehänge stimmt mit dem Schichtfallen überein, stellt die Schichtflächen dar und ist in der Regel sanfter geneigt, da auch die Schichten sanft geneigt sind; das andere schroffere stellt die Schichtköpfe dar. Zwischen den Dolinen liegen niedrige, kuppelförmige Hügel, kahl und zerklüftet, gleich den Dolinengehängen weiß, an den Sohlen der Dolinen kleine Flächen. Die ganze Rbljina ist waldlos. Dieselben Eigenschaften besitzen auch das Palalino Polje unterhalb des Vitorog, das Cigansko Polje bei dem Dorfe Pribelje, dann die Čardak Livade, sämt-

lich Mulden, die in nordwestlicher Richtung dem Schichtstreichen parallel die Fortsetzung der Rbljina bilden. In ihrer Gesamtansicht ist dies ein Längsthal, aber ohne Fluss sowie ohne gleichsinniges Gefälle, sondern aus einem Muldenzuge mit Karstformen zusammengesetzt. Zwischen den einzelnen Mulden erheben sich hie und da statt der niedrigen Hügel höhere und längere Karstrücken, die mit ihrer Rundung an vereinzelt größere Erhöhungen in den Poljen erinnern. Die Muldensohle weist sonst die nämliche Gestaltung auf wie jene niedrigen Platen, die am Rande des Beckens von Barjamovac liegen. Mit einem Worte, zwischen Poljen und solchen Mulden («Uvala») besteht in der Gestaltung kein beträchtlicher Unterschied. Die bezeichnenden Formen in der Poljengestaltung: ein ovales, ausgedehntes, geschlossenes Becken, dessen Längsachse der Schichtstreichung folgt, sowie darin hie und da von der Sohle emporragende Erhebungen, das sind dieselben morphologischen Eigenschaften, die auch als Kennzeichen der Karstmulden oder Uvalas dienen. Zwischen ihnen besteht folgender Unterschied: die Poljen sind tiefer, ihre Sohle ist größtentheils eben und von Dolinen frei, auch sind sie mit mächtigen jungen Ablagerungen bedeckt; die Poljen haben weiter charakteristische hydrographische Erscheinungen, wie sie in Karstmulden nicht auftreten. Aber aus den oben angeführten Grundzügen der Formen erkennt man die unmittelbare Verwandtschaft zwischen denselben und Poljen; die Karstmulden stellen die Keimformen dar, woraus sich die Poljen entwickeln.

Der Karstmulden wegen haben die breiten Gebirgsrücken im dinarischen System eine eigenartige Structur, die am meisten an die Parallelstructur der Kettengebirge erinnert. Die Karstrücken bestehen aus parallelen Graten, die selten die gegenseitige Fortsetzung bilden, sondern meistentheils nebeneinander verlaufen, und zwischen denen Karstmulden liegen; zuweilen bergen auch die Mulden kleine Grate, von denen sie in zwei Becken geschieden werden, so z. B. der Grat Lissičjak in der Rbljina; solche Muldengrate sind jedoch von weit geringerer Höhe als die Rücken, von denen die Mulden geschieden werden. Die Oberflächengestaltung der Karstrücken ist also netzartig, von den niedrigeren Querriegeln aber abgesehen weisen die hohen Grate sammt den Mulden eine Parallelstructur auf, worin die Thäler durch Karstmulden vertreten sind. Während die Karstrücken in den meisten Fällen tektonisch vorgezeichnet sind, da sie zwischen Poljen liegen, die sich auf Verwerfungen befinden, sind die Detailformen ihrer netzartigen Parallelstructur meistens ein Ergebnis der Erosion selbst.

Der mächtige Karstrücken zwischen Kupres und Glamoč besteht aus vier Graten: Vitorog-Malovan, Lissičjak, Hamsin Vrh und Slovin, sowie aus zwei Karstmulden, Rbljina und Korito, zwischen Hamsin Vrh und Slovin. Die Randgrate sind die längsten und pflegen auch am höchsten zu sein, die inneren Grate zwischen den einzelnen Mulden haben eine geringere Höhe. Die letzte Karstmulde, zwischen Hamsin Vrh und Slovin ist in dünn-schichtigem Jurakalke gelegen; da dieser Kalk leichter zersetzbar ist, so ist sie weniger zerklüftet, mit einer kleineren Anzahl sanft geböschter, breitsohliger Dolinen.

DAS GLAMOČKO POLJE

(130 km²; 882—950 m)

Dieses Polje ist bedeutend tiefer als das Kupreško gelegen. Im NO wird es von einem Grate begrenzt, auf dem sich die Gipfel: Cincar (2006 m), Slovin und Čardak befinden. Diese bestehen aus dichtem, gelblichem Jurakalke, zwischen dessen dicken Schichten dünne Platten Mergelkalkes eingeschaltet sind. Der Cincar ist ein kahles zerklüftetes Gebirge, dessen höchster Gipfel mit einer Spitze endet, deren Gehänge flügelähnlich symmetrisch herabsinken. Das südliche Vorgebirge des Cincar heißt Krug-Planina und stellt ein grasreiches, der Rbljina ähnliches Karstgebirge vor; ein Seitengrat des Krug, Blagodija genannt, begrenzt im Süden das Glamočko Polje, und über diesen Grat führt in zahlreichen Krümmungen eine Straße, die Strmica, nach Livno. Der längste Grat in dieser Umrahmung ist der Slovin. Sein oberer Theil ist von seichten, meistens geraden Furchen zerwühlt; sie sind scharf in die Gehänge eingeschnitten, haben keine Ablagerungen, so dass es scheinen will, sie seien, gleich den Dolinen, weniger durch mechanische Erosion als vielmehr durch chemische Zersetzung des Kalkes entstanden; zwischen ihnen befinden sich sanft geböschte, mit Buschwerk bedeckte Seitengrate. Unter den derartig zerfransten Gehängen beginnt ein Karstplateau, die eigentlich innerste Umrahmung des Polje, mit zahlreichen Dolinen bedeckt. Diese Plateaux, hoch über der Poljensohle, treten fast bei allen Poljen auf, sind aber von Terrassen bedeutend verschieden. Der Čardak ist ein kleinerer, schmaler Grat, dessen höchster Gipfel 1600 m misst, und in ihm sowie um ihn herum befinden sich Karstmulden, die Čardak-Livade.

Im SW ist das Glamočko Polje zunächst von der Šator Planina (1870 m) begrenzt, die ihren Namen (Šator = Zelt) von ihrer Gestalt sowie von der Weiße ihrer Kalkfelsen herhat. Sie birgt zwei Seen, der größere Šatorsko liegt 1490 m hoch und hat 400—500 m im Durchmesser. Vom Šator erstrecken sich nach SO die Gebirge: Staretina, Čatrnja und Golija, die das Polje weiterhin umgeben. Die höchsten Partien dieser Gipfelreihe bestehen aus jurassischen Kalken, am Rande des Glamočko Polje aber treten unter diesen auch ältere Gesteine zutage. In Glamoč bildet ein röthlicher, zweifellos Werfener Sandstein einen Hügel, worauf der Thurm von Glamoč steht; auf dem Sandstein lagert schwärzlicher Kalk, dem Dolomit folgt.

Die Erhöhungen an der Sohle des Polje bestehen aus tafelförmigen, neogenen Mergelkalken, die eine Neigung von 15—20° aufweisen; sie überragen die alluviale Fläche des Polje um etwa 70 m; die größten und höchsten sind: Homar (982 m) und Apin Brijeg (927 m).

Im Glamočko Polje sind zwei Partien zu unterscheiden: die eine im Nordwesten, ausgedehnt, von unregelmäßiger Gestalt, mit vielen Erhöhungen aus neogenen Mergelkalken und mit derartig gewölbter Sohle, dass ihr nordwestlicher Theil nach NW, der südöstliche nach SO geneigt

ist, auch die beiden Schlundflüsse in zwei entgegengesetzten Richtungen fließen; die südliche Partie ist viel schmaler, ohne neogene Ablagerungen an der Oberfläche, und ihre Sohle nach SO geneigt.

Aus dem dargelegten Bau sieht man, dass das Glamočko Polje auf einer Verwerfung liegt, die an seiner südwestlichen Seite dahinzieht; dies gilt jedoch nur von seinem geräumigeren, oberen nordwestlichen Theile; das Donje (= untere) Polje ist erosiven Ursprungs.

I. Das Donje Polje

Dieses Polje ist an 20 km lang, anfangs nur 1 km breit, im äußersten SW wird es um 3—4 km breiter, und das ist die tiefste Partie des Polje, wo sich auch die Ponore befinden. Seine Sohle ist unmerklich nach SO geneigt, sonst ist es eben und ohne Erhöhungen, wie wir sie im Kupreško Polje und in der oberen Partie dieses selben gesehen haben; nur hie und da lehnen sich an die Gehänge 7—8 m hohe Wellen, gleich der Sohle aus Kalksand und sehr schwach gerundetem Schotter bestehend. Unter diesen diluvialen und recenten Ablagerungen sind in dem tiefen Ponor bei dem Dorfe Skucani neogene Mergelkalke bloßgelegt.

Inundationen. Das ganze Donje Polje wird im Herbst durch 7—8 m tiefes Wasser inundiirt. Zuweilen erhält sich dieser See den ganzen Winter hindurch, indem er einfriert; wenn er sich aber auch nicht erhält, so tritt im Frühling eine neue, stärkere Inundation ein, die ihren höchsten Stand zu Anfang Mai, zur Zeit der Schneeschmelze, erreicht. Das Wasser bleibt im Polje in der Regel bis zur Mitte Juni, zuweilen bis in den Juli hinein. Selbst in der zweiten Hälfte Juli 1898 war die unterste Partie stellenweise schlammig. Die normale Höhe, die vom Wasser erreicht wird, ist an Wällen von Kalkschotter erkennbar; sie erinnern an Wogen und sind an den Ufern, hie und da an fortlaufenden Strandgürteln, abgelagert worden. Über ihnen schimmern die weißen, ausgewaschenen Felsen mit vielen Strandlöchern. In längeren Zeiträumen können auch höhere und stärkere Inundationen auftreten; so sah ich bei Han Cacan ein ziemlich hochgelegenes türkisches Haus, das in 20—30 Jahren je einmal vom Wasser erreicht sein soll.

Flüsse, Quellen, Ponore. Das Donje Glamočko Polje wird von zwei Flüsschen und zahlreichen Quellen bewässert. Die Flüsschen heißen Jaruga und Vrba. Das erstere entspringt aus den dolomitischen Gehängen bei den Dörfern Kamen und Podgradina, sodann aus den neogenen Mergelkalken bei dem Dorfe Malkočevci; im Sommer verschwindet es in dem Ponore des Dorfes Skucani; das ist ein geräumiger, felsiger Ponor, dessen unterer Theil im Kalksteine, der obere jedoch in neogenem Mergelkalke und jungen Kalkschotter ausgehöhlt ist. Die starke, niemals versiegende Quelle der Vrba liegt inmitten einer Poljenpartie, die Trnovače heißt; im Sommer ergießt sich die Vrba über das Polje und verschwindet in Schlundlöchern, im Frühling und Herbste vereinigen sich die Jaruga und die Vrba, und die nordwestliche Partie des Donje Polje wird hauptsächlich durch diese beiden Flüsse inundiirt.

Perennierende, jedoch sehr schwache Quellen sind: die Carevica und Binić. Bei Regenzeit und bei der Schneeschmelze treten in der untersten Partie des Donje Polje neue Quellen auf, die aber nach kurzer Zeit wieder versiegen. Die bedeutendsten von ihnen sind vier an dem Rande des Polje bei den Dörfern Dolac und Dragić gelegene Quellen, deren eine eine Estavelle ist; sie treten aus Spalten und schmalen, kleinen Höhlengängen hervor. Die namhafteste Quelle ist Badanj, ihr folgt die Estavelle Vrulja; diese beiden speien zuweilen förmliche Flüsse aus, von ihnen erstrecken sich breite und tiefe Gräben durch die Poljepartien Smitljevci und Pučine bis zu dem im Westen befindlichen Ponor. Zwei andere schwächere Quellen heißen Tremošnjik und Trnjak.

Die beiden erwähnten Flüsse sowie diese Quellengruppe besitzen auch ihre besonderen Ponore. Die Vrba und Jaruga münden in die Ponorguppe Pećina ein, die sich fast inmitten des Donje Polje an seiner westlichen Seite gegenüber dem Dorfe Vidimlje befindet; das sind drei Felsponore, die von Schutt derartig verstopft sind, dass das Wasser nur hindurchsickern kann, auch mehrere alluviale Ponore, die sich an derselben Stelle befinden. Das Wasser der Quellen, Estavellen und der Wasserüberrest der Vrba und Jaruga, der von diesen Ponoren nicht aufgenommen wird, verschwinden in einigen Ponorgruppen, die an der westlichen Seite der tiefstgelegenen Partie gegenüber dem Dorfe Dolac liegen, unterhalb eines Šupljaga genannten Kalkgehänges. Vier Gruppen dieser Ponore sind am bedeutendsten. Die erste, im Polje Krovac, bilden alluviale Ponore, die in offene Höhlen und Spalten hinabführen; sie können viel Wasser aufschlucken, und zu jeder Zeit, auch im Sommer, verschwindet Wasser in denselben. In einer Doline von 60 m Durchmesser ist eine andere Gruppe alluvialer Ponore, bloß ein einziger ist ein Felsponor im Kalke; seine Gehänge sind mit Sinter bedeckt und die Spalten damit beinahe verstopft. Die übrigen sind bloßgelegte Fugen und Spalten auf den eingeebneten Kalkflächen, welche mit einem schwammartigen Sinterüberzug bekleidet sind. In der letzten Gruppe befinden sich zahlreiche schwach functionierende alluviale Ponore.

In den Becken an dem Poljerande befinden sich vier Seen, die sich den ganzen Sommer hindurch erhalten, drei sind Ueberschwemmungsreste, nämlich: Jezero bei den Ponoren, der See Vučevci und ein kleiner bei Vidimlje; ein anderer größerer bei Vidimlje reicht mit seinem Grunde bis zum Grundwasserniveau hinab, das sich hier schon in einer Tiefe von 1 oder höchstes 1,5 m befindet, da dieses die Tiefe der Brunnen von Vidimlje ist.

Terrassen. Diese können zweierlei sein: die höchsten sind Felsterrassen im Kalksteine, selten gut erhalten, die 20—25 m Höhe oberhalb der Thalsole erreichen können und im Mittel an 930 m absoluter Höhe haben. Das sind die ältesten Terrassen. Solche sind: die Raškova Glavica und die lange Terrasse bei dem Dorfe Skucani, sodann eine sehr schwach ausgeprägte Terrasse oberhalb der Quelle Carevica.

Besonders gut erhalten sind die Terrassen in grobkörnigem Kalksande und Schotter, die an manchen Stellen zu Conglomeraten verfestigt sind, und aus denen die erwähnten Wellen am Rande des Donje Polje bestehen.

Typisch sind jene an seinem rechten, südwestlichen Gehänge; die erste trifft man unterhalb Carevica an, sie ist über der Thalsole 4—5 m hoch und besteht aus Kalksand; unter Pečina sieht man zwei niedrigere Terrassen in demselben Schotter: die untere nur 1 m, die obere etwa 3 m hoch. Noch weiter unten gegen den Han Cacan finden sich drei Terrassen im Kalkconglomerate und Schotter, deren höchste sich 10—15 m über der Thalsole erhebt: sie lassen sich am Poljerande 3—4 km weit verfolgen, vereinigen sich zuerst in zwei, danach in eine hohe Terrasse, die sich oberhalb des Han Cacan und der Quelle Binić erhebt. Auf den Terrassen befinden sich Mausoleen, türkische Friedhöfe und etliche Häuser, ein Beweis, dass sie vom Wasser nicht mehr erreicht werden. In der tiefsten Gegend des Donje Polje befindet sich unzweifelhaft eine recente Terrasse; sie gibt den heutigen höchsten Wasserstand an, der zu mehreren Monaten anhält; sie wird von den besprochenen Schotter- und Sandwellen gebildet, über denen eine Linie im Kalke ausgewaschen und ausgehöhlt ist. Nach der Höhe, die vom Wasser jetzt erreicht wird, kann kein Zweifel sein, dass auch die Terrassen bei Carevica und Pečina, sodann die niedrigeren Terrassen oberhalb Cacan ebenfalls recent sind.

Nach der Beschaffenheit des Materiales ist es unmöglich, Diluvialterrassen von recenten auseinanderzuhalten, denn der Schutt, der heute am Poljerande abgesetzt wird, ist mit jenem der höheren Terrassen identisch. Auch das Kalkconglomerat und Schotter können nicht bestimmt als diluviale angesehen werden, da das Wasser des Polje auch gegenwärtig Sinter absetzt und Sand und Schotter cementiert. Dieses ist jedoch gewiss: die höchste, 10—15 m hohe Terrasse ist eine ältere, diluviale; sodann steht auch das fest, dass von dem Diluvium die Höhe der Überschwemmungen im Donje Glamočko Polje abnahm, und dass nach den drei Terrassen drei Perioden dieses Abnehmens festgesetzt werden können. Die recente Terrasse bezeichnet das Niveau des heutigen höchsten Wasserstandes, die anderen zwei höheren sind ohne Zweifel Zeichen älterer, höherer Inundationen.

II. Das Gornje Polje

Die Partien des Polje, seine plastischen und hydrographischen Eigenschaften. Hier sind zwei an Höhe und Bodengestaltung verschiedene Partien zu unterscheiden; im Osten von dem Homar liegt die tiefere, flache, im Westen von ihm die höhere Partie des Polje, letztere mit kleinen Graten und Hügeln aus neogenen Mergelkalken. Wenn man von dem Dörfchen Brdo zu den Dörfern Jakir und Malkočevci hinabsteigt, gelangt man zunächst auf eine niedrige alluviale Ebene, sodann an breite Grate, die aus neogenen Mergelkalken und bläulichem Lehm bestehen, welche letztere um 15—20° nach SW geneigt sind. Gegen die alluviale Ebene hin sind ihre Gehänge an manchen Stellen mit Terrassen versehen. So z. B. liegt das Dorf Jakir auf einer ausgeprägten Terrasse von neogenen Mergelkalken; ihr oberer Rand ist sehr scharf gezeichnet, und ihre absolute Höhe beträgt 920 m. Das ist die älteste Diluvialterrasse.

Die höchste und größte neogene Landschaft in dem Glamočko Polje heißt Homar, und seine breiten Grate erstrecken sich bis Glamoč. An manchen Stellen lagert auf dem tertiären Mergelkalke Kalkschotter, mit jenem in dem Donje Polje gleich, überragt den heutigen höchsten Wasserstand um 20 *m* und entspricht der Höhe der Diluvialterrasse. Solcher diluvialer Kalkschotter kommt zwischen Jakir und Glamoč vor, sodann zwischen Glamoč und dem Dorfe Glavica. Die obere Grenze der neogenen Ablagerungen erreicht er nicht.

Im O von dem Homar bis an den Rand des Gornje Polje ist das Neogen größtentheils ausgewaschen oder mit recenten Ablagerungen verschüttet, so dass es nur stellenweise um die Ponore herum hervortritt. Diese tiefste Partie des Gornje Polje bildet die Fortsetzung des Dolački Rukavac. Vom Diluvium angefangen haben meistens die stärksten Wasserläufe des Gornje Polje hier hindurch ihren Lauf genommen, weshalb sie die Gestalt eines breiten Flussbettes hat; auch in der Gegenwart tritt das Flüsschen Ribnik aus den höchsten Partien des Gornje Polje in diese ein, überschwemmt sie und verwandelt sie in der Regel vom Ende September bis zur Hälfte Mai in einen echten See. Im Sommer aber, zuweilen auch das ganze Jahr hindurch, ist die tiefe Partie kein einheitlicher See, sondern besteht aus mehreren kleinen selbständigen hydrographischen Becken; sie stehen mit Bächen in Verbindung, die unter dem Homar entspringen und in Ponoren an der anderen Seite verschwinden.

Der Dubravski Rukavac enthält zwei Seen. Der eine ist das Opačićko Jezero in einer kleinen Schwemmlanddoline, das im Sommer austrocknet. Viel größer ist das Kulogvino Jezero, dessen Dimensionen im Sommer abnehmen. Zu Ende Juli 1898 hatte es nur 150 *m* im Durchmesser. Es ist ebenfalls eine Doline, deren obere Partie in neogenem Mergelkalke, die untere in Kalkstein gelegen ist, hat aber keine offenen Ponore, da sie durch neogenen Lehm verstopft sind. Es wird durch Grundwasser gespeist, das sich in dem neogenen Mergelkalke befindet, da man beim Brunnenbau in den benachbarten Dorfschaften in geringer Tiefe im Mergelkalke Wasser antrifft;¹⁾ darum steigt und fällt das Wasserniveau in diesem See mit dem der Brunnen zu gleicher Zeit. Von ihm führen zwei kurze, im Mergelkalke ausgewaschene Wasserrinnen zu Ponoren, offenen Spalten im Kalksteine; über ihnen ist wieder neogener Mergelkalk; wenn das Wasser in dem See hoch steigt, fließt es durch die Wasserrinnen ab und verschwindet in diesen Ponoren.

Unter den recenten Ablagerungen trifft man überall in 1 *m* Tiefe neogenen Mergelkalk an, selbst in den tiefstgelegenen Partien, den Mooren und in der Glibuša; in diesen ausgewählte Wasserrinnen schimmern weiß von sinterhaltigem neogenen Mergelkalke. Bei dem Dorfe Brajić erhebt sich aus der ebenen Unterlage Hum (903 *m*), aus neogenen Mergelkalcken zusammengesetzt. In der Nähe dieses Dorfes und bei Opačić befinden sich überhaupt tiefe Dolinen, deren obere Partien im Mergelkalke, die unteren im Kalksteine liegen. Sie sind also Alluvialdolinen ähnlich.

¹⁾ Z. B. im Brunnen Kerinac in Brajići, in einer Tiefe von 0,5 *m*.

Der übrige, höhere, aus neogenen Mergelkalke bestehende Theil des Polje gehört hauptsächlich dem Flussgebiete des Ribljak an, welches Flüsschen in der Nähe der Dörfer Biličić und Assić entspringt und nach NW, der Vrba und Jaruga entgegen, dahinfließt. Es verschwindet im Ponor Kutlovac unterhalb des Dorfes Hassanbegovići. Der Ponor ist eine Doline, die durch den Mergelkalk bis zu dem Kalksteine hinabreicht und 300—400 m im Durchmesser misst. Das Wasser fließt durch die Spalten nur langsam ab, die Doline liegt unter Sumpfgas, in der Mitte unter Wasser. Zur Regenzeit sowie zur Zeit der Schneeschmelze kann der Ponor nicht alles Wasser aufschlucken, der Ribljak tritt aus, und seine Wasserläufe ergießen sich in zwei Richtungen: nach Brajići und Dubrava, sodann, jedoch höchst selten, nach der nordwestlichen Gegend des Polje. Im Glamočko Polje sind die Flüsse zur Entwicklung gelangt, nachdem der tertiäre See verschwunden war. Die neogenen Kalkmergel bildeten dann im Becken selbst eine secundäre, eingeschaltete Landschaft, auf der sich die Flüsse entwickelten; sie haben sich der Neigung der tertiären Sohle angepasst. Das sind die jüngsten Flüsse von Bosnien und der Hercegovina. Aber infolge eigenartiger hydrographischer Umstände in den Poljen sind ihre Flussläufe noch nicht bestimmt ausgeprägt. So tritt auch der Ribljak bei Hochwasser in das Thal von Dubrava, von hier auch in das Donje Polje. Nach der Gestaltung des Polje zu urtheilen will es scheinen, dass er diesen Lauf als permanent erhalten werde.

Außer dem Ribljak gibt es in dieser Gegend des Polje auch kurze Bächlein, die sogleich verschluckt werden. Von der Vrba, der im Mergelkalke in Šumljaci befindlichen Quelle, sowie von der unter dem Odžak gelegenen Quelle beginnt der Bach Begovac; er verschwindet in einer Doline, deren oberer 3—4 m tiefer Theil in Mergelkalk, der untere mit der Oeffnung in Kalkstein liegt.

Die Terrassen und Veränderungen der hydrographischen Verhältnisse. In der oberen Partie, die fast in ihrer Gesamtheit unter neogenen Mergelkalken liegt, sind zweierlei Terrassen vorhanden. Oberhalb der Dörfer Odžak, Hassanbegovići und Podgradina befindet sich im NO in einer Höhe von 930 m eine ausgeprägte, scharfrandige, im jurassischen Kalksteine eingeschnittene Terrasse, die sehr schroff zur tertiären Sohle abfällt. Ueber ihr erstreckt sich bei den letztgenannten Dörfern eine schmale Karstebenheit mit zahlreichen Dolinen. Unterhalb der Terrasse im Juralcalke liegt in 920 m Höhe in neogenen Mergelkalken eine niedrigere, ebenfalls sehr regelmäßige Terrasse; unter dieser, aber nur schwach ausgeprägt, befindet sich in etwa 912 m Höhe abermals in neogenen Mergelkalken eine dritte Terrasse. Bei dem Dorfe Odžak zeigen diese Terrassen die größte Regelmäßigkeit, weshalb wir sie mit dem Namen desselben Dorfes benennen wollen. Eine andere Terrasse, von 920 m Höhe, hat sich auch in der Nähe von Glamoč erhalten. Die Dörfer Malkočevci und Jakir liegen auf neogenen Mergelkalken und bläulichem Lehm, deren Schichten um 15—20° nach SW geneigt sind; sie sind zu Terrassen geformt, und ihr oberer Rand ist scharf ausgeprägt. Der Schotter, der unterhalb Glamoč auf den neogenen

Mergelkalken liegt, entspricht ebenfalls der langen Terrasse von Odžak und liegt mit derselben in gleicher Höhe. In der oberen Partie des Glamočko Polje befinden sich also drei Terrassen: 1. eine felsige, im Kalkstein eingeschnittene, in 930 *m* absoluter Höhe, die unzweifelhaft aus dem Neogen herrührt; 2. in neogenen Mergelkalken und Lehm eine ältere diluviale Terrasse in 920 *m* Höhe; 3. eine in Mergelkalk oder Diluvialablagerungen schwach ausgeprägte, 912 *m* hohe Terrasse ist ihrer Entstehung nach aus dem jüngeren Diluvium. Im Dolački Rukavac befinden sich, wie erwähnt, noch jüngere Terrassen.

Das Glamočko Polje besaß im Neogen in den Hauptzügen dieselbe Gestaltung und Dimension, die es jetzt innehat. Die Sohle besteht in ganzen Polje aus neogenen Mergelkalken, solche ganz unbedeutende Stellen ausgenommen, wo sie später ausgewaschen worden sind; die neogenen Ablagerungen erstrecken sich auch tief in das Donje Polje hinein, wo wir sie bis zu dem Dorfe Skucani festgestellt haben, auch ist es sehr glaubwürdig, dass sie auch an der Sohle des Dolački Rukavac vorhanden sind, nur dürften sie von jüngeren Ablagerungen verschüttet worden sein.

Nach der höchsten Terrasse zu urtheilen kann das Niveau des tertiären Sees nicht mehr als 930 *m* absoluter Höhe gehabt haben. Aber die neogenen Mergelkalke bei Glamoč reichen höher hinauf, auf dem Homar bis 982 *m* Höhe. Nicht nur, dass sie die Höhe überragen, die das Niveau des neogenen Sees, nach der Terrasse zu urtheilen, gehabt haben müsste, sondern in dem Falle hätte auch der See nach NW abfließen müssen. Denn auch das Glamočko Polje setzt sich, den übrigen Poljen gleich, in der Richtung der Längsachse und Schichtstreichung fort, indem es im NW zwei Mulden (Uvala) bildet: Cvetinac mit Kupačino Polje und die Korita, deren höchste Querriegel kaum eine Höhe von 940 *m* überragen. In diesem Becken kommen keine neogenen Ablagerungen vor.

Die neogenen Sedimente in Glamočko Polje sind bis zu großer Höhe — z. B. auf dem Homar — zweifellos durch posttertiäre Bewegungen erhoben worden, da die Neogenschichten gestört, nach SW geneigt sind und unter die älteren Schichten der südwestlichen Umrahmung des Polje einfallen.

Es bleibt eine Frage offen: warum haben sich auch die Terrassen nicht erhoben oder gesenkt? Diese besondere Erscheinung können wir im Glamočko Polje nicht mit Bestimmtheit erklären, da an seinem südwestlichen Rande keine typischen Terrassen vorhanden sind. Wie wir sehen werden, hat sich in anderen Poljen infolge tektonischer Störungen auch die Höhe der Terrassen verändert.

An den Terrassen erkennt man, dass im Diluvium der Wasserstand im Glamočko Polje wenigstens um 10 *m* niedriger als im Neogen war. Ob nun im Glamočko Polje ein diluvialer See gewesen sein mag, oder ob wohl sofort nach dem Neogen die gegenwärtigen hydrographischen Verhältnisse eingetreten sind? Terrassen geben nicht nur Zeichen eines permanenten Sees, sondern auch eines hohen Wasserstandes ab, der periodisch wiederkehrt und sich längere Zeit erhält, wie wir es in der unteren Partie des Glamočko Polje gesehen haben. Demnach kann bloß auf ihrer Grundlage die obige

DER KARSTRÜCKEN ZWISCHEN DEM GLAMOČKO UND LIVANJSKO POLJE

Unter dem rothen Sandstein des türkischen Wachtthurmes in Glamoč selbst liegen neogene Mergelkalke. Der röthliche Sandstein, den v. Mojsisovics nicht bemerkte, dürfte wohl Werfener sein. Auf ihm lagert schwärzlicher untertriadischer Kalkstein, darauf Dolomit, aus dem viele kuppel- und spitzenförmige Berge und Hügel dicht oberhalb des Städtchens Glamoč bestehen. Zwischen diesen liegen viele Thäler, bewässert von Flösschen, die in das Polje zu der Jaruga oder dem Ribljak fließen; diese Thäler, 150—200 *m* tief, bilden einen grellen Gegensatz zu den seichten, gewöhnlich 1 *m* tiefen Wasserrinnen des Polje. Durch jene floss Wasser auch zum Tertiärsee, während die heutigen Wasserrinnen des Polje aus der jüngsten Zeit herkommen. An dieser Seite befindet sich die Verwerfung des Glamočko Polje, an der entlang die undurchlässigen Schichten bloßgelegt wurden, Thäler zur Entwicklung gelangten und die nachhaltendste Erosion ansetzte.

Oberhalb dieser zerklüfteten Gehänge beginnt der Karstrücken, aus bläulichen, dichten jurassischen Kalken zusammengesetzt; auf diesen lagern dicke Schichten gelblichen Kalkes, in denen dünne Schichten eines Kalkmergels eingeschaltet sind; die letzte Schichtenserie hält bis zum Livanjsko Polje an.

Dieser Karstrücken ist schmaler als jener von Rbljina. Fast mitten über ihn erstreckt sich ein Hauptgrat, dem zu beiden Seiten niedrige, zerrissene, durch Mulden oder einfache Dolinenzüge getrennte Grate folgen. Die Gestaltung des Karstrückens ist also mit der von Rbljina gleich. Wir wollen ihn den Rücken von Čatrnja nennen, nach dem felsigsten Gebiete des Gebirges. Die Gehänge am Glamočko Polje, aus Dolomit und schwärzlichem Kalksteine zusammengesetzt, sind unter Fichtenbestand, sodann folgen zahllose, größtentheils kahle Felsdolinen, deren Reihen Uvala, Korita, Dugodo, Veliki Do u. s. w. heißen; danach fängt wieder Fichtenwald an bis zum letzten Grate, der schon den Rand vom Livanjsko Polje bildet; von hier bis zum Polje reichen kahle, sehr schroffe Gehänge hinab. Im Karste von Bosnien und der Hercegovina werden die Gebirge in der Richtung NO—SW immer kahler; außerdem sind die südwestlichen Gratgehänge in der Regel kahler und felsiger als die nordöstlichen. Die Poljen, die zwischen den Karstrücken liegen, sind gegen SW immer tiefer gelegen, immer feuchter und werden auf längere Dauer inundiert.

Der Hauptgrat des Karstrückens von Čatrnja wird vom Gebirge Starešina gebildet (der höchste Gipfel Medjugorje 1490 *m*): ein relativ niedriger Grat, dessen oberer Theil allein kahl, felsig und mit scharfen Gipfeln versehen ist. Nach SO knüpft er an die Golija an (Velika Golija 1890 *m*), einen höheren felsigen Grat, der auch in das Glamočko Polje steil hinabfällt. Zwischen beiden liegt das Plateau Čatrnja, mit vielen kuppelförmigen Gipfeln, deren einer denselben Namen führt (1634 *m*). Dennoch fällt dieser ganze Karstrücken steiler in das Livanjsko Polje hinab, welches etwa 200 *m* tiefer als das Glamočko gelegen ist.

Frage nicht gelöst werden. Dass die heutigen hydrographischen Verhältnisse, stärker ausgeprägt, noch im Diluvium geherrscht haben, dafür spricht die Identität der diluvialen Ablagerungen mit den heutigen, also der Mangel echter diluvialer Seesedimente.

Dagegen ist das Glamočko Polje zur Beantwortung einer anderen Frage sehr geeignet: Wie mag das Becken mit dem tertiären See den jetzigen hydrographischen Charakter angenommen haben, der sich durch periodische Inundationen auszeichnet? Denn die Bodenfläche des Glamočko Polje ist mehr als die irgend eines anderen von neogenen Mergelkalken bedeckt, und diese, bei nur einigermaßen beträchtlicher Dicke undurchlässig, schützen die Kalkunterlage und verhindern die Bildung von Ponoren.

Im tertiären See muss doch eine geringere Anzahl kleinerer Ponore am entblößten Kalkrande vorhanden gewesen sein, ebenso auch an jenen Bodenstellen, wo der Kalkstein bloßgelegt war. Daraus folgt, dass die Gehängeponore, insbesondere die hohen Ponore an den Gehängen des Polje, die gegenwärtig nur bei Ueberschwemmungen vom Wasser erreicht werden, in der Regel älter als jene an der Bodenfläche sind. Infolge Erweiterung dieser tertiären Ponore und infolge eines trockeneren Klimas nahm das Niveau des Tertiärsees an Höhe ab. Als die Ponore derartig erweitert waren, dass der Abfluss wenigstens in den trockensten Jahreszeiten viel stärker als der Zufluss war, da traten die gegenwärtigen periodischen Zustände ein. Da begannen sich Flussläufe an der Bodenfläche zu entwickeln, die die Tertiärdecke des Polje abtrugen, seine Kalkunterlage bloßlegten und die Entstehung neuer größerer Ponore ermöglichten. Die neogene Decke verhindert eine zu reiche Ausbildung von Ponoren, begünstigt die Erhaltung eines hohen Wasserstandes und allmähliche Stabilisierung periodischer hydrographischer Verhältnisse. Jene Poljen, welche im Neogen noch nicht bestanden oder in denen sich keine neogenen Seen bildeten, entbehrten der conservierenden Wirkung der neogenen Ablagerungen. Die Ponoren bildeten sich reichlicher aus und es entwickelten sich jene hydrographischen Verhältnisse wie im Ravno Polje.

Im Glamočko Polje lässt es sich an den Terrassen deutlich beobachten, wie im Diluvium auch die Höhe der höchsten Inundationen bis zur heutigen allmählich aber stetig abnahm. Diese haben sich auf den Brajić-Dolački Rukavac beschränkt, der jetzt allein inundiert wird. Wie in der Gegenwart können wohl auch damals infolge Verstopfung der Ponore zeitweilige Störungen eingetreten sein, aber in den Hauptzügen ist dieses ein beständiger Vorgang: Verminderung der Inundationen, da die Ponore erweitert und neue gebildet werden. Alle Poljen sind auf dem Wege trocken zu werden. Ueberdies sinkt auch das Niveau der unterirdischen Flussläufe, und mit der Zeit werden diese nicht mehr sämtlich im Polje münden, sondern nach abwärts fließen. Die heutigen Poljen bleiben immer mehr oberhalb der Circulation der wichtigsten subterranean Strömungen zurück, sie werden trocken gelegt (s. das Ravno Polje). Durch Denudation wird danach auch die Form des Polje vernichtet werden.

DAS LIVANJSKO POLJE

(380 km²; 700—740 m)

Das ist das geräumigste Polje von Bosnien und der Hercegovina, dabei auch das größte im krainer-adriatischen Karste; auch von allen übrigen bisher bekannten Karstpoljen ist es das größte. Seine Länge beträgt 65 km, seine mittlere Breite 6 km.

Das Livanjsko Polje ist das letzte typische Polje, denn weiter nach SW zum Adriatischen Meere hin sind nur offene Poljen in der Nähe von Cetina vorhanden.

An seiner Bodenfläche sind drei Abflussgebiete oder drei Becken: Ždralovac mit dem Ševarovo Blato, hydrographisch selbständig aber plastisch in innigem Zusammenhang mit dem Livanjsko Polje (in engerem Sinne), dann das Buško Blato, das tiefste, hydrographisch und plastisch selbständige Becken. Alle diese Partien sind ausgeprägte Vertreter periodisch inundierter Poljen, da im Livanjsko Polje mit dem Ždralovac die Inundation in der Regel von November bis zu Ende Juni (7—8) Monate andauert, 90% seiner Sohle waren unter Wasser; die Arbeiten an den Ponoren (Ballif, I. Theil) verhindern jetzt die Bildung eines so großen zeitweiligen Sees. Das Buško Blato wird noch mehr, von November bis Juli, ja manchmal auch im Spätsommer, inunziert.

Alle drei Becken des Livanjsko Polje sind nach SW geneigt, und alle Ponoren liegen an seinem südwestlichen Rande.¹⁾

I. Ždralovac und das Livanjsko Polje

Bodenbeschaffenheit. Hydrographische Eigenschaften. Am Flusse Plouća liegt die tiefste Partie des Livanjsko Polje; recente Ablagerungen, stellenweise auch Torfmoore bilden die Bodenfläche desselben. Tertiäre Gebilde treten im Becken der Plouća nirgends zutage, ausgenommen an seinen Rändern. Hier sind sie durch neogene Süßwassermergel vertreten und bilden am südlichen und südwestlichen Beckenrande einen breiten Gürtel, der sich gen Süden zum Buško Blato hin erstreckt und am Žabljak und der Studba in die Höhe reicht. Die Thäler dieser Flüsse, in gestörten Mergelschichten vertieft, sind in ihren Hauptzügen postneogen, und mit den übrigen der Poljen gehören sie zu den jüngsten Thälern.

Bei dem Dorfe Odžak besitzt das Livanjsko Polje die geringste Breite. Seine Bodenfläche ist größtentheils alluvial, aber an tiefer gelegenen Stellen tritt seine Unterlage, neogener Mergel, zutage. Aus diesem Mergel und aus Alluvium erhebt sich der lange Kalkgrat inmitten der Enge. Er steht mit

¹⁾ Ich genoss das besondere Vergnügen, das ganze Livanjsko Polje in Gesellschaft des Herrn Ph. Ballif, des bekannten Hydrotechnikers, zu begehen, der nebst vielen praktischen Arbeiten das meteorologische Netz von Bosnien und der Herzegovina und die Arbeiten an der Trockenlegung des Polje leitet.

dem Hum in Verbindung. Die absolute Höhe des letzteren beträgt 716 m, etwa 10—12 m überragt er die benachbarte Ebene und besteht gleich den nordöstlichen Gehängen des Polje aus dichtem, gelblichgrauem Kalke. Dieser Kalkgrat erstreckt sich NW—SO, mit der Längsachse des Polje und dem Schichtstreichen parallel. Das ist die einzige Erhöhung im Livanjsko Polje, die einen nicht denudierten Rest seines einstigen unebenen Bodens darstellt; sonst kommen solche Hügel öfter vor und werden fast in keinem Polje vermisst. Die Ablagerungen aus dem Neogen reichen auch höher hinauf, als die absolute Höhe des Hum beträgt; er kann also zur Zeit des Neogen im See von Livno nur eine unterseeische Bank gewesen sein. An seinen Gehängen gewahrt man Nischen, die den heutigen hohen Wasserstand im Livanjsko Polje anzeichnen.

Die Bodenfläche des Ždralovac ist eben, sumpfig auch zur Sommerzeit, ohne neogene Ablagerungen. Darin sind nur Gräben mit zeitweiligen Wasserläufen und kleine Ponore vorhanden, deren wir später gedenken werden.

Die wichtigsten Gewässer fließen und verschwinden unterirdisch im Livanjsko Polje (im engeren Sinne). Derartig sind die Bistrica, die bei niedrigem Wasserstande in einer Secunde $0.75 m^3$ Wasser führt, bei Hochwasser $43 m^3$, Žabljak mit $2 m^3$, resp. 31 und Studba mit 197, resp. $63 m^3$ Wasser. (Ballif, Wasserbauten, I. Theil.) Bei Prisap befindet sich auch eine Estavelle, die geringere Wassermengen abgibt, sodann viele Quellen. Diese Gewässer vereinigen sich und bilden das Flüsschen Plouča. Zwischen den Dörfern Čaić und Prolog verzweigt es sich deltaartig, und seine Arme werden von mehreren Ponoren verschlungen. Die bedeutendsten derselben sind folgende: 1. der Ponor von Čaić, eine Doline von 40—50 m im Durchmesser, mit einem geräumigen Schlundloch; in Cascaden von 8—10 m Höhe stürzt sich in diesen ein Arm der Plouča; 2. geringere Wassermengen nehmen der Bristovi und Opaki Ponor auf, schmale höhlenähnliche Spalten im Hippuritenkalke; 3. bei Hochwasser functioniert am besten der Kameniti Ponor, der den Sommer hindurch kein Wasser führt, da es durch Spalten in tiefere, nicht untersuchte Kanäle entführt wird. Er ist eine gewöhnliche Höhle, größtentheils an Spalten entlang, die mit dem Schichtstreichen einen Winkel bilden, alle gleichsinnig nach Westen laufen, aber kurz sind und auseinandergehen; manche Höhlenpartien erstrecken sich mit den Schichten dahin, indem sie die Richtung NNW—SSO haben. Hier sind grosse, vortrefflich gelungene Meliorationsarbeiten ausgeführt, wodurch ein großer Theil des Polje trockengelegt worden ist: die Ponore sind erweitert und gereinigt, vor einem jeden sind Schutzwehren errichtet, die den Schlamm zurückhalten. Darum sind jetzt die Ueberschwemmungen im Livanjsko Polje ganz unbedeutend und halten nur eine kurze Zeit an (s. darüber Ballif, Wasserbauten, I. Theil).

Die südwestlichen Terrassen. Am Südrande des Livanjsko Polje (im engeren Sinne) befindet sich eine sehr regelmäßige Terrasse in tertiärem Mergel, die sich vom Dorfe Grborek bis zum Kirchhofe von Prolog in einer Länge von 7 km verfolgen lässt. Ihre absolute Höhe beträgt 712—715 m,

wächst darauf. Bei dem Dorfe Sajković wird sie von der ersten oder neogenen Kalkterrasse überragt, auf welcher das Dorf liegt. Diese reicht bis zum Dorfe Kazanci, und unter ihr erstreckt sich die einigermassen zerrissene zweite oder diluviale Terrasse.

Diese Terrassen bei den Dörfern Gubin, Sajković und Kazanci sind von mächtigen Schuttkegeln durchbrochen, die grösstentheils aus grossen Kalkgeschieben und aus Kalksand bestehen. So ein gewaltiger Schuttkegel, 2—3 km breit und 3—4 km weit, ins Polje reichend, trägt das Dorf Gubin. Oberhalb dieses Schuttkegels befindet sich zur Zeit keine Wasserrinne. Alle letztgenannten Eigenschaften beweisen klar, dass das ein alter, grösstentheils diluvialer Schuttkegel ist. An dem Mangel einer Wasserrinne über ihm lässt es sich erwägen, wie nachhältig die Denudation seit dem Diluvium bis zur Gegenwart war, da sie auch so tiefe Wasserrinnen, wie die dieses Schuttkegels gewesen sein muss, mit dem Erdboden gleichmachen konnte.

Bei dem Dorfe Kazanci befinden sich zwei kleinere Schuttkegel von den nämlichen Eigenschaften mit den oben besprochenen; sie dringen durch die Tertiärterrasse und verschmelzen sich mit der diluvialen.

Mit diesen Schuttkegeln zugleich beginnen auch Quellen an der südwestlichen Seite des Livanjsko Polje aufzutreten; eine derselben heisst Bukavac.

In dieser Partie des Livanjsko Polje herrschen bedeutende Inundationen vom November bis April, die die Ebene und die Torfmoore — z. B. Ševarevo Blato, Mlakve, Rašće und Ždralovac — unterhalb der Terrassen überfluten und bis zu dem oberen Rande der dritten oder heutigen Terrasse gelangen; wo diese nicht vorhanden ist, reichen sie bis zur Sohle der zweiten Alluvialterrasse hin.

Die besprochenen Schuttkegel, in die Diluvialterrasse eingefügt, waren ein Zeichen, dass sich ihre Beschaffenheit ändern werde; und in der That, von dem Dorfe Grabež bis zu Crni Lug erstreckt sich nur die zweite Terrasse, beinahe nirgends unterbrochen, circa 10 km lang, 150—200 m breit, 7—8 m oberhalb der unmittelbaren Bodenfläche des Polje. Diese hohe, typische Terrasse besteht bloß aus Kalkgeschieben und Kalkschutt; solches Material führen in der Regel Wildbäche mit sich, aber durch die Brandung an den Uferzonen ist es bedeutend, dazu meistentheils flach abgerundet. Bei Crni Lug ist diese Terrasse auf einer kurzen Strecke im Kalkstein eingeprägt, da kein diluviales Gerölle vorhanden ist. Dann beginnt ein sehr großer, zum grössten Theile alter Schuttkegel, der die nordwestliche Ecke des Polje erfüllt. Auf diesem Schuttkegel liegen die Häuser des Dorfes Grkovci, wonach wir ihn auch benennen werden. Seinen Schotter brachte die Peuljanska Reka herbei, die jetzt gar keinen Schotter mehr führen kann, wie wir es später sehen werden.

2. Die Terrassen an den nordöstlichen Gehängen. Die Terrassen an dieser Seite sind an Höhe und Beschaffenheit von jenen im SW verschieden.

In der äussersten nördlichen Partie des Livanjsko Polje tritt nur eine einzige, 715 m hohe Kalkterrasse auf, die 7—8 m über der Bodenfläche liegt und der Diluvialterrasse entspricht; zahlreiche Quellen entspringen unter

die alluviale Ebene überragt sie höchstens um 3—4 *m*. Bei den Ponoren der Plouča, zwischen den Dörfern Prolog und Odžak, nimmt sie ihr Ende.

Von den Dörfern Čaić und Odžak bis zum Dorfe Lištane erstreckt sich im Polje eine schmale Randzone, aus gelblichem, lockerem Sande gebildet, der aus neogenen Mergelkalken entstanden ist. Diese Zone ist terrassiert, und die absolute Höhe dieser jüngeren, diluvialen Terrasse beträgt 715 *m*, 5—8 *m* über der unmittelbaren Bodenfläche.

Bei dem Dorfe Rujan befinden sich zwei Terrassen: die erste, niedrigere, nur 5—6 *m* oberhalb der Thalsole, im allgemeinen von derselben absoluten Höhe wie die von Odžak im neogenen Mergel, stellt eine jüngere Terrasse dar, die mit der von Odžak gleichen Alters ist. Oberhalb derselben erhebt sich eine 10—15 *m* höhere ausgeprägte Terrasse, die in gelblichen, dichten jurassischen Kalkstein eingeschnitten ist, und deren absolute Höhe 725 · 730 *m* beträgt. Auf ihr liegen die Dörfer Gornji und Donji Rujan, wie denn überhaupt fast alle Dörfer im Livanjsko Polje auf Terrassen gelegen sind. Das ist die ältere neogene Terrasse. Im N hört sie bei dem Ponor der Jaruga auf.

Bei dem Dorfe Čaprazlije erscheinen wiederum zwei Terrassen, Poljanica genannt, die sehr gut erhalten sind. Beide liegen in diluvialem, ziemlich abgerundetem Schotter und Sand von neogenem Mergel; dieser höchstens 7—8 *m* mächtige Schutt lagert auf Kalkstein, die Ursache, weswegen auf der Poljanica Alluvialdolenen auftreten. Auf der oberen Terrasse liegt das Dorf Čaprazlije in 715 *m* absoluter Höhe, die Terrasse entspricht also der zweiten oder der von Odžak. In 3—4 *m* hohen Stufen geht sie in eine tiefere, dritte, recente Terrasse über.

Durch die besprochene Diluvialterrasse mit dem Dorfe Čaprazlije hat sich das Flösschen Jaruga durchgewühlt, welches, am Abhang der Tertiärterrasse von Rujan angelangt, in Ponore versinkt: ein Beweis, dass das Bett der Jaruga im Posttertiär entstanden ist. Zwei Ponore nehmen ihr Wasser auf: jener rechts ist eine Kalkwand, von Rissen zerklüftet, an denen entlang das Wasser einige unterirdische Kanäle gebildet hat; die Decke des größten Kanals ist eingestürzt, indem sich eine Oeffnung an der Oberfläche bildete, die den Namen Konjušnica führt; wenn die unterirdischen Kanäle mit Wasser überfüllt werden, so tritt es durch die Konjušnica wieder hinaus. Der linke Ponor ist ein engerer horizontaler Höhlengang.

Bei dem zerstreuten Dorfe Provo verschwindet der Diluvialschotter, und die zweite oder Diluvialterrasse von 715 *m* ist in Kalkstein eingeschnitten. Viel zuverlässiger als nach dem Schotter, worin sie liegt, lässt sich das Alter der Terrasse nach ihrer Höhe bestimmen. Vor ihr gewahrt man hie und da Reste der dritten recenten Terrasse, die in diluvialem Sande eingeschnitten ist.

Bei den Dörfern Gubin und Sajković befinden sich zwei sehr regelmässige Terrassen, die besonders in ihrer Beschaffenheit von den übrigen abweichen. Die zweite oder diluviale Terrasse besitzt ebenfalls eine absolute Höhe von 715 *m*, zeichnet sich aber durch ihre Breite aus, die 1—3 *km* beträgt; an der Sohle besteht sie aus neogenem Mergelkalke, auf diesem lagert gelblicher Sand mit mächtigen Kalkgeschieben. Dichtes Gebüsch

ihr. Diese beginnen allerdings zugleich mit den Schuttkegeln aufzutreten, kommen in noch größerer Menge längs der aus Kalkgeschieben zusammengesetzten Diluvialterrasse von Grabež—Crni Lug und am zahlreichsten bei Nuglašica vor.

Von Nuglašica bis Šegrlove kuće erstrecken sich wesentlich zwei regelmäßige, scharfkantige, oben abgeflachte Kalkterrassen. Die erste ist mit der bei Nuglašica an Höhe gleich, die andere ist um 10—15 m höher. An manchen Stellen werden sie von einer dritten, niedrigen, zerrissenen Kalkterrasse geschieden, die die erste um 4—5 m überragt.

Bei Šegrlove kuće sind alle drei Terrassen durch einen alten Schuttkegel unterbrochen, über dem sich jetzt keine Thalfurche mehr befindet. Der Schuttkegel dringt also durch die tertiäre und diluviale Terrasse, ohne jedoch ein recenter zu sein. Solche Schuttkegel stellen uns Deltas von Bächen dar, die in den neogenen See mündeten; im Diluvium dauerte ihre Bildung fort, sodann hörte sie allmählich auf.

Aehnliche Eigenschaften weisen auch die Terrassen auf, die sich von hier bis zu dem Dorfe Vrbica ziehen. Der Weg führt am Rande des Polje auf der ersten Terrasse dahin, stellenweise sieht man diese von Stücken der zweiten niedrigen Terrasse überragt, darauf folgen die hohen Steilhänge der Tertiärterrasse. Bei der dem Dorfe Bogdaši angehörenden Häusergruppe Potkućnica sind die beiden unteren Terrassen von einem alten Schuttkegel durchbrochen, die obere nicht; es sind aber auch die beiden ersten in ihm eingeschnitten. Bei dem Dorfe Vrbica ist in solch einem Schuttkegel nur die unterste Terrasse eingeschnitten.

Von Vrbica bis Radanovci erfährt der Charakter der Terrassen eine bedeutende Aenderung. Alle drei Terrassen vereinigen sich zu einer einzigen hohen, die 25—30 m über die Thalfläche emporragt. Bei dem Dörfchen Bojmonti befinden sich zwei Kalkterrassen, bei Čelebić verschwinden sie, ohne bis zum Dorfe Kovačić wieder zum Vorschein zu kommen.

Im ganzen Ždralovac bis Vrbica sieht man an der Sohle des Polje nirgends neogene Ablagerungen, selbst nicht in den Wasserrinnen, die an manchen Stellen vorhanden sind. Hier befindet sich zwischen Vrbica und Sajković die zweite Verengerung des Livanjsko Polje; den ganzen Rand des Ždralovac entlang befinden sich zahlreiche aber zumeist schwache Quellen, die nur zur Regenzeit Wasser führen und deren fast jede eine Mühle bewegt. In der Ecke unterhalb Nuglašica befindet sich ein See (Jezero) mit drei Estavellen; seitdem die Ponore des Livanjsko Polje gereinigt sind, ist es nur ein periodischer See, dessen Boden aus feinem Humussylt besteht und von zahllosen Paludinen übersät ist.

Bei Čelebić vertritt die Terrassen ein großer Schuttkegel, der größte im NO des Polje. Ueber ihm befindet sich die lange, aber seichte Thalfurche Livadničke Drage. Sie führt jetzt eine geringe Schuttmenge herab; das ist auch ein älterer Schuttkegel, obwohl sein Wachsthum immerfort dauert. Von dem Dorfe Vrbica bei Čelebić treten unter den Terrassen und Schuttkegeln mächtige tertiäre Mergel auf, die die Sohle des Polje bilden. Infolge dessen erscheint bei dem Dorfe Kovačić eine Diluvial-

terrasse, die an jene im SW des Polje erinnert. Sie ist in Neogenmergeln eingeschnitten.

Zwischen Kovačić und dem Dorfe Strupnić liegt im Polje eine kleine von Schotter erfüllte Bucht, über der sich jetzt nur eine seichte Wasserrinne befindet. Unterhalb Strupnić liegen wiederum zwei Kalkterrassen, danach ist die untere in Neogenmergeln und nur die obere in Kalkstein (das Dorf Ljusnić), und bei dem Dorfe Prisap sind drei Terrassen: die zwei unteren in Neogenmergeln, die höchste in Kalkstein. Von hier bis Livno gibt es nirgends ausgeprägte Terrassen mehr, ausgenommen einige Bruchstücke bei dem Dorfe Priluka.

Charakteristisch ist die Oberfläche der höchsten Terrasse, die ich zwischen Bojmonti und Nuglašica an mehreren Stellen besichtigt habe. Sie ist geräumig, im wesentlichen eben und hie und da mit Dolinen. An manchen Stellen ist sie 700—800 *m* breit, lehnt sich an die Steilhänge der Umrandung unter sehr scharfem Winkel an, ist aber von hier bis an ihren eigenen Rand kaum merklich geneigt, höchstens 30—40 *m*. Sie besteht aus jurassischem Kalke, dessen Schichten normal, in der dinarischen Richtung streichen und WSW, in das Polje, einfallen. Das dem Polje zugekehrte Terrassengehänge ist ein echtes Steilufer, die Bodenfläche des Polje höchstens um 40 *m* überragend; der Rand der höchsten oder tertiären Terrasse besitzt aber eine absolute Höhe von 740 *m*, so dass es mit Bestimmtheit festgestellt werden kann, dass die entsprechenden Terrassen im SW und NO von Ždralovac und Livanjsko Polje nicht in gleicher Höhe liegen. Die Terrassen im NO sind höher.

Von Vrbica bis zu dem Becken der Plouća besteht die Bodenfläche des Polje in ihren tiefstgelegenen Partien aus neogenen Mergelkalken; bloß die Umgebung des Rujansko Jezero bildet davon eine Ausnahme. Das Polje erscheint durchaus eben, es kommen aber darauf sanfte Erhebungen vor, die daran erkannt werden, dass sie die übrigen Partien des Polje dem Blicke entziehen, auch gibt es stellenweise tiefere Rinnen im Mergel. Einigermaßen bedeutendere Anhöhen liegen bei dem Dorfe Donji Rujani, und die höchste von ihnen heisst Brižina. Von Čelebić führt zu ihr ein alter Damm, «Kaldrma» genannt, der 1—1½ *m* höher als die Sohle des Polje ist, ein Beweis, dass die Inundationen auch in früheren historischen Zeiten hoch werden konnten. Diese kaum bemerkbaren neogenen Anhöhen und der beschriebene Hum scheiden das Becken der Plouća von dem Ševarevo Blato und dem Ždralovac. In dieser Anhöhe eben liegt das Rujansko Jezero (See von Rujani), dessen Wasser zum größten Theil von Ueberschwemmungen herrührt. Der See reicht mit seinem Grunde bis zum Grundwasser hinab, das überall im Livanjsko Polje in geringer Tiefe liegt, weshalb seine tiefsten Partien niemals austrocknen. Das ist ein von Torfmoor umgebener Wasserschacht, 400—500 *m* im Durchmesser.

Die Schuttkegel an den Gehängen des Livanjsko Polje bilden eine sehr interessante Erscheinung. Es sind zwei Arten zu unterscheiden. Die einen durchbrechen alle Terrassen, sowohl die tertiären als auch die diluvialen, die Schuttkegel selbst sind jedoch nicht terrassiert, sondern

gewölbt, mit normaler Böschung zur Bodenfläche. Das sind alte, jedenfalls noch neogene Schuttkegel; sie waren aber ununterbrochen tätig, wurden immerfort durch neuen Schutt erneuert, so dass sich auf ihnen keine Terrassen bildeten. Die anderen Schuttkegel haben ebenfalls die tertiäre und diluviale Terrasse durchbrochen, sie sind aber auch terrassiert, sie weisen entweder beide oder bloß die Diluvialterrasse auf. Solche Schuttkegel sind unthätig, passiv geworden, sie werden nicht mehr erneuert, obwohl sie von gleichem Alter mit den ersteren sein können. Besitzen sie beide Terrassen, so müssen sie noch im Neogen außer Thätigkeit gesetzt worden sein; wenn sie nur die Diluvialterrasse haben, so sind sie erst nach dem Neogen passiv geworden.

Auf Grund dieser Voraussetzungen lassen sich alle Erscheinungen an den Schuttkegeln erklären. Es ist bezeichnend, dass über sehr alten Schuttkegeln, die längst unthätig geworden sind, breite und tiefe Wasserrinnen durchaus fehlen; über Schuttkegel, die auch später erneuert wurden oder auch gegenwärtig in geringem Maße erneuert werden, sind allerdings sehr seichte Wasserrinnen vorhanden. Das vollständige Verschwinden der Wasserrinnen oberhalb der Schuttkegeln weist auf, wie intensiv die Denudation seit dem Neogen bis zur Gegenwart gewesen war; diese Erscheinung gibt ein Maß zur Bestimmung der Intensität der Denudation.

Von dem Dorfe Priluka bis Livno geht in dem Charakter der Gehänge, mit dem bisherigen verglichen, eine tiefgreifende Aenderung vor. Die Terrassen verschwinden, an den Ufern zieht sich eine schmale Zone neogener Mergel hin, die bloß von dem großen Schuttkegel des Flüsschens Brina unterbrochen wird; dieser Schuttkegel ist größtentheils von höherem Alter, obwohl er auch heute rastlos erneuert wird. Vor Livno befindet sich ein Steinbruch neogener Mergelplatten. Diese Mergel reichen bis in die Stadt hinein, und dicht unterhalb der Quelle des Flusses Bistrica gewahrt man eine interessante tektonische Erscheinung.

Die Tertiärmergel fallen nach NO und dringen unter die dichten gelblichen und grauen Kalke hinein, die von v. Mojsisovics zu den jurassischen gezählt worden sind; diese Kalke fallen ebenfalls nach NO, so dass wir an diesem Rande bei Livno eine Ueberschiebung haben.

Dicht oberhalb dieser Dislocation erblickt man an der Kalkwand mehrere Höhlen und Spalten, aus denen die Bistrica entspringt. Sie heißen Jezero, Dizdareva Pećina und Tuman. Nur im Frühling und Herbste tritt Wasser aus allen Höhlen sowie aus dem Jezero hervor, zur Sommerzeit im wesentlichsten aus der rechts gelegenen Dizdareva Pećina, sodann etwas schwächer aus der rechten Felsenspalte Tuman. Oberhalb dieser Höhlen bis zum Jezero beginnt eine kleine Schlucht in dem Jurakalke, um die herum zahlreiche Wachtthürme und Burgen stehen.

Späteren Untersuchungen bleibt es vorbehalten, festzustellen, ob die Anhöhe inmitten von Livno, auf der die Bušatlijini Dvori und Glavica Džamija stehen, nicht auch eine Terrasse ist, da sie einen sehr scharfen Oberrand sowie eine regelmäßige Terrassenböschung besitzt.

II. Das Buško Blato

Es besteht aus dem schmalen Arme von Srdjević, der in das Becken des Flusses Opačica und der Bäche Klačnik und Mandak zerfällt, sodann aus dem ausgedehnten Buško Blato in engerem Sinne.

Die Bodenfläche des ganzen Armes von Srdjević besteht aus neogenen Mergeln, bloß das kleine Becken des Klačnik macht davon eine Ausnahme. Es ist charakteristisch, dass im nordöstlichen Gehänge dieses Armes bei dem Dorfe Srdjević der Neogen bis zur Höhe von circa 800 *m* emporsteigt, also bis zur gleichen Höhe wie in Livno, verschieden von allen übrigen Partien des Polje, wo er in geringerer Höhe liegt. Wie im Livanjsko Polje befinden sich auch hier die Ponore sämtlicher Flösschen am südwestlichen Rande. Die tertiäre Terrasse, die im Kalksteine eingeschnitten ist, erscheint an mehreren Stellen bei dem Dorfe Čuklić, indem sie sich bis zum Dorfe Podgradina erstreckt. Ihr Oberrand ist scharf, die Gehänge sind aber stark zerwühlt, und durch diese Rinnen ist die Terrasse in Stücke zerlegt.

Die Flösschen der einzelnen Becken des Armes von Srdjević schlängeln sich durch seichte Rinnen im Mergel dahin; sie fließen sehr langsam und überschwemmen ihre Gebiete nur in geringem Maße. In dem Becken des Klačnik dauert die Inundation am längsten, von December bis Mai. Einigermaßen macht eine Ausnahme davon der Bach Mandak, der im Kalke ein ausgebreitetes Flussgebiet besitzt, bei dem Dorfe Podhum einen sehr großen Schuttkegel aufhäuft und bei dem Dorfe Varželare in Ponoren versinkt.

Vom Becken des letztgenannten Baches ist die Bodenfläche zum Buško Blato hin geböscht und wird das Bijelo Polje genannt; darauf treffen wir zwei Querterrassen an, wie wir sie bisher in keinem Polje von Bosnien gesehen haben, da alle Längsterrassen waren; die obere, im neogenen Mergel, ist nur 2—3 *m* über die unmittelbare Ebene hoch, die untere ist weit charakteristischer und wird Kraljičin Prisap genannt. Sie besteht aus kleinen, flachen, höchstens nussgroßen, stark abgerundeten Kalkgeschieben, die mit dem Schotter, der durch Wellenbrandung entsteht, völlig gleich sind. Oben sind sie locker, in den unteren Partien durch Kalkcement zu Conglomeraten verfestigt. Sie bilden einen mächtigen Wall, der zur Längsachse des Polje senkrecht liegt und das Buško Blato von dem Arme von Srdjević scheidet; seine Länge beträgt über 2 *km*, seine Breite über 85 *m*, sein höchster Punkt über dem Buško Blato liegt 13 *m* hoch. Es lassen sich in ihm drei kleinere Wälle unterscheiden, deren Höhe vom Buško Blato zum Bijelo Polje hin derart zunimmt, dass die äußerste nördliche Partie am höchsten ist. Der erste am Buško Blato ist 6 *m* hoch, der zweite überragt diesen um 3 *m*, der dritte den zweiten um 5 *m*. Höchst auffallend ist es, dass die dem Buško Blato zugekehrten Gehänge aller Wälle sehr sanft geböscht, die entgegengesetzten schroff, beinahe Steilhänge sind. Auch in seiner Gesamtheit nimmt der Wall vom Buško Blato bis zu seinem höchsten Punkte nur ganz allmählich an Höhe zu, um von hier ganz steil in das Bijelo Polje abzufallen. Er besitzt also die Eigenschaften einer Düne. Der Volkssage gemäß soll ihn eine Königin erbaut haben, um das Bijelo Polje vor den Ueber-

schwemmungen zu bewahren, die sich aus dem Buško Blato verbreiten. Es kann aber kein Zweifel herrschen, dass er durch Brandung entstanden ist und einen Wellenwall, eine Wellendüne darstellt, die zungenförmig, ausgebuchtet gegen das Buško Blato, die Mergelterrasse mit dem westlichen Kalkrande verbunden hat. Ihre Entstehung an eben dieser Stelle veranlassten die Windrichtungen, die sich in dieser Ecke kreuzen. Der Südwind, als der stärkste in dieser Gegend, sowie der Ostwind, besonders diese beiden trieben die Wogen in dieser Richtung hin, indem sie den Kraljičin Prisap bildeten.

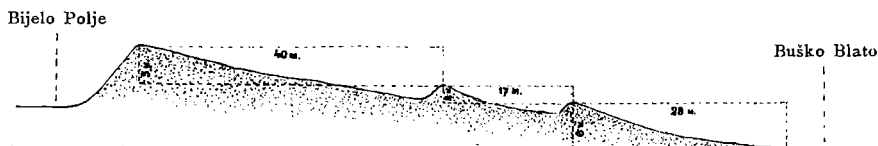


Fig. 1. Sand- und Schotterdämme im Buško Blato

An der Oberfläche des Buško Blato kommen nirgends neogene Mergel vor. Selbst in den tiefsten Flussbetten des Polje trifft man nur folgende Schichtenreihe an: oben sandiger Lehm, der an manchen Stellen Humus enthält; er ist einen halben Meter dick und enthält zahllose Paludinen; das sind dieselben Ablagerungen, die heute bei Ueberschwemmungen des Buško Blato zurückbleiben. Unter dem Lehm befindet sich 1 m dicker, mit Sylt untermengter Schotter, der mit jenem im Kraljičin Prisap übereinstimmt; das ist diluviale Ablagerung. An ihm erkennt man, dass auch der Kraljičin Prisap zum größten Theil diluviales Alter besitzt.

Die Bodenfläche des Buško Blato ist von seichten Wasserrinnen zerwühlt, deren Flüsschen ebenfalls alle am südwestlichen Rande von Ponoren verschluckt werden. Das erste derartige Flüsschen, das dem Kraljičin Prisap am nächsten ist, heißt Matkovača, da seine Quellen unter einem Kalkhügel liegen, der sich vereinzelt aus der alluvialen Bodenfläche erhebt und diesen Namen führt. Es versinkt in den Ponoren Proždrikoza (= Ziegenfresser); das sind einige spaltenförmige, von Ablagerungen verstopfte Felsponore; in Ruda im Sinjsko Polje soll sie wiederum an der Oberfläche erscheinen. Tiefer und größer ist die Sinjska Jaruga, die im Sinjski Ponor endet. Das bedeutendste derartige Flüsschen des Buško Blato ist jedoch die Ričina. Sie entspringt aus einer großen Höhle im Osten des Buško Blato bei dem Dorfe Vrelo; das Polje setzt sich in dieser Richtung in einen schmalen Arm fort, der ausschließlich durch die Erosion der Ričina entstanden und 500—600 m breit ist; viele Schuttkegel von Wildbächen, insbesondere des Pisak, dringen von Norden in diesen Arm ein; auf dem Schuttkegel des genannten Baches liegt das Dörfchen Prevala, dessen Häuser dieser Bach davonträgt und verschüttet. Bei dem Felssporne Naklo tritt die Ričina in das Buško Blato, indem sie sich durch dieses dahinschlängelt, immer mehr gewunden, je näher sie zu dem im SW gelegenen Ponore herankommt. Unterwegs gibt sie ihr Wasser an Schlundlöcher ab, die gewöhnlich an den Krümmungen liegen, die Hauptmasse ihres Wassers aber verschwindet in dem

großen Ponore bei der alten Mlinica, dem tiefsten Punkte im Buško Blato, der in 700 m absoluter Höhe liegt. Die Umrahmung des Polje ist hier mannigfaltig zerfranst, da die Wasserströmungen bei Ueberschwemmungen in der Richtung des Schichtstreichens vordringen und erosive Erweiterungen bilden.

Ausser diesen Flösschen gibt es am östlichen Gehänge des Buško Blato auch starke Quellen, z. B.: Mukeštica, Babino Vrelo, Kuželj u. a.

Diese Gewässer setzen zur Herbstzeit das ganze Buško Blato bis zu dem Kraljičin Prisap unter Wasser. An den steilen Kalkgehängen des Polje sieht man in 2,5—3 m Höhe über der Bodenfläche eine scharfgezeichnete Strandlinie, die den normalen, höchsten Wasserstand angibt. In mehreren Jahren trifft es wohl einmal zu, dass das Wasser auch den Kraljičin Prisap überflutet und die tief gelegene Partie des Bijelo Polje, die unmittelbar hinter dem Damm liegt, überschwemmt, ohne aber je bis zur ersten Querterrasse im Mergelkalke vorzudringen. Das Wasser bleibt in dem Buško Blato bis zum Sommer stehen, versiegt dann, obwohl auch im Spätsommer die östlichen Partien sumpfig oder Torfmoore sind; diese führen den Namen Jezero.

An vielen Stellen sieht man in der Umrahmung des Buško Blato Einschnitte, die 5—6 m über der Thalfläche liegen und bei den Ponoren der Ričina besonders ausgeprägt sind. Sie stellen Spuren eines älteren, höheren Wasserstandes im Buško Blato dar. Solche Terrassen, die den tertiären entsprechen würden, kommen darin nirgends vor. Wie oben gesagt wurde, ist auch neogener Mergel im Buško Blato nirgends festgestellt worden. Doch der neogene Mergel, der die Bodenfläche des ganzen Srdjevički Rukavac (= Arm von Srdjević) bildet, spricht dafür, dass das Livanjsko Polje und das Buško Blato im Neogen einen einzigen großen See gebildet haben müssen. Die beiden Terrassen, der Kraljičin Prisap und die andere höhere, rühren aus dem Diluvium her; unter ihnen liegt die tiefste Partie des Livanjsko Polje, das Buško Blato; darum ist es durchaus nicht möglich, dass das Buško Blato zum Tertiär mit dem Livanjsko Polje keine Gesammtheit gebildet haben sollte. Es wäre nur so möglich, wenn das Becken des Buško Blato nach dem Tertiär entstanden wäre. Zu Ende des Tertiär kamen auch wirklich Dislocationen in den neogenen Mergeln vor, und dadurch wurden Unebenheiten an der Sohle des Polje gebildet; sie waren jedoch durchaus nicht bedeutend genug, um tiefe und ausgedehnte Becken herzustellen, wie es das Buško Blato ist; dagegen sprechen auch alle meine Beobachtungen in den Poljen von Westbosnien und der Hercegovina, durch die nur unbedeutende posttertiäre Verschiebungen festgestellt werden konnten. Das Buško Blato muss im Tertiär eine sehr tiefe Partie des Livanjsko Polje gewesen sein, deren neogene Ablagerungen durch jüngere verschüttet wurden; durch Bohrungen aber würde man sie in der Tiefe ganz gewiss antreffen.

Danach war das Buško Blato im Neogen nur ein Theil des großen Sees von Livno. Nach dem Tertiär jedoch wurde es von dem Livanjsko Polje hydrographisch geschieden, indem es ein selbständiges Becken bildete. Nach der erwähnten Terrasse, sowie nach den diluvialen Ablagerungen, die sich unter den recenten befinden, zu urtheilen, mag das Buško Blato auch im Diluvium ein ständiger See gewesen sein. Die Terrassen und der Kral-

jičin Prisap weisen auf, wie sich der Diluvialsee allmählich zurückzog, stets kleiner werdend, und wie das ganze Bijelo Polje vom Diluvialwasser frei wurde. Sodann trat der gegenwärtige Zustand ein, wonach das Buško Blato 8—9 Monate unter Wasser und nur 3—4 Sommermonate, obwohl auch dieses nicht immer vollständig, trocken liegt.

Bildung des Beckens, posthume Dislocationen; Aenderungen der hydrographischen Verhältnisse

Dieses ausgedehnte Polje, ebener als irgend ein anderes, ist tektonischen Ursprunges. Seinen südwestlichen Rand begleitet eine große Längsverwerfung, an der entlang der südwestliche Flügel sich senkte. Diese Gehänge sind steiler und aus Hippuritenkalk zusammengesetzt, während die sanfter geböschten nordöstlichen auch aus jurassischem Kalke bestehen.

Diese Senkung nahm auch nach dem Neogen ihren Fortgang. Die Süßwassermergel sind in dem ganzen Polje dislociert, überdies reichen sie am nordöstlichen Rande weit höher hinauf als am südwestlichen; bei Livno und im Srdjevički Rukavac erreichen sie eine Höhe von 800 *m*. Oberhalb Livno fallen sie unter die Jurakalke ein, die posthumen Bewegungen nahmen also einen solchen Verlauf, dass die älteren Schichten der Umrandung die jüngeren zu überdecken streben. Die posthumen Bewegungen können auch an der verschiedenen Höhe derselben Terrassen am nordöstlichen und südwestlichen Rande des Polje erkannt werden; es kann sogar aus den Höhenunterschieden zwischen denselben Terrassen ein Schluss über die Senkungsintensität gezogen werden; die größten Höhenunterschiede, 15 *m*, bestehen zwischen den neogenen Terrassen, die Diluvialterrassen weisen kleinere auf, die recenten gar keine. Die Bodenfläche des Livanjsko Polje ist gegen SW geneigt, die Schlundlöcherflüsse fließen in dieser Richtung dahin, und alle Ponore liegen am südwestlichen Rande; diese Regelmäßigkeit kann kein Zufall sein und steht gewiss mit der Senkung der südwestlichen Umrandung in enger Beziehung. Hier tritt ein Gürtel der alten Schotter und Conglomerate auf, die entweder gar nicht oder nur höchst selten am nordöstlichen Rande gefunden werden können; sollte auch diese Erscheinung mit der Senkung der südwestlichen Partien des Polje in Verbindung stehen, so sind sie dadurch entstanden, dass sich Bäche mit starker Erosionskraft entwickelten, die diesen Schotter hergeführt haben.

In dem Livanjsko Polje befinden sich drei Terrassen. Die höchste, in jurassischen und cretacischen Kalken eingeschnitten, besitzt am nordöstlichen Rande eine absolute Höhe von 740 *m*, am südwestlichen 725 *m*. Stellenweise setzt sie sich vom Rande des Polje beiderseits in kleine Ebenheiten fort, die den Anschein geben, als befände sich in der hohen Umrandung des Polje zuerst eine ältere Bodenfläche, sodann die heutige niedrigere. Das ist ohne Zweifel eine neogene Terrasse, die den höchsten Wasserstand des neogenen Sees von Livno angibt. Unter ihr befindet sich eine andere Terrasse, die am nordöstlichen Rande 720 *m*, am südwestlichen 715 *m* hoch und in Kalkconglomeraten und Neogenmergeln eingeschnitten ist. Zweifellos aus dem

Postneogen, bezeichnet sie das Niveau des diluvialen Sees von Livno. Die tiefste Terrasse besitzt eine stabile Höhe von 710 *m*. Bis zu ihrem oberen Rande reicht das Wasser heute auch bei höchstem Stande nicht mehr hinauf; sie ist aber auch nicht diluvial. Jedenfalls bezeichnet sie aber den Wasserstand, der dem gegenwärtigen unmittelbar vorangiegt, und deshalb wollen wir sie die recente Terrasse nennen.

Nach der Verbreitung der neogenen Ablagerungen ist es unzweifelhaft, dass das ganze Becken des Livanjsko Polje im Neogen ein See gewesen war, der an der Oberfläche keinen Abfluss hatte. In diesem Zeitraume ist die Bodenfläche des Polje im wesentlichsten geebnet worden. Zu Ende des Neogens und zu Anfang des Diluviums nahm das Niveau des Sees beträchtlich an Höhe ab, obgleich das infolge der posthumer Verschiebungen in Zahlen nicht genau angegeben werden kann. Die hydrographischen Verhältnisse wurden den heutigen immer ähnlicher. Statt eines einzigen Sees schieden sich drei selbständige hydrographische Becken aus: Ždralovac mit dem Ševarovo Blato, das Livanjsko Polje im engeren Sinne und das Buško Blato; wie in der Gegenwart, so wurden sie auch damals durch Querriegel aus Neogenmergeln getrennt.

In den selbständigen Becken entstanden und erweiterten sich im Laufe der Zeit Ponore, die zu den Niveauschwankungen des Wassers, ja sogar zu zeitweiligen Austrocknungen der Bodenfläche beträchtlich beitrugen. Gleichzeitig entstanden auch die Rinnen der heutigen Schlundlöcherflüsse, die also von sehr jungem Alter sind. Aus den diluvialen entwickelten sich die heutigen hydrographischen Zustände dadurch, dass die Inundationen eine geringere Ausbreitung erhielten.

GRAHOVO

Vom nordwestlichen Ende des Livanjsko Polje an zieht sich gen NW eine Reihe kleiner Poljen und Karstmulden hin, die durch niedrige Querriegel von einander getrennt sind. Plastisch stellen sie eine Gesamtheit her, die den Namen Grahovo führt. Sie liegen sämtlich auf der Wasserscheide zwischen der Una und der Krka, an der Grenze von Dalmatien entlang, das nordwestlichste von diesen Poljen ist das letzte Polje von Bosnien; weiter nördlich beginnen die Poljen von Lika.

Der ganze Zug dieser Karstmulden und Poljen sowie ihre Längsachsen folgen dem Schichtstreichen.

Zunächst liegen die Karstmulden bei dem Dorfe Peulj, die gegen das Livanjsko Polje offen sind, sodann beginnt ein Zug geschlossener Karstbecken, deren erstes die Vlasselje ist; dieses Becken ist 2 *km* lang und 700—800 *m* breit, besitzt eine fast ebene Bodenfläche, ist von vielen Dolinen bedeckt, und seine absolute Höhe beträgt etwa 800 *m*. Weiter nordwestlich befindet sich eine größere Karstmulde, Korita genannt, mit einem gleichnamigen Dorfe darin. Ihre Länge beträgt 6—7 *km*, ihre Breite wiederum 700—800 *m*; sie besitzt eine ebene Bodenfläche, deren absolute Höhe 810 bis

820 *m* beträgt, unter zahllosen Felsdolinen, wozwischen geräumigere Flächen liegen. In dieses Becken tritt das Flüsschen Zvijezda ein, das durch das Pašića Polje hindurchfließt und von einigen Ponoren im Nordwesten des Koritabeckens aufgeschluckt wird. An der Zvijezda sowie an anderen Stellen kommen in diesem Polje kleinere Ebenen vor, so dass es einen Uebergang von Karstmulde («Uvala») zum Polje bildet.

Einen typischen Charakter weist das Pašića Polje auf, ein rundliches Becken, 3—4 *km* im Durchmesser, von ebener Bodenfläche, ohne Dolinen, mit einer absoluten Höhe von circa 790 *m*. Von seiner Sohle ragen niedrige, aus tertiären Mergeln und Lehm gebildete Hügel empor, stellenweise mit jüngerem, diluvialem Sande und Schotter auf den genannten Ablagerungen. Die Gehänge, namentlich um das Dorf Oblaj herum, zeigen typische Terrassen im Kalkstein.

Im NW ist das Pašića Polje durch das Flussnetz des Flüsschens Korana stark zerfranst, welches vor seinem Ponore Zvijezda genannt wird. Von dem kleinen Flecken Arežin Brijeg besteht der Boden weiter hinauf aus Dolomit, der mit Melaphyren und Wengener Sandstein untermengt ist. Darin befinden sich die tiefen Thälchen der Quellarme der Korana ausgehöhlt, die sämmtlich breit und reich an Schotter sind. Auf dem Dolomit lagern gegen das neue Polje Grahovo röthliche, ein wenig silicathaltige Kalksteine; in diesen kommen Einschaltungen von rothen jurassischen Mergelkalken mit zahlreichen Ammoniten vor.

Durch eine Klamm oberhalb des Dorfes Oblaj verlässt die Korana dieses wasserreiche Gebiet, indem sie in das Pašića Polje eintritt. Während sie durch dieses in mannigfaltigen Krümmungen dahinfließt, gibt sie beiderseits Seitenarme ab, die in Schlundlöchern und Ponoren versinken, so dass sich das Flüsschen spindelartig verästelt. In der südöstlichen Umrahmung der Polje hat es eine kleine Klamm eingeschnitten und nach kurzem Laufe verschwindet es in grossen Ponoren.

Die selbständige Oberpartie der Korana, ohne Zweifel von höherem Alter als das Pašića Polje, ihre Geschwindigkeit und ihr Wasserreichthum sprechen dafür, dass das Pašića Polje im wesentlichen durch ihre Erosion entstanden ist. Die Richtung der Erosion scheint durch die große Längsverwerfung von Grahovo vorbezeichnet gewesen zu sein.

Aber das größte Polje dieses Gebietes heißt ebenfalls Grahovo (770 bis 800 *m*). Die Gebirge Ilica, Kamenica, Vijenac und Jedovnik bilden seine Umrahmung. Die südwestlichen Gehänge des Polje bestehen aus Dolomit, tiefe Runsen haben sie gefurcht, deren Bäche sich in das Polje ergießen. In diesen sind bloßgelegt: neogener gelblicher und bläulicher Lehm, worauf diluvialer Schotter und recenter Lehm liegt.

Aus gelbem Lehm, Sand und Schotter bestehen auch die niedrigen Hügel, die sich hie und da auf der Bodenfläche des Polje erheben. Die nordöstlichen Gehänge des Polje sind aus dichtem, gelblichem Kalke gebildet, den v. Mojsisovics zu den jurassischen rechnet. Er liegt in gleichem Niveau mit den Dolomiten der südwestlichen Gehänge, so dass das Grahovo auf einer Längsverwerfung zu liegen scheint.

Von den erwähnten Hügeln abgesehen, ist die Bodenfläche des Polje eine Ebene, insbesondere in seiner nordöstlichen Partie. Ueberdies zeichnen sich die Randpartien des Grahovo durch eine besonders ausgeprägte felsige Oberfläche im NO, Valovlje genannt, und durch die Ebenheit am nordöstlichen Gehänge aus.

Im Valovlje sind von Interesse zahlreiche, an der Oberfläche weißliche, kahle und zerfressene Felssporne aus schwärzlichem, sandigem Kalke, welche bei dem Dorfe Resanovci 10—15 m über dem Boden des Polje emporragen. Weiter trifft man im Valovlje Nischen, die von der Brandung gebildet wurden, sodann spaltenförmige Schlundlöcher und alte, nicht mehr functionierende Ponore. Es wurde also ganz bestimmt nicht nur inundiert, sondern es befanden sich hier sogar sehr bedeutende Ponore des Grahovsko Polje. Bis zum Durchbruch des heutigen Ponors, der in der Nähe des Valovlje liegt, blieb das Wasser im Polje stehen und inundierte das Valovlje, indem es durch seine spaltenförmigen Ponore nur schwach abfließen konnte; deswegen kommt zwischen den Felsen des Valovlje gelblicher Sand vor. An der Jaruga, dem einzigen größeren Flüsschen des Polje, befanden sich Waldbestände.

Der Ponor der Jaruga ist eine Höhle, vorgezeichnet durch eine Spalte, von der die Kalkschichten bis zur Oberfläche durchschnitten sind. Der Höhlengang ist auch weiterhin frei und geräumig, so dass er große Wassermengen aufnehmen kann. Deshalb wird das Polje gegenwärtig eigentlich gar nicht inundiert. Im Sommer reicht das Wasser nicht einmal bis zur Höhle hin, sondern wird von davorliegenden Sauglöchern aufgeschluckt. Das Wasser des Grahovsko Polje tritt abermals zutage in dem Dorfe Bastaji im Flussgebiet des Unac: wenn das Wasser des Grahovsko Polje trübe ist, so erscheint es auch dort trübe; die Hanfspäne, die in der Höhle verschwinden, erscheinen in den Quellen des Dorfes Bastaji. Sehr selten tritt der Fall ein, dass der Ponor nicht die gesammte Wassermenge fassen kann; das Wasser staut sich dann unterhalb des Dorfes Resanovci, indem es von Schlundlöchern der Valovlje aufgeschluckt wird.

Die nordöstlichen Gehänge des Polje begleitet eine Ebenheit, die den Boden des Polje um 15—20 m überragt, sehr breit, mit vielen Felsspornen und mit zahlreichen Dolinen. Es besteht aus gelblichgrauem Kalke, dessen Schichten nach SW fallen. Die Gestaltung seiner Oberfläche ist weniger unregelmäßig als im Valovlje, und es stellt den Boden einer Karstmulde (Uvala) dar, den Rest eines älteren Stadiums in der Entwicklung des Polje.

Die Gestalt des Polje mag in ihren wesentlichsten Zügen schon im Neogen vollendet gewesen sein: dafür spricht der gelbliche und der bläuliche neogene Lehm. Im Diluvium muss aber bestimmt ein hoher Wasserstand eingetreten sein, da die diluvilen Ablagerungen über das ganze Polje verbreitet sind, und die Hauptrolle der Ponore wurde damals von den jetzt nicht mehr functionierenden Ponoren des Valovlje verrichtet. Seitdem sich der große Höhlenponor eröffnet und erweitert hatte, wurde das Polje immer weniger inundiert, so dass es jetzt beinahe ohne Ueberschwemmungen ist.

Im SO ist das Grahovsko Polje von einem Grate umsäumt, der sich über den Boden des Polje 50—60 m erhebt, und um den sich beiderseits das Polje in zwei Vertiefungen fortsetzt. Die eine erstreckt sich über eine Einsattlung von 15—20 m relativer Höhe in den Begovac, von hier in die Zvijezda und das Pašića Polje, wie es schon dargelegt worden ist. Die andere ist eigentlich die Fortsetzung der Ebenheit, die die nordöstlichen Gehänge des Grahovsko Polje begleitet. Sie stellt eine Karstmulde dar, die 0,5—1 km breit, 8—9 km lang und gegenüber dem Grate Oblaj 130—140 m tief ist und in gelblichgrauem, dichtem Kalke liegt; ihre dem Grahovsko Polje näher liegende Partie ist voll Felsdolinen und mit Felsspornen besät gleich der erwähnten Ebenheit; weiter hinauf besitzt sie ebenen Boden, auf dem sich seichte Dolinen selten befinden. Ueber einen kaum bemerkbaren Thalsattel gelangt man aus diesem Becken in das Vedro Polje, worin das Dorf Maloševci liegt. Es hat 2—3 km im Durchmesser, ist mit Felsspornen besät, aber zwischen den Kalkhügeln liegen kleinere Flächen, worin Quellen vorkommen; die Denudation vernichtet allmählich die Kalkhügel, indem sie dieselben auf das Niveau dieser Flächen zurückführt. Diese Karstmulde bildet also ein Verbindungsglied zwischen Uvala und Polje.

Aus dem Vedro Polje gelangt man in das ebenere und tiefere Marinkovačko Polje, das in seinen Hauptzügen die gleichen morphologischen Eigenschaften aufweist wie die vorerwähnte Karstmulde.

In den Karstmulden des großen Gebietes von Grahovo: dem Korita, dem Vedro und Marinkovačko Polje kommen keine Bäche und Flüschen vor, und in ihrer Gesamtheit, einigermaßen auch in der Gestaltung des Bodens weisen sie Eigenschaften der Poljen auf. Alle sind jedoch bloß Uebergangsformen von Uvalas zu Poljen. Sie lassen erkennen, dass ein Fluss dann erst zur Entwicklung gelangt, wenn die Bodenfläche der Karstmulde bis zum Grundwasserniveau hinabgelangt: die Flüsse sind also eine sekundäre Erscheinung in den Poljen; sie sammeln das Quellwasser, führen es zu den Ponoren hin und beschleunigen besonders die Entstehung großer Ebenen an der Sohle eines Polje. Danach können Ueberschwemmungen eintreten, die anfangs beständig, später periodisch sind, wonach das Polje seine charakteristischen hydrographischen Eigenschaften erhält.

Davon abgesehen, dass die erwähnten Karstmulden eine Uebergangsform zwischen Uvala und Polje bilden und auf den Entstehungsvorgang der Poljen hinweisen, sind sie auch zur Erklärung jener niedrigen Ebenheiten geeignet, die den Gehängen der Poljen so oft folgen.

Solch eine Ebenheit des Grahovsko Polje, nicht seine Bodenfläche, setzt sich unmittelbar fort in die Mulde von Isek, das Vedro und Marinkovačko Polje; diese Fortsetzungen sind Uvalas, und somit wäre auch die Ebenheit von Grahovo ein Rest des Bodens der Uvala. Danach können sämtliche niedrige Ebenheiten an den Randpartien der Poljen als Reste von Uvalas betrachtet werden. Wenn die Ebenheiten im Neogen oder Diluvium Seeufer gewesen waren, so sind ihre in das Polje hinabreichenden Gehänge sehr steil, und ihr oberer Rand ist scharf ausgeprägt; zuweilen sind sie derartig abgeflacht, dass sie keine beträchtlichen Höhenunterschiede aufweisen.

In jedem Falle sind diese Ebenheiten eine noch nicht denudierte und in das Polje nicht einbezogene Partie der alten Karstmulde.

Das Gebiet von Grahovo stellt also einen Beckenzug dar, der sich an das Livanjsko Polje anschließt und in der Richtung NW—SO dem Schichtstreichen folgt. Das letzte von diesen Becken, das Grahovsko Polje, wird von den Gebirgen Stražbenica und Kamenica abgeschlossen, die auch die Wasserscheide zwischen den bosnischen Poljen und dem Flussgebiet des Schwarzen Meeres bilden; allerdings kann dies bloß als oberirdische Wasserscheide gelten, da die wirkliche oder unterirdische Wasserscheide anders beschaffen sein muss, indem wenigstens das Grahovsko Polje ganz gewiss in das Abflussgebiet des Unac gehört. Die orographische und die wirkliche unterirdische Wasserscheide stimmen in Westbosnien nicht immer überein, da einige Poljen in das Stromgebiet des Schwarzen, nicht des Adriatischen Meeres gehören.

Das Gebiet von Grahovo besteht aus zwei kleinen echten Poljen: dem Pašića Polje, das mittels der Korita und der Vlasulja, zweier echten Karstmulden, in gewisser plastischer Beziehung zu dem Livanjsko Polje steht, sodann aus dem Grahovsko Polje, das durch zwei Uvalas mit dem Pašića Polje verbunden ist. Die zahlreichen Becken von Grahovo weisen verschiedene Entwicklungsstufen auf, weswegen das Gebiet von Grahovo ungeachtet seiner Kleinheit zum Studium der Bildung der Poljen überaus geeignet ist. Man kann darin beobachten:

1. Karstmulden oder Uvalas, aus denen sich Poljen entwickeln: die Vlasulje, Korita, die Mulde von Isek.

2. Uebergangsformen zwischen Uvalas und Poljen: das Vedro und Marinkovačko Polje und die Ebenheit des Grahovsko Polje.

3. Das Verwachsen von Uvalas und Poljen und die Entstehung großer Poljen von unregelmäßiger Gestalt; es ist eigentlich klar, dass alle Poljen von unregelmäßiger Gestalt durch Vereinigung von Uvalas mit dem Polje entstehen. Alle Becken von Grahovo stellen in ihrer Gesamtheit ein einziges großes dar.

4. Die Karstmulden müssen eine dem Schichtstreichen folgende Längsachse haben: die größeren insbesondere deshalb, weil sie durch Längsverwerfungen vorbezeichnet sind, jedoch auch die kleineren, die an keinen Verwerfungen liegen und rein erosiven Ursprungs sind, weil die Karsterosion namentlich einzelnen wenig widerstandsfähigen Schichten oder Schichtfugen im allgemeinen folgt.

DAS DUVNANJSKO POLJE

(122 km²; 860—890 m)

Plastische und hydrographische Eigenschaften Dieses Polje ist sehr geräumig, seine Längsachse hat sehr genau die Richtung NW—SO. Es ähnelt einem Viereck, dessen nordöstliche und südwestliche Seite beinahe geradlinig sind; im äußersten NW und SO ist es mehr unregelmäßig, da

sich seine Ecken mit dem Schichtstreichen parallel in vier geräumige Buchten fortsetzen: im NW die Šuička und Ponorci, im SO die Kongorska und Crkvrine. Drei derselben sind älter, indem sie mit der allgemeinen Gestaltung des Polje gleichzeitig entstanden, die Ponorci erscheint als jüngste zugleich und selbständige Bucht. Nur die Mitte des Polje ist flach und eben; der Boden der übrigen Partien ist wellenförmig, da viele neogene Erhöhungen in denselben vorkommen.

Zwei Plateaus, Ljubuša und Vran, begrenzen das Duvnanjsko Polje im NO. Das erstere ist kahl, zerrissen, weißlich schimmernd, der Vran ist hie und da mit Waldbestand. An diese beiden schließt sich das sehr große Plateau Čvrnsnica an, dessen Kalkmasse zuckerweiß erscheint, und auf dem sich der plumpe Grat Velika Čvrnsnica erhebt, der noch am 16. August Firnflecken barg. Im SW des Duvnanjsko Polje erhebt sich zunächst das Gebirge Tušnica, von dem in das Erosionsthal der Ričina sowie in die Ponorci tiefe Klüfte mit Wildbächen hinabreichen; die Südpartie der Tušnica ist durch das Duvnanjsko Polje und das Buško Blato derart eingeengt und abgeflacht, dass sie eine niedrige Scheide von 990 m absoluter Höhe bildet, die den Namen Prevala führt.

Der Hauptfluss des Duvnanjsko Polje ist die Šuica, die aus der nördlichen Bucht herkommt, und dessen Quellen bereits besprochen sind. Aus der Bucht Crkvrine entspringen zwei Flösschen: Miljacka und Studena; sie bilden die Drina, einen Zufluss der Šuica. Derartig angewachsen, nimmt die Šuica noch das Flösschen Vrbica auf nebst mehreren kleineren Bächen aus den Ponorci und verschwindet in dem Veliki Ponor, der sich im SW befindet. Dieser Lauf des Hauptflusses beweist, dass die Bodenfläche des Duvnanjsko Polje von NO nach SW geneigt ist. Obwohl der bei dem Dorfe Kovač gelegene Veliki Ponor der einzige in diesem Polje ist und große Wassermengen der erwähnten Flüsse aufnehmen muss, so pflegen ausgedehntere Ueberschwemmungen bloß 3—4, höchstens 7—8 Tage anzuhalten. Die mittlere, tiefste Partie des Polje, Lug und Glibine, bleibt länger inundiert, da gibt es auch solche Stellen, wo sich Moorland befindet, und die zur Sommerzeit unter Riedgras liegen. Das Duvnanjsko Polje ist von den Poljen Westbosniens am trockensten und am besten entwässert, so dass es von Ueberschwemmungen eigentlich gar nicht heimgesucht wird. Nach der allgemein verbreiteten Ansicht entspringt das Wasser der Šuica in dem Buško Blato, aus einer großen Höhle, der Quelle der Ričina, und die Entfernung von hier bis zum Veliki Ponor im Duvnanjsko Polje beträgt etwa 6 km.

Die Beobachtungen, die im Duvnanjsko Polje angestellt worden sind, wollen wir nach seinen vier Partien gruppieren.

1. Ponorci, die südwestlichste Bucht des Duvnanjsko Polje, unmittelbar unterhalb der Prevala, welche aus dichtem, gelblichgrauem Kalke besteht, der den Thalsattel hoch überragt; auf ihm lagern Kalkconglomerate der Tušnica. Die Ponorci sind eine der tiefsten Partien des Polje, die weder neogene noch diluviale Ablagerungen aufweist, bloß recente Sedimente, die von Wildbächen aus dem Norden hergeführt werden. An ihrer Bodenfläche

und ihren Gehängen befinden sich mehrere Quellen. Das ist höchst wahrscheinlich die jüngste Partie des Polje, die posttertiären Alters sein mag, da ihren Gehängen nicht nur neogene Ablagerungen, sondern auch neogene oder diluviale Terrassen fehlen, die sich sonst an den Gehängen des Duvnanjsko Polje überall befinden. Von den übrigen Partien des Polje wird diese durch einen niedrigen Querriegel aus neogenen Mergeln getrennt, der von dem Dorfe Jošanica bis Kovač reicht. Von dieser Stelle beginnen neogene Mergel, die fast die gesammte Bodenfläche des Duvnanjsko Polje bedecken, mehr als irgend ein anderes Polje von Westbosnien. Anfangs sind sie weiß und bröckelig, dann oberhalb des Dorfes Kolo sind sie kalkhaltig, bläulichweiß und beträchtlich dislociert. Die Gehänge über ihnen bestehen aus sandigem Kalke, wobei sie unter Waldbestand oder bebaut sind.

2. Die Bucht von Šuica und die Terrassen am nordöstlichen Rande. Bei der Stadt Županjac und bei dem Dorfe Blažuj erreicht der Tertiär die größte Höhe im Duvnanjsko Polje, circa 920 m; außerdem sind die neogenen Mergel in der Einbuchtung der Šuica am mächtigsten: sie bilden ein wellenförmiges Terrain, aus Hügeln und sanften Platten, die sich 20—30 m, in der Nähe der Šuica 7—8 m über die Bodenfläche des Polje erheben. An der Šuica kommt auch diluvialer und recenter Sand vor. Hier ist noch von Pilar bemerkt worden, dass die neogenen Mergel unter die jurassischen Kalke einfallen: das ist die Fortsetzung der Überschiebung im Livanjsko Polje, die wir weiter oben festgestellt haben.

Am nordöstlichen Rande der Einbuchtung der Šuica erscheinen die ersten, ausgeprägten Terrassen des Duvnanjsko Polje; es gibt ihrer zwei, die beide in jurassischen Kalk eingeschnitten sind: die untere ist 7—8 m oberhalb des Bodens des Polje, das Dorf Sarajlie liegt auf ihr; die andere liegt 25—30 m oberhalb der Bodenfläche, ihre absolute Höhe beträgt etwa 910—920 m, also ist sie an Höhe beinahe gleich der oberen Grenze der neogenen Mergel bei Županjac. Der Jurakalk, in den die Terrassen eingeschnitten sind, ist dicht, gelblich und bildet Falten, die zum Polje geneigt sind. Von den erwähnten zwei Terrassen zieht sich am ganzen nordöstlichen Rande des Polje nur die höhere Kalkterrasse ununterbrochen hin; wir wollen sie als neogene Terrasse bezeichnen, da sie dem höchsten Wasserstande im neogenen See, der an Stelle dieses Polje war, entspricht. Die untere Terrasse, deren Alter wir später bestimmen wollen, ist zerrissen, zuweilen hört sie für größere Strecken gänzlich auf. So z. B. verschwindet die untere Terrasse von dem Dorfe Sarajlie gegen Süden hin, in dem Dorfe Letka kommt sie aber wieder zum Vorschein, und die Häuser dieses Dorfes liegen darauf. Es ist charakteristisch, dass die Ansiedlungen an diesem Rande des Polje stets auf der unteren Terrasse liegen. Unter dieser Terrasse besteht die Bodenfläche des Polje aus neogenen Mergeln, die von großen Kalkgeschieben oft verdeckt sind, an manchen Stellen aber, z. B. in Podvornice, ist der Mergel ganz ausgewaschen. Mit der unteren Kalkterrasse parallel läuft am rechten Ufer der Šuica eine noch mehr zerrissene Terrasse dahin; diese ist aber im neogenen Mergel eingeschnitten. Sie überragt die Bodenfläche um 7—8 m, ist also mit der unteren Kalkterrasse an Höhe gleich, so dass beide

diluvialen Alters sind. Bei dem Dorfe Vidašić erhebt sich inmitten der Bodenfläche eine vereinzelt Erhöhung aus jurassischem Kalke, die der unteren oder diluvialen Terrasse an Höhe gleichkommt. Das war im Neogen eine tiefe unterseeische Bank, die im Diluvium an die Oberfläche gelangte. An ihr vorbei reicht der neogene Mergel in die Kluft Sazlivoda, ein Beweis, dass hier auch im Neogen eine seichte Einbuchtung gewesen sein muss; bis auf solche unbedeutende Einzelheiten besaß das Polje also schon die heutigen Umrisse.

In keinem Theile Bosniens und der Hercegovina gibt es jedoch derartig ausgeprägte Terrassen wie sie in diesem Polje bei den Dörfern: Rašćani und Mandino Selo vorhanden sind; nebst den Terrassen sind auch Kalkinselchen und Hügel charakteristisch, die sich vereinsamt inmitten der Ebene erheben. Drei solche sind vorhanden: Jabuka, Strme Njive und Mandina; der letztgenannte ist am höchsten. Dieser war im Diluvium eine kleine Insel, und an seiner Spitze sieht man die ältere Diluvialterrasse deutlich eingeschnitten; sodann zieht sich um die ganze Mandina die niedrigere Diluvialterrasse herum, indem sie sich an die nämliche Terrasse der Umrahmung anschließt. Strme Njive und Jabuka bildeten im Tertiär Bänke, die nicht bis an die Oberfläche reichten und damals auch ohne Zweifel abgeplattet wurden; im Diluvium waren es Inselchen, und an ihrer Spitze befindet sich die niedrigere Diluvialterrasse eingekerbt.

3. Die Einbuchtung von Kongora. Auch in dieser Einbuchtung lässt sich am nordöstlichen Rande fast seiner gesammten Länge nach eine ausgeprägte neogene Terrasse verfolgen, während die diluviale nur bei dem Dörfchen Lučica auftritt, dessen Häuser darauf liegen. Die Sohle dieser Einbuchtung ist anders beschaffen als im übrigen Polje, woraus sich schließen lässt, dass hier im Neogen und Diluvium einigermassen verschiedene Zustände herrschten. Von Strme Njive aufwärts besteht sie aus Terra rossa und alten, mächtigen Kalkgeschieben, die rau und eckig sind und in den oberen Partien der Einbuchtung in recente Ablagerungen von den nämlichen Eigenschaften übergehen. Diese Ablagerungen sind wasserreich, selbst im sehr dünnen Spätsommer wird das Grundwasser darin in 0,5 m Tiefe angetroffen; in Cisternen befindet sich das Wasser schon in dieser Tiefe. An manchen Stellen entspringen auch Quellen, die in der Regenzeit und während der Schneeschmelze an Zahl bedeutend zunehmen. Im Hintergrunde befinden sich zwei tiefe, felsige Wasserrinnen: Gr1a, die oberhalb des Bli-dinjnsko Jezero beginnt, und Jelova Draga, die bei dem Gebirge Vran ihren Anfang nimmt — beide in kahlem, felsigem Gelände, mit den Charakteren von Wildbächen. Diese alten Wasserrinnen haben eckiges Geschiebe aufgehäuft, was sie auch in der Gegenwart fortsetzen, woraus die Bodenfläche der Einbuchtung von Kongora besteht. Von der Jelova Draga wird die neogene Terrasse bei dem Dorfe Lipa durchschnitten.

Die Terrassen. Am nordöstlichen Rande des Duvnanjsko Polje befinden sich drei Terrassen. Die höchste, eine neogene Terrasse, ist bloß im Kalke eingekerbt; die anderen beiden niedrigeren liegen entweder in Kalkstein oder in neogenem Mergel; die Höhen der entsprechenden Terrassen

stimmen untereinander überein, woraus deutlich folgt, dass auch die Kalkterrassen aus dem Diluvium herrühren. Wie bereits gesagt wurde, erstreckt sich die neogene Terrasse von dem Dorfe Sarajlie den ganzen nordöstlichen Rand des Polje entlang. Zur Bodenfläche fällt sie in Steilhängen hinab, die 25—30 m hoch sind. Sie läuft ununterbrochen dahin, nur an sehr wenigen Stellen ist sie von Rinnen durchbrochen. Ihr Oberrand ist scharf, dahinter liegt eine sehr geräumige Plattform, die gewöhnlich 0,5 km breit ist; in der Regel ist sie von vielen Dolinen durchlöchert, namentlich bei den Dörfern Sarajlie und Lipa. Die Gehänge der Gebirge Ljubična und Vran fallen zu ihr herab. Die zweite oder diluviale Terrasse ist bereits in viele Stücke zerlegt; sie ist 7—8 m über der Bodenfläche hoch und entweder im neogenen Mergel gelegen, an manchen Stellen, wie z. B. bei dem Dorfe Raščani, geht sie von Kalk zu neogenem Mergel über. Die dritte, niedrigste, junge Terrasse, die zu Ende des Diluviums oder auch später eingeschnitten sein mag, ist nur 3—4 m hoch. Sie ist an wenigen Stellen erhalten: bestimmt kann sie bei dem Dorfe Srgjani, sodann unterhalb Raščani und an den Kalkhügeln Mandina beobachtet werden.

4. Die Mitte des Polje und Crkvine. Die tiefste Partie des Polje, von Županjac bis zu dem Dorfe Kovači an der Šuica und ihren Zuflüssen gelegen, besteht aus gelbem, sandigem Lehm, an dem südwestlichen Rande aus neogenen Mergeln, die niedrige, flache Hügel bilden, wie sie auch bei Županjac und nordöstlich davon zu sehen sind. Die Häuser des Dorfes Kovači liegen auf einer Kalkterrasse, die 8—10 m hoch über der Bodenfläche liegt und der zweiten, diluvialen Terrasse entspricht. Durch diese Terrasse bricht sich in einer Klamm die Šuica hindurch, wonach sie in einem großen Ponore versinkt. Dies spricht dafür, dass dieser untere, klammartige Theil des Šuicabettes jünger als die zweite Terrasse, also postdiluvial ist; in diesem Falle müssten sowohl der Ponor, als auch die hydrographischen Zustände des Duvanjsko Polje sehr jung, im wesentlichen ebenfalls postdiluvial sein, da ein so weiter Ponor nur an jener Stelle entstehen konnte, wohin ein so starker Wasserlauf wie die Šuica gerichtet war. Jedenfalls können an dieser Stelle Schlundlöcher gewesen sein, ehe sich die Šuica durch die zweite Terrasse mit der Klamm Bahn brach, die Umgestaltung der Schlundlöcher zu einem Ponor und die Entwicklung eines so typischen Ponors kann aber erst später eingetreten sein.

Von dem Dorfe Brišnik kommt wiederum die erste Terrasse zum Vorschein, sie ist jedoch ein wenig niedriger als die nämliche Terrasse bei Sarajlie. Außerdem reichen die Mergelkalke an dieser südwestlichen Seite des Polje nirgends höher als 890 m hinauf, 30 m weniger als bei Županjac, und ebensoviel tiefer als die neogenen Terrassen im NO des Polje. Die Erscheinung, die wir in dem Livanjsko Polje beobachteten, treffen wir hier also abermals an. Da weiter der nordöstliche Rand des Duvanjsko Polje eine liegende Falte, der südwestliche fast vollkommen geradlinig ist, so will es scheinen, dass das Polje an einer Verwerfung liegt, an der entlang die südwestliche Gebirgsumrandung sich gesenkt hat. Die stark dislocierten neogenen Mergel bei Županjac und Kolo, sowie der Unterschied in der

Höhenlage des Mergels und der Terrasse weisen nach, dass die tektonischen Vorgänge, die die Hauptgestaltung des Polje bestimmten, auch nach dem Neogen gedauert haben müssen.

Unterhalb der Neogenterrasse von Brišnik sind jene beiden anderen nicht vorhanden, es beginnt dagegen eine schiefe, zum Polje sanft geneigte Kalkebene, die in ihrer unteren Partie, näher zur Bodenfläche des Polje, mit neogenem Mergel bedeckt ist. Im Dorfe Mrkodol liegt die Kirche auf der ersten Terrasse, unter welcher auch die beiden anderen schwach angedeutet sind.

Die schmale Partie des Polje zwischen den Dörfern Bukovica, Seonica und Homolje heißt Crkvine und wird von niedrigen Platten und Hügeln gebildet, die aus sehr kalkhaltigem und ziemlich hartem neogenen Mergel bestehen. Auf diesem lagert eine sehr dicke Humusschichte; Diluvialablagerungen kommen nirgends vor. Dieses sowie die übrigen Beobachtungen bekunden, dass der Diluvialsee bedeutend kleiner als der Neogensee gewesen sein muss, indem er sich hauptsächlich auf die mittleren Partien des Polje beschränkte.

Im SO ist diese Einbuchtung des Duvnanjsko Polje nicht abgeschlossen, sondern setzt sich in schmale Mulden und Dolinenreihen fort. Diese sind durch Grate geschieden, die aus Kalkconglomeraten bestehen, wie wir sie im Gebirge Tušnica antrafen; die Schichten streichen NW—SO, indem sie SW fallen. In dieser stark ausgeprägten Landschaft befindet sich das zerstreute Dorf Mesihovina, in zahlreiche Familiencomplexe getheilt. Von den Mulden in dieser südöstlichen Fortsetzung ist die größte das circa 2—3 km lange und 1 km breite Vuči-Polje, dann das viel längere, aber schmale Roško Polje und zuletzt die Karstmulde Zagorje, die etwa 1 km im Durchmesser hat.

Diese Karstmulden, die die südöstliche Partie des Duvnanjsko Polje bilden, sind durch niedrige Grate voneinander getrennt. Zwei bis drei Kilometer vom Rande des Polje entfernt, treten die Gewässer, durch das Flüsschen Studena gesammelt, auf die entgegengesetzte Seite, zu dem Imosko Polje, hin. Dieses Flüsschen entspringt aus den Quellen Studenac, Studeno Vrelo und Suho Vrelo; in seinem weiteren Laufe führt es den Namen Brina und mündet in die Ričina, einen Zufluss des Imosko Polje. Die gewundenen Thalwege dieser Flüsschen bestehen eigentlich aus Dolinen, die der Bach untereinander verband, indem er die Grate durchschnitt. Das ganze Bett des Studeni Potok ist in röthlichem krystallinischen Kalke ausgehöhlt, der vom Wasser leicht aufgelöst wird, weshalb sehr große Mengen Terra rossa, mit Hämatitstücken untermengt, ausgeschieden sind. Hie und da befinden sich im Bette große Riesentöpfe. Die Grate zwischen den Mulden sind größtentheils nur so weit durchbrochen, als das Bett des Studeni Potok breit ist. Im Sommer gibt er Wasser an Schlundlöcher ab, die sich ebenfalls in seinem Bette befinden. Derartige aus Mulden gebildete Thäler entstehen auf folgende Weise: In einer von den höher gelegenen Mulden treten infolge Vertiefung der Muldensohle sehr starke Quellen auf, die die Grate durchsägen und ein Thal herstellen; wenn sie der Karstvorgänge wegen

ihr Bett nicht erhalten können, so entstehen kleine Poljen, wie sie in diesen südöstlichen Fortsetzungen des Duvnanjsko Polje vorhanden sind.

Zwischen dem Studeni Potok und Posušje liegt ein Karstplateau aus weißem krystallinischen Kalke, kahl, mit vielen Torrenten, in denen nur bei starkem Regenfall Wasser dahinschießt. Seine Oberfläche ist mit Karren bedeckt, dazwischen große, scharfe Firsten, seltener Kalkkuppelchen emporragen. Es hat den Anschein, als wüchsen die Felsen aus dem Plateau heraus. Das kommt daher, weil die Abtragung im Karstterrain eine bestimmte Richtung innehält. Das Wasser gebraucht die Spalten, und indem es durch dieselben in die Tiefe hinabsinkt, zersetzt es den Kalk; der rückständige Lehm wird abgetragen, so dass zwischen den Spalten die Felsspitzen immer mehr emporragen, gleichsam als wüchsen sie empor. Wenn dieser Vorgang in einer Dolinenlandschaft seinen Verlauf nimmt, so bleiben zwischen den Dolinen kleine Kuppeln zurück.

Entstehung und Entwicklungsphasen des Duvnanjsko Polje

Auch das Duvnanjsko Polje ist tektonisch vorgezeichnet: im NO dringen die neogenen Mergel unter den Kalk, überdies scheint der südwestliche Rand an einer Verwerfung entlang zu liegen. Die älteren dadurch charakterisierten tektonischen Bewegungen dauerten auch später im jüngsten Tertiär, vielleicht auch zu Anfang des Diluviums weiter fort, denn die neogenen Mergel sind in dem ganzen Polje beträchtlich dislociert. Auch die geringere Höhe der Terrassen am südwestlichen Rande lässt gegen posttertiäre, allerdings nur unbedeutende Verschiebungen keinen Zweifel aufkommen; so z. B. beträgt die Höhe der Terrasse am NO-Rande 920—910 m, am SW-Rande 890—900 m; fast derselbe Unterschied herrscht auch in den Höhen, die von den neogenen Mergeln erreicht werden.

Durch diese Dislocationen konnte jedoch das Becken nicht gebildet werden; sie sind von derselben Bedeutung wie die mannigfaltigen Dislocationen bei der Entstehung von Thälern. Erst die Erosion schafft das Becken her, indem sie ihm die definitive Gestalt verleiht. Bloß die Beziehung zwischen der großen Länge der Poljen und den Verwerfungen scheint ganz gewiss zu sein, da in allen derartigen Poljen bedeutende Verwerfungen vorkommen. Wie anderwärts, so entstanden auch im Duvnanjsko Polje durch Erosion des atmosphärischen Wassers zunächst Karstmulden (Uvala) an der Verwerfung, aus denen sich später die Bodenfläche des Polje entwickelte. Im jüngsten Tertiär wurde das Duvnanjsko Polje zu einem See. Wie oben gesagt worden ist, wurde dieser ohne Zweifel oberirdisch durch Wasser aus dem Neogenesee von Kupres gespeist; später begann der See von Kupres unterirdisch abzufließen indem er sich als das Flüsschen Šuica in das Duvnanjsko Polje ergoss.

Die Gestalt des Duvnanjsko Polje im Tertiär war in ihren Hauptzügen mit der jetzigen vollkommen gleich, das beweisen die Ablagerungen aus dem Neogen, die fast am ganzen Rande des Polje angetroffen werden. Die Neogenmergel sind ausgewaschen und abgetragen, insbesondere, wo es auch

die geringste absolute Höhe, 858 *m*, aufweist. Wenn wir annehmen, dass sich die Bodenfläche des Duvnansko Polje seit dem Neogen bis heute nicht bedeutend gesenkt habe, so muss die größte Tiefe dieses Neogenesee etwa 50 *m* betragen haben; die tektonischen Vorgänge haben aber die Bodenfläche des Polje einigermaßen verschoben: nach dem Höhenunterschied der Neogenterrasse zu urtheilen, ist sie um circa 10 *m* niedriger geworden. Diese unbedeutende Vertiefung ist überdies von einer wahrscheinlich beträchtlicheren begleitet worden, die durch Erosion jener Poljefflächen, sowie durch Vertiefung der Ponore verursacht wurde.

Das Wasser des neogenen Sees nahm im Diluvium bedeutend ab, und die Randpartien des Polje blieben größtentheils trocken. Die Capacität der Ponore war im Wachsen begriffen, und zu Ende des Diluviums entstand oder wurde beträchtlich erweitert der heutige Hauptponor bei dem Dorfe Kovači. Die gegenwärtigen hydrographischen Verhältnisse mit periodischen Inundationen nahmen ihren Anfang nach dem Diluvium.

Von den übrigen Partien des Polje verschieden benahm sich die Einbuchtung von Kongora. Diese bildete im Tertiär eine allerdings sehr seichte Schlucht, in die die Grla und andere Wildbäche von den Gehängen der Čvrstica und des Vran sehr große Schuttkegel hinabschwemmen. Dieselben Eigenschaften behielt sie auch im Diluvium bei, so wie auch heute: sie war also ununterbrochen ein Delta der Wildbäche. Wie schon gesagt wurde, sind die Ponorci die jüngste Partie des Duvnansko Polje, ohne Zweifel posttertiären Alters.

POSUŠJE

(1520 *ha*; 580—615 *m*)

Ein Querriegel aus Kalkstein scheidet es bei dem Dorfe Posušje in die obere und untere Partie.

Das nebenstehende Profil legt die Beschaffenheit und Structur der oberen Partie dar. Die Gehänge bestehen aus cretacischem Kalke, dessen Schichten circa 30° geneigt sind. Die Bodenfläche des Polje besteht aus neogenen Mergeln, deren Schichten stellenweise 1 *m* dick sind; dieselben sind im NO um 23° im SW um 15° geneigt, so dass sie eine asymmetrische Synklinale bilden; auf ihnen lagern sehr große Kalkgeschiebe mit zerbröckeltem, fast in Sand verwandelten Neogenmergel. In diese Geschiebe und neogene Mergel haben die Ričina und Topola ihre Bette eingeschnitten, die zwar nicht tief aber sehr steil sind. Dazwischen liegen breite Hügel und Berge, die sich sämtlich durch eine convexe Oberfläche auszeichnen. Die Bodenfläche dieser Posušjepartie besitzt eine wellenförmige, secundäre Gestaltung, da die Mergel und Geschiebe jüngere in die Kalkumrahmung eingefügte Gebilde sind. Diese Bodengestaltung ist jedoch nicht bloß durch Erosion, sondern auch durch tektonische Vorgänge herbeigeführt worden, da die Schichten der neogenen Mergel steil sind und eine Synklinale bilden; diese junge Synklinale gehört zu den jüngsten tektonischen Gebilden im dinarischen System.

Diese convexen Flächen sind mit Culturpflanzen bebaut, sodann befinden sich darauf Gärten, worin hauptsächlich Kartoffel und Kraut gesäet werden, hie und da gibt es auch Waldgehege, und alle diese Pflanzungen sind durch netzartige, mörtellose Mauern in zahlreiche Parcellen geschieden. Die Dörfer des Polje sind ausnahmslos Haufendörfer, deren Häuser den in der Hercegovina üblichen Typus aufweisen.

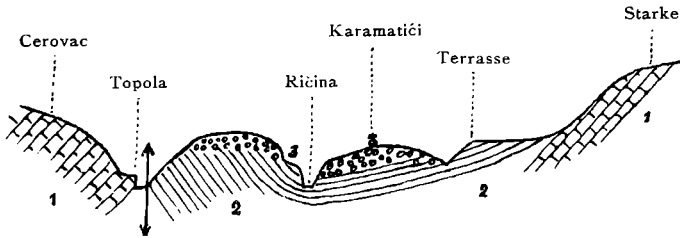


Fig. 2. Posušje

1. Kretacische Kalke 2. Neogene Mergel 3. Diluvialer Sand und Schotter

Die untere Partie von Posušje besteht wesentlich aus diluvialen und recenten Ablagerungen, besonders aus großen Geschieben, die von Wildbächen hergeführt wurden. In ihrer Mitte erheben sich niedrige neogene Hügel, sowie noch seltenere kleine Hügel aus cretacischem Kalke. Diese untere Partie weist nirgends Tertiärablagerungen auf, indem auf dem gelblichen Diluviallehm unmittelbar dicker Humus lagert. In Bebauung und Ansiedelung stimmt sie mit der oberen Partie vollkommen überein.

DAS KOČERINSKO POLJE

(4.6 km²; 320 m)

Zwischen dem Posušje und dem Kočerinsko Polje erstrecken sich im Schichtstreichen lange Karstmulden und Dolinenreihen in weißem und rötlichem krystallinischen Kalke, der stellenweise sandig ist. Mit einer solchen Karstmulde beginnt auch das Kočerinsko Polje. Die Gehänge dieser Mulde sind sehr steil, etwa um 40° geneigt, tiefer unten etwas sanfter, indem sie hier nur aus Terra rossa bestehen, die etwa 10 m mächtig ist. Die Bodenfläche der Mulde ist circa 200 m breit und vollständig mit einer dicken Schicht Terra rossa bedeckt. Dieses sowie die übrigen Beobachtungen thun dar, dass die größte Menge von Terra rossa bei Zersetzung krystallinischen Kalkes zurückbleibt. Die Mulde verengt sich zu einer Schlucht, durch die sie mit dem unteren, echten Polje vereinigt wird.

Dieses ist sehr tief, viel tiefer als das Posušje. Sowohl an den Gehängen als auch an der Bodenfläche befinden sich Schichten von terra rossa, nirgends treten Neogenmergel noch Terrassen auf. Von der Sohle ragen Kalksporne empor, sowie langgedehnte, aber niedrige Grate, die höchstens 10 m hoch sind. Alles spricht dafür, dass dieses Polje jung ist und eigentlich aus mehreren untereinander verschmolzenen Karstmulden

besteht. Kein anderes Polje weist in seiner Gestalt und Beschaffenheit eine so innige Verwandtschaft zwischen großen Dolinen und Poljen auf als dieses.

Auch dieses Polje ist durch lose Mauern in kleine Parzellen geschieden, in der Mitte mit niedrigem, dünnstengeligem Mais bebaut, der jedoch zwei oder drei ziemlich große Kolben trägt, so dass er fast überlastet scheint, und an dessen Rande sich hohe Mohrhirse befinden; auf diese folgt das einzige Gemüse dieser Gegenden: Kraut und Kartoffel.

Selbst in der Hercegovina herrscht an wenigen Stellen solcher Wassermangel wie in diesem Gebiet von Posušje bis zu dem Mostarsko Blato, besonders in dem Kočerinsko Polje. Im Sommer ist Wasser nur in den Cisternen vorhanden, die in den tiefstgelegenen Partien dieser kleinen Poljen liegen; manche Dörfer, die daraus Wasser schöpfen, liegen zwei Stunden von ihnen entfernt. Aber auch sämtliche seichtere Brunnen in den unteren Partien des Polje versiegen im Spätsommer, weshalb hier eine ganze Reihe von Brunnen verschiedener Tiefe angelegt ist; allmählich verschwindet das Wasser in denselben, bis es im Spätsommer nur noch in den tiefsten in geringer Menge vorhanden bleibt. Die Dorfleute sowie die Hirten mit ihrem zahlreichen Viehbestand versammeln sich dann hier, indem sie sich um das trübe, laue Wasser streiten.

Die südöstliche Umrandung des Kočerinsko Polje ist eine Karstplatte, die nur 7—8 *m* über der tiefsten Fläche des Polje liegt, und deren Boden aus gelblichem, sandigem Lehm besteht. Auf diesem Lehm liegt eine stellenweise 2—3 *cm* dicke Schicht von Terra rossa, die steinhart, stark eisenhaltig ist und zahlreiche Hämatitbrocken enthält. Sie erinnert an Laterit und entsteht gewiss infolge intensiver und sehr rascher Austrocknung des Bodens. Auch ist sie überaus fruchtbar und fast ganz mit Mais und Tabak bebaut. Sie geht unmerklich in eine breitere Mulde über, um die herum andere kleinere liegen und erkennen lassen, dass die Poljen und Mulden Glieder einer und derselben Formenreihe sind, und dass zwischen ihnen nur graduelle Unterschiede bestehen. Das Gelände ist kahl, von weißlicher Farbe, meistens mit Kalkspornen besät, an manchen Stellen unter dicken Schichten mit Hämatit untermengter Terra rossa.

DAS MOSTARSKO BLATO

(32.7 *km*²; 230 *m*)

Zwischen dem Kočerinsko Polje und dem Mostarsko Blato befinden sich zwei kleine offene Poljen mit den Flösschen Lištica und Crnoštica, die sich in das Mostarsko Blato ergießen. Das erste, Lištičko Polje genannt, ist rund und durch eine Thalsenkung mit dem noch kleineren Mokranjsko Polje verbunden. Seine Bodenfläche besteht aus neogenen Mergeln, auf welche Conglomerate und sehr große Schuttkegel von Wildbächen liegen. In dem Mokranjsko Polje befinden sich dieselben Ablagerungen, aber ohne neogene Mergel.

Die obere Partie des Mostarsko Blato hat die Gestalt eines Sammelgebietes, indem hier die Flüsschen Lištica, Crnoštica, Ugrovača und ihre Zuflüsse entspringen, die insgesamt wasserreich sind und längs ihren Betten eine üppige Vegetation besitzen. Zur Regenzeit ist diese Landschaft auch an Quellen reich: aus den Kalkspalten schießen viele Quellen hervor, um nach dem Regen sogleich wieder zu versiegen. Die Sohle besteht aus Kalkgeschieben und eckigen Kalkbrocken, die in röthlichen und gelblichen Lehm eingebettet sind; das sind Schuttkegel der erwähnten Wildbäche, einigermaßen auch Schutthalden.

Die Kalkgehänge reichen mit Steilwänden zur Bodenfläche des Polje hinab; die nordöstlichen sind kahl, zerrissen und weiß, die südwestlichen mit Gebüsch bedeckt. Nur die ersteren habe ich näher untersucht. Am Flusse Orahovnik und bei dem Dorfe Grabova Draga befindet sich am Gehänge des Polje in einer Höhe von 10—15 m ein terrassenähnlicher Einschnitt, worunter bei dem Biskupov Han starke Quellen entspringen. Auf diesen Einschnitt folgt ein großer alter Schuttkegel, über dem sich auch jetzt noch eine kleine Wasserrinne befindet. In dem Schutte liegen auch zu Conglomeraten cementierte Kalkbrocken. Bei dem Dorfe Dobrići befindet sich abermals in 25—30 m Höhe über dem Boden ein Einschnitt, der an eine Terrasse erinnert. Von dem nordöstlichen Rande erstreckt sich zu dem Dorfe Žeovnica ein sehr tiefes kleines Erosionsthal, durch das man über eine niedrige Einsattelung in das Polje von Mostar gelangt.

Zwischen dem Mostarsko Blato und der Narenta befinden sich fluviatile Conglomerate und Schotter, ein Beweis, dass es einst auch einen oberirdischen Abfluss hatte. Jetzt wird es durch zahlreiche Alluvialponore sowie einen großen, im SO gelegenen Ponor entwässert. Das Wasser tritt wiederum zutage in dem Flüsschen Jasenica und im Thale der Narenta, indem es in diesen Fluss mündet.

Die Inundation nimmt in der Regel im December ihren Anfang und währt bis zu Ende April, aber auch im Spätsommer finden sich kleinere Flächen vor, die vom Wasser bedeckt bleiben, weshalb das Polje auch den Namen Blato¹⁾ (= Moor) führt.

DAS STOLAČKO POLJE UND DIE BREGAVA

(320 ha; 45—65 m)

Ein niedriger Querriegel, worauf das Grčko Groblje («griechischer Friedhof») liegt, scheidet dieses Polje in zwei kleinere: das Vidovo Polje am Flüsschen Radimlja und das Humačko Polje an der Bregava. Beide liegen in Thonschiefern und Mergelkalken des Flynches, die sich aus dem Gebiete Dubrava weiterhin verbreiten, während ihre Umrandung dichter cretacischer Kalk bildet. Da das eine an einem, das andere Polje an dem

¹⁾ Ueber das Mostarsko Polje und Bišće s. Morphologische und glaciale Studien I, Abhandl. K. K. Geogr. Gesellschaft, Wien, II. Band, Nr. 6, S. 48—50.

anderen Flüsse liegt, so scheinen sie durch die Seitenerosion dieser Flüsse entstanden zu sein, die in dem weichen Flyschgestein besonders nachhaltig gewesen war. Ihre Bodenflächen bestehen aus Kalkgeschieben, die in Conglomerate cementiert und mit den Conglomeraten des Mostarsko Polje und des Narentathales indentisch sind; jene beiden Flüsschen haben sie hergeführt.

In allen seinen Eigenschaften weist das Stolačko Polje genetische Charaktere solcher Becken auf, die durch Seitenerosion der Flüsse entstanden sind; in Betracht seiner Entstehung ist es also eine besondere Poljenart, die wir bisher in Bosnien und der Hercegovina nicht gefunden haben. Es gehört zu den offenen Poljen, da von der Bregava auch sein Unterrand durchbrochen ist.

Beide Poljen sind durch lose Mauern parcelliert, diese Parzellen hinwiederum mit geringer Ausnahme bloß unter Tabak- und Weinculturen. Von höherem Gewächs wird fast nur der Feigenbaum gepflanzt. Das ist ein überaus sonnenreiches Polje, dessen hohe Temperatur in der ganzen Hercegovina bekannt ist. Im Osten des Humačko Polje erhebt sich auf einem kuppelförmigen Kalkhügel das Castell von Stolac, worunter insbesondere am Flusse Bregava die Stadt liegt, deren höchste Partie die verfallenen Paläste und Thürme des Rizvan-Begović sind.

Die Bregava. Dieser charakteristische Fluss des Humljaker Karstes besitzt keine Quellnische noch Zuflüsse oder Seitenthäler, es ist eigentlich ein ungliedertes, seiner ganzen Länge nach klammartiges Thal, dessen Fluss nur durch die Quelle erhalten wird. Nach der Bodengestaltung sowie nach den hydrographischen Verhältnissen unterscheiden sich drei Partien. Durch die erste, von der Quelle bis zu Stolac, fließt der Fluss stets dahin. Er entspringt oberhalb des Dorfes Do in dem Flussgeröll inmitten des Bettes, das sich auch weiter aufwärts fortsetzt; die Temperatur des Wassers beträgt 11° ; der Fluss ist sofort ebenso wasserreich als bei Stolac, daraus lässt sich auf ein größeres Reservoir schließen, welches die Quelle speist. Diese Thalpartie, Do genannt, ist klammartig und von besonders schroffen Gehängen, die vom Hrgud herabreichen; die Klammsohle ist zu beiden Seiten charakteristisch wegen der sehr dicken Bänke cementierten Schuttes. Dieser ist hie und da circa 50 m dick, besteht ausschließlich aus eckigen Kalkbrocken, die durch Kalktuff unter einander cementiert und stellenweise durch Eisenoxyde röthlich gefärbt sind. Von diesem verschieden ist recenter Schutt, der durch die Runsen herabrollt, die älteren Halden bedeckt und nicht cementiert ist. In dem älteren Schutte befinden sich bei dem Dorfe Do kleine Höhlen, deren einige von den Bewohnern vertieft und von außen unterbaut wurden, so dass sie am linken Flussufer in ein Wohnhaus und Stallräume, am rechten in eine Viehhürde umgewandelt wurden.

Von der Bregavaquelle aufwärts setzt sich zwischen dem Hrgud und der Bitunja ein steileres, sehr tiefes, gegenwärtig trockenes Thal fort. An seiner Sohle liegt eine Unmenge großer Felsblöcke und Geschiebe, hergeführt vom Wasser, das sich hier nur selten, aber sehr reißend ergießt; in diesem trockenen Thale sowie in seiner Umgebung befinden sich Quellen,

die im Winter und Frühling sehr stark sind, zur Zeit meines Besuches aber beinahe sämmtlich versiegt waren. So liegt am linken Gehänge in einer großen Quellnische die Quelle «Veliki Suharić», die unmittelbar als ganzer Fluss dahinfließt, aber nur im Winter und lange in den Frühling hinein Wasser abgibt; oft ist ihr Wasser schlammig. Sie fließt nur dann, wenn in dem Polje Dabar Wasser vorhanden ist, so dass sie aus diesem Grunde sowie wegen des von ihr ausgeworfenen Schlammes und Schuttes als Abfluss des Ponors Ponikva betrachtet wird. Im Hintergrunde dieses trockenen Thales befindet sich unter dem Dorfe Predolje die schwache Quelle «Mali Suharić», zu einem Brunnen gestaltet.

Hier schließt sich das echte Thal, und es beginnt die dritte Partie des Bregavathales, die so wie das Dorf den Namen Predolje führt und sich über den Prijevorac bis zu dem Dabarsko Polje, zwischen Hrgud und Oplan-Do erstreckt. Dieses Thal ist ebenfalls tief, seine Sohle ist jedoch flach und relativ, gewöhnlich 200—300 m, breit und cultiviert; hier kommen keine so großen Felsblöcke vor, nur kleines Geschiebe und Sand, und in ihrer Gesamtheit zeigt sie eine schwache Böschung gegen das wirkliche Bregavathal. Auch in der Umgegend von Predolje, insbesondere an dessen rechter Seite, unterhalb Hrgud, liegen sehr dicke Schichten verfestigten Schuttes und Sandes und echte fluviatile Conglomerate. Auf diesen lagert aber kein recenter Schutt, wie es weiter unten der Fall war. Das kommt daher, weil jetzt im Predolje kein Wasser fließt, so dass auch keine Erosion thätig ist, die die Abrutschungen von den Gehängen und das Wachsthum der recenten Schutthalde verursachen würde; aber wenn auch keine anderen morphologischen Anzeichen und Spuren einer alten Erosion vorhanden wären, so ist die Anwesenheit der alten Conglomerate und Schutthalden, die stellenweise mächtige Blöcke und Schichten bilden, schon ein genügender Beweis, dass auch durch das Predolje einst ein Fluss geflossen sein muss. Nur durch Vertiefung des Bettes dieses alten Flusses können so dicke Schichten alten Schuttes in Predolje aufgehäuft worden sein. Ueberdies kommt darin auch Sand vor, wie bereits erwähnt; auch ist es durch den Prijevorac mit dem Dabarsko Polje verbunden, das an dieser Stelle geöffnet erscheint. Damit stimmen auch die Verhältnisse des Dabarsko Polje überein, die wir weiter unten würdigen; durch den Prijevorac sowie weiter durch das Predolje und die Bregava muss das Wasser des Neogensees von Dabar einen Abfluss gehabt haben, und dieser Abfluss erhielt sich so lange, bis in der unteren Partie des Polje Ponore entstanden, wie es Ponikva, Kutske Jame und Ljelješnica sind. Somit wäre das Bregavathal ein altes neogenes Thal und bildete einst den Abfluss des Dabarsko Jezero (= See). Nach der Entstehung der Ponore hörte das Predolje auf zu functionieren, und es trat ein unterirdischer Kanal in Thätigkeit, der wahrscheinlich auch jetzt die Ponikva mit der Bregavaquelle verbindet.

Bisher war es festgestellt worden, dass infolge Verschiebung der Ponore untere Thalpartien ihre Functionen als Flussläufe verlieren. Dieses Beispiel lässt nun erkennen, dass hier auch umgekehrte Fälle stattfanden: durch Entstehung unterirdischer Kanäle und Entwicklung unterirdischer Ab-

flüsse wurden Karstflüsse, die als oberirdische Abflüsse von Poljen functionierten, in ihrer oberen Partie trockengelegt.

Der Zeitpunkt dieses Vorganges kann nicht mit Bestimmtheit angegeben werden, er muss aber jedenfalls nach dem Neogen erfolgt sein. Auch die cementierten Brecchien, die in dem Predolje angetroffen werden, bieten dazu keinen weiteren Anhalt. Diese, sowie die erwähnten Conglomerate stellen in Bosnien und der Hercegovina Fluss- und Seeablagerungen dar, die sich sofort zu bilden begannen, nachdem sich diese Gebiete aus dem Meere emporgehoben hatten, also im jüngeren Tertiär, seitdem aber bis zur Gegenwart herrschten hier ähnliche Verhältnisse, so dass die erwähnten Ablagerungen zum großen Theil auch als diluviale, ja einigermaßen auch als recente gelten können. Infolge des großen Reichthums sämtlicher Gewässer an kohlenurem Kalke werden hier sowohl ganz neuer Schotter, als auch ganz neuer Schutt cementiert; die intensive Erosion schafft beides auch jetzt noch in großen Mengen.

DAS DABARSKO POLJE

(29·8 km²; 470—560 m)

Beobachtungen. An seinem tiefsten Punkte bei Kut ist das Polje 470 m hoch, in seiner Mitte bei Paratak 544 m, am oberen Ende circa 560 m, so dass es in der Richtung NW—SO eine Böschung von etwa 100 m besitzt. Ringsumher ist es von Kalkbergen umgeben, die bedeutendsten darunter sind Wučja Jama, Šarena Greda, Volujača, Hrgud, Kubaš u. a. Die Umrahmung ist am niedrigsten in der nordwestlichen und südöstlichen Partie an den Endpunkten der Längsachse — die allgemeine Eigenschaft der Poljen von Bosnien und der Hercegovina.

Die Bodenbeschaffenheit ist hier mannigfaltig. Bei Paratak besteht er aus Kalkgeschieben, die am Bijeli Potok, einem nach den weißen Geschieben so (Bijeli = Weißer) benannten Bache, von besonderer Größe sind. In dem Ljuti Do sind unter dem Schotter jüngerer, neogener, weißlicher Mergel und lockerer, bläulicher Lehm bloßgelegt. Aus diesen bestehen die niedrigen, sanftgeböschten Hügel, die sich an die Kalkgehänge anlehnen, feuchter und grüner sind, und die Häuser von Klečke, Ljuti Do und Potkom tragen. Bis vor kurzem waren sie noch bewaldet, namentlich in der Umgebung von Klečke, und die Waldungen dieses Dorfes wurden erst vor 20—30 Jahren ausgerodet und jenes selbst da gegründet. Das Andenken an Wildschweine, Bären u. s. w. lebt auch weiter fort, das an den Biber ist indessen gänzlich erloschen. Im äußersten NW beginnt das Bett der Opačica, 3—4 m tief, grabenähnlich in dem neogenen, bläulichen Lehm eingeschnitten, der etwa 3 m dick und von $\frac{1}{2}$ m mächtigen Kalkgeschieben bedeckt ist; bei der Brücke auf dem Humski Put (= Wege der Humljaken) ist das Bett der Opačica ein 2—3 m tiefer Graben, an dessen Gehängen Kalkgeschiebe und Humus abwechseln. In der Mitte des Polje kommt an der Opačica kein neogener Lehm oder Mergel vor, sondern nur feiner Sand, der weder

durch diesen Fluss, noch durch irgend einen andern des Dabarsko Polje hergebracht sein kann, da diese nur einen kurzen Lauf besitzen und reißend sind.

Die Opačica entsteht aus dem unbedeutenderen Bijeli Potok und dem Flüsschen Trusina, das aus dem offenen Trusinsko Polje kommt und sich in einem Wasserfalle von 60—70 m Höhe in das Dabarsko Polje hinabstürzt. Sie bildet die Hauptwassermasse in dieser oberen Partie des Polje. Aber auch in der Mitte des Polje kommen schachtähnliche Quellen vor, so Crnjenik (11,5° C.) u. a.

Die neogenen Randhügel des Polje sind jetzt größtentheils unter Buschwerk, das auch an der Opačica vorhanden ist, selten erblickt man einen größeren Baum; sonst ist die Bodenfläche des Polje Wiesengrund oder mit Mais und Hirse bebaut. Alle Ansiedelungen befinden sich an den Rändern des Dabarsko Polje, in Gruppen von je 2—3 naheliegenden Häusern zerstreut, die echte Zerstreutheit kommt jedoch nicht vor, da die Güter klein sind und alle Aecker eines Dorfes unmittelbar darunter in der Thalsole liegen. Unterhalb Ljuti Do befindet sich ein «griechischer Friedhof».

Von Poratak abwärts beginnt eine Partie des Polje, die den Namen Lužine und Bare führt. Sie besteht an ihren Rändern aus Geschieben, sodann aus Humus, der von Flut- und Quellwasser durchtränkt ist, und bildet ein echtes Torfmoor, durch das sich zwischen dichtem Gebüsch mehrere Bächlein dahinschlängeln; das sind die Lužine, und die Bächlein, «matice» genannt, verlieren sich in den Bare. Hier verschwindet auch das Bett der Opačica, um unterhalb der Bare wieder zu erscheinen, wo sie einen starken Zufluss, die Vrijeka, empfängt, die aus einer Höhle und aus einer schwächeren permanenten Quelle entspringt. Die Vrijeka stellt den einzigen Karstfluss dieses Polje dar, nur zur Zeit der Schneeschmelze und bei Regenfall quillt sie auch aus der Höhle hervor, erscheint dann aber als ganzer Fluss. Die Bare sind die grasreichste Partie des Dabarsko Polje, und in der Ada, der Landschaft zwischen Bjeljan und der Vrijeka, herrschen Rothweiden vor, während die höheren, trockeneren Randpartien mit Mohrhirse, gemeiner Hirse, hie und da auch mit Tabak angebaut sind.

Ein selbständiges hydrographisches Gebiet in dieser Partie des Polje bilden die Bara und Njivine zwischen den Dörfern Valjak und Strupić. Von den echten Bare sind sie durch Sandwälle geschieden, und auch weiterhin bis zur Ponikva kommt Sand in größerer Menge vor. Bara und Njivine sind kleine, wasserreiche, vom üppigen Grase grüne Karstbecken unter den Bergen Kubaš und Meteriz, die im Vergleich mit ihrer Umgebung sehr tief sind. Sie werden von einem Bache inundiert, der aus dem Engpasse zwischen Meteriz und Kubaš kommt und von fünf Alluvialponoren aufgeschluckt wird. In einigen derselben tritt an der Sohle unter Humus und Sand auch Kalkstein hervor; sie stürzen oft ein, wobei sie an Tiefe zunehmen, zuweilen entstehen auch neue Spalten und alluviale Dolinen, die zur Bildung neuer Ponore führen.

Von diesem selbständigen hydrographischen Becken also abgesehen, verliert sich das Wasser sämtlicher höherer Partien in einem Hauptponor, der Ponikve heisst, und in mehreren kleinen, zumeist spaltenförmigen Po-

noren, die in dichtem, hellfarbigem Kalke liegen. Die Ponikva ist eine geräumige Höhle mit zwei Oeffnungen, und die Opačica, vereint mit der Vrijeka, mündet in dieselbe. Wie in anderen wasserlosen Karstgegenden, so befindet sich auch hier in dem Ponore selbst eine Mühle mit zwei Steinen; die übrigen, kleineren Ponore befinden sich 200—300 *m* unterhalb der Ponikva, und ihre Spalten sind in den meisten Fällen durch kleine Felsstücke verschüttet.

Die tiefste Partie des Polje ist Dažilje, dessen Bodenfläche aus Humus besteht, wasserreich, grün und mit Mohr- und gemeiner Hirse bebaut ist. Es wird von zahlreichen Quellen bewässert, die unterhalb der Einsattelung Divin und an dem Prisojski Rt liegen. Sie bilden trichterförmige Löcher im Kalke oder Schwemmland; bloß eine einzige ist eine von Felsblöcken beinahe gänzlich verschüttete Höhle. Insgesamt führen sie den Namen Ljelješnica und sind eigentlich Estavellen, da sie zuerst Wasser ausspeien, um es sodann wieder aufzusaugen. Bei Hochfluth tritt auch etwas Wasser aus der Opačica und Vrijeka herüber und inundiert diese tiefste Partie des Polje. Die Kutske Jame genannten und in der tiefsten Partie von Dažilje gelegenen Ponore nehmen den größten Theil des Wassers auf.

In Dažilje ist das Niveau erkennbar, das vom Wasser im Frühling und Herbst erreicht wird. Etwa 3—4 *m* über der Bodenfläche hoch sind die Gehänge weißlich, vegetationslos und durch eine scharfgezeichnete Linie von den höheren Partien geschieden, die von dunklerer Färbung und größtentheils unter Pflanzenwuchs sind. Außerdem gewahrt man hier, von Ponikva bis Kubaš, am rechten Ufer des Polje eine sehr scharfe alte Strandlinie, die circa 20 *m* über der Sohle liegt; in der Richtung gen Kutin senkt sie sich hinab. Von der Bodenfläche bis zu ihr hinauf sind die Gehänge steiler, nicht zerklüftet und gehen mit einem Steilhange in die sanfter geböschten, durch fast parallele Rinnen zerfurchten Gehänge des Kubaš über. Es ist bedeutsam, dass diese kleinen Rinnen zumeist an jenem Absturze aufhören, der die Strandlinie bezeichnet.

Divin ist eine Einsattelung im Schichtstreichen, eigentlich eine Vertiefung, die dieses Polje mit dem Fatničko Polje verbindet, und gehört zu den Einsenkungen, die in der Verlängerung der Längsachse von Poljen auftreten.

Die hydrographischen Verhältnisse des Dabarsko Polje. Es zählt zu den periodisch inundierten Poljen, aber seine Inundationen sind unbedeutend, und das Wasserniveau erreicht in der tiefsten Partie des Polje, in Dažilje, eine Höhe von 3—4 *m* über dem Boden. Man unterscheidet in diesem Polje drei hydrographisch fast selbständige Becken: 1. die obere Partie mit Bara, 2. Dažilje und 3. Njivine und Bare. Seine Inundationen werden im wesentlichsten von den Flüsschen Opačica mit Vrijeka verursacht, die ihr Wasser aus dem Trusinski-Karst und dem Trusinsko Polje erhalten, sodann von einigen Quellen und endlich auch von Estavellen, wie es die Ljelješnica eine ist. Sein Hauptponor ist die Ponikva, auf den die anderen kleineren folgen, die der Mühlen («Mlin») wegen den Namen «Mlinice» führen; auf diese folgen die Kutske Jame und einigermaßen auch die Estavellen. Das Wasser der Ponikva tritt, wie gesagt wurde, in der Quelle Suharić, das von Kutske Jame im Fatničko Polje wiederum zutage. Die

Ponikva ausgenommen, die anfangs eine geräumigere Höhle ist und sich danach zu einer engen Spalte verengt, sind alle übrigen Ponore bloß enge Fugen; daher wird bloß das Dažilje, die tiefste Partie des Polje, dermaßen inundiert, dass es schädlich ist.

Die älteren hydrographischen Verhältnisse. Nach den Neogenablagerungen, die besonders am Rande des Polje vorkommen, ist es klar, dass es im Neogen ein See gewesen war. Dieser See hatte auch einen oberflächlichen Abfluss durch Prijedorac und Predolje, den tiefen Einschnitt, der die Charaktere eines Flusstales aufweist. Später entstanden Ponore in der unteren Partie des Sees, er floss unterirdisch ab und verwandelte sich in ein periodisch überschwemmtes Polje.

DAS FATNIČKO POLJE

(9·8 km²; 470 m)

Man unterscheidet hier das Gornje (obere) und Donje (untere) Polje, die durch den felsigen Querriegel des Veliki und Mali Humac geschieden sind. Der erstere ist ein kuppelförmiger Hügel, der die Bodenfläche des Polje um etwa 30 m überragt, eine absolute Höhe von 510 m hat, und an dessen Gipfel eine Kirche erbaut ist. Beiderseits erstrecken sich von ihm bis an den Rand des Polje schmale, felsige Grate, und auf dem südwestlichen erhebt sich der viel kleinere, abermals kuppelförmige Hügel Mali Humac; diese Fortsetzungen werden jedes Jahr gänzlich inundiert, und an ihnen, insbesondere an dem Grate Narad, können die Wirkungen der Seeabration beobachtet werden: die Seiten der Felsinselchen sind von Karren zerfressen, oben aber sind sie glatt abgeflacht.

Das Gornje Polje besteht aus drei Hauptbuchten: 1. die erste, dicht unter dem Dorfe Fatnica, heißt Nugao, 2. die mittlere heißt Podobod und endlich 3. die dritte liegt unterhalb der Dörfer Orahovica und Kalac. In der erstgenannten sind zunächst viele zeitweilige Quellen, die nur dann thätig sind, wenn in dem Dabarsko Polje Hochwasser herrscht, sie liegen tiefer als die tiefsten Ponore der Kutske Jame und stellen ohne Zweifel deren Abfluss dar. Diese Quellen liegen an Spalten, von denen der Kalk zerissen ist, und die mächtigsten von ihnen sind Mačkovac und Zla Stijena. Unterhalb Fatnica befinden sich permanente, starke Quellen: Kamenik, sodann Veliki (großer) und Mali (kleiner) Kukulj.

In Podobod befinden sich zunächst sehr starke permanente Quellen, z. B. Studenac und Veliki und Mali Jastrebinjak, aber selbst bei stärkstem Regenfall können sie nicht allzusehr anschwellen, weshalb sie auch keine Inundation des Polje hervorbringen können. Das Polje wird inundiert, wenn periodische Quellen hervorzuspringen beginnen, die ganz gewiss Abflüsse höher gelegener Poljen sind, und die zu functionieren aufhören, sobald diese höheren Poljen sich entleert haben. Hier sowie unterhalb Orahovica befinden sich diese stärksten Quellen, die die Ueberschwemmung des ganzen Polje bewirken.

Die wichtigste von diesen Quellen heißt Obod, deren Oeffnung eine geräumige Höhle ist, worüber man terrassenartig angeordnete Steilwände sieht, Diese Erscheinung weist auf treppenartige Absenkungen hin, die man an vielen Stellen über großen Höhlen beobachtet. Diese Höhle von Obod hat an ihrem Anfange Siphonform: der Eingang, der Oberrand, liegt in einer absoluten Höhe von 472 m, und von hier geht es nun 50 m sehr steil bis zu einem kleinen See hinab; ein schmaler unwegsamer Höhlenkanal, der überaus steil abwärts führt, verbindet ihn mit einem anderen See, der, nach dem Steinwurf zu urtheilen, 10—15 m tiefer als der erste liegt. Aus dieser siphonförmigen Höhle bricht im Frühling und Herbste die größte Wassermenge hervor, durch die das Polje überschwemmt wird. Das Wasser, das sie entsendet, muss also zuerst circa 60 m steigen, bis es den Oberrand der Obodhöhle übersteigt; außerdem liegt das Niveau des Obodsees tiefer als der tiefste Punkt des Fatničko Polje, wengleich der Obodrand höher liegt als die Bodenfläche des Fatničko Polje. Um den erwähnten See von Obod liegen sehr große Mengen reinen, weißen Schotters angehäuft, der so geglättet ist wie in dem reißendsten Flusse und zumeist Eiform aufweist. Ein solches Material spricht nicht nur dafür, dass es vom Wasser lange fortbewegt wurde, sondern es beweist hauptsächlich, dass es sich in unterirdischen, vielleicht siphonförmigen Becken und Seen lange aufgehalten haben muss, wo es in Kreisbewegung gesetzt und derart typisch geglättet wurde. Von dem See reicht dieser Schotter zum Ausgang der Obodhöhle hinauf, indem er die Gehänge bis zu einer beträchtlichen Höhe bedeckt, er gelangt aber nicht hinaus, da er seine Stelle sehr großen Mengen Sandes einräumt, der oben in Schlamm übergeht, und nur dieser wird von dem Wasser bis an die Oberfläche gebracht. Der Scharfsinn der Bewohner dieses Karstes, wo keine fließenden Wasser vorhanden sind, wird dadurch treffend bezeichnet, dass nicht nur die Ponore — wo es leichter ist — sondern auch solche siphonförmige Quellen zum Mühlenbau verwendet werden: am Obod ist an seiner Oeffnung eine alte, jetzt schon eingestürzte Mauer als Wehr errichtet, und das Wasser wurde nur an der linken Seite durch einen Kanal im Kalkstein durchgelassen, wobei es eine Mühle trieb. Von dieser Mauer an, die den Rand von Obod bildet, beginnt ein felsiges Bett voll geschlossener, zu seiner Richtung senkrecht liegender Becken und kleinerer Riesentöpfe. Das ist das Bett der Rijeka, des Hauptflusses in dem Fatničko Polje. Von allen periodischen Quellen und Estavellen in diesem Polje beginnt der Obod zuerst zu functionieren, nämlich zu Ende September oder Anfang October, und soll nach den Angaben der dortigen Bevölkerung so lange fließen, bis das Wasser in dem Gacko Polje verschwindet. Herr Ingenieur Andreasch, der an der Entwässerung des Fatničko Polje arbeitet, theilte mir mit, dass das Wasser nur dann trübe ist, wenn es zum erstenmal aus der Obodquelle hervorfließt, sodann wird es klar und bleibt so, auch wenn die Quelle auf einige Tage ihre Thätigkeit einstellt, um sie dann wieder fortzusetzen.

Die zweite Quelle ist Baba-Jama, ebenfalls von Siphonform und auch sonst wie die Obodquelle gestaltet, nur ist sie bedeutend kleiner und liefert geringere Wassermengen ab.

Babić heißt eine schmale, jetzt durch Felsblöcke verschüttete Höhle, eigentlich ein Felsenriss, worunter sich eine Spalte erstreckt, an welcher auch viele andere schwächere Quellen liegen.

Wie gesagt, beginnt das Wasser zuerst aus der Obodquelle zu entspringen, darauf aus Baba-Jama, sodann aus Babić unterhalb des Čair. Da alle diese Quellen siphonförmig sind, so verschlucken sie abermals ein wenig Wasser, nachdem sie aufgehört haben, dasselbe auszuspeien; aus diesem Grunde befindet sich an der Baba und Babić viel Sand und Schotter angeschwemmt. Aber infolge der beschriebenen Gestaltung werfen diese Quellen keinen Schotter aus, so dass in ihren Rinnen, die sich alle zu dem Fussbette der Rijeka vereinigen, nur Schlamm befindlich ist, die in dem Gornje Polje auf bläulichem, neogenem Lehm lagert; dieser ist in allen Rinnen von Nuglo und Podobod bloßgelegt und liegt auf einem flyschähnlichen Sandsteine.

Die ersten, unbedeutenden Ponore liegen am Berge Humac; das sind Spalten in zerfressenem Kalkstein. Unmittelbar danach zweigt sich am Anfange des Donje Polje von der Rijeka ein Arm ab, der in der Velika Pećina (= Große Höhle) verschwindet. Diese liegt im Hippuritenkalke, der gänzlich aus großen, zuckerweißen Hippuriten besteht. Oberhalb dieser Höhle zieht sich unter dem Gipfel Kukuljica eine scharfe Strandlinie dahin, deren höhere Partie um die Höhle herum Previš, die tiefer gelegene Babina Greda heißt. Diese alte Strandlinie liegt circa 25 m hoch über der heutigen Bodenfläche. Unter ihr, bloß 8—10 m über der Bodenfläche, sind an ihrer besonderen Verwitterung die Flächen erkennbar, die vom Wasser gegenwärtig überflutet werden. In dem Fatničko Polje ist auch eine regelmäßige Pegelbeobachtung eingerichtet, wobei festgestellt worden ist, dass das Wasser im Jahre 1896 40 m über dem tiefsten Punkte des Polje lag.¹⁾ Die Inundation beginnt zu Anfang October und dauert bis zu Ende Mai, zuweilen bis zu Ende Juni.

Vor der Velika Pećina befinden sich viele kleine Alluvialponore, die vom Schutt und kleinen eckigen Kalkbrocken verschüttet sind und dicht an der Rijeka an ihrem rechten Ufer liegen. Auch weiter abwärts, immerfort am südwestlichen Rande des Polje, befinden sich viele Spaltenponore, die nur daran kenntlich sind, dass sich der Boden um sie herum kaum merklich eingesenkt hat, und weil solche Stellen mit kleinen eckigen Kalkbrocken verschüttet sind; diese letzteren entstehen dadurch, dass das Wasser, in die Spalten versinkend, den Kalk derartig zersetzt, dass er in den oberen Partien in lauter kleine Felsstücke zerfällt, die an ihrem Entstehungsorte liegen bleiben. Hier wird in großem Maßstabe an der Entwässerung des Polje gearbeitet, so dass manche von diesen Ponoren gereinigt und an der unteren und oberen Seite durch Steinmauern dermaßen geschützt sind, dass sie weder durch den Schlamm des Hochwassers, noch durch Schutthalden verschüttet werden können. Die größte Gruppe solcher spaltenförmigen, durch Gesteinbrocken verschütteten Ponore sind die Lepirnice.

¹⁾ Nach Ballif (Wasserbauten, I. Theil) betrug die größte Wassertiefe im Fatničko Polje im Jahre 1888 28·8 m.

Aber die wichtigsten Ponore befinden sich in der tiefsten Partie des Polje und können in vier Gruppen eingetheilt werden:

1. Die Ponore von Badjin Laz. Dies sind Karrenponore. Gelbe Kalksporne ragen aus dem Schutte empor, die von zahllosen tiefen Karren gefurcht sind, und die Karrenrinnen sind schmale, spaltenförmige Ponore; manche sind an der Oberfläche brunnenförmig, setzen sich aber nach abwärts in schmale, schlammerfüllte Spalten fort. Die Zahl solcher spaltenförmigen Ponore ist überaus groß, so dass die Bodenfläche des Badjin Laz einem Siebe in vielen Stücken ähnlich ist. Auch von diesen Ponoren sind etliche gereinigt und durch Mauerwerk geschützt.

2. Von größerer Bedeutung ist eine Gruppe Ponore, die den Namen Pasnica führt, und die die größte Wassermenge der Rijeka aufnimmt. Der Obod ist die Hauptquelle, dieses der Hauptponor des Fatničko Polje. Trotzdem liegt der letztere um 2 m höher als der Obodsee. Er stellt einen Schacht dar, der an der Oberfläche 3—4 m im Durchmesser misst, dessen Gehänge scharfe und zerrissene Felsen sind; nach abwärts wird der Kanal dieser Ponore immer schmaler. Dieser Schacht ist von einem ganzen System kleiner Oeffnungen umgeben, die insgesamt in den Kanal der Hauptöffnung münden. Dieser Kanal verengt sich und zweigt sich dann in zwei Arme, die wiederum breiter werden, und an deren Sohle, 15—20 m unterhalb der Oberfläche, kleine Lachen vorhanden sind. Von dieser Stelle ist es nicht möglich, weiter zu kommen, da der Höhlenraum des Sees nur in Felspalten seine Fortsetzung findet; an manchen Stellen sieht man das Wasser in diesen Spalten verschwinden. Es ist von Interesse, dass in diesen Lachen Fische vorkommen, die auch in den Seebecken des Obod und der Baba leben. Außer diesem Hauptponor gibt es noch einige kleinere, selbständige Ponore, die an der Oberfläche breiter sind; sie gehen aber sämtlich in ganz schmale Spalten über, die zumeist von Schlamm oder neogenem bläulichen Lehm erfüllt sind. Auch an der Reinigung dieser Ponore ist bereits gearbeitet worden.

3. Aehnlich ist auch der Gradac, der der Pasnica gleich von dem Felsrande entfernt im Schwemmlande des Polje liegt. Hier ragen aus dem Schwemmlande zwei geräumige Platten von Nummulitenkalk empor, die 2 bis 3 m hoch und durch Abrasion geebnet und geglättet, stellenweise aber auch von tiefen Karrenrinnen zerfurcht sind; ihre Kanten sind lauter Karren. Die höhere, der Pasnica nähere Platte heißt Veliki (= Große) Gradac, und unter ihr befindet sich eine Gruppe von Ponoren, die denselben Namen führt; ein Arm der Rijeka mündet in diesen. Auch die Spalten der Gradacponore sind mit Schlamm des bläulichen, neogenen Lehms erfüllt.

4. Zahlreiche spaltenförmige Ponore unterhalb einer horizontalen Höhle, die verstopft ist und kein Wasser verschluckt; viele von diesen sind gereinigt und durch Mauerwerk geschützt.

Unter den zahlreichen Ponoren des Fatničko Polje können nach ihrer verschiedenartigen Function zwei Hauptgruppen ausgeschieden werden. Die einen haben als beständige Zuflüsse die Rijeka und ihre Arme, sodann verschlucken sie Wasser auch bei Eintritt von Inundationen, bei Hochwasser,

und wenn dasselbe schon zu fallen beginnt; sie sind also eigentlich ununterbrochen thätig, bloß die kurze Dauer des Spätsommers ausgenommen. Diese sind die normalen Ponore. Hierher gehören die Pansisca, Gradac, Velika Pećina und die Ponore am Bette der Rijika. Die zweite Art bilden die Inundationsponore; sie liegen am Rande des Polje und functionieren nur bei Eintritt des Hochwassers. Ihre Zahl ist sehr groß, insbesondere an der rechten Seite unterhalb des Previš und der Babina Greda, sowie in der tiefsten Partie des Polje. Alle bestehen aus Spalten, zumeist aus Karrenponoren, vielleicht deshalb, weil sie keine bestimmten, starken Wasserläufe aufnehmen, sondern bloß aus der allgemeinen Wassermasse, die die Inundation bildet, Wasser aufsaugen. Sie bilden also auch in ihrer Gestaltung einen Gegensatz zu der ersten Art oder den Hauptponoren, die von den Wasserläufen der Rijeka gespeist werden, und die deshalb an der Oberfläche stets eine größere Oeffnung aufweisen.

Um solche Ponore herum, ob sie nun auch an der Bodenfläche des Polje liegen, ist der Humus ausgewaschen und weggeschwemmt, und die mannigfach zersetzten Kalksporne sind bloßgelegt. An diesen Stellen ist jede ursprüngliche Kalkspalte durch Wassereinsaugung erweitert, und auf diese Weise entstanden die Karrenponore, zwischen denen noch schärfere Firsten wie zwischen normalen Karrenrinnen liegen. Das Wasser, das diese Stellen immerfort bespült, indem es durch dieselben dahinfließt, um unterirdisch zu verschwinden, hat durch seine intensive Zersetzung des Kalkes diese Karrenfirsten vielfach zerbröckelt, und ihre Trümmer haben die Ponorspalten verschüttet. Daher kommt es, dass die Inundationsponore zuweilen als Trümmerhaufen erscheinen, die in einer kleinen seichten Vertiefung lagern; wenn sie kein Wasser aufzunehmen haben, dann sind sie bloß an diesen Eigenschaften zu erkennen.

Nicht nur die Inundations-, sondern auch die Hauptponore verengen sich in größeren Tiefen zumeist zu sehr engen Spalten. Diese Eigenschaft bildet ein wichtiges Kennzeichen des hercegovinischen Karstes, worin keine geräumigen, auf längere Strecken begehbare Ponore vorkommen. Aus dieser Ursache ist es in diesen Poljen schwierig, durch Reinigung der Ponore einen regelmäßigen Wasserabzug herzustellen, da ihre Spalten sehr leicht verstopft werden; daher müssen die Ponore eigentlich jedes Jahr gereinigt werden. Ueberdies hat auch dieses für die Entwässerung der Poljen in der Hercegovina einige Bedeutung. Es hat sich bestätigt, dass die Poljen untereinander in Verbindung stehen, und dass die tieferen von den höheren Wasser empfangen. Darum müssen die Reinigung der Ponore, sowie die übrigen Arbeiten, die zur Entwässerung beitragen, zuerst in den tiefsten Poljen in Angriff genommen werden, dann erst in den höheren. Würden dagegen die Reinigung der Ponore und die Entwässerung zuerst in einem höheren Polje ausgeführt werden, so könnte der Fall eintreffen, dass das tiefere Polje in kürzerer Zeit weit größere Wassermengen bekäme, die von seinen verstopften Ponoren nicht würden abgeleitet werden können; so würden in dem letzteren viel größere Inundationen eintreten als vor Ausführung der Entwässerungsarbeiten. Dieses hat sich einigermaßen an dem Fatničko Polje gezeigt. Es erhält sein

Wasser aus dem höheren Gatačko Polje; hier wurden die Ponore früher gereinigt, und in dem Fatničko Polje traten größere Inundationen ein, die erst in der letzten Zeit beseitigt wurden, nachdem auch die Ponore dieses Polje gereinigt waren.

Außer gewöhnlichen und siphonförmigen Quellen, sowie außer den erwähnten Ponoren gibt es in diesem Polje auch Estavellen. Zwei Hauptgruppen derselben befinden sich im SO des Polje und heißen Veliki und Mali Nežir.

Veliki Nežir ist eine an der Oberfläche circa 1 m breite, 4—5 m lange Spalte, die dem Schichtstreichen folgt, also die Richtung NNW—SSO hat. Nach abwärts wird sie immer enger und geht in einen engen Riss über, an dessen Sohle man Wasser sieht. Bei Schneeschmelze und Regenfall speit diese Estavelle Wasser nebst Sand bis zu einer bedeutenden Höhe aus, und von ihr führt bis zu der Rijeka eine Rinne hin. Wenn das Zufießen des Wassers aufgehört hat, dann beginnt der Veliki Nežir Wasser aufzuschlucken, weshalb um ihn her viel Laubwerk und Schutt angehäuft liegen.

Der Mali Nežir ist eine Gruppe von 20 spaltenförmigen Oeffnungen in zerfurchtem Kalkstein; alle sind durch Kalkbrocken verschüttet, sowie manche der erwähnten Karrenponore. Sie functionieren mit dem Veliki Nežir durchaus gleich, und von ihnen führt ebenfalls ein Kanal zu der Rijeka hin.

Diese beiden Estavellengruppen überragen die Bodenfläche des Polje um 2—3 m, sie liegen am Rande des Polje und sind darum als Ponore nur bei Hochwasser thätig.

Dieses Polje erhält sein Wasser aus dem Dabarsko und Gacko Polje, aus dem ersten durch die Quellen in Nuglo, aus dem letzteren durch die Gruppe siphonförmiger Höhlen, z. B. Obod, Baba Jama und Babić. Die Ingenieure, die an der Entwässerung dieser Poljen arbeiten, betrachten diese hydrographische Verbindung als eine Thatsache. Aber in keinem von diesen Poljen steigt das Wasser so hoch als in dem Fatničko, insbesondere seitdem die Ponore des Gačko Polje gereinigt worden sind. Nach der Ansicht der dortigen Bevölkerung, tritt das Wasser des Fatničko Polje in der Nähe von Bileć als die Quelle der Trebišnjica wieder zutage. Es ist schon erwähnt, dass von October an das ganze Fatničko Polje unter Wasser liegt, das bis 40 m über seinen tiefsten Punkt emporsteigen kann und bis zu Anfang Sommer anhält. Erst durch mühevollen Arbeiten an der Reinigung der Ponore ist es gelungen, auch die tiefsten Partien des Fatničko Polje anbaufähig zu machen. Darauf ist jetzt nirgends Baum noch Busch zu sehen, ja auch Wiesen und Felder kommen selten vor, dagegen ist es fast in seiner Gesamtheit cultiviert, hauptsächlich mit Mohr- und gewöhnlicher Hirse.

Der Wasserstand in dem Fatničko Polje begann aber erst in neuerer Zeit so hoch zu werden, früher war er viel kleiner. Dies wird durch zwei Thatsachen unwiderleglich bewiesen. Auf dem Veliki Humac befindet sich ein Kirchlein, das im Winter und Frühling von tiefem Wasser umgeben und nicht zugänglich ist. Die Landleute würden diese Kirche an dieser Stelle

nicht errichtet haben, wenn das Wasserniveau auch früher so hoch gestiegen wäre. Außerdem befindet sich am südöstlichen Rande des Fatničko Polje ein «Grčko Groblje», das jedes Jahr ganz überschwemmt wird, daneben liegt wiederum ein alter mohammedanischer Friedhof, der ebenfalls inundiert wird.

Das beweist, dass die hydrographischen Verhältnisse, insbesondere die Höhe, die vom Wasser erreicht wird, starken Veränderungen unterworfen waren;¹⁾ an dem bläulichen neogenen Lehm ist es kenntlich, dass das Fatničko Polje im Tertiär ein See war, und aus dieser oder etwas späterer Zeit rührt jene Strandlinie des Previš her, die uns beweist, dass das Wasserniveau über der unmittelbaren Bodenfläche 20—25 m hoch war. Es finden sich gar keine Anzeichen vor, dass das damalige Fatničko Jezero einen Abfluss an der Oberfläche besessen hätte, und den heutigen ähnliche hydrographische Eigenschaften müssen sich unmittelbar nach dieser Seephase eingestellt haben; auch der tertiäre See von Fatnica muss schon unterirdische Abflüsse gehabt haben. Außerdem sind seine hydrographischen Verhältnisse von jüngerem Alter als diejenigen des Gatačko Polje, da es aus diesem sein Wasser erhält, und die hydrographischen Verhältnisse des Fatničko Polje können erst nach denen des Gatačko Polje zur Entwicklung gelangt sein. — Diese Betrachtung lässt eine hydrographische Abhängigkeit zwischen höheren und tieferen Poljen erkennen, die unterirdisch in Verbindung stehen, sowie dass die hydrographischen Zustände der letzteren stets von jüngerem Alter sind.

Von dem Ponore Pasnica gegen das Dorf Padjani und weiter bis Plana hin erstreckt sich im Schichtstreichen eine lange Karstmulde, die zu jenen gehört, welche an den Enden der Längsachse eines Polje auftreten. Sie beginnt mit einer Reihe seichter, rundlicher, tennenförmiger Dolinen, deren ebene Sohle entweder bebaut oder unter den Wiesen des Dorfes Padjani liegt. Hier befinden sich an zwei Stellen alte Friedhöfe, die auch sonst in der Hercegovina zumeist an Poljen und ihre Ränder beschränkt sind. Das tiefere von ihnen wird, wie bereits gesagt wurde, vom Wasser des Fatničko Polje inundiert, das höhere liegt in Dolinen bei dem heutigen Dorfe. Von hier bis Plana beginnt ein stark verkarstetes Terrain, aus dichtem Kalkstein zusammengesetzt. Große Felsdolinen herrschen vor, wozwischen sich scharfe Felszacken mit tiefen Karren befinden. An sehr wenigen Stellen kommen zwischen diesen starrenden Felsen mit Terra rossa bedeckte Flächen vor, die entweder bloß Buschwerk tragen oder, gleich einige Dolinen, ummauert und kultiviert sind. Auch zwei Höhlen sind vorhanden: Grnkovačka, mit einer weiten Oeffnung, von der nach NO mit dem Schichtfallen parallel ein Kanal streicht, sodann Tavnica, von den nämlichen Eigenschaften, aber weit geringeren Dimensionen. Fließendes Wasser kommt nirgends vor, bloß Cisternenwasser wird verbraucht.

¹⁾ Viele Ponore wurden auch in älteren Zeiten gereinigt und durch Mauern geschützt, was die alten Mauerwerke erkennen lassen, die von dickem Schutte bedeckt waren und jetzt bei Gelegenheit der Reinigung der Ponoren gefunden sind; dieses beweist, dass auch der Periode schwächerer Inundationen in historischer Zeit eine Phase viel größerer Inundationen vorangieng.

Plana liegt in einer geräumigen kahlen Karstmulde, mit großen, seichten Dolinen, zwischen denen Kalkgrate und Kalkplatten liegen, die aus beinahe horizontalen Kalkschichten bestehen und von Karren zerfurcht sind. In der Planamulde trat im Jänner 1897 plötzlich Wasser auf, wodurch sie gänzlich überschwemmt wurde: die Bewohner mussten auf kurze Zeit ausziehen, zwei Häuser stürzten infolge der Ueberschwemmung ein, manche Quellen entsprangen in den Wohnungen selbst. Es entsprangen also in der Wanne unerwartet neue Quellen aus den zahlreichen Kalkspalten, von denen sie auf kurze Zeitdauer inundiert wurde;¹⁾ im Zeitraume von wenigen Tagen floss dieses Wasser allmählich wieder ab. Damals stand das Wasser im Fatničko Polje sehr hoch, überdies waren zuvor im Sommer 1896 viele Ponore in diesem Polje gereinigt worden, und die Einwohner von Plana glauben, dass dieses Wasser hier ausbrach, indem ihm von dort ein überaus rascher Abfluss geboten war. Anders lässt sich diese Erscheinung nicht erklären. Die erwähnte Karstmulde von Pasnica bis Plana entspricht höchst wahrscheinlich dem unterirdischen Laufe der Rijeka, die in der Pasnica versinkt und in der Richtung zur Trebišnjicaquelle weiterfließt. Indem das Wasser im Jänner 1897 durch die gereinigten Ponore rasch abfließen konnte, erfüllte es die unterirdischen Hohlräume, begann durch die Kalkspalten emporzusteigen und trat in der tiefsten Planamulde wieder zutage.

Diese Erscheinungen bilden eine Eigenschaft des hercegovinischen Karstes, wodurch er sich von dem Krainer, Triester und anderen adriatischen Karstlandschaften unterscheidet. Hier treten lange und breite unterirdische Kanäle mit Flussläufen häufig auf. Außerdem ist da eine größere Anzahl von Schächten vorhanden, die zu unterirdischen Flussläufen hinabführen; sie machen überhaupt den Eindruck eines älteren Karstes, worin die Wassererosion, sowohl die unter- als auch die oberirdische, mehr Zeit zur Verfügung hatte und größere und ausgeprägtere Formen schuf. Dem hercegovinischen Karste scheinen solche geräumige Kanäle zu fehlen, enge Kanäle oder echte Spalten herrschen vor; auch Schächte (Avens) werden hier sehr selten angetroffen. Beide Karstlandschaften haben sich aber zu gleicher Zeit in dem jüngeren Tertiär emporgehoben, waren also seit ein und demselben Zeitpunkte den Wirkungen der Erosion ausgesetzt. Die Formen des bosnisch-hercegovinischen Karstes sind also nicht jünger, so dass nicht etwa ungleiches Alter die Ursache der besprochenen Unterschiede ist. Die einzige Erklärung dieser Erscheinung scheint der verschiedene Charakter des Kalkes in Krain und der Hercegovina zu sein: in dem ersteren Gebiet herrschen reine, hauptsächlich Caprotinenkalke vor, in denen stets der ausgeprägteste Karst zur Entwicklung gelangt. Die mannigfaltigen Kalke des hercegovinischen Karstes sind mehr lehmhaltig.

¹⁾ Es ist eine allgemeine Erscheinung im hercegovinischen Karste, dass bei großem Regenfall viele Quellen längs der Kalkspalten erscheinen, die nach dem Regen sofort wieder versiegen; in den Rudine von Bileć kann man selten ein Dorf finden, das keine solchen zeitweiligen Quellen aufzuweisen hätte.

PLANSKO POLJE (120 ha; 600 m), MEKA GRUDA, KORITA, CRNIČKO POLJE (410 ha; 815—850 m)

Nördlich von dem Dorfe Plana und seiner Karstmulde liegt das Plansko Polje; es hat die Richtung NW—SO, ist circa 2 km lang, 700—800 m breit, seicht, viel seichter als das Dabarsko und Fatničko Polje. In seiner oberen Partie befindet sich inmitten der Bodenfläche eine Quelle sehr guten Wassers, womit sich des Wassermangels wegen etwa zehn Dörfer versorgen, indem sie es in Fässern zu Pferden und Maultieren nachhause schaffen. Dieses Polje besitzt weder Fluss noch Bach, und das Wasser aus dieser und anderen Quellen wird von zwei Ponoren aufgeschluckt, von denen der höhere klein ist, der tiefere dagegen eine schmale, aber lange Kalkspalte darstellt, um die herum eine 8—10 m dicke Schicht Terra rossa liegt. Dieses Polje ist sehr fruchtbar.

Von hier an bis zum Gacko Polje beginnt ein weites Karstplateau mit drei Karstmulden (Uvala): die erste reicht von Plana bis zu dem Gipfel Planik im Norden. Ihr Boden besteht aus dichtem, hellfarbigem Caprotinenkalke, dessen dicke Schichten hie und da mit dünnen Mergelschichten untermengt sind. Diese Schichtenserie streicht NW—SO, indem sie gen NO fällt. Die Uvala ist der eben besprochenen von Padjani bis Plana ähnlich, besitzt aber mehr Vegetation, allerdings wiederum bloß Gebüsche. Es ist eine eintönige Ebenheit in der Mitte eingesenkt, und in dieser tiefsten Partie liegt das zerstreute Dorf Meka Gruda. Es weist keine spitzigen und höheren Gipfel auf, wie denn überhaupt in ihr keine bedeutenderen Höhenunterschiede vorkommen. Die Hauptform der Bodenfläche bilden ziemlich große Dolinen, von denen die im Kaprotinenkalke durch Karren ausgezeichnet sind, wo jedoch der plattenförmige Mergelkalk die Bodenfläche bildet, da gibt es keine Felsspornen und Karren, sondern nur vereinzelte seichte Dolinen. Diese wasserlose Karstlandschaft, worauf nur in Cisternen Wasser vorhanden ist, bietet stellenweise sehr gute Almen.

Die zweite Karstmulde heißt Korita und reicht von dem Planik bis zu der Kobilja Glava, indem sie nach Osten auch in Montenegro hineindringt. Um sie herum befindet sich im NO der Troglav (1415 m), im NW die kahlen, weißen Felsspitzen der Seitengrate der Baba. Das ist eine geräumige, aber seichte Karstmulde, die aus fast horizontalen Mergelschichten besteht; daher herrschen auf ihr niedrige Mergelplatten vor, zwischen denen seichte, tellerförmige, breitsohlige Dolinen liegen. Viele Dolinen sind mit Kartoffeln angebaut oder unter Wiesengründen, namentlich bei dem großen Dorfe Korita, das aus dicht bei einander gelegenen mohammedanischen Häusern besteht, um die her die Häuser der orthodoxen Serben zerstreut liegen.

Von der Kobilja Glava senkt sich der Karstboden gegen das Crničko Polje, dessen Längsachse 6 km lang ist, und dessen Breite circa 2 km beträgt. Es gehört zu den Poljen, die durch eine Längsverwerfung vorgezeichnet sind. Im SW ist es durch das kahle Kameno Brdo (1050 m) begrenzt, das aus Kaprotinenkalk besteht und von zahlreichen Dolinen besetzt ist. Im NO ist

es von dem Gacko Polje durch eine Reihe kahler, zackiger, schmaler Kalkgrate getrennt, deren Schichtköpfe dem Crničko Polje zugewandt sind, und die den Namen Stepen führen. Der Stepen stürzt sich also mit einem Escarpement in das Polje hinab, und unter ihm liegt die unruhige Bodenfläche des Polje; diese ist aus Schieferthon und bläulichem, feinkörnigem Quarzsandstein zusammengesetzt. Durch den Stepen hat sich die Stepenička Rijeka in einer Klamm durchgebrochen, durch deren Arme der Stepen in einzelne felsige Sporne zerrissen ist; sie entspringt in dem Pusto Polje, fließt zuerst durch die obere, unruhige Terrainpartie des Crničko Polje, sodann durch die untere, ebenere, und verschwindet in einem Ponor, unterhalb des Katunište. Weit größere Wassermengen erhält das Polje aus der Viličhöhle, die den unterirdischen Abfluss des Gatačko Polje darstellt. Insbesondere durch dieses Wasser wird das Crničko Polje von der Hälfte October bis zur Hälfte April inundiert. Durch einen großen Ponor bei Zagradi wird dieses Wasser abgeleitet.

In südöstlicher Richtung setzt sich das Crničko Polje in eine etwas höhere Thalmulde fort, deren mittlere Höhe 920—930 *m* beträgt, und die das Zaselje genannt wird; auch dieses ist von dem Gatačko Polje nur durch einen schmalen Seitengrat des Stepen abgeschieden. Sein ganzer Boden ist mit zahlreichen kleinen Felsdolinen bedeckt und erscheint deshalb sehr unruhig. Das ist die nemliche Erscheinung, die man auch oberhalb Flussquellen in einer Karstlandschaft beobachtet. Die zahlreichen frischen Dolinen an dem Rande tiefer Poljen entstehen wahrscheinlich dadurch, dass das Grundwasser ein stärkeres Gefälle hat und die Unterlage mehr erodiert; es kann hier mit starkem Gefälle unterirdisch sowohl zu dem Crničko als auch zu dem Pusto Polje abfließen.

DAS GATAČKO POLJE

(62 *km*²; 930—950 *m*)

Dieses Polje ist etwa 20 *km* lang, seine mittlere Breite beträgt 3 *km*. Man unterscheidet darin das Gornje Polje, die südöstliche, höhere Partie, die, allmählich schmaler werdend, in die Duga übergeht, und das viel tiefere Donje Polje, die nordwestliche Partie, an deren Rändern die Orte Gacko und Avtovac liegen, und durch die der Mušnicafluss dahinfließt.

Das Gornje Polje hat eine mittlere Höhe von 950—1000 *m* und stellt eigentlich eine größere Karstmulde dar, deren Sohle von zahlreichen Dolinen bedeckt ist, zwischen denen Kalkgrate und Kalkbuckeln liegen. Die höchste von den letzteren heißt Gat (1120 *m*). Es hat also weder die ebene Sohle echter Poljen, noch die neogenen Ablagerungen, die für die Poljen von Bosnien und der Hercegovina charakteristisch, und die in dem Donje Polje vorhanden sind, außerdem fehlen ihm, als einer Gesamtheit, die hydrographischen Erscheinungen, die zur Charakteristik echter Poljen gehören. In allen ihren Eigenschaften stellt diese Karstmulde eine Partie des Gacko Polje dar, die noch nicht vollendet, in ein echtes Polje noch nicht verwandelt ist. Die

Denudation ist nicht so weit fortgeschritten, um die Kalkgrate zwischen den Dolinen fortzuschaffen und zu vernichten, also eine Poljefläche herzustellen und die Sohle des Polje in das Grundwasserniveau hinabzusenken. Da es keine neogenen Ablagerungen enthält, so war es wahrscheinlich in dem jüngeren Tertiär kein Becken und entstand erst im Posttertiär; nach seiner Entstehung dürfte es also die jüngste Partie des Gacko Polje sein. Es werden darin folgende selbständige hydrographische Gebiete unterschieden:

1. Das Pusto Polje, unmittelbar an dem Crničko, von dem es nur durch den Stepen getrennt ist; im SO wird es von dem Gat eingeschlossen, von dem sich nach NW eine schmale Kalkplatte abzweigt, die mit einem Abhange von 5—10 m Höhe in die Thalsole des Pusto Polje hinabreicht; auf diesem Kalkplateau liegt das Dorf Dobrelj. Diesem Absturze scheint eine Längsverwerfung zu folgen, von der das Pusto Polje, dem Crničko Polje gleich, vorbezeichnet ist. Der lange Absturz besteht in den oberen Partien aus dicken Schichten weissen Kalkes, worunter plattenförmiger, dünnschichtiger Mergelkalk (sowie in Korita) und bläulicher Schieferthon vorkommt; die Schichten streichen NW—SO, indem sie nach NO fallen. Die letzteren beiden Gesteinsarten bilden auch die Sohle des Pusto Polje, und nur vereinzelt ragen darauf von der Erosion verschonte Felsen weissen, dichten Kalkes empor. Das Pusto Polje bildet das Flussnetz eines kleinen Schlundlochflusses, der bei dem Dorfe Dahanić verschwindet. An den Gehängen seiner zahlreichen breiten Thalwege kommen längs der Grenze des Schieferthones und Kalkes viele Quellen vor; die Bodenfläche des Polje ist deshalb wasser- und grasreich.

2. Die zweite Partie bildet das höhere Karstplateau von Gat, bloß aus Kalk bestehend, unter vielen Dolinen, ohne irgend welches fließende Wasser.

3. Die dritte Partie ist das Becken des Flüsschens Lužarica, worin ebenfalls unter dem Kalke Schieferthon und Kalkmergel bloßgelegt sind, wie sie in der Dugaklamm auftreten; dieses Flüsschen wird auf montenegrinischem Gebiete bei dem Dörfchen Vratković von einem Ponore aufgeschluckt.

4. Die tiefste Partie des Gornje Polje ist das Becken des vielfach gewundenen Flüsschens Blatina, mit wellenartigem Boden, der gegen SO in das Gat-Plateau tief eindringt.

Das Donje Polje zerfällt in das Veliko und Malo; in dem ersteren liegt Gacko, in dem letzteren sind die Dörfer Bašići, Drugovići, Fazlagića Kula u. a. Sie sind durch einen Kalkriegel getrennt, der die Bodenfläche des Polje um 20—30 m überragt, und dessen Richtung mit der Längsachse des Polje übereinstimmt. Auf diesem Grate liegen die Dörfer Stolac, Branilović bis Srdjević; sein höchster Punkt heißt Velika Greda (1050 m), und nach ihm wollen wir auch den ganzen Grat nennen. Dieser Grat, der durch das ganze Gacko Polje dahinzieht, ist bei dem Dorfe Srdjević von der Klamm des Flusses Mušnica¹⁾ durchbrochen, der hier aus dem Veliko in das Malo Polje eintritt und seinen Lauf gänzlich ändert, da er von dieser Stelle in

¹⁾ Die Bewohner von Srdjević nennen diesen Fluss auch Valovica und Lepenica.

durchaus entgegengesetzter Richtung weiter fließt; auf diese Klamm und die Laufveränderung werden wir später wieder zurückkommen.

Das Donje Polje ist die weiteste und tiefste Partie des Gacko Polje mit circa 940 m mittlerer Höhe. Es wird von der Mušnica bewässert, die darin alle ihre Zuflüsse erhält: zur Linken die Flösschen und Bäche Župan, Glibovac und Ostružica, zur Rechten Gračanica und Jezerina; neben der Mušnica und ihren erwähnten Zuflüssen befinden sich auch zahlreiche Quellen. Es besitzt keine Ponore.

Das Veliko Polje bildet den Mittelpunkt der hohen hercegovinischen Gebiete, die den Namen Površ führen; aber wegen seiner enormen Höhe und der darin betriebenen Viehzucht ist nur ein Drittel desselben mit Roggen, Hafer und Weizen cultiviert, sodann weit weniger mit Hirse und Buchweizen. Zwei Drittel sind Wiesengründe, die nach den im Gacko Polje vorgenommenen Meliorationsarbeiten zweimal gemäht werden; darum ist die Umgebung des Gacko Polje das viehreichste Gebiet in der Hercegovina.

Die Bodenbeschaffenheit in dem Veliko Polje ist mannigfaltig: in der oberen Partie, zwischen Medjurić und Avtovac, sieht man an den Seiten der zahlreichen Rinnen Humuserde, stellenweise Torfmoore, selten Kalkgeschiebe, die letzteren an der Mušnica und in ihrer Nähe. Die Randpartie des Polje, von Avtovac bis Gacko, besteht aus neogenem Lehm und weißlichem Mergel, die gegenüber dem cretacischen Kalke der Umrandung des Polje discordant liegen; in dem Lehme befinden sich Kohlenschmitzen, die abgebaut werden. Diese neogenen Ablagerungen und der feine Sand (der vielleicht ebenfalls eine neogene Ablagerung ist) bilden auch die Bodenfläche des gesammten Polje zwischen Avtovac, Gacko, Fazlagića Kula und Srdjević; nur in der nächsten Umgebung der Mušnica sind sie ausgewaschen und weggeschwemmt, und der ebene Boden besteht aus Humus; die übrige Partie des Polje ist gar nicht eben, da sich darauf oft über der benachbarten Ebene des Polje 40—50 m hohe Hügel erheben, die aus neogenen Ablagerungen bestehen.¹⁾ Bloß wo die Gračanica in das Polje eintritt, kommt festes Conglomerat zum Vorschein, ohne Zweifel eine litorale Ablagerung, auf der, unmittelbar unter der Straße, lockerer, recenter Schotter lagert. Von den Partien des Polje also abgesehen, in die die Mušnica und Gračanica zuerst eintreten, bestehen alle übrigen Partien des Gornje Polje hauptsächlich aus neogem Lehm und Mergelkalken. Im NO ist das Polje durch ein oberhalb Gacko und Avtovac gelegenes Kalkplateau begrenzt, das Ponikve genannt wird; aus demselben dichten, weißen Kalke besteht auch der erwähnte Grat Velika Greda, der das Veliko und Malo Polje voneinander trennt. Nur in der nordwestlichen Partie des Veliko Polje, von dem Dorfe Velika Gračanica bis Nadinić (Almhütten), treten an den Gehängen des Polje Flyschschiefer und schiefrige Thonkalke auf.

Gewisse unzweifelhafte Anzeichen zwingen zu dem Schlusse, dass das Donje Polje im Neogen, vielleicht auch viel später noch, ein selbständiges

¹⁾ Bei der Brücke Glina über die Mušnica ist eine Serie neogener Schichten bloßgelegt, die hauptsächlich aus bläulichem Lehm bestehen und stark gestört sind.

Becken gewesen sein muss, das mit dem Malo Polje in keinem Zusammenhange stand, und dass es an der Oberfläche zu dem Nevesinjsko Polje hin abgeflossen sei.

Der sonderbaren Mušnicaklamm bei Srdjević ist bereits gedacht worden. Nachdem dieser Fluss unter dem Dorfe Mulj in das Veliko Polje eingetreten ist, fließt er darin gen NW dahin. Bei Srdjević jedoch wird sein Bett gleichsam geknickt, und von der scharfen Krümmung, die von der Srdjevićklamm gebildet wird, nimmt der Fluss nach SO seinen Lauf, also in ganz entgegengesetzter Richtung. Diese Klamm scheint aber von jungem Alter zu sein; der erwähnte Kalkgrat ist durchbrochen, und das Bett ist 10—12 m tief. Die Mušnica hatte vor sich die weite Fläche des Veliko Polje auch weiter gen NW hin liegen und vermochte desto leichter darin ein Bett herzustellen und in diesem dahinzufließen, als die Bodenfläche des Polje auch weiter gen NW geneigt ist. Diese unerklärliche Laufänderung, der Durchbruch einer Klamm und die Rückkehr des Flusses zu der Richtung, woher er gekommen, bilden auch für die dortigen Bewohner eine auffallende Erscheinung, und sie erklären das durch die Sage von einer Königstochter, die vor der Türkenzeit den Grat durchbrechen und die Mušnica in das Malo Polje soll ableiten lassen haben, damit die letztere das Veliko Polje nicht mehr überschwemmen sollte. Dergleichen Anzeichen, die den Schluss zulassen würden, dass diese Klamm von Menschenhand herrühre, habe ich nicht bemerken können. Jedenfalls ist sie aber von jüngerem Alter; in dem jüngeren Tertiär stand das Veliko Polje mit dem Malo Polje in keiner Verbindung, da sonst auch das Malo Polje in dem jüngeren Tertiär ein See gewesen sein und gegenwärtig Tertiärablagerungen enthalten müsste. Diese gibt es hier jedoch nicht, wie wir aber gesehen haben, besteht aus ihnen die gesammte Bodenfläche des Veliko Polje. Jedenfalls ist die Verbindung zwischen dem Veliko und Malo Polje und die Mušnicaklamm bei Srdjević posttertiären Alters. Bedeutende hydrographische Aenderungen müssen also hier vorgekommen sein. Zunächst tritt die Frage heran, wie und wohin der Tertiärsee abgeflossen sei, und wohin auch in späteren Zeitperioden das Wasser des Flussnetzes der Mušnica seinen Lauf genommen habe, ehe der Durchbruch bei Srdjević hergestellt worden war.

Dicht unterhalb Srdjević, wo die Klamm anfängt, sieht man als Fortsetzung des Mušnicabettes einen alten Thalweg, der *Oko* genannt wird, hernach, bei dem Dorfe *Medanić*, *Jezerine* heißt. Weiter hinauf setzt er sich als die Rinne *Jelica* fort, durch die von dem Dorfe *Lukavica* an ein kleiner Sumpfbach fließt.

Die *Jelicarine* besitzt eine weite, ebene Bodenfläche, die etwa 100 m breit ist. Diese flussartig gewundene Senke zieht sich auch weiter über die *Lokvine* bis zu den *Raščelice* hin, indem sie 40—50 m breit ist; die Straße aus *Gacko* nach *Nevesinje* führt jetzt durch sie dahin. *Raščelice* liegt auf dem 82. km dieser Landstraße; hier ändert sich beinahe unmerklich das Gefälle, und die Sohle der Senke ist gegen das *Nevesinjsko Polje* geneigt; ein kleiner, vielfach gekrümmter Bach fließt darüber hin, der in die *Djoropa* (*Zalomka*), den Fluss des *Nevesinjsko Polje* mündet. In dieser

Senke wird überall, namentlich bei dem Dorfe Lukavica, in geringer Tiefe unmittelbar unter dem Humus Schotter angetroffen. Das ist Schotter eines größeren Flusses, weil diese schwachen und kurzen Bäche ihn ganz bestimmt nicht können hergebracht haben. Von Srdjević also erstreckt sich gen NW, zu dem Nevesinjsko Polje, eine gewundene Senke, die anfangs kaum merklich gegen das Veliko Polje geneigt ist, sodann ändert sich bei Raščelice die Richtung des Gefälles, und ihre Sohle ist in entgegengesetzter Richtung, zu dem Nevesinjsko Polje, geneigt; diese Eigenschaften, sowie die Breite der Senke sind ein Zeichen, dass sie das alte Bett der Mušnica ist. Auch die Geschiebe, die sich von Humus verschüttet in der Thalsenkung befinden, sind ein Beweis, dass hier ein größerer Fluss geflossen ist, der einzig und allein die Mušnica gewesen sein kann. Die heutigen hydrographischen Verhältnisse des Donje Polje sind also ganz jung, und die Klamm bei Srdjević ist secundär, jünger, wie es auch alle hydrographischen Verhältnisse und die Entstehung der Ponore in dem Malo Polje sind.

Es ist doch nicht ganz gewiss, ob die Klamm von Srdjević künstlich oder natürlich ist; das letztere ist aber mehr wahrscheinlich. Wie es dem aber auch sein mag, durch sie haben die hydrographischen Verhältnisse des Veliko Polje eine gründliche Umwandlung erfahren. Nachdem sie hergestellt war, hörte dieses Polje auf, in das Nevesinjsko abzufließen, sondern floss in das Malo Polje ab, und da dieses keinen oberirdischen Abfluss besitzt, so war das Wasser gezwungen, unterirdisch abzufließen. In dem verlassenen Mušnicabette, von Srdjević gegen das Nevesinjsko Polje, gelangten neue Flussläufe zur Entwicklung, die einen zu der Mušnica, die anderen zur Zalotka, so dass dadurch das gleichsinnige Gefälle vernichtet wurde, das das alte Mušnicabett gegen das Nevesinjsko Polje hatte — es musste sich eine Wasserscheide zwischen dem neuen Mušnicalaufe und der Zalotka bilden; so begann das Veliko Polje von jener Seite Zuflüsse zu empfangen, wohin früher sein Wasser von der Mušnica entführt wurde.

Das Malo Polje ist kleiner und viel schmaler als das Veliko Polje, seine größte Breite hat es zwischen dem Dorfe Drugović und der Fazlagića Kula, nemlich 1.5 km. Es ist gen SO geneigt, wohin auch die Mušnica fließt. Im SW ist das Malo Polje durch ein breites Kalkplateau begrenzt, das Ljuta heißt und seine Bodenfläche nur um 10—15 m überragt. Zu diesem Plateau fallen schroff, eigentlich in Steilwänden, die Kalkgehänge der Gebirge Bjelašnica und Baba hinab. Nach den sehr geringen Höhenunterschieden, die ihm die Gestalt einer niedrigen Platte verleihen, scheint es eine Verebnungsfläche des Sees zu sein, von dem das Malo Polje einst erfüllt war. Die Ljutaplatte ist ganz mit kleinen Felsdolinen besät, deren Gehänge, sowie die Grate, durch die sie von einander getrennt sind, zahlreiche tiefe Karren besitzen; ein solcher Karrenreichtum in geringeren Höhen ist nur für jene Flächen bezeichnend, die zuerst von Seewasser bedeckt waren und hernach der Einwirkung des atmosphärischen Wassers ausgesetzt wurden. Der obere Rand der Ljutaplatte, wo sie sich an die Gehänge der Bjelašnica und Baba lehnt, stellt also eine alte Strandlinie dar. Unter dieser Platte befinden sich viele Ponore, die auch oberhalb des heutigen

höchsten Wasserstandes in dem Malo Polje liegen; das Wasser erreicht hier eine Höhe von 15 *m*, steigt also höher als in dem Veliko Polje, wo es über 0.60 *m* nicht weiter kommt. Das sind also alte Ponore, die jetzt nicht mehr thätig sind. Unter derselben Platte, von Srdjević bis zu dem Gipfel Videš (1140 *m*), liegen aber auch alle thätigen Ponore des Gatačko Polje.

Das Mušnicabett unterhalb Srdjević ist 10—12 *m* breit, von Sumpfschwamm, mit Riedgras bewachsen, und rechts zweigen sich davon kleine Wasserläufe ab, die in Ponoren unter der Ljutaplatte verschwinden. Die beiden ersten dieser Ponore heißen Jama und Čurovac; Ponormühlen befinden sich darauf.

3. Vor dem Dorfe Muhovići befindet sich 2—3 *m* über der Mušnica ein schachtförmiger Ponor, mit Glattflächen und einem großen Riesentopfe, sodann zwei tiefer gelegene alluviale Schlundlöcher.

4. In dem Dorfe Bašići befindet sich zunächst ein niedriger Alluvialponor mit einer Mühle, sodann Čučine, der Hauptponor des Gatačko Polje. Dieser hat die Gestalt einer weiten, schlotförmigen Doline, die mit einem niedrigen, sehr steilen Höhlengange, der Glattflächen besitzt, zu dem kleinen See hinabführt, der das Dorf Bašići mit Wasser versorgt. Dieser Ponor ist in neuerer Zeit gereinigt worden, so dass er das Wasser aus dem Malo Polje rasch hinwegführt, das nunmehr von Inundationen nicht mehr heimgesucht wird. Hingegen gelangte man zur Einsicht, dass die rasche Ableitung des Wassers durch die Ponore das Polje derartig austrocknen lässt, dass es den Sommer hindurch gänzlich wasserlos ist, wodurch das Gedeihen der Wiesen und Culturpflanzen gehindert wird. Darum ist an dem Čučineponor ein Wehr errichtet worden, wodurch der Wasserabzug je nach Bedarf geregelt werden kann.

Die Bodenfläche des Malo Polje ist entweder eben, indem sie aus Humus, Sylt und feinem Sand zusammengesetzt ist, oder sie ist von unruhiger Gestaltung; in dem letzteren Falle ragen auf dem Polje kleine Kalkhügel empor, worunter Mergelkalk und Schieferthon bloßgelegt sind, aus denen der Boden der grünen, grasreichen Einsenkungen besteht. Von dem Dorfe Drugović abwärts verschwindet das eigentliche Bett der Mušnica; es ist bloß durch eine geschlängelte Reihe alluvialer Dolinen angegeben, die Schlundlöcher darstellen, und von denen oft manche verstopft werden, während andere neue entstehen. Unter Sylt, Sand und Humus tritt hier in einer Tiefe von 2—3 *m* schon die Kalkunterlage zutage. Außer diesen zahllosen alluvialen Schlundlöchern kommen unter der Ljuta hie und da auch kleine Felsponore vor. Die größten Ponore in dieser Partie des Polje befinden sich um den Gipfel Videš her. An der Sohle dieses Gipfels liegt eine 6—7 *m* tiefe, an der Oberfläche nur 1 *m* breite, gerade, abwärts sich verengende Felsspalte. Zwischen Videš und dem Gipfel Martin befindet sich unter dem Dorfe Stolac ein anderer Ponor, der etwas tiefer als der erste liegt; das sind enge Spalten und kahle Felsen, die von Karrenponoren zerfurcht sind.

Die dargelegten Beobachtungen lassen erkennen, dass das Malo Polje in manchen seinen Eigenschaften von dem Veliko Polje verschieden ist. Es weist keine neogenen Ablagerungen auf, und an seinen Gehängen befinden

sich alle Ponore des Gacko Polje. Wie erwähnt, ist der Mangel an Tertiärsedimenten ein Beweis, dass dieses Becken im Tertiär nicht bestanden habe oder wenigstens kein See gewesen war, und dass es mit dem Veliko Polje bestimmt keine Verbindung gehabt hatte, da es in diesem Falle Tertiärsedimente enthalten müsste. Vor den heutigen Verhältnissen muss es ein selbständiges Becken mit starken Quellen gewesen sein, wie es auch jetzt die Quellen Topli Izvor in dem Dorfe Branilovići und Sopot in Stolac sind. Das Wasser solcher Quellen muss unterirdisch abgeflossen sein, da an der Oberfläche nirgends Spuren von Abflüssen festgestellt werden können; demnach muss es auch Ponore gegeben haben. Aber die zahlreichen heutigen Ponore des Malo Polje haben sich erst entwickelt, nachdem die Mušnica die Srdjevićklamm durchbrochen hatte und in dieses selbständige Becken eingedrungen war. Während sich die kleinen, alten Ponore erweiterten, neue entstanden und der gesammte unterirdische Abfluss überhaupt sich diesem neuen, größeren Wasserzufluss anpasste, haben wenigstens periodisch große Inundationen eintreten müssen. Auf dem Kalkgrate, oberhalb der Fazlagića Kula befindet sich in einer Höhe von 10—15 m über der heutigen Bodenfläche Sand, der mit dem an der Bodenfläche des Malo Polje gänzlich gleich ist; er kann nicht anders als durch einen alten, hohen Wasserstand erklärt werden.

DIE ENTSTEHUNG DER KARSTPOLJEN¹⁾

I.

1. *Aeltere Ansichten über ihre Entstehung*

Die Poljen haben fast alle morphologischen Eigenschaften mit größeren Dolinen gemein, so dass in dieser Hinsicht kein tiefer Unterschied zwischen Poljen und Dolinen besteht; tiefe Dolinen haben zuweilen sogar auch jene besonderen hydrographischen Verhältnisse, die den Poljen eigen sind. Zwischen diesen beiden Arten von Gebilden besteht also nur ein quantitativer Unterschied. Die vollkommene Gleichheit der Grundeigenschaften ist ein Beweis, dass auch ihre Entstehungsweise dieselbe ist.

Die große Aehnlichkeit zwischen Dolinen und Poljen verleitete auch die Karstforscher, ihre Entstehung auf die nemliche Weise zu erklären. Bis vor wenigen Jahren herrschte noch die Ansicht vor, dass die Dolinen durch Einsturz der Höhlendecken entstanden seien; durch Einstürze in großem Maßstabe oder durch Reihen und Gruppen kleinerer Einstürze wären die Poljen hervorgegangen. Jetzt steht es aber fest, dass die Dolinen Erosionsformen sind, da sehr selten solche vorkommen, die durch Deckeneinsturz

¹⁾ Ich werde mich bloß auf die Frage über die Entstehung der Poljen beschränken, ohne die allgemeinen Eigenschaften zu berühren; inwiefern diese übrigen Eigenschaften von den bisher festgestellten Ergebnissen verschieden sind (siehe «Karst»), kann der Fachmann aus den dargelegten Detailuntersuchungen leicht entnehmen. Zahlreiche präzise hydrographische Beobachtungen finden sich in Ph. Ballif's: «Wasserbauten in Bosnien und der Hercegovina», I. Theil, Wien 1896.

entstanden sind; somit rühren auch die Poljen weder von großen Einstürzen noch von Gruppen partieller Einstürze her.

Dann und wann tauchten auch Andeutungen auf, dass die Poljen Flussthäler sind, die in ihrer Entwicklung durch Karstvorgänge gehemmt und in Thalmulden umgewandelt wurden. Ob nun diese Ansicht auch einigermaßen richtig ist, so ist sie weder genau, noch genügend. Wird ein Fluss in seiner Thätigkeit, ein Thal herzustellen, gehemmt, so entsteht ein blindes Thal, das sowohl nach seinen morphologischen als auch nach seiner hydrographischen Eigenschaften von einem Polje verschieden ist. Wäre die obige Voraussetzung richtig, so dürften im Karste überhaupt keine blinden Thäler, sondern nur Poljen vorkommen. Niemand hat die besonderen Umstände festgestellt, noch festzustellen versucht, derentwegen ein durch Karstvorgänge gehemmter Fluss in einem Falle ein blindes Thal, in dem anderen ein Polje schaffen würde. Das kann auch nicht festgestellt werden, da die Flusserosion allein zur Entstehung eines Polje nicht genügt.

Beide Theorien über die Entstehung der Poljen müssen also aufgegeben werden. In den ersten Zeilen dieser Abhandlung ist erwähnt worden, dass in der bisherigen Literatur keine genügenden Angaben zur Lösung der Frage über die Entstehung der Poljen vorhanden sind. Meines Erachtens gibt es ihrer jetzt, nach der Untersuchung der bosnisch-hercegovinischen Poljen, zur Genüge.

2. Die Karstmulde als Uebergangsform zwischen Dolinen und Poljen

Worin besteht eigentlich das Problem von der Entstehung der Poljen? Ihre geschlossene Gestalt bildet keine Schwierigkeit und bedarf keiner besonderen Erklärung, da sie eine Normalform im Karste ist. Der Schwerpunkt der Frage liegt nun hier: es sind zu erklären die Uebereinstimmung der Längsachse der Poljen mit dem Schichtstreichen, die große Breite der Bodenfläche, die eigenartigen hydrographischen Verhältnisse und mehrere selbständige Abflussgebiete in einem und demselben Polje.

Um diese spezifischen Eigenschaften zu erklären, muss man von der Verwandtschaft ausgehen, die zwischen Dolinen und Poljen herrscht, insbesondere aber von den Karstmulden (die «Uvalas»), der Uebergangsform, die die Verbindung zwischen Dolinen und Poljen herstellt. Auch an kleineren Karstformen, namentlich an Karstmulden, erkennt man den Zusammenhang mit dem Schichtstreichen, eine für die Karstpoljen besonders wichtige Thatsache.

Beinahe alle diese kleinen Karstformen hängen von dem Schichtstreichen und -fallen ab, weswegen sie oft in parallelen Zügen auftreten. Das sieht man an den Kalkgraten und kleinen Spornen im Karste, viel augenfälliger noch an den Dolinen. Diese treten in der Regel in Reihen auf, oft in mehreren parallelen Reihen, die dem Schichtstreichen folgen. Die Gestaltung dieser Dolinen ist eine Folge des Schichtfallens: sie sind asymmetrisch, da ihre Gehänge theils mit den Schichtflächen, theils mit den Schichtköpfen zusammenfallen. Auch die erwähnten Kalkgrate und -Sporne folgen dem

Schichtstreichen, überdies weisen sie in ihrer Gestalt eine Abhängigkeit von dem Schichtfallen auf.

Oft haben im Karste Reihen oder Gruppen von Dolinen eine gemeinsame Umrahmung, indem sie eine größere Karstmulde darstellen, deren Boden von kleinen Dolinen bedeckt ist. Karstmulden oder Uvalas sind also größere, breitsohlige Karstsenken, von unruhiger Bodengestaltung, besitzen also keine Ebene an der Sohle. Sie treten stellenweise so zahlreich auf und sind von solch einer großen Bedeutung, dass sie die horizontale parallele Structur, den Parallelismus der Grate auf den Karstrücken bewirken.

Die Karstmulden stellen die Uebergangsform von Dolinen zu Poljen dar. Ihre Verwandtschaft mit den Dolinen ist augenscheinlich, mit den Poljen haben sie diese Haupteigenschaft gemein: ihre Längsachse stimmt mit den Schichtstreichen überein; sie unterscheiden sich von den Poljen dadurch, dass ihr Boden nicht eben ist, und dass sie in der Regel jene besonderen hydrographischen Verhältnisse entbehren. Nach ihren Größenverhältnissen kommen oft auch solche vor, die kleinen oder mittleren Poljen gleich sind. In dem bosnisch-hercegovinischen Karste treten Karstmulden von den genannten Eigenschaften sehr häufig auf. Die Karstmulden zwischen dem Kupreško und Glamačko Polje sind beschrieben, derartig ist auch die Karstmulde Korita in den Rudine zwischen Kobilja Glava und Planik (p. 64), sowie die großen Karstmulden auf der Čvrstica und dem Prenj.

Es gibt Karstmulden, die sich den Poljen noch mehr nähern. In diesen finden sich hie und da auch kleine Ebenen vor, durch die sich ein Bächlein von der Quelle bis zu seinem Ponor dahinschlängelt. Hierher gehört die Mulde mit dem Orte Plana, nördlich von Bileć. Nebst allen erwähnten Eigenschaften treten in dieser Mulde zuweilen solche hydrographischen Verhältnisse auf, wie sie in Poljen vorkommen. Es sprudeln manchmal in ihren Dolinen Quellen hervor und die Uvala wird inundiert, gleich den periodisch inundierten Poljen; von einem Polje unterscheidet sie sich dadurch, dass sie nicht jedes Jahr, sondern nur in sehr feuchten Jahren inundiert wird.

Die Karstmulden besitzen also die wichtigsten morphologischen Eigenschaften der Poljen, manche von ihnen auch die Anfänge der hydrographischen Verhältnisse; sie sind im Begriffe, Poljen zu werden, und es bleibt nur übrig zu erklären, wie an ihrer Sohle weite Flächen zur Entwicklung gelangen, und wie die bekannten hydrographischen Verhältnisse der Poljen darin entstehen.

Umgekehrt trifft man aber in den Poljen mannigfaltige Ueberreste an, die keinen Zweifel mehr aufkommen lassen, dass sie sich aus Karstmulden entwickeln. Es gibt Poljen, deren Bodenfläche zum größten Theile die Eigenschaften einer Karstmulde aufweist, das heißt, sie ist nicht eben, sondern unter zahlreichen Dolinen, hat keine Flüsse, und die bekannten hydrographischen Verhältnisse fehlen zumeist; dieses wurde besonders bei der Beschreibung des Vukovsko und Kupreško Polje betont. Neben den flachen Partien des Polje befinden sich, zumeist an den Rändern etwas höhere, die durchaus die Charaktere einer Uvalasohle besitzen; solche rudimentäre Partien, die einen Beweis liefern, dass sich das Polje aus einer Karstmulde ent-

wickelt hat, kommen fast in allen oben beschriebenen Poljen vor. Die großen Poljen sind zumeist zusammengesetzt, sie bestehen aus mehreren Karstmulden (Uvala), die vollständig oder theilweise verwachsen sind; in dieser Hinsicht sind besonders von Interesse das Kupreško Polje und die Karstmulde Zelivodić, sodann die Karstmulden zwischen dem Vukovsko und Kupreško Polje.

Endlich treten an den Enden der Längsachse aller Poljen dem Schichtstreichen folgende Karstsenken auf, die alle Eigenschaften der Uvalas haben und eigentlich augenfällig beweisen, dass im Karste in der Richtung des Schichtstreichens tiefe und weite Becken sich zu entwickeln streben. Oben, bei der Beschreibung der einzelnen Poljen sind diese Uvalas oft erwähnt worden, von besonderem Interesse ist aber jene, die sich in nordwestlicher Richtung an das Livanjsko Polje ansetzt, und in welcher nebst vielen Karstmulden auch das Pašića Polje und Grahovo liegen.

Zwischen Karstmulden und Poljen besteht also der Unterschied, dass die locale, an gewisse Linien beschränkte Denudation bei den ersteren weniger, bei den letzteren mehr fortgeschritten ist. Das wird noch klarer aus den folgenden Darlegungen werden, durch welche der Vorgang erklärt wird, wie die Karstmulden und Poljen entstehen.

II.

1. Denudation-, Fluss- und Seeverebnungsflächen (*Pénéplaine*)

Sehr oft sieht man im Karste von Bosnien und der Hercegovina ausgedehnte Flächen mit sehr geringen Niveauunterschieden. Die Poljen sind fast in der Regel von ihnen begleitet und liegen darin eingebettet. Diese vereinzelt auftretenden Verebnungsflächen zeichnen sich durch geringfügige Höhenunterschiede aus; die einzigen Vertiefungen darin sind Dolinen und Uvalas, zwischen denen sich niedrige Grate und Hügel befinden, die im allgemeinen von gleicher absoluter Höhe sind. Sie weisen nirgends Seeablagerungen auf, auch Flussablagerungen kommen nur selten vor.

Es gibt zwei Arten solcher Flächen: hohe, die auf Karstrücken und Hochflächen, sodann zwischen Poljen und um diese herum liegen, und tief gelegene, die als Bodenflächen von Poljen erscheinen. Die ersten sind durch Denudation entstandene Verebnungsflächen, die nur hie und da auch durch Flusserosion umgeformt sind, die anderen sind entweder Fluss- oder Seeverebnungsflächen.

Die Entstehung der häufigsten Verebnungsflächen, die durch Denudation entstehen, lässt sich folgendermaßen erklären. Nachdem die wichtigsten neogenen Vorgänge beendet und das Terrain erhoben war, beginnt in dem Neogen die Wirkung der Erosion und Denudation. Auf diesem Terrain aber, dessen Oberfläche aus Kalk besteht, konnten sich infolge der Karstvorgänge in der Regel keine großen Flüsse bilden. Solche gelangen im Karstterrain nur unter besonders günstigen Verhältnissen zur Entwicklung und haben in der Regel Cañonformen.

In dem größten Theile des Karstes tritt eigentlich gar keine wirkliche Flusserosion auf, indem das atmosphärische Wasser entweder gleich von Ponoren aufgeschluckt wird oder sich in schwache Wasserläufe sammelt, die nach überaus kurzem Laufe in Karstspalten verschwinden; die größten von diesen Wasserläufen können bloß schwache Bächlein sein. Ueberdies ändern diese schwachen Wasserläufe immerfort ihre Richtungen, sie schwanken in einer horizontalen Ebene hin und her, ebnen den Boden, und das Ergebnis ihrer Thätigkeit ist die Abtragung des Geländes. Auf diese Weise entstanden jene zahlreichen Denudationsverebnungsflächen, die die Vertreter ausgeprägter Verebnungsflächen sind.

Infolge dessen, dass die Thätigkeit der Erosion derartig zersplittert ist, dienen auch die unbedeutendsten Linien einer schwächeren Widerstandsfähigkeit als Anlagen zur Entstehung von Karstformen. Die Richtung der Schichtfugen, die nichts anderes als die Richtung des Schichtstreichens ist, gelangt zur besonderen Bedeutung für die Entstehung von Karstformen; überdies kommen in diesem Karste zahlreiche Spalten, insbesondere Längspalten, vor. Auf den Verebnungsflächen, die durch Denudation entstehen, geht also ein Modellierungsvorgang vor sich, die Auspräparierung von Karstformen längs der erwähnten Linien schwachen Widerstandes. Der gesammte Karstprocess besteht nur in einer chemischen Auflösung des Kalksteines an den Fugen und Spalten. So entstehen die Karren, besonders aber die Dolinen und Karstmulden, die infolge dieser beinahe permanenten Beziehung zwischen Verkarstung und den Linien schwächerer Widerstandsfähigkeit eine mit dem Schichtstreichen parallele Form und Längsachse haben müssen. Genetisch stellen die Karstmulden also durch Karstkräfte auspräparierte Linien schwächeren Widerstandes dar, die meist auf Denudationsverebnungsflächen liegen.

Die Denudation ist ununterbrochen thätig, indem sie den Boden der Karstmulden vertieft: die Querriegel, die zwischen ihren Dolinen liegen, werden abgetragen, und an der Sohle der Karstmulden entwickeln sich kleine Flächen. Ueberdies wird durch diesen Vorgang das Niveau des Grundwassers bloßgelegt, es treten Quellen zutage und entwickeln sich kleine Bäche in den Karstmulden. Solche Uvalas können von kleineren Poljen schon nicht mehr unterschieden werden, deren Boden dieselbe Gestaltung besitzt; in solchen Karstmulden treten, wie wir es festgestellt haben, sogar dieselben hydrographischen Verhältnisse auf, die auch in den Poljen herrschen. Kurz gefasst, der Vorgang, wodurch aus Karstmulden Poljen entstehen, besteht in Folgendem: Sobald sich der Boden der Karstmulde bis zum Niveau des Grundwassers im Karste vertieft, verschwindet stellenweise die unruhige Bodengestaltung, es entwickeln sich Ebenen, und die bekannten hydrographischen Verhältnisse treten auf. Im Karste befindet sich aber in der Regel nicht ein einziges Grundwasser, es gibt oft mehrere solche in verschiedenen Niveaux, ausserdem ist auch das Niveau des oberen Grundwassers nicht permanent; diese Eigenschaft, die für die weitere Vertiefung der Karstpoljen von großer Bedeutung ist, werden wir später untersuchen. Wenn zwei bis drei oder auch mehrere solche Karstmulden mit einander verwachsen, so entstehen zusammen-

gesetzte Poljen (z. B. das Kupreško, Glamočko, Livanjsko u. s. w.), die oft aus zahlreichen selbständigen hydrographischen Becken bestehen, zwischen denen niedrige, noch nicht denudierte Querriegel liegen. Durch einen solchen Vorgang können auch jene Karstmulden (z. B. Želivodić am Kupreško Polje) erklärt werden, die in die Umrahmung des Polje noch nicht einbezogen, aber im Begriffe sind, mit dem Polje zu verwachsen.

Folgen wir weiter der Entwicklung einer Karstmulde, die in ihren Haupteigenschaften schon in ein Polje verwandelt ist. Die Denudation wirkt weiter, weswegen eine solche Anzahl starker Quellen bloßgelegt werden kann, dass an der Sohle Flüsse entstehen, die im Karste von Ponoren aufgeschluckt werden müssen. Anfangs muss in solchen Poljen der Zufluss des Wassers größer als der Abfluss sein, da die Ponore noch nicht genügend erweitert sind. Außerdem werden sie oft verstopft. Infolge dieser beiden Ursachen tritt der Fluss aus seinem Bette aus, schwankt an der Sohle des Polje auch weiter fort, indem er diese eben macht. Auf diese Weise entstehen an der Sohle eines Polje Verebnungsflächen, und zwar durch Flusserosion und durch Verebnungsarbeit der großen Wassermassen der zeitweiligen Inundationen. Solche Verebnungsflächen sind zumeist felsig, aus Kalkstein, hie und da auch unter Dolinen, seltener mit Flussablagerungen, die an manchen Stellen der Sohle erhalten sind. Es gibt Poljen, die in diesem Zustande auch geblieben sind, ohne jemals Seen gewesen zu sein, so z. B. das Vukovsko, Ravno, Kočerinsko u. s. w. Ihre Entstehungszeit lässt sich nicht mit Bestimmtheit feststellen, da sie auch in dem Neogen schon können geschaffen worden sein; die Mehrzahl solcher Poljen wird indessen wohl aus dem Postneogen herühren.

Aus den letzteren Ausführungen ist es klar, dass die Flüsse in den Poljen eine secundäre Erscheinung sind; sie gelangen zur Entwicklung, nachdem an den Karstmuldensohlen Ebenen entstehen und die Uvalas in Poljen verwandelt werden.

Die durch Denudation entstandenen Verebnungsflächen sind also im Karste älter, höher und primär; echte Flussverebnungsflächen, die ausschließlich an der Poljensohle erscheinen, sind jünger, niedriger und secundär gegenüber den ersterwähnten.

Wenn sich aber durch Denudation und Flusserosion die Bodensole so sehr senkt, dass mächtige Grundwasseradern zutage treten, und wenn überdies auch die klimatischen Verhältnisse derartig sind, dass in den Poljen das bekannte Verhältnis eintritt, wonach der Zufluss stärker ist als der Abfluss durch Ponore und die Verdampfung — dann verwandeln sich solche Poljen in Seen. Die Mehrzahl der Karstpoljen von Bosnien und der Hercegovina waren in dem Neogen und zu Anfang des Diluviums Seen. Ihre ebene Bodenfläche besteht aus Seesedimenten und ist durch Seeabration geebnet. Das ist genetisch die dritte Art von Verebnungsflächen im Karste.

In manchen Poljen oder um sie her werden alle drei Arten von Verebnungsflächen angetroffen; ihre einzelnen Partien haben verschiedene Entwicklungsgeschichten. Wir erinnern nur an das Gatačko Polje, in dessen Umgebung durch Denudation entstandene Verebnungsflächen (Ponikve) liegen,

dessen Partie Gornje Polje die Eigenschaften einer Flussverebnungsfläche besitzt, während die Sohle des Veliko Polje aus neogenen Seeablagerungen besteht und durch den See geebnet ist.

2. Die tektonischen Anlagen

Die Poljen sind also gleich den Thälern Erosionsgebilde, die aber, wie es dargelegt worden ist, durch eine etwas verschiedene Erosionsweise entstanden sind. Mannigfaltige Dislocationen dienten als Angriffspunkte der Erosion. In dem bosnisch-hercegovinischen Karste sind es in der Regel Längsverwerfungen, und längs diesen sind viel Poljen ausgehöhlt, wie das Kupreško, Livanjsko, Duvnanjsko, Crničko u. a. Dass Synklinale und Gräben auch Anlagen zur Poljenentstehung geboten hätten, habe ich nicht feststellen können.

In allen Poljen fand ich die neogenen Mergel und Lehme am Rande stärker, in der Mitte des Polje schwächer gestört; ausserdem haben wir festgestellt, dass in dem Livanjsko und Duvnanjsko Polje auf stark gestörte neogene Schichten jurassische und cretacische Kalksteine aufliegen, die die Umrahmung des Polje bilden. Man beobachtet also am Rande der Poljen sehr junge, neogene und diluviale Ueberschiebungen. Daraus lässt sich mit Gewissheit Folgendes schließen: 1. Die tektonischen Vorgänge setzten sich posthum zu Ende des Neogen und im Diluvium weiter fort (siehe auch die verschiedene Terrassenhöhe); 2. sie waren am intensivsten längs der Verwerfungen, die zumeist dem nordöstlichen Rande des Polje folgen; die posthumer Bewegungen setzen also insbesondere längs der alten Verwerfungen an, ausserhalb der letzteren sind sie sehr schwach; 3. der Sinn dieser posthumer Bewegungen ist ein solcher, dass sich die nordöstliche Umrandung des Polje über den Boden des Polje neigt; die älteren Schichtcomplexe der Umrandung haben die Tendenz, die neogenen Schichten, die sich am Rande befinden, zu überdecken. Es ist von Interesse, dass infolge dieser posthumer Bewegungen die neogenen Mergel und Lehme in manchen Poljen (Kupreško) auf eine größere Höhe gebracht worden sind, als es die heutige Umrandung derselben an der tiefsten Stelle ist.

Es steht fest (besonders in dem Livanjsko und Duvnanjsko Polje), dass die neogenen und diluvialen Terrassen, namentlich die ersteren, längs der nordöstlichen Umrandung höher sind als die Terrassen gleichen Alters längs des südwestlichen Poljerandes; dieser Höhenunterschied der neogenen Terrassen in dem Livanjsko Polje beträgt 15, der diluvialen nur 5 m. Ausserdem ist die Sohle beinahe sämtlicher Poljen von NO nach SW geneigt, die Schlundflüsse fließen in dieser Richtung, und die Ponore befinden sich an südwestlicher Seite. Das ist ein unzweifelbarer Beweis: 1. dass sich die Küste des Adriatischen Meeres sowohl während des Diluviums, als auch nachher gesenkt hat; 2. dass die Senkungsintensität zunimmt, je mehr man sich dem Adriatischen Meere nähert: darum sind die Terrassen an den südwestlichen Rändern niedriger als an den nordöstlichen; 3. aus den obigen Zahlen, die die Höhenunterschiede zwischen den Terrassen angeben, lässt

sich der absolute Senkungswert nicht bestimmen, da sich auch die nordöstlichen Gehänge gleichfalls gesenkt haben müssen, obwohl an ihnen die Terrassen überall höher sind. Die erwähnten Zahlen geben nur den relativen Senkungswert an, das heißt, die Differenz zwischen der Erhebung der nordöstlichen und südwestlichen Ränder des Poljes.

Man sieht aber, dass die posthunen Bewegungen geringfügig gewesen sein müssen, da sie fast nicht im geringsten jene Gestalt verändert haben, die die Poljen in dem Neogen besaßen. Sie haben das vielfach auch deshalb nicht thun können, weil sie besonders an älteren, dem Poljerande folgenden Verwerfungslinien thätig waren. Wenn nun die posthunen Bewegungen die Gestaltung des Polje auch nicht zu verändern vermochten, so sind sie doch von Bedeutung für die Neigung der Bodenfläche in den Poljen, sowie für die Richtung der unterirdischen Flussläufe, die fast alle nach SW gerichtet sind. Es ist ein kühner, aber kein unlogischer oder unglaubwürdiger Schluss, dass durch die Senkung der südwestlichen Partien des Karstes gegen das Adriatische Meer hin auch die Lage der Wasserscheide zwischen diesem Meere einerseits und der Save und Donau andererseits nach NO verlegt wird; in dem ganzen Gebiete, das in die adriatische Senkungszone gehört, haben sich auch die unterirdischen Flussläufe auf diese Seite lenken müssen.

III.

1. Die Terrassen und hydrographischen Verhältnisse

In vielen bosnisch-hercegovinischen Poljen traf ich Terrassen an, an denen sich alle hydrographischen Phasen aufs beste verfolgen lassen, die von einem solchen Polje durchgemacht worden sind. Es gibt dreierlei Terrassen: neogene, diluviale und recente. Die ersten sind stets in älterem Gestein der Umrandung eingeschnitten, darum sind sie am besten erhalten und lassen sich oft in einer Länge von mehreren Kilometern verfolgen. Das sind die höchsten Terrassen in den Poljen. Ihr Rand erscheint als eine ausgeprägte, lange, gerade Linie, über welcher sich größtentheils Verebnungsflächen befinden. Unter ihnen liegen in der Regel in Neogenmergel und Neogenlehm eingeschnitten die beträchtlich niedrigeren Diluvialterrassen, von denen zumeist nur Bruchstücke erhalten sind. An diesen beiden Terrassenarten steht folgende Thatsache fest: sie sind höher an der nordöstlichen Umrandung als an der südwestlichen, namentlich in dem Livanjsko und Duvnanjsko Polje, wo die Terrassen am schönsten entwickelt sind. Die niedrigsten postdiluvialen Terrassen sind in diluvialem Sande eingeschnitten; in der Regel kommen ihrer mehrere vor, die übereinander stufenartig angeordnet liegen. In dem speciellen Theile ist dargelegt worden, dass die interessantesten Terrassen dieser Art jene in der südöstlichen Partie des Glamočko Polje, sowie der Kraljičin Prisap in dem Buško Blato sind.

In solchen Poljen, die weder in dem Neogen, noch im Diluvium Seen waren, kommen keine solche Terrassen vor, bloß können Strandlinien des gegenwärtigen höchsten Wasserstandes gewahrt werden.

Es scheinen zwei Hauptursachen zu bestehen, infolge deren die älteren, zumeist auch die größten bosnisch-hercegovinischen Poljen zu Ende des Neogen in Seen verwandelt wurden. In diesem Zeitpunkt begann ein kaltes und feuchtes Klima vorzuherrschen, das in der Glacialperiode zur höchsten Entwicklung gelangte. Es herrschte ungefähr dasselbe Klima wie heute in Skandinavien zwischen 60° und 61° n. B.¹⁾ Die hervorragendste Eigenschaft dieses Klimas war die Kälte, infolge deren die Wasserverdampfung viel geringer als heute war, obwohl die Menge der atmosphärischen Niederschläge der heutigen nicht beträchtlich überlegen gewesen sein mag. Dadurch verfügten die in das Polje mündenden Flüsse und Bäche über einen größeren Wasserreichthum, sie führten mehr Schotter und setzten jene gewaltigen alten Schuttkegel ab, die jetzt, zu Conglomeraten cementiert, an den Poljenträndern angetroffen werden; diese Schuttkegel stehen in einem sonderbaren Contraste zu der allgemeinen Armut des Karstes an Schutt und zu den unscheinbaren heutigen Schuttkegeln, in denen insbesondere keine großen Geschiebe vorhanden sind. Es ist von Interesse, dass sich über diesen alten Schuttkegeln gegenwärtig sehr seichte oder gar keine Rinnen und Thäler befinden — um so viel hat das Gelände um das Polje her seit der Neogen- und Glacialperiode bis zur Gegenwart durch Denudation an Höhe abgenommen. Noch größere Bedeutung hatte der Einfluss eines solchen Klimas auf den Wasserstand in den Poljen. Bis zum Grundwasser vertieft und von einer großen Wassermenge inundiert, besaßen diese Seepoljen eine unbedeutende Verdampfung, die der Seebildung Vorschub leistete. Aber auch von diesem abgesehen bestand kein Gleichgewicht zwischen dem Zufluss und Abfluss des Wassers, und dies ist die zweite Ursache der Seebildung. Ponore bilden sich zwar schon in Karstmulden, besonders wenn sich in diesen Ebenen mit Bächen entwickelt haben, sie erlangen aber später erst eine genügende Capacität, um das Gleichgewicht zwischen dem Zufluss und Abfluss des Wassers herstellen zu können. Infolge der beiden vorerwähnten Ursachen besaßen die meisten Karstpoljen zu Ende des Neogen einen hohen Wasserstand, dessen Niveau die höchste Terrasse bezeichnet; manche flossen damals an der Oberfläche ab, und die Thalwege dieser Abflüsse haben mit der höchsten Terrasse ungefähr die nämliche Höhe gemein. Solche Abflüsse an der Oberfläche stellte ich in dem Kupreško, Dabarsko und Gatačko Polje und dem Mostarsko Blato fest. Wenn in den Poljen keine posthunen Dislocationen gewesen wären, könnte die Tiefe eines Neogenesee auf Grund des Höhenunterschiedes zwischen der Sohle und der höchsten Terrasse bestimmt werden; wenn diese Methode genau sein könnte, so wäre der neogene See in dem heutigen Livanjsko Polje etwa 30 m tief gewesen.

Im Diluvium nahm das Wasserniveau an Höhe ab; sehr wenige von den Karstpoljen blieben Seen, die Mehrzahl erhielt schon solche hydrographische Verhältnisse, die zwar ausgeprägter aber den heutigen qualitativ ähnlich waren. Der posthunen Dislocationen wegen kann auch das Maß

¹⁾ J. Cvijić: L'époque glaciale dans la presqu'île des Balkans. Annales de géographie, Paris 1900.

dieser Höheabnahme nicht genau bestimmt werden, jedenfalls aber kann es annähernd angegeben werden, mit größerer Genauigkeit als die Tiefe der neogenen Seenpoljen; in dem Livanjsko Polje beträgt der Höhenunterschied zwischen der Neogen- und Diluvialterrasse 15—20 m, das wäre also der Höhenunterschied im Wasserstande des Neogen- und Diluvialsees. Die wichtigste Ursache der Höhenabnahme des Wassers, die im Diluvium eingetreten ist, besteht jedenfalls in der Erweiterung der Ponore und der Höhle, durch die das Wasser unterirdisch aus dem Polje abfließt; die chemische Auflösung des Kalkes durch Wasser, sodann die Corrosion der unterirdischen Flüsse, die beide seit dem Neogen bis zu Ende des Diluviums thätig waren, haben die Capacität der Höhlen und Ponore nur noch vergrößern müssen. Die Höhenabnahme des Wassers wurde auch durch eine Aenderung des Klimas unterstützt, das sich dem heutigen immer mehr näherte. Infolge dieser Ursachen entstanden schon zu Ende des Diluviums in den meisten Poljen solche hydrographische Verhältnisse, die den heutigen ähnlich waren, mit periodischen Inundationen bloß zu jener Jahreszeit, wann der Wasserzufluss am stärksten, die Verdampfung dagegen am schwächsten ist.

Auch im Postdiluvium gab es beträchtliche Schwankungen im höchsten Wasserstande, der in den Poljen periodisch eintritt; das beweisen unter anderem die vier recenten Terrassen in dem Glamočko Polje. Es kann jedoch nicht mit Bestimmtheit angegeben werden, ob diese jungen Inundationen durch klimatische Schwankungen oder durch Ponorenverstopfung verursacht worden sind. Mir scheint es weit annehmbarer und logischer, die postdiluvialen Schwankungen der periodischen Inundationen auf klimatische Schwankungen zurückzuführen, da die recenten Terrassen in so regelmäßigen Höhenabständen übereinander angeordnet liegen, dass sie durch eine so unregelmäßige Erscheinung, als es die Ponorenverstopfung ist, unmöglich erklärt werden können. Gleich den älteren weisen jedoch auch alle recenten Terrassen auf einen unzweifelbaren, constanten hydrographischen Vorgang in den Poljen: zuerst nahm das Seeniveau an Höhe ab, sodann vermindert sich beständig auch die der periodischen Inundationen.

2. Vernichtung der Poljen

Zu Ende des Neogen und im Diluvium waren Bosnien und die Hercegovina see- und gletscherreiche Gebiete. Es befanden sich da so viele große Seen, dass mit ihnen in dieser Hinsicht heute nur die Alpen verglichen werden könnten. Wir haben die Ursachen schon untersucht, infolge deren diese Seen zu Ende des Diluviums verschwanden, sodann haben wir betont, dass auch die Inundationen oder die heutigen periodischen Seen fortwährend an Höhe abnehmen. Die Verkarstung ist die Ursache dieser Erscheinung. Das Grundwasser tritt im Karste nicht als eine grosse Fläche auf, wie in einem undurchlässigen Terrain, sondern ist in subterrane Flüsse und Bäche zersplittert, die durch Höhlengänge ihren Lauf nehmen. Die Karstpoljen sind Vertiefungen, in denen diese unterirdischen Flussläufe an einer Stelle auftreten, um an der anderen wieder zu verschwinden. Durch zahlreiche

Beispiele haben wir jedoch festgestellt, dass in den Betten unterirdischer Karstflüsse Ponore entstehen und jene sich in tiefere Niveaux hinabsenken, indem sie hier neue Höhlengänge und neue Bette herstellen. Auf diese Weise vermindert sich die Wassermenge, die den Karstpoljen zufließt, so dass in diesen die Inundationen immer geringer und seltener werden. Es müssen bei dieser Gedankenfolge selbstverständlich jene Inundationen ausgeschieden werden, die ab und zu infolge Ponorenverstopfung eintreten; das sind zufällige, vergängliche Erscheinungen, durch die der allgemeine Verkarstungsverlauf nur zeitweise gestört wird. Dieser letztere besteht, wie wir gesehen haben, in einer allmählichen, aber ununterbrochenen Trockenlegung der Poljen, die durch Senkung der unterirdischen Wasserläufe in tiefere Niveaux verursacht wird. Dieser Vorgang scheint in Bosnien und der Hercegovina auch durch eine langsame, aber fortdauernde Senkung des adriatischen Beckens beschleunigt zu sein; nemlich: die letztere Ursache ruft eine stärkere Erosion hervor, sowie überhaupt ein nachhaltigeres Vertiefen der unterirdischen Flussläufe in den benachbarten Karstgebieten.

Eine auffallende Erscheinung ist auch die geographische Verbreitung der Poljen in Bosnien und der Hercegovina sowie in dem übrigen Karste der Westhälfte der Balkanhalbinsel. In der Nähe von Flüssen, z. B. der Narenta, Piva und Taza, kommen sie nicht vor, obwohl sie im Thale der Narenta vorhanden waren, wie es deutlich zu sehen ist; die Gapina Luka, das Mostarsko Polje, Bišće u. a. waren echte Poljen, die von der Narenta durchbrochen und eröffnet worden sind. Im oberen Flussgebiete der Narenta befinden sich kleine Poljen, die von Zuflüssen der Narenta halb eröffnet sind oder im Begriffe stehen, eröffnet zu werden; wir haben festgestellt, dass auch das Nevesinjsko Polje einigermaßen eröffnet und der nahen Gefahr ausgesetzt ist, in das Narentaflussgebiet mit einbezogen zu werden. Schon die Thatsache aber, dass sich in der Nähe des Flussgebietes der Narenta keine Poljen befinden, obwohl Bedingungen zu ihrer Entwicklung vorhanden sind, lässt irgendwelche Ursache vermuthen, wodurch sie vernichtet werden. Durch die rückschreitende Erosion, sowie durch Erosion ihrer unterirdischen Wasserläufe, setzen die Zuflüsse der Narenta ihre Thäler rückwärts fort, indem sie in das Flussgebiet der Narenta die Karstdepressionen hineinziehen. Aus dieser Ursache sind viele Poljen an der Narenta verschwunden, und dieser Vorgang nimmt auch weiterhin seinen Verlauf.

