

# Unterirdisch entwässerte Gebiete in Innerbosnien.

(Ein Beitrag zur Karsthydrographie.)

Von Prof. Dr. Max Hoffer, Marburg a. D.

(Mit einer geolog. Kartenskizze.)

## Einleitung.

Schon zweimal habe ich an dieser Stelle die Ergebnisse karsthydrographischer Studien veröffentlicht und zwar bezogen sich die Studien auf die gewaltigen Plateaus der nördlichen Kalkalpen östlich vom Inn; in den auf Grund der Beobachtungen aufgestellten theoretischen Folgerungen ergab sich ein scheinbarer Widerspruch zwischen dem ersten und zweiten Teile.<sup>1)</sup> Die von Penck und Richter anerkannte Karstwasserhypothese Grunds erfuhr leidenschaftliche Bekämpfung von Knebel und insbesondere vom bosnischen Landesgeologen Friedrich Katzer in der ebenfalls in dieser Zeitschrift besprochenen Arbeit: „Karst und Karsthydrographie“.<sup>2)</sup> Im Sommer 1909 unternahm ich eine Studienreise in die südlichen Karstländer und konnte bei dieser Gelegenheit ähnliche Untersuchungen anstellen. Von vornherein verfolgte ich die Absicht, neues Anschauungsmaterial für den Kampf der beiden Parteien zu gewinnen, und die vorliegende Arbeit soll einen bescheidenen Beitrag zur Lösung dieser Streitfrage darstellen.

Die so außerordentlich interessanten morphologischen Erscheinungen, deren Summe man als „Karstphänomen“ bezeichnet,

---

<sup>1)</sup> „Unterirdisch entwässerte Gebiete in den nördlichen Kalkalpen“, I. Teil. Mitteilungen der k. k. Geographischen Gesellschaft in Wien, 1906, S. 465—493. II. Teil, ebendort, 1909, S. 223—240.

<sup>2)</sup> Katzer, „Karst und Karsthydrographie“.. 8. Heft der „Forschungen zur Kunde der Balkanhalbinsel“, Sarajevo 1909. Referat darüber in den Mitteilungen der k. k. Geographischen Gesellschaft, Jahrg. 1909, S. 206 ff.

beschäftigten schon lange die Vertreter der Naturwissenschaften, seien es nun Geologen oder Geographen. Die Wiener und die Grazer Schule sandten ihre bedeutendsten Vertreter in das typische Karstland an der Küste des Adriatischen Meeres und der aus Pencks Schule hervorgegangene, außerordentlich tätige Lehrer der Belgrader Universität, Prof. Jovan Cvijić, legte in umfangreichen Werken die Ergebnisse seiner sorgfältigen Studien nieder. Grundlegend, alle ältere Literatur weit überholend, ist des letztgenannten Verfassers Werk „Das Karstphänomen“.<sup>1)</sup> Am großartigsten entfalten sich alle diese Erscheinungen in einem breiten Streifen, Dalmatien und die Herzegowina ganz, sowie Teile von Kroatien und Bosnien umfassend. Naturgemäß wurde dieses Gebiet am meisten untersucht, ihm gelten eine Reihe wissenschaftlicher Abhandlungen des letzten Jahrzehnts, von Pencks „Geomorphologischen Studien in der Herzegowina“ bis herauf zu Richters leider unvollendet gebliebenem großen Werk und Katzers oben genannter Studie.<sup>2)</sup> In der kurzen Zeit, die mir zur Verfügung stand, wäre es nicht möglich gewesen, neue Tatsachen in diesem schon so gründlich erforschten westbosnischen Karst festzustellen, und so suchte ich ohneweiters ein anderes Arbeitsfeld für mich.

Nur spärlich sind in der Literatur Angaben über Karsterscheinungen östlich dieses Streifens, also östlich der „orographischen Hauptlinie“, die von Novi an der Una längs der Sana, über Varcar Vakuf nach Jajce am Vrbas und diesen Fluß aufwärts zieht.<sup>3)</sup> In der ehemaligen Residenz der bosnischen Wesire, in

1) J. Cvijić, „Das Karstphänomen; Versuch einer morphologischen Monographie“. Pencks Geographische Abhandlungen, Bd. V, Heft 3, Wien 1893.

2) Die wichtigsten davon: Penck, „Geomorphologische Studien aus der Herzegowina“. Zeitschrift des D. u. O. Alpenvereines 1900. J. Cvijić, „Morphologische und glaziale Studien aus Bosnien“, I. und II. Teil. Abhandlungen der Geographischen Gesellschaft, Wien 1900/01. Grund, „Die Karsthydrographie, Studien aus Westbosnien“. Pencks Geographische Abhandlungen, Bd. VII, Heft 3. Leipzig 1903. E. Richter, „Beiträge zur Landeskunde Bosniens und der Herzegowina“, aus seinem Nachlasse herausgegeben von Dr. G. A. Lukas in den „Wissenschaftlichen Mitteilungen aus Bosnien und der Herzegowina“, Bd. X. Wien 1907. Eine gute Darstellung bietet auch die Einleitung zu Beck v. Mannagetta, „Die Vegetationsverhältnisse der illyrischen Länder“. Leipzig 1902, S. 60 ff.

3) G. A. Lukas, „Orographie von Bosnien und der Herzegowina“, erschien in den „Wissenschaftlichen Mitteilungen aus Bosnien und der Herzegowina“. VIII. Bd. Wien 1901. S. 305.

Travnik, konnte ich einige Zeit verweilen und besonders die Vlašić planina begehen; aber auch in der Umgebung von Sarajevo nahm ich einige charakteristische Punkte in Augenschein und werden einzelne Gebirgsgruppen südlich der „orographischen Nebenlinie“ Konjica—Zwornik noch in unsere Betrachtung einbezogen. Ein Hauptgrund für die Wahl dieses Arbeitsgebietes war auch die weitgehende Ähnlichkeit mit dem mir von den früheren Arbeiten her vertrauten, den Kalkgesteinsklötzen östlich der Kitzbühler Ache. Ein weitgehender Parallelismus der Erscheinungen war zu erwarten und wurde auch vielfach festgestellt, wie aus den Schlußbemerkungen ersichtlich ist. Auch hier sollen diese Studien nicht als abgeschlossen gelten, ich hoffe, einmal eine Fortsetzung geben zu können. Nach einer freundlichen Mitteilung des Herrn Oberingenieurs Hofeneder dürften in einigen Jahren noch mehr amtlich erhobene Daten über Quellenergiebigkeit, unterirdische Wasserläufe usw. zur Verfügung stehen, da das unter der Leitung dieses Mannes stehende Meliorationsamt der bosnisch-herzegowinischen Landesregierung die systematische Erforschung all dieser karsthydrographischen Erscheinungen, die schon von Ballif begonnen und teilweise einem weiteren Publikum zugänglich gemacht wurde,<sup>1)</sup> energisch fortsetzt; sind sie doch von hervorragender praktischer Bedeutung. Der methodische Gang der Untersuchung blieb sich gleich, entsprechend den ähnlichen Verhältnissen, es genügt daher der Hinweis auf das diesbezüglich in der Einleitung zum I. Teil Gesagte.<sup>2)</sup> Abermals standen mir die stummen Generalkarten mit Terrainzeichnung und Flußnetzdarstellung von Seite des Geographischen Instituts der Grazer Universität zur Verfügung; auf ihnen waren die Lücken in dem Netz der oberirdischen Entwässerung ohne weiteres ersichtlich, wurden dann auf den Spezialkarten genau untersucht und planimetrisch gemessen. Die deutsche Literatur bietet nicht viel für diesen besonderen Zweck und in südslawischen Schriften ist kaum etwas Nennenswertes, für uns Brauchbares enthalten, wie mir von Kennern dieser Literatur mitgeteilt wurde.

Verhältnismäßig gut bestellt ist es mit geologischen Karten der untersuchten Gebiete; vielfach genügte deren Studium und

<sup>1)</sup> Ph. Ballif, „Wasserbauten in Bosnien und der Herzegowina“, herausgegeben von der bosnisch-herzegowinischen Landesregierung. I. Bd. Wien 1896. II. Bd. Wien 1900.

<sup>2)</sup> a. a. O., S. 466.

Vergleich mit den hydrographischen Karten, um den Bestand, die Ursachen und den Umfang unterirdisch entwässerter Gebiete feststellen.

Die persönliche Kontrolle beschränkte sich auf typische Ränder, auffallende Erscheinungen usw. In der Einteilung folgte ich dem oben erwähnten trefflichen Versuche von Lukas, dessen Grundzüge auch durch die im letzten Jahrzehnt erschienenen Arbeiten Katzers nicht berührt werden; eine Arealberechnung dazu, wie sie Beneš zu Böhms Einteilung lieferte, gibt es nicht und die notwendigen Messungen habe ich selbst vorgenommen.<sup>1)</sup>

## I.

Der Dreiteilung der Ostalpen entspricht zunächst eine Zweiteilung des illyrischen Gebirgslandes. Lukas trennt das Binnen- vom Küstengebiet durch die schon früher erwähnte Linie Novi—Skutarisee. Beide Abschnitte zerfallen wieder in zwei Hauptgruppen, von denen nur die des Binnengebietes für uns in Betracht kommen: das bosnische Mittelgebirge und das ostbosnische Kalkgebirge.

Bei beiden unterscheidet Lukas wieder je sieben Unterabteilungen; zunächst greifen wir Gruppe 3 des bosnischen Mittelgebirges heraus, das „Zentralbosnische Kalkgebirge“, wie es Lukas zutreffend nennt. Da die von dem unermüdlichen Richter-Schüler stammende Einteilung noch nicht so geläufig ist wie die

<sup>1)</sup> An dieser Stelle sei allen gedankt, die irgendwie zur Ausarbeitung dieser Studie beitrugen; in erster Linie dem hohen k. k. Ministerium für Kultus und Unterricht für das mir gewährte Reisestipendium, meinem hochverehrten Herrn Direktor Julius Glowacki, der mir als vorzüglicher Kenner des Landes in jeder Beziehung an die Hand ging, den PP. Patres O. S. J. und Professoren des erzbischöflichen Gymnasiums in Travnik, besonders Herrn P. Alexander Hoffer, meinem Onkel, für die liebenswürdige Unterstützung bei meinen Begehungen sowie die Erteilung mancher Auskünfte, den Herren Ingenieuren der Behörden, die mir bereitwillig alle vorhandenen Daten, soweit sie für mich Wert hatten, zur Verfügung stellten, und zwar Herrn Anton Niedzielski, Oberingenieur bei der Kreisbehörde in Banjaluka, Oberbaurat Svoboda in Travnik, Ingenieur Andreasch bei der Landesregierung in Sarajevo, Oberingenieur Popper der Stadtgemeinde Sarajevo, Leiter der neuen Wasserleitungsbauten der Stadt, endlich — wie bei allen meinen Arbeiten — dem Vorstand des Geographischen Instituts der Grazer Universität, Herrn Prof. Dr. R. Sieger und seinem Assistenten, Herrn Dr. W. Bienert, für die wie immer gewährte bereitwilligste Überlassung aller literarischen und kartographischen Behelfe.

Böhmische der Alpen, gebe ich die Grenzen dieser Gruppe genauer an. Von Prjedor auf halber Strecke der Militärbahn Doberlin—Banjaluka wandern wir das Sanatal aufwärts bis Ključ, von dort auf der alten Straße über Varcar Vakuf nach Jezero und längs der herrlichen Plivaseen nach Jajce, benützen eine ganz kurze Strecke das Vrbastal, verlassen es bald wieder, um auf der jetzt einsamen Straße über die Karaula nach Travnik zu gelangen. Den Ostrand des Vlašić umgebend, erreichen wir das Quellgebiet der Vrbanja, die wir bis zu ihrer Mündung in den Vrbas verfolgen. Von Banjaluka bis Prjedor gibt uns die Bahnlinie die Grenze an.<sup>1)</sup>

Lukas nennt dieses Gebiet „den inselartigen Rest der ehemaligen Kalkbedeckung“ und tatsächlich hebt sich das zentralbosnische Kalkgebirge von den es rings umgebenden Bergländern an einigen Stellen sehr scharf ab. Wie charakteristisch ist z. B. die Lage von Travnik! Man wird an Orte des Semmeringgebietes, etwa Payerbach-Reichenau, erinnert. Nördlich der Steilabfall des Vlašić-Kalkplateaus, südlich die sanften Waldhänge des bosnischen Erzgebirges. Auch der Ostrand ist stark ausgeprägt. Die Nordgrenze erinnert etwas an die Mürztallinie; wie diese Hauptverkehrsader keineswegs der geologischen Grenze zwischen Ur- und nördlichen Kalkalpen entspricht, sondern einige Kilometer südlicher parallel zu jener verläuft, so müßte auch hier die Grenzlinie des Kalkgebietes, wenn man sie rein geologisch betrachten würde, südlicher gezogen werden, etwa in der Richtung Novoselje (südlich von Banjaluka)—Sanskimost. Da man aber das Flyschmassiv der Piskavica zu der ausgesprochenen Individualität der Kozara planina nicht gut dazurechnen konnte, blieb nichts übrig, als sowohl dieses wie auch die paläozoische Beheremaginica planina dem zentralbosnischen Kalkgebirge einzuverleiben. Der Name „Kalkgebirge“ gilt dann ebenso wie bei den Kalkalpen nach dem vorherrschenden, nicht aber ausschließlich herrschenden Gesteine. Wenn Lukas das Vrbastal nicht als Scheidelinie auffaßt, so rechtfertigen dieses Vorgehen zahlreiche entsprechende Fälle in den Alpen. Überall dort, wo ein Durchbruchstal völlig gleichartige Gebirgs-

<sup>1)</sup> Lukas, a. a. O., S. 309, siehe auch Richter, a. a. O., S. 501. Grundlegend sind die betreffenden Abschnitte in dem Werke: „Grundlinien der Geologie von Bosnien-Herzegowina“ von Mojsisovics, Tietze, Bittner. Wien 1880. Dieses Gebiet wird besprochen im I. Abschnitt: Mojsisovics, „Westbosnien und Türkieli-Kroatien“, S. 71 ff.

massen durchschneidet, wird es nur als untergeordnete Trennungslinie berücksichtigt. So rechnet Böhm den Grimming und den Sarstein zur Dachsteingruppe, läßt links und rechts der Enns im Gesäuse die Ennstaler Alpen sich ausbreiten und der großartige Salzachengpaß zwischen Werfen und Golling tritt als orographische Scheidelinie weit zurück hinter der breiten Lücke östlich vom Tennengebirge, das auf diese Weise noch zu den Berchtesgadner Alpen im weiteren Sinne gehört. Das Vrbasdefilée zwischen Jajce und Banjaluka stellt eben ein „bosnisches Gesäuse“ vor, nur ist es bedeutend länger, die Bergränder sind aber niedriger und das Gefälle geringer. Die Breite des Einschnittes wechselt stark, stellenweise ist das Flußbett in senkrecht abfallende Felswände eingeschnitten; Jahrhunderte lang mied der Verkehr ängstlich dieses Tal und die alten Römer-, später Türkenstraßen führten in großen Bogen westlich und östlich auf den Plateaus von der alten Königsstadt Jajce nach dem Hügelland an der Save. Erst unter der österreichischen Verwaltung wurde die großartige Kunststraße angelegt, die, 70 km lang, Jajce mit Banjaluka verbindet. Vielfach mußte mühsam durch Sprengungen erst Raum gewonnen werden, einmal führt die Straße aus einem Tunnel auf eine Brücke und sofort wieder in einen Tunnel, da von einer Talsohle überhaupt nicht mehr gesprochen werden kann.

Das so umgrenzte Gebiet zu beiden Seiten des Vrbas von der Sana bis zur Vrbanja hat einen Flächeninhalt von 3093·75 km<sup>2</sup>, davon das meiste mesozoische Kalke.<sup>1)</sup> Lukas' Bemerkung, an das Auftreten der kretazischen Kalke sei das Karstphänomen geknüpft, könnte leicht falsch aufgefaßt und dahin gedeutet werden, als ob andere Kalke wenig oder gar nicht die Ausbildung des Karstphänomens begünstigen. Das wird man aber nicht gelten lassen können, denn nach Katzers Ausführungen sind unzweifelhaft alle Kalke und Dolomite, ohne Rücksicht auf ihr Alter, mehr oder minder verkarstungsfähig.<sup>2)</sup> Für unsere Frage ist es also

<sup>1)</sup> Karteumaterial: Generalkarte von Mitteleuropa, 1 : 200.000, Blätter: Banjaluka, Travnik und Kostajnica; Spezialkarte von Österreich-Ungarn, Z. 26, Kol. XV, XVI, Z. 27, Kol. XV, XVI, XVII, Z. 26, Kol. XVI, XVII. „Geologische Übersichtskarte von Bosnien und der Herzagowina“, erster Entwurf von Mojsisovics, Tietze, Bittner, Ergänzungsblatt zu Hauers Übersichtskarte, Wien 1880, Maßstab 1 : 576.000. Bruno Walter, „Geologische Erzlagerstättenkarte von Bosnien“, 1 : 300.000, Beilage zu Walter, „Beitrag zur Kenntnis der Erzlager Bosniens“, Sarajewo 1886/87.

<sup>2)</sup> Katzer, a. a. O., S. 1, 11.

nebensächlich, daß das Vrbastal bald in Trias-, bald in Jura-, bald in Kreideschichten eingeschnitten ist, uns handelt es sich nur darum, sind es Kalke, eventuell Dolomite und die Zwischenstufen zwischen diesen beiden, oder aber Schiefer, z. B. paläozoische, Werfner usw., Sandsteine und andere nicht verkarstungsfähige Gesteine.

Von Nordwest gegen Südost fortschreitend, lernen wir nun die einzelnen Stücke rechts und links des Vrbas kennen; die eigene Untersuchung an Ort und Stelle beschränkte sich zunächst auf das Vrbastal, der südöstliche Teil des ganzen Gebietes aber, die alle übrigen Plateaus an Umfang und Höhe weit übertreffende Vlašić planina, kann auf Grund gründlicherer Begehungen ausführlich geschildert werden.

Wie schon oben erwähnt, fällt von vornherein der nördlichste Teil, bestehend aus der paläozoischen Beheremaginica (höchster Punkt 614 m, nicht 590, wie Lukas irrtümlich angibt) und den tertiären Hügeln westlich von Banjaluka — Piskavica pl. 433 m, die von Lukas hervorgehobene Vukovica ist nur ein untergeordnetes Glied der ersteren — außerhalb des Rahmens unserer Arbeit. Diese tertiäre Umgebung Banjalukas verursachte auch die großen Schwierigkeiten, mit welchen diese zweitgrößte Stadt Bosniens bei der Wasserversorgung zu kämpfen hatte. Messungen des Jahres 1898 liegen einer technischen Studie für Errichtung einer Wasserleitung, verfaßt im Jahre 1900, zugrunde, in die ich Einsicht nehmen konnte. In unmittelbarer Nähe sind nur dürftige Quellen vorhanden, man mußte weit gehen, um karstmäßige aufzuspüren, und auch die können sich an Ergiebigkeit mit „klassischen“ Karstquellen, wie Bosnaursprung u. dgl., nicht im geringsten vergleichen lassen. Im Flyschgebiet, 8–10 km vom Herzen der Stadt entfernt, befinden sich Quellen mit einer Temperatur von 4–9° bei einer Ergiebigkeit von 5–20 Litern in der Sekunde; nach Regen werden sie trüb. Als Beispiel sei hier die Orlovacquelle, 11 km nordwestl. von Banjaluka, genannt. Auch das Vrbanjatal ist bis Celinac arm an größeren Quellen. Andernteils ist diese tertiäre Ausfüllung von großem Werte, da sie starke Braunkohlenflöze enthält, die seit langem abgebaut werden.<sup>1)</sup>

<sup>1)</sup> Grimmer, „Das Kohlenvorkommen von Bosnien und der Herzegowina“. VIII. Bd. der „Wissenschaftl. Mitteilungen aus B. u. d. H.“ Wien 1901, Nr. 21 und 25, S. 371.

Erst in der Breite von Novoselje betreten wir das Gebiet der mesozoischen Kalke und zwar zunächst einen schmalen Streifen Jura, der vom Vrbastale durchbrochen wird und sich gegen Südosten immer parallel der Vrbanja bis in die Nähe von Skender-Vakuf fortsetzt.

Innerhalb dieser Zone folgt eine mächtige Partie Kreidekalke. Westlich der alten Straße, die von Jajce über Varcar Vakuf nach Banjaluka führt, liegen das Quellgebiet der Sutrošnica, die zum Vrbas, und der Subotica, die zur Sana geht. Auch diese Quellen sind nur mäßig stark, erstere liefert 20 Sekundenliter = 17.280 hl pro Tag, die zweite gar nur 12 Sekundenliter = 10.368 hl pro Tag immer reinen Wassers, aber von 13° C. Merkwürdigerweise wurde gerade diese Quelle gefaßt und die Banjalukaner sind nun verurteilt, laues Wasser zu trinken. Die ebenfalls ins Sanagebiet gehörende Bistricaquelle liefert 25 Sekundenliter = 21.600 hl pro Tag.

1. Das erste leicht erkennbare Karstland östlich der Sana liegt südlich von Sanskimost (d. h. Sanabrücke) zwischen dem Kruharski potok und Dragaća p. Die kleinen, vom paläozoischen Gesteine auf die Kalkplatte übertretenden Bäche verschwinden bei Arsenić am Ostrande, um in der Quelle bei Omer Spahic am Westrande wieder zutage zu treten. Dieses „Plateau von Kruhari“, wie wir es in Ermanglung eines kulminierenden Punktes nennen wollen, liegt in einer Meereshöhe von 200–300 m und ist natürlich bewohnt, doch drängt sich die Bevölkerung an den Rändern zusammen; Flächeninhalt: 8·3 km<sup>2</sup>.

2. Am rechten Sanaufer aufwärts marschierend, treffen wir zwischen dem Trmesanski p. und Tominski p. einen stattlichen Kalkrücken, größtenteils bewaldet, in der Tominska 608 m erreichend; am Westabhange entströmen ihm einige stärkere Quellen, so vor allem die von Vujanovici, die gleich zahlreiche Mühlen treibt; Flächeninhalt 13·6 km<sup>2</sup>.

Beide Gebiete haben als oberirdisches Zeichen der Verkarstung zahlreiche, wenn auch kleine Dolinen, die dem nächstfolgenden Streifen zwischen Tominski p. und Kozicafußchen fehlen.

3. In der Breite der Suboticaquelle, etwas nördlicher als der nördlichste Punkt der Kozica, liegt noch im Kreidekalke die 667 m hohe Strmac pl. und von hier aus erstreckt sich gegen Süden ein gewaltiges Gebiet vorwiegend unterirdischer Entwässerung; es wird begrenzt im Westen von der Sana, südwest-

lich von der Straße Varcar Vakuf—Han Čadjavica—Kljuc, südöstlich vom Tal der Crna rieka und im Osten vom Vrbas. Der Westen längs der Sana und der südwestliche Teil nördlich der oberwähnten Straße sowie ein Stück von Pavici westlich der Straße Varcar Vakuf—Banjaluka bis zum Vrbas — hauptsächlich das Gebiet der Lunjevac und Manjača pl., 1034 m, respektive 1124 m, und der Rakavica (712 m) unmittelbar am Vrbas — setzt sich aus Triaskalken und Dolomiten zusammen, das übrige, also die Pješevica (990 m), die höchste Erhebung der Manjača (1214 m), die Tisovača (1248 m) und die Rodalica (1080 m) gehören dem Jurakalke an. Betrachten wir den Grenzverlauf im einzelnen näher: a) Nordgrenze. Die Rakavica, die oberhalb der Ruine Zwecajgrad in den Vrbas mündet, entspringt unmittelbar südlich der ofterwähnten Straße nach Banjaluka, etwas nördlich liegt der Ursprung eines Quellarmes der Sutrosnica, dann weiter westlich diese selbst, wieder ein Stück westlicher entspringt die Subotica, von der wir mit Umgehung der Strmac ins Quellgebiet der Gomjonica und des Vucaj p. gelangen. Letzterer vereinigt sich mit der Jovica zur Kozica, die nach Westen fließend die Sana erreicht. Wenn wir alle diese Quellpunkte verbinden, grenzen wir gegen Norden ein Gebiet ab, das zahlreiche unwiderlegliche Spuren unterirdischer Entwässerung aufweist. Bei Naboje fließt eine kurze Strecke ein Bächlein oberirdisch. Wandert man die Straße von Sitnica gegen Norden, so erblickt man fortwährend Dolinen, und zahlreiche Quellen entsenden kurze Bäche, die wieder in Ponoren verschwinden.<sup>1)</sup> Zwischen dem Han Zagorce und dem Davidovhan erstreckt sich zu beiden Seiten der Straße ein echtes, wenn auch kleines Polje innerhalb der 500 m-Isohypse mit 3 Ponoren und zahlreichen Dolinen; Höhenpunkte von 491 m, 485 m . . . gibt die Spezialkarte an. Im nordwestlichen Teile führt eine Tiefenlinie weiter zu einem Ponor, in dem die aus der Vereinigung zahlreicher kleiner Quellbäche entstehende Rieka verschwindet, nachdem sie viele Mühlen getrieben hat. Einige Kilometer nördlich verschwindet in dem 465 m hoch gelegenen Ponor „Jezero“ die Zelena. Alle genannten Gewässer folgen der Ostabdachung und treten im Vrbastale zutage, entweder unmittelbar im Flußbette selbst oder als Nebenbäche des linken Ufers. b) Westgrenze. Am 875 m hohen Pajtos unmittelbar westlich der

<sup>1)</sup> „Grundlinien . . .“, S. 76.

Hauptstraße entspringt der Vucaj p. und fließt fortwährend oberirdisch dahin; rechts von einem Streifen Landes begleitet, das ein verhältnismäßig dichtes Netz oberirdischer Entwässerung aufweist, die teils zu diesem Flusse, teils zur Gomjonica gerichtet ist. Eine Ausnahme macht die 697 m hohe Antoniča, die auch eine stattliche Quelle „Bara vrelo“ speist. Links des Vucaj erstreckt sich um Pavici und Hazici echtes Karstland und am Fuße der jäh gegen Norden abfallenden Kozica strana (757 m) entspringt als mächtige Karstquelle die eigentliche Kozica in einer Höhe von 257 m sofort so stark, um eine Mühle zu treiben. Ein Teil des hier ans Tageslicht tretenden Wassers dürfte dem Ponor entstammen, der südwestlich davon (600 m hoch gelegen) ein Bächlein aufnimmt. Umflossen von der Kozica im Norden und der Sana im Westen, erhebt sich die Kalkmasse des Mulez zu 1013 m, dessen Niederschläge zum größten Teile unmittelbar im Sanabette, das bei 200 m hoch liegt, erscheinen. Weiter südlich springt die Grenze des oberirdisch entwässerten Gebietes gegen Osten vor, die Gegend von Sokotovo ist reich an Quellen, vor allem entspringen westlich von Sitnica einige Bäche, denen es auch gelungen ist, ober Tag zu bleiben; der Strazice und Banjica p., in einer Meereshöhe von 500 m am Fuße eines Plateausteilrandes beginnend, vereinigen sich bei der Höhenkote 251 m und münden in den Sanadurchbruch unterhalb Ključ. Da die Sana hier einen großen, gegen Osten offenen Bogen beschreibt, ist Platz für das stattliche Karstplateau der Ljubinska pl. (820 m), reich an Höhlen, Dolinen und, der Schichtneigung entsprechend, starken Quellen am Südwestrande oberhalb Ključ. Hierauf folgt weiter südlich eine Erweiterung des Tales, hervorgerufen durch das an eine Bruchlinie gebundene Auftreten weicherer, wasserundurchlässiger Gesteine, und damit ein Gebiet oberirdischer Entwässerung.

c) Südgrenze. Bei dem 254 m hoch gelegenen Sanapunkte verlassen wir diesen Fluß und wandern auf der Straße nach Varcar Vakuf ostwärts. Nördlich begleiten uns triadische Kalkberge wie der Búdin (497 m) und der Kuk (819 m), die Straße selbst verläuft im Werfner Schiefer, der hier längs einer Bruchlinie aufgeschlossen ist;<sup>1)</sup> am Rande des Kalkes und des undurchlässigen Werfner Schiefers entspringen zahlreiche Quellen, die den südlich der Straße im paläozoischen Gebiete der Sana zufließenden Sta-

<sup>1)</sup> „Grundlinien . . .“, S. 75.

nickabach speisen. Etwas westlich vom Han Cadjavica, wo die Straße über Sitnica nach Banjaluka abzweigt, betreten wir das über 700 m hoch gelegene Podrašnicko polje, im Frühjahr und Herbst überschwemmt, im Hochsommer trocken. Durchflossen wird es von zahlreichen Bächen, die meist von dem paläozoischen Bergland des Südens stammen, einige Quellen sind aber auch am Rande des nördlichen Kalkplateaus, z. B. gleich unmittelbar beim obgenannten Han. Die gesamten Wässer vereinigen sich und verschwinden im 724 m hoch gelegenen Ponor Uvir am Südfuße der Kalkwand. Zunächst wäre also das unterirdisch entwässerte Gebiet bis zu diesem Ponor zu rechnen, andernteils müßte man aber, da eben das Wasser von hier aus seinen weiteren Weg unter der Oberfläche zum Vrbas nimmt, das gesamte Einzugsgebiet dieses Poners auch noch dazuzählen.<sup>1)</sup> Am Rande des stattlichen, größtenteils bewaldeten, aus Trias- und Jurakalken bestehenden Plateaus, dessen höchste Punkte der Rajakovo (1120 m), der Vrhovi (1017 m) und die Jovsčića (848 m) sind, wandern wir weiter, bis wir im Weichbilde von Varcar Vakuf nach Nordosten abbiegen müssen, da die auf Werfner Schiefen und Sandsteinen sowie auf jungtertiärem Konglomerat ihre Quellbäche sammelnde Crna rieka es vorzog, statt die nur einige Kilometer südöstlich fließende Jošavka aufzusuchen, die bei Jezero in die Pliva mündet, nach kurzem Laufe auf alluvialem Boden in einer engen Schlucht zum Vrbas durchzubrechen.

d) Die Ostgrenze wird vom Vrbastale gebildet; es ist arm an sichtbaren Quellen und Nebenflüssen. Ein Großteil der aus den Plateaus rechts und links stammenden Niederschlagswässer vereinigt sich direkt mit dem Flusse, der im allgemeinen ein ziemlich gleichmäßiges Gefälle hat. Gleich oberhalb Novoselje mündet ein Quellbach nach kurzem Laufe in den Vrbas. Oberhalb der Rakavicamündung erweitert sich das Tal etwas, bevor man in die Schlucht zwischen der Ruine Krupa und der nächsten flußaufwärts folgenden Erweiterung bei Boćac eintritt. Dort bei Krupa mündet in den Vrbas in einer Höhe von 208 m ein Bach, einige Kilometer westlich bei Samaric in einer Meereshöhe von 237 m aus der Vereinigung dreier Quellen entstehend, die bei einer Temperatur von 7° C. eine Ergiebigkeit von 1000 Sekundenliter

<sup>1)</sup> Ballif, Wasserbauten . . . , II. T., S. 23 gibt als Flächenmaß dieses Einzugsgebietes 110 km<sup>2</sup> an, doch gehört dieses Einzugsgebiet nicht mehr dem zentralbosnischen Kalkgebirge an und wird daher nicht dazugezählt.

= 864.000 hl pro Tag (?) aufweisen. Diese unglaublich hohe Zahl erinnert uns an den Pieslingursprung mit einer sommerlichen Leistung von einer Million Hektoliter;<sup>1)</sup> auch hier dürfte es sich nur um Frühsommerstärke nach Schneeschmelze handeln, wenn es auch nicht ausdrücklich gesagt wird. Anderenteils war hier ein starker Wasseraustritt zu erwarten; das ganze westlich des Vrbas bis weit über die Straße Sitnica—Banjaluka nach Westen reichende Gebiet muß hierher entwässert werden, da die Schichten nordöstlich einfallen und der Lauf der oben beschriebenen kurzen Fließchen immer nach Osten wies. In erster Linie dürfte die Krupaquelle die Austrittsstelle des im oberwähnten Polje an der Straße verschwindenden Plazajbaches sein, denn eine natürliche Tiefenlinie führt von dem 485 m hochgelegenen Ponor über die Höhenpunkte 471 und 443 zur Krupaquelle. Von da an ist bis zur Mündung der Crna rieka kein Zufluß des Vrbas auf dieser Seite verzeichnet. Die wenigen unbedeutenden sind meist nur periodisch. So fließt oberhalb des auf halbem Wege Jajce—Banjaluka errichteten landesärarischen Gasthofes Bočac auf der schmalen Wiese zwischen Straße und Fluß im Frühjahr ein starker Bach heraus, der aber im Sommer meist versiegt und im Winter natürlich auch nicht fließt. Eine zweite benachbarte Quelle, die oft sehr stark fließt, war zur Zeit meiner Anwesenheit, 31. Juli 1909 — eine 14tägige Trockenperiode war vorangegangen — auch kaum bemerkbar. Einen Kilometer weiter oberhalb entspringen stärkere Quellen in unmittelbarer Nähe des Flusses; trockene Wildbachbetten sind häufig.

Dieses ganze so umgrenzte Gebiet muß also trotz der zahlreichen darin befindlichen Quellen, die auf den bosnischen Karten genau verzeichnet werden — sind sie doch im Karste überhaupt, besonders aber für den „Türken“ so wichtig — als eines mit unterirdischer Entwässerung bezeichnet werden. Da es aber keine bedeutende absolute Höhe erreicht, unter 1000 m liegt der Hauptanteil, 1300 m erreicht kein Punkt, so ist es zum großen Teile Kulturland und bewohnt, die höher gelegenen Partien sind bewaldet und die Schrecken des öden Küstenkarstes wird man hier vergebens suchen.

Wenn wir uns der Katzerschen Terminologie bedienen wollten, so würden wir es „bestockten seichten Karst“ nennen.

<sup>1)</sup> S. des Verf. „Unterirdisch entwässerte Gebiete . . .“, I. T., S. 476.

Die geringe Meereshöhe erklärt uns aber auch das Versiegen der Quellen im Hochsommer; die Schneemenge wird nie so groß und bald von der Frühjahrswärme hinweggerafft, der trockene Sommer gewährt für das große Gebiet zu wenig Niederschläge, um alle Quellen zu erhalten. Lukas sagt: „Sonst ist aber das Fluß- und Talsystem nicht erheblich in seiner regulären Entwicklung gestört.“ Bedenken wir aber, daß wir hier ein Gebiet von 578·4 km<sup>2</sup> ohne zusammenhängende Wasseradern vor uns haben. In erster Linie wird in den Trias- und Kreidekalkgebieten die Oberflächenzirkulation des Wassers gestört, die Quellbildung beeinflußt, wenn auch die wieder zutage kommenden Wassermengen ihren weiteren Ablauf meist in normal ausgebildeten Flußgerinnen nehmen.<sup>1)</sup> Die Wasserscheide zwischen Vrbas und Sana läßt sich mit ziemlicher Sicherheit feststellen und dürften von den oben ausgewiesenen 578·4 km<sup>2</sup> 402·4 km<sup>2</sup>, also rund 70% zum Vrbas, der Rest zur Sana entwässert werden. Für die Niederschlagsmengen liegen nur wenige Daten vor, die sich auf Grenzorte unseres Gebietes beziehen. Banjaluka, Sanskimost und Ključ haben über 1000 mm Jahresniederschlag.<sup>2)</sup> Die Niederschläge steigen mit zunehmender Meereshöhe, nehmen ab in der Richtung West—Ost.

4. Endlich verbleibt noch als letztes Stück unterirdischer Entwässerung westlich vom Vrbas das Gebiet nördlich vom Jezero-see. Durch kleine, zu diesem See führende Bächlein und den tiefeinschneidenden Nebenfluß der Crna rieka, den Liskovica p., zerfällt es in zwei Unterabteilungen. a) Im Norden und Osten vom Vrbas umflossen, im Süden bis an das Tertiärbecken von Jajce heranreichend, im Westen von den eben genannten Wasserläufen begrenzt, erstreckt sich die Masse des Pajindo (700 m), Razori (868 m) und der Gola pl. mit den höchsten Punkten Skela (883 m) und Jelik (1001 m). Dieser ganze Rücken ist aus Jurakalken aufgebaut, in die auch die prächtige Kunststraße des Vrbastales nördlich von Jajce eingeschnitten ist; nur die südöstlichsten Teile gegen Jajce bestehen aus Tuffkalk, Mergel- und Südwasserkalk und Konglomerat.<sup>3)</sup> Das Plateau fällt im Nord-

<sup>1)</sup> Ballif, II. T., a. a. O., S. 7.

<sup>2)</sup> Ebendort, S. 8.

<sup>3)</sup> Katzer, „Geologischer Führer durch Bosnien und die Herzegowina“. Sarajewo 1903, S. 172 ff. und dabei die geol. Karte der Umgebung von Jajce und Jezero, Maßstab 1 : 75.000.

osten unmittelbar zum Vrbas ab, weiter südlich tritt der Steilrand etwas zurück und bleibt immer 1—2 km vom Flusse entfernt; auf der ganzen Strecke von Jajce bis zur Einmündung der Crna rieka empfängt der Vrbas von links keinen einzigen nennenswerten Nebenfluß, nur ganz kleine Bächlein oder bei der Straße, die meist an diesem Ufer führt, entspringende Quellen. Fläche: 72 km<sup>2</sup>.

b) Im Südwesten zieht eine wichtige tektonische Linie durch. Es ist die Bruchlinie Zaskoplje—Gavrinci—Cirakovač, eine Fortsetzung der später zu besprechenden Vlačićstörung. Die Höhen zwischen 800 und 900 m und der Steilabfall gehören noch den Jurakalken an, während die Abhänge gegen das Jošavkatal aus Triasdolomiten und Werfner Schichten bestehen.

In dem Winkel zwischen Jošavka und Jezero-See entspringen die Quellbäche des Borački so nahe den anderen Wasserläufen, daß man hier kein Gebiet unterirdischer Entwässerung ausscheiden kann. Wohl aber ist ein solches im Nordwesten zwischen der Straße Jezero—Varcar Vakuf, der Crna rieka, Liskovica und dem bei Maglaj vorbeifließenden Bach, das Waldplateau von Bilajce 600—800 m hoch, ganz im Nordwesten der höchste Punkt, der 882 m hohe Oruglo. Zahlreiche Dolinen und eine auf der Karte verzeichnete Höhle sind Zeugen des Karstcharakters. Fläche: 17.4 km<sup>2</sup>.

Wir kehren nun nach dem Norden zurück und besprechen die Karstplateaus zwischen Vrbas und Vrbanja.

5. Südlich von Banjaluka erstreckt sich der bewaldete Rücken des Ponir mit dem Kabajkovac (673 m) und der Bieljevina (743 m). Kreidekalk baut diese Höhen auf, doch zeigen sie im östlichen Teile ganz die Formen eines im wesentlichen oberirdisch entwässerten Berglandes und nur das westliche Stück, das an den Vrbas von Novoselje aufwärts heranreicht, in einem Ausmaße von 30 km<sup>2</sup> werden wir als unterirdisch entwässert ausscheiden. Es folgt dann eine Zone ziemlich dichter oberirdischer Entwässerung. Der Kotlovac und die Rieka entspringen weit im Osten nahe der Vrbanja und deren Nebenfluß Jakotina und vereinigen sich zur Sorakova, die knapp unterhalb des ersten Engpasses in den Vrbas mündet.

6. Südlich von diesem Streifen bis zum Ugartal erstreckt sich ein bedeutendes Gebiet oberirdisch abflußlosen Landes als Fortsetzung des unter Nr. 3 genannten, westlich vom Vrbas gelegenen, doch wesentlich kleiner. Allen drei Perioden des meso-

zwischen Zeitalters gehören die hier gebirgsbildenden Gesteine an, die hervorragendsten Punkte sind die Osmaca pl. (948 m), Tisovac pl. (1172 m) und die Čemernica pl. (1330 m). Von der Einmündung der Sorakova an empfängt der Vrbas auf seinem rechten Ufer keinen einzigen Nebenfluß bis gegen Bočac; dort ist eine kesselartige Erweiterung des Durchbruchtales, ausgefüllt mit Alluvionen und daher auch einige kleine Zuflüsse von Nordosten her von der Höhe des Rogosnik (503 m). Wandern wir von deren Quellen weiter aufwärts, so kommen wir zu einer großen, tief eingebetteten Mulde zwischen Tisovac und Čemernica. Auf der Höhe dieses Berges finden wir zahlreiche winzige Seen, „lokva“ genannt. Zum guten Teil wird dieses Gebiet zum Vrbas direkt entwässert, und zwar in der schon oft erwähnten Form der unmittelbar im Flußbette zutage tretenden Quellen, dann indirekt durch Kotlovac und Rieka, deren Quellen bis 600 m hinaufreichen, zur Vrbanja, indem Jokotina und Otolovickibach ihre Quellen weit nach dem Westen verschieben, letztere bis in eine Höhe von 1000 m, in den südlichsten Gegenden endlich zum Ugar, dessen Bett womöglich noch wilder als das des Vrbas in die Kalkgesteinsunterlage eingeschnitten und heute noch unzugänglich ist. Auch hier fehlen Nebentäler. Das ganze so umgrenzte Gebiet hat einen Flächeninhalt von 284·5 km<sup>2</sup>.

Im südöstlichen Teile vereinigen sich einige Bäche zu längerem oberirdischen Lauf, um schließlich doch in einem Ponor zu verschwinden und unmittelbar den Ugar zu speisen.

7. Ein kleineres untergeordnetes Gebiet, das für unsere Aufgabe in Betracht kommt, ist zwischen dem Jakotina- und dem Cvrtskabache, welch letzterer bei Plitska in die Vrbanja mündet, mit der Višnica (932 m) und dem Stol (1006 m) ganz zum Einzugsgebiete der Vrbanja gehörig. Sonst sind aber die Gegenden an diesem Flusse nicht verkarstet, da sie aus Flysch und anderen tertiären Gesteinen bestehen, der Flußlauf fällt auch hier wieder einmal keineswegs mit der geologischen Grenze zusammen. Fläche 36 km<sup>2</sup>.

Das Quellgebiet des Ugar liegt am Nordabhange der Vlašić pl. Er fließt zuerst nach Westen, dann in einem ziemlich dicht bewohnten, gut bewässerten Landstrich gegen Nordwest, um endlich in einem furchtbaren Cañon die Kalkplatten durchzuschneiden und in den Vrbas zu münden. Nach einer freundlichen Mitteilung des Herrn Ingenieurs Dworak in Jajce ist eine „Begehung“ des

Ugarlaufes beinahe undurchführbar, nur mit außerordentlichen Kräften zu wagen. Vielfach muß man einfach im Flusse schwimmen, die senkrecht abfallenden, 300—400 m hohen Wände gewähren nicht den geringsten Platz, um den Fuß aufzusetzen. Dann wieder hindern gewaltige Blöcke das Vorwärtsschwimmen und sahen sich die kühnen Touristen genötigt, halb im Wasser, halb auf den Blöcken harten Kalkes weiter vorzudringen, dazu immer mit dem Kleiderbündel belastet!

8. Südlich dieses Ugarlaufes erstreckt sich ein Gebiet unterirdischer Entwässerung, in dem Orlovac steil gegen den Vrbas abfallend, mit Höhen von 700—900 m im Westen, dem Obor (1224 m) im Osten. Von diesem Berge zieht die Ranča pl. gegen Südosten, auch aus Kalken bestehend, doch entspringen beiderseits die Quellen so hoch, daß man den schmalen dazwischenliegenden Teil nicht als karstmäßig entwässert ausscheiden kann. Schließlich müssen die Höhen der Berge Nährgebiet der Quellen auch im „undurchlässigen“ Gestein sein, denn ganz undurchlässig ist ja gar kein Gestein. Dieses „Gebiet von Bešpelj“ — wie wir es in Ermanglung eines charakteristischen Berges nach den Hauptorten nennen — reicht im Süden bis zu dem tief in den Jurakalk eingeschnittenen Komotinskibach, der bei der berühmten Wallfahrtskirche St. Ivan unterhalb Jajce in den Vrbas mündet. Flächeninhalt: 24·8 km<sup>2</sup>.

Weiter südlich beginnt die tertiäre Ausfüllung von Jajce; die geologische Karte gibt für die Gegend von Skender Vakuf zwar nur Kalke an, der Bericht Pilars spricht aber doch auch von Mergeln und Sandsteinen;<sup>1)</sup> nur so ist es zu erklären, daß wir hier ein ungemein dichtes Entwässerungssystem vorfinden; die Quellen der Vrbanja und ihrer Nebenflüsse nähern sich außerordentlich einesteils dem oben besprochenen Ugar, andernteils dem Einzugsgebiete der zur Lašva fließenden Bila-Biela, mit der wir an die Grenze des zentralbosnischen Kalkgebirges überhaupt gelangt sind. In diesem ganzen weiten Lande vom Ugar bis zur Vrbanja sind nur zwei Flecken arm an Bächen auszuscheiden.

9. Zwischen Zmajevac und Ilomskibach erstreckt sich ein Gebiet unterirdischer Entwässerung, in der Ilina greda (1159 m) kulminierend, zwischen Ilomskibach und Ugar das Gebiet von Koričani mit dem Zdrjelj (1347 m) und dem Struzic (1425 m),

<sup>1)</sup> „Grundlinien . . .“, S. 73.

jedes 18 km<sup>2</sup> messend, bereits zum Vlašić im weiteren Sinne gehörig.

10. Damit sind wir beim letzten, aber auch bedeutendsten Vertreter der zentralbosnischen Kalkplateaus, bei der die anderen an Höhe gewaltig übertreffenden Vlašić pl. angelangt, die mit ihren 1919 m, ihrer gewaltigen Plateaufläche und ihrem ganzen Charakter am meisten etwa an die Schneecalpe oder den Hochschwab erinnert. Das westlich anschließende Bergland der Dno-lučka und Velika pl. mit Höhen bis 1300 m, endlich des bis Jajce vorgeschobenen Hum bilden mit dem Vlašić zusammen ein geschlossenes Gebiet unterirdischer Entwässerung vom Vrbas bis zur Bila.

a) Die Nordgrenze. Genau nördlich von Bosniens alter Hauptstadt, der jetzigen Kreisstadt Travnik, erhebt sich der Nordostpfeiler des ganzen Stockes, die 1740 m hohe Ljuta greda als hydrographischer Knotenpunkt: es entspringen dort zahlreiche Bäche, die zur Bila gehen, also zum Bosnagebiet gehörig, etwas nördlicher die Vrbanjaquellbäche, während gegen Westen der Ugar in einer tief eingeschnittenen Waldschlucht dahineilt. Wir folgen dieser Richtung, uns nahe dem Flusse haltend, kommen bei der 1533 m hohen Orlovaca vorbei in die Gegend von Mudrike auf der nördlichen, etwas niedrigeren Plateaufläche. Dort haben wir zwei Bäche, der eine treibt sogar eine Mühle, die nach kurzem Laufe wieder verschwinden. Ihre Fortsetzung ist ein Nebenbach des Ugar, der auch von Westen her Verstärkung durch einen nur zeitweise oberirdisch fließenden Wasserlauf empfängt. Die eigentliche Vlašić bricht hier mit der 1595 m hohen Knjeznica steil ab, die Nordgrenze des oberirdisch abflußlosen Terrains biegt weit nach Norden aus und umfaßt ein großes Waldland südwestlich vom Ugar bis zur 1430 m hohen Ranča. Es ist echtes Karstgebiet mit zahllosen Dolinen, ja sogar ein kleines Polje findet sich: bei Vitovlje ist eine Mulde von 1000 m Höhe mit tertiären Ablagerungen erfüllt, ein kleines Flußsystem bildete sich und der alles vereinigende Sarankabach verschwindet in südlicher Richtung in einem Ponor. Das Wasser dürfte auch in dieser Richtung weiterfließen, so daß es an der alten Straße von Jajce nach Travnik herauskommt. Auch dieser Bach ist stattlich, treibt zahlreiche Mühlen. Der schmale Jurakalkstreifen der Gola pl. (Höhepunkt der 1438 m hohe Kik II) wird im Westen von den jungen Ablagerungen der Tertiärbucht von Jajce überlagert und

so biegt mit der Grenze des Kalkes auch die Grenze des unterirdisch entwässerten Gebietes nach Süden um; die Gegend von Krušćica und Podlipci ist reich an Bächen, die in der Lucina vereinigt dem Vrbas zuströmen. So bleibt nur ein schmaler Streifen mesozoischen Kalkes übrig, im 1162 m hohen Hum gipfelnd. Ich sagte mesozoischen Kalkes, weil die Einreihung zweifelhaft ist. Mojsisovics und ihm folgend Walter und Rücker rechneten diesen südlichen Grenzstreifen des Kalkgebirges zur Trias, Katzer spricht das Gestein als jurassisch an, wie es scheint, nicht mit Unrecht.<sup>1)</sup> Für uns ist das nebensächlich, wie schon einmal bemerkt.

b) Der Südrand ist eine außerordentlich charakteristische Grenze, bedingt durch eine der bedeutendsten tektonischen Linien Bosniens, die große Störungslinie Travnik—Jajce, deren westliche Fortsetzung oben genannt wurde; gleichzeitig ist sie die Trennungslinie zwischen mesozoischen und paläozoischen Gesteinen, zwischen Kalk- und „Erzgebirge“, eine „Schütterlinie erster Ordnung“.<sup>2)</sup> Diese Südgrenze ging ich ab, und zwar zunächst im westlichen Teile am 2. August. Oberhalb Jajce verläßt man das Vrbastal, biegt in das Tal des Krezlubbaches ein und wandert auf der alten Straße, die seit dem Bestand der Bahn Travnik—Jajce recht einsam ist, ostwärts. Eine Zeitlang bildet die Straße genau die Grenze zwischen dem Jurakalke des Hum und dem Permschiefer der Bukovica, dann greift dieser Permschiefer über Bach und Straße nach Norden. Sofort entspringen hier mehrere Quellen, doch sind sie warm und nicht sehr stark. Ihr Einzugsgebiet ist ja auch nicht groß, da wohl nur der Südabfall des Humerückens hierfür in Betracht kommt und 1 km nördlich das oben genannte Tertiärgebiet beginnt. Zahlreiche trockene Bachbetten zeigten die schon lange währende Trockenheit an. Die Straße führt dann fortwährend im paläozoischen Gesteine am nördlichen Ufer des Krezluk und dann des Slatinabaches über die „Karaula“ ins Tal der Lašva. Es ist ein echtes Waldgebirge, uralte prächtige Wälder breiten sich aus, gerade damals wurden wieder neue Sägemühlen gebaut und der Leiter des Baues entpuppte sich als Landsmann,

<sup>1)</sup> „Grundlinien . . .“, s. o. S. 51, 72. Walters geol. Karte, s. o. Rücker, „Geolog. Übersichtskarte des Goldgebietes in Bosnien“ 1:150.000, Beil. zur Schrift R.: „Einiges über das Goldvorkommen in Bosnien“, Wien 1896; Katzer, „Geol. Führer durch Bosnien“, S. 174.

<sup>2)</sup> „Grundlinien . . .“, S. 72 ff. Katzer, „Geol. Führer . . .“ S. 158, 165.

gewährte mir Nachtquartier. Parallel zur Straße, etwas nördlicher, verläuft die Grenze des Kalkplateaus der Dnolučka pl. und an ihr entspringen zahlreiche kleinere Quellen, die von den Niederschlägen der Dnolučka pl. gespeist werden, so z. B. an der Bjeljevina, am Zlostup die Quelle „Kiselica“ bei 900 m usw. Auf der Ostseite greift das Quellgebiet nördlich von Cosici weit aus und nähert sich der Südrand des unterirdisch entwässerten Gebietes westlich des früher erwähnten Westabsturzes des eigentlichen Vlašićplateaus dem Nordrande auf wenige Kilometer. Zwischen Straße und Fuß des Vlašić schiebt sich hier eine Terrasse tertiärer Gesteine ein, am Südabhange des Vlašić entspringen die Quellen und die Ortschaften sind dort in einer Reihe gelegen. Von Sešici (894 m), ganz im Westen angefangen, gelangen wir über Vljajševici (900 m), Skulje, Paklarevo und Orašje nach Janjovici. Dort tritt der Südabsturz des Vlašić so nahe an die Lašva heran, daß gerade Platz für das langgestreckte, vielfach auf den Vorhügeln errichtete Travnik übrig blieb und dorthin findet auch die Hauptentwässerung des Vlašić statt. Dieser Fuß der Vlašićwände ist die Grenze des im karstmäßigen Sinne unterirdisch entwässerten Landes, wenn auch die dort entspringenden Quellen teilweise in dem tertiären Schotter verschwinden und erst wieder bei der Straße oder unmittelbar vor der Lašva zutage treten. Daher gibt die Generalkarte das ganze Gebiet bis zur Lašva als Wasserläufe entbehrend an, was wohl nicht ganz richtig ist. Unmittelbar westlich der Station Turbe entspringen beim Eisenbahndurchlaß zwei Quellen, „Baščinac“ genannt, unbedeutend, aber frisch, 8° betrug damals ihre Temperatur. Nordöstlich von Turbe bricht unter Gehängeschutt eine ziemlich kräftige Quelle hervor, in Paklarevo entspringen am Fuße einer Kalkgesteinswand mehrere Quellen und speisen den nach Süden enteulenden Bach. Nach der Meinung des Volkes, die gar nicht so unrichtig sein dürfte, war einst das ganze Gebiet von Travnik von einem See erfüllt. 30 m über der jetzigen Flußhöhe findet sich noch Schotter, hoch über Paklarevo wurden angeblich Ringe zum Bootanhängen gefunden. Im Innern des Berges sei ein See, mit einer Büffelhaut verschlossen; reißt die, bricht er aus und überschwemmt alles. Das Stadtgebiet von Travnik wurde in der Zeit vom 3.—6. August untersucht. Die westlichste Quelle von Travnik ist die „Bašbunar“ genannte — die Schreibung der Spezialkarte „Pasin bunar“ ist falsch —, sie wurde direkt im anstehenden Felsen gefaßt und

speist die Wasserleitung der Stadt; bei einer Temperatur von 8° hat sie eine Ergiebigkeit von 80 Sekundenlitern, d. i. zirka 60.000 hl im Tage, also nur der zehnte Teil der Ergiebigkeit der Siebenseen am Fuße des Hochschwab, die für die zweite Wiener Wasserleitung gefaßt wurden.<sup>1)</sup>

Diese Angaben machte mir Oberbaurat Svoboda in Travnik auf Grund der dort liegenden Akten. Ballif bringt wesentlich andere Zahlen. „Die 60 m über dem Tale entspringende Bašbunarquelle besitzt ein Minimalquantum von 120 Sekundenlitern = rund 105.000 hl pro Tag und eine im Sommer und Winter gleichbleibende Temperatur von 11° C.“<sup>2)</sup> Der Widerspruch, besonders in der Temperaturangabe, ist nicht recht erklärlich. Schon lange diente diese Quelle zur Versorgung der Stadt mit gutem Trinkwasser, 1893 wurde die neue Anlage errichtet. Die absolute Höhe der Quelle beträgt 572·5 m. Weiter östlich folgen dann beiläufig gleich hoch gelegen die Jela-, Hasna- und Hendekquelle, der Abfluß der letzteren besitzt eine tief eingerissene Schlucht westlich vom Kastellberg, doch ist sie periodisch, bleibt oft lange aus. Zur Zeit meiner Besichtigung war die Quelle versiegt, nur an einer besonders tiefen Stelle des Bachbettes stand Wasser. Einige Aufzeichnungen, die mir zur Verfügung gestellt wurden, mögen hier Platz finden. Die Hasnaquelle floß damals ziemlich stark, hat 8°. Der Hendek fließt nach starken Regenfällen und zur Zeit der Schneeschmelze. 1886 begann er Mitte April zu fließen, hörte Ende Juli auf, begann wieder 10. Oktober, versiegte neuerlich 20. Oktober. 1887 floß er eine Woche im März, dann wieder von April an. Im allgemeinen beginnt der Abfluß im April, dauert bis in den Hochsommer. 1893 war ein regenreiches Jahr, da floß die Quelle vom April bis Oktober. Auf dem Vlašićplateau steht eine Quelle in gewissem Zusammenhange mit dem Hendek, fließt der, so auch sie, versiegt der, so bleibt sie auch aus. Östlich vom Kastellberg ist die stärkste Quelle von Travnik und damit überhaupt des Vlašićplateaus: die Šumeča, deren Ergiebigkeit Ballif und Svoboda übereinstimmend mit 1200 Sekundenlitern = rund 1 Million Hektolitern pro Tag angeben. Es entspräche ihr der Pislingursprung im Sommer oder fast dreimal die Lieferung des Kaiserbrunnens.<sup>3)</sup> Die Quelle liegt

<sup>1)</sup> Siehe meine Arbeit: „Unterirdisch entwässerte Gebiete . . .“ I. Teil, S. 479.

<sup>2)</sup> Ballif, a. a. O., S. 132.

<sup>3)</sup> S. meine Arbeit, I. T., S. 476 und 485.

am Fuße einer Schutthalde, die Kalkwände oberhalb sind sehr zerklüftet, ein starker Bach fließt der nur wenige Meter tiefer gelegenen Lašva zu, die Temperatur beträgt 9—10°; vor drei Jahren wurde die Quelle mittels einer Staumauer gefaßt und zum Betriebe eines Elektrizitätswerkes ausgenützt. Das Staubecken faßt jedoch nur 3000 m<sup>3</sup>, die Staumauer war undicht und außerdem hat diese Quelle die Neigung, sich noch tiefer zu verlegen, als sie ohnedies schon ist; freilich liegt bald unterhalb die wasserundurchlässige Unterlage der Vlašičkalke, die im Vereine mit der ofterwähnten Bruchlinie die Ursache für das Auftreten dieser starken Quelle abgibt. In kurzen Worten charakterisiert Ballif trefflich diese typischen Zeugen des Karstphänomens: „Die mesozoischen Kalke der Vlašić planina ruhen auf den Werfner Schichten, schon die Mächtigkeit der Quellen ist ein Beweis ihrer Karstnatur.“<sup>1)</sup> Früher rechnete man die Vlašičhöhen zum Trias- und Juragebiete, nach Katzer besteht das eigentliche Plateau hauptsächlich aus Kreidekalken, nur die Vorhügel bei Travnik aus Trias und die von Mojsisovics und ihm folgend von Walter, Ballif und Jauker als Werfner Schiefer bezeichnete Unterlage der Stadt Travnik spricht Katzer als bereits permisch, also paläozoisch an.<sup>2)</sup> Jedenfalls sind es wasserundurchlässige Schiefer und das genügt uns. Unterhalb Travnik verengt sich das Lašvatal, so daß nur Platz für Fluß, Bahn und Straße bleibt, auch hier gibt es noch einige Quellen, die Bäche münden gleich in die Lašva. Nach starker Schneeschmelze tritt auch oberhalb des Turbes beim Kronprinz Rudolf-Café in der Vorstadt Dervent eine starke Quelle zutage.

c) Die Ostgrenze. Die gewaltige Kalkmasse des Vlašić bricht gegen Osten jäh ab, um der großen zentralen Tertiärausfüllung zu beiden Seiten der Bosna Platz zu machen. Das Stück zwischen Bila und Bosna rechnet Lukas zum „Mittelgebirge von Usora“.<sup>3)</sup>

<sup>1)</sup> S. meine Arbeit, I. T., S. 476 und 485.

<sup>2)</sup> „Grundlinien . . .“, S. 51 und 71, Walters Karte s. o., Ballif s. o. Jauker, „Über das Verhältnis der Ansiedlungen in Bosnien und der Herzegowina zur geologischen Beschaffenheit des Untergrundes“. Wissenschaftl. Mitteil. aus Bosnien und der Herzegowina, VIII. Bd. Wien 1902. Katzer, „Geolog. Führer“, s. o. S. 158.

<sup>3)</sup> A. a. O., S. 309. Dieser äußerste Ostrand kommt bereits auf der neuen geologischen Landesaufnahme Bosniens zur Darstellung: „Geologische Karte von Bosnien und der Herzegowina“, herausg. von der bosn.-herzeg. Landesregierung, Sarajewo 1906. 1. Sechstelblatt Sarajevo. Maßstab 1 : 200.000. Ein zweites Blatt erscheint demnächst.

Bei der Station Dolac verlassen wir das Lašvatal und wandern auf der breiten Straße zum 691 m hoch gelegenen Pfarrdorfe Gučja gora. Über eine gewaltige Schutt- und Trümmerhalde aus Kalkblöcken, aber sehr stark bedeckt von roter Erde, führt uns der Weg an mehreren Quellen vorbei, die besonders zahlreich in dem Winkel zwischen dieser Straße und der Bahn auftreten, und zwar vielfach andauernd fließen, wenn die Bäche auch oft nach kurzem Laufe wieder verschwinden. Diese Straße bildet die Grenze wenigstens teilweise, Gučja gora liegt schon mitten im miozänen Mergel und die Grenze des unterirdisch entwässerten Gebietes zieht in nordwestlicher Richtung der Bila parallel zu der oben erwähnten Ljuta greda. Damit haben wir das ganze Karstgebiet umgrenzt und es erübrigt nur noch eine Schilderung der Plateaufläche, die ich am 7. August in einem 10stündigen Ritte auf landesübliche Weise kennen lernte. Wir haben es mit dem Typus des Kalkplateaus, wie er in den nördlichen Kalkalpen östlich vom Inn vorherrscht, zu tun, doch bringt die geringere Erhebung und etwas auch die südlichere Lage es mit sich, daß wir nur an die mildesten der Kalkberge, etwa an Veitsch, Schneealpe o. dgl. erinnert werden. Gegen Südwest mit einem Steilrande von 1500—1700 m absoluter Höhe jäh abbrechend, erstreckt sich die gewaltige Hochfläche gegen Norden und Westen, dicht besetzt von größeren und kleineren Dolinen, die oft gesellig auf dem Boden einer „Mutter“-Doline auftreten, überragt von Kuppen verschiedener Größe, im südöstlichen Teile erhebt sich die Vlaška gromila mit dem 1919 m hohen Vlašić, dem höchsten Punkte des ganzen zentralbosnischen Kalkgebirges. Das lichte Kalkgestein herrscht ausschließlich vor, doch ist die Verwitterungserde sehr stark und wenn auch überall die nackten Rippen des Untergrundes mit scharfen Kanten zum Vorschein kommen, ermöglicht die aufliegende, fast fette Erde doch eine ziemlich bedeutende Vegetation, ein öder Karst wie in der Herzegowina ist hier nicht zu finden. Sogar kleine Getreidefelder, und zwar Gebirgshafer, waren bis mehr als 1000 m Höhe noch zu sehen, besonders dort, wo kleine Quellen die nötige Bodenfeuchtigkeit verleihen, weite Strecken der Hochfläche und die sanften Abhänge, besonders im Ugarquellgebiete, tragen prächtige Waldbestände und der Rest, so weit nicht ganz unbrauchbar, ist wirtschaftlich wertvoller Weideboden, oft trifft man überraschend saftige Wiesen, die sogar gelegentlich gemäht werden. Das Heu wird dann einem der geduldigen Pferd-

chen aufgeladen, das darunter fast verschwindet, und so ins Tal gebracht. Zahlreiche Schafherden beleben die weiten Flächen, die Kaufleute Travniks, die den berühmten Vlačićkäse in den Handel bringen, haben allein 6000 Schafe, dazu kommen noch Hunderte, die den Kleinbauern gehören, etwas Rinder und Pferde und in den Wäldern hausen noch Wölfe und Bären. Ständig bewohnte Ansiedlungen gibt es auf der Höhe nicht, nur armselige Sennhütten; bei schönem Wetter wäre ein Aufenthalt in dieser Luft und Ruhe sehr lohnend gewesen, leider war gerade Regen und Nebel, so daß von einer Aussicht nicht gesprochen werden konnte. Auch fehlt es an einem alles beherrschenden Berge, selbst der Vlačićgipfel tritt wenig hervor. Nach dieser kleinen Abschweifung, die nicht zum eigentlichen Thema gehört, kehren wir zu diesem wieder zurück. Auffallend sind die zahlreichen Quellen, die auf dem Plateau verstreut liegen und den Verlauf der Wege bestimmen, die über das Gebirge führen. Sie werden auf der Spezialkarte immer verzeichnet, haben meist eigene Namen und ich suchte sie vielfach auf. Manche versiegen im Hochsommer, andere bleiben, doch ist keine auch nur halbwegs bedeutend, sondern es sind immer nur kleine Wasseradern, die der Erde entströmen, ohne daß auch nur eine Spur eines andern Gesteines, etwa eines Werfner Schiefers, vorhanden ist. Nach kurzem Laufe über Kalkblöcke, gelegentlich auch Kalkkonglomerat, verschwindet das Wasser wieder und an dem Umfange des unterirdisch entwässerten Gebietes im Sinne der früher gegebenen Abgrenzung ändert das nichts. Die unmittelbare Umgebung der Quelle ist meist humusreicher als andere Stellen, als Viehtränke sind sie unschätzbar, denn die Schneesreste in den Dolinen würden wohl nicht ausreichen und vollständiger Wassermangel wäre sehr beeinträchtigend. Mehr östlich liegen in der Richtung von Südost nach Nordwest die „Konjsko vrelo“, die Stublicquelle — zwischen diesen beiden ein schönes Trockental — und die Ormanyquelle, 1700 m hoch, nur wenig von einem flachen Hügel überragt, mit 7° Wasser, während bei den anderen 8—10° beobachtet wurden. Die Devečaniquelle am Rande des Südsturzes, auch bei 1700 m hoch gelegen, hat gar nur 6° C., die beiden nur rund 1500 m hoch gelegenen Santicquellen nördlich davon entspringen in einer flachen Wiesmulde und sind noch etwas kälter.

Karren, Nischen und Höhlen, als weitere Zeugen der Karstnatur, fehlen dem Gebirge nicht; die Karte verzeichnet mehrere

Höhlen, oberhalb Paklarevo liegt westlich von dem nach Koričani führenden Wege eine solche, die den ganzen Sommer über Eis enthält. Die Höhenquellen sind durch seitlichen Druck zu erklären, das Sickerwasser geht meist in die Tiefe, nur teilweise wird es in seitwärts ausmündende Klüfte gedrängt und so oft etwas in die Höhe gepreßt, immer gibt es in gewisser Entfernung ein Niederschlagsgebiet etwas höher gelegen als die Quelle. Dieses ganze nun beschriebene unterirdisch entwässerte Gebiet hat einen Flächeninhalt von 212 km<sup>2</sup> und wird zum Teile zur Bosna entwässert, besonders das eigentliche Vlačićgebiet, das übrige durch Ugar und Vrbanja zum Vrbas. Die Wasserscheide läßt sich hier schwer feststellen, rein subjektiv betrachtet dürften zum Einzugsgebiete der Bosna 76 km<sup>2</sup>, also 36% der obgenannten Fläche gehören.

Werfen wir einen Überblick über das ganze zentralbosnische Kalkgebirge, so sehen wir, daß von dessen Gesamtumfang — 3094 km<sup>2</sup> — 1323 km<sup>2</sup>, also rund 43% oberirdisch geschlossener Entwässerung entbehren, und zwar werden davon 1070 km<sup>2</sup> = rund 81% zum Vrbas, der Rest zur Sana und Bosna entwässert. Nach Ballif beträgt das Einzugsgebiet des Vrbas allein zwischen Jajce und Banjaluka 946 km<sup>2</sup>, das der Pliva 775, des Ugar 381 und der Vrbanja 791 km<sup>2</sup>;<sup>1)</sup> davon fällt freilich viel außerhalb der Grenzen des Kalkgebirges. Travnik hatte im 5jährigen Abschnitte 1888—1893 einen durchschnittlichen Jahresniederschlag von 890 cm, die Maxima fallen in die Monate Januar, Juli, Oktober und November.<sup>2)</sup>

## II.

Während in den nördlichen Kalkalpen die Gebiete unterirdischer Entwässerung ohne Unterbrechung aufeinander folgen, haben wir hier in Innerbosnien zwischen unseren zwei Beobachtungsgebieten eine große Lücke. Südlich vom Lašvatal und der alten Straße Travnik—Jajce erstreckt sich bis zur Bahnlinie Sarajewo—Mostar das schon lange so benannte bosnische „Erzgebirge“, der Hauptsache nach aus paläozoischen Schiefen bestehend, wenn auch triadische Kalke nicht ganz fehlen, von denen noch die Rede sein wird. Östlich des Vlačićabbruches beginnt das große Tertiärbecken zu beiden Seiten der Bosna, das bis ins

<sup>1)</sup> Ballif, „Wasserbauten . . .“, II. T., S. 23.

<sup>2)</sup> Ebendort, I. T., S. 25.

Weichbild der Landeshauptstadt reicht. Erst südöstlich der Linie Konjica—Ivansattel—Sarajewo—Zvornik beginnt wieder das geschlossene Triasgebiet, dem zahlreiche größere und kleinere Plateaus angehören, die Lukas unter dem Begriffe „Ostbosnisches Kalkgebirge“ zusammenfaßt.<sup>1)</sup> Ein Teil desselben wurde noch in den Bereich unserer Studien gezogen und einige größere Gebiete unterirdischer Entwässerung können ausgeschieden werden.

Einleitungsweise müssen einige Worte über das bosnische Erzgebirge vorausgeschickt werden. Der größte Teil desselben zeichnet sich durch ein ungemein engmaschiges Netz der oberirdischen Wasserläufe aus, entsprechend der geologischen Zusammensetzung, besonders der nordwestliche Winkel. Wandern wir aber südöstlich, so stoßen wir auf einige größere Lücken der oberirdischen Entwässerung und die geologische Karte gibt uns sofort den Grund an: es sind aus Kalk bestehende Bergrücken, die immer Zeichen des Karstphänomens tragen, ob sie jetzt paläozoischen oder triadischen Formationen angehören.<sup>2)</sup> Infolge des Mangels an Petrefakten ist die Einreihung oft schwer und strittig, sicher aber sind es Kalke. Zu einer größeren Verbreitung der Karstnatur kommt es wohl nicht und einzelne nach der neuesten geologischen Karte triadische Kalkauflagerungen wie die des 1425 m hohen Inac südöstlich von Fojnica im Quellgebiete der Železnica oder des 1097 m hohen Čubrin an der wichtigen Bruchlinie, gleichzeitig Straße vom Sarajevsko-polje nach Busovaca, gelegen, sind räumlich so eng begrenzt, von Werfner Schichten rings umgeben, daß sie kaum zur Geltung kommen. Andere treten bereits schärfer hervor.

1. Wandern wir von Bugojno, der vorläufigen Endstation einer bosnischen Staatsbahnstrecke, das breite Vrbastal — hier Školpje genannt — aufwärts, so haben wir oberhalb Vakuf gornji, gerade dort, wo die Straße das Vrbastal verläßt, um über den Maklensattel ins Narentagebiet zu führen, linker Hand die permische Kalkmasse der Dobruška pl. Sie erstreckt sich zwischen Crnodol- und Hrdžinovacbach, erreicht in der Lisinska 1826, im Medvedak sogar 1965 m und weist zahlreiche Dolinen, eine von einem kleinen See erfüllt, auf der Hochfläche, starke Quellen am West- und Südrande auf. Ein zweites Gebiet karstmäßigen Cha-

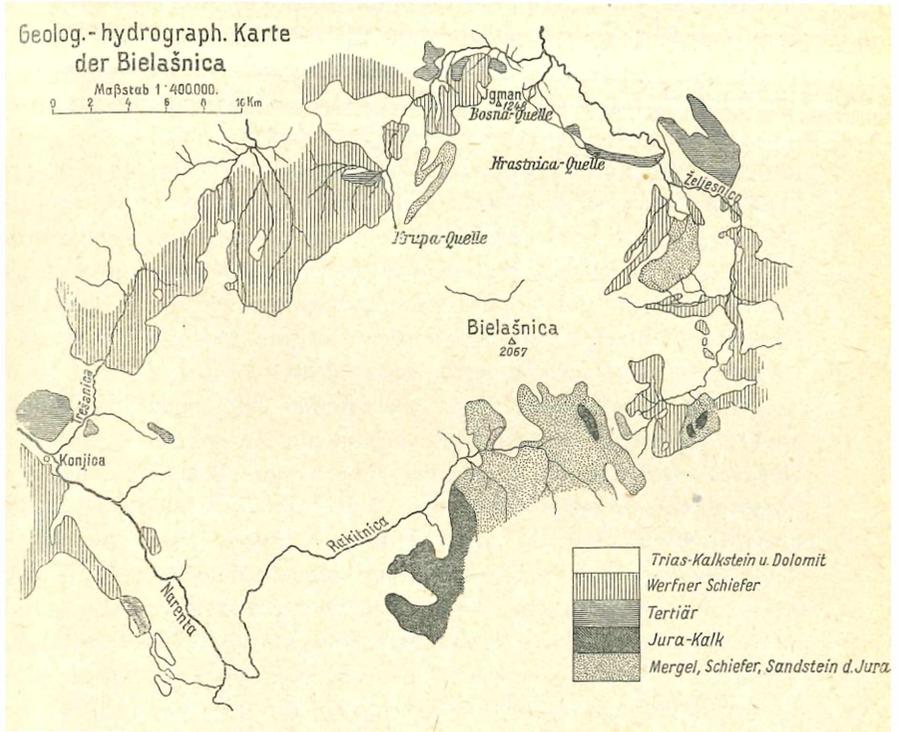
<sup>1)</sup> A. a. O., S. 314 ff.

<sup>2)</sup> Geologische Karten von Walter, Rücker s. o. und für die östlichen Teile die neue Landesaufnahme.

rakters treffen wir südlich der Vrbasquellen bei Uzdol, mit einem Steilabfalle gegen das Volujöicatal, ein Nebental des Ramaflusses, abbrechend, durchschnittliche Höhe 600—700 m, ein drittes in dem Winkel zwischen Rama und Narenta, die Bokševica pl. mit der 1315 m hohen Jabuka, deren Niederschlagswässer hauptsächlich nach Westen abgeleitet werden, wo sie in einer Reihe von Quellen, besonders bei Rodici, zutage treten. Diese beiden Plateaus bestehen aus Triaskalk und bei dem zweitgenannten fällt der Quellhorizont mit einem Aufbruch der Werfner Schichten genau zusammen. Diese drei Gebiete haben zusammen einen Flächeninhalt von 28·4 km<sup>2</sup>. Endlich gehört noch zum Erzgebirge der Triaskalkstock der Ormanj pl. mit dem gleichnamigen höchsten Punkte (1143 m) genau nördlich der Eisenbahnstation Pažarić der Linie Sarajevo—Konjica. Es fällt eben auch hier wieder die orographisch am stärksten hervortretende Tiefenlinie mit der geologischen Grenze nicht zusammen. Diese Kalkscholle wird gegen Norden und Westen zur Lepenica entwässert, doch schiebt sich hier ein breiter Streifen Werfner Schichten ein, der die Fläche unterirdischer Entwässerung stark einschränkt. Knapp unterhalb Pažarić steht dieses Kalkgebiet in ununterbrochener Verbindung mit der am rechten Ufer der Zujevina sich ausbreitenden gewaltigen Triasmasse der Bjelašnica, ebenso oberhalb der nächstfolgenden Station Hadžići. Dazwischen ist aber ein Aufbruch der Werfner Schichten, was auch im Landschaftsbilde sofort zur Geltung kommt, es ist die Erweiterung des sonst engen Tales, in dem nur Fluß, Straße und Bahn Platz finden, bei dem Flecken Gradac. Dieser Rand wurde am 10. August begangen. Gegenüber der Krupamündung entspringt eine starke Quelle, vom Ormanjplateau gespeist; sie wurde schon 1879 vom Militär in Stein gefaßt und wird viel benützt, die Temperatur des vortrefflichen Wassers beträgt 9°. Das Schiefergebiet weiter abwärts hat kleine, trübe Bächlein, die Triaskalkwand im Norden zeigt mächtige Nischen hoch über dem jetzigen Flußniveau, eine unbedeutende, aber nie ganz versiegende Quelle an der Straße — damals 12° — dürfte wohl nur einen Teil der im Innern verborgenen Wasser verraten, die anderen treten direkt in den Fluß ein. Im Norden breitet sich ein großes Gebiet Werfner Schichten aus, so daß als unterirdisch entwässert nur 15·6 km<sup>2</sup> bezeichnet werden können.

2. Die zweitgrößte zusammenhängende Fläche, die oberirdischer Entwässerung entbehrt, innerhalb des uns beschäftigenden

Gebietes ist die südlich der genannten Bahnlinie gelegene Masse der Bjelašnica pl. mit dem Igman (vgl. die Figur). Bei Lukas ist es die fünfte Unterabteilung des ostbosnischen Kalkgebirges und er gibt als Grenzen an: die Bahnlinie Blažuj—Konjica, Narenta aufwärts, Rakitnica aufwärts über den Sattel Biela lieska ins Tal der Biela rieka, die in die Željesnica mündet, deren Lauf verfolgend wir wieder ins Sarajevsko polje gelangen; der so umgrenzte Landstrich



hat 594 km<sup>2</sup>. Entsprechend der vorherrschenden Gesteinsart — Triaskalk — ist er zum größten Teile unterirdisch entwässert, und zwar verläuft die Hauptwasserscheide Bosniens über dieses Gebirge hin, ohne daß man sie genauer feststellen könnte. Die eigentliche Bjelašnica, eines der stattlichsten bosnischen Gebirge, das man von der Bahn aus prächtig überblickt, wird zum Teile zur Narenta entwässert, und zwar unmittelbar zu diesem Flusse oder durch Rakitnica und Trešanica, deren Tal von der Bahn benützt wird. Die nördlichen Partien der Bjelašnica, gerade die höchsten Erhebungen, die Vlahina (2057 m) und die das meteorolo-

logische Observatorium tragende Bjelašnica (2067 m) sowie die nordöstlich vorgelagerte breite Fläche des bewaldeten Igman mit dem Crni vrh (2502 m) gehören unstreitig zum Einzugsgebiete der Bosna, deren berühmte Quellen ja das beste Beispiel karstmäßiger Entwässerung abgeben. Für das Studium der geologischen Beschaffenheit des Gebirges steht uns außer der grundlegenden Arbeit Bittners die neue geologische Landeskarte zur Verfügung, die nördlichsten Teile fallen sogar in den Bereich der Detailstudie Kittls und gelangen auf dessen Spezialkarte zur Darstellung.<sup>1)</sup> Auch sonst ist dieses Gebiet in der Literatur besser bedacht als die früher besprochenen und dazu wurden noch Begehungen vorgenommen, so daß wir ein erschöpfendes Bild bieten können.

a) Die Südostgrenze. Die Längsachse des Kalkplateaus verläuft von Südwest gegen Nordost und es ist schwer, den Grenzverlauf einfach nach einer Weltrichtung zu benennen. Die Einsenkungen zu beiden Seiten sind durch das Auftreten wasserundurchlässiger und daher der oberirdischen Erosion verfallener Gesteine bedingt. Das Gebiet des Dezojino brdo (1380 m) besteht aus jurassischen Mergeln und Sandsteinen; dort sucht man vergeblich Karstformen, wohl aber finden wir zahlreiche Quellbäche, die sich zur Rakitnica vereinigen. In einer langen, tief eingeschnittenen Schlucht durchbricht dieser Bach die mächtige Triaskalkmasse gegen Südwesten und mündet nach fortwährend oberirdischem Verlaufe in die Narenta. Daher müssen wir trotz der völligen Gleichartigkeit des Gesteines rechts und links der Schlucht doch diese als Grenze bezeichnen, man wird auch kaum annehmen dürfen, daß etwa unter dem Flußbette Niederschlagswässer der Bjelašnica nach dem jenseits gelegenen Gebiete des Ljeljen (1904 m) entweichen könnten. Infolge der im wasserundurchlässigen Gesteine entspringenden Quellen konnte sich die Rakitnica ihr Bett selbst auszementieren, es ist ungemein tief eingeschnitten, so daß die Unterlage der Triaskalke nicht sehr tief darunterliegen dürfte, wenn sie auch nirgends aufgeschlossen erscheint. Gerade westlich des Dezojino empfängt die Rakitnica mehrere Zuflüsse auf beiden Seiten, von denen einer eine größere Doline des Bjelašnicagebietes entwässert, und betritt bei der Höhen-

<sup>1)</sup> E. Kittl, „Geologie der Umgebung von Sarajevo“. Jahrbuch der k. k. geol. Reichsanstalt 1903, Bd. 53, Heft 4, Wien 1904 erschienen, S. 515—748, auch separat, dazu „Geol. Karte der Umgebung von Sarajevo“. Maßstab: 1 : 75.000.

kote 1172 m das Kalkgebiet, in dem sie etwa 20 km zurücklegt, um bei der Höhenkote 363 sich mit der Narenta zu vereinigen. Stellenweise ist das Gefälle sehr stark, z. B. im Mittelstücke; hier haben wir bei einer Länge von 5 km einen Höhenabstand von 1002 auf 502 m. Ähnlich dem Ugar stürzt der Bach in einer Felsschlucht herab; doch folgen dann bewaldete Abhänge und die eigentlichen Steilränder der Plateaus sind voneinander 3—4 km entfernt. Beide senken sich gegen die Narenta zu, das der Bjelašnica von 1800 auf 1200 m, das des Ljeljen von 1800 auf 1400 m. Knapp vor der Vereinigung mit der Narenta muß die Rakitnica einen mächtigen Felsriegel durchsägen, der, wie die Kalkwände überhaupt, reich an Höhlen ist. Auf dem ganzen Wege empfängt der Bach keine dauernden und daher kartographisch festgehaltenen Zuflüsse; die Niederschläge- und Schmelzwässer des Plateaus gehen offenbar in kleinen Wildbachbetten zu Tal oder vereinigen sich erst im Flußbette mit der Hauptader. Gerade nördlich der Höhenkote 1002 trennt ein fast nord-südlich verlaufendes Tal den Javorak (1868 m) östlich von der Lovnica (1857 m) westlich. Es ist das Ende einer mit dem Dugo polje südwestlich der eigentlichen Bjelašnica beginnenden Furche und hier ist sogar ein Bächlein vorhanden, das aber nicht die Kraft fand, die Rakitnica zu erreichen, sondern bei 1472 m Höhe verschwindet. Nordwestlich der Höhenkote 502 der Talsohle liegt nicht weit vom Plateaurande entfernt in einer größeren Doline des hier echt karstmäßigen Almbodens bei der 1200 m-Isohypse ein See ohne Zu- und Abfluß.

Auch die Narenta ist hier durchwegs in Triaskalk eingeschnitten, doch empfängt sie von den Abhängen des Bjelašnica-gebirges einige kleinere Zuflüsse, die zum Teile mit dem Aufbruche der Werfner Schiefer bei Spiljani kausal zusammenhängen. Der bedeutendste Zufluß, der Ljutabach, entspringt im reinen Kalkgebiete bei 376 m Höhe als starke Quelle und mündet oberhalb Konjica bei der Höhenkote 278 m nach einem Laufe von 4 km. Auch längs der Straße im Narentatale entspringen zahlreiche Quellen, wir werden also die Grenze des unterirdisch entwässerten Terrains zwischen dem Plateaurand und dem Flußlaufe annehmen. Wandern wir von der Ljutaquelle gegen Norden über den gegen Konjica am meisten vorgeschobenen Ausläufer des Plateaus, so kommen wir in das Gebiet von Dzepe, wo eine kleine Tertiärauflagerung in einer Meereshöhe von 700—800 m die Ursache zahlreicher Quellen ist, die nach Westen einen Bach zur

Trešanica entsenden.<sup>1)</sup> Damit kommen wir zur Linie Konjica—Sarajevo.

b) Nordwestgrenze. Die verkehrsgeographisch so wichtige Einsenkung des Ivansattels, die etwas an den Semmering erinnert, wird durch einen gewaltigen Aufbruch der Werfner Schiefer bedingt, die etwas oberhalb der Eisenbahnstation Podorošac im Trešanicatale beginnen, geschlossen bis Pazaric reichen, dann wiederholt auftreten. Vor allem ist der Winkel, den die Bahn von Pazaric bis Ivan beschreibt, von diesen Schichten erfüllt, nur die höheren Vorberge des eigentlichen Plateaus stellen Kalkinseln vor, so der Ragal (1134 m), der Jagorsko (944 m), der Rudno brdo (1270 m) u. a. Dementsprechend verläuft auch die Grenze des der oberirdischen Wasserläufe entbehrenden Landes meist auf dem Plateaurande, erst im nordöstlichen Teile können wir uns wieder etwas der Talfurche der Zujevina nähern. Die geologische Karte zeigt oft charakteristisch den unverkennbaren Zusammenhang des hydrographischen Netzes mit der Gesteinsunterlage.<sup>2)</sup> Am Fuße des Pieševac (1605 m), der als einer der Ecktürme des mächtigen Massivs dasteht, entspringt bei 900 m gerade an der Grenze des Kalkes und Schiefers der Brčanibach und mündet nach südwestlich gerichtetem Laufe in die Prešanica knapp unterhalb der Station Brčani. Die große Bahnschleife unterhalb des Ivantunnels gehört ganz dem Werfner Schiefer an, in dessen Gebiet auch alle jene zahlreichen Quellbäche entstehen, die sich bei Tarčin vereinigen und als Lepenica die paläozoische Masse des Tmor (1315 m, westlich) und des Vranči brdo (904 m, östlich) durchbrechen. So entspringt der Korčabach bei 1000 m Höhe knapp oberhalb der Grenze des Werfner Schiefers, der Budmiličibach wird durch die im Innern des Ragal aufgespeicherten Niederschlagswässer genährt, weiter östlich vereinigen sich im Biočobach zahlreiche Wasseradern. Die Gegend ähnelt steirischen Mittelgebirgslandschaften. Zwischen Tarcin und Pazaric ist eine Wasserscheide, denn bei letzterem Orte versammeln sich die Quellbäche der Zujevina. Unmittelbar bei der Station Pazaric ist eine

<sup>1)</sup> Erwähnt wird dieses Tertiärgebiet bei A. Bittner, „Geol. Mitteilungen aus dem Werfner Schiefer- und Tertiärgebiet von Konjica und Jablanica an der Narenta“. Jahrbuch der k. k. geol. Reichsanstalt, 38. Bd., 1888, S. 321.

<sup>2)</sup> Da sowohl die stumme hydrogr. Karte als die geol. im Maßstab 1:200.000 vorlagen, konnte man sie sozusagen aufeinanderlegen und das so erhaltene Bild zeigt die Kartenskizze auf S. 29.

tertiäre Ablagerung aufgeschlossen, gegen Südosten zieht sich das Tal des Ljubovčići im Gebiete des Werfner Schiefers. Der Bach erscheint plötzlich ziemlich stark im weißen Kalkschutt am Fuße der Berghänge, treibt einige Mühlen und führt viele Kalkblöcke mit sich. Im Hintergrunde führen trockene Wildbachbetten zu Tal. (Diese und die folgenden Partien wurden persönlich besichtigt, und zwar am 10. und 14. August 1909.) Wandert man von diesem Tale über einen Querriegel ostwärts, so erreicht man die stattliche Krupaquelle. Bei 750 m entspringt am Fuße einer Felswand, aber auch noch mitten im Kalkgestein ein stattlicher Bach, der gleich eine gewaltige Sägemühle treiben konnte. In jüngster Zeit ist sie allerdings durch eine Dampfsäge ersetzt. Ein trockenes Bachbett führt von rechts her, wird zur Zeit des Hochwasserstandes benützt; zur Zeit der Besichtigung entströmte der Bach nur einer einzigen Öffnung, in der anscheinend von unten her Wasser sich sammelt, die daneben gelegene Höhlung hatte einen zu hohen Rand, so daß das Wasser nicht darüberfließen konnte; ein wenige Dezimeter höherer Stand würde dazu genügen. Es ist eine charakteristische perennernde Flußquelle, wenn auch im Hochsommer sehr schwach. Das Wasser hat vorzüglichen Geschmack bei einer Temperatur von  $5.5^{\circ}$ . Im Sommer versiegt gelegentlich der Bach in seinem eigenen Schotter bei der großen Mühle der Firma Feltrinelli, um erst weiter unten wieder zum Vorschein zu kommen. Gleich unterhalb des Ursprunges wollte diese Firma eine Zementbrücke bauen, sie wurde aber weggerissen und nur Trümmer deuten darauf hin. Im Winter wird der Bach wieder sehr klein, doch gefriert er nie ganz. Am stärksten fließt er im März—April infolge der in den niedrigen Lagen früh einsetzenden Schneeschmelze und im Oktober—November, den Herbstregen folgend. Nördlich der Krupaquelle finden wir bei Lokve eine jurassische Mergelaufagerung, die Werfner Schichten treten wieder ans rechte Ufer der Zujevina und so finden wir hier bei Hadžići mehrere kleinere Bäche und zahlreiche Quellen. Derart gelangen wir zur Bruchlinie Blazuj—Busovača, die in der Fortsetzung gegen Südost den landschaftlich beherrschenden Rand des Igman gegen das Sarajevsko polje bedeutet.<sup>1)</sup>

c) Nordostgrenze. Dort, wo diese tektonische Linie von einer zweiten Südwest—Nordost verlaufenden, oberflächlich als Tiefen-

<sup>1)</sup> S. die schöne Abbildung bei Katzer, „Geol. Führer . . .“, S. 59.

furche erscheinenden getroffen wird, liegt gerade an der Grenze der Triaskalke und des Alluviums der schon oben erwähnte Bosnaursprung, die weitaus stärkste Quelle des inneren Bosniens.<sup>1)</sup>

In einer Meereshöhe von 502 m brechen die Wassermassen unter dem Damme der Straße und der Fußwege hervor, und zwar an verschiedenen Stellen; das Ganze zeigt nicht mehr den ursprünglichen Zustand, sondern ist durch menschliche Eingriffe stark verändert, förmlich zu einer Parkanlage umgewandelt, außerdem ist eine Forellenzuchtanstalt hier angelegt. Die Minimalergiebigkeit dieser Quellen wird auf 3000 Liter in der Sekunde = rund 2,600.000 hl pro Tag geschätzt, die Temperatur betrug 6,5—8°; wirtschaftlich kann die Quelle nicht ausgenützt werden, da sie zu tief liegt, sowohl für Wasserleitungszwecke als auch zur Gewinnung elektrischer Kraft.<sup>2)</sup> So strömt die Bosna sofort als starker Fluß dahin, die nähere Umgebung oft stark überschwemmend. Wandern wir am Rande der Triastafel weiter südöstlich, so treffen wir zahlreiche, freilich gegenüber dem Bosnaursprung verschwindend kleine Quellen, deren Abläufe träge in dem sehr ebenen, feuchten Wiesenboden dahinschleichen und sich zu einem braunen Bächlein vereinigen. Bei Hrastnica schiebt sich zwischen dem Alluvium der Ebene und den Triaskalken eine tertiäre Mergelablagerung ein und dort entspringt eine stattliche Quelle. In einem kleinen Becken am Fuße der Felswand sprudelt von unten Wasser herauf, füllt die Schale und fließt als starker Bach ab; klar und rein, wohlschmeckend, besitzt das Wasser eine Temperatur von 7°, bleibt nie ganz aus; die absolute Höhe der Quelle beträgt 520 m, für die Ergiebigkeit liegen nur Stichproben vor: 18. Juli 1908 400 Sekundenliter = 350.000 hl pro Tag, 18. September 1908 75 Sekundenliter = 65.000 hl pro Tag.<sup>3)</sup> Einige Minuten östlicher stößt man auf ein Trockental, an dessen unterem Ende eine unansehnliche Quelle mit minderwertigem, 11°igem Wasser entsprang. Nach starken Regengüssen kommt etwas höher Wasser heraus, nach der Schneeschmelze und den Herbstregen tritt es unmittelbar aus der das Tal abschließenden Felswand hervor und das ganze Tal füllt sich mit Wasser. In diese Felswand führt

<sup>1)</sup> Abbildung bei Katzer, „Geol. Führer . . .“, S. 133, Text S. 130 ff. und Kittl, a. a. O., S. 120 f.

<sup>2)</sup> Ballif, a. a. O., II. T., S. 105.

<sup>3)</sup> Diese Zahlen verdanke ich einer freundlichen Mitteilung des Ingenieurs bei der Landesregierung in Sarajevo, Herrn Andreasch.

ein etwas geneigter Gang, in den man 23 m lang eindringen kann; dann stößt man auf frisches, klares Wasser, das gelegentlich auch im Sommer so hoch steigt, um die Oberfläche zu erreichen. Ein weiteres Vordringen ist unmöglich. Charakteristisch ist eine Erzählung, die sich im Volksmunde erhält und der die richtige Anschauung von dem Zusammenhange all der Klüfte im Kalkgestein zugrunde liegt: Eine benachbarte Schlucht stürzte einst zusammen und begrub drei Mädchen, bei der Bosnaquelle kamen bald darauf Stücke der Unglücklichen zum Vorscheine. An zwei Stellen tritt das Alluvium unmittelbar ans Triasgebiet heran und bei der weiteren Wanderung gegen Ost kommen wir ins Tal der Željeznica und müssen gegen Südwest uns wenden.

d) Die Ostgrenze. Wir haben am linken Ufer der Željeznica zahlreiche Aufbrüche der Werfner Schichten und das Gebiet der 968 m hohen Rosca besteht aus jurassischen oder kretazischen Mergeln und schieferigen Sandsteinen. Die Folge dieser geologischen Beschaffenheit ist ein reichverzweigtes Netz oberirdischer Entwässerung, deren Hauptadern, der Trešjenicabach und die Biela rieka, eine aus Triaskalken bestehende, dolinenbesäte Platte mit einer Durchschnittshöhe von 1000 m umschließen. Den letztgenannten Bach verfolgend, gelangen wir über den Bielasattel ins Tal der Rakitnica, deren Quellgebiet wir oben beschrieben haben; die Umgrenzung ist somit abgeschlossen. Dieses ganze Gebiet — 373 km<sup>2</sup> — entbehrt geschlossener oberirdischer Entwässerung; in den höheren Teilen rau und unwirtlich,<sup>1)</sup> in den tieferen Regionen bewaldet, aber doch echt karstmäßig gestaltet, erinnert es stark an das Hochschwabplateau. Unmittelbar am Nordrande der höchsten Stufe, an deren Ostende das Schutzhans und die meteorologische Station sich befinden, bilden mehrere Bächlein in dem dichtbewaldeten Gebiete einen Wasserlauf, der aber gegen Osten in jener Tiefenlinie verschwindet, die als Veliko polje in Nordwest—Südostrichtung das Igmanplateau durchsetzt und einige Quellen enthält. Mehrere Tümpel (lokva genannt) deuten auf eine tektonische Störung oder auf das Vorhandensein eines Mergelniveaus.<sup>2)</sup> Die gewaltigen Niederschläge der Bjelašnica fließen also durchwegs unterirdisch ab. Die durchschnittliche Niederschlagsmenge wurde für das Observatorium mit 2070 mm bemessen

<sup>1)</sup> S. die Abbildung bei Richter s. a. O., die auch Katzer, „Karst...“, S. 22, übernahm.

<sup>2)</sup> Kittl, s. o.

und diese Zahl für das Gebiet über 1600 m überhaupt angenommen, für das von 1300—1600 m ein Niederschlag von 1087 mm, für 1000—1300 m 983 mm, für 700—1000 m 937 mm, für 500—700 m 832 mm.<sup>1)</sup>

Betrachten wir auf unserer hydrographischen Karte das Gebiet östlich der Žejeznica gegen die Drina hin, so suchen wir vergeblich große Lücken in dem Netze der Wasseradern und ein Blick auf die geologische Karte lehrt uns den Grund dieser Erscheinung; zahllose Aufbrüche der Werfner Schichten durchsetzen das Gebiet der Triaskalke und Dolomite, lösen es in eine Reihe von größeren oder kleineren Inseln auf, die zum Teile auch oberirdische Bachläufe enthalten, und von Osten her reicht das Gebiet der paläozoischen Sandsteine und Schiefer weit über die Drina herüber, bis zur Željeznica nördlich von Trnovo. Während der Fahrt auf der herrlichen bosnischen Ostbahn — Sarajewo—Landesgrenze — hatte ich genugsam Gelegenheit, den Wechsel des Gesteins und der davon abhängigen Landschaftsformen zu studieren. Hier seien nur noch einige erkennbare Gebiete unterirdischer Entwässerung in jenen Bergzügen, die Lukas als vierte Unterabteilung des ostbosnischen Kalkgebirges, und zwar unter dem Namen „Gola Jahorina planina“ zusammenfaßt, ausgeschieden. Die Begrenzung dieser Gruppe, die eine Fläche von 1181·25 km<sup>2</sup> einnimmt, gibt Lukas in gelungener Weise wie folgt an: Željeznica—Rogojsattel—Paljonska (eigentlich Dobropoljska rieka), Bistrica — Drina von Foča bis Ustiprača — und die Bahnstrecke Sarajevo—Ustiprača. Weniger einverstanden kann ich mich damit erklären, daß Lukas den Ausdruck „Karstalpengebirge“ für diese Gebirgszüge so ganz verwirft und meint, man könne weder von Verkarstung nach von alpiner Natur dieser Plateauberge sprechen. Das geht denn doch zu weit, man muß keineswegs die norwegischen Fjelde zum Vergleiche heranziehen, es genügt vielmehr ein Blick nach Obersteier, um ähnlich beschaffene Gegenden kennen zu lernen, und wie Wien seine zweite Wasserleitung mit den Quellen des Hochschwab speist, so sah sich die Gemeindeverwaltung von Sarajevo bei den Studien für die notwendige Vergrößerung seiner Hochquellenleitung in diesem Gebiet mit

<sup>1)</sup> Ballif, H. T., S. 18/19. Etwas andere Daten bringt desselben Verfassers „Organisation du Service Météorologique en Bosnie—Herzégovine...“, Paris 1900, S. 31... vor allem die dort beigegebene Niederschlagskarte im Maßstabe 1 : 900.000.

Erfolg um. Der große östliche Teil freilich entbehrt als geschlossenes Schiefergebiet der Karstnatur vollständig. Im westlichen Teile haben wir drei Gebiete unterirdischer Entwässerung in nennenswertem Umfange:

3. In der Richtung Nordwest—Südost erstreckt sich als schmale Ellipse die Hochfläche der eigentlichen Jahorina, 1892 m im westlichsten Teile erreichend, während sie mit der 1913 m hohen Gola Jahorina im Südosten kulminiert. Fast ringsum von Werfner Schichten umschlossen, stellt es ein hydrographisches Zentrum dar, das durch die in den Dolinen und Lokven der unbewaldeten Höhe sich sammelnden Niederschlagswässer auf unterirdischem Wege zahlreiche Quellen ernährt, die meist scharf mit dem Rande der Schiefer und Kalke zusammenfallen.<sup>1)</sup> Nach allen Seiten strömen die Gewässer, nach Süden zur Crna rieka, dem unterhalb Trnovo in die Željeznica einmündenden Bache, nach Nordwesten zum Kassidolerbache und zwischen diesen beiden reicht mit dem teilweise bewaldeten, an Dolinen reichen Crni vrh (1789 m) das Karstterrain weit nach Westen. Im Nordosten vereinigen sich viele Quellbäche zur Prača und da hier der Werfner Schiefer hoch hinaufreicht, sind die zahlreichen Quellen in einer Höhe von 1500—1700 m anzutreffen. Anlässlich der Studien zur zweiten Sarajevoer Wasserleitung machte man an diesen Quellen Ergiebigkeitsmessungen, die merkwürdige, noch nicht recht verständliche Ergebnisse hatten. Sehr hoch gelegene Quellen, kaum noch von anderen Gebirgshöhen überragt, erwiesen sich als gleichmäßig, stark und andauernd fließend. Die eigentliche Pračaquelle, 1460 m hoch gelegen, hat eine Leistung von 90—130 Sekundenlitern = rund 90.000 hl pro Tag; trotz monatelanger Dürre behielt sie die Tagesleistung von 70.000 hl.<sup>2)</sup> Es ist ganz unverständlich, wo dieses viele Wasser aufgespeichert sein könnte. Selbst das ganze darüber befindliche Bergvolumen als Hohlform angenommen, genügt nicht, um das fortwährende Abfließen einer solchen Menge bei dem vollständigen Fehlen neuer Niederschläge zu erklären. An eine unterirdische Speisung dieser Quellen von der Javorina

<sup>1)</sup> Kittl, a. a. O., S. 616 (102): „... so ist für die orographische Gestaltung der Gegend wie für die hydrographischen Verhältnisse die Grenze zwischen untertriadischem Sandstein und Triaskalk die wichtigste aller geologischen Scheidelinien dieses Gebietes.

<sup>2)</sup> Diese Angaben verdanke ich einer freundlichen Mitteilung des Herrn Oberingenieurs bei der Stadtgemeinde Sarajevo, Popper.

her kann man wohl kaum denken, da ja unter den hier herrschenden Werfner Schichten andere undurchlässige Gesteine liegen. Man wird versucht, daran zu denken, ob nicht etwa die während des Tages der Luft mitgeteilte Feuchtigkeit sich wenigstens teilweise in den kühleren Stunden verdichte, von der Erde aufgenommen werde, um neuerlich herauszutreten. Jedenfalls sind noch eingehende Studien und Messungen nötig, um diese Frage zu lösen.

4. Nördlich dieses Hochplateaus der Jahorina liegt die annähernd quadratisch umgrenzte vorgelagerte Plateaufläche der Javorina, bei der Durchschnittshöhe von 1400—1500 m eines der großartigsten Urwaldgebiete Bosniens; seit Eröffnung der Ostbahn wird es von den Sarajevoanern viel aufgesucht, von der Station Pale führt eine Rollbahn weit hinein in die herrlichen Waldbestände, die erst langsam gelichtet werden. Dabei ist es aber ein echtes Karstland, oberirdische Flußläufe gehören fast nur der Umrandung der Werfner Schichten an, während das Innere mit Karsttrichtern und Dolinen besät erscheint. Auch einige starke Quellen sind Zeugen der Karstnatur, so die der Bistrica im Südwesten, des Jahorinabaches im Nordosten.

5. Das letzte Stück unterirdischer Entwässerung, mit dessen Betrachtung wir vorläufig diese bosnischen Studien abschließen wollen, liegt westlich von den zuletzt genannten gegen Sarajevo hin sich erstreckend, begrenzt im Süden von dem der Željesnica zueilenden Kassidolerbache, im Norden von der eben erwähnten Bistrica und der Miljačka. Das Wahrzeichen Sarajevos, der Trebević (1629 m), und seine Parallelzüge gehören hierher und entsprechend dem mannigfaltigen Aufbau, Kalke mit Schiefen und Sandsteinen abwechselnd, entspringen hier zahlreiche größere und kleinere Bäche, die teils nach Norden zum tiefeingeschnittenen, cañonartigen Miljačkatal, teils nach Westen, ins Polje von Sarajevo, abfließen. Im Süden tritt die Grenze des oberirdischer Flußläufe entbehrenden Landes bis nahe an den Kassidolerbach heran, der, nahe der Jahorina entspringend, im Oberlaufe meist Werfner Schichten, im Mittelstücke jedoch Triaskalke durchquert, bis er ins Tertiärgebiet von Sarajevo eintritt. Im Westen ist der Grenzverlauf recht unregelmäßig, da die Aufbrüche der Werfner Schichten immer von Quellen begleitet sind, so z. B. denen des Lukovicabaches. Außerdem stoßen hier die Triaskalke an die tertiären Sandsteine und Mergel, resp. Tegel, auf denen ja auch Stadtteile der bosnischen Metropole liegen. Aus diesen Grenz-

gebieten dürfte auch noch die schon im Weichbilde der Stadt gelegene Kovačićiquelle genährt werden. In einer Seehöhe von 500 m entspringt sie mit einer andauernden Mächtigkeit von 60 Sekundenlitern = rund 52.000 hl pro Tag, immer klares, 13<sup>o</sup>iges Wasser liefernd; sie wurde bereits zur Vergrößerung der Wasserleitung gefaßt. Bei der Appelstraße entspringt der Bistričičibach, östlich der Trebevičhöhe, wieder am Rande der Werfner Schichten ein Bächlein, das knapp oberhalb der Vereinigung der Mokranjska- und Paljanska-Miljačka in diese sich ergießt. So verläuft die Grenze in einiger Entfernung, parallel zu der Bahnlinie, die, durchwegs am linken Ufer verbleibend, die Höhe der Wasserscheide erklimmt. Plateauflächen sind in diesem Gebiete kaum angedeutet, doch finden wir genug Dolinen, wenn auch unter dem Waldkleide verborgen. — Nördlich von Sarajevo liegen jene Karstberge, die die Hauptquelle der ersten modernen Wasserleitung der Stadt, die Moščanica, speisen, weiter entfernt im Nordosten die gewaltigen Plateaus der Romanja planina, südöstlich der Bjelašnica die der Zagorje, alle auch auf weite Flächen oberirdischer Entwässerung entbehrend. Da es mir aber noch nicht vergönnt war, auch nur einzelne Punkte dieser Gegenden zu besuchen, muß ich diesmal abbrechen, und es erübrigt nur noch, einige allgemeine Betrachtungen und Schlüsse aus dem vorliegenden Beobachtungsmaterial zu schöpfen.

### Schluß.

Auch in Bosnien ist die Ausnützung der zahlreichen Karstquellen schon ziemlich weit vorgeschritten; gerade die eigentümlichen kulturellen Verhältnisse brachten es mit sich, daß seit jeher auf weitgehende Verwertung des Wassers geachtet wurde, und schon vor der Okkupation bestanden zahlreiche, freilich in hygienischer Beziehung vielfach recht mangelhafte Wasserleitungen. Über die neuen großen von Sarajevo, Travnik und Banjaluka wurde oben gesprochen, ebenso über die sonstige Verwendung der Karstquellen.<sup>1)</sup> Jajce hat eine Wasserleitung, die von Quellen in dem nördlich der Stadt gelegenen Carevopolje gespeist wird; deren Ergiebigkeit beträgt 7·36 Sekundenliter = über 6000 hl pro Tag. Gerade die stärksten sind schwer zu verwerten. Die Bosnaquelle

<sup>1)</sup> Die Darstellung der technischen Arbeiten für Wasserleitungen bildet den Hauptinhalt des 2. Bandes des Ballifischen Werkes, s. o.

liegt zu tief, die Krupaquelle südlich von Banjaluka hat in dem engen, fast unbewohnten Vrbastale keine praktische Bedeutung, die beiden nächstgelegenen größeren Orte Jajce und Banjaluka besitzen schon jetzt nicht bloß Wasserleitungen, sondern auch elektrische Beleuchtungs- und Kraftanlagen, jener das große Plivawerk, das dem oberen Plivasee eine gewaltige Wassermenge entnimmt und in erster Linie zum Betriebe des Karbidwerkes benützt wird. Die Messungen der Quellen werden oft von den Eingeborenen ungern gesehen, da jedes Dorf die Fassung und Ableitung der Quellen verhindern möchte, um sie für sich zu behalten; auch hier dürfte in Zukunft noch manche bessere Verwertung der Naturschätze eintreten. Wesentlich anders steht es mit der landwirtschaftlichen Bedeutung der unterirdisch entwässerten Gebiete in Bosnien gegenüber denen der nördlichen Kalkalpen. Die Karstnatur bringt immer eine Erniedrigung der Vegetationsgürtel mit sich; obwohl die von uns untersuchten Gebiete mehr an die Alpen als an den westbosnisch-dalmatinischen Karst erinnern, liegen die Flächen hier doch bedeutend tiefer. Dort waren es Hochplateaus, im Mittel 1500—2500 m hoch, hier haben wir außer dem Vlašić und der Bjelašnica fast durchwegs viel niedrigere Gebiete, die wenigstens teilweise dem Ackerbau gewonnen und daher bewohnt sind. Eine so umfangreiche Fläche wie die westlich des Vrbas mit rund 580 km<sup>2</sup> fanden wir nicht annähernd in unseren Alpen und es wäre sehr unangenehm, wenn dieses schöne Stück Land für die Besiedlung verloren wäre. Das ist eben zum Glück nicht der Fall; neben den Waldungen gibt es innerhalb dieser Fläche, die ja in geringe absolute Höhen herabreicht, noch genug, wenn freilich dürftiges Ackerland, und wenn auch keine größeren Ansiedlungen, so doch viele kleine.

In theoretischer Beziehung wäre zunächst folgendes zu bemerken: Die vielfach betonte besondere Neigung der Kreidekalke, dagegen geringere der Triaskalke und Dolomite zur Verkarstung tritt nicht immer streng hervor und man wird sich hüten müssen, diesbezüglich so scharfe Gesetze aufzustellen. Wenn anders die geologischen Karten nicht vollständig verfehlt sind, sehen wir oft echtes Karstland in Gebieten triadischer Dolomite, umgekehrt Kreidekalklandschaften mit allen Merkmalen oberirdischer Entwässerung. Man darf nicht verallgemeinern. Klimatische Kräfte, Pflanzenkleid und manche andere Ursachen wirken mit, um auf derselben Gesteinsgrundlage abweichende Erscheinungen hervor-

zurufen. In den tiefsten Lagen ist die Auflösung des Kalkes schon so weit vorgeschritten, daß die Rückstände die Spalten verklebten und nun ein oberirdischer Abfluß der Niederschlagswasser erfolgt. Gewiß, der Wechsel des Gesteins ist auch im Innern Bosniens die Hauptursache für das Auftreten von Quellen, aber wie schon einleitungsweise betont, lautet die Frage nicht, ob Trias- oder ob Kreidekalk, sondern ob Kalk oder Schiefer, Sandstein u. dgl. Im allgemeinen sind die Quellen an den Rand der Kalkgesteine geknüpft. Auch die Tektonik ist naturgemäß von Bedeutung, den Schichtneigungen folgen meist die Klüfte und daher das Abfließen der Gewässer im Innern. Doch besteht bei den bosnischen Kalkalpen kein so vorherrschendes Einfallen der Schichten in einer Richtung, wie es die nördlichen Kalkalpen, und zwar in nördlicher Richtung aufweisen, daher auch nicht Bevorzugung einer Richtung der Entwässerung. Die Plateaus zu beiden Seiten des Vrbas werden meist zu diesem entwässert, der Vlačić gegen Süden, die Bjelašnica gegen Norden. Die Größe der berechneten Fläche und der Niederschläge bedingt die Stärke der Quellen, doch werden meteorologische Beobachtungen noch viel zu kurze Zeit angestellt und ist das Netz der Beobachtungsstationen noch viel zu weitmaschig, um da genauere Berechnungen bezüglich dieses Verhältnisses von Niederschlag zu Abfluß zu gestatten und so die Höhe der Verdunstung festzustellen. Jedenfalls dürfte diese nicht unbedeutend sein, die Niederschläge fallen zum großen Teile in die heiße Jahreszeit, die Maxima allerdings verschieden, z. B. in Banjaluka im Juni, Jajce Mai, Travnik Januar, Oktober, Bjelašnica Januar . . .<sup>1)</sup>

Bezüglich der Hauptfrage auf karsthydrographischem Gebiete, der Stellungnahme zu Grunds Karstwassertheorie, liegen seit dem Vorjahre mehrere charakteristische Kritiken vor. Krebs verteidigte auf dem Salzburger Naturforschertage energisch die Anschauung der Wiener Schule,<sup>2)</sup> Cvijić nennt in einem Referate der Katzerschen Studie „Grunds Karstwasserhypothese, soweit sie neu ist, eine schematische Übertreibung einiger längst bekannter Erscheinungen, aber von Nutzen . . .“, in einer knapp

<sup>1)</sup> Auch Ballif betont die Kürze der meteorologischen Beobachtungen und die starken Unterschiede in den Regenmengen zweier benachbarter Stationen. „Organisation . . .“, S. 25/28.

<sup>2)</sup> S. z. B. Referat Stummers über diese Versammlung in den „Mitt. d. k. k. Geogr. Ges.“, 52. Bd., Heft 10/11, Wien 1909, S. 597.

vorher erschienenen Originalarbeit spielt aber doch ein „in der Tiefe liegendes wassergefülltes System von Klüften“ eine große Rolle.<sup>1)</sup> L. R. v. Sawicki sucht zwischen beiden Anschauungen zu vermitteln: beide, Grund und Katzer, gehen nach seiner Ansicht zu weit, der eine, wenn er die Existenz von Höhlenflüssen ganz leugnet, der andere, wenn er ebenso extrem jedes Grundwasser negiert.<sup>2)</sup> Endlich hat ein Autodidakt vom Standpunkte der praktischen Erfahrungen aus Grund's Hypothese ganz verworfen.<sup>3)</sup> Welche Schlüsse lassen sich nun auf Grund unserer Beobachtungen ziehen? Direkte Untersuchungen im Innern wurden nicht unternommen, dazu wäre eine viel eingehendere Vorbereitung notwendig gewesen, als sie mir möglich war. Auch ist sie vielfach von vornherein ganz ausgeschlossen durch die Natur der Wasserausstritte selbst oder deren künstliche Verbauung. Aber gerade der Umstand, daß die gewaltigen, im Innern der Berge verborgenen Wassermengen immer an einzelnen Stellen in besonderer Stärke ans Tageslicht treten, spricht entschieden für die Gerinne und gegen einen Grundwasserspiegel. Nehmen wir die zwei charakteristischen Beispiele aus den von uns untersuchten Gebieten, die Quellen bei Travnik und die am Igmanrande! Wenn wirklich innerhalb der Kalkplateaus ein zusammenhängendes oder wenigstens dieselbe Höhe in den Spalten erreichendes Kluftwasser vorhanden wäre, warum erfolgt da der Austritt nicht reihenweise in derselben Höhenlage, sondern an einzelnen verschieden hoch gelegenen Punkten, die noch dazu gelegentlich sich nach unten verschieben? Oder umgekehrt, es liegen Quellen in derselben Höhenlage und die eine ist dauernd, die andere periodisch; auch das wäre nicht recht erklärlich, wenn es sich um Austrittstellen des Grundwassers handeln würde. Wie käme es bei einem einheitlichen Grundwasserströme, daß an einer Stelle fast die ganze Niederschlagsmenge des Igman — im Bosnaursprung — hervorbricht, so daß

<sup>1)</sup> Cvijić, Referat der Katzerschen Studie im Literat.-Ber. zu Petermanns Mitteil., 55. Bd., 1909, Heft VII, S. 137/38 und derselbe, „Bildung und Dislozierung der dinarischen Rumpffläche“ ebendort, Heft VI ff., S. 122, 124. Gotha 1909.

<sup>2)</sup> Sawicki, „Ein Beitrag zum geographischen Zyklus im Karst“, ersch. in Hettners geogr. Zeitschrift, 15. Jahrg., Heft 4 und 5, Leipzig 1909, S. 188, 197, 277; derselbe: Referat über Katzers Studie, ebendort, XVI. Jahrg., Heft 1, 1910, S. 57.

<sup>3)</sup> Perko, „Die Tropfstein- und Wasserhöhle ‚Dimnice‘ (Rauchgrotte) bei Markovsina in Istrien“. Mitt. d. k. k. Geogr. Ges., 62. Bd., Heft 6, Wien 1909, S. 241—262.

alle anderen Quellen dahinter weit zurückstehen? Die Wiener Schule sucht Grund und Standpunkt zu verteidigen, indem sie betont, daß seine Gegner den Grundwasserspiegel zu hoch ansetzen, er sei eben in der Tiefe vorhanden, die Höhlenflüsse u. dgl. lägen viel höher. Bei unseren Beispielen wird das nicht gut gehen. Die Travniker Schiefer — gleichgültig ob Werfner oder noch älter — einesteils, das Alluvium des Sarajevsko polje andern-teils liegen so, daß man eine Fortsetzung der wasserundurchlässigen Schichten unter die Kalkbänke in horizontaler Richtung wird annehmen müssen, wenn sie auch nicht direkt nachgewiesen sind. Es bliebe daher für eine mit Grundwasser gesättigte Schicht ein viel zu geringer Spielraum übrig und ist der Bestand einer solchen kaum denkbar. Ferner sei noch folgende rein theoretische Erwägung gestattet: Wenn auch reines Wasser — ohne Kohlensäure — das Kalkgestein auflösen, d. h. in erster Linie Klüfte erweitern kann, so ist doch kein Zweifel, daß diese Fähigkeit mit zunehmender Tiefe immer geringer wird. Auch spricht zum mindesten kein Grund dafür, die natürliche Zerklüftung des Gesteins in der Tiefe größer anzunehmen als in den höheren Lagen, jedenfalls wäre eine geringere eher zu erwarten. Dies alles zusammengenommen ergäbe mit Wahrscheinlichkeit den Bestand einer recht dichten, wenig von Sprüngen durchsetzten Grundlage des Kalkgesteins oberhalb der wasserundurchlässigen Schichten und selbst wenn man sich diese Sprünge mehr oder weniger alle von Wasser erfüllt denkt, so ist der Ausdruck „Grundwasserspiegel“ wohl gar nicht berechtigt. Könnte man das ganze oberhalb dieser wassergefüllten Schicht liegende Land abheben, so würde man nicht etwa eine größere zusammenhängende Wasserfläche erblicken, ja kaum auch nur breitere seenartige Erweiterungen der einzelnen Wasseradern, sondern ein wohl recht weitmaschiges Netz feiner Adern; so etwas kann man doch nie mit einem „Spiegel“ vergleichen; der Ausdruck „Kluftwasser“ könnte noch eher gebilligt werden. Es läßt sich ja nicht leugnen, daß die Anhänger der Karstgerinne den Beweis für den Zusammenhang der Flußläufe im Innern noch vielfach schuldig geblieben sind; die Einzelerforschung unterirdischer Räume ist im Reichlande noch sehr unzulänglich und wir müssen hoffen, daß uns die Zukunft noch manche Rätsel lösen wird. Gerade in den von mir untersuchten Gebieten läßt sich schwer von verschwindenden und wieder auftretenden Flüssen sprechen und man müßte von den

Quellen aus ins Innere eindringen oder Bohrungen vornehmen, um den Verlauf der Gerinne festzustellen. Besonders oberhalb des Bosnaursprunges wären solche sehr lehrreich, freilich auch kostspielig und nur theoretisch wertvoll. Andernteils läßt sich auch ein solches Karstwasserniveau nicht unmittelbar nachweisen und, alles zusammengefaßt, muß ich betonen, daß mindestens die Notwendigkeit eines solchen für diese Gebiete ganz und gar nicht einleuchtet; es genügt vollkommen die alte Lehre von den Gerinnen, um alle Erscheinungen karsthydrographischer Art zu deuten. Wie es freilich in den Gebieten westlich der Sanalinie steht, das ist eine andere Frage, deren Beantwortung außerhalb des Rahmens unserer Betrachtung liegt. Wenn Katzer in seiner jüngsten Studie, die ungemein anregend wirkte, betonte, daß die Poljenponore während der Überschwemmung erst recht Wasser schlucken,<sup>1)</sup> so sagte er doch selbst an einer anderen Stelle, daß Ponore zeitweilig als Speilöcher wirken;<sup>2)</sup> die Erscheinungen am Livansko polje sollen mehr für die Grundsche Auffassung sprechen, wie mir von technischer Seite mitgeteilt wurde. Jedenfalls ist zu erwarten, daß im westbosnischen Karst in Kürze unterirdische Zusammenhänge zwischen Ponoren und Quellen oft nachgewiesen werden; dort ist es mit Opfern an Geld und Mühe wenigstens aussichtsvoll und nur so wird es möglich sein, dieses theoretisch und praktisch gleich wichtige Problem endgültig zu lösen, was heute mangels genügenden Materials noch nicht zu allgemeiner Zufriedenheit geschehen kann. Das einträchtige Zusammenwirken vieler, in erster Linie der dauernd im Karstland wirkenden Forscher und Techniker, muß zu dem ersehnten Ziele führen und wenn diese Studie als kleiner Beitrag zur Morphologie unserer so schönen und interessanten Reichslande gewürdigt wird, ist ihr Zweck erfüllt.

Marburg a. D., April 1910.

### Nachtrag.

Vorliegende Arbeit war bereits abgeschlossen und zur Drucklegung übersendet, als Grunds ausführliche Verteidigung seiner Anschauungen, insbesondere Katzer gegenüber, im Buchhandel

<sup>1)</sup> Katzer, „Karst- und Karsthydrographie . . .“, S. 53.

<sup>2)</sup> Derselbe, „Geol. Führer . . .“, S. 259.

erschien;<sup>1)</sup> da Grund meine bescheidenen Aufsätze gar nicht erwähnt, meine Zeit anderweitig in Anspruch genommen war und außerdem ich an den hier vertretenen Anschauungen festhalte, nahm ich keine weitere Rücksicht auf Grund's eingehende Ausführungen und muß es Katzer sowie den anderen dort bekämpften Vertretern der Gerinnslehre überlassen, ihre Ansichten entweder Grund anzupassen oder zu verteidigen. Nun verzögerte sich aber die Drucklegung dieser Studie sehr stark und es erschien inzwischen eine kritische Studie Grund's, die auch meine Arbeiten berührt.<sup>2)</sup> Trotzdem bin ich nicht in der Lage, an dem bereits Gesagten etwas zu ändern, nur einige Worte der Verteidigung seien gestattet. Mein Beobachtungsmaterial in den nördlichen Kalkalpen lag mir bereits fertig vor, als ich es bearbeitete, und es ließ sich tatsächlich ganz gut im Sinne der Grund'schen Theorie deuten. Als ich dann Katzer's Schrift in günstigem Sinne besprochen hatte, mußte ich logischerweise die ältere Deutung korrigieren und gewann auch tatsächlich die Überzeugung, daß ich voreingenommen alles beobachtet hatte; neues Beobachtungsmaterial gleich zu beschaffen, war nicht möglich. Diesem Zwecke neben andern diente ja die Studienfahrt im Sommer 1909, deren Ergebnisse eben hier niedergelegt sind. Ich betone ausdrücklich, daß ich Grund's neues großes Werk nicht durchgesehen habe, vielleicht werde ich in einem eigenen Referate dazu Stellung nehmen. Es liegt mir auch ganz ferne, meine kleine Studie Grund's hochbedeutenden Forschungen irgendwie zur Seite zu stellen, immer wieder halte ich mir vor Augen, nur ein bescheidener Gehilfe zu sein an dem gewaltigen Werke geomorphologischer Forschung, zufrieden damit, wenn deren große Meister etwas Verwendbares bei mir finden; der Lebensberuf eines Mittelschullehrers ist in erster Linie ein anderer, doch gewährt es eine geistanregende Abwechslung, wenn man auf fachwissenschaftlichem Gebiete mitarbeiten kann. Endlich scheint mir tatsächlich, was die Sache selbst betrifft, daß sich eigentlich Grund's Anschauungen von denen seiner Gegner vielfach nur durch verschiedene Nomenklatur und verschiedene Auffassung der Begriffe unterscheiden. Grund nennt „Grundwasser das in den Boden eingedrungene Meteor-

<sup>1)</sup> Grund, „Beiträge zur Morphologie des Dinarischen Gebirges“, ersch. in Pencks geogr. Abhandl., IX. Bd., Heft 3, Leipzig 1910.

<sup>2)</sup> Derselbe, „Zur Frage des Grundwassers im Karste“. Mitt. d. k. k. Geogr. Ges., Wien 1910, Bd. 53, S. 606 ff.

wasser, sobald es die vertikale Bewegung des Einsickerns mit der horizontalen Bewegung zur Quelle vertauscht hat<sup>1)</sup>. In diesem Sinne müßte ich freilich auch die zahlreichen Quellen, die in dieser Arbeit in Betracht kommen, als Austrittsstellen des Grundwassers bezeichnen, denn an das Ausmünden unterirdischer Flüsse, die stark geneigt oder gar vertikal zur Quelle hinfließen, kann man nicht denken und dachte ich auch nie. Allerdings gefällt mir der Ausdruck „horizontale Bewegung“ nicht ganz, denn bei vollständig horizontaler Lage ist eine Bewegung schwer möglich. Ich gestehe offen, daß Grund anscheinend auch nicht an einen Grundwasserspiegel denkt, dessen Annahme ich oben bekämpfte, wie aus seinen Ausführungen in dem Aufsätze, S. 611, hervorgeht. Und noch etwas: von Anfang an war es nicht der Hauptzweck meiner Kalkalpen-Studien, die zunächst den Inhalt meiner geographischen Hausarbeit bildeten, die Art der unterirdischen Entwässerung zu erklären, sondern es schwebte mir ein mehr der geographischen Statistik angehöriges Ziel vor, die Zahl und den Umfang solcher karstmäßig unterirdisch entwässerter Gebiete festzustellen. Grunds Forschungen waren von vornherein genetischer aufgefaßt, außerdem durch die Natur des Forschungsgebietes — Westbosnien . . . — bedingt; dort handelt es sich nicht um viele, sondern eigentlich um ein einziges gewaltiges Gebiet unterirdischer Entwässerung und man müßte Zahl und Umfang oberirdisch entwässerter Gebiete ermitteln, um einen Maßstab für die Ausdehnung des Karstphänomens zu erhalten. So würde man z. B. bestimmt von den 13.000 km<sup>2</sup> des Kronlandes Dalmatien nur einen kleinen Bruchteil als nicht der Karsthydrographie unterworfen finden.

Mit Recht haben daher auch mehrere Referenten meiner Studie deren Hauptwert in dieser statistischen Zusammenstellung erblickt; natürlich konnte ich die theoretischen Erklärungen der Karsthydrographie nicht außeracht lassen.

Marburg a. D., Jänner 1911.

*Dr. Max Hoffer.*

<sup>1)</sup> Mitt. d. k. k. Geogr. Ges., s. oben S. 610.

## Übersichtstabelle.

I. Zentralbosnisches Kalkgebirge . . . . .		Flächeninhalt 3093·75 km <sup>2</sup>
Davon unterirdisch entwässert:		
Am linken Vrbasufer	1. Plateau von Kruhari . . . . .	" 8·3 "
	2. Tominskabergstock . . . . .	" 13·6 "
	3. Plateau zwischen Sana und Vrbas . . . . .	" 578·4 "
	4. Masse der Gola pl. und des Pajindo . . . . .	" 72— "
	5. Waldplateau von Bilajce . . . . .	" 17·4 "
Am rechten Vrbasufer	6. Ponir Rücken . . . . .	" 30— "
	7. Plateau zwischen Vrbas und Vrbanja . . . . .	" 284·5 "
	8. Stol und Višnica . . . . .	" 36— "
	9. Gebiet von Bešpelj . . . . .	" 24·8 "
	10. Ilina greda . . . . .	" 17·4 "
	11. Gebiet von Koričani . . . . .	" 18·6 "
	12. Vlašić pl. . . . .	" 212·3 "
		<u>1323·3 km<sup>2</sup></u>
Bosnisches Erzgebirge:		
	Drei kleinere Kalkkrücken im südwestl. Teile zusammen	28·4 "
	Ormanj pl. . . . .	15·6 "
		<u>44·0 km<sup>2</sup></u>
II. Ostbosnisches Kalkgebirge:		
	1. Bjelašnica planina . . . . .	594— "
	Davon oberirdisch abflußlos . . . . .	372— "
	2. Gola Jahorina . . . . .	1181·25 km <sup>2</sup>
	Davon unterirdisch entwässert: a) Jahorina . . . . .	22·4 "
	b) Javorina . . . . .	20·7 "
	c) Trebević etc. . . . .	46·8 "
	Im ganzen Fläche der Karstgebiete . . . . .	<u>1829·2 km<sup>2</sup></u>

# ZOBODAT - [www.zobodat.at](http://www.zobodat.at)

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Mitteilungen der Österreichischen Geographischen Gesellschaft](#)

Jahr/Year: 1910

Band/Volume: [54](#)

Autor(en)/Author(s): Hoffer Max

Artikel/Article: [Unterirdisch entwässerte Gebiete in Innerbosnien 3-47](#)