

Für eine so ausführliche Besprechung der Abhandlung schienen mehrere Gründe vorhanden zu sein. Bei der vielfachen Verzahnung des Wohngebietes der Völker im südöstlichen Mitteleuropa kann keines an den wissenschaftlichen Leistungen des anderen vorbeisehen, besonders wenn diese so vorurteilslos aufgebaut sind wie die vorliegende. Hat es der Verfasser Lesern anderer Sprache stellenweise nicht leicht gemacht, ihm zu folgen, so sind seine Ausführungen doch allenthalben anregend, was ich im Referat belegt zu haben glaube.

## Geomorphologische Studie über das Duvanjsko Polje (Polje von Duvno) in Bosnien.

Von Dr. **Josip Roglić**, Beograd.

Unter den dinarischen Poljen zeichnet sich das Duvanjsko Polje<sup>1</sup> durch seine Gestalt und seine scharf gezogenen Grenzen aus. Es hat die Form eines Viereckes, dessen längere, fast parallele Seiten dinarisch, also NW—SO, verlaufen. Die kürzere nordwestliche und südöstliche Seite ist nicht so einfach gestaltet. Ihr halbinselförmiger Mittelteil dringt tiefer in das Becken des Poljes ein. An den Ecken hinwieder buchtet sich das Polje in der Richtung der Längsseiten gegen NW und SO hin aus. Diese Buchten werden wir hier nach den darin befindlichen Ortschaften Stipanići, Mokronoge, Kongora und Seonica benennen.

Die Ebene des Poljes fällt gegen seine Mitte, gegen das Lanište, ab. In diesem niedrigsten Teil beträgt die absolute Höhe etwa 860 m, während sich die Randteile allmählich bis zu Seehöhen von über 900 m erheben (Umgebung von Tomislavgrad<sup>2</sup>). Ein enger Streifen niedrigeren Bodens längs des Laufes des Šujicaflusses öffnet das Lanište gegen den Ponor beim Dorf Kovači zu, wodurch eine schnelle und vollständige Entwässerung des Poljes ermöglicht wird.

Die Grenzen des Bodens und der Poljengehänge sind nicht überall sehr scharf, weshalb Abgrenzung und Flächenbestimmung verschieden ausfallen können. Das Hügelland nordwestlich von Tomislavgrad kann nicht als Teil des Poljebodens betrachtet werden. Das geschlossene Poljebecken mißt etwa 156 qkm.

Das Duvanjsko Polje bildet topographisch wie hydrographisch eine ausgesprochene Einheit. Fast alle Gewässer fließen der Poljenmitte zu und bilden so ein einziges Zuflußgebiet. Der wichtigste Zufluß ist die fremdbürtige Šujica, die von Norden her durch die Bucht von Mokronoge ins Polje eintritt. Sie empfängt nach Austritt aus ihrem Schluchttal in

<sup>1</sup> Vgl. Spezialkarte 1:75.000, Blatt Županjac—Cista oder Blatt Livno 1:100.000, Spezialkarte des Königreiches Jugoslawien.

<sup>2</sup> Das Städtchen hieß bis 1925 Županjac; seither führt es den Namen Tomislavgrad. Es wird hier der ältere Name in Zitaten erscheinen.

die Poljenebene die Vučica. In der Mitte des Poljes nimmt die Šujica die Drina, welche die Buchten von Seonica und Kongora entwässert, und die aus dem Hügelland um Tomislavgrad kommende Vrbica auf. Hart vor dem Ponor bei Kovači mündet ferner in die Šujica der Ostrožac, der das Vučipolje und einen Teil der Bucht von Stipanići entwässert. Nur ein ganz kleines Gebiet, der äußerste Teil der Bucht von Stipanići — Potubolja — ist topographisch und hydrographisch fast selbständig.

Diese Arbeit stellt sich die Aufgabe, die Entstehung des Beckens des Duvanjsko Polje und die Bedingungen, unter denen dieser Werdegang ablief, zu zeigen. In unseren Ausführungen wird nicht nur von der Ebene des Poljes allein die Rede sein, sondern auch von seiner Umrandung, sofern diese für die morphologische Entwicklung des Poljes wichtig ist.

Der geologisch-petrographische Bau des Gebietes des Duvanjsko Polje ist ziemlich einfach. Die parallelen Längsseiten trennen den Boden des Poljes von seiner aus älterem Kreidekalk bestehenden Umrandung, der Ljubuša und Vran im NO und der Grabovička Planina und Midená im SW (vgl. Abb. 1).

Die Südwestgrenze des Poljes verläuft fast geradlinig; längs derselben fallen die Kalksteinschichten der Grabovička Planina sanft gegen SO, im NW hingegen gegen SW, oder sie liegen stellenweise auch fast flach. Soweit Süßwassersandstein- und Mergelschichten am Poljeboden anstehen, sieht man sie gegen NO, also gegen die Mitte des Poljes zu, einfallen. Schon der Verlauf des SW-Randes läßt dessen Zusammensetzung aus zwei Teilen erkennen: aus einem NW—SO gerichteten im NW und einem NNW gegen SSO gestreckten Hauptteil. Der Rand schneidet die Faltenzüge unter spitzem Winkel. Daraus und aus der Geradlinigkeit der Umrandung kann auf die tektonische Entstehung des durch jüngere Erosionsprozesse unbedeutend veränderten Poljenrandes geschlossen werden.

Ähnlich sind die Verhältnisse auch längs des NO-Randes des Poljes. Auch hier berühren sich an einer topographisch sehr gut ausgeprägten Grenze die Süßwasserschichten und die lockere Bedeckung des Poljebodens mit den kretazischen Kalksteinen der Ljubuša. Nur das kretazische Kalkgestein um Mokronoge ist von transgredierenden jüngeren Konglomeraten bedeckt, wie denn auch im Mittelteil, um die Bachfurche Sazlivoda herum, bei Vidašići, zwischen den Kreidekalken Dolomitschichten eingeklemmt erscheinen. Diese Schichten werden als „Dolomite ungewissen triassischen Alters“<sup>3</sup> bezeichnet, wenn auch die Triasdolomite in den Nachbargebieten weitaus heller sind und stärker zur

<sup>3</sup> Geol. zavod u Sarajevu: Travnik. — 5 list. Pregledne geološke karte Bosne i Hercegovine 1 : 200.000 und Tumač, H. I. Sarajevo 1929, S. 34.

Verwitterung neigen. Die Dolomitschichten an der Sazlivoda sind nur undeutlich geschichtet und spalten sich schieferartig; eine Zone gelb-

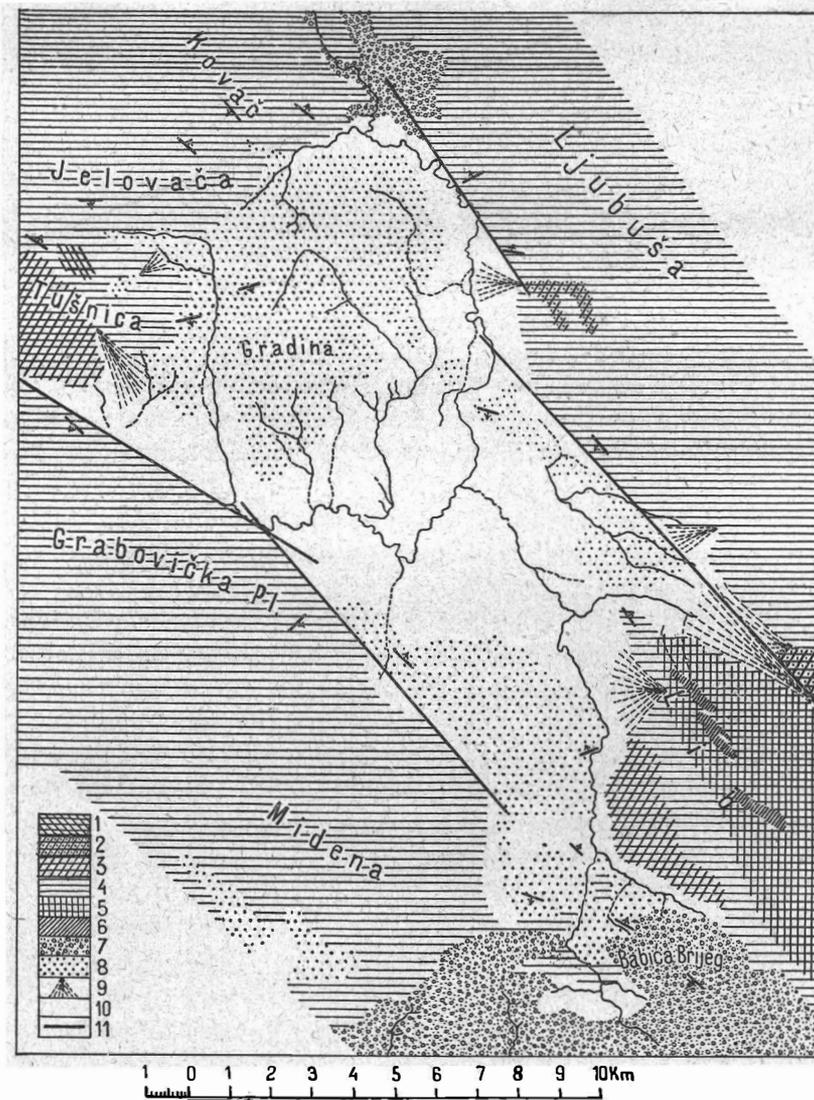


Abb. 1. Übersicht des petrographischen und stratigraphischen Baues.

1 Schwärzliche Kalke mit Quarzadern (Trias?); 2 Dolomite; 3 Rötliche Brekzienkalke (Kreide?); 4 Kreidekalke; 5 Paleogene Kalke; 6 Paläogene Mergel; 7 Süßwasserkonglomerate; 8 Süßwassermergel- und Sandsteine; 9 Diluviale und rezente Schuttkegel; 10 Diluviale und alluviale Bodenbedeckung;

11 Wichtigste Bruchlinien.

lichen und brüchigen Kalksteins stellt den Übergang zum reinen Kalk im Hangenden dar. Ohne paläontologische Beweise geht es nicht an, zu

behaupten, daß die Dolomite viel älter als die kretazischen Kalke seien. Jedenfalls kann keine Rede davon sein, daß „im Neogen hier eine seichte Bucht bestand“,<sup>4</sup> da es sich hier um ältere Dolomite und nicht um Süßwassermergel handelt. Auch die Nordostgrenze des Poljes stellt demnach eine ausgeprägte Gesteinsgrenze dar. Zwischen Mokronoge und Srdani schneidet sich der Nordrand des Poljes unter einem gewissen Winkel mit dem Schichtstreichen, so daß einige Falten durchschnitten werden. Schön sind die Profile der in der Richtung WNW—OSO streichenden Falten sichtbar. Zwischen Sarajlije und Vidašići ist der Abbruch durchaus geradlinig, stellenweise senkrecht und bis zu 40 m hoch. Ähnlich verhält sich der Abbruch auch weiter gegen SO, bis zum Dorf Lipa. Die Streichrichtung, das Verhältnis zum Schichtbau deuten darauf hin, daß wir auch hier eine tektonische Linie vor uns haben. Wahrscheinlich hat sich der Abbruch längs zweier Bruchlinien gebildet, von denen sich die eine im Nordteil zwischen Mokronoge und Srdani von NNW gegen SSO erstreckt, während die andere in der Richtung NW—SO von Srdani bis Lipa verläuft. Obwohl also dieser Poljenrand eine ausgesprochene tektonische Linie ist, konnten wir keinen Beweis für Cvijićs Behauptung finden, „daß die neogenen Mergel unter die jurassischen Kalke einfallen“,<sup>5</sup> eine Behauptung, die später auch E. Richter übernommen hat.<sup>6</sup> Dieser Fehler ist eine Folge der falschen Lokalisierung einer Mitteilung P il a r s,<sup>7</sup> die sich, wie sich später zeigen wird, auf die Gegend von Vučipolje, nordwestlich von Tomislavgrad, bezieht. A. G r u n d<sup>8</sup> hat mit Recht betont, daß diese Grenze des Poljes eine Bruchlinie ist und nichts mit einer liegenden Falte zu tun hat, sondern, wie wir gesehen haben, im Nordwestteil die Faltenrichtungen durchschneidet.

Die Ränder im NW und SO sind, nach Aussehen und tektonisch-petrographischen Verhältnissen, weitaus verwickelter gebaut. Wie wir gesehen haben, springen beide Seiten halbinselartig in das Poljebecken vor. Diese Vorsprünge bilden im NW das Hügelland von Tomislavgrad und im SO den Vorsprung des Lib. Das Hügelland um Tomislavgrad setzt sich aus Süßwassermergel, feinem Sandstein, Lehm mit schwachen

---

<sup>4</sup> Cvijić J.: Morphologische und glaziale Studien aus Bosnien, Hercegowina und Montenegro. II. Teil: Die Karstpoljen. Abh. der k. k. Geogr. Ges. Wien, III. Bd., Nr. 2, 1901, S. 47.

<sup>5</sup> Ibidem, S. 46.

<sup>6</sup> Richter E.: Beiträge zur Landeskunde Bosniens und der Hercegowina. Wissenschaftl. Mitteil. aus Bosnien und der Hercegowina, X. Bd. Wien 1907, S. 259.

<sup>7</sup> v. Mojsisovics E., Tietze E. und Bittner A.: Geologie von Bosnien-Hercegowina. Jahrbuch der k. k. Geol. Reichsanstalt, XXX. Bd., Wien 1880, S. 67.

<sup>8</sup> Grund A.: Die Karsthydrographie. Geogr. Abh., herausgegeben von A. Penck, VII. Bd., 3. H., Leipzig 1903, S. 157.

Einlagen von größerem Sandstein und Konglomeraten zusammen. Dieser Schichtenkomplex ist sehr stark; doch seine ursprüngliche Mächtigkeit muß noch größer gewesen sein. Hier kann man am besten die frühere große Mächtigkeit der Seeablagerungen im Gebiet des Duvanjsko Polje ermessen. Die Süßwasserablagerungen im Gebiet von Gradina und Vučipolje fallen unter verschiedenen Winkeln gegen SSW und S, seltener gegen SSO ein. Interessanterweise ist das Fallen am stärksten in den Randteilen, wo sich diese Ablagerungen mit der Umrandung aus kretazischen Kalken berühren, welche die Tušnica und die Jelovača bilden.



Abb. 2. Die Abtragung der Süßwasserablagerungsdecke und Bloßlegung der kretazischen Kalke an den Abhängen der Jelovača.

Neben dem Eingang in die Kohlengrube im Vučipolje setzen Süßwasserablagerungen mit Konglomeraten ein, während in dem von der Jelovača herabführenden Bachbett plattige Mergel anstehen. An den Abhängen der Tušnica und Jelovača kann man die Abspülung der Süßwasserablagerungen und die Bloßlegung des Kalkgrundes (Abb. 2) sowie das Verhältnis dieser Ablagerungen zueinander beobachten. Die Abhänge der Tušnica, Jelovača und der Kovači sind hauptsächlich aus kretazischen Kalken gebildet, die auf eine sehr interessante Weise gestört sind. Die Kalke von Kovači lehnen sich an die Jelovačakalke an, wobei an der Berührungslinie Mergel eingeklemmt sind, welche das Wasser teilweise ausgespült hat, so daß diese Berührungsgrenze im Relief sehr ausgeprägt hervortritt. Auch bei Kovači, der Jelovača und beson-

ders der Tušnica fallen die Ablagerungen in verschiedenen Richtungen von den höchsten Teilen ab, so daß diese Gebirge auch in tektonischer Hinsicht domartig sind. Das Schichtfallen ist sehr veränderlich. In der Niederung des Vučipolje und der Rasohe ist die Lage der Kalkablagerungen nicht klar; stellenweise scheint es, als stelle die senkrechte Lage der Schichten die Stirn einer liegenden Falte der Jelovača dar. Jedenfalls sind zwischen die Abhänge der Jelovača und Tušnica Mergelablagerungen mit einigen Kohlenflözen eingeklemmt. Allem Anschein nach ist die Grenze zwischen der Tušnica und der Jelovača eine ausgesprochene tektonische Linie, was auch die Entstehung der Kalksteinbrekzien erklärt, die man längs dieser Linie antrifft. Es bestehen keine sichtbaren Spuren, die auf eine Fortsetzung dieser Bruchlinie gegen die Niederung des Duvanjsko Polje hin schließen ließen. Auf diese mit Kohlenflözen zusammen eingeklemmten Mergel bezieht sich wahrscheinlich auch die früher erwähnte Mitteilung P i l a r s, die fälschlich nordöstlich statt nordwestlich von Županjac lokalisiert wurde. A. G r u n d<sup>9</sup> hat dieselbe zu Unrecht bekämpft, da er meinte, sie beziehe sich auf das Vučipolje, südlich von Županjac. G r u n d hat die Landschaft von Vučipolje und Rasohe nur von ferne betrachtet und fälschlich angenommen, sie sei nur die Fortsetzung der „Antiklinale des Lanište, in welcher Dolomit zum Aufbruch zu kommen scheint“.<sup>10</sup>

Das Tušnicagebirge ist der bedeutendste Teil des NW.-Randes und besteht aus verschiedenartigen Kalkablagerungen. Zwischen den Rasohe und den Razvale gibt es schwärzliches Kalkgestein mit Kalzitadern, deren Lage unklar ist. Neben den massigen grauen Kalken treten in der Zusammensetzung der Tušnica besonders die hellrötlichen Brekzienkalke, welche die südwestlichen und mittleren Teile des Gebirges bilden, hervor. Infolge des Zerfalls dieser Kalke entstehen mächtige Roterdenhaufen, welche den Grund und die Randteile seichter Dolinen überdecken. Durch den Abfluß des Wassers aus diesen seichten Wannan bilden sich zeitweise Wildbäche, die mit ihren wilden Wasserrissen die Abhänge der Tušnica zerfurchen. Bei diesen Kalken ist die Schichtung meistens unklar; in den meisten Fällen fallen die Schichten unter Winkeln bis zu 80° gegen SW ab, während sie in den den Rasohe näherliegenden Teilen gegen NO hin einfallen. Das Fallen der Ablagerungen nach entgegengesetzten Richtungen im nordöstlichen und südwestlichen Teil der Tušnica beweist klar, daß die Tušnica nicht bloß den Südflügel der „Antiklinale des Lanište“ bildet.<sup>11</sup> Der starke Abfall und die Zerstückelung der Kalkablagerungen zeigen, daß die Tušnica

<sup>9</sup> Ibidem S. 157 (Fußnote).

<sup>10</sup> Ibidem S. 146

<sup>11</sup> G r u n d A.: l. c. S. 146.

das Gebiet intensiver tektonischer Bewegungen war. Dafür spricht auch der Umstand, daß an den Abhängen der Tušnica die Seeablagerungen bis zu den höchsten Erhebungen reichen (Razvale, etwa 1300 m, u. a.). Auf ein Gebiet ungemein intensiver junger Bewegungen weist auch die Lage der Süßwassermergel hin, die an den Abhängen der Gromila unter einem Winkel von  $47^\circ$  fallen. Auch das morphologische Aussehen und die Prozesse an den Abhängen der Tušnica lassen dieses Gebirge sehr jung erscheinen. Sowohl aus den Roterdenflecken als auch aus den Zonen zurückgebliebener Mergel stürzen Wildbäche nieder, die mit ungewöhnlicher Kraft unzugängliche Schluchten einschneiden und am Fuß des Gebirges massenhaft grobes Material anhäufen (Sutulja). Die NW-Seite des Duvanjsko Polje ist also, besonders in den der Tušnica zunächst liegenden Teilen, das Gebiet einer jungen transversalen Aufwölbung, welche die Süßwasserablagerungen in größere Höhen getragen hat, so daß sie ein großes Gefälle gegen die Niederung des Poljes erhielten. Deshalb kam auch der Einfluß der tektonischen Längslinien, wie der durch die Rasohe, zu keiner größeren Geltung. Auf der anderen Seite der Tušnica, im Livanjsko Polje, entsprechen die Seeablagerungen nach ihrer Zusammensetzung vollkommen jenen im Duvanjsko Polje. Den Resten, die sich hoch an den Abhängen befinden, und der Lage derselben nach zu schließen, bedeckten die Süßwasserablagerungen ursprünglich wohl die Gegend des heutigen Tušnicagebirges und standen mit den gleichartigen Ablagerungen im SO-Teil des Livanjsko Polje in Verbindung. Ähnliche Ansichten vertraten auch I. Turina und F. K a t z e r.<sup>12</sup> Die Tušnica ist also ein Gebirge, welches nach der Ablagerung der Seesedimente entstanden ist. Auf diese Fragen werden wir später noch zurückkommen; vorerst gilt es jedoch, die übrigen Fragen zu beantworten, deren Kenntnis unumgänglich ist.

Der SO.-Rand des Poljes ist viel einfacher als der NW-Rand. Das Libgebirge dringt in Halbinselform in die Niederung des Poljes ein. Nach den Ergebnissen der geologischen Übersichtskarte Bosniens und der Herzegovina ist es aus paläogenen Kalken zusammengesetzt.<sup>13</sup> Unter diesen Ablagerungen sind die am NO-Hang vorhandenen Mergelzonen besonders wichtig. Ihnen entspringen die Quellen, die das Dorf Kongora mit Wasser versorgen. Hier muß die Karte richtiggestellt werden, denn der äußerste Teil des Libvorsprunges besteht sicherlich aus kretazischem Kalk. Unter den Gesteinen des Lib sind auch die körnigen Kalke, aus

---

<sup>12</sup> Turina I.: Die Braunkohlenablagerungen von Livno-Podkraj und Županjac. Montanistische Rundschau, VIII. Jahrg., Wien 1916 (Sonderabdruck), S. 28; K a t z e r F.: Die fossilen Kohlen Bosniens und der Hercegowina, II. Bd., Sarajevo 1921, S. 38—40.

<sup>13</sup> Ibidem S. 52.

denen die Hänge über Borčani geformt sind, morphologisch wichtig. Durch ihren Zerfall entstanden ungeheure Mengen sandigen Schuttes, aus dem sich der Schwemmkegel beim Dorfe Borčani zusammensetzt. Diese Anschwemmung drängte auch den Lauf der Ričina tiefer gegen die Ebene des Poljes ab. Etwas weiter, über Omolje und Seonica, sind die Hänge des Lib zum Teil aus rötlichen Brekzienkalken zusammengesetzt, die jenen ähneln, welchen wir auf der Tušnica begegnet sind. Es scheint, daß der Lib einen Horst zwischen den Buchten von Kongora und Seonica bildet.

Für die Entstehung der Bucht von Kongora ist zweifellos die den NO-Rand des Poljes begleitende Bruchlinie von Bedeutung. Die Bucht von Seonica hat ebenfalls tektonische Anlage, ist aber hauptsächlich durch Ausräumung der Mergel entstanden. In der Vučetijska Draga, an den Hängen des Babića Brijeg, gibt es ein Profil, an dem zu sehen ist, wie sich über die Konglomerate um Mesihovina konkordant Kohle führende Mergel und mergelige Sandsteine legen. Um die Šujicaschlucht, zwischen den Šujičko und Duvanjsko Polje, sind schöne Profile bloßgelegt, welche zeigen, daß die Konglomerate diskordant liegen und ein sehr ausgeprägtes Relief in älteren Kreidekalken überdecken. Bei Mokronoge scheinen diese Konglomerate unter die Mergel des Poljebodens einzufallen. Es ist kein einziges Profil zu finden, welches das Verhältnis der Konglomerate zu den Süßwassermergeln sowie dasjenige dieser Ablagerungen zum älteren Liegenden gleichzeitig festzustellen gestattet. Eine vollständige Folge dieser Ablagerungen konnte sich nur auf kleinen Oberflächen bilden, da der Umfang der mergeligen Ablagerungen weitaus größer sein mußte als jener der groben Konglomerate. Diese lagerten sich längs der schnellen Wasserläufe, die Mergel aber in geräumigen Seewannen ab. So findet man in den Konglomeraten an der Šujica Blöcke von 30 bis 40 cm Durchmesser. Daraus ist zu schließen, daß die Süßwasserablagerungen im Gebiet des Duvanjsko Polje mit Konglomeraten beginnen. Die angeblichen Konglomerate<sup>14</sup> im Ostrožacetal bei Jošnica aber sind überhaupt keine Konglomerate, sondern sehr grobe Brekzien. Sie enthalten Rudistenkalkblöcke mit Durchmessern bis zu 1 m. Nur die feinsten Bestandteile sind gerundet. Diese groben und ungleichen Bestandteile sind fest verbacken und scheinen konkordant mit den Mergeln zu sein. Vorläufig ist uns die Genesis dieser groben Ablagerungen noch unklar.

Die mergeligen Seeablagerungen bilden die wichtigste Voraussetzung für die morphologischen Vorgänge im Gebiet des Duvanjsko Polje. Die Zusammensetzung jener ist, wie schon in der Gegend um Tomislavgrad festgestellt, ziemlich verschieden. Mergel und feine Sand-

<sup>14</sup> Grund A.: l. c. S. 148; Turina I.: l. c. S. 26; Katzer F.: l. c. S. 41.

steine wiegen vor. Sie sind gegenüber der Erosion wenig widerstandsfähig. Unter diesen Ablagerungen befinden sich, wie es scheint, stellenweise mächtige Konglomeratablagerungen, während wir auf keine sicheren Spuren der Hangendenkonglomerate stoßen konnten, von denen die Verfasser der Geologischen Übersichtskarte sprechen.<sup>15</sup> Auf diese Ablagerungen wird im Zusammenhang mit den morphologischen Vorgängen der jüngsten geologischen Vergangenheit des Duvanjsko Polje noch zurückgekommen.

Die Übersicht zeigt, daß das Duvanjsko Polje eigentlich eine Insel wasserundurchlässiger Süßwasserablagerungen ist, die von allen Seiten von älteren, in erster Linie kretazischen Kalken umgeben wird. Süßwasserablagerungen finden sich fast in allen Teilen des Poljes, sofern sie nicht schon erodiert sind. Die Süßwasserrablagerungen senken sich im allgemeinen gegen seinen zentralen Teil (vgl. Abb. 3).

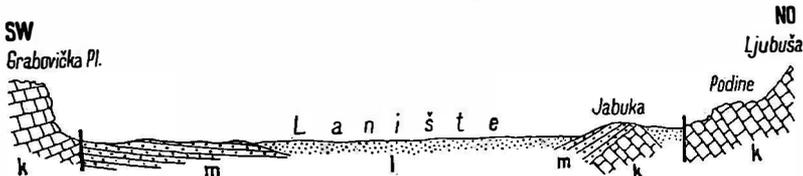


Abb. 3. Querprofil durch den mittleren Poljeteil.

*k* = Kreidekalk; *m* = Süßwasserablagerungen und *l* = lose Bodenbedeckung.

Um das heutige Aussehen des Poljes voll zu verstehen, werden die morphologischen Vorgänge, die für seine Entstehung von Bedeutung waren, zu verfolgen sein.

Schon zweimal — in den erwähnten Arbeiten J. Cvijićs und A. Grund s — war das Duvanjsko Polje der Gegenstand geomorphologischer Studien, während die Arbeit E. Richters in dieser Hinsicht nichts wesentlich Neues bot. J. Cvijić und A. Grund stimmen in der Grundidee überein. Beide gehen von der Annahme aus, daß die heutige Senke des Poljes einem einstigen Seebecken entspricht. Die Unterschiede in ihren Ansichten über die Entstehung und Eigentümlichkeiten der Karstpoljen überhaupt sind in diesem Fall von geringerer Bedeutung. Cvijić meint, die Karstpoljen seien durch horizontale Erweiterung und Verwachsung von Karstformen entstanden; ein solches zusammengesetztes Polje wäre auch die Niederung des Duvanjsko Polje.<sup>16</sup> Nach Grund hingegen stellen die meisten Karstpoljen, darunter das Duvanjsko Polje, tektonische Senken dar.<sup>17</sup> Cvijić und Grund unterscheiden sich auch

<sup>15</sup> Ibidem S. 68.

<sup>16</sup> Ibidem S. 50.

<sup>17</sup> Ibidem S. 194.

in der Erklärung der morphologischen Erscheinungen am Rand des Duvanjsko Polje wenig. Die Unterschiede beziehen sich auf die quantitative Feststellung der Formen. Unseres Erachtens beruht die Erklärung der Morphogenese des Duvanjsko Polje in beiden Fällen auf falschen Voraussetzungen, die im nachfolgenden richtiggestellt werden sollen.

Zuerst betrachten wir die Formen, welche Hinweise auf die Entstehung des Poljes zu bieten vermögen. Die Terrassen am Poljerand sind dabei die wichtigsten. Wir werden die Natur dieser Terrassen zu erklären versuchen, wobei wir auf die Unterschiede zwischen unseren Beobachtungen und Erklärungen und den früheren verweisen.



Abb. 4. Die Podineterasse südöstlich von Mandino Selo. Man sieht die Spuren der niedrigeren Terrasse, auf der sich die Teile der Ortschaften befinden.

Längs des ganzen NO-Randes des Poljes, von der Šujicamündung bis zum Dorf Lipa, erstreckt sich in einer Länge von 17,5 km eine gut entwickelte Terrasse, die Podine (Abb. 4). Ihre Durchschnittshöhe beträgt rund 922 m. Von örtlichen Abweichungen abgesehen, sind die Podine fast ganz horizontal; bloß an den äußersten Enden, besonders im NW, sind sie etwas aufgebogen. Diese Störungen sind sicher erst nach der Entstehung der Terrasse selbst entstanden. Die Terrasse durchschneidet sowohl Synklinalen wie Antiklinalen, so daß ihre erosive Natur außer Zweifel steht. Durch selektive Erosion sind in den weniger widerstandsfähigen Dolomiten der Sazlivoda und in den Konglomeraten von Mokronoge Bachbette entstanden. Stellenweise, so oberhalb Sarajlije

und Lipa, ist das Podineniveau bis zu 400 m breit, während es anderswo, wie oberhalb Mandino Selo, sich bis auf 20 bis 30 m verengt (vgl. Abb. 5).

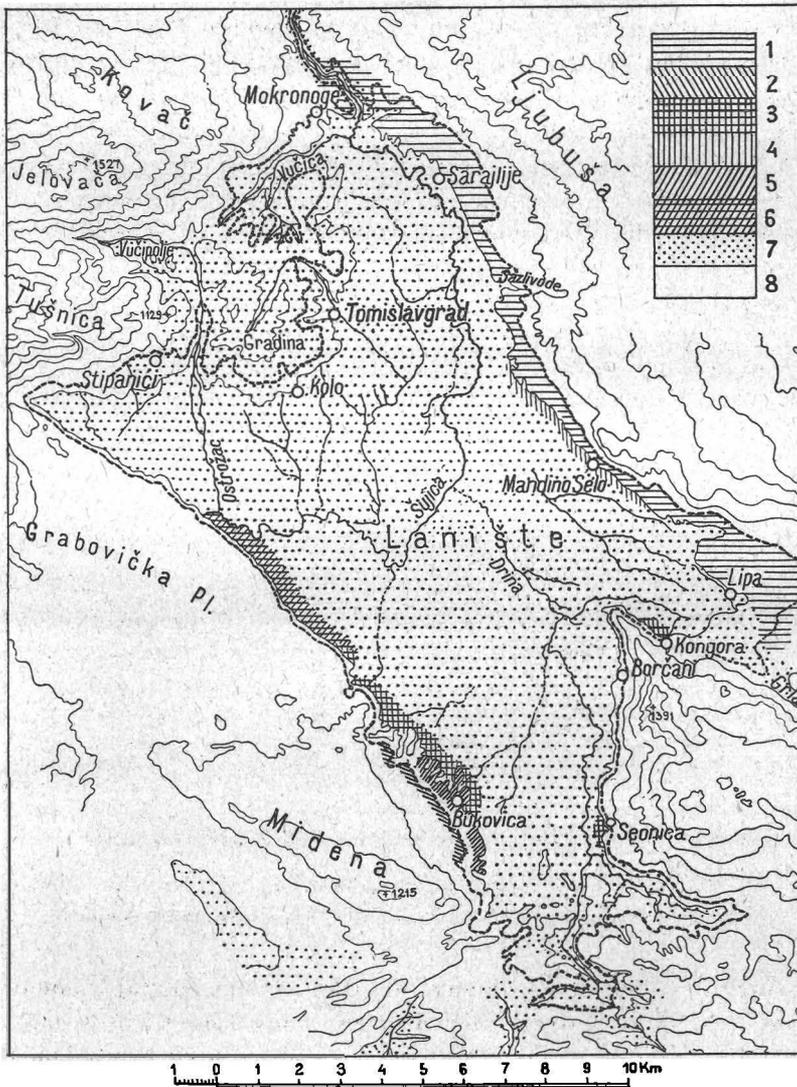


Abb. 5. Morphologische Skizze des Duvanjsko Polje.

----- Die Grenze des geschlossenen Poljebeckens.

Fossile Formen: 1 Niveau von Podine (922 m); 2 Niveau von Bukovica (930 m); 3 Niveau von 880 m; 4 Niveau von 892 m; 5 Niveau von 910 m und 6 Niveau von 865 m. — Aktive Prozesse: 7 Das Gebiet der Normalerosion und 8 das Gebiet des Karstes.

Etwa 30 m niedriger ist die schwächer entwickelte Terrasse, auf welcher sich die Dörfer Sarajlije, Vidašići, Srđani, Raščani, Mandino Selò und Lučice befinden. Dieselbe ist nicht so entwickelt wie die obere

Hauptterrasse. An manchen Stellen des Poljerandes, so zwischen Sarajlije und Letka, gibt es nicht einmal eine Spur dieser unteren Terrasse; dort geht die Hauptterrasse mit einem fast senkrechten Bruch direkt in die Ebene des Poljes über (Abb. 6). Sicherlich bestand die untere Terrasse hier aus weniger widerstandsfähigen Süßwasserablagerungen und wurde das Opfer jüngerer Erosionsvorgänge. Im Abschnitt zwischen Oplećani und Lučice hingegen, besonders aber in Raščani und Srdani, ist diese Ter-

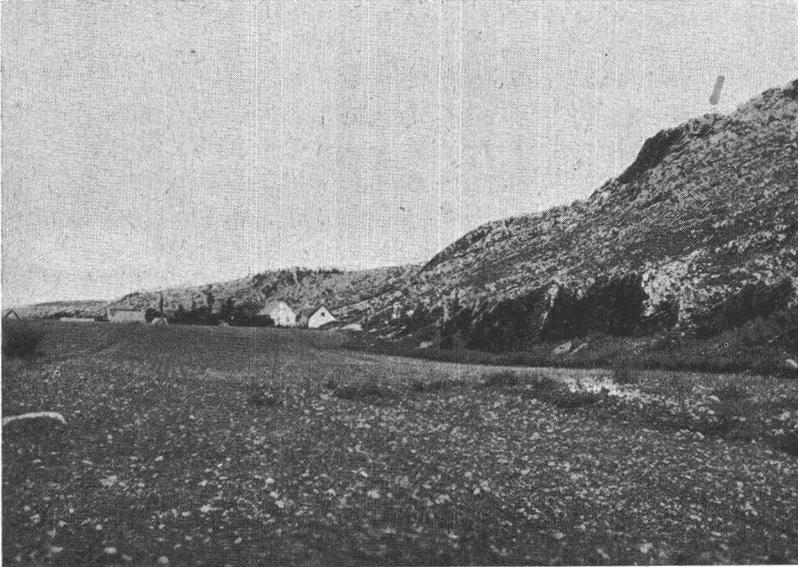


Abb. 6. Der Abbruch zwischen der Podineterrasse und Poljeebene beim Dorfe Sarajlije. Hier gibt es keine Spur von einer niedrigeren Terrasse; im Gegenteil, der Abbruch ist im unteren Teil senkrecht. Er schneidet die Streichrichtungen der Schichten.

rasse sehr schön erhalten, da sie in Kalken verläuft. Auf ihr befinden sich die genannten Ortschaften.

Auch der südwestliche Poljerand weist schön ausgeprägte Niveaus auf. Der Unterschied zwischen dem nordöstlichen und dem südwestlichen Rand besteht darin, daß man auf dem letzteren keine Niveaus findet, die sich längs des ganzen Poljerandes erstrecken. Hier hingegen sind die Niveaus bloß auf einen Teil des Poljerandes beschränkt. Am vollständigsten ist die Niveaufolge beim Dorf Bukovica. Von Gornji Brišnik gegen Bukovica fällt ein Niveau sanft in derselben Richtung, in welcher sich die Schichten erstrecken und abfallen. Dieses Niveau ist zweifellos eine Schichtterrasse. Sie bezeichnet die Grenze zwischen den grauen Plattenkalken und dem massiven Kalkgestein im Hangenden. Von größerer morphologischer Bedeutung sind die tieferen Niveaus. Schön ausgeprägt

ist jenes von 930 m, auf dem sich die Pfarrkirche von Bukovica befindet. Die Spuren dieses Niveaus sind auch weiter gegen SO, bis zu den Gehöften der Bagarići, gut sichtbar. Ferner gibt es hier auch gut erhaltene Spuren eines Niveaus von 910 m und an der Straße unterhalb Bukovica eines solchen von 880 m. Anlage und Bedeckung der Terrassen mit einzelnen Quarzkiesel, besonders auf den niedrigeren Terrassen, erweisen sie als Erosionsformen. Spuren des Niveaus von 880 m finden sich auch weiter gegen NW längs des Poljerandes (in Mrkodol, um Čerdići und in Cebare). Dieses Niveau ist das einzige verbreitetere des SW-Randes. Das tiefste Niveau befindet sich in einer Höhe von 865 m vor dem Ponor bei Kovači. Weiter erstreckt sich dasselbe dann gegen SO bis Mrkodol. Auf diesem Niveau ist teilweise die Straße Tomislavgrad—Posušje erbaut; auch Teile von Ortschaften liegen auf ihm.

Am NW- und SO-Poljerand findet man keine ähnlichen Formen. Nur zwischen Seonica und Omolje gibt es Spuren eines hohen Niveaus von 960 m, während man beim Kirchhof von Seonica und der Kirche in Kongora auf ein Niveau von 880 m stößt. Ob diese 960 m hoch gelegenen Gehängeverflachungen Reste eines selbständigen oder emporgehobene Teile eines niedrigeren Niveaus sind, ist nicht sicher. Aus noch zu erörternden Gründen lassen wir die sehr problematischen Niveauspuren in dem aus Süßwasserablagerungen bestehenden Hügelland von Tomislavgrad außer Betracht. Die sehr ausgeprägte Terrasse von 875 m am Rande dieses Hügellandes ist durch Anschwemmung und nicht durch Erosion entstanden und stammt wahrscheinlich aus einer jüngeren Periode mit andersartigen Entwässerungsverhältnissen, wovon noch später die Rede sein wird. Spuren eines Niveaus von 910 m finden wir am Rand noch an der linken Talseite des Vučibaches, in der Nähe von Mokronoge. Die Formen in der Ebene des Poljes lassen wir vorläufig unbeachtet, da sie, wie noch zu zeigen, ihrer Natur und Entstehungszeit nach andersartig sind.

Wie man sieht, unterscheidet sich unser Tatsachenbefund wesentlich sowohl von jenem Cvijićs als auch von jenem Grunds. Cvijić findet längs des NO-Randes eine Terrasse von 910 bis 920 m und zwei niedrigere diluviale Terrassen, während nach ihm die höchste Terrasse am SW-Rand 20 m niedriger ist, was eine Folge junger Störungen wäre.<sup>18</sup> Die Resultate A. Grunds weichen hievon bedeutend ab. Er stellt Terrassen von 936, 922, 917, 908, 896 und 874 m fest und findet die ersteren fünf in derselben Höhe auch im NO und SW des Poljes. Im SW fehlt bei ihm nur die 874 m hohe Lučiceterrasse. Deshalb verhält sich Grund ablehnend zur Meinung Cvijićs, daß die Terrassen auf den einander gegenüberliegenden Seiten des Poljes durch junge Störungen eine ver-

<sup>18</sup> Ibidem S. 50.

schiedene Höhe erlangt haben.<sup>19</sup> Wir können, wie bereits gesagt, keiner dieser Ansichten beistimmen. Zur Zeit, da wir unsere Forschungen anstellten, waren uns die Ergebnisse dieser zwei Forscher bereits bekannt, so daß wir mit Sicherheit feststellen konnten, daß sie nicht den Tatsachen entsprechen. In unseren weiteren Ausführungen werden wir auch aufzeigen, warum die Resultate dieser angesehenen Gelehrten von der Wirklichkeit abweichen mußten. Vorläufig wollen wir nur feststellen, daß wir auf den einander gegenüberliegenden Randseiten des Duvanjsko Polje Niveaus antreffen, die sich weder nach Zahl noch nach absoluter Höhe und Umfang decken. An der NO-Seite gibt es sichere Spuren zweier Niveaus, während im SW ihre Zahl auf vier steigt. Wir werden sehen, daß es mit Rücksicht auf die morphologische Entwicklung des Duvanjsko Polje auch nicht zwingend ist, daß sich die einander gegenüberliegenden Niveaus decken.

J. Cvijić hat irrtümlich behauptet, daß die Seeablagerungen nur bis zu einer Höhe von 920 m, d. h. bis zu den höchsten Seeterrassen reichen.<sup>20</sup> In der Gleichsetzung des heutigen Polje und einstigen Seebeckens ging Cvijić so weit, daß er mit Hilfe der Differenz zwischen der größten Uferhöhe und dem Poljeboden sogar die wahrscheinliche größte Seetiefe errechnete.<sup>21</sup> A. Grund sieht den Fehler Cvijićs ein und stellt fest, daß die Seeablagerungen weit höher reichen (bis 1140 m).<sup>22</sup> Ebenso erweist A. Grund intensive Störungen der Seeablagerungen.<sup>23</sup> Es ist nun wirklich seltsam, daß Grund aus seinen Geländebeobachtungen nicht den einzig logischen Schluß gezogen hat, nämlich, daß das Becken des einstigen Sees und des heutigen Polje nicht einunddasselbe sind. Im Gegenteil, Grund behält in dieser Hinsicht die Ideen Cvijićs bei, sieht das heutige Polje als das einstige Seebecken an und beruft sich bei der Erklärung der morphologischen Vorgänge auf die heutigen klimatischen Verhältnisse.<sup>24</sup> Grund's Erklärung der Entstehung der „Abrasionsterrassen“ durch den Einfluß der Bora und des Sirocco ist sehr gekünstelt und willkürlich. An vielen Stellen, wo Terrassen unter dem Einfluß der heutigen Windrichtungen entstehen müßten, sind solche nicht vorhanden (der Libvorsprung, die Umgebung von Brišnik und Kovači) oder sind schwach entwickelt (bei Raščani und Mandino

---

<sup>19</sup> Ibidem S. 160.

<sup>20</sup> Ibidem S. 46.

<sup>21</sup> Ibidem S. 51.

<sup>22</sup> Ibidem S. 161.

<sup>23</sup> Ibidem S. 147.

<sup>24</sup> Ibidem S. 161.

Selo), während sie in Teilen, welche den heute vorherrschenden Winden überhaupt nicht oder nur wenig ausgesetzt sind (so um das Dorf Lipa), sehr gut entwickelt erscheinen. Andererseits behauptet Grund in seinen allgemeinen Ausführungen, die Seebecken, bzw. die heutigen Poljenbecken seien ganz und gar durch Süßwasserablagerungen ausgefüllt worden,<sup>25</sup> wodurch die Seen hätten verschwinden müssen. Stimmt man dieser Ansicht zu, so müßten die „Abrasionsterrassen“ vor der Sedimentierung der Süßwasserablagerungen ausgebildet worden sein und den Niveaus entsprechen, die der See bei seiner Entstehung besaß. Erst Erosionsvorgänge der Nachseeperiode hätten diese fossilen Terrassen durch Abtragung der Süßwasserablagerungen wieder bloßgelegt. Grund zieht jedoch aus seinen Angaben nicht diesen Schluß, sondern stimmt mit Cvijićs Meinung überein. Er stellt fest: die „sämtlichen sechs Terrassen des Poljes sind jedenfalls jünger als der Neogenmergel... dürften sonach die (pliocänen?) Rückzugsterrassen des sinkenden Karstwasserspiegels sein“.<sup>26</sup> Diesen Widerspruch wollte Grund mittels einer nicht berechtigten Hypothese zweier Seeperioden vermeiden. Im Laufe der ersten Periode nimmt er an, daß „die Senkungsfelder bereits ganz mit Mergeln ausgefüllt waren. Später traten Senkungserscheinungen ein... der Karstwasserspiegel lag noch so hoch, daß sie (die Poljen) bis zum Rand gefüllt blieben und oberirdisch abfließen. Erst als der Karstwasserspiegel staffelförmig sinkend unter die Abflußöffnung gesunken war, verloren sie den oberirdischen Abfluß“.<sup>27</sup> Während dieses Absenkens der Seeniveaus hätten sich „Abrasionsterrassen“ ausbilden sollen. Aber das geht auch nicht. Dafür kann Grund keinen zwingenden Beweis erbringen. In den Seeablagerungen gibt es keine Diskordanz, die jene Annahme erwiese. Seine an dem Duvanjsko Polje gemachten Feststellungen hat A. Grund schematisiert und in die Poljen dieses „Duvnotypus“ die tektonischen Senken „mit reiferen Gehängen und Uferterrassen ehemaliger Seestände“ eingereiht.<sup>28</sup> Es ist klar, daß solche Schlüsse mit dem, was man im Gelände sieht, unvereinbar sind. Wir haben im Laufe unserer Darlegungen bereits festgestellt, daß die Seeablagerungen weit über die Höhe der niedrigsten Poljerandteile reichen und daß die randlichen Erhebungen (Tušnica) wahrscheinlich dem Seebecken angehörten und von Süßwasserablagerungen bedeckt waren. Wenn diese Randniveaus Abrasionsterrassen wären, müßten sie sich überall am Rand befinden.

---

<sup>25</sup> Ibidem S. 197.

<sup>26</sup> Ibidem S. 161.

<sup>27</sup> Ibidem S. 163.

<sup>28</sup> Grund A.: Beiträge zur Morphologie des Dinarischen Gebirges. Geogr. Abh., herausgegeben von A. Penck, IX. Bd., 3. H., Leipzig-Berlin 1910, S. 198.

Es bestehen also sichere Beweise, daß der Umfang der Süßwasserablagerungen ursprünglich weitaus größer war und über die Grenzen der heutigen Poljen hinausging. Die Randniveaus können ebensowenig durch Abrasion entstanden sein, wie die Poljenwannen keine einstigen Seebecken sind. Es müssen neue Möglichkeiten zur Erklärung dieser Niveaus und damit auch des Poljes selbst gefunden werden.

Unsere Untersuchungen zeigten uns, daß die Bildung der heutigen Reliefformen jünger ist als die Seephase und die Bewegungen, durch welche die Süßwasserablagerungen gestört wurden. An gewissen Stellen sind die Süßwasserablagerungen intensiv gefaltet (in der Umgebung der Studena Vrela), anderswo sind sie stark aufgebogen (an den Tušnicahängen). Durch diese jüngeren Störungen sind die Ablagerungen emporgehoben oder gesenkt worden und dadurch unter verschiedenartige Einflüsse äußerer Kräfte gelangt. Während dieser Störungen entstanden die Bruchlinien am Rand des heutigen Duvanjsko Polje, längs welcher sich die Süßwasserablagerungen hinabsenken. In den höheren und exponierten Lagen sind die Ablagerungen vollkommen erodiert. Im Lauf dieser Erosionsphase begann sich bald der Unterschied zwischen den widerstandsfähigeren älteren Kalken und den jüngeren mergeligen Seeablagerungen zu zeigen. Die weniger widerstandsfähigen und wasserundurchlässigen Seeablagerungen waren dem normalen Erosionsprozeß ausgesetzt, während der langsamere Verkarstungsprozeß in den Kalkgesteinen immer mehr an Bedeutung gewann. Die dünnen und weniger widerstandsfähigen Süßwasserablagerungsdecken wurden schnell erodiert und in ihrer denudierten Unterlage begann alsbald die Verkarstung. Besser erhalten blieben die Süßwasserablagerungen nur in der tektonischen Senke des heutigen Poljes, wo sie wegen der günstigeren topographischen Lage weniger der Erosion ausgesetzt waren. Jedenfalls erschien die heutige Poljeform unmittelbar nach den tektonischen Bewegungen, die die Störung der Seeablagerungen zur Folge hatten, noch nicht im Relief ausgeprägt. An ihrer Stelle befand sich, wie wir sehen werden, ein höher gelegenes Gebiet gestörter Süßwasserablagerungen. Die Zone, wo sich die wasserundurchlässigen Mergel und die Kalke berührten, war durch besondere Erosionsvorgänge gekennzeichnet.

Wir werden nun nicht mehr über die erste Nachsee-Erosionsperiode sprechen, welcher höchstwahrscheinlich die Bildung ausgedehnter Erosionsoberflächen in der Umgebung unseres Poljes entspricht, sondern uns interessieren hier mehr die Entstehung des Aussehens des Poljes und seine Bildung. Besonders wichtig sind hiebei die Niveaus, die den Poljerand kennzeichnen. Ihre verschiedene Höhe und begrenzte Ver-

breitung zeigen an, daß sie durch verschiedene Wasserläufe gebildet wurden, die nach verschiedenen Seiten abflossen, was nun zu erweisen ist.

Aus früher angeführten Tatsachen geht hervor, daß die gestörten Seeablagerungen im Gebiet des Tušnicagebirges und seiner Südwestfortsetzung bis zu dessen größten Höhen reichen. Im Anfang der Poljebildung hatte der ganze mittlere Teil des heutigen Poljegeländes noch eine hohe Lage. Von der Höhe dieser aus wasserundurchlässigen Ablagerungen bestehenden Erhebung flossen die Wasserläufe nach verschiedenen Richtungen ins niedrigere Randgelände, wobei sie lockeres Material mitschwemmen und Alluvialebenen bildeten. An den Berührungslinien zwischen diesen Ebenen und dem Kalkgelände kam es aus den an anderer Stelle erläuterten Gründen zu intensiven Korrosionsvorgängen, die allmählich zur Bildung eines Korrosionsniveaus am Rande führten.<sup>29</sup> Auf diese Weise bildete sich in einer längeren Ruheperiode das Korrosionsniveau, welches wir heute in der absoluten Höhe von 917 bis 928 m längs des ganzen NO-Randes des Poljes antreffen. Wir haben den Mittelwert gezogen und dasselbe als das Niveau von 922 m bezeichnet. Grund hat dieses Niveau ohne Berechtigung in drei Niveaus zu 908, 917 und 922 m geteilt,<sup>30</sup> während es Cvijić als ein einheitliches Niveau ansah.<sup>31</sup> Als Gesamtheit betrachtet, fällt dieses Niveau nachgerade durch seine Einheitlichkeit in die Augen; die geringen Höhenunterschiede sind eine Folge späterer Bewegungen und der ungleichen Widerstandsfähigkeit der Kalke bei der Bildung der jüngeren Erosionsformen.

Neben den Wasserläufen, die aus dem Gebiet der wasserundurchlässigen Ablagerungen an die Grenze des heutigen Poljes gelangten, hatte auf die Bildung des Niveaus ebenso die allogene Šujica einen bedeutenden Einfluß, wie aber auch die kleineren Zuflüsse aus den Dolomitzenen der Ljubuška und des Vran und den paläogenen Mergeln des Lib. Daß man dieses Niveau nicht als eine gewöhnliche Terrasse der Šujica ansehen kann, erhellt daraus, daß dieselbe längs der Šujica zwischen dem Duvanjsko und dem Šujičko Polje nicht ausgeprägt ist. Das Niveau beginnt erst in der Nähe des Duvanjsko Polje, wohin die Wasserläufe aus den wasserundurchlässigen Seeablagerungen genug lockeres Material angeschwemmt haben und, indem sie eine Alluvialebene formten, den Lauf der Šujica auf die gegenüberliegende Seite, zum Kalkgehänge, drängten. So entstand eine ausgesprochene sumpfige und feuchte Allu-

<sup>29</sup> Roglić J.: Morphologie der Poljen von Kupres und Vukovsko. Zeitschr. der Ges. f. Erdkunde zu Berlin, Jahrg. 1939, Nr. 7/8, S. 309—311.

<sup>30</sup> Karsthydrographie S. 161.

<sup>31</sup> Ibidem S. 46.

vialebene und es waren alle Vorbedingungen für die Bildung von Korrosionsniveaus gegeben. Die einzelnen Verbreiterungen der Podineniveaus entsprechen wahrscheinlich Gebieten, welche infolge eines ständigeren Wasserzuflusses und einer fortschreitenden Erneuerung organogener Stoffe für einen Korrosionsprozeß am günstigsten waren. Daß wir es mit einem Korrosionsniveau zu tun haben, beweist auch die schön ausgeprägte Ebene an der Abflußseite des Šujičko Polje. Auch ihre Entstehung kann nur durch einen intensiven Korrosionsprozeß längs des Randes einer alluvialen Sumpfebene erklärt werden. Leider verbietet es uns der Raum, weiter ins Šujicatal vorzudringen, obwohl seine hydrographische und morphologische Entwicklung mit der des Poljes selbst in enger Verbindung stand und von großer Bedeutung für dasselbe war. Während der Bildung der Podine flossen die Gewässer höchstwahrscheinlich unterirdisch ab, und zwar durch die Kalke der Ljubuša in den Randteilen der Alluvialebene. Weniger wahrscheinlich ist es, daß das Wasser durch die Bucht von Seonica und das heutige Miljackatal zum Studeni Potok hin ging, da am Rand dieses Poljenteiles kein entsprechendes Niveau besteht. Unter ähnlichen Bedingungen entstand in einer jüngeren Stabilitätsperiode das niedrigere Niveau von Rašćani und Lučice in der Höhe von 892 m.

Die Süßwasserablagerungen im Gebiet des Duvanjsko Polje wurden aber auch durch andersgerichtete Wasserläufe erodiert. Gegen Süden flossen die Gewässer gegen das Tal des heutigen Studeni Potok ab. Auch diese Täler waren asymmetrisch, während die Bäche selbst gegen die Kalkwände der Bukovička Midena gedrängt waren. Während der Stabilitätsperiode entstanden die früher erwähnten Korrosionsniveaus um das Dorf Bukovica. Die Spuren des hohen Niveaus von 960 m an den Abhängen des Lib zwischen Omolje, Seonica und Crvenice sowie die schwächeren entsprechenden Spuren an der gegenüberliegenden Seite der Bucht von Seonica sind höchstwahrscheinlich Reste des früheren Reliefs und haben mit der Bildung der Poljemulde selbst nichts zu tun. Deswegen werden wir uns mit diesen Formen hier überhaupt nicht befassen. Zur Zeit der Bildung des schön ausgeprägten Niveaus von 930 m flossen die Gewässer bereits unterirdisch durch die Kalke der Midena oder die Konglomerate der Mesihovina und der Studena Vrela ab, da der niedrigste Teil der Wasserscheide zwischen der Miljacka und dem Studeni Potok die Höhe von 930 m übersteigt. Unter denselben Bedingungen entstand auch das niedrigere Niveau von 910 m.

Das dritte Entwässerungsgebiet der Süßwasserablagerungen ist das jüngste. Es ist im Westteil des Poljes durch die Bildung der Ponore im Abbruch der Grabovička Planina entstanden. Diese Ponore hatten die besten Bedingungen und entwickelten sich alsbald zu den mächtigsten

Abflußkanälen. Die Kalkbarre zwischen dem Duvanjsko Polje und dem niedrigeren Buško Blato ist relativ eng. Zwischen dem Ponor bei Kovači und der Ričinaquelle, die wahrscheinlich in direkter Verbindung stehen, beträgt der horizontale Abstand bloß 4 km und der Höhenunterschied um 150 m. Durch Bildung und Verbreitung neuer, tieferer Abflußponore ver-



Abb. 7. Der große Ponor beim Dorfe Kovači, ausgebildet längs den Schichtspalten (Diastromen).

größerte sich auch das Zuflußgebiet. Die Zuflüsse dieser Ponore breiteten ihr Sammelgebiet immer mehr aus und zapften allmählich auch die Wasserläufe im NO und SO des Poljes an, zwischen denen wahrscheinlich schon früher eine Verbindung hergestellt worden war. Durch die Zerstörung dieser ursprünglichen Wasserscheiden wurde das ganze Gebiet des Duvanjsko Polje zu einem einzigen Flußgebiet mit sehr verwickeltem und ungewöhnlichem Netz, in welchem sich auch weiterhin Spuren der früheren hydrographischen Verhältnisse fanden.

Das Gebiet der Süßwasserablagerungen um Tomislavgrad zeigt uns noch heute, welche Rolle diese Gesteine früher an Stelle des heutigen Poljes spielten. Die kleinen Wasserläufe aus dem mergeligen Hügelland lenken die Šujica der gegenüberliegenden Seite zu, gegen den Kalkrand zwischen Sarajlije und Letka oder gegen den Zentralteil des Poljes hin. Die Vučica ist ein guter Beweis für die Richtigkeit unserer Erklärung der Genesis der Korrosionsniveaus am Rande. Der Wasserzufluß aus den Süßwassermergeln und Sandsteinen drückt die Vučica gegen den gegenüberliegenden Kalkrand. Auf diese Weise erfüllt die heutige Alluvialebene der Vučica die Bedingungen, welche zur Bildung eines Korrosionsniveaus notwendig sind. Neben dem wichtigsten Niveau, der Podine, bestehen hier auch Spuren eines besonderen Niveaus von 910 m, obwohl auch die Möglichkeit zuzulassen ist, daß es sich hier nur um einen gestörten Teil des Hauptniveaus des NO-Randes handelt. Früher haben wir bereits betont, daß dieses Niveau durch jüngere Bewegungen gestört worden ist.

Durch die Vereinigung der Flußgebiete zeichneten sich die heutigen Grenzen der Depression des Duvanjsko Polje ab. Während eines längeren Stabilitäts- und Gleichgewichtszustandes zwischen Abtragung und Anschwemmung des lockeren Materials entstand das Niveau von 880 m, dessen Spuren man längs des SW-Randes des Poljes feststellen kann. Am jüngsten ist das Kovačinniveau von 865 m. Es entstand zu einer Zeit, da die Gewässer aus dem Polje im Gebiet um den heutigen Ponor (Abb. 7) ihren Abfluß fanden. Dieses jüngste Niveau ist nur auf die dem Ponor näherliegenden Teile des Randes beschränkt und zeigt, daß sich Korrosionsniveaus an den Abflußseiten bilden. Die Konzentration der Korrosions- und Erosionsprozesse längs der Berührungslinie zwischen den wasserundurchlässigen Ablagerungen und dem Kalkrand hat die Bildung der erwähnten Buchten bewirkt und dem Polje sein heutiges Aussehen gegeben.

Der beste Beweis für die Richtigkeit unserer Rekonstruktion der Morphogenese des Poljes ist jedoch der Umstand, daß die Seeablagerungen am besten dort erhalten sind, wo sich die Winkel zwischen den ursprünglichen Wasserläufen befinden. So kann man heute, außer in der Umgebung von Tomislavgrad, die Seeablagerungen am besten am Bergzug Jabuka—Gradina, zwischen den aus den Buchten von Kongora und Seonica kommenden Zuflüssen und der Šujica, beachten, sowie am SW-Rand, unterhalb Bukovica, zwischen dem Unterlauf der Šujica und den Zuflüssen aus der Bucht von Seonica. In den übrigen Teilen sind diese Ablagerungen stärker erodiert, da sie sowohl den ursprünglichen als auch den heutigen Wasserläufen, um welchen sich die Alluvialebenen bildeten, mehr ausgesetzt waren.

An den Abhängen der Hügel um Tomislavgrad finden wir weder Korrosionsniveaus noch denselben entsprechende Erosionsniveaus, und glauben, daß es überflüssig wäre, nach ihnen zu suchen. Dieses Gebiet war stets ein Zuflußgebiet, dessen Wasserläufe sich nach den Veränderungen im Hauptlauf richteten, den sie gegen den Rand hin drängten. Eine Menge solcher kleiner Wasserläufe haben das mergelige Hügelland in den höheren Lagen erodiert, während sie in Niederungen Anschwemmungen hinterließen. Während längerer Stabilitätsperioden entstanden infolge dieser Denudations- und Erosionsvorgänge sanft geneigte Abhänge, welche durch in den Erosionsbedingungen eintretende Veränderungen von neuem geändert und zerschnitten wurden. Spuren solcher sanft geneigter und treppenartig aneinandergereihter Abhänge finden sich besonders im Gelände nordwestlich von Tomislavgrad. Cvijić sah in diesen Niveaus Teile der allgemeinen Abrasionsterrassen. Die sanft geneigten Abhänge sind jedoch schon ihrem Aussehen nach keine richtigen Terrassen und sind weit höher als die entsprechenden Korrosionsniveaus am Kalkrand des Poljes. Aus unseren Ausführungen geht klar hervor, daß die Ebenen im Kalkrand des Duvanjsko Polje keine Abrasionsterrassen, sondern korrosive Rande-niveaus sind.

Anders die 875 m-Terrasse längs des aus Süßwasserablagerungen gebildeten Hügellandes. Auf dieser Terrasse befindet sich das Dorf Kolo. Man sieht in den Einschnitten, daß in den tieferen Teilen die Ablagerungen aus gröbereren Kieselsteinen bestehen und daß man es hier mit einer Akkumulationsterrasse zu tun hat. Diese aber setzt sich aus sehr wenig gerundeten Teilen von Seemergeln und Sandsteinen zusammen. Daraus erhellt, daß diese Anschwemmungen aus höheren Hügellandteilen stammen, verursacht durch die Vorgänge, deren Einfluß wir bereits dargelegt haben.

Die Erosions- und Akkumulationsprozesse wurden besonders durch die Klimaschwankungen des Eiszeitalters abgewandelt. Die Oberflächenteile wurden durch den Frost stärker zermürbt, während die tieferen ständig oder sehr lange Zeit gefroren blieben. Während des Auftauens der Oberflächen führte das Wasser über dem tieferen, gefrorenen Teil große Mengen lockeren Materials ab und lagerte es in den niedrigeren Teilen ab. Durch diesen Abspülungs- und Akkumulationsprozeß wurden ganze Wasserrinnen mit Anschwemmungen angefüllt, so daß sich während der folgenden Erosionsperiode neue Wasserrinnen bilden mußten. Nur so kann man die mächtigen Ablagerungen schwach gerundeten Kiesel und Sandes an den Hängen der Süßwasserablagerungen um Tomislavgrad erklären, welche heute zu Bauzwecken ausgenutzt werden (bei Blažuj, Kolo usw.). Es erübrigt sich zu betonen, daß diese Veränderun-

gen der Erosionsverhältnisse nur auf die wasserundurchlässigen Ablagerungen beschränkt blieben. Dieser Periode einer verstärkten Tätigkeit äußerer Kräfte entspricht höchstwahrscheinlich die erwähnte Terrasse von Kolo.

Der Mittelteil des Poljes ist ein sumpfiges und fast ganz verebnetes Gelände, welches in Regenperioden oder bei jähen Schneeschmelzen höchstens 20 Tage unter Wasser gesetzt wird. In den Profilen um das Šujicabett sieht man, daß sich die Ablagerungen dieses Teiles in den tieferen Teilen aus lehmigen Sedimenten mit Kieszonen zusammensetzen. Diese Ablagerungen sind gröber als die heutigen dunklen Anschwemmungen. Infolge der Verwesung der Sumpfvegetation ist an den Oberflächenteilen der Alluvialebene eine oftmals ziemlich starke Humusschicht entstanden. Die Šujica hat sich in diese Ablagerungen eingeschnitten und stellenweise die aus Süßwassermergeln bestehende Unterlage bloßgelegt. Man sieht klar, daß der Fluß heute eine Veranlagung zur Erosion hat.

Die Eigenschaften der tieferen Ablagerungen weisen darauf hin, daß dieselben durch die Šujica und ihre Nebenbäche zu einer Zeit gebildet wurden, als die Erosionstätigkeit noch unter anderen Bedingungen vor sich ging. Die Eigenschaften dieser Anschwemmungen sowie der Erosionstätigkeit selbst sind Hinweise auf die Periode der diluvialen klimatischen Verhältnisse. Diese Quartärablagerungen scheinen einst viel mächtiger und mit dem Niveau der Terrasse von Kolo in Verbindung gewesen zu sein. Hingegen gibt es keinerlei Anzeichen dafür, daß sie sich horizontal weiter ausgebreitet hätten. Die Decke der Quartärablagerungen breitet sich in Buchtform längs der dem Mittelteile des Polje zufließenden Wasserläufe aus, was eine vollkommene Übereinstimmung mit dem heutigen hydrographischen Netz bedeutet.

Natur und Umfang der diesen Mittelteil bildenden Ablagerungen sowie die Eigenschaften des Quartärklimas selbst liefern keine Anhaltspunkte für den Bestand eines Quartärsees, von dem Cvijić spricht.<sup>32</sup> Die Šujica und ihre Zuflüsse haben in dieser Periode im Mittelteil durch ihre verstärkten Anschwemmungen eine breite und sumpfige Alluvialebene gebildet, in der sie häufig ihr Bett wechselten. In der postdiluvialen Periode bildete die Šujica mit ihren Zuflüssen die junge Laništeebene, wobei am Rand Reste der Quartärablagerungen als Terrassen übrigblieben. Lage, Ausbreitung und das Verhältnis der Quartärablagerungen den morphologischen Formen gegenüber weisen darauf hin, daß die morphologische

<sup>32</sup> Ibidem S. 48.

Entwicklung des Duvanjsko Polje in der Hauptsache vor Beginn der quartären klimatischen Veränderungen, d. h. vor den Eiszeiten, denen diese Veränderungen entsprechen, vollendet war.

Im Gebiet des Duvanjsko Polje gibt es noch Spuren von Vorgängen, die durch diluviale klimatische Veränderungen hervorgerufen worden sind. Die Bucht von Kongora ist heute zum größeren Teil von grobem und gerundetem Schotter bedeckt, welcher in größtem Ausmaße durch die Bäche des Grla, aus der Dolomitzone zwischen Lib und Vran-Planina und der Pišćetine (Jelova Draga) aus der Vran-Planina angeschwemmt worden sind. An verschiedenen Stellen kann man feststellen, daß sich unter diesen Schotterdecken kohleführende Süßwasserablagerungen befinden. Es ist klar, daß diese groben Ablagerungen die in wasserundurchlässigen Süßwasserablagerungen gebildeten Erosionsformen überdecken und teilweise ausfüllen.

Wir haben erwähnt, daß das Korrosionsniveau der Podine im äußersten SO-Teil emporgebogen ist, so daß es neben dem Dorf Lipa etwas niedriger liegt, während weiter gegen SO seine Höhe wächst. Daraus und aus anderen Erscheinungen läßt sich schließen, daß das Gebiet der Gebirge Vran und Čvrstica einer sehr jungen Erhebung ausgesetzt war. Diese jüngeren tektonischen Bewegungen sind jedoch älter als die eiszeitlichen Klimaschwankungen; höchstwahrscheinlich gingen sie ihnen unmittelbar voran, fallen also in den Beginn des Quartärs. Infolge dieser Erhebung und der diluvialen klimatischen Veränderungen schwemmen die Bergbäche der Grla und der Pišćetine ungeheure Mengen Schotter hinab und häuften sie in der Bucht von Kongora auf. Stellenweise ist dieser Diluvialschotter in den Oberflächenteilen zementiert und in Form ziemlich widerstandsfähiger Konglomerate erhalten. In der Nacheiszeit lebte in den niedrigeren Gebieten die Erosion wieder auf. Ähnliche durch die klimatischen Veränderungen und möglicherweise auch durch altquartäre tektonische Bewegungen hervorgerufene Vorgänge kann man auch aus mächtigen Schuttkegeln der Sutulja bei Stipanići und an den Sandablagerungen um Borčani nachweisen. Daraus sieht man, daß die klimatischen Veränderungen des Quartärs im Gebiet des Duvanjsko Polje nur kleine Veränderungen hervorgerufen haben, während die wichtigsten morphologischen Vorgänge bereits beendet waren. Dasselbe gilt für die schwächeren vorglazialen tektonischen Bewegungen. Der Einfluß des Quartärklimas spiegelt sich also wider in einer stärkeren Erosion der höheren und der Verschüttung der niedrigeren Geländeteile.

Der äußerste Teil der Bucht von Stipanići, Potubolja, verdient insbesondere Beachtung. Das ist der einzige Teil des Poljes mit Zeichen

selbständiger hydrographischer und morphologischer Entwicklung. Entweder geht diese Selbständigkeit zu Ende oder sie beginnt. Das ist schwer festzustellen. Nur Wahrscheinlichkeitsbeweise lassen sich führen.

Die kleinen Wasserläufe, die die Abhänge der Tušnica oder die Mergel und Sandsteine um Stipanići schnell zerstören, verlieren ihr Wasser gewöhnlich in mächtigen Schuttkegeln oder in zahlreichen kleineren Ponoren längs des SW-Randes; nur bei Hochwasser fließt der Überfluß dem großen Ponor bei Kovači zu. Die Frische der kleinen Ponore und die lebendige Erosion der ihnen zufließenden Wasserläufe weisen darauf hin, daß wir es hier mit dem Beginn einer hydrographischen Absonderung zu tun haben. Das ist auch ein Beweis dafür, daß dieser Teil der Poljeniederung in morphologischer und hydrographischer Hinsicht der jüngste ist.

Aus unseren Ausführungen geht also klar hervor, daß man das Becken des Duvanjsko Polje nicht mit dem einstigen Seebecken identifizieren kann. Die Seen haben eine weitaus größere Oberfläche besessen und Gebiete bedeckt, die heute nichts mit dem Poljebecken zu tun haben, sondern hohe Erhebungen darstellen (Tušnica). Die Senke hat eine tektonische Anlage, durch welche die Süßwasserablagerungen zwischen widerstandsfähigere Kalke gekommen sind. Bei diesen Bewegungen wurden die Seeablagerungen sehr verschiedenartig gestört. Es kann keine Rede davon sein, daß während der Seephase nur einige Buchten (die von Stipanići und von Kongora) nicht bestanden haben. Aus unseren Feststellungen geht klar hervor, daß in der Seephase das ganze Polje in seiner heutigen Gestalt überhaupt nicht bestand. Unsere Untersuchungen im Duvanjsko Polje und den Nachbarpoljen zeigen, daß die Seen weit ausgedehntere Gebiete bedeckten. Ihre Grenzen kann man heute nicht mehr festlegen, da die Ablagerungen in einem großen Teil des ursprünglichen Verbreitungsgebietes erodiert sind. Ebenso unmöglich ist es, zu sagen, wie groß die Anzahl der Seen war und in welchem Verhältnis sie zueinander standen. Sicher ist nur, daß die heutigen Poljen nichts mit den Seebecken gemeinsam haben. Nach der Seephase ist es in diesen Gegenden zu intensiven tektonischen, später hauptsächlich zu epeirogenetischen Bewegungen, welche von längeren Ruheperioden abgelöst wurden, gekommen.

Die Aufbiegung des Korrosionsniveaus Podine weist darauf hin, daß es neben der allgemeinen Hebung des Geländes auch verschiedene lokale Störungen gegeben hat. Wir haben solche vorglaziale Bewegungen festgestellt. Infolge der ständigen Emporhebung des Bodens und der Erosion der mergeligen Seeablagerungen nahm der Verkarstungsprozeß immer mehr überhand und die Tätigkeit der Flußerosion beschränkte sich auf

kleine wasserundurchlässige Süßwasserablagerungsgebiete. Im weiteren Erosionsprozeß kam das Poljebecken im Relief immer mehr zum Ausdruck, während in längeren Stabilisierungsperioden am Kalkrand Korrosionsniveaus entstanden. Zur Bildung solcher Niveaus kam es an jenen Teilen des Randes, die zur gegebenen Zeit die besten Bedingungen hierfür boten. Dadurch erklärt es sich auch, warum die Niveaus nicht längs des ganzen Poljerandes gleich sind. Die Korrosionsniveaus sind sehr ausgeprägt und gut erhalten wegen der bekannten Eigenschaften des Kalksteins, während die entsprechenden Erosionsniveaus in den Süßwassermergeln durch jüngere Prozesse gänzlich verwischt worden sind.

Das Duvanjsko Polje ist ein Becken, dessen Grenzen durch tektonische Linien bestimmt sind, an denen sich Gesteine, die hinsichtlich ihrer morphologischen Eigenschaften verschieden sind, berühren. Das morphologische Kennzeichen dieses Beckens ist durch jüngere Erosionsvorgänge bestimmt, deren Hauptergebnis die Abtragung der wasserundurchlässigen Seeablagerungen ist. Die Seeablagerungen sind am besten nordwestlich von Tomislavgrad erhalten, da sie dort infolge tektonischer Bewegungen in die günstigste Schutzlage gegenüber jüngeren Erosionsvorgängen gekommen sind. In diesem Teil kommen vom Rand her keine stärkeren Wasserläufe, während die kleinen und periodisch fließenden Gewässer aus dem wasserundurchlässigen Gebiet die Šujica der gegenüberliegenden Seite zudrängen. Da dies das einzige höhere wasserundurchlässige Gebiet in dieser Landschaft ist, besteht dort auch die stärkste Erosionstätigkeit; jedoch ist die Erosionsleistung in diesem Teil hinter der in anderen Teilen dieses Poljes zurückgeblieben.

Die Zeit der Ausräumung des Poljebeckens läßt sich schwer bestimmen. Dieser Vorgang ist sicher jünger als die Sedimentierung und Störung der Süßwasserablagerungen. Leider ist, wie schon erwähnt, die Altersfrage dieser Ablagerungen noch immer strittig.<sup>33</sup> Katzers Bezeichnung als „Oligomiozän“ ist zu unbestimmt und ziemlich unsicher. Es besteht eine gewisse Wahrscheinlichkeit dafür, daß das Alter dieser Ablagerungen bis ins untere Pliozän (Pontische Stufe) reicht. Demnach wäre die untere zeitliche Grenze des Erosionsvorganges höchstwahrscheinlich in das Ende des unteren Pliozäns zu verlegen. Wie wir bei der morphologischen Analyse festgestellt haben, besaß das Becken seine heutige Gestalt bereits vor den klimatischen Veränderungen des Quartärs. Postquartäre klimatische und hydrographische Veränderungen

<sup>33</sup> Ibidem S. 316.

haben für das Polje als Ganzes keine größere Bedeutung; ihre Folgen spiegeln sich nur im Mittelteil des Poljes und einigen Teilen der Umrandung wider. Das Becken des Duvanjsko Polje ist also tektonisch angelegt und durch Erosionsprozesse in der Nachseephase, und zwar im mittleren und oberen Pliozän und im unteren Quartär ausgebildet worden.

## **Das Obersulzbachkees im Sommer 1939.**

### **Eine gletscherkundliche Studie.**

Von **Wolf Pillewizer.**

Mit 3 Abbildungen im Text.

In der ersten Hälfte des Monats September 1939 hätte am Obersulzbachkees in der Venedigergruppe ein Kurs für Gletscherkunde und verwandte Hochgebirgsforschung<sup>1</sup> stattfinden sollen, dessen Abhaltung durch den Kriegsausbruch verhindert wurde. Von Mitte August bis Anfang September wurden zur Vorbereitung am Obersulzbachkees verschiedene gletscherkundliche Untersuchungen durchgeführt, die den Zweck hatten, Beobachtungsmaterial zu sammeln, das während des Kurses bearbeitet werden sollte. Obwohl diese Untersuchungen nur beschränkten Umfang hatten und nur die Gletscherzunge erfaßten, soll hier doch über sie berichtet werden, um zu zeigen, daß mit Hilfe der angewandten photogrammetrischen Meßmethoden schon nach verhältnismäßig kurzfristigen Beobachtungen Aussagen über den Stand des untersuchten Gletschers möglich sind.

Die Arbeiten wurden an sechs Tagen in der Zeit vom 14. August bis zum 3. September 1939 durchgeführt und erforderten eine Feldarbeitsdauer von rund 33 Stunden. Als Meßinstrument stand mir ein Zeiß-Feldphototheodolit, Format  $13 \times 18$ , zur Verfügung, der von der Deutschen Forschungsgemeinschaft beigestellt worden war. Bei den Feldarbeiten unterstützten mich die Herren Dr. W. Klakl, F. A u r a d a, H. Hoinkes und E. Sturmmair. Die Kosten der Feldarbeiten trugen die Deutsche Forschungsgemeinschaft und der Deutsche Alpenverein, denen an dieser Stelle bestens gedankt sei.

### **Die Neuaufnahme der Gletscherzunge (Abb. 1).**

Als E. Richter um das Jahr 1880 mit der großmaßstäblichen Vermessung von Ostalpengletschern begann, führte er an der Zunge des Obersulzbachkeeses eine der ersten derartigen Aufnahmen im Maßstab

<sup>1</sup> Der Deutsche Alpenverein veranstaltet seit dem Jahre 1913 derartige Kurse in regelmäßiger Folge; der letzte fand 1936 am Mittelbergferner im Pitztal (Tirol) statt.