

Dr. JOSIP ROGLIĆ, profesor, Beograd

Beitrag zur Kenntnis der Karstformen in den dinarischen Dolomiten

In einer früheren Abhandlung haben wir auf den Charakter und das zahlreiche Vorkommen der brunnenartigen Dolinen im Gebiete des Imotsko Polje hingewiesen¹⁾. Unter Berücksichtigung all dessen, was man sehen konnte, gaben wir bei der Gelegenheit eine Erklärung, warum diese Dolinen in einzelnen Gegenden in so grosser Zahl auftreten. Wir wollen hier nicht wieder auf die Formen in der Gegend des Imotsko Polje zurückkommen, sondern wollen unsere früheren Beobachtungen mit jenen in Verbindung bringen, die wir später an anderen Stellen machten und die, die früheren ergänzend, unsere Erklärung begünstigen.

In der zweiten Hälfte des Monats Juli 1938 beobachteten wir ähnliche brunnenartige Dolinen in der Gegend des Kupreško Polje, von denen besonders die Japagen, im nordwestlichen Teile des Polje auffallen, und in ihren Erscheinungen im Grossen und Ganzen den früher erwähnten Dolinen um das Imotsko Polje entsprechen. Die Japagen erwähnt auch *J. Cvijić*²⁾, der sie nur unvollkommen beschreibt und sich auch nicht auf die Erklärung ihres Entstehens einlässt. Da unsere Beobachtungen vollkommener sind, werden wir hier die Haupteigenschaften dieser Dolinen anführen.

Die Japagen befinden sich am Anfang des querliegenden Trockentales, welches die kleinere Depression von Blagaj-Rastičevo im Nordosten und die Obadine im Südwesten verbindet; nur die Topalica ist von ihnen abgeschieden. Der Berggrücken, der die beiden erwähnten Depressionen scheidet, ist aus jurassischem Kalk und Dolomit gebildet, bei denen es oft schwierig ist die Schichtung zu bestimmen; bei den meisten Messungen fallen die Schichten gegen Südwest und unterliegen dem dinarischen Streichen. Daraus kann man ersehen dass die jurassischen Ablagerungen in dieser Gegend stark gebrochen sind, was man auch an anderen Randteilen des Kupreško Polje feststellen kann. Wie die Verfasser der »Geologischen Übersichtskarte Bosniens und der Hercegovina«, Sektion »Travnik« festgestellt haben³⁾, sind die Übergänge zwischen diesen Ablagerungen, und in unserer Gegend auch die Unterschiede, nicht sehr deutlich. Die Jurakalke sind weder so rein wie die Kreidekalke, noch haben die Juradolomiten so ausgesprochene Eigenschaften wie die triassischen.

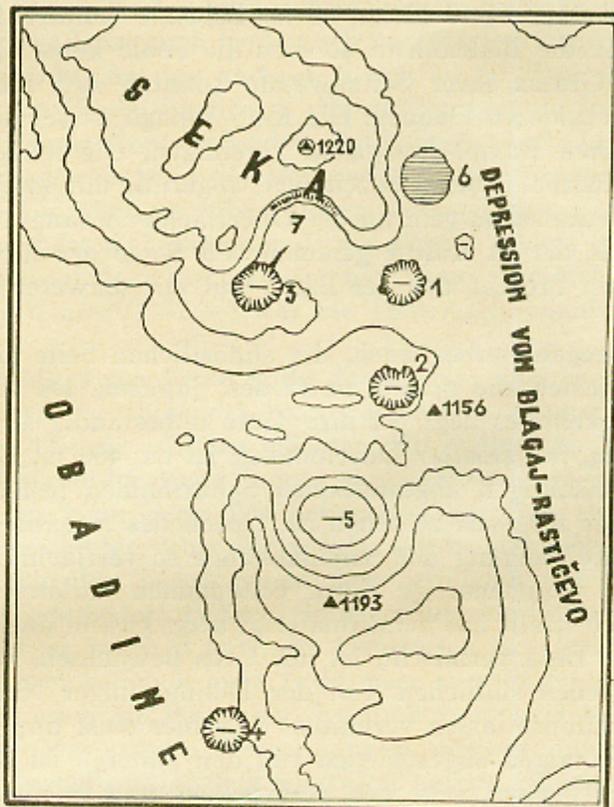
Einer solchen unbestimmten petrographischen Zusammensetzung entspricht auch vollkommen das kombinierte Relief der Oberfläche. Zwischen den Berggrücken mit seichten Dolinen schlängeln sich ganze Systeme verkarsteter Täler. Zwei verschiedene Formen bezeugen gut die Doppelrolle der Dolomiten. In einem so unbestimmten Relief sondern sich die brunnenartigen Dolinen, Japagen genannt, durch ihre Form und Grösse noch besonders stark ab.

¹⁾ Roglić J.: Imotsko Polje. Beograd 1938.

²⁾ Cvijić J.: Karsna polja zap. Bosne i Hercegovine. Glas Srp. kr. akademije, Bd. IX, S. 59—282. Beograd.

³⁾ Geol. zavod u Sarajevu: Tumač Pregledne geol. karte Bosne i Hercegovine. Bd. 1. Sarajevo 1929.

Unter den Japagen treten 5 grosse Dolinen hervor, und nicht, wie das *Cojić*⁴⁾ anführt, drei. Auch auf der österreichischen Spezialkarte waren nur 3 Dolinen eingezeichnet⁵⁾. Die Ikina Japaga ist beinahe kreisförmig mit vertikalen Wänden, ihr Durchmesser ist gegen 100 m und ihre Tiefe bis 60 m. Lebende Schutthalden schieben sich aus den Klüften der Seitenwände gegen die Bodenmitte vor. Zwischen den Klüften sind Rücken aus widerstandsfähigeren



DIE LAGE DER JAPAGEN

1. Ikina Japaga; 2. Crljena Japaga; 3. Koto. 4. Topalica; 5. Mrnjašica; 6. Jezero und 7. Ravna.

Kalksteinen, auf denen wegen ihrer Unzugänglichkeit einzelne verkümmerte Nadelhölzer wachsen. In diese Doline fließt zeitweise Wasser aus dem benachbarten Jezero ab. Die Crljena Japaga hat einen etwas unregelmässigeren Querschnitt. An ihren Seitenwänden ragen mit vereinzelt Nadelhölzern bewachsene Rücken aus widerstandsfähigeren Kalksteinen, die dazwischen verlaufenden Klüfte sind in ihren unteren Teilen mit Schutthalden ausgefüllt. Der durchschnittliche Durchmesser der Doline beträgt bis 110 m, ihre Tiefe aber schwankt zwischen 60 bis 80 m, da sie sich an der Seite des Trockentales befindet. Neben dem Schuttmaterial findet man auf der Sohle der Doline auch Spuren angeschwemmter Erde von den umliegenden Flächen. In den Zeiten heftiger Regengüsse gelangt in die Crljena Japaga auch das Wasser aus Suhova.

⁴⁾ Ibid. S. 69.

⁵⁾ K. u. k. militär-geographisches Institut: Grbavica und Glamoč. Z. 29; C. XVI.

Während Ikina und Crljena Japaga nahe der Sohle und am Anfange des querliegenden Trockentales liegen, befindet sich eine ihnen ähnliche Doline, Koto (Kessel) genannt, etwas weiter gegen Nordwest. Schon der Name selbst beschreibt genügend die Form dieser Doline. Auch hier treten die widerstandsfähigeren Grate mit ihren zwischen ihnen liegenden Klüften deutlich hervor. Ohne jedoch diese sekundären Unterschiede zu berücksichtigen, hat die Koto-Japaga einen fast kreisförmigen Querschnitt mit einem Durchmesser von ungefähr 120 m und einer Tiefe bis zu 80 m. Lebende Schutthalden strömen in dieser Doline gegen die Bodenmitte, so dass die Sohle keine ebene Fläche ist. Auf den felsigen Graten ihrer Seitenwände konnten sich mehr Nadelhölzer erhalten als in den anderen Dolinen. Die Koto-Japaga ist schon in Begriff sich mit der benachbarten Ravna-Japaga zu vereinigen. Die letztere ist, wie das schon ihr Name Ravna (Ebene) bezeichnet, angefüllt mit losem Material und schon verflacht. Heute schon geht an der Oberfläche ein langsames Abschwemmen der losen Erde der in Kultur genommenen Sohle der Ravna in die Koto Japaga vor sich, ein Prozess, den der Bauer nur mit schwerer Mühe aufhalten kann.

Hoch an der gegenüberliegenden, der südöstlichen Seite des Trockentales, befindet sich Mrnjašica, die grösste unter den Japagen. Da die Mrnjašica an der Seite des Trockentales liegt, ist ihre Tiefe unbeständig sie schwankt zwischen 25 und 80 m, ihr grösster Durchmesser ist ca. 400 m. Die Seiten dieser Doline sind von mächtigen abgestorbenen Schutthalden bedeckt, so dass die feste Steingrundlage nirgends zu sehen ist. Durch das Anhäufen dieses Schuttmaterials wurde die Neigung der Seitenabhänge so verflacht, dass die Doline ihre ursprüngliche brunnenartige Form vollkommen verloren hat. Die Sohle der Mrnjašica ist ebenfalls mit Schuttmaterial bedeckt und uneben. Das Schuttmaterial, mit loser Erde vermischt, ist mit Gras bewachsen, während an dem etwas höher gelegenen südlichen Teil der Doline junger Nadelwald wächst. Zahlreiche Baumstümpfe lassen vermuten, dass hier einst üppigerer Wald vorhanden war. Vollkommen abgeschieden von den anderen ist die Topalica, die an der gegenüberliegenden Seite des Bergrückens und in unmittelbarer Nähe der alluvialen Verflachung Obadine liegt. Auch die Topalica hat einem fast kreisförmigen Querschnitt mit einem Durchmesser von ca. 100 m und einer Tiefe von 50 m. Ihre Seitenwände sind, besonders in den oberen Teilen, vertikal, in den unteren aber etwas von lebenden Schutthalden bedeckt, die gegen die Mitte der Sohle zustreben.

Nach den angeführten Charakteristiken können wir diese 5 Depressionen in zwei Gruppen einteilen; in die erste kommen die Ikina Japaga, Crljena Japaga, Koto und die Topalica, in die zweite dagegen die Mrnjašica. Die ersteren haben vertikale Seitenwände mit lebenden Schutthalden, die letztere aber kontinuierlich geneigte Seitenwände mit abgestorbenen Schutthalden. Und wenn auch in einigen Dolinen der ersten Gruppe (Ikina und Crljena Japaga) zeitweise grössere Wassermengen von den umliegenden Flächen abfliessen, so hält sich in ihnen das Wasser doch niemals auf. In der Mrnjašica, die bedeutend höher liegt und kein Abwasser aus der Umgebung bekommt, entsteht dagegen zur Zeit starker Regen oder plötzlicher Schneeschmelzen, zeitweise ein See.

Trotz aller angeführten Unterschiede kann man aber doch deutlich sehen, dass zwischen diesen Formen eine enge Verbindung besteht. Der Unterschied

liegt nur in der Stufe ihrer morphologischen Evolution. Die erste Gruppe ist morphologisch jünger. Durch ständiges Anhäufen des Schutthaldenmaterials werden die Wände auch dieser Dolinen eines Tages eine kontinuierlichere Neigung bekommen und die Halden zum Stillstand kommen, wie in der Mrnjašica.

Die Japagengruppe bietet uns zu einer noch weiteren Verfolgung dieser Entwicklungsformen genügend Beispiele. Jezero ist eine der Mrnjašica ähnliche Doline, die in ihrer morphologischen Evolution eine Stufe weiter ist, obwohl ihre westlichen Wände in den kahlen Kalksteinen der Seka liegen. Dieser obere felsige Teil der Wände ist auch heute noch im Zerfallen begriffen, unbedeutende Schutthalden bildend. An den anderen Seiten ist die Jezerodoline offen gegen die Depression von Blagaj-Rastičevo. Die sanft geneigten Seitenwände sind mit Schichten feiner loser Erde, besonders Terra rossa, bedeckt und mit Gras bewachsen. Das Wasser steht in der Depression Jezero bis zur Höhe des niedrigsten Teiles der Umrahmung, über die es während der Regenperioden in die kleineren benachbarten Dolinen und die Ikina Japaga abläuft. Bei hohem Wasserstande beträgt der Durchmesser der Wasseroberfläche gegen 150 m und im vergangenen Winter (1937-38) war die Tiefe nach Angaben der Landbewohner 18 m.

In diesem Falle kann keine Rede davon sein, dass die Höhe des Wasserniveaus im Jezero der Höhe des Karstwasserniveaus entspreche, wie das die Anhänger dieser Theorie erklären möchten. Die Sohlen der benachbarten tiefen Dolinen bzw. Ikina und Crljena Japaga sind bedeutend tiefer gelegen, und dennoch sind in ihnen keine Seen. Wir haben erwähnt, dass sich in der Mrnjašica zeitweise ein See bildet, aber sicherlich würde Mrnjašica ebenso ständiges Wasser haben wie der Jezero, wenn ihre Seitenabhänge mit ebenso starken Schichten loser Erde bedeckt wären. So wie schon die Form der brunnenartigen Doline verändert ist, so wird auch die Depression des Jezero selbst durch das fortwährende Anschwemmen loser Erde einst verschüttet werden. Dieses Vorganges sind sich auch die Bewohner der umliegenden Dörfer bewusst, für die das Jezero wegen des grossen Wassermangels, ein wertvolles Reservoir ist, und die seine Tiefe deshalb alljährlich sorgfältig messen. Wenn der See im Winter zufriert, zerhacken die Bauern in der Mitte das Eis und messen die Tiefe; auf diese Weise wurde auch die erwähnte Tiefe im vergangenen (1937-38) Winter gemessen. »Alte Leute, so erzählte unser Begleiter, erinnern sich noch, dass der Jezero 200 m (?) tief war«.

Einen sicheren Beweis, dass der Prozess der Verschüttung noch weiter schreiten wird, bietet uns die Ravna, welche das Endresultat dieses Prozesses darstellt. Wie schon der Name Ravna (Ebene) andeutet, ist hier jede Spur der Doline verschwunden, aber die vertikalen Wände im Kalkstein der Seka, ähnlich wie beim Jezero, deuten darauf hin, dass die Ravna auch einmal eine brunnenartige Doline war. Dass beweist auch ihre kreisförmige Form und ihre Lage zwischen der Ikina Japaga und Koto. Die Ravna wurde nicht nur von dem Schutthaldenmaterial, sondern auch von der aus der Depression von Blagaj-Rastičevo angeschwemmten losen Erde verschüttet. Heute liegt zwischen der Ravna und dieser Depression die Ikina Japaga, von der wir schon festgestellt haben, dass sie eine sehr junge Form ist. Daraus kann man schliessen, dass die Ravna schon verschüttet war, bevor noch die Ikina Japaga bestanden hat. Wir denken nicht daran, daraus den Schluss zu ziehen, dass die Ikina Japaga und

ihr ähnliche Dolinen sehr junge Formen darstellen. Diese Erscheinung kann eher als Beweis dienen, wie schnell die Evolution dieser Formen vor sich geht. Die Kalk- und besonders die Dolomitschichten sind neben der chemischen Zersetzung auch dem mechanischem Zerfallen ausgesetzt, was zum schnellen Verschütten der Dolinen beiträgt. Das sieht man besonders schön bei der Mrnjašica, während bei Ravna auch das angeschwemmte Material von grosser Bedeutung war. Die Evolution und die Verschüttung dieser Dolinen erfolgte in derselben Richtung aber unter anderen Bedingungen und schneller, als das der Fall ist bei denselben Formen in den Rudistkalken der Randgebiete des Imotsko Polje.

Da es ähnliche Formen auf dem benachbartem Boden nicht gibt, stellt man sich unwillkürlich die Frage: Warum haben sich die Japagen an diesem Orte gebildet? Früher haben wir auf die Eigenschaften der Karstformen auf dolomitischen Boden des Randgebietes des Imotsko Polje hingewiesen⁶⁾. Die Karstformen im Kreidedolomit dieses Gebietes sind hauptsächlich in vertikaler Richtung entwickelt. Solche Formen entstehen hauptsächlich an jenen Stellen, an denen das Wasser infolge stärkerer Zerklüftung des Dolomits günstige Abflusswege in die Tiefe findet. Entlang diesen vertikalen Kanälen erfolgt ein intensives Zerfallen des Dolomits, und das Produkt dieses Prozesses, ein sandiges Material, »pržina« genannt, verstopft nach und nach die Mehrzahl dieser Vertiefungen. Das Verstopfen erfolgt infolge Verringerung der durchsickernden Wassermenge, wenn sich neue Kanäle in der Nähe öffnen und sich die Anhäufungen der »pržina« ständig vergrössern. Auf diese Weise wurden die Hohlräume mit »pržina« ausgefüllt, eine Erscheinung, die zu beobachten wir auch in anderen Gegenden Gelegenheit hatten (Plateau Causses in Frankreich). Wenn sich auf solche vertikalen Kanäle grössere Wassermengen konzentrieren, so ist ihre Wirkung in der Vertiefung und Erweiterung der vertikalen Depressionen so stark, dass der Verschüttungsprozess nicht zu Durchführung kommen kann. Die gleichen Prozesse bilden sich unterirdisch in den eingeschobenen Dolomitschichten oder dort, wo er als Grundlage für zerklüftete Kalksteine oder andere durchlässige Ablagerungen dient. Bei Erweiterungen dieser unterirdischen Höhlen entstehen dann Einstürzungen. Der langsame Zerfall der reinen Rudistkalke des Imotsko Polje gestattet nicht, dass die so entstandenen Formen schnell verschüttet werden.

Ähnliche Umstände spielten auch beim Entstehen der brunnenartigen Dolinen Japagen eine Rolle. Die Abhänge des Bergrückens Maglaj-Ravna Gora, nordöstlich der Depression von Blagaj-Rastičevu, sind aus triassischen Dolomiten zusammengesetzt, die bis unter die jurassischen Ablagerungen um die Japagen herum vordringen. Diese Abhänge sind von tiefen Wasserrinnen zerschnitten, in denen das Wasser während der Regenperiode abfließt. Aus der grössten dieser Wasserrinnen fließt das Wasser in Richtung der Japagen ab, hierbei einen weitausgedehnten Schuttkegel bildend, auf dem ein Teil des Dorfes Rastičevu liegt. Vielleicht ist dieses Wasser einst durch das querliegende Trockental gegen die Obadine geflossen. Heute verliert sich das Wasser im Boden der Depression von Blagaj-Rastičevu, sobald es bis zu den jurassischen Ablagerungen vordringt; nur selten gelangt es in kleinen Mengen bis zu den Japagen. Durch die gemeinsame Arbeit dieses und des Niederschlagswassers werden die

⁶⁾ Ibid. S. 57.

vertikalen Kanäle und die unterirdischen Höhlen erweitert, und auf diese Weise die Dolomitschichten verhältnismässig rasch zerstört. Ganze Komplexe kalkiger Ablagerungen stürzten ein, da sie ohne Unterlage blieben. Ausserdem waren die Kalkablagerungen, wegen der stärkeren Erosion, weniger mächtig, und dadurch die Bedingungen für Einstürzungen noch günstiger. Die weitere Entwicklung der Depression war von der Zusammensetzung des Erdbodens abhängig. Dort, wo der Dolomit vorherrschend war (Mrnjašica) oder wo starke Anschwemmungen loser Erde vorhanden waren (Ravna und teilweise auch Jezero), wurden die Dolinen schneller verschüttet. Das Schutthaldenmaterial, das aus dem Zerfallen der Kalkschichten entsteht, verschüttet diese Formen bedeutend langsamer (Ikina-, Crljena Japaga, Koto und Topalica).

Wenn man auch für einige dieser Dolinen voraussetzen könnte, dass sie ehemalige Schluchten seien, durch die das vom Nordosten zufließende Wasser abfloss, so kann man diese Deutung für die anderen absolut nicht anwenden. Die Mrnjašica z. B. liegt hoch an der Seite des Trockentales, die Topalica sogar auf der gegenüberliegenden Seite des Bergrückens und entfernter von der Sohle des Trockentales. Es gibt auch andere Orte mit analogen hydrographischen Bedingungen, doch ohne solche Dolinen, während wir sie unter ganz anderen hydrographischen Verhältnissen finden können.

Beweise dafür, dass bei der Bildung dieser Formen die petrographischen und hydrographischen Eigenschaften des Dolomits von hauptsächlichster Bedeutung sind, werden wir auch in den übrigen Teilen des Randgebietes des Kupreško Polje finden, das in der Hauptsache von dolomitischen Ablagerungen gebildet ist. Im Dorfe Kut befindet sich in einem Komplex triassischen dolomitischer Ablagerungen, die auf undurchlässigem Werfener Schiefer gelagert sind, die grosse brunnenartige Doline Jezero. Die Doline befindet sich auf der Talseite des Milačbaches und in ihrer Umgebung sind viele Quellen, die entlang der Oberfläche des Werfener Schiefers hervorsprudeln. Der Durchmesser der Doline schwankt zwischen 90 und 100 m, die Tiefe aber ist sehr verschieden, da sie sich auf geneigten Boden befindet. Das Niveau des Sees schwankt nur unbedeutend, was auch wegen der Nähe undurchlässiger Schichten verständlich ist, *J. Cvijić*⁷⁾ erwähnt neben diesen (dem Oberen) auch den kleineren (den Unteren) See mit einem Durchmesser von 50 m. Heute sieht man von diesem »Unteren See« nur noch schwache Spuren in einem kreisförmigen Sumpf, der mit Schilf und anderer Sumpfvegetation bewachsen ist. Auch am Rande des heutigen Sees wächst ein, stellenweise bis 8 m breiter, Gürtel von Wassergräsern. Das weist darauf hin, dass das Abschwemmen der losen Erde von den gut bedeckten Seitenwänden die Depression schnell verschüttet, trotzdem an den Seiten auch Spuren von jüngeren secundären Einstürzungen z. B. Provalija zu bemerken sind. Ähnliche brunnenartige Depressionen verschiedener Grösse finden wir auch in den triassischen Dolomitschichten im Quellgebiet des Milačbaches, ferner in der Umgebung von Kupres, sowie auch in der lockeren Decke der jurassischen Ablagerungen in der Umgebung des zeitweise auftretenden Baches Česma im NW-Teile des Polje. Sehr zahlreich sind ähnliche Formen im Dolomit des südlichen Teiles (Ušivac, Pavića Jezero und andere), doch hat das Abschwemmen der gelockerten Decke im Grossen und Ganzen diese Formen verschüttet.

⁷⁾ Ibid. S. 62.

Unter den Formen im Dolomit des südlichen Teiles ist die grösste der See Turjača, mit einem zwischen 140 bis 180 m schwankenden Durchmesser. Turjača ist in reinem triassischen Dolomit gebildet, der leicht zerfällt, und dessen loses Material dann gegen den Boden der Depression hin abgespült wird. Ausser diesem Abschwemmmaterial verschüttet die Turjača hauptsächlich die Anschwemmungen des aus Südosten zufließenden nur zeitweise auftretendem Baches. Die Sumpfvegetation am Rande des Sees weist darauf hin, dass sein Boden langsam abfällt und dass seine Tiefe nicht gross sein kann. In der Regenperiode brechen zahlreiche Quellen aus dem Boden und den Wänden der Doline hervor, und wenn die ganze Depression voll ist, fließt das Wasser gegen NW ins Polje ab. Ähnliche Depressionen finden wir um das Dorf Zanoglina, zahlreich, sind sie aber auch in dem losen Material des äussersten südlichen Teiles in der Nähe der Ponoren Milačbaches. Ausserdem findet man kleinere am Boden des Vukovsko Polje.

Auch Cvijić^{*)} hat in seinen Beobachtungen um die Turjača festgestellt, dass »hier im Dolomit grosse und tiefe Dolinen auftreten«. Wir haben auch bei früheren Untersuchungen Gelegenheit gehabt brunnenartige Dolinen zu beobachten und zwar war das immer der Fall auf oder in Verbindung mit den Dolomiten oder aber mit dolomitischen Kalken^{*)}. Diese Schichten werden, wie schon gesagt, an geeigneten Stellen in vertikaler Richtung schnell zerstört, und zwar nicht nur chemisch sondern auch mechanisch, wobei sie grössere oder kleinere Mengen sandigen Materials hinterlassen. Im Bereich des bedeckten Karstes, wie es der Boden des Kupreško Polje ist, werden durch diesen Prozess häufige und plötzliche Einstürzungen hervorgerufen, besonders bei länger andauernden Regen und bei der Schneeschmelze, aber diese bei solchen Gelegenheiten entstehenden Formen werden ebenso rasch wieder verschüttet.

Wie wir gesehen haben, kommen die brunnenartigen Dolinen in der Nähe der heutigen Ponoren und Quellen, zuweilen auch an Flussläufen und auch ganz abgeschieden vor. Diese Formen sind daher nicht streng von den hydrographischen Verhältnissen der Oberfläche abhängig, sondern bilden sich im dolomitischen Boden an allen jenen Stellen, wo genügende Mengen von Oberflächen- oder unterirdischen Wasser die weniger widerstandsfähigeren Teile auflösen und zerstören. Gewöhnlich treten sie in grösserer Zahl um tektonischen Linien auf, wo die Schichten gewöhnlich verbraucher sind, und das Wasser günstige Bedingungen zum Abfliessen in vertikaler Richtung hat. Ebenso sind diese Dolinen dort gut entwickelt, wo der Dolomit in Berührung mit anderen Gesteinsarten kommt, und wo das Wasser wegen der petrographischen Unterschiede in seiner horizontalen Fortbewegung auf Hindernisse stösst.

In den bisherigen Auslegungen haben wir, um Verwechslungen zu vermeiden, regelmässig die Bezeichnung »brunnenartige Dolinen« verwendet, doch halten wir jetzt die Gelegenheit für günstig, vorzuschlagen, dass für solche Einsenkungen vertikaler Wände die Bezeichnung »Japaga« verwendet wird. Nicht nur in diesem Falle, sondern auch in anderen Gebieten des dinarischen Karstes, die uns bekannt sind, bezeichnet das Volk mit »Japaga« jene vertikale Vertiefung, deren Boden man sieht. Auf diese Weise unterscheidet man sie von

^{*)} Ibid. S. 74.

^{*)} Roglić J.: Biokovo, Beograd 1955.

den richtigen Jamen, deren Form ihnen am nächsten liegt¹⁰⁾). Diese Bezeichnung ist auch von genetischen Standpunkt aus treffender, da sich die Japaga ihrer Entstehung nach, grösstenteils gründlich von den richtigen Korosions Dolinen unterscheidet.

Auf den geneigten dolomitischen Oberflächen hat das Niederschlagswasser wegen der günstigen Bedingungen zum schnellen Abfliessen und mechanischem Zerstören keinen Einfluss auf die Ausbildung der Japagen. Auf solchen Oberflächen wird das Relief von tiefen, mit grossen Mengen sandigen Materials angefüllten, Wasserrinnen charakterisiert (Abhänge des Bergrückens Maglaj-Ravna Gora, Plazenica oberhalb Kupres, Umgebung des Dorfes Rilić u. s. w.). Insofern auf diesen Oberflächen doch Japagen bestehen, so sind sie in erster Linie infolge der Wirkung des unterirdischen Wassers entstanden. Die verflachten Oberflächen sind jedoch bedeutend günstiger für das vertikale Abfließen des Niederschlagswassers und daher sind auf diesen Oberflächen die vertikalen Vertiefungen am besten entwickelt.

Auf den Dolomiten haben wir keine schön entwickelten Karren gesehen. Diese feinsten Karstformen sind gewöhnlich, als ein Produkt der chemischen Auflösung, auf reine Kalksteine begrenzt; während die Dolomiten, wie wir schon gesehen haben, in der Regel auch intensiven mechanischen Zerfall ausgesetzt sind. Die Charakteristik des Karstes auf den Dolomiten ist seine Armut an Formarten.

A. Grund¹¹⁾ hat irtümlich behauptet, dass die Dolomiten in den dinarischen Gebieten nicht verkarstet sind. Diese Behauptung hat auch die stärksten Vertreter seiner Ideen verwundert¹²⁾. Dagegen hat F. Katzer¹³⁾, der das dolomitische Terrain Bosniens und der Hercegovina vorzüglich gekannt hat, Grund's Meinungen widerlegend, übertrieben behauptet, dass die Dolomiten stärker verkarstet seien als die Kalksteine. Wir wollen uns hier nicht in weitere Abhandlungen über die Richtigkeit dieser Ansichten einlassen. Die Hauptfeststellung unserer Beobachtungen ist, dass für den Karst auf Dolomiten oder in Verbindung mit ihnen, die Japagen eine sehr charakteristische Form sind, womit wir jedoch nicht behaupten wollen, dass diese Formen nicht auch unter anderen Bedingungen sich auch auf reinen Kalksteinen bilden können.

¹⁰⁾ Uns ist es nicht bekannt dass Ponoren mit kleiner Öffnung »Japage« genannt werden, wie das Cvijić anführt (Geomorfologija, Bd. II, S. 401).

¹¹⁾ Grund A.: Die Karsthydrographie. Studien aus Westbosnien. Geogr. Abhandlungen, Br. VII, H. 3, Wien 1906, S. 172; Beiträge zur Morphologie des Dinarischen Gebirges. Geogr. Abhandlungen, Bd. IX, H. 3, Leipzig-Berlin 1910, S. 149—51.

¹²⁾ Penk A.: Das unterirdische Karstphänomen. Recueil de travaux, offert á J. Cvijić, S. 175—197. Beograd 1924.

¹³⁾ Katzer F.: Karst und Karsthydrographie. Zur Kunde der Balkanhalbinsel, H. 8, S. 1—95. Sarajevo 1909.