

SEPARAT-ABDRUCK

AUS

WISSENSCHAFTLICHE MITTHEILUNGEN AUS BOSNIEN UND DER HERCEGOVINA,

VII. BAND, 1900.

---

DIE

KRYSTALLINISCHEN GESTEINE

DER

BOSNISCHEN SERPENTINZONE.

VON

DR. M. KIŠPATIĆ.

---

WIEN, 1900.

IN COMMISSION BEI CARL GEROLD'S SOHN.

DRUCK VON ADOLF HOLZHAUSEN.



# Die krystallinischen Gesteine der bosnischen Serpentinzone.<sup>1)</sup>

Von

**Dr. M. Kišpatić,**

Universitäts-Professor in Agram.

---

## I.

Ami Boué war der Erste, welcher sich mit dem Studium der geologischen Verhältnisse Bosniens befasste, und so finden wir in seinen Schriften auch die ersten Nachrichten über die bosnische Serpentinzone. Zufällig berührten die Punkte, welche Boué in Bosnien besuchte, nicht die Serpentinzone, die ihm so gut aus Serbien und Albanien bekannt war. Deshalb finden wir in seinem ersten Werke, in welchem er uns den reichen Schatz seines Wissens über die Geologie der Balkanhalbinsel aufschliesst, nämlich in dem Werke: „Esquisse géologique de la Turquie d'Europe, Paris 1840“, nur eine kurze Notiz über das Vorkommen von Serpentin bei Zvornik. Auch in seinem späteren Werke („Mineralogisch-geognostisches Detail über einige meiner Reiserouten in der europäischen Türkei“. Sitzungsber. der kais. Akademie der Wissensch. in Wien, 1870), in welchem er seine älteren Untersuchungen vervollständigte, finden sich neben der genannten Notiz nur noch einige Belege, welche er dem Werke Sendtner's: „Reise nach Bosnien. Von einem botanischen Reisenden. Ausland, 1848“ entlehnte, vor. Sendtner erwähnt, dass er im Bosnathale, unweit von Vranduk, Serpentin antraf, ebenso fand er hinter Vranduk Serpentin, Gabbro und Omphacit, dann an der Stelle, wo sich das Thal der Bosna erweitert, abermals Serpentin. Bei Žepče fand er in einem Bache Rollstücke von Diorit, Serpentin, Eklogit, Gabbro und Jaspis, welche über Serpentin und Diabas aufgehäuft liegen. In derselben Gegend fand er in den Bächen Gerölle von Syenit und Hornblendegestein und mächtige Eklogit- und Pyritfelsen. Bei Maglaj, wo das Thal enger wird, begegnete er wieder Serpentin, welchen er dann noch am westlichen Ufer der Spreča, unweit von Kiseljak, fand.

J. Roskiewicz erwähnt in seinem Werke: „Studien über Bosnien und Hercegovina, Wien-Leipzig 1868“ an mehreren Stellen krystallinische Gesteine der Serpentinzone, welche er auf einer Reise durch Bosnien fand und in Wien bestimmen liess. Während der Reise von Vareš nach Krivaja fand er, dass die Zarudje planina grösstentheils aus Serpentin mit Bronzit und aus Dioritschiefer besteht. Als er von Krivaja nach Tuzla über Uskopci (oder Oskupci) gegen Banovac reiste, fand er in der Vrana planina hauptsächlich Serpentin mit Bronzit. Am Lim zwischen Kratovo und Priboj treten abwechselnd Kalkstein, Thonschiefer und Serpentin auf, und beim Han-Na Uvcu zieht sich der Serpentin bis an das rechte Ufer des Lim. Ebenso fand er Serpentine entlang des Rzav bis in die Nähe von Višegrad.

---

<sup>1)</sup> Kristalinsko kamenje serpentinske zone u Bosni. Rad jug. akademije, Zagreb, CXXXIII.

Nach Roskiewicz finden wir nirgends mehr Daten über krystallinische Gesteine der bosnischen Serpentinzone vor, bis Bosnien und Hercegovina durch die österreichisch-ungarische Occupation in die Reihe der Culturstaaten Europas eingeführt wurden. Schon unter den Occupationstruppen waren einige junge Geologen (Ržehak, Schafarzik), von denen wir bereits im Jahre 1879 die ersten Nachrichten über Gesteine der bosnischen Serpentinzone erhielten. Dr. Fr. Schafarzik gab im Jahre 1879 eine kurze Notiz über den Diabas, auf welchem die Ruine von Dobož ruht (Földtani Közlöny Nr. 3, 4), und beschrieb denselben in der genannten Zeitschrift vom Jahre 1880, Nr. 9 bis 12 („Diabas von Dobož in Bosnien“).

Im Jahre 1879 liefert uns C. v. John eine Beschreibung krystallinischer Gesteine aus der Serpentinzone, welche von Ržehak und Paul gesammelt worden. Diese Beschreibungen finden wir in den zwei unten angeführten Werken vor. Im Frühjahre 1879 untersuchte C. M. Paul den östlichen Theil des nördlichen Bosnien und beschrieb in seiner Abhandlung: „Beiträge zur Geologie des nördlichen Bosnien“, Jahrbuch der k. k. geol. Reichsanstalt, 1879, Bd. 29, Heft 4“ die geologischen Verhältnisse dieser Gegend. Aus der Serpentinzone, welche hier entwickelt ist, erwähnt Paul an erster Stelle einen eigenthümlichen Complex von Gesteinen nördlich von Dobož, welchen Complex er „Schichten von Dobož“ benannte, und von dem er zugleich erwähnt, dass derselbe im nördlichen Bosnien ausserordentlich verbreitet ist. Dieser Complex besteht aus Kalkstein, Lagen von Jaspis und Hornstein, Hämatit, Serpentin und Gabbro. Weiters fand er bei den ersten Häusern von Dobož diabasähnliches Eruptivgestein, dann Diabas im Berge, auf welchem die Ruine von Dobož ruht. Südlich von Dobož begegnete ihm wieder Serpentin in Gesellschaft von Kalken. Am rechten Ufer der Usora unweit ihrer Mündung in die Bosna treten nochmals die Dobožer Schichten zu Tage, und von hier gegen Maglaj sind vorwiegend Serpentin und Olivin-gabbro entwickelt. Beim Han Moševac sah er einen schönen Serpentin, und etwas südlicher fand er im Serpentin eingelagert eine etwa einen Schuh mächtige Lage von Magnesit. Südlich von der Ruine Maglaj, die aus Trachyt besteht, kommen am rechten Ufer der Bosna unter Conglomerat Kuppen von Serpentin hervor. In einem ähnlichen Conglomerat an der Mündung der Lisnica (soll heißen Lješnica) fand er Geschiebe, welches aus den Gesteinen der Dobožer Schichten besteht, nämlich Geschiebe von Serpentin, Gabbro, Hornstein, Jaspis, Mergel, Kalkstein u. s. w., und dann noch solche von Epidiorit und Olivin-gabbro. Die zwei letztgenannten Arten bestimmte und beschrieb John. Etwa eine halbe Stunde nordöstlich abwärts von Žepče fand er abermals Serpentine, begleitet von Kalken.

Am Wege von Dobož nach Gračanica begegneten Paul die Schichten von Dobož an der Spreča in der Umgebung von Svjetlice, und in der Nähe der Zigeuneransiedlung bei Gračanica und nördlich vom Han Amalia fand er einen schönen Serpentin; weiter gegen Norden liegt die Ruine Sokol auf den Dobožer Schichten. Endlich traf er in der Majevisa im Bereiche der Dobožer Kalke auf grob- und feinkörnigen Diabas, welchen John mikroskopisch untersuchte und beschrieb.

Eine kurze Zeit nach Paul, noch im selben Jahre begaben sich nach Bosnien und Hercegovina die Mitglieder der geologischen Reichsanstalt in Wien, Dr. E. v. Mojsisovics, Dr. E. Tietze und A. Bittner, um das ganze Land geologisch aufzunehmen, und zu ihnen gesellte sich noch Dr. Gj. Pilar. Mojsisovics und Pilar durchreisten theils zusammen, theils getrennt den westlichen Theil Bosniens, Tietze besuchte das östliche Bosnien, wogegen Bittner den südlichen Theil Bosniens und der Hercegovina untersuchte. Die Resultate ihrer Untersuchungen erschienen schon im Jahre 1880 in dem Werke „Grundlinien der Geologie von Bosnien-Hercegovina“. Dieses für die Geologie Bosniens

und der Hercegovina werthvolle Werk ist in drei Theile eingetheilt, so dass in jedem Theile die Resultate der Untersuchungen jedes der genannten Wiener Geologen aus seinem Gebiet enthalten sind. Dem Werke ist eine geologische Uebersichtskarte von Bosnien und der Hercegovina beigegeben, und ausserdem befindet sich darin ein Anhang, in welchem John über seine mikroskopischen Untersuchungen der krystallinischen Gesteine, die von den Wiener Geologen in Bosnien und der Hercegovina gesammelt wurden, Bericht erstattet. Gerade dieser Anhang ist für uns von grösstem Werthe, weil wir in demselben zum ersten Male eine wissenschaftliche Beschreibung einer grösseren Anzahl der krystallinischen Gesteine der bosnischen Serpentinzone vorfinden. Alle übrigen Daten über die Gesteine der Serpentinzone beruhen nur auf makroskopischen Untersuchungen und sind nur insoweit von Werth, als sie uns einen Einblick in die Verbreitung der Serpentinzone darbieten.

Die Wiener Geologen schufen ein Werk von grosser Bedeutung. Wer immer sich mit geologischen Untersuchungen in Bosnien und der Hercegovina befassen wird, es wird ihm ein unschätzbare Führer sein, wie es auch mir einer war. Und wenn auch die Geologie Bosniens und der Hercegovina einst eine andere Gestalt annimmt, so wird das doch nie die Verdienste, welche sich Mojsisovios, Tietze, Bittner und Pilar darum erworben haben, verringern.

Im ersten Theile, welchen Mojsisovics bearbeitete, ist das Vorkommen der Serpentinzone im Thale der Vrbanja bei Barakovac nach Pilar's Beobachtungen erwähnt. Hier waren Gabbro, Serpentin und Amphibolit entwickelt, wogegen John von den Gesteinen aus dem Vrbanjathale Diabas, Diorit, Gabbro, Serpentin und Eklogit bestimmte. Spuren derselben Zone fand Pilar in der Vučja planina, Trogir planina, Mahnača und Papratnica; in der Kozara planina fand er drei Züge von „Eruptivgesteinen“ der „Flyszone“.

Im zweiten Theile des genannten Werkes erwähnt Tietze aus der Gegend zwischen Prnjavor und Tešanj Gabbro und Serpentine, aus welchen die Ljubić planina besteht, dann Grünsteine und Serpentine an der Ukrina und Ovranja, Geschiebe von Serpentin in der Usora, dann Serpentine und Diabase zwischen Tešanj und Novi-Šeher. Aus der Gegend zwischen der Spreča, Bosna, Save und Drina erwähnt Tietze neben dem, was Paul fand, noch Serpentine zwischen Dubrovica und Špionica, Serpentine nahe bei Srebrnik, dann Serpentine, Quarzite und Zoisitamphibolite bei Zvornik. Im Gebirge bei Doboju und Maglaj fand er, als er über den Ozren ging, ausser dem, was schon Paul angeführt hatte, noch Serpentine, welche nach seiner Meinung in Gabbro und Olivindiallagit übergehen. Auf dem Wege von Maglaj nach Žepče überquerte er den aus Serpentin und Flys bestehenden Zug, welcher sich von Tešanj bis Novi-Šeher zieht, und in der Lješnica fand er ein Rollstück von Troktolith. Auf jener Strecke des Weges, die sich in das Thal von Žepče hinabzieht, fand er Diabase. In der Umgebung von Žepče fand er hauptsächlich Serpentine und Gabbro und erwähnt, dass hier der Serpentin aus Gabbro entstanden ist, was ihm auch John durch seine Untersuchungen bestätigte. Im unteren Laufe der Krivaja fand er entgegen dem Dorfe Hrga zuerst Grünsteine und dann Serpentine. Als er gegen Nemila ging, fand er eine halbe Stunde vor Orahovica eine grosse Menge Serpentin. Auf dem Wege von Olovo nach Kladanj traf er grosse Züge von Serpentin an und hinter der Karaula planina vor Kladanj auch Diorite. Bei dieser Gelegenheit erwähnt er, dass ihm Herbich erzählte, dass er in dieser Gegend echte Amphibolschiefer gefunden habe.

Bittner hatte in der Gegend, welche er durchreiste, nur in der Umgebung von Višegrad Gelegenheit, die Serpentinzone zu studiren. Als er von der Šemeč planina

herabstieg, sah er vor sich um Višegrad ein hügelreiches Gebiet, dessen düster-röthliche Färbung schon aus der Ferne auf eine Unterlage von Serpentinestein schliessen lässt. Diese Serpentine, sagt Bittner, sind nach John's Untersuchungen aus Olivingabbro, welcher in allen tieferen Einrissen aufgeschlossen ist, entstanden. Auf dem Wege von der Semeč planina fand Bittner Serpentine schon am Fusse derselben, dann in nächster Nähe von Višegrad, von wo aus sie sich weit über Drinsko hin erstrecken. Am Fusse der Wasserscheide gegenüber dem Limthale erscheinen altaussehende Schiefer, die nach seiner Meinung mit den paläozoischen Thonschiefern von Foča und Prača identisch sind. Auf der anderen Seite gegen den Lim fand er Bruchstücke von einem Aktinolithschiefer und bei Rudo schöne Amphibolite.

Im Anhang beschrieb John aus der Serpentinzone Diabase von Doboj, vor Žepče, von Lupoglava bei Žepče und aus der Majevisa, Diorite von Kladanj und Čelinac, Epidiorit von Tović bei Maglaj, Olivingabbro von Maglaj und Višegrad, Gabbro von Barakovac und Višegrad, Troktolith aus der Lješnica und von Višegrad, Olivindiallagit von Žepče und Višegrad, Eklogit von Podbrdje, Zoisitamphibolit von Zvornik und Amphibolit von Rudo am Lim.

Diese grosse Anzahl von Daten über die Verbreitung der krystallinischen Gesteine der Serpentinzone machte es den Wiener Geologen möglich, dass sie im Wesentlichen auch auf der geologischen Uebersichtskarte die Verbreitung dieser Zone einzeichnen konnten. Wenn sie dabei der Serpentinzone auch einmal zu wenig, ein anderes Mal wieder zu viel beigaben, so legten sie dadurch doch einen Grundstein, für welchen ihnen Jedermann dankbar sein wird, der sich je mit dem Studium dieser Zone befassen wird, und man kann sagen, dass sie auch in dieser Hinsicht mehr geleistet haben, als sie sich selbst zur Aufgabe gestellt hatten.

Im Jahre 1881 beschrieb Dr. G. Primics (Zur petrographischen Kenntniss von Bosnien, Földtani Közlöny, 1881, Nr. 6—8) einen Dioritaktinolithschiefer, Granatamphibolit, Olivingabbro, ein Olivin-Enstatitgestein und ein Olivin-Enstatit-Diallaggestein aus der Umgebung von Duboštica, also aus einer Gegend, welche die Wiener Geologen nicht besuchten. Diese Steine brachte Dr. F. Herbich aus Bosnien mit.

Prof. Dr. Gj. Pilar, welcher im Jahre 1879 den geologischen Untersuchungen in Bosnien beiwohnte, war erst im Jahre 1882 im Stande, seine Abhandlung „Geologische Untersuchungen im westlichen Bosnien“ (Geološka iztraživanja u zapadnoj Bosni, Rad jugoslavenske akademije, knj. 61) zu publiciren. Da finden wir genauere Daten über die Verbreitung der Serpentinzone im Thale der Vrbanja, in der Kozara planina und Pribislava planina, ebenso auch die mikroskopischen Untersuchungen des Olivingabbro von Barakovac und Kozara planina, des Diabases von Banjaluka, Eklogits von Podbrdje und des Amphibolits von Vrbanjica.

Im Jahre 1887 gab die bosnische Regierung in Sarajevo ein sehr interessantes Werk: „Beitrag zur Kenntniss der Erzlagerstätten Bosniens“ von B. Walter heraus. Diesem Werke ist eine geologische Karte beigegeben, welche sich an jene von Mojsisovics, Tietze und Bittner lehnt. Auf dieser Karte finden wir hinsichtlich der Verbreitung der Serpentinzone einige Abänderungen, welche beweisen, dass durch bergmännische Forschungen die Kenntnisse über die Serpentinzone bedeutend erweitert worden sind. Im Werke selbst ist bei der Beschreibung des Fundortes von Manganerzen bei Ivanjska die Verbreitung des Serpentin in der Kozara planina erwähnt, und neben der Beschreibung des Vorkommens von Chromit bei Duboštica finden wir wichtigere Daten über die Lage und Zusammensetzung des Serpentin, obwohl der Autor hier, wie wir später sehen werden, manchmal Amphibolite mit Serpentin verwechselt.

Zuletzt sei hier auch noch meine kleine Abhandlung „Der Meerschaum bei Prnjavor in der Ljubić planina“ (diese Mittheilungen, III. Bd., 1895) genannt, weil in derselben nebenbei die Serpentine, Amphibolite und Gabbros aus der Ljubić planina erwähnt wurden.

## II.

Zum Zwecke der Durchforschung der bosnischen Serpentinzone begab ich mich dreimal nach Bosnien. Im Jahre 1892 weilte ich zwei Wochen in der Banovina in der Serpentinzone, welche ohne Zweifel eine Fortsetzung der bosnischen Serpentinzone ist. Von da betrat ich bei Novi den bosnischen Boden und besuchte der Reihe nach Pastirevo, die Kozara planina, Prisjeka, Skatovica, die Borja planina und die Ljubić planina und verliess dann nach drei Wochen Bosnien bei Brod.

Im Jahre 1893 verweilte ich weitere sechs Wochen in der bosnischen Serpentinzone. Bei dieser Gelegenheit besuchte ich die Umgebung von Doboj, bestieg zweimal vom Sprečathale aus die Ozren planina, erklimmte die Majevisa und besuchte dann die Umgebung von Zvornik. Von Maglaj gelangte ich zum dritten Male in die Ozren planina, dann besuchte ich das Thal des Lješnica- und Gostovićbaches, drang in das Smolin-Mahnačagebirge ein, besuchte dann Duboštica bei Vareš und beging endlich die Umgebung von Višegrad an der Kruševica, Lim, Uvac und Rzav.

Im Jahre 1897 besuchte ich nochmals die Gegend von Duboštica, wobei ich noch in das Thal von Tribija und Krivaja kam. Von da ging ich nochmals nach Višegrad und besuchte unter Anderem noch das Thal von Banja und Veletovo.

Das Material, welches ich in Bosnien gesammelt habe, sowie auch alle mikroskopischen Präparate befinden sich in der Sammlung der mineralogisch-petrographischen Abtheilung des Nationalmuseums in Agram. Den Hauptbestandtheil der bosnischen Serpentinzone bilden, wie wir sogleich sehen werden, Diabas, Olivinabbro, Troktolit, Serpentin und Amphibolit; diese fehlen keinem Gebirge, und nur hie und da finden wir ihnen noch Pyroxenite, Eklogite, krystallinische Kalke und Phyllite beigegeben. Damit diese Gleichförmigkeit der bosnischen Serpentinzone übersichtlicher wird, werde ich der Reihe nach jede Gegend, die ich besuchte, beschreiben.

### 1. Pastirevo planina.

Den Gebirgszug, der sich nördlich von Banjaluka vom Vrbas gegen die Una hinzieht, theilt eine Quereinsenkung zwischen Priedor und Dubica in die Kozara planina und Pastirevo. Ueber die geologische Beschaffenheit der Pastirevo planina allein finden wir in der oben erwähnten Literatur gar keine Notiz. In der geologischen Karte von Mojsisovics, Bittner und Tietze ist diese Gegend so eingetragen, wie es eben am passendsten schien, um die bosnische Serpentinzone mit der croatischen in Zusammenhang zu bringen. Wir sehen hier als Hauptbestandtheil Flysch eingetragen, und in demselben ziehen sich drei Streifen als Fortsetzungen jener drei Züge der Serpentinzone, die sich durch die Kozara planina entlang ziehen, und welche durch die Neogenmulde zwischen Priedor und Dubica unterbrochen sind. Um sicher zu sein, ob es sich hier wirklich um Gesteine der Serpentinzone handelt, ging ich von Novi bis zur Haltestelle Svodna. Hier an der Strasse bemerkt man nur stellenweise Kalke und Sandsteine. Von Svodna aufwärts entlang des Baches, welcher in der Karte unter dem Namen Pljusak eingetragen ist, wogegen mir mein Führer sagte, dass derselbe Piljugovac heisst, breiten sich Aecker und Wälder aus, und vor den ersten Häusern des

Dorfes Ahmetovac fand ich auf der Strasse im Lehm ein Stück von Eklogit mit schönen Granaten, wie er in der Serpentinzone des Vrbanjathales vorkommt. Zwischen Ahmetovac und dem Dorfe Dragotinja begegnen uns Leithakalke, welche ich dann auch bei Marini fand. Von Marini begab ich mich in den Bach Kriva Rieka und in das Dorf Kriva Rieka hinab, von da in den Bach Grabašnica und in das gleichnamige Dorf, von wo ich nach Ahmetovac und Svodna zurückkehrte. Auf diesem ganzen Wege, wo ausser dem genannten Leithakalke nur noch mergeliger Lehm vorkommt, ist nirgends eine Spur von krystallinischem Gestein der Serpentinzone zu sehen. Aus dem Grunde schliesse ich, dass auch jener Eklogit, den ich auf der Dorfstrasse fand, von anderswo hergebracht war, und dass die Serpentinzone überhaupt nirgends, wenigstens nicht im östlichen Theile der Pastireva planina, zu Tage tritt.

## 2. Kozara planina.

Ueber die Kozara planina führt Mojsisovics im erwähnten Werke der geologischen Reichsanstalt jene Daten an, die ihm Pilar überlieferte. Pilar kreuzte die Kozara planina von Vojskovo aus über Mrakovica nach Kozarac. Mojsisovics erwähnt, dass es nach Pilar's Untersuchungen scheint, dass sich die „Eruptivgesteine des Flysch“ dreimal wiederholen. Am südlichen Abhange bei Kozarac liegen Flyschsandsteine, darauf folgt Gabbro, welcher mit „sandigen Tuffen“ abwechselt. Ueber diesen Schichten ziehen sich längs der Kozara planina Schichten von Kalksteinen, wohl Nummulitenkalke, welche man von der Bahnstrecke leicht erkennen kann. Weiter oben liegen dunkle Schiefer, rothe mergelige Kalke, und dann wieder Gabbro mit „Tuffen“. Am Bergrücken bei Mrakovica kommen Sandsteine zum Vorschein, die sich wechselnd mit Kalken bis an den nördlichen Abhang des Gebirges hinziehen. Den dritten Zug von „Eruptivgestein“ vermuthet man infolge von Entwicklung „sandiger Tuffe“, in denen Jaspis vorkommt, am Fusse der Kozara planina nahe bei Vojskovo. Nach diesen Daten finden wir auf der geologischen Karte des genannten Werkes in der Kozara planina drei Zonen mit jener Farbe eingetragen, welche uns die Eruptivgesteine und Tuffe des Flysch (Serpentin, Gabbro, Diabas, Diorit und Jaspis) vorstellen soll.

Pilar führt in seiner Abhandlung (S. 50) dieselben Daten an, nur erwähnt er noch, dass im Bereiche des Sandsteines bei Vojskovo Quarzite und braune Jaspise zerstreut herumliegen. Dabei erwähnt er noch (S. 18) die mikroskopische Untersuchung von zwei Olivingabbros aus der Kozara planina. Der eine, obwohl ziemlich zersetzt, gibt sich noch leicht als Olivingabbro zu erkennen, wogegen der andere „schon beinahe in Serpentin“ umgewandelt ist (S. 19). Wirklichen Serpentin fand er, wie es scheint, in der Kozara planina nicht.

Auf der geologischen Karte von Brunner (Beitrag zur Kenntniss der Erzlagertstätten Bosniens) ist nur die östliche Hälfte der Kozara planina enthalten, und hier finden wir die Verbreitung der Serpentinzone bedeutend genauer eingetragen. Die Fundorte der Manganerze im Flysch bei Ivanjska beschreibend (S. 72), erwähnt Brunner auch den Serpentin in dieser Gegend. Bei der Beschreibung des Durchschnittees von Omarsko polje durch das Bistricathal gegen Krnin sagt er, dass nach den Lagen von Jaspis, Sandstein und schiefrigem Thon Kalkschichten folgen, und dass auf diesen Serpentin-schiefer liegen. „Es sind echte, aber vollständig parallel zur Schichtung des Kalkes geschieferte Serpentine von dunkelgrüner Farbe mit bleigrauen Bronzitaugen.“ Ober dem Serpentin treten Sandsteine auf, wogegen Krnin aus Kalk-



stein besteht. Beim zweiten Durchschnitte von Ivanjska über Gagrica erwähnt Brunner, dass sich nördlich von Torlak-vrh ein Serpentinzug zieht und einen niederen Rücken bildet, der parallel mit der Krnin und dem Torlak-vrh läuft.

Die Kozara planina besuchte ich von Kozarac aus. Am unteren Laufe der Kozaračka rieka kommen Kalke vor, und bei der Einmündung des Baches Uremovac in die Kozaračka rieka erheben sich steile, beinahe unzugängliche Felsen von porphyrischem Diabas. Von hier aus steigt der Weg entlang des rechten Ufers der Kozaračka rieka empor und man bemerkt hier sogleich zuerst von Neuem Diabas und in seiner unmittelbaren Nähe Gabbro, den man auch am weiteren Wege noch mehrmals zu sehen bekommt. Im Kotlovački potok, welcher hier in die Kozaračka rieka einmündet, fand ich Geschiebe von Olivingabbro und Troktolith. Die Bergabhänge entlang der Kozaračka rieka sind mit Wald und Gestrüpp bewachsen, so dass frisches Gestein selten zu sehen ist.

Bei einer Quelle am Wege kommt wieder porphyrischer Diabas zum Vorschein und gleich darauf Olivingabbro, und in der Kozaračka rieka fand ich hier unter dem Geschiebe auch Serpentin (Lherzololith). In der Nähe von Šupljikovac bei der Mühle Jankovića mlin vor dem Gebirgsrücken Benkovačka kosa treten thonige Schiefer und kalkige Gesteine auf. Ober dem herrlichen Benkovacer See kommt man wieder in den Bereich der krystallinischen Gesteine. In den niederen Gebirgszügen, welche zumeist bewaldet sind, kommen die krystallinischen Gesteine sehr wenig zu Tage. Nur mancherorts sind kleinere Felsen eines gefleckten Gabbros zu sehen. Im Bache finden wir neben Gabbro auch noch Geschiebe von Diabas. Bei „Mitrovića kamen“ treten wieder Kalke auf und erstrecken sich von hier bis zum Fusse des Gebirgsrückens „Elkina kosa“. Am Abhange der Elkina kosa begegnet man zum dritten Male krystallinische Gesteine, deren Bruchstücke im niederen Gelände dieses Abhanges zerstreut herumliegen. Unter diesen Bruchstücken befindet sich Gabbro und Serpentin (Lherzololith). Am Rücken der Elkina kosa treten Sandsteine auf, welche wir weiter am ganzen Wege über Alibegova kosa bis Mrakovica finden. Geht man von Mrakovica immerfort weiter am Bergrücken Hasan, Čahnjića glava, Starčevica, Grabovac i Besića poljana, so findet man nichts als Sandsteine. Wenn man weiter hinunter über Jasik und Pratinica geht, dann findet man nach dem Sandsteine vor dem Kozarački kamen schieferigen Thon und Kalke in Wechsellagerung mit Sandsteinen. Der Kozarački kamen besteht aus Kalkstein. Von hier bis nach Kozarac liegen grosse Blöcke von Diabas, und unter dem Geschiebe ist noch Gabbro und Serpentin vorhanden.

Von Kozarac nach Ivanjska gehend, fand ich im Bache, welcher bei Omarska vorbeifliesst, Geschiebe von Gabbro. Weiter östlich befindet sich im Bache Ljučica das Bergwerk „Bistra“, wo Manganerze gegraben werden. Im Bache selbst lag eine grosse Menge Geschiebe von Serpentin (Lherzololith). Der Aufseher der Grube versicherte mir, dass er im Bache nirgends bis zum Bergrücken hinauf anstehende Serpentine fand, und dass ihm solche hier nur in der Nähe von Mimići bekannt sind, und versprach mir, mich an jenen Ort selbst hinzuführen. Später erfuhr ich, wie ich weiter unten erwähnen werde, dass oben bei Krnin Serpentine und Amphibolite vorkommen. Vom Bergwerk „Bistra“ überstieg ich zwei Gebirgsrücken gegen Westen und fand unter dem Dorfe Mimići am Bache einen sehr zersetzten Serpentin, der von Sandstein umgeben ist.

Die Gesteine, welche ich in der Kozara planina fand, gehörten zu den Diabasen, Gabbros und den Serpentin, und hiezu gesellt sich noch ein Amphibolit, den ich später aus Ljučica bekam.

### a) Diabase.

1. **Der porphyrische Diabas von der Mündung des Baches Uremovac in die Kozaračka rieka.** Der Diabas, welcher einen steilen Felsen am Uremovac bildet, ist von grauschwarzer Farbe und ziemlich feinkörnig, doch bemerkt man an ihm schon mit blossem Auge etwas grössere, porphyrisch ausgeschiedene Feldspathe. Unter dem Mikroskope erkennt man die charakteristische Structur der Diabase mit unregelmässig zerstreuten säulenförmigen Plagioklasen und xenomorphen, in Amphibol umgewandelten Augit, nur dass hier neben Plagioklasen mittlerer Grösse noch Plagioklase vorkommen, die zwei- bis dreimal so gross als die vorigen sind. Die grösseren und kleineren Plagioklase sind infolge von Zersetzung getrübt, doch sind an ihnen polysynthetische Zwillinge leicht zu erkennen. Die Durchschnitte mit symmetrischer Auslöschung zeigen, dass hier ein sehr basischer Plagioklas, wenn nicht vielleicht selbst Anorthit vertreten ist. Das Zersetzungsproduct der Plagioklase sind hauptsächlich feine Epidotkörnchen. Der Augit ist aus dem Gestein beinahe ganz verschwunden und in einen gelblichbraunen oder grünlichen Amphibol, welcher eine mehr oder minder faserige Structur besitzt, umgewandelt. Nur hie und da bemerkt man noch im Amphibol ein unzersetztes Körnchen eines lichten Augits. Unregelmässige Körner von Titaneisen kommen im Gestein ziemlich häufig vor. Obwohl an denselben keine Spur von Zersetzung bemerkbar ist, ergaben die chemischen Versuche mit Salz- und Schwefelsäure, dass uns hier Titaneisen vorliegt.

2. **Der Diabas an der Kozaračka rieka,** welcher sogleich am Anfang unter dem Gabbro vorkommt, ist dem äusseren Ansehen nach ganz dem vorigen ähnlich, nur besitzt er keine porphyrisch ausgeschiedenen Plagioklaskrystalle.

Unter dem Mikroskope sieht man, dass das Gestein gleichkörnig ist, und dass es aus säulenförmigen Plagioklasen und aus unregelmässig zerhackten Augitkörnern, die sich zwischen die Plagioklase einzwängen, besteht. Der Augit ist blassgelb und schon stark in faserige Anhäufungen von Amphibol umgebildet. Die unregelmässigen Körnchen des hier vorkommenden Eisenminerals bestehen wohl nicht ganz aus Ilmenit, da man an manchen Stellen sehen kann, dass sich dieses Mineral in Hämatit umwandelt.

3. **Der porphyrische Diabas aus der Kozaračka rieka** ober dem Bache Kotlovački potok bei der Quelle an der Strasse ist ein schwarzgraues derbes Gestein mit grösseren porphyrisch ausgeschiedenen Plagioklasen. Unter dem Mikroskope sieht man, dass das Gestein feinkörnig ist, dass die porphyrisch ausgeschiedenen Plagioklase selten und aussergewöhnlich gross sind. Augit ist im Präparate nicht mehr vorhanden, an seiner Stelle finden wir faserige gelblichbraune, selten farblose Hornblende. Titaneisen kommt in unregelmässigen Körnern vor.

4. **Der Diabas unter dem Kozarački kamen.** Dieser Diabas ist schwärzlichgrau und feinkörnig. Er besteht aus Plagioklas, Augit, Titaneisen und secundärem Amphibol. Die Plagioklassäulen sind alle ziemlich gleich gross, und die Augitkörner, welche sich zwischen die Plagioklase einschieben, sind von röthlichbrauner Farbe. Die Verwandlung des Augit ist schon weit fortgeschritten und besteht darin, dass der Augit in grünen Amphibol umgewandelt wird. Den Lauf dieser Umwandlung kann man an einzelnen Augitkörnern deutlich erkennen. Titaneisen ist ziemlich häufig und hat die Form unregelmässiger Körner und kammförmiger Leisten, dabei ist es oft am Rande in das bekannte Zersetzungsproduct umgewandelt.

5. **Der porphyrische Diabas zwischen dem Kozarački kamen und Kozarac** ist nach seiner Zusammensetzung, Structur und Zersetzung beinahe ganz dem früheren, den

wir aus der Kozaračka rieka (sub 3) beschrieben haben, ähnlich. Die Hornblende ist in ihm ziemlich compact und weist noch hie und da manches unzersetzte Augitkörnchen auf.

**6. Der porphyrische Diabas ober dem See Benkovačko jezero** ist ein beinahe ganz schwarzes Gestein, fein und gleichkörnig, und nur an mancher Stelle heben sich etwas grössere Plagioklassäulchen hervor. Unter dem Mikroskope erkennen wir als primäre Bestandtheile Plagioklas und Augit. Die feinkörnige Structur hat das gewöhnliche charakteristische Aussehen der Diabase. Die säulenförmigen Plagioklase kommen in zwei verschiedenen Grössen vor und sind meist ganz frisch. Nach den symmetrisch auslöschenden Durchschnitten urtheilend, möchten sie zwischen dem Bytownit und dem Labradorit zu stehen kommen. Der Augit ist von blassrother Farbe und in der Zersetzung schon weit vorgeschritten. Er verwandelt sich auch hier in faserige Hornblende von grünlicher Farbe und in ein chloritisches Mineral, in welchem kleine blassgelbe Körnchen, nach allem Anscheine von Epidot, zerstreut herumliegen. Sehr glaubwürdig scheint es, dass der Amphibol das erste Product der Zersetzung ist — das bezeugen auch die Augitkörner, an welchen die Zersetzung erst anfang — und dass erst durch weitere Zersetzung aus Amphibol das chloritische Mineral gebildet wurde. Eisenerze finden wir in dem Präparate nicht, statt diesen sieht man dunkle Flecken, welche aus Anhäufungen schwach durchsichtiger Körner zusammengesetzt sind. Ohne Zweifel sind das Anhäufungen von Titanit, welche aus Titaneisen entstanden sind.

### b) Gabbro.

**1. Der Olivingabbro aus der Kozaračka rieka.** Unmittelbar neben dem Diabas, welcher sich am Anfange des Aufstieges entlang der Kozaračka rieka befindet, und den wir unter Nummer 2 beschrieben, erscheint Olivingabbro. Dieses Gestein ist von blasser, grünlichgrauer Farbe und grobkörnig. Mit blossem Auge erkennt man an ihm milchig getrübe Plagioklaskrystalle und nur stellenweise schwarze und blätterige Pyroxene, wogegen der ganze übrige Raum im Gestein trübgrün ist.

Unter dem Mikroskope sieht man, dass das Gestein aus Plagioklas, Pyroxen und secundärem Amphibol zusammengesetzt ist. Die grobkörnige Structur weist einige charakteristische Eigenschaften auf, welchen man beim grössten Theile dieser Gesteine in Bosnien begegnet. Die äusseren Contouren der Plagioklase und Pyroxene sind mit wenigen Ausnahmen beinahe immer ungewöhnlich schlängelnd gekrümmt und nie gerade und abgeschnitten. Solche gewundene Theile der Plagioklase dringen in den Pyroxen ein, und ebensolche Pyroxene dringen wieder sehr tief in den Plagioklas. Dabei sind jedoch die säulenartig ausgedehnten Plagioklase von einer mehr einheitlichen Form, wogegen die Pyroxene gerade eine ungewöhnliche Gestalt angenommen haben. Sie verästeln sich nämlich sehr oft in mehrere schlangenartig gekrümmte Arme, von welchen sich mancher zwischen den Plagioklasen durchzwängt, um dann auf der anderen Seite wieder ein grösseres, unregelmässiges Korn zu bilden. Wir haben so vor unseren Augen ein Bild, wie wir es bei keinem bekannten Eruptivgestein wiederfinden.

Der Plagioklas ist der gewöhnlichste Bestandtheil dieses Gesteins und besitzt trotz seiner wellenförmig gewundenen und abgerundeten Contouren doch im Ganzen eine säulenförmige Gestalt. Er ist ziemlich frisch und rein und in sehr schönen Zwillingen nach dem Albitgesetze mit breiteren und schmälern Lamellen entwickelt. Diesem Zwillingengesetze gesellen sich manchmal auch noch querliegende Lamellen nach dem Periklingesetze zu. Spaltblättchen parallel der Fläche *M* (Brachypinakoid) löschen

unter dem Winkel von  $20^\circ$  aus, und Spaltblättchen nach dem basischen Pinakoid (Fläche  $P$ ) zeigen eine Auslöschung von etwas über  $7^\circ$ , es nähern sich also diese Plagioklase in ihrer chemischen Zusammensetzung dem Labradorit.

Der Pyroxen erscheint in sehr unregelmässigen Individuen, wie wir sie oben beschrieben haben. Er ist schwach röthlichbraun und hat nicht jenes Aussehen, wie es gewöhnlich der Diallag im Gabbro besitzt. Längsschnitte zeigen eine ziemlich grobe Spaltbarkeit, und Querschnitte weisen neben der prismatischen Spaltbarkeit hie und da nur manche Linie auf, welche der pinakoidalen Absonderung entspricht. Parallele Auslöschung ist an den Spaltblättchen nur sehr selten zu bemerken, gewöhnlich löschen sie schief aus. Einschlüsse von Nadelchen oder Blättchen sind in diesem Pyroxen nicht vorhanden. Der Pyroxen ist noch ziemlich frisch, nur stellenweise bemerkt man in ihm eine körnige Trübung.

Neben dem Plagioklas und Pyroxen sieht man im Präparate noch einen farblosen faserigen und blätterigen Amphibol. Diese Fäserchen und Blättchen reihen sich entweder parallel oder concentrisch zu rundlichen Häufchen an. Den Mittelpunkt solcher Anhäufungen nehmen manchmal feine Magnetitkörnchen ein, welche hier nach Zersetzung des ursprünglichen Minerals zurückgeblieben sind. Vom primären Mineral selbst ist hier nicht eine Spur mehr erhalten, und dennoch ist ohne Zweifel sämmtlicher Amphibol aus Olivin entstanden. In der Kozara planina finden wir ähnliche Gesteine, in welchen die Umbildung des Olivins in Amphibol in allen Phasen erkennbar ist. Eine ähnliche Umbildung beschrieb Becke im Olivingabbro von Langenlois (Die Gneissformation des niederösterreichischen Waldviertels. Min.-petrogr. Mitth., Wien 1882, S. 358), wo der Olivin in eine Anhäufung eines gelblichgrünen Amphibols umgewandelt war, wobei noch eine dunkelgrüne Kruste zu unterscheiden war. Endlich müssen wir erwähnen, dass hier ähnliche rundliche Anhäufungen von Amphibol als Einschluss im Plagioklas und Pyroxen vorkommen, und später werden wir noch erfahren, dass der Olivin hier im Gabbro immer als Einschluss in Form abgerundeter Körner in beiden erwähnten Mineralen vorkommt, so dass kein Zweifel herrscht, dass auch hier diese eingeschlossenen Anhäufungen von Amphibol aus Olivin entstanden sind. Nebenbei hat auch hier, wie es auch schon Becke zeigte, bei der Entstehung des Amphibols der Plagioklas mitgewirkt, denn man sieht, wie diese Anhäufungen in den Plagioklas eingreifen und besonders durch Spaltrisse weit in denselben eindringen. Diese ganze Umbildung des Olivins in Amphibol gibt sich uns als eine gewöhnliche chemische Metamorphose zu erkennen, und nirgends findet sich eine Spur von Erscheinungen, die uns auf den Gedanken bringen könnten, dass wir es hier mit einer Dynamometamorphose zu thun hätten.

Was das gegenseitige Einschliessen der einzelnen Bestandtheile anbelangt, können wir Folgendes bemerken:

Der Plagioklas kommt sehr oft als Einschluss im Pyroxen vor, und zwar ist er dabei meist in elliptisch abgerundeten Körnern vorhanden, seltener besitzt er eine gedehnte Säulenform, und auch dann ist er immer an beiden Enden abgerundet. Der Pyroxen kommt ziemlich selten als Einschluss im Plagioklas vor.

Olivin, in die beschriebenen Anhäufungen von Amphibol umgebildet, ist ziemlich oft im Plagioklas und Pyroxen als Einschluss vorhanden.

**2. Der Olivingabbro aus dem Bache Kotlovački potok**, den ich als Geschiebe fand, ist ganz dem vorher beschriebenen Gestein ähnlich und besteht aus Labradorit, Pyroxen und aus Anhäufungen eines farblosen, faserigen und blätterigen Amphibols, welcher durch Umbildung des Olivins entstanden ist.

**3. Troktolith (Forellenstein) aus dem Bache Kotlovački potok**, welchen ich neben dem eben erwähnten Gestein als Geschiebe fand, ist dem äusseren Aussehen nach jenem Olivingabbro ähnlich, den ich an erster Stelle beschrieb, nur ist er etwas heller gefärbt. Unter dem Mikroskope sieht man, dass in ihm kein Pyroxen vorhanden ist. Der Plagioklas ist auf dieselbe Weise wie im erstbeschriebenen Gestein entwickelt, und auch der Olivin ist in Anhäufungen eines farblosen Amphibols umgewandelt. Nur manchmal kann man sehen, wie diese Amphibolanhäufungen am Rande von einem chloritischen Mineral umgeben sind.

**4. Der Olivingabbro vor der Mühle Jankovića mlin.** Unter dem Diabas, den wir sub 3 beschrieben haben, tritt ein massiges Gestein auf, das nach seiner Zusammensetzung einen Uebergang vom Olivingabbro zum Troktolith bildet. Es ist von mittel-großem Korn und von dunkel grünlichgrauer Farbe mit glänzenden Spaltflächen von Plagioklas und Pyroxen. Unter dem Mikroskope erkennt man als Bestandtheile dieses Gesteins Plagioklas, Pyroxen, Olivin und Zersetzungsproducte.

Der Plagioklas ist von gewöhnlichem Aussehen und im Gestein am meisten vorhanden. In Durchschnitten mit symmetrischer Auslöschung betrug diese Auslöschung im Maximum auf beiden Seiten  $16^\circ$ . Durchschnitte, die annähernd parallel der Fläche  $M$  waren, zeigten im convergenten Lichte den Austritt einer optischen Achse beinahe in der Mitte des Gesichtsfeldes. Es kommen also diese Plagioklase an der Grenze zwischen dem Labradorit und dem Bytownit zu stehen.

Der Pyroxen ist von röthlich blassgelber Farbe, mit grober Spaltbarkeit und besitzt nicht das gewöhnliche Aussehen des Diallag. Er ist im Gestein sehr selten. Kleine und schmale Körner von Pyroxen ziehen sich in lange Arme aus, die sich zwischen den Plagioklasen hindurchschlängeln. Olivin ist in viel grösserer Anzahl als der Pyroxen entwickelt. Seine unregelmässigen Körner dehnen sich ebenfalls in lange Arme, die sich zwischen dem Plagioklas und Pyroxen hindurchwinden, aus. Die Körner sind zersprungen, und die Sprünge sind ganz schwarz von ausgeschiedenem Magnetit. Am Olivin kann man hier leicht verfolgen, wie er sich in farblosen Amphibol umbildet und dabei jene schon oben beschriebenen Anhäufungen bildet. Den Anfang der Umbildung erkennt man an dem farblosen, faserigen und blätterigen Amphibol, der sich als eine Rinde um den Olivin gebildet hat. Wo die Zersetzung weiter vorgeschritten ist, hat der Amphibol den grössten Theil des Raumes, der vorher vom Olivin ausgefüllt war, eingenommen, und vom Olivin sind in der Mitte der entstandenen Anhäufungen nur noch einige Körnlein übriggeblieben. Zuletzt finden wir nur noch Anhäufungen von Amphibol vor, ohne dass in denselben noch eine Spur von Olivin enthalten wäre. Hier sieht man dann nur noch schwarze Magnetitkörnchen, die aus Olivin entstanden sind. Wie diese Umbildung von Olivin in Amphibol vom Plagioklas unterstützt wird, ist daraus ersichtlich, dass der erste Anstoss zu dieser Umwandlung dort stattfindet, wo der Olivin an den Plagioklas grenzt, während sich an der Seite, wo der Olivin an Pyroxen stösst, der Olivin in Amphibol nicht umbildet, sondern hier sozusagen wartet, bis die Umwandlung von der anderen Seite heranreicht.

**5. Der Olivingabbro ober dem See Benkovačko jezero** ist graulichschwarz, grobkörnig, und die gröberer Körner des Plagioklas und Diallag sind pechglänzend.

Unter dem Mikroskope erkennt man als Bestandtheile des Gesteins Plagioklas, Olivin und Diallag nebst kleinen Mengen von Magnetit.

Plagioklas ist am reichlichsten vorhanden und erscheint in grossen, beinahe säulenförmigen Krystallen mit Zwillingen nach dem Albitgesetze, manchmal sind auch

solche nach dem Periklingesetze entwickelt. Nach den Durchschnitten, welche symmetrisch auslöschten ( $28^\circ : 28^\circ$ ), zu schliessen, wird das Bytownit sein. Charakteristisch für diesen Plagioklas ist die grosse Menge feiner Einschlüsse, so dass sie davon getrübt und theilweise fein gestreift sind. Bei starker Vergrösserung sind diese Einschlüsse als dünne Nadelchen, seltener als Körnchen zu erkennen, und sind von röthlichgelber Farbe, wie wenn sie Rutil wären. Dieselben liegen parallel der Fläche *M*, doch gesellen sich dazu manchmal noch Reihen, welche parallel der Fläche *P* verlaufen. Diallag ist der seltenste Bestandtheil dieses Gesteins. Seine Körner sind mehr abgerundet und dehnen sich selten in kurze Arme aus. Seine gelblichbraune Farbe geht ins Rothe über. Der Pleochroismus ist zwar nicht stark, aber doch genug deutlich: *a=c* fleischroth, *b* beinahe farblos mit nur schwachem Blassgrün. Die prismatische Spaltbarkeit ist an Längs- und Querschnitten gut ausgeprägt. An Querschnitten, wo die pinakoidale Spaltbarkeit nur mit mancher Linie angegeben ist, sieht man in der Richtung der pinakoidalen Spaltbarkeit eine sehr feine Lineatur, welche von aussergewöhnlich feinen Einschlüssen herrührt. Ausserdem kommt im Diallag noch eine beträchtliche Menge eingeschlossener grösserer Blättchen vor, welche rothbraun gefärbt sind. Diese Blättchen sind mit ihrer Breite parallel dem Orthopinakoid angereicht und erscheinen in Querschnitten in Form schmaler Streifen, während sie in Durchschnitten parallel dem Orthopinakoid die Form breiter Blättchen haben, welche in der Richtung der Hauptachse des Diallag gestreckt sind.

Magnetit ist nur in kleinen Mengen vorhanden, aber in Form grosser unregelmässiger Körner.

Olivin ist etwas häufiger als Diallag, dringt zwischen die Plagioklase ein und dehnt sich in lange Fortsätze aus. Er ist frisch, nur zersprungen, und die Sprünge sind mit Magnetit ausgefüllt. Nur hie und da ist er in einen grünlichgelben Serpentin verwandelt. Olivin erscheint manchmal in Form elliptischer Körner als Einschluss im Plagioklas, noch öfter dringt er mit seinen gewundenen Fortsätzen tief in den Plagioklas ein. Viel häufiger ist der Olivin im Diallag eingeschlossen.

Der Plagioklas kommt als Einschluss im Olivin vor. Diallag fand ich weder im Plagioklas, noch im Olivin.

Ein zweiter Olivingabbro von demselben Fundorte besteht aus Labradorit, augitähnlichem Pyroxen und selten farblosem, meist blass gelbbraunem oder bläulichgrünem Amphibol, der aus Olivin entstanden ist.

6. Der Gabbro von der *Elkina kosa* ist ein grobkörniges Gestein von grünlich-schwarzer Farbe. Der Plagioklas ist von gewöhnlichem Aussehen und durch Zersetzung etwas getrübt. Der Pyroxen ist hell fleischfarbig und von augitischem Aussehen. Er dehnt sich in charakteristische, gewundene Arme aus. Der Pyroxen befindet sich hier in Umwandlung, und wo dieselbe erst angefangen hat, dort sieht man rothbraune Amphibolblättchen. Durch weitere Umbildung bilden sich im Pyroxen Blättchen eines grünlichbraunen Amphibols, welche in Gesellschaft mit dem vorigen Amphibol mehrmals den Pyroxen so verdrängen, dass von demselben nur noch einige Fleckchen zu sehen sind. Diese Blättchen eines und des anderen Amphibols sind gewöhnlich gleich orientirt und gleichförmig im Pyroxen vertheilt. Die schmälere Arme des Pyroxens, welche gänzlich in Amphibol umgewandelt sind, sind aus beiden Amphibolarten zusammengesetzt, welche so in ein Ganzes verbunden sind, dass sie ein einheitliches Individuum nur mit verschiedener Farbe bilden. Sämmtlicher Amphibol in feineren und grösseren Blättchen ist überhaupt ganz von compactem Aussehen, und nur sehr selten ist er zerfasert.

Olivin war im Gestein nur sehr wenig vorhanden, da man im ganzen Dünnschliffe nur eine Anhäufung von farblosem Amphibol findet. Auch Magnetit ist im Gestein sehr selten.

In Hinsicht des gegenwärtigen Einschlusses fand ich ein abgerundetes Plagioklas-Körnchen im Pyroxen und ein ebensolches Körnchen vom Pyroxen im Plagioklas.

**7. Der Olivingabbro ober Kozarac.** Wenn man vom Kozarački kamen hinab gegen Kozarac geht, findet man vor dem Diabas einen schönen Olivingabbro von grobem Korn und schwärzlichgrauer Farbe. Er ist hauptsächlich aus Plagioklas, etwas Olivin und ganz wenig Diallag zusammengesetzt. Der Plagioklas ist ganz frisch und besitzt Zwillinge nach dem Albitgesetze, welche sich manchmal von Neuem zu Zwillingen nach dem Karlsbadergesetze vereinen; dazu gesellen sich noch Zwillinge nach dem Periklingesetze. Sie sind voll von aussergewöhnlich feinen Einschlüssen wie jene im Gestein ober dem See Benkovačko jezero (5). Der Olivin ist ganz frisch, nur ist er ganz zersprungen und die Sprünge mit Magnetit ausgefüllt. Die unregelmässigen Olivinkörner senden lange Fortsätze aus, welche sich zwischen den Plagioklas zwängen. Diallag ist sehr spärlich vorhanden. Er ist von blassrother Farbe, schwachem Pleochroismus und sehr oft wegen aussergewöhnlich feiner Einschlüsse wie gestreift. Grössere Einschlüsse kommen in ihm sehr wenige vor.

In einem anderen Handstücke vom selben Fundorte war viel mehr Diallag und in grösseren Körnern enthalten, und man sah an Querschnitten ausser der prismatischen Spaltbarkeit auch noch die pinakoidale Absonderung. Das Gestein ist theilweise zersetzt, und man kann in manchen Partien des Dünnschliffes bemerken, wie sich der Diallag in einen grünlichen, faserigen und braunen compacten Amphibol umbildet, während sich der Olivin in einen farblosen Amphibol umwandelt.

In einem und dem anderen Handstücke fand ich als Einschlüsse abgerundete Körnchen von Olivin im Plagioklas und Pyroxen, Plagioklas im Olivin und Diallag, dann Diallag im Plagioklas.

**8. Olivingabbro aus dem Bache Omarski potok.** Im Bache, welcher bei Omarska vorbeifliesst — in der Karte ist er als „Krivaja potok“ eingetragen — liegen Rollstücke eines Olivingabbro von etwas feinerem Korn als jene aus der Umgebung von Kozarac. Dieser Gabbro besteht aus Plagioklas, Pyroxen und Amphibol. Der Pyroxen hat eine röthlichgraue Farbe, grobe Spaltbarkeit und dehnt sich in lange Fortsätze aus. Er verwandelt sich in blätterigen, braunen und grünen Amphibol. Der Olivin ist gänzlich in die bekannten Anhäufungen von Amphibol, welche sich zwischen den Plagioklas hindurchzwängen, umgebildet. In diesen Anhäufungen ist der Amphibol nicht farblos. Der Amphibol, welcher die Mitte der Anhäufungen einnimmt, ist gelblichgrün, während er am Rande der Anhäufung bläulichgrün ist, so dass er ein wenig an Glaukophan erinnert. Magnetit ist im Gestein nur spärlich und dann in grossen, unregelmässigen Körnern vorhanden.

Elliptische Pyroxenkörner kommen in bedeutender Menge als Einschluss im Plagioklas vor; seltener sind Körner vom Plagioklas im Pyroxen eingeschlossen.

**9. Olivingabbro aus dem Bisticathale.** Dieses Gestein, welches sich in der Sammlung des gemeinsamen Finanzministeriums in Wien befindet, schickte mir zur Ansicht der verstorbene Baron von Foullon. Neben dem Gestein war auf einer Etiquette zu lesen: „Aus dem Bisticathale unterhalb der Quelle beim Ursprung am Abhänge des Krnin.“ Das Gestein ist von mittelgrossem Korn, schwarz und etwas vom Plagioklas weiss gefleckt. Seine Bestandtheile sind: Plagioklas, Pyroxen und Olivin. Der Plagioklas ist ganz frisch und in Zwillingen nach dem Albit-, Periklin- und Karlsbader-

gesetze entwickelt. Spaltblättchen nach *P* löschen unter einem Winkel von  $13^{\circ}$  aus und nach *M* unter  $26^{\circ}$ — $28^{\circ}$ , er ist also ein Endglied der Labradoritreihe. Der Pyroxen ist von blassgelblicher Farbe und schwach entwickelter Spaltbarkeit; er ist nicht häufig und dehnt sich in ungewöhnlich zerspaltene Stücke aus, welche sich um den Plagioklas winden.

Olivin ist häufiger als Pyroxen. Er ist zersprungen und an den Sprüngen in Serpentin umgewandelt.

Im Pyroxen findet man oftmals sehr viele abgerundete Plagioklaskörner eingeschlossen und nebenbei noch manches Körnchen Olivin. Auch im Olivin ist Plagioklas gewöhnlich in Form eiförmiger Körnchen als Einschluss vorhanden. Im Plagioklas findet man nur sehr selten manches Körnchen Pyroxen oder Olivin.

Aus der Kozara planina beschrieb nur Pilar zwei verschiedene Gabbro (S. 18). An dem ersten Orte fand Pilar getrübten Plagioklas, blassgrünen Diallag, welcher sich in Aktinolith umbildet, und Olivin, der sich in Serpentin umzubilden anfangt. Im zweiten Gestein war der Plagioklas beinahe ganz zersetzt, während der Diallag grösstentheils in Aktinolith und Smaragdit und Olivin zu Serpentin umgewandelt war. Unter den mikroskopischen Präparaten, welche nach Prof. Pilar in der Sammlung des mineralogisch-petrographischen Museums zurückblieben, fand ich auch Präparate mit der Etiquette „Olivingabbro aus der Kozara planina“ ohne eine näheren Bezeichnung des Fundortes. Diese Präparate waren nach der mineralogischen Zusammensetzung und den Metamorphosen jenen zwei Arten des Olivingabbro ähnlich, welche ich unter Nummer 5 von oberhalb des Sees Benkovačko jezero beschrieb.

### c) Serpentin.

Die Serpentine, welche den charakteristischsten Bestandtheil der bosnischen Serpentinzone bilden, gehören der Familie der Peridotite an; es sind das lauter Lherzolithe. Die Serpentinisation des Lherzolith ist überhaupt so wenig vorgeschritten, dass es geradezu schwer ist, ein Gestein zu finden, in welchem man die ursprünglichen Mineralien nicht bestimmen könnte. Gewöhnlich begegnet man überall frischem Lherzolith, und wenn man von bosnischen Serpentin oder der Serpentinzone spricht, so thut man das mehr aus Gewohnheit, weil bisher noch Niemand die petrographische Natur dieser Gesteine bestimmt hat und es somit auch nicht bekannt ist, dass hier sehr wenig Lherzolith zu finden ist, der gänzlich in Serpentin umgewandelt wäre. Die bosnischen Lherzolithe besitzen die charakteristische Eigenschaft, dass sie sehr oft aus dunkleren und helleren Schichten bestehen, welche dadurch entstanden sind, dass sich die Pyroxene für sich und die Olivine für sich in Schichten abgelagert haben. Weiters ist für die bosnischen Lherzolithe charakteristisch, dass in ihnen ziemlich oft bedeutende Mengen von primärem Chromeisenerz vorkommen, welche an mehreren Orten bergmännisch abgebaut werden.

**1. Lherzolith von Kozarac.** Unmittelbar oberhalb des Dorfes Kozarac findet man neben Gabbro und Diabas auch eine Menge Geschiebe vom Lherzolith. Dieser Lherzolith ist ein grünlichschwarzes, dichtes Gestein, an welchem man sehr selten manch' grösseren Pyroxenkrystall bemerkt. Am Dünnschliffe bemerkt man mit blossem Auge, wie derselbe aus unregelmässigen Streifen besteht, welche abwechselnd etwas grünlich und weisslich gefärbt sind. Unter dem Mikroskope sieht man, dass das Gestein hauptsächlich aus Olivin, rhombischem und monoklinem Pyroxen in ziemlich gleichen Mengen und nur in kleinen Körnern zusammengesetzt ist. Die Pyroxene halten sich immer



beisammen, so dass beinahe nie zwischen ihnen Olivin vorhanden ist, auch der Olivin ist für sich gesondert, doch findet man unter demselben auch manches Körnchen des einen oder anderen Pyroxen. So abgesonderte Züge vom Olivin erkennt man im Präparate, wenn man dieses mit freiem Auge betrachtet, an der grünen Farbe, während die Pyroxenzüge weisslich gefärbt erscheinen.

Der Olivin ist in winzige Körnchen zerfallen, welche von grünlichem Serpentin umgeben sind.

Der Bronzit ist im Dünnschliffe farblos, mit schwacher Spaltbarkeit. Auch er ist ähnlich dem Olivin zersprungen, und von den Sprüngen aus zerfasert er sich und wandelt sich in faserigen Serpentin (Bastit) um.

Der monokline Pyroxen ist in Form von farblosem Diopsid entwickelt, und zwei chemische Analysen, welche wir später anführen werden, beweisen, dass dies ein an Thonerde armer Augit ist. Der Diopsid wäre nach seiner Spaltbarkeit, seinem Aussehen und nach seiner Farbe nicht vom Bronzit zu unterscheiden, besäße er nicht die schiefe Auslöschung und eine etwas stärkere Lichtbrechung, infolge welcher er bei gekreuzten Nicols lebhaftere Farben zeigt. In Schnitten mit gerader Auslöschung zeigt der Diopsid im convergenten Lichte den Austritt einer optischen Achse. Das Mineral aus der Familie des Spinells, welches hier entwickelt ist, kommt in Form kleiner Oktaëder oder eiförmiger Körnchen vor, ist mit braunrother Farbe durchsichtig und wird grösstentheils Chromit sein.

**2. Der Lherzolith unterhalb der Benkovačka kosa** ist ein dunkelgrünes, dichtes Gestein, aus welchem mancher gröberer Pyroxen hervorragt. Das Gestein ist deutlich geschichtet und besteht aus ganz schwarzen, schmälere und aus dunkelgrünen, breiteren Schichten. Am Dünnschliffe wäre diese Schichtung schwer erkennbar, weil der Unterschied zwischen der weissen und grünen Farbe zu unbedeutend ist.

Unter dem Mikroskope sieht man, dass das Gestein feinkörnig ist, dass es aus Olivin, etwas weniger rhombischem und noch weniger monoklinem Pyroxen und aus Chromit zusammengesetzt ist, und dass in ihm die Umwandlung schon sehr stark vorgeschritten ist. Das breite Netz des blassgelben Serpentin breitet sich durch den ganzen Dünnschliff aus, und die Maschen des Netzes sind von Körnern des Olivin und der einen und der anderen Pyroxenart ausgefüllt. Magnetit ist im Netze sehr wenig vorhanden. Olivin ist der reichlichste Bestandtheil des Gesteins. Bronzit und Diopsid haben dasselbe Aussehen und dieselbe Farbe wie im vorigen Gestein. An Stellen, wo die Umwandlung mehr vorgeschritten ist, ist Bronzit in Bastit umgebildet. Grössere Bronzitkrystalle besitzen manchmal in der Richtung der Spaltbarkeit säulen- und nadelartige Einschlüsse, welche auch dann lebhaftere Farben zeigen, wenn der Bronzit verdunkelt, und selbst verdunkeln sie nie. Chromit ist in Form kleiner Körnchen und manchmal auch in Oktaëdern vorhanden.

**3. Der Lherzolith von der Elkina kosa** ist ein graulichschwarzes Gestein, ziemlich massig mit grösseren Pyroxenkrystallen. Am Gestein bemerkt man weder makroskopisch noch mikroskopisch eine Schichtung. Olivin ist sein reichlichster Bestandtheil. Die Zersetzung hat in ihm erst angefangen. In den Sprüngen ist entweder gar kein Magnetit oder nur sehr wenig vorhanden. Der rhombische Pyroxen, Bronzit, kommt in gröberen und kleineren farblosen Körnern vor. An den Sprüngen, welche sich im Bronzit ausbreiten, fängt sich dieser zu zerfasern an. Der viel seltenere Diopsid unterscheidet sich vom Bronzit einzig durch seine stärkere Lichtbrechung und seine schiefe Auslöschung. Die schwach durchsichtigen, braunrothen Blättchen, welche hier vorkommen, gehören allem Anschein nach dem Picotit an.

**4. Der Lherzolith von Mimići** ist ein ganz schwarzes Gestein, in welchem unregelmässig zerstreute, 1 Cm. lange und 0·5 Cm. breite Pyroxenkrystalle vorkommen. Am Gestein sieht man nur stellenweise eine Schichtung, und auch im Präparate sieht man manchmal, wie der Olivin vom Pyroxen getrennt auftritt. Neben den gewöhnlichen Bestandtheilen, Olivin, Bronzit, Diopsid und Serpentin, finden wir hier noch Talk vor. Olivin ist am reichlichsten vorhanden, ihm folgt Diopsid, und am seltensten ist Bronzit. Beide Pyroxene sind farblos und haben eine schwach ausgeprägte Spaltbarkeit.

Der Talk erscheint in unregelmässigen Häufchen, welche ihrer Form nach beweisen, dass der Talk die Stelle des Pyroxen einnahm. Diese Häufchen bestehen aus farblosen, gekrümmten Blättchen, welche alle Eigenschaften des Talks besitzen. Der Anfang der Umwandlung des Pyroxen in Talk lässt sich dadurch erkennen, dass sich im Pyroxen eine feinkörnige Trübung bemerkbar macht; später, scheint es, schreitet sie sehr schnell vor, weil sehr selten im Talk noch ein unzersetztes Körnchen des ursprünglichen Minerals zu finden ist. An solchen Körnchen sieht man, dass es Diopsid war, welcher sich in Talk umgebildet hat. Ob zur Bildung des Talkes auch Bronzit etwas beitrug, konnte ich nicht bestimmen. Durch weitere Zersetzung wandelt sich der Talk in ein graues, erdiges Umwandlungsproduct um, welches unter gekreuzten Nicols in jeder Lage dunkel bleibt.

**5. Der Lherzolith aus dem Bache Ljučica** ist nach seiner Zusammensetzung und Structur das interessanteste Gestein dieser Gesteinsart. Er ist deutlich gestreift: durch das Gestein, welches sonst ganz schwarz ist, ziehen 3—6 Mm. breite Streifen von hellerer Farbe, welche sich bald auskeilen und verlieren, dadurch gewissermassen abgeplattete und gedehnte Linsen bildend. Dabei sieht man im ganzen Gestein regellos eingesprengte Krystalloide von Bronzit. Am Dünnschliffe bemerkt man makroskopisch dunklere und hellere, unregelmässig verlaufende Streifen, und unter dem Mikroskope sieht man, dass der Olivin die dunkleren, der Pyroxen die helleren Streifen bildet. In den Olivinzügen sind manchmal Pyroxenkörnchen enthalten, während die Züge vom Pyroxen beinahe immer frei von Olivin sind. Diese Züge sind bis fünf und auch mehr Millimeter breit und verlaufen unregelmässig, verschmälern sich schnell und dehnen sich manchmal in so feine Fäden aus, dass man sie erst unter dem Mikroskope erblicken und als Züge erkennen kann. Die Grenze zwischen einem und dem anderen Zuge ist unter dem Mikroskope ganz deutlich und nur insofern gekrümmt, als sie sich den einzelnen Körnern an der einen und anderen Seite des Zuges anpasst. Die Pyroxenzüge bestehen hauptsächlich aus gleichförmig grossen Körnern, welche die bekannte Pflasterstructur, der man bei vielen Amphiboliten und ähnlichen krystallinischen Schiefnern begegnet, bilden. Nur an manchen Stellen, und zwar meist in der Nähe der Olivinzüge treten grössere Pyroxenkörner auf, welche in der Richtung einer Nebenachse gestreckt sind. Diese grösseren Körner gehören dem rhombischen oder monoklinen Pyroxen an. Die kleineren Körner in den Zügen bestehen grösstentheils aus monoklinem Pyroxen. Wo grössere, gestreckte Körner vom rhombischen Pyroxen vorkommen, da sind dann auch in der Nähe herum kleinere Körnchen von rhombischem Pyroxen vorhanden, und in seiner Gesellschaft ist monokliner Pyroxen selten, auch gesellt sich hier manches Olivinkörnchen bei. Der Olivin ist im Dünnschliffe zersprungen und theilweise in Serpentin umgewandelt.

Der rhombische Pyroxen — Bronzit — ist farblos, und seine kleineren Körner besitzen eine schwache Spaltbarkeit. Die grösseren, gestreckten Körner sind immer lamellar gespaltet.

Der Diopsid ist vom Bronzit nur durch seine optischen Eigenschaften zu unterscheiden. An seinen kleineren Körnern ist die Spaltbarkeit nur mit mancher Linie angedeutet. Unter denselben fand ich zwei Zwillinge nach dem Orthopinakoid. Die grossen, gestreckten Krystalloide des monoklinen Pyroxen sind fein gespalten, wie wenn sie aus lauter Säulchen zusammengesetzt wären.

Neben dem farblosen monoklinen Pyroxen erscheint hier seltener noch ein Mineral gänzlich in derselben Form, nur von anderer Farbe, welche uns etwas an Hypersten erinnert. Diese Körner mit schwacher, blassgelblichrother Farbe, treten in den Pyroxenzügen unregelmässig zerstreut, den Pyroxen hier vertretend auf. Der Pleochroismus dieser Körner ist ziemlich stark und macht sich in fleischfarbiger, blasser (beinahe unmerklicher) und schwachgrünlicher Farbe bemerkbar. Die prismatische Spaltbarkeit ist höchstens mit zwei, drei Linien angedeutet. Ausserdem sah ich an einem Durchschnitte neben der prismatischen Spaltbarkeit auch noch eine quer verlaufende, basale Spaltbarkeit. Die schiefe Auslöschung erreichte gewöhnlich nur  $18^\circ$ . Nur an drei Körnern bemerkte ich, dass der Winkel, welchen die Auslöschungsrichtung mit der Spaltbarkeit bildet,  $27\text{--}28^\circ$  ausmachte. Der Auslöschungswinkel von  $18^\circ$  spricht dafür, dass uns hier ein Amphibol vorliegt, und weil die Orthodiagonale im Amphibol mit dem Prisma einen Winkel bildet, welcher jener zweiten Auslöschung ( $27\text{--}28^\circ$ ) entspricht, so war es mehr als wahrscheinlich, dass dieser zweite grosse Auslöschungswinkel an Querdurchschnitten gemessen wurde, wo bei der schwach entwickelten Spaltbarkeit dieses Minerals nur ein System von Linien in der Richtung eines Paares prismatischer Flächen entwickelt war. Dass dem wirklich so ist, überzeugte ich mich an einem Durchschnitte, wo ausser drei parallelen Linien noch eine vierte Linie entwickelt war, welche jene drei so kreuzte, dass sie den Winkel des Amphibolprisma bildete. Es war dies somit ein senkrechter Durchschnitt auf die Hauptachse, und freilich bildete dann hier die Auslöschungsrichtung mit der prismatischen Spaltbarkeit jenen grossen Winkel, welchen ich an anderen Durchschnitten fand, wo die beiden Spaltbarkeitssysteme nicht entwickelt waren. Demnach besteht kein Zweifel mehr, dass dies wirklich Amphibol ist. Wir werden bald hören, dass solcher Amphibol auch in anderen bosnischen Lherzolithen vorkommt. Hier steht manchmal der Amphibol mit dem monoklinen, seltener mit dem rhombischen so im Zusammenhange, dass der Amphibol langsam, ohne deutliche Grenze, in Pyroxen übergeht. Dort, wo die Farbe des Amphibols allmählig verschwindet, sieht man auch unter gekreuzten Nicols stufenweise Veränderung der optischen Orientirung. Neben rothbraunen Chromitkörnern ist hier im Lherzolith noch Rutil vorhanden. Der Rutil tritt als Einschluss im Pyroxen in Form runder Körner oder länglicher Säulchen von röthlichgelber Farbe auf. An manchen Stellen sind diese Säulchen so dünn und klein und so angehäuft, wie man sie in den Phylliten und Thonschiefern findet.

Im Ljučicabache fand ich ausser dem beschriebenen Lherzolith als Geschiebe auch noch Lherzolith, an welchen weder makroskopisch noch mikroskopisch eine Schichtung bemerkbar war. Sie bestehen aus Olivin, Diopsid und Bronzit nebst etwas Chromit. Die Gesteine sind ziemlich frisch, und die Bestandtheile besitzen dieselben Eigenschaften, welche wir bei den anderen Lherzolithen aus der Kozara planina beschrieben haben.

#### d) Amphibolit.

In Briefwechsel mit Baron Foullon stehend, theilte ich ihm mit, dass ich in der Serpentinzone Bosniens überall mit Ausnahme der Kozara planina neben Serpentin

auch Amphibolite gefunden. Auf diese Bemerkung antwortete er mir, dass auch in der Kozara planina Amphibolite vorkommen, und sendete mir auch bald darauf aus der Sammlung des gemeinsamen Finanzministeriums in Wien zur Ansicht einen Amphibolit, an dem von seiner Hand auf der Etiquette vermerkt war: „Frische Probe des Gesteins, aus dem der Serpentin entsteht; Lužicathal.“ Meine spätere Anfrage, nach dem genaueren Fundort und der Lage des Gesteins, konnte Foullon nicht mehr beantworten. Er begab sich nach Australien, und hat, wie bekannt, auf den Salomoninseln ein trauriges Ende gefunden.

Da ich mich in mehreren Fällen überzeugen konnte, dass die Amphibolite in der bosnischen Serpentinzone im Serpentin (Lherzolith) eingelagert auftreten, so muss ich glauben, dass auch dieser Amphibolit aus der Kozara planina im Serpentin liegt. In diesem Glauben befestigte mich die erwähnte Bemerkung auf der Etiquette, die deutlich besagt, dass dieser Amphibolit im Zusammenhange mit Serpentin gefunden wurde.

Der Pyroxenamphibolit aus dem Ljučicathale (in der Karte führt dieser Bach den Namen Lužica) ist ein schwarzes Gestein und besitzt das gewöhnliche Aussehen der Amphibolite. Am Querbruch sieht man, dass er deutlich geschichtet ist, indem schwarze mit weisslichen Schichten abwechseln. Unter dem Mikroskope erkennt man als Bestandtheile des Gesteins Amphibol, monoklinen Pyroxen, Feldspath und Magnetit.

Der Amphibol ist compact und von gelblichbrauner Farbe. Sein bedeutender Pleochroismus macht sich in blassgelber, grünlichgelber und gelblichbrauner Farbe bemerkbar. Er hält sich meist beisammen, und diese Anhäufungen lehnen sich an Anhäufungen von Pyroxen an; er hat bald die Form feinerer gerundeter Körner, bald wieder — was gewöhnlicher ist — die Form grösserer unregelmässiger Krystalloide. Grössere Amphibole besitzen sehr oft nadelförmige, parallel angereihte Einschlüsse von Magnetit, welche durch das ganze Individuum nicht gleichmässig vertheilt sind, sondern sich meist in der Mitte und manchmal auch nur gegen den Rand anhäufen. Ausser diesen Nadelchen sieht man im Amphibol auch unregelmässig zerstreute Magnetitkörner, welche sich manchmal zu Nadelchen verdünnen. Im Amphibol kommen auch noch Feldspathkörner als Einschluss vor.

Der monokline Pyroxen ist farblos und hat die Form feiner Körner. Die prismatische Spaltbarkeit ist nur an grösseren Körnern entwickelt. Wegen der starken Lichtbrechung erscheinen die Körner im Dünnschliffe erhaben. Zwischen gekreuzten Nicols zeigt der Pyroxen sehr lebhaftes Farben und einen grossen Auslöschungswinkel. Die Pyroxenkörner halten sich stets beisammen und bilden eine zellenartige Structur. Manches Auge dieses Zellensystems besteht aus Amphibol, ebenso sieht man in manchem grösseren Pyroxenkorn feine Amphibolblättchen.

Feldspath ist im Gestein nicht sehr häufig vorhanden, und seine kleinen, unregelmässigen Körner sind immer für sich versammelt in jenem Raume, der vom Amphibol und Pyroxen freigelassen wurde. Der Feldspath ist hier sehr zersetzt und getrübt. Zwillinglamellen sieht man selten, und zwar nur an ungetrühten Körnchen. Im Feldspath kommen als Einschlüsse kleine Körnchen und Säulen von Amphibol und Pyroxen vor.

Magnetit ist im ganzen Gestein reichlich zerstreut, gewöhnlich in Form unregelmässiger Körner, seltener in deutlichen Oktaedern. Stellenweise ist er in Hämatit umgewandelt.

### 3. Prisjeka, Skatovica, Uzlo mac und die Borja planina.

Das Querthal des Vrbasflusses nördlich von Banjaluka trennt die Serpentinzone der Kozara planina von ihrer Fortsetzung, welche sich in südöstlicher Richtung gegen das Bosnathal hinzieht. In dieser Fortsetzung finden wir einen Zug, welcher seinen Anfang in der Prisjeka planina nimmt und nur auf eine kurze Strecke von dem Querthale der Jošavka durchbrochen wird, um sich dann ohne Unterbrechung längs der Skatovica, Uzlo mac und Borja planina bis zur Smolin-Mahnača hin zu erstrecken. Der zweite Zug umfasst die Ljubić planina und zieht sich parallel dem vorigen Zuge bis — wie es scheint — zur Usora. Insofern mir beide Züge bekannt sind, möchte ich sagen, dass sie im Längsthale der Jošavka zwischen der Skatovica und Dubrava, ebenso im Längsthale der Mala Usora zwischen der Borja und Javorova planina aneinander stossen. In einem und dem anderen Thale fand ich die nächstliegenden Hügel im Norden und Süden aus Serpentin bestehend. Auf der südlichen Seite konnte ich mich überzeugen, dass diese Hügel in ununterbrochenem Zusammenhange mit den übrigen krystallinischen Gesteinen der Serpentinzone der Skatovica (vom Längsthale der Jošavka) und Borja planina (vom Längsthale der Mala Usora) stehen, deshalb scheint es mir sehr glaubwürdig, obwohl ich jene Gegenden nicht besuchte, dass sich die nördlichen Serpentin Hügel des einen und des anderen Thales unmittelbar jenem zweiten Zuge aus der Ljubić planina, Čavka und der Jošavka planina anreihen. Demnach wäre die Verbreitung der Serpentinzone in dieser Gegend viel grösser, als es in den geologischen Karten der Werke „Grundlinien der Geologie von Bosnien und der Hercegovina“ und „Beiträge zur Kenntniss der Erzlagerstätten Bosniens“ angegeben ist.

Der erste Zug der Serpentinzone in der Prisjeka erstreckt sich an der südlichen Seite bis zur Vrbanja, während seine südliche Grenze in der Skatovica, Uzlo mac und Borja planina selten weiter über den Kamm dieser Gebirge reicht. Auf der nördlichen Seite zieht sich dieser Zug, wie wir kurz vorher erwähnten, bis zu den Thälern der Jošavka und Usora. In der Karte der geologischen Anstalt schliesst dieser Zug den nördlichen Theil der Borja planina nicht ein, sondern ist so eingetragen, als ob er den südlichsten Theil der Borja planina umranden und sich bis Golubinja und Nemila hinziehen würde. Wie ich mich überzeugte, ist wenigstens am westlichen Ende der Borja planina an dem südlichen Abhange die Serpentinzone nicht entwickelt, sondern hauptsächlich am nördlichen Abhange, und von hier reicht sie erst im Bereiche der Zuflüsse der Velika Usora an den südlichen Abhang hinab, darum ist es mir viel wahrscheinlicher, dass sich die Serpentinzone der Borja planina gegen die Smolin-Mahnača hin erstreckt, wie es auch B. Walter in seine Karte einzeichnete. Aus diesem Zuge sind in der Literatur einige Notizen und petrographische Untersuchungen einzig aus der unmittelbaren Nähe von Čelinac und Podbrdje vorhanden. Prof. Pilar ging von Kotor entlang der Vrbanja gegen Banjaluka und theilte seine Erfahrungen Mojsisovics mit, später publicirte er sie selbst in seiner citirten Abhandlung. Mojsisovics berichtet (S. 80) nach Pilar's Notizen, dass bei Barakovac Eruptivgesteine auftreten, welche hauptsächlich aus Gabbro bestehen, und dass sich derselbe hier an manchen Stellen plattenförmig spaltet und stellenweise aphanitisch wird. Bei Vrbanjica fand Pilar Amphibolite, welche aus der Prisjeka stammen. Unter den Gesteinen, welche Pilar sammelte, bestimmte und beschrieb John (S. 280 und 282) einen Diorit von Čelinac, Gabbro von Barakovac, Eklogit von Podbrdje und Serpentin von Čelinac.

Pilar erwähnt in seiner Abhandlung (S. 47, 48), dass er gleich anfangs bemerkte, als er von Kotorišće (Kotor) entlang dem rechten Ufer der Vrbanja ging, dass unter dem Geschiebe der Bäche, welche aus der Skatovica stammen, Jaspise und verschiedene Eruptivgesteine vorkommen. Beim Dorfe Podbrdje selbst fand er ein Stück Eklogit, von welchem er meint, dass er hoffentlich in der Skatovica in grösserer Menge zu finden sein werde. Auf seinem weiteren Wege gegen Barakovac fand er hinter dem Kalkstein, Sandstein und Mergel ein zersetztes Eruptivgestein, nach allem Anschein Diabas. Im Walde südlich von Barakovac traten zum ersten Male Serpentine als Geschiebe auf. „Vor Barakovac erblickte ich — schreibt Pilar — die ersten anstehenden Eruptivgesteine. Es sind das aussergewöhnlich feste, sehr feinkörnige Diorite von schwarzer Farbe. Die mikroskopische Untersuchung zeigte, dass dieses Gestein hauptsächlich aus Plagioklas und Amphibol zusammengesetzt ist, doch fehlt hier auch Olivin-gabbro nicht, deswegen ist in gewisser Weise die Ansicht gerechtfertigt, dass auch dieses schwarze Gestein nur eine feinkörnige Varietät von Olivin-gabbro ist, in welcher der Diallag in Amphibol umgebildet ist. Derber Olivin-gabbro muss in der Umgebung von Barakovac einen grossen Raum einnehmen, er kommt auch in mehreren Varietäten vor. Man findet auch solchen, welcher sich leicht in Platten spalten lässt. Auf der Strasse weiter gehend, konnte ich bemerken, dass sich jenes feinkörnige schwarze Gestein, welches ich vor Barakovac fand, wiederholte. Nach den Olivin-gabbros und ihren aphanitischen Abarten folgen Serpentine, die sich bis in die Nähe von Vrbanjica erstrecken. Diese Serpentine bilden ganze Hügel, und an manchen ist eine Spur von Schichtung zu bemerken. Ich fand sogar eine solche Varietät des Serpentin, bei welcher man auch an faustgrossen Stücken dünne Schichten bemerken konnte. Dieser Umstand rechtfertigt die Ansicht, dass wenigstens ein Theil dieser Serpentine aus Tuffen entstanden ist, welche an Olivin oder überhaupt an Silicaten reich waren und Magnesia in grosser Menge enthielten. Bei Vrbanjica fand ich im Flussschotter einen schwarzen Amphibolit.“

An einer anderen Stelle (S. 17—20) beschreibt Pilar den Gabbro von Barakovac, Eklogit von Podbrdje und den Amphibolit von Vrbanjica, und wir werden darauf noch zurückkommen.

Meine Untersuchungen in dieser Gegend waren folgende.

Als ich von Banjaluka gegen Čelinac ging, fand ich hinter dem Dorfe Vrbanja (Pilar nennt es Vrbanjica) im Bache Rudine, welcher aus der Prisjeka planina kommt, Geschiebe von Gesteinen der bosnischen Serpentinzone. Es waren das Serpentine (Lherzolithe), Amphibolite und Pyroxenite. Die Uferwände des Baches bestehen aus sehr zersetztem Serpentin. Der Serpentin, welcher hier schön geschichtet ist, bildet zwei Hügel. Von da entlang dem rechten Ufer der Vrbanja gehend, findet man eine ganze Reihe von Hügeln eines bläulichen Serpentin. Im Bache Mehmedov potok unterhalb der Mehmedova glavica, welche am linken Ufer des gleichnamigen Baches liegt, findet man eine grosse Menge von Geschieben und darunter am meisten Amphibolite, seltener Diabase und Serpentine. Geht man im Mehmedov potok aufwärts, so begegnet man bald anstehenden mächtigen Felsen eines schwarzen Amphibolits, welcher sich bis zu einem hohen Wasserfall hinzieht, welchen ich nicht übersteigen konnte. Kehrt man von hier wieder auf die Strasse zurück, so sieht man beim Han Egić (Prdić Han), wo eine Abgrabung zur Erweiterung der Strasse gemacht wurde, zuerst Sandstein, dann Amphibolit. Bei Asića dol ragt wieder eine Serpentin-kuppe hervor. (Dieser Punkt wurde mir vom Führer als Barakovac bezeichnet. Am nächsten Tage hörte ich von einem Waldhüter, dass man die ganze Gegend zwischen Vrbanja und Jošavka

bis weit gegen das Dorf Vrbanja unter dem Namen Barakovac versteht.) Hinter dem Serpentin erscheint ein schwarzer und dichter Diabas und zieht sich bis zur Jošavka vor Čelinac hin. Ich bin überzeugt, dass in dieser Gegend auch Gabbro vorkommt, und auch in Pilar's Hinterlassenschaft fand ich Dünnschliffe und Handstücke eines Gabbro von Barakovac, doch ging ich zufällig bei diesem Gesteine vorbei, ohne es zu bemerken. Aber jenes aphanitische Gestein, welches Pilar erwähnt, und welches sich zu Platten spaltet, wird ohne Zweifel Diabas sein, und der Gabbro wird, wie ich vermüthe, in der unmittelbaren Nähe des Diabas auftreten.

Am Wege von Čelinac entlang der Jošavka sah ich, dass sich der Diabas aus dem Thale der Vrbanja auch eine gute Strecke des Weges entlang dem rechten Ufer der Jošavka erstreckt, also nach Barakovac hinein. An der entgegengesetzten Seite der Strasse bemerkt man Hügel, welche der Gegend, genannt Crni Vrh, angehören und aus Sandstein bestehen. In der Gegend Kamenica begegnet man Breccien und Conglomeraten von Amphibolgesteinen. Am Anfang der Dubrava treten Sandsteine und Kalke auf. Dort, wo der Bach Mlinska rieka die Dubrava verlässt und in die Jošavka einmündet, befindet sich in der Skatovica und gegenüber in der Dubrava eine ganze Reihe von Hügeln, welche aus Serpentin (Lherzolith) bestehen. Der Serpentin ist hier stark zersetzt, doch sieht man beinahe überall eine deutliche Schichtung, welche dadurch bedingt ist, dass in demselben abwechselnd dünne Lagen von Pyroxen und ähnliche Lagen von Olivin ausgebildet sind. Am rechten Ufer des Baches Mlinska rieka befindet sich ein Steinbruch in sehr frischem Lherzolith, in welchem die erwähnte Schichtung überaus schön ausgeprägt ist. Nachdem ich eine kurze Strecke entlang der Mlinska rieka zurückgelegt hatte, fand ich hinter dem Serpentin einen schiefrigen Thon und Kalkstein und dann abermals Serpentin.

Im nächstfolgenden Zuflusse aus der Dubrava, dem Bache Stanenkova rieka, welcher in die Jošavka mündet, bemerkte ich, dass sämmtliche Hügel an beiden Seiten des Baches aus Serpentin bestehen. Hier drang ich viel weiter bachaufwärts als in der Mlinska rieka, doch nirgends war ein anderes Gestein als Serpentin zu finden, selbst unter dem Geschiebe des Baches war kein anderes Gestein vorhanden.

Aus dem Bache Stanenkova rieka ging ich über die Jošavka und begab mich in die Skatovica planina. Als ich entlang dem Bache Vidnjevac aufwärts stieg, fand ich unten Sandsteine und bald darnach Serpentine, welche hie und da von jüngeren sedimentären, schiefrigen Gesteinen überdeckt waren. Dann erscheinen Amphiboleklogite und echte Eklogite, und dann treten abermals Serpentine auf, so dass man deutlich sieht, dass die Eklogite im Serpentin eingelagert sind. Die Serpentine ziehen sich weit entlang dem Rücken der Skatovica hin, und an der Oberfläche liegen Stücke eines schönen Chromits in grosser Menge zerstreut. Hier am Bergrücken überraschte mich ein Ungewitter, welches mich dann auf meinem weiteren Wege bis nach Kotor-Varoš begleitete, dennoch konnte ich bei alldem bemerken, dass die südliche Seite der Skatovica in dieser Gegend aus schiefrigem Thon, Kalkstein, Quarzit und Sandstein aufgebaut ist. Von Kotor-Varoš zieht sich die Strasse im Thale der Vrbanja am Fusse des Uzlo mac hin, übersteigt dann den Sattel, mittelst welchem die Uzlo mac planina mit der Borja planina verknüpft ist, und führt bei Pribiniĉ in das Thal der Mala Usora.

Auf dieser ganzen Strecke bis zum erwähnten Sattel ist nirgends eine Spur von krystallinischen Gesteinen zu erblicken. Erst dort, wo sich die Strasse gegen Norden hin zu senken anfängt, erscheinen Serpentine, welche sich einerseits in die Uzlo mac planina, andererseits in die Borja planina hineinziehen. Auf dem Wege, der sich an

der Borja planina hinabzieht, erstrecken sich die Serpentine beiläufig eine halbe Fahrstunde. Darnach sind die Serpentine bis vor Pribinić von schwarzen Schiefen, Quarzit und Thon bedeckt. Von Pribinić bis zum Hegerhaus in Buletić sieht man am linken Ufer der Usora eine ganze Hügelreihe von Serpentin.

Von Buletić aus besuchte ich die Borja planina. Wenn man in den Bach Miljkovačka rieka einbiegt, so findet man eine grosse Menge Geschiebe von Serpentin und Amphibolit, hie und da auch Geschiebe vom Gabbro. Das Geschiebe des Serpentin ist hier, sowie auch in den anderen Bächen der Borja planina sehr oft von überaus charakteristischem Aussehen, nach welchem man schliessen kann, dass der Serpentin hier sehr oft geschichtet ist. Dieses Geschiebe ist gewöhnlich abgeflacht und dabei so gebaut, als ob es aus parallelen und untereinander zusammengekitteten Blättern zusammengesetzt wäre, so dass es gewissermassen an die Blätterzähne mancher Elefanten erinnert. Dieses Aussehen hat das Geschiebe dadurch bekommen, dass in demselben Pyroxenschichten mit Olivinschichten abwechseln; da Olivin schneller zersetzt wird, so ist das Geschiebe überall dort, wo die Olivinschichte heraustritt, tief eingefressen. Dies ist auch die Ursache, dass das Geschiebe abgeplattet ist und die äussere Rinde an beiden Seiten von Pyroxen gebildet wird.

Vom unteren Ende der Miljkovačka rieka begab ich mich gegen Osten gleich in den ersten Gebirgsbach. Gleich hier unter der Kučerina waren schon die ersten Serpentinberge. Im Bache selbst fand ich dasselbe Geschiebe wie in der Miljkovačka rieka. Von hier aus entlang dem Bache beiläufig zwei Wegstunden war nichts als Serpentin zu sehen. Am Berge Debelo brdo in der Nähe der Häuser Kuzmanovićeve kuće (diese Häuser an nördlichen Ablange der Borja planina sind in der Karte des geographischen Instituts ohne Namen eingetragen) fand ich in einem Bache am Fusse der Glavica, welcher sich in die Ravna ergiesst, Geschiebe von Diabas und Amphibolit. Von hier gegen Katunište hin war wieder lauter Serpentin. Vom Katunište begab ich mich hinab und kreuzte den Bach Borjašnica, welcher den Serpentin durchfliesst und sich dann unten in die Velika Usora ergiesst. Weiter über den Rücken Božin greb bis zum Bache Milakov potok, welcher auch in die Velika Usora mündet, ist nur Serpentin zu sehen, doch findet man unter dem Geschiebe auch Amphibolite. Von hier erklimmte ich die Milakova strana und gelangte bis zu verfallenen Gruben im Serpentin, wo einst Chromit gewonnen wurde. Zurückkehrend ging ich über den Gebirgsrücken Miljkovačka kosa und fand bis Buletić nur Serpentin. Von Buletić fuhr ich mit der Waldbahn bis zur Haltestelle „Jela“ und sah am Schotter, mit welchem die Bahnstrecke aufgeschüttet ist, dass in dieser ganzen Gegend sehr verbreitet gefleckter Troktoolith (Forellenstein), Gabbro, Serpentin und Amphibolit vorkommt.

### a) Diabase.

1. Der porphyrische Diabas aus dem Bache Mehmedov potok ist ein graulichschwarzes Gestein, in welchem man 2—2½ Mm. grosse, porphyrisch ausgeschiedene Plagioklaskrystalle sehen kann. Ohne Rücksicht auf jene grösseren Plagioklase bietet uns im Dünnschliffe der ganze übrige Plagioklas mit dem Augit das bekannte Bild einer körnigen Diabasstructur mit säulenförmigen Plagioklaskrystallen, zwischen welchen sich der Augit einzwängt, so dass seine Contouren von der zufälligen Lage der Plagioklase abhängig sind.

Der Augit ist blass fleischfarbig und sehr stark zersetzt. Sein Zersetzungsproduct ist ein gelblichgrüner, faseriger Amphibol, welcher in solcher Menge entwickelt ist, dass



man im ersten Augenblick darunter den Augit kaum bemerkt. Die porphyrisch ausgeschiedenen Plagioklase sind von ziemlich regelmässiger Form und oft zonal gebaut. Albitzwillinge vereinen sich oft zu neuen Zwillingen nach dem Karlsbadergesetze. Dieser Plagioklas ist ziemlich frisch und von glasartigem Aussehen, nur manchmal sieht man in ihm eingewanderte Blättchen eines secundären Amphibols. Nach seinem optischen Verhalten wird dieser Plagioklas in die Nähe des Labradorit zu stehen kommen. Die kleineren Plagioklase besitzen alle Eigenschaften der grösseren. Hie und da sieht man im Präparate auch manches grössere Augitkorn, doch entspricht auch dann seine Begrenzung, wie jene der kleinen Augite, dem Raume, welcher von den nächstliegenden kleineren Plagioklasen freigelassen wurde.

Ilmenit kommt in Form von kammförmig zerhackten Körnern vor.

**2. Der Diabas von Čelinac.** Die Diabase, welche in der Umgebung von Čelinac an der Vrbanja und Jošavka auftreten, sind stark zersetzt. In denselben ist kein porphyrisch ausgeschiedener Plagioklas vorhanden, und der Augit ist ganz in einen grünlichen, faserigen Amphibol umgewandelt. Unter dem Amphibol bemerkt man manchmal manches Biotitblättchen. Jedoch bei all' dieser Zersetzung kann man deutlich die bekannte Structur der Diabase erkennen. Eisenerze sind in Form von Ilmenit vorhanden.

Pilar beschreibt in seiner Arbeit (S. 18, 19) einen zersetzten und umgewandelten Gabbro von Barakovac und sagt, dass dies dasselbe Gestein sei, welches er Mojsisovics übergeben, und welches John (S. 280) als Diorit von Čelinac beschrieben habe. Wenn man Pilar's Beschreibung liest, muss man unwillkürlich auf den Gedanken kommen, dass das ein porphyrischer Diabas ist, ähnlich dem, welchen ich im Bache Mehmedov potok fand. Pilar's Beschreibung lautet: „Das Gestein ist schwärzlichgrau, von porphyrischem Aussehen, und zwar mit einer anscheinend schwarzen Grundmasse und weissen Krystallen von Feldspath. Schon mit der Loupe sieht man, dass das Magma mikrokrystallinisch ist. Unter dem Mikroskope sieht man grössere, kurzsäulenförmige und bedeutend zersetzte Krystalle. Ohne Zweifel ist das Feldspath, doch ist es mir unmöglich zu bestimmen, ob es Plagioklas ist. Die kleineren Feldspathkrystalle hingegen sind ziemlich gut erhalten und zeigen die bekannte polysynthetische Zusammensetzung. Es sind das also wirklich Plagioklase, und demnach können auch die grossen zersetzten Krystalle demselben Mineral angehören. Diallag als solcher ist im Gestein nicht mehr vorhanden, denn er ist durch ein grünes Mineral ersetzt (Smaragdit), welches sich in ein anderes, strahliges Mineral (Aktinolith) umbildet. An einer Stelle im Dünnschliffe sah ich zwei Spaltbarkeitssysteme, die sich unter dem Winkel von beiläufig 124 schneiden, was der Spaltbarkeit des Amphibol entspricht. Olivin ist auch im Gestein vorhanden, doch nur spärlich. Im Gegentheil ist Magnetit ziemlich reichlich vorhanden in körnigen Aggregaten, strahligen, oft kammförmig angereichten Nadelchen.“ Diese Beschreibung entspricht ganz dem porphyrischen Diabas aus dem Bache Mehmedov potok, und wahrscheinlich hat hier Pilar die zurückgebliebenen Augitkörner für Olivin gehalten. In der Beschreibung John's ist es schwerer, einen Porphyrdiabas zu erkennen, auch er meint, dass dieser Diorit aus einem Gabbro entstanden ist.

### b) Gabbro.

In der ganzen Serpentinzone von Prisjeka bis zur Borja planina scheint Gabbro nicht in grosser Menge entwickelt zu sein. Pilar fand in dieser Gegend Gabbro in der Umgebung von Barakovac, und ich fand solchen als Geschiebe bei Buletić in der Borja planina.

1. **Der Olivingabbro von Barakovac.** Diesen Gabbro, den Pilar fand, beschrieb zuerst John (S. 282) und erwähnt als seine Bestandtheile Plagioklas (sicherlich Labrador), hellbraunen Diallag voll schwarzer Nadelchen und frischen Olivin. Durchschnitte des Diallag in der Richtung der Basis und Orthopinakoid sind dichroitisch in rother und grüner Farbe. An den Diallag grenzt manchmal brauner Amphibol an.

Pilar sagt (S. 18) von demselben Gabbro, dass er aus Labrador, Diallag, Olivin und Magnetit besteht, und dass Amphibol sehr selten vorkommt. Unter Pilar's Dünnschliffen fand ich noch den Dünnschliff, welchen er beschrieb. Hier ist der Labrador voll nadelförmiger und körniger, äusserst feiner Einschlüsse. Der Diallag ist voll schwarzer nadelförmiger Einschlüsse und besitzt nicht den geringsten Pleochroismus. Ausser Diallag ist in kleineren Mengen noch ein anderer Pyroxen vorhanden, welcher sich in Form feiner Körnchen an den Diallag und Olivin anschmiegt. Derselbe ist fleischfarbig, mit deutlichem Pleochroismus in röthlicher bis blassgrünlicher Farbe. Die Spaltbarkeit an diesen Körnern ist nicht besonders entwickelt, doch kann man deutlich nach der schiefen Auslöschung urtheilen, dass es ein monokliner Pyroxen ist. In einem solchen Körnchen befinden sich dieselben Einschlüsse, welche im Diallag vorkommen; alle übrigen Körner enthalten keine Einschlüsse. Ein grösserer gelbbrauner Amphibol war am Olivin angelehnt. Magnetit ist ziemlich häufig. Im Plagioklas findet man als Einschlüsse Diallag und Olivin, im Diallag Plagioklas und Olivin und im Olivin Plagioklas.

2. **Der Olivingabbro aus dem Bache Miljkovačka rieka bei Buletić,** welchen ich als Geschiebe fand, ist ein dunkelgraues Gestein von mittlerem Korn. Plagioklas ist sein reichlichster Bestandtheil. Er ist ganz trüb, theilweise von feinen körnigen und nadelförmigen Einschlüssen, theilweise infolge von Zersetzung.

Diallag, welcher von röthlichbrauner Farbe ist, ist im Gestein am spärlichsten enthalten. Seine kleinen Körner dehnen sich zwischen den übrigen Bestandtheilen auf jene Weise aus, wie wir es bei manchen Gabbros aus der Kozara planina beschrieben haben. Seine Spaltbarkeit ist schwach entwickelt. Staubartige, schwarze Einschlüsse liegen in ihm unregelmässig zerstreut herum.

Olivin ist etwas reichlicher vorhanden und besitzt in der Richtung der Hauptachse angereihte feine nadelförmige Einschlüsse. Er wandelt sich in Serpentin um, und nur stellenweise bildet sich in ihm auch farbloser Amphibol. Im Plagioklas kommt als Einschluss Diallag vor, im Diallag Plagioklas und Olivin und im Olivin Plagioklas. In einem ziemlich frischen Olivin ist ein grosses Biotitblättchen eingeschlossen.

### c) Serpentin.

1. **Der Lherzolith aus dem Bache Rudine** (zwischen Banjaluka und Čelinac) ist ein feinkörniges, schwarzes Gestein, aus welchem grössere Pyroxenkrystalle hervorragen. Unter dem Mikroskope sieht man, dass Olivin, rhombischer und monokliner Pyroxen eine gleichmässige, feinkörnige zellenartige Structur bilden, in welche nur einige grössere Körner von rhombischem Pyroxen eingestreut sind. Im Dünnschliffe von einem Gestein aus diesem Bache sind die Pyroxene ziemlich abgesondert vom Olivin entwickelt, während im Präparat von einem anderen Gestein die Pyroxene und Olivin gleichmässig vertheilt sind. Neben diesen drei Bestandtheilen ist hier noch reichlich Chromit vorhanden nebst manchem Körnchen Amphibol.

Olivin ist der vorwiegendste Bestandtheil dieses Gesteins. Er ist frisch und nur netzförmig zersprungen, an den Sprüngen ist manchmal etwas Magnetit abgelagert.

Von den Pyroxenen ist am reichlichsten Bronzit vorhanden, seltener ist Diopsid. Beide Pyroxene sind farblos und ihre Spaltbarkeit schwach entwickelt. Nur manche grössere Bronzitkrystalle besitzen feine, dichtgedrängte Spaltungsrisse.

Der Amphibol, obwohl nicht zahlreich, macht sich doch am ersten durch seine Farbe bemerklich. Er befindet sich in Gesellschaft des Pyroxen und hat auch dieselbe körnige Form. Er hat eine röthlichbraune Farbe und starken Pleochroismus in rothbrauner, gelblichbrauner und blassgrüner Farbe. Seine Spaltbarkeit ist sehr schwach entwickelt. Der Auslöschungswinkel beträgt  $16^{\circ}$ . Er steht oft in enger Beziehung zum monoklinen Pyroxen: manchmal sieht man im Amphibol Partien von farblosem Pyroxen, ein anderes Mal wieder findet man im Pyroxen feine Amphibolblättchen. Dieser Amphibol ist ganz demjenigen ähnlich, welchen wir im Lherzolith aus dem Ljučica potok kennen gelernt haben, nur ist dieser von etwas dunklerer Farbe.

Chromit erscheint im Gestein in kleinen, unregelmässigen Körnern oder in kleinen Oktäedern.

**2. Der Lherzolith von der Serpentinkeppe Asića dol bei Barakovac** ist sehr dem vorigen Gestein ähnlich. In ihm ist Olivin vorwiegend, seltener ist Bronzit und Diopsid. Die Bronzite sind manchmal sehr gross, und an dieselben schmiegen sich kleine Körnchen von Diopsid und Bronzit an, welche für sich abgesonderte Aggregate bilden, in welchen manches Körnchen Pyroxen durch Amphibol ersetzt ist. Chromit erscheint in kleinen Körnchen.

**3. Der Lherzolith aus dem Bache Mlinska rieka in der Dubrava.** Jene Gegend, durch welche die Mlinska rieka fliesst, und wo sie in die Jošavka einmündet, ist in der Karte des geographischen Instituts mit dem Namen Kamenica bezeichnet, während mir der Waldhüter aus Čelinac sagte, dass sie Dubrava heisse. Am unteren Laufe der Mlinska rieka befindet sich im Serpentin ein Steinbruch, und von da stammt das Gestein, welches ich hier beschreibe. Es ist derb und schwarz, und durch dasselbe ziehen sich parallele hellgraue bis grünlichgraue Streifen, welche gegen 2 Cm. breit sind. Zwischen diesen breiteren Streifen sieht man ähnliche, doch viel schmalere Streifen, die manchmal nicht breiter als 1 Mm. sind. Diese schmalen Streifen erreichen keine grosse Länge, sondern verlieren sich schnell, so dass man deutlich sehen kann, dass sie dünne und flache Linsen bilden. Unter jenen breiten Streifen befand sich einer, welcher durch einen sehr schmalen schwarzen Streifen in zwei Theile getheilt war. Unter dem Mikroskope kann man sich leicht überzeugen, dass diese hellen Streifen aus Bronzit, welcher in bedeutend grösserer Menge entwickelt ist, und aus Diopsid bestehen. Zwischen diesen Pyroxenen findet man sehr selten Olivin. Das ganze übrige Gestein besteht aus Olivin, und hier ist neben Olivin entweder kein oder sehr wenig rhombischer und monokliner Pyroxen enthalten.

Der Olivin ist ziemlich frisch und besitzt an den Sprüngen sehr wenig ausgeschiedenen Magnetit.

Der Bronzit besitzt in dickeren Präparaten eine blassgelbe Farbe und ziemlich deutlichen Pleochroismus, und zwar in gelblicher Farbe mit einem Stich ins Rothe (a), in graulichgelber (b) und blassgelber Farbe, welche schwach ins Grünliche übertönt (c). In dünneren Schliften ist der Bronzit gänzlich farblos und ohne Pleochroismus. An Durchschnitten senkrecht zur Hauptachse ist manchmal eine sehr feine Lamellatur, und zwar in der Richtung des Brachypinakoids, wie man es an der Lage der Ebene der optischen Achsen im convergenten Lichte erkennen kann, zu sehen. In grösseren Bronzitkörnern findet man ziemlich oft als Einschlüsse parallel eingewachsene kurze und

breite Blättchen eines farblosen monoklinen Pyroxen (Diopsid) und nebenbei noch manchmal abgerundete oder gestreckte Olivinkörner.

Der Diopsid ist von kaum merklicher grünlicher Farbe, beinahe farblos. Die Spaltbarkeit ist einmal besser, das andere Mal weniger gut entwickelt. An den Sprüngen und Spaltungsrissen sind die Krystalle öfter sehr fein zerfasert, und obwohl diese faserige Streifung schräg zur prismatischen Spaltbarkeit steht, bekommt doch der Diopsid das Aussehen des Diallags. Durch Zerdrücken spaltet sich der Diopsid immer nur parallel den Prismenflächen. Die schiefe Auslöschung erreicht im Dünnschliffe den Winkel von  $43^{\circ}$ . Ebenso wie man im Bronzit parallel eingelagerte Lamellen von Diopsid findet, so kommt auch manchmal in grösseren Diopsiden parallel eingewachsener Bronzit vor.

Picotit erscheint in schwarzen Blättchen, welche an den Rändern braun durchscheinend sind.

**4. Plagioklasführender Lherzolith von demselben Orte.** Neben dem vorigen Lherzolith erscheint noch eine andere Varietät, welche gleichmässiger gestreift ist, indem hier 3—5 Cm. breite Pyroxenlagen und ebenso breite schwarze Olivinlagen abwechseln. Am Querbruch des Gesteins, welches dem Einflusse der Luft ausgesetzt war, sind die schwarzen Streifen mehr zersetzt und tiefer eingefressen, so dass am Gestein Vertiefungen und Erhebungen abwechseln. Dieser ungleiche Einfluss der Zersetzung macht sich am besten an hinabgerolltem Geschiebe merklich, welches das Aussehen aufeinandergeklebter Blättchen hat, so dass es an Blätterzähne gewisser Elephanten erinnert, wie wir es früher (S. 398) bei der Beschreibung der Rollstücke aus der Borja planina erwähnten. Nach den Bestandtheilen ist dieses Gestein dem vorigen ähnlich, nur ist hier noch zwischen den Pyroxenen manches Plagioklaskörnchen eingeschoben.

Der Plagioklas ist hier farblos und frisch und besitzt schöne breite Zwillingslamellen. In Durchschnitten mit symmetrischer Auslöschung fand ich den Auslöschungswinkel auf einer und der anderen Seite in der Grösse von  $25^{\circ}$ . An einem Körnchen, an welchem keine Zwillingslamellen entwickelt waren, also an einem Durchschnitte in der Richtung der Fläche *M*, konnte man im convergenten Lichte den seitlichen Austritt einer optischen Achse sehen, demnach müsste man diesen Plagioklas in die Reihe der Bytownite stellen. Von den anderen Bestandtheilen müssen wir nur noch den schwach grünlichen Diopsid erwähnen, welcher manchmal, aber nicht immer, eine schalige Ablösung besitzt und dadurch dem Diallag ähnlich wird. Spaltblättchen eines solchen Pyroxen löschen parallel aus und zeigen im convergenten Lichte den seitlichen Austritt einer optischen Achse.

**5. Der Serpentin aus der Skatovica.** Als ich aus dem Thale der Jošavka auf die Skatovica hinaufstieg, fand ich gänzlich serpentinisirte Peridotite. Unter dem Mikroskope findet man den Olivin und sämtliche Pyroxene in Serpentin umgebildet. Die Pyroxene sind in einen bastitisch zerfetzten Serpentin umwandelt, während der umgebildete Olivin die bekannte Netzstructur des Serpentin angenommen hat.

**6. Der Lherzolith von dem Sattel der Borja planina.** Wenn man von Kotor über die Borja planina geht, so findet man am Sattel, welcher den Uzlocac mit der Borja planina verbindet, an der Stelle, wo der Weg hinabbiegt, Serpentine (Lherzolithen), welche aus Olivin, Bronzit, Diopsid, Picotit und etwas Amphibol zusammengesetzt sind. Obwohl der Olivin nicht gänzlich abgesondert von den Pyroxenen auftritt, so ist er dennoch nicht gleichmässig mit denselben vertheilt, sondern man sieht nur Anhäufungen, in welchen einmal Olivin, dann wieder die Pyroxene überwiegend sind. Der Amphibol ist von demselben Aussehen wie in manchen Lherzolithen der Kozara planina; sein Pleochroismus ist sehr stark: gelblichbraun, röthlichbraun und blass bis farblos.

Der Picotit erscheint in aussergewöhnlich grossen Blättern, welche gelblichbraun durchscheinend sind und einen breiten schwarzen Rand besitzen. Im Bronzit findet man als Einschluss *a*) unregelmässig gestreckte Olivinkörnchen, *b*) parallel der Spaltbarkeit eingelagerte Blättchen von monoklinem Pyroxen und *c*) ohne Regel zerstreute und schiefgelagerte Stückchen vom selben Pyroxen.

7. Der Lherzolith von Kučerina in der Borja planina ist ganz dem vorigen ähnlich (6), nur ist in ihm kein Amphibol vorhanden. In den grossen Picotitblättern findet man manchmal eingeschlossene Körner vom Pyroxen.

8. Der Lherzolith und Diopsid aus der Chromitgrube am Milakovac (Milakova strana). Der Lherzolith, in welchem Chromit ausgeschieden vorkommt, ist von demselben Aussehen, wie es auch die anderen Lherzolithe in ganz Bosnien besitzen. Seine Bestandtheile sind Olivin, Bronzit und Diopsid. Olivin ist am reichlichsten vorhanden und schon ziemlich serpentinisirt. Bronzit erscheint öfters in grösseren Körnern mit vollkommener Spaltbarkeit, und die Körner sind gewöhnlich wellenförmig gekrümmt. Der Diopsid ist farblos und von einfacher prismatischer Spaltbarkeit.

Dort, wo sich Chromit ausgeschieden hat, ist im Lherzolith, in der nächsten Nähe von Chromit, Olivin und Bronzit verschwunden, und es verblieb nur reiner Diopsid von schwacher, apfelgrüner Farbe, so dass der Chromit immer von Diopsid umgeben ist, und zwar auf eine Entfernung von mehreren Centimetern. Eine ähnliche Erscheinung begegnen wir auch am Chromit aus der Umgebung von Duboštica, wie wir noch weiter unten erfahren werden.

Wenn man dieses grüne Mineral zersplittert und die dadurch gewonnenen Spaltblättchen unter den gekreuzten Nicols untersucht, kann man sehen, dass sie sehr lebhaft Farben zeigen und unter einem Winkel von beiläufig  $34^{\circ}$  schief auslöschen. Sehr selten sind Blätter mit paralleler Auslöschung zu finden, und ein solches Blättchen zeigt im convergenten Lichte deutlich den schiefen Austritt einer optischen Achse. Man sieht also, dass dies ein monokliner Pyroxen ist, der ausser der prismatischen Spaltbarkeit noch eine nur schwach entwickelte pinakoidale Spaltbarkeit besitzt.

Im Dünnschliff kann man unter dem Mikroskope erkennen, dass diese grüne Substanz nur einem Mineral angehört. Grösstentheils sind das grosse, unregelmässige Krystalle, und nur manchmal sammeln sich zwischen denselben Reihen von feineren Körnern. Im Präparat ist dieser Pyroxen farblos und ohne Pleochroismus. Querschnitte besitzen eine gut entwickelte prismatische Spaltbarkeit in der Form eines rechtwinkligen Netzes, und neben dieser Spaltbarkeit sieht man nur manchmal eine oder zwei Linien, welche der orthopinakoidalen Spaltbarkeit entsprechen. Solche Durchschnitte zeigen im convergenten Lichte den Austritt einer optischen Achse beinahe im Mittelpunkt des Gesichtsfeldes. An Längsschnitten ist die prismatische Spaltbarkeit jetzt besser, dann wieder schwächer entwickelt; Längsschnitte mit paralleler Auslöschung zeigen den Austritt einer optischen Achse.

Die chemische Analyse ergab in diesem Diopsid neben einer unbedeutenden Menge von Chrom, die nicht festzustellen war, in Procenten:

Si O <sub>2</sub> . . . . .	50·841
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> . . . . .	0·426
Fe O . . . . .	7·179
Ca O . . . . .	21·488
Mg O . . . . .	16·540
Glühverlust . . . . .	4·233
	<hr/>
	100·707

9. Die Lherzolithe von Buletić, welche als Geschiebe in dem Bache Miljkovačka rieka vorkommen, besitzen gewöhnlich eine schöne Streifung und bestehen aus Olivin, Bronzit, Diopsid und Chromit. In einem war noch Amphibol von demselben Aussehen wie jener, welchen wir im Lherzolith aus der Ljučica in der Kozara planina beschrieben haben, enthalten.

#### d) Amphibolite, Pyroxenite und Eklogite.

1. Der Pyroxenit aus dem Bache Rudine. Schon früher wurde erwähnt, dass im Serpentin beinahe in sämtlichen Gebirgen der bosnischen Serpentinzone Schichten von Amphibolit eingelagert vorkommen. Am seltensten bestehen diese Amphibolgesteine nur aus Amphibol (grünem oder farblosem), gewöhnlich ist in denselben auch noch Plagioklas und monokliner Pyroxen (meist Salit) enthalten. Manchmal übernimmt in diesem Gestein der Pyroxen die Hauptrolle, und der Amphibol verschwindet in ihm gänzlich (Pyroxenit) oder tritt nur untergeordnet auf (Amphibolpyroxenit). Ich wählte für diese Gesteine die Benennung „Pyroxenit“, obwohl man gewöhnlich unter diesem Namen verschiedene andere Gesteine versteht, doch glaube ich, dass mit demselben am entsprechendsten solche Gesteine zu bezeichnen sind, welche in genetischer Verwandtschaft zu den Amphiboliten stehen, weil der analoge Bau des Namens selbst am besten ihre Verwandtschaft ausdrückt. Ausser den Pyroxeniten kommen hier neben den Amphiboliten auch noch Eklogite vor, welche im Serpentin eingelagert sind, und zwar manchmal in Gesellschaft mit den Amphiboliten.

Der Bach Rudine, dessen Uferhügel aus Serpentin bestehen, führt als Geschiebe nur Serpentin, Pyroxenamphibolit und diesen Pyroxenit. Dieses Gestein ist von dunkelgrauer Farbe und ganz feinkörniger, beinahe dichter Structur. Unter dem Mikroskope sieht man, dass es vorwiegend aus monoklinem Pyroxen, etwas Feldspath und Pleonast zusammengesetzt ist.

Der monokline Pyroxen ist der Hauptbestandtheil dieses Gesteins. Im Dünnschliff ist er ganz farblos. Gewöhnlich ist er sehr klein, so dass seine Körner durchschnittlich 0.2—0.3 Mm. breit sind. Diese Körner sind etwas abgerundet und reihen sich so aneinander, dass sie breite Züge bilden, welche an Mosaik oder Pflanzenzellengewebe erinnern. Diese feineren Körner haben gewöhnlich keine Spaltbarkeit. Grössere Körner zeigen eine Spaltbarkeit durch eine oder zwei Linien angedeutet. In diese Züge dringen ziemlich oft auch etwas grössere Pyroxene (nahe von 1 Mm.) ein, und diese zeichnen sich beinahe immer dadurch aus, dass in der Richtung ihrer prismatischen Spaltbarkeit gestreckte und breite kleine Hohlräume angereicht sind. An den Stellen, wo das Gestein mehr zersetzt ist, nehmen hauptsächlich die kleineren Pyroxene eine gelbe Farbe an und bilden sich dann in faserige Serpentinanhäufungen um.

Die Feldspathe bilden abgesonderte kleine Anhäufungen zwischen dem Pyroxen. Es sind das kleine und unregelmässige Körnchen, welche in frischem Gestein von ganz glasartigem Aussehen sind. Selten kann man an ihnen eine polysynthetische Streifung beobachten, gewöhnlicher ist es, dass diese Körnchen nicht verzwillingt sind. In zersetzten Theilen des Gesteins ist der Feldspath ganz kaolinisirt.

Pleonast ist ziemlich reichlich vorhanden und erscheint bald in sehr feinen, bald wieder in sehr grossen (3—4 Mm.), unregelmässigen Körnern. Er besitzt eine sehr schöne grüne Farbe, und die grösseren Körner sind von geraden, rechtwinkelig gekreuzten oder von unregelmässigen Sprüngen durchquert. Der Pleonast hält sich immer in der Nähe des Feldspath. Grosse Pleonaste sind immer von einem Feldspath-

kranze umgeben, während die kleinen Pleonaste entweder zwischen den Feldspathen liegen oder im Feldspath selbst eingeschlossen sind.

**2. Der Amphibolpyroxenit von Buletić.** So wie jenen aus dem Bache Rudine potok, fand ich auch diesen Pyroxenit als Geschiebe, und zwar im Bache Miljkovačka rieka bei Buletić, einzig in Gesellschaft mit den krystallinischen Gesteinen der bosnischen Serpentinzone. Das Gestein ist schwarz und derb und ganz von dem Aussehen eines feinkörnigen Amphibolits. Als Bestandtheile findet man unter dem Mikroskope monokline Pyroxen, Amphibol, Feldspath und Magnetit. Der Zahl der Individuen nach und auch räumlich nimmt der monokline Pyroxen die erste Stelle ein, und ihm folgt gleich der Amphibol. Der glasartig durchsichtige Feldspalt bildet im Dünnschliff gewissermassen eine Grundmasse, in welcher eine unzählige Menge von Pyroxen und neben demselben Amphibol schwebt.

Der monokline Pyroxen (Salit) erscheint in sehr kleinen Körnern von unregelmässigen Contouren. Die mittlere Grösse dieser Körner ist 0·08—0·04 Mm., und bei dieser Grösse ist an den Körnern keine Spaltbarkeit entwickelt. Diese Körner gesellen sich meist eines zum anderen und bilden oft längere Reihen. Manches Korn erreicht in diesen Reihen einen grösseren Umfang und besitzt dann eine ziemlich gut entwickelte prismatische Spaltbarkeit. Es kommen hier öfters auch noch Körner dritter Grösse vor, und in solchen sieht man dann eingewachsene Amphibolblättchen. Dieser sämmtliche Pyroxen ist farblos, von starker Doppelbrechung, und sein Auslöschungswinkel reicht bis 40°. Der Amphibol ist von gelblichbrauner Farbe und stark pleochroitisch in gelblichbrauner ( $b=c$ ) und hellgelber Farbe ( $a$ ); der Auslöschungswinkel erreicht 16°. Der Amphibol steht in einem besonderen Verhältnisse zum Pyroxen. In den Pyroxenzügen ist mehrmals manches kleine Körnchen durch ähnlich gebildeten Amphibol vertreten. Ein anderes Mal wieder sind die Pyroxenkörnchen wie angehaucht von der schwachen gelben Farbe des Amphibols. In jedem grösseren Körnchen Pyroxen findet man Amphibol. In den einen ist der grössere innere Theil von gelbbraunem Staub getrübt, in anderen wieder sieht man breitere und schmalere, gleich der Richtung der Hauptachse des Pyroxens orientirte Blättchen. Oefters sind die Pyroxene so reich an Amphibol, dass die optischen Eigenschaften des Pyroxens immer mehr zurücktreten, bis sie endlich ganz verschwinden. Wo im Amphibol keine Spur von Pyroxen vorhanden ist, dort bildet er für sich ein Ganzes, ist compact und überall von derselben Farbe und demselben Pleochroismus.

Die Feldspathe sind in der Form kleiner und unregelmässiger Körner entwickelt. Sie sind ganz frisch und von glasartigem Aussehen. Grösstentheils sind sie in einfachen Individuen ausgebildet; Zwillinge und polysynthetische Zwillinge sind ziemlich selten.

Magnetit ist sehr reichlich vorhanden. Zumeist erscheint er in der Form von unregelmässigen Körnern, seltener in Oktaedern. An manchen Stellen ist er in Hämatit umgebildet.

**3. Pyroxenamphibolit aus dem Bache Rudine.** Die Bestandtheile dieses schwarzen feinkörnigen Amphibolits sind Amphibol, monokliner Pyroxen, Plagioklas und Magnetit. Der Plagioklas ist, wenn auch nicht vollkommen, so doch ziemlich gut abgesondert vom Pyroxen und Amphibol entwickelt. Die feinkörnige Structur gäbe das Bild eines gleichmässigen Mosaiks, wenn keine einzelnen grösseren Körner von Pyroxen, Amphibol und Plagioklas vorhanden wären.

Der Feldspath ist im Gestein ganz frisch und von glasartigem Aussehen. Der grösste Theil ist deutlich als Plagioklas mit vielen Zwillinglamellen entwickelt. Manchmal wird die Zahl der Zwillinglamellen klein, manchmal sieht man nur zwei, das andere

Mal sind sie gewissermassen versteckt, und auch solche ohne Zwillingslamellen kommen vor, doch ist es wahrscheinlich, dass auch die unverzwilligten Plagioklase sind. Zum Albitgesetze gesellen sich manchmal auch noch nach dem Periklingesetze eingeschaltete Lamellen. Nach den Durchschnitten mit der grössten symmetrischen Auslöschung ( $29^{\circ} : 29^{\circ}$ ) erweisen sich diese Plagioklase als den Anorthiten zugehörig.

Der monokline Pyroxen erscheint in feineren und gröberen Körnern. Die kleineren Körner sind mosaikartig angeordnet und farblos oder schwach grün gefärbt. Die prismatische Spaltbarkeit ist durch eine oder zwei scharfe Linien ausgeprägt. In grösseren Körnern reihen sich in der Richtung der Hauptachse grünliche Amphibolblättchen, so dass sie wie gestreift aussehen. In derselben Richtung sind in diesen Körnern cylindrische Hohlräume angereiht, welche manchmal von einer schwarzen Substanz ausgefüllt sind. Ausser der prismatischen Spaltbarkeit zeigen grössere Krystalle auch noch eine Absonderung in der Richtung des basalen Pinakoids, so dass man diese Pyroxene zu den Saliten zählen kann.

Der Amphibol ist von braungrüner Farbe, starkem Pleochroismus, compacter Ausbildung und besitzt eine gute Spaltbarkeit. Die Krystalle sind unregelmässig, einmal sehr gross, das andere Mal klein, und man findet hier dieselbe Verwachsung des Amphibol mit dem Pyroxen, wie wir es beim Pyroxenit aus demselben Bache beschrieben haben.

Magnetit ist nur wenig vorhanden und sehr kleinkörnig.

**4. Der Amphibolit aus Mehmedov potok**, welcher anstehend mächtige Felsen bildet, ist ein schwarzes und derbes Gestein und ziemlich grobkörnig. Seine Bestandtheile sind Amphibol, Feldspath, Titanit, Rutil, Apatit und Epidot.

Der Amphibol erscheint in grossen, ganz unregelmässigen compacten Individuen, welche an den Rändern unregelmässig ausgebrochen sind. Er ist von grüner Farbe, und sein Pleochroismus ist in blaugrüner, gelblichgrüner und hellgrüner Farbe sichtbar.

Feldspath ist ziemlich schwach vertreten und erscheint in kleinen, durch Zersetzung getrüben Körnern, nur selten sind an ihm polysynthetische Zwillinge zu beobachten.

Titanit kommt im Gestein ziemlich reichlich vor, und zwar sind das meist abgerundete, seltener an beiden Enden zugespitzte Körner. In ihm findet man öfters manches Rutilkörnchen eingeschlossen.

Apatit ist sehr selten und von unregelmässiger Form, doch sind öfters auch charakteristische Durchschnitte von hexagonalen Umrissen zu finden und ebenso auch Säulchen, welche infolge der basalen Spaltbarkeit wie gegliedert aussehen.

Rutil erscheint in gelben Körnern, gewöhnlich im Titanit und manchmal auch im Amphibol.

Epidot, welcher auch ziemlich selten ist, erscheint in Form dickerer Säulen, welche manchmal staubig getrübt sind. An diesen Säulen sieht man einen bis zwei Quersprünge und manchmal auch einen Längssprung. Der Epidot ist beinahe farblos und zeigt neben schiefer Auslöschung lebhaft polarisationsfarben.

In einem anderen Amphibolit aus demselben Bache war kein Epidot vorhanden, während Apatit reichlicher war. Ausser rothgelbem Rutil, welcher die Form von Körnern und Säulchen hatte, war hier auch Zirkon vorhanden. Es waren das runde Körner oder kurze Säulchen mit abgerundeten Enden, ganz farblos, mit dunklen Rändern und zeigten im polarisirten Lichte sehr lebhaft polarisationsfarben. Ausserdem war dem Gestein noch eine bedeutende Menge Magnetit beigemischt.



**5. Amphibolit von Vrbanjica.** In Vrbanja fand Pilar einen schwarzen Amphibolit, welchen er in seiner Abhandlung (S. 20) beschrieb. Von diesem Gestein fand ich in Pilar's Hinterlassenschaft zwei Dünnschliffe. Pilar führt an, dass dieses Gestein aus Amphibol, etwas Magnetit und seltener aus einem isotropen Mineral, welches vielleicht Fluorit sein könnte, zusammengesetzt ist. In Wirklichkeit ist das ein echter Hornblendefels mit schönem Amphibol, und sein Pleochroismus ist: blassgelb (a), grasgrün (b) und blaugrün (c). Magnetit ist reichlich vorhanden. Das erwähnte isotrope Mineral kommt nur in einem Präparate vor. Gewöhnlich häufen sich da mehrere Körnchen zu Gruppen an. Die Körner sind farblos, stark lichtbrechend und zweifellos Granat.

**6. Der Pyroxenamphibolit aus dem Bache Milakov potok in der Borja planina** ist ein schwarzes, grobkörniges Gestein und besteht aus Amphibol, monoklinen Pyroxen und Feldspath.

Der Amphibol erscheint in grösseren Krystalloiden von ganz unregelmässiger Form. Er ist von blassgrüner Farbe; der Pleochroismus ist zwar nicht stark, doch ziemlich deutlich in blassgrüner und grasgrüner Farbe;  $a < b < c$ . Der Auslöschungswinkel beträgt bis  $20^{\circ}$ .

Monokliner Pyroxen ist viel seltener, aber nach der Form und Grösse ganz dem Amphibol ähnlich. Er ist farblos oder nur unbedeutend grünlich. Durch Zersetzung ist er an manchen Stellen grünlich getrübt. Die prismatische Spaltbarkeit ist gut entwickelt, und der Auslöschungswinkel beträgt über  $40^{\circ}$ .

Der Feldspath drängt sich zuweilen zwischen den Amphibol und Pyroxen in der Form von unregelmässigen Körnern ein. Der grösste Theil der Feldspathe ist in Form von Plagioklasen ausgebildet, in welchen die Zwillinglamellen entweder durch den ganzen Krystall verlaufen oder sich in denselben früher oder später auskeilen.

**7. Amphiboleklogit aus der Skatovica.** Wenn man die Skatovica von der nördlichen Seite entlang dem Bache Vidnjevec erklimmt, so findet man ober dem Lherzolith Amphibol- und gewöhnliche Eklogite, welche sich bis zum Bergkamme hinaufziehen, wo dann wieder Lherzolithe auftreten. Die Amphiboleklogite sind von dunkelgrauer Farbe, ziemlich feinkörnig, und in ihnen liegt eine bedeutende Menge von gröberem Granat. Diese Gesteine bestehen aus Omphacit, Amphibol und Granat, etwas Quarz und sehr wenig Zirkon und Apatit. Am vorwiegendsten ist Omphacit, ihm folgt Amphibol und dann Granat und Quarz. Omphacit, Amphibol und Granat erscheinen in grossen Körnern, welche in einer Art Grundmasse liegen, welche bald aus feinem Amphacit und Amphibol, bald wieder ganz aus Quarz besteht.

Der Omphacit erscheint, wie wir schon bemerkten, in grösseren und kleineren Körnern von unregelmässiger Form. Er ist von schwach hellgrüner Farbe oder ganz farblos, besonders an dünneren Stellen des Dünnschliffes. Er ist ganz frisch und besitzt eine ziemlich gut entwickelte prismatische Spaltbarkeit.

Amphibol ist im Allgemeinen in kleineren Körnern als Omphacit vorhanden. Auch er erscheint in zwei Grössen, doch gibt es bedeutend mehr kleine als grosse Körner. Er ist von gelblichbrauner Farbe, starkem Pleochroismus, und zeigt einen Auslöschungswinkel bis  $24^{\circ}$ .

Der Granat kommt in grossen Körnern von schön rother Farbe vor. Im Präparate ist er farblos und abgerundet oder ganz unregelmässig. Er ist von einem Kranze schwarzen Staubes (Magnetit) umgeben, unter welchem man manchmal blassen, faserigen Amphibol erblicken kann. Wo die Zersetzung in den Sprüngen eindrang, dort sieht man denselben schwarzen Staub. Als Einschlüsse sind im Granat manchmal Omphacit und Amphibol zu finden.

Quarz ist meist abgesondert entwickelt und bildet farblose Züge, in welche selten ein kleines Körnchen Omphacit oder Amphibol eindringt. Feldspath ist hier sehr selten.

In einem Omphacit fand ich ein einziges farbloses Körnchen, welches ich nach seinen optischen Eigenschaften zu den Zirkonen zählen muss. Apatit ist nur in einigen Körnern vorhanden. Ein anderer Amphiboleklogit von demselben Orte war schon stark zersetzt. Granate, grössere und kleinere, sind hier viel reichlicher, doch grösstentheils ganz in faserige Anhäufungen eines bläulichgrünen Amphibol umsetzt, welcher concentrisch angeordnet ist. Wo die Umwandlung noch nicht beendet ist, dort ist noch in der Mitte ein Kern von röthlichem Granat erhalten. Die Quarzzüge sind hier häufiger. Der Omphacit ist von etwas mehr intensiver grüner Farbe. Er ist nicht reichlich vorhanden, aber ganz frisch. In bedeutender Menge finden wir hier blätterigen und faserigen Amphibol von grünlicher Farbe.

**8. Der Eklogit aus der Skatovica**, welcher in Gesellschaft mit dem vorigen Gestein, dem er auch dem äusseren Aussehen nach ähnlich ist, erscheint, besteht aus Omphacit Granat und etwas Quarz und Rutil. Granate verschiedener Grösse und grosse Omphacite liegen, ebenso wie beim vorher beschriebenen Amphiboleklogit, in einer Art Grundmasse, welche zumeist von feinen Omphacitkörnchen neben manchem Körnchen von Quarz gebildet wird. An manchen Stellen besteht diese Grundmasse nur aus Quarz oder aus Quarz und manchem seltenen Körnchen Omphacit.

Granat ist im Gestein sehr reichlich und hat im Dünnschliffe eine fleischrothe Farbe. An demselben sieht man die ersten Spuren der vorher erwähnten Umwandlung, wie er nämlich von einem schmalen Kranz von Magnetit und faserigem Amphibol umringt ist. Im Granat findet man nur manchmal ein Körnchen oder Säulchen von gelbem Rutil eingeschlossen.

Der Omphacit ist von grüner Farbe wie angehaucht; er ist sehr zahlreich, von unregelmässiger Form und in zwei Grössen. Der Quarz erscheint in sehr kleinen Körnern.

Einen ganz ähnlichen Eklogit fand ich unter den Dünnschliffen Pilar's mit der Aufschrift „von Podbrdje“. Er unterscheidet sich von den vorigen nur dadurch, dass die Körner des Granats viel grösser sind, und dass im Granat Körnchen von Omphacit eingeschlossen sind. Diesen Eklogit beschreibt auch John (S. 282) und erwähnt, dass die Granate von Chlorit umgeben sind, in welchen sie sich umbilden, und dass der Quarz, welcher in Zügen auftritt, allem Anscheine nach secundären Ursprungs ist. Wir haben gesehen, dass sich die Granate hier in Amphibol umbilden, und dass der Quarz ohne Zweifel ein primärer Gemengtheil des Eklogits ist.

#### 4. Die Ljubić planina.

In dem vorigen Abschnitt erwähnten wir, dass sich vom Querthale des Vrbas gegen Südost hin zwei Züge der Serpentinzone erstrecken. Der eine Zug verläuft von der Prisjeka durch die Skatovica, den Uzlocac und die Borja planina, während der zweite in der Ljubić planina seinen Anfang hat und, wie es scheint, bis zur Usora reicht. Die Verbreitung dieses zweiten Zuges muss viel grösser sein, als es beide genannten geologischen Karten angeben. Diese Ansicht bekräftigen auch meine Untersuchungen im Thale der Jošavka und Mala Usora, und ich erwähnte schon früher, dass es mir scheint, dass beide Züge in den genannten zwei Thälern zusammenstossen. Ob dem wirklich so ist, werden erst künftige Untersuchungen zeigen, mir selbst ist

dieser Zug nur aus der Ljubić planina bekannt, und auch in der Literatur findet man bloß Daten über die Ljubić planina, welche von Tietze besucht wurde. Tietze sagt (Grundlinien von Bosnien und der Hercegovina, S. 107): „Südlich von Prnjavor erhebt sich der Höhenzug Ljubić, den ich an den von mir besuchten Stellen überall aus Gabbro und Serpentin bestehend fand. Der ganze Kamm des Ljubić mit den höchsten Erhebungen dieses Zuges besteht aus einem oft zu Gries zerfallenden Gabbro mit grossblättrigem Bronzit und Diallag. Die Serpentine scheinen mehr auf die Flanken des Gebirges beschränkt zu sein.“ Er erwähnt noch, dass an den Serpentin Magnesit als Zersetzungsproduct, welches bei Kremna und Reljevac ausgebeutet und als Meerschaum zu Pfeifenköpfen verarbeitet wird, gebunden ist. Am Wege von Prnjavor gegen das Dorf Dragolovci, erwähnt Tietze, dass er, als er über die Ukrina ging, Grünsteine und Serpentine, weiter gegen Südosten am Bache Ovranja (Vranjak?) Grünsteine und bei der gleichnamigen Quelle Serpentine fand. Andere Daten über die Serpentinzone dieser Gegend haben wir nicht. Meine Untersuchungen in der Ljubić planina sind folgende.

Entlang der Strasse von Jela nach Prnjavor sah ich am ganzen Wege keine krystallinischen Gesteine, bis ich an der Ljubić planina anlangte. Erst im Bache vor Velika Kremnica (nämlich im ersten Bache, welcher südlich unter Velika Kremnica in die Ukrina mündet) sieht man gleich an der Strasse anstehende Serpentine (Lherzolithe). Weiter gegen Kremnica ragt dicht an der Strasse an zwei Stellen Diabas hervor, und weiter entlang des ganzen Weges findet man überall, wo nur ein Gestein aus dem Boden hervorragt, nichts als Serpentin. Von Prnjavor ging ich gegen Branešci, um mir jene Punkte anzusehen, wo Meerschaum gegraben wurde. In der Umgebung von Reljevac findet man im Boden, der hier niedere Hügel bildet, eine bedeutende Menge Bruchstücke und Geschiebe von Serpentin und oft auch von Amphibolit. In der Ljubić planina selbst konnte ich nirgends Amphibolite entdecken, und doch sind ohne Zweifel die Amphibolite aus der Ljubić planina hierher geschwemmt, und weil sie in Gesellschaft von Serpentin erscheinen, ist es wahrscheinlich, dass auch die Amphibolite der Ljubić planina wie an anderen Orten in Bosnien im unmittelbaren Zusammenhange mit dem Serpentin auftreten. Von Reljevac ging ich zur Ukrina, gelangte über mehrere niedere Hügelketten zum Dorfe Drenova an der Vjaka und lenkte dann in den Bach Vodoplav ein. Das Geschiebe in diesem Bache bildeten einzig Serpentine neben wenig Gabbro. Die Felsen am Ufer bestehen aus Serpentin, und dieser begleitete mich am ganzen Wege bis zur höchsten Spitze „Ljubić“ und von hier weiter gegen Kremna. Ueberall, wo steiniger Boden blossgelegt war, da war nur Serpentin zu sehen.

Bei Reljevac befinden sich einige zerfallene Gruben im Serpentin-schutte, und unter dem ausgegrabenen Material sieht man ausser Magnesit auch noch beträchtliche Mengen von Meerschaum. Ich habe in einer Abhandlung, welche ich in der Einleitung citirte, bewiesen, wie unbegründet die Behauptung war, dass jenes Mineral, welches in der Ljubić planina gewonnen und zu Pfeifenköpfen verarbeitet wird, nicht Meerschaum, sondern Magnesit sei. Die Analyse des Meerschaums von Reljevac ergab in Procenten:

Si O <sub>2</sub> . . . . .	61.09
Mg O . . . . .	25.87
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> . . . . .	2.59
H <sub>2</sub> O . . . . .	10.47
	<hr/>
	100.02

### a) Diabas.

**Der Diabas an der Strasse von Prnjavor vor Kremna.** Dieses graulichgrüne Gestein gibt sich schon beim ersten Anblick als sehr zersetzt zu erkennen, und wenn man es mit Salzsäure befeuchtet, so braust es gleich auf. Unter dem Mikroskope sieht man, dass es feinkörnig und sehr zersetzt ist. Von den primären Gemengtheilen ist Plagioklas erhalten, während vom Augit keine Spur mehr vorhanden ist. Die Plagioklase haben die Form schmaler, langer Säulen, und der eckige Raum zwischen ihnen ist von blassgrünem Amphibol und einer grünen chloritischen Substanz nebst ziemlichen Mengen eingestreuten Kalkes ausgefüllt. Der Kalk füllt auch allein für sich grössere Hohlräume im Gestein aus. Als secundäres Mineral findet man im Gestein auch noch Quarz, welcher in der Form kleiner Körnchen einzelne Hohlräume ausfüllt. Ziemlich oft sieht man, wie Nadelchen von farblosem oder schwach bläulichgrünem Actinolith in den Quarz eindringen und in demselben liegen. Eisenerz ist im Gestein reichlich und zersetzt sich an manchen Stellen in Eisenhydroxyd.

### b) Gabbro.

**1. Der Olivingabbro aus dem Bache Vodoplav,** den ich als Geschiebe fand, ist ein schwarzes Gestein mit milchweissen Flecken. Unter dem Mikroskope erkennt man als Bestandtheile dieses Gesteines Plagioklas, Olivin und monoklinen Pyroxen.

Der Plagioklas ist beinahe ganz zersetzt, und in dieser Zersetzung sieht man nur noch hie und da unzersetzte Partien mit Zwillinglamellen. Die Trübung, welche durch Zersetzung im Plagioklas entstanden ist, besteht aus einem blätterigen und faserigen Mineral, welches unter gekreuzten Nicols lebhaftere Farben und einen kleinen Auslöschungswinkel zeigt. Es wird das also Tremolith sein. Ein Spaltblättchen des unzersetzten Plagioklas löscht unter dem Winkel von  $90^\circ$  aus, und wenn wir sicher wären, dass dieses Spaltblättchen der Spaltbarkeit nach der Fläche *P* entspricht, so könnten wir schliessen, dass uns hier ein Labradorit vorliegt.

Olivin ist im Gestein ziemlich reichlich vorhanden, doch schon grösstentheils zu Serpentin umgebildet. Im Netze des zersprungenen Olivins ist reichlich Magnetit eingestreut.

Der monokline Pyroxen hat eine schwache Spaltbarkeit und ist vom Aussehen des gewöhnlichen Augit. Seine blassgrünliche Farbe ist kaum zu bemerken.

**2. Der Troktolith (Forellenstein) aus dem Bache Vodoplav** erscheint in Gesellschaft des beschriebenen Olivingabbro und ist demselben auch im äusseren Ansehen in hohem Grade ähnlich, nur ist er von hellerer Farbe, weil in ihm Plagioklas in grösserer Menge vorhanden ist. An einzelnen Stellen des Gesteines sind Plagioklas und Olivin so vertheilt, dass das Gestein von weissen und schwarzen Streifen durchzogen ist. Unter dem Mikroskope sieht man, dass das Gestein einzig aus Plagioklas und Olivin zusammengesetzt ist.

### c) Serpentin.

**1. Der Lherzolith aus dem Bache Vodoplav** ist ein ganz schwarzes Gestein mit grossen Bronziten. Unter dem Mikroskope sieht man als Gemengtheile des Gesteines Olivin, Bronzit, Diopsid und Picotit.

Olivin ist der Hauptbestandtheil dieses Gesteines und schon zum grössten Theile zu Serpentin umgebildet.

Bronzit und Diopsid sind in ziemlich kleinen Mengen vorhanden, aber meist in grossen Krystalloiden. Diese beiden Pyroxene sind von gleichem Aussehen und zerfasern und verwandeln sich unter dem Einflusse der Zersetzung in einen faserigen Serpentin.

2. Der Lherzolith aus dem Zufusse vor Velika Kremnica unterscheidet sich vom vorigen dadurch, dass in ihm die Pyroxene reichlicher vertreten und von kleinerem Korn sind, und dass sie vom Olivin abgesonderte Züge bilden, die man mit blossen Auge am Gestein schwer wahrnimmt, desto besser im Dünnschliffe.

#### d) Amphibolite.

1. Der Pyroxenamphibolit von Reljevac, den ich im angeschwemmten Material fand, hat das Aussehen eines gewöhnlichen schwarzen Amphibolits. Seine Gemengtheile sind Amphibol, farbloser monokliner Pyroxen (Salit), Plagioklas, Titanit und Rutil.

Sämmtliche Amphibole liegen im Präparate beinahe in derselben Richtung ausgezogen und geben dadurch dem Gestein ein deutliches schieferiges Aussehen. Sie bilden den überwiegendsten Bestandtheil des Gesteines und erscheinen in der Gestalt grösserer, gestreckter Krystalloide, welche an den Enden unregelmässig ausgebrochen sind. Sie sind von gelblichgrüner, etwas ins Blaue übergehender Farbe. Die Spaltbarkeit ist ziemlich schwach entwickelt und das Aussehen compact.

Der monokline Pyroxen liegt in den Amphibolzügen, ist aber bedeutend seltener. Er erscheint in kürzeren und breiteren Säulen, an welchen die prismatische Spaltbarkeit durch einige scharfe Linien ausgeprägt ist, wozu sich mehrmals noch basale Sprünge gesellen. Seine Contouren sind ebenso unregelmässig wie beim Amphibol. Er ist ganz farblos oder so schwach grünlich, dass man es kaum bemerkt. Sein Aussehen ist ganz frisch. Der Auslöschungswinkel reicht über 30°.

Feldspath. Zwischen den Zügen des Amphibol und Pyroxen erstrecken sich breitere oder schmalere Züge eines farblosen Minerals, welches sich im polarisirten Lichte als Feldspath zu erkennen gibt und die Form feiner, unregelmässiger Körner hat. Diese Feldspathe sind nach allem Anschein lauter Plagioklase, obwohl sie nicht immer als deutliche polysynthetische Zwillinge entwickelt sind, da man an der Entwicklung und Zahl der Zwillingslamellen alle Uebergänge bis zu einfachen Krystallen sehen kann.

Titanit ist im Gestein selten und erscheint hauptsächlich als Einschluss im Amphibol in der Form der bekannten zugespitzten Körner mit rauher Oberfläche und dunklen Rändern.

Rutil erscheint noch seltener, und zwar in unregelmässigen Körnern.

2. Der Epidotamphibolit von Reljevac erscheint in Gesellschaft mit dem vorigen Gestein und unterscheidet sich von ihm durch seine etwas hellere Farbe. Seine Hauptbestandtheile sind Amphibol und Epidot. Der Amphibol erscheint zumeist in kurzen, stäbchenförmigen Krystallen mit querlaufenden Spaltrissen und seltener in breiten Krystalloiden. Er ist von grüner Farbe und starkem Pleochroismus in blaugrüner, hellgrüner und blass gelblichgrüner Farbe. Im Gestein liegt der Amphibol unregelmässig zerstreut herum. Ebenso unregelmässig zerstreut ist der farblose Epidot, welcher hier gewöhnlich in unregelmässigen Körnern, seltener in kurzen Säulen erscheint. Jener kleine Raum, welcher vom Amphibol freigelassen wurde, ist von einem farblosen Mineral ausgefüllt, welches durch Zersetzung ziemlich getrübt ist. Ohne Zweifel ist das Feldspath, obwohl an ihm keine Zwillinge zu erkennen sind.

## 5. Die Umgebung von Doboj und die Ozren planina.

Unsere Kenntnisse über diese Gegend betreffen hauptsächlich die Umgebung von Doboj. Hier war es zuerst Dr. F. Schafarzik, welcher den Diabas der Festung von Doboj beschrieb. Später veröffentlichte Paul in seiner Abhandlung: „Beiträge zur Geologie des nördlichen Bosniens“ (Jahrb. der geol. Reichsanstalt, 1879, S. 4) seine Untersuchungen in der Umgebung von Doboj, und wir erwähnten schon in der Einleitung, wie er dem ungewöhnlichen Schichtencomplex, welcher für die ganze bosnische Serpentinzone charakteristisch sein sollte, die Benennung „Schichten von Doboj“ gab. „Diese Schichten,“ sagt Paul (S. 3), „bestehen aus dunklen, lichtgeaderten Kalken, Lagen von Hornstein und Jaspis, Rotheisenstein (Hämatit), Serpentin und Gabbrogesteinen. Diese in ihren Endgliedern so weit von einander abstehenden Bildungen gehen mannigfach in einander über und sind stets so enge miteinander verknüpft, dass eine Trennung derselben selbst auf der detaillirtesten geologischen Karte von grösstem Massstabe nicht überall durchführbar sein wird. Geht man vom Bahnhofe Doboj gegen die Stadt (der alte Bahnhof liegt viel nördlicher als der jetzige), so beobachtet man an der Thalkrümmung eine kleine, leicht übersehbare Partie von Nummulitenkalk. Dann folgt (vor der Verpflegsbäckerei) ein Steinbruch in dunklem, weissgeadertem, zuweilen in serpentinähnliche Gebilde übergehendem Kalk mit Hämatitknollen. Diese Kalkschichten fallen steil nach NO. Geht man nun an den Militärbaracken vorüber und wählt bei der Strassentheilung den rechts führenden (oberen) Weg, so sieht man rechts an der Strasse zunächst eine kleine Entblössung von einem diabasartigen Eruptivgestein, dann (vor den ersten Häusern) einen kleinen Steinbruch, der lichte Mergel- und Hornsteinbänke blosslegt. Diese Hornsteine liegen flacher als die Schichten im ersten Bruch und fallen NW. Der Castellberg von Doboj besteht aus Diabas.“

Aus dieser Beschreibung und dem Bilde, welches Paul beigab, ist jenes enge Verhältniss, in welchem die einzelnen Glieder der erwähnten „Dobojer Schichten“ stehen sollten, nicht ersichtlich. Besonders muss ich noch bemerken, dass ich in der Umgebung von Doboj weder Serpentin noch Gabbro fand, und dass auch Paul nur „serpentinähnliche Gebilde“ anführt, in welche der dunkle Kalkstein bei der Militärbäckerei übergehen sollte. Mojsisovics fand (Verhandlungen der geol. Reichsanstalt, 1879, S. 254) in der Umgebung von Doboj: „1. zu unterst Flyschsandsteine mit kalkigen fossilführenden Bänken gegen oben; 2. Kalkconglomerate mit Einschlüssen eruptiver Gesteine und rother Kieselschiefer (Jaspis); 3. mächtige, in verschiedenen Stadien der Zersetzung und Umwandlung befindliche Effusivdecken und Tuffe von Melaphyren; 4. obere Flyschsandsteine und 5. lichte, massige Kalke mit zahlreichen Korallen und stellenweise mit Oolithbildungen.“ Diese Schichtenfolge lässt sich, wie Tietze bemerkte, nicht in Uebereinstimmung mit derjenigen von Paul bringen, und ich will nur noch die Bemerkung machen, dass hier neben den Melaphyren keine Tuffe auftreten, dass die Melaphyre keine Effusivdecken bilden, und dass ihr Verhältniss zum angrenzenden Gestein nicht deutlich ist.

Aus der Umgebung von Doboj führt Tietze selbst keine neuen Untersuchungen an. Ueber die Ozren planina selbst schreibt er (S. 131): „Südöstlich in der ungefähren Streichungsfortsetzung der Dobojer Schichten gewinnen diese Eruptivgesteine eine grosse Ausdehnung und Bedeutung. Ich überzeugte mich davon, als ich von Gračanica aus einmal die Spreča übersetzte und einen Ausflug gegen das ziemlich hoch ansteigende Ozrengebirge zu auf dem Wege von Gračanica nach Maglaj machte. Alle möglichen Modificationen dieser Gesteine, unter Anderen auch schöne Uebergänge von

Serpentin in Gabbro oder Olivindiallagfels lassen sich dort beobachten. Für künftiges Specialstudium der bosnischen Serpentine schien mir dort der geeignetste Ort zu sein unter allen derartigen Localitäten, die ich in Bosnien gesehen habe.“ Er erwähnt noch, dass John einige Gesteine aus dieser Gegend beschreibt, doch zu meinem Bedauern findet sich unter John's Beschreibungen kein Gestein aus dem Ozren.

Am Wege von Doboj nach Maglaj ist nach Tietze hauptsächlich Flysch mit seinen eruptiven Gliedern entwickelt, und am halben Wege fand er bei Trbuk Kalksteine, welche der Kreideformation angehören könnten, während vor Maglaj ein schwarzer Serpentin auftritt.

In der geologischen Karte des Werkes von Mojsisovics, Tietze und Bittner ist in der Gegend zwischen der Spreča und Maglaj, wo sich die Ozren planina erstreckt, die Serpentinzone in vier gesonderten Zügen eingetragen, und eine solche Theilung trug auch Walter in seine Karte ein. Insofern mir diese Gegend bekannt ist, hat die Serpentinzone hier eine viel grössere Verbreitung. Vom Suho polje zieht sich die Serpentinzone vom Ozren weit gegen Osten bis zum Dorfe Petrovo selo im Sprečathale, erhebt sich aus dem Thale ohne Unterbrechung bis zum Rücken des Ozren, reicht auf der Maglajer Seite bis nach Jablanica und Bukovica hinab und ist auf dieser südlichen Seite nur an einigen Stellen von unbedeutender Ausdehnung durch Sandsteine oder Kalke verdeckt. In der Umgebung von Doboj selbst fand ich, von Norden gegen den Ort kommend, knapp an der Strasse einen auf eine kurze Strecke blossgelegten Melaphyr, und im Orte selbst ober den vorletzten Häusern befindet sich ein Steinbruch im Diabas. Der Festungsberg besteht aus Diabas. Einen ähnlichen Diabas fand ich an der Strasse, die von der Bosna gegen das rechte Ufer der Spreča führt. Wenn man mit der Eisenbahn von Doboj nach Petrovo selo fährt, sieht man entlang dem linken Sprečaufer Kalksteine, welche sich bis Suho polje hin erstrecken. Zwischen dem Dorfe und der Bahnstation Suho polje reichen die Serpentine vom Ozren bis zur Bahnstrecke. Am weiteren Wege ist kein Gestein mehr zu sehen. Von Petrovo selo aus in das Gebirge eindringend, findet man am ganzen Wege bis zum Kloster Ozren nichts als Serpentin. Beiläufig eine halbe Stunde vor dem Kloster fand ich am Waldwege auch einiges Geschiebe von Amphibolit neben Geschiebe von Serpentin.

Im Bache Riečica, welcher am Kloster vorbeifliesst, findet man als Geschiebe nur Serpentin, woraus man schliessen muss, dass hier die Ozren planina bis zum Rücken aus Serpentin besteht. Da es nicht möglich war, im Kloster zu bleiben, musste ich nach Gračanica zurückkehren, um mich dann von dort in die Ozren planina zu begeben. Aus Gračanica ging ich durch das Dorf Karanovac und gelangte in das Thal der Prenja. Gleich hinter dem Försterhause ragen aus dem Boden Serpentinfelsen. Von hier bis zur Vereinigung des Baches Mala Prenja mit der Velika Prenja tritt nur Serpentin zu Tage. In der Mala Prenja fand ich hauptsächlich Geschiebe von Serpentin und daneben selten einiges Geschiebe von Diabas und Gabbro. Weiter entlang der Velika Prenja begegnet man nichts als Serpentin.

Weiter oben im zweiten Zuflusse der Prenja von Osten, im Bache Vukovac potok, findet man anstehende Felsen von Serpentin und auch als Geschiebe nur Serpentin, und unter demselben ein einziges Geschiebe von Troktolith (Forellenstein). Zurückkehrend zur Velika Prenja, fand ich bis zum Ravni drum wieder nur Serpentin, und hier stand im Bereiche des Serpentin's beiläufig 2 M. über dem Bache am Fusswege ein mächtiger Diabafelsen. Vom Ravni drum begab ich mich über Konopljište zum Bache Kobiljska oder Krušička rieka hinab. Das erste Gestein, das ich hier anstehend fand, war Diabas. Als Geschiebe trifft man hier hauptsächlich Troktolith (Forellen-

stein) und Diabas, während Serpentin selten ist. Der Serpentin selbst ist hier wie auch im ganzen Bache schön gestreift, und das Geschiebe hat das Aussehen aufeinandergeklebter Platten, ganz ähnlich denen, welche wir aus der Borja planina kennen gelernt haben. Nach dem Diabas erscheint entlang dem Bache Troktolith, welcher sich dann bis weit hinunter zieht und bei der ersten Mühle in Olivingabbro übergeht. Gleich unter der Mühle erscheint wieder Troktolith, der sich an der zweiten Mühle vorbei entlang dem Bache hinunterzieht, wo er dann von Diabas unterbrochen wird. Die untere Grenze des Diabas ist mit Humus bedeckt, aus welchem weiter unten plötzlich Serpentin hervorragt, welcher aber bald wieder unter Humus verschwindet. Darauf erscheint von Neuem Troktolith, manchmal mit Olivingabbro abwechselnd, und zieht sich ziemlich weit längs des Baches hin, nach ihm kommt wieder auf eine kurze Strecke Serpentin und dann von Neuem Troktolith. Unter dem Troktolith folgt wieder Serpentin, welcher sich jetzt bis an die Strasse, die nach Boljanić führt, erstreckt. Dieser Serpentin ist an vielen Stellen sehr schön von dunklen und hellen Schichten gestreift. In ihm ist an einer Stelle ein Diabasstock zu sehen. Dieser verquert den Bach, ist linsenförmig, etwas über 2 M. lang und  $\frac{3}{4}$  M. breit.

Meinen dritten Besuch in die Ozren planina machte ich von Maglaj aus. Am Eingange in das Thal der Jablanica findet man auf eine kurze Strecke Serpentin, gleich darauf erscheint Trachyt, welcher auch südlich von Maglaj den Berg der Maglajer Festung bildet. Im Bache Jablanica selbst kommt als Geschiebe Amphibolit, Serpentin, Troktolith und Diabas vor. Das Ufer des Baches bilden Sandsteine und mergelige Gesteine. Bei Rakovac erscheint Serpentin. Als ich hier den Serpentinberg hinaufkletterte, fand ich auf demselben Bruchstücke von Troktolith herumliegen. Auf der Spitze treten wieder Sandsteine auf, welche längs des Baches Mala Bukovica bis zum Dorfe Bukovica hinabreichen und manchmal mit Kalksteinen abwechseln. An den Ufern der Mala Bukovica und auch im Bache selbst findet man unterdessen manchmal zerstreut herumliegende Stücke von Serpentin und einem schön geschichteten fleckigen Amphibolit, auch fand ich hier ein Stück eines röthlichen Granits. Von Gornja Bukovica ging ich längs des Baches Velika Bukovica, wo ich gleich anstehend Diabas fand und ober demselben Amphibolit, der sich bis zu einer kleinen Brücke hinter den letzten Häusern von Gornja Bukovica erstreckt. Bei der Brücke lagert unmittelbar auf dem Amphibolit Serpentin und etwas weiter wieder Amphibolit, nach welchem wieder Serpentin auftritt. Da hier der Serpentin und Amphibolit ziemlich gut in Schichten abgesondert sind, kann man deutlich sehen, dass ein Gestein das andere nahezu concordant überlagert. Der Serpentin zieht sich von hier ohne Unterbrechung längs des Baches an allen Abhängen bis nach Brezici. Das Dorf Brezici liegt am Kamme, welcher die Zuflüsse der Jadrina, die in die Spreča mündet, von den Zuflüssen der Jablanica, welche sich bei Maglaj in die Bosna ergiesst, scheidet. Begibt man sich von Brezici in den Bach Poran hinab, so findet man wieder nur Serpentin, ebenso längs des Poran, dann erscheint Kalkstein, in welchem sich der Poran verliert und unterirdisch fließt, um als Hrastovačka rieka wieder zu Tage zu treten. Dieser Kalkstein zieht sich auch noch eine Strecke entlang der Hrastovačka rieka, und unter ihm erscheint dann wieder Serpentin. Der Bach Rajčevački potok führt nur Geschiebe von Serpentin und Amphibolit. Etwas vor dem Dorfe Hrastovac erscheint nach dem Serpentin Diabas, welcher sich eine grosse Strecke Weges bis nahe dem Dorfe Puljkovac erstreckt. Von Puljkovac ziehen Sandsteine und schieferiger Thon bis Jablanica und zum Trachyt, den wir oben erwähnten.



### a) Granit.

Der Granit aus dem Bache Mala Bukovica, den ich als Geschiebe fand, ist ein grobkörniges Gestein, an welchem makroskopisch deutlich farblose, glasige Quarzkörner und röthliche Feldspathkörner sichtbar sind. Dabei sieht man an einzelnen Stellen schwarze Biotitblättchen oder ein grünliches Zersetzungsproduct. Unter dem Mikroskope erkennt man Quarz, Feldspath, Biotit und secundären Chlorit als Bestandtheile des Gesteines.

Der Quarz erscheint in grossen und unregelmässigen Körnern, durch welche ganze Züge sehr feiner Einschlüsse hinziehen; manchmal kann man unter diesen Einschlüssen deutlich Flüssigkeitseinschlüsse mit beweglicher Libelle wahrnehmen. Im Quarz findet man manchmal auch kleinere Feldspathkörner eingeschlossen.

Der Feldspath ist grösstentheils als Orthoklas, seltener als Plagioklas entwickelt. Orthoklas ist meist in einfachen Individuen, selten in Karlsbader Zwillingen vorhanden, während der Plagioklas in vielfältigen Zwillingen mit ziemlich feinen Lamellen erscheint. Nach den optischen Eigenschaften gehört der Plagioklas in die Reihe des Oligoklas-Andesin. Beide Arten des Feldspathes sind von Zersetzung stark getrübt, und das Zersetzungsproduct ist selten Muscovit, gewöhnlich Kaolin.

Der Biotit ist nicht reichlich. Gewöhnlich erscheinen mehrere grössere Blättchen zusammen. Er ist von braungelber Farbe. An manchen Stellen sieht man blätterige Aggregate eines chloritischen Minerals, welches zweifellos aus Biotit entstanden ist.

### b) Melaphyr und Diabas.

1. Der Melaphyr von der Strasse nördlich von Doboj. Dieses graulichschwarze Gestein ist von ganz dichter Zusammensetzung. Unter dem Mikroskope zeigt es das Bild eines ganz dichten Melaphyrs, ähnlich jenem, welches uns zum Beispiel der Melaphyr von Memmel bei Landshut in Schlesien gibt.

Der triklone Feldspath ist in kleinen nadelförmigen Krystallen ausgebildet. Der Augit, welcher sich zwischen den Feldspathen ausgebildet hat, ist schon beinahe ganz durch Zersetzung verschwunden. Nur hie und da sieht man ihn noch erhalten in Gestalt feiner Körnchen, in welche er zerfallen ist. Zwischen den Augiten und Plagioklasen sieht man eine bedeutende Menge amorphen Glases von weisser Farbe. Das Eisenerz ist ganz verschwunden, und statt dessen finden wir im Präparate eine Menge gelblicher Körnchen von Rutil, welcher allem Anscheine nach aus Ilmenit entstanden ist.

2. Der Diabas aus dem Steinbruche in Doboj, welcher sich ober den vorletzten Häusern gegen Norden befindet, ist ein hartes und schwarzes Gestein von ziemlich grobem Korn. Aus demselben ragen grössere Pyritkörner hervor. Als primäre Bestandtheile findet man im Dünnschliffe Plagioklas, Apatit und etwas Ilmenit.

Feldspath ist sehr reichlich vorhanden, und zwar in breiten, grossen Säulen mit vielen Zwillinglamellen. In Durchschnitten mit symmetrischer Auslöschung erreicht der Auslöschungswinkel auf einer und der anderen Seite  $17^\circ$  ( $Ab_1 An_3$ ). Die Zersetzung hat schon bedeutend überhandgenommen, und als Zersetzungsproducte finden wir den Chlorit und Kalk. Andere Chloritanhäufungen drängen sich zwischen den Plagioklasen so ein, wie es beim Augit im Diabas der Fall ist. Von Augit selbst findet sich hier keine Spur. Nach der Form der Chloritanhäufungen müsste der Augit die Form grosser Säulen gehabt haben. Das Eisenerz ist hier Pyrit und Ilmenit mit durchsichtigem, schwach gelblichem Zersetzungsproduct. Apatit erscheint mit in langen

Nädelchen mit basaler Spaltbarkeit und in hexagonalen Querschnitten, und zwar in grosser Anzahl. Einzelne Hohlräume im Gestein sind mit Quarz ausgefüllt, und im Chlorit bemerkt man feine, trübe, gelbliche Körnchen von Epidot.

**3. Den Diabas der Dobojer Festung** hat zuerst Schafarzik beschrieben und in ihm Plagioklas, Augit, Magnetit, Ilmenit, Glas, Pyrit, Kalk, Chlorit und Kaolin gefunden. Dieselben Bestandtheile ausser Kalk, Glas und Pyrit erwähnt auch John. Ich fand im Gestein säulenförmigen Plagioklas, braunröthlichen Augit, Ilmenit mit gelblichen Zersetzungsproduct, Chlorit und Kalk.

**4. Der Diabas vom Ravni drum** ist ein graulichschwarzes, feinkörniges Gestein, welches aus Plagioklas, Amphibol und Eisenerz zusammengesetzt ist. Der Plagioklas ist säulenförmig. Durchschnitte von symmetrischer Auslöschung zeigen auf eine und die andere Seite einen Auslöschungswinkel bis  $20^\circ$ . Manche Krystalle sind im Centrum braun von Einschlüssen, welche nicht einmal bei stärkster Vergrösserung zu bestimmen sind, doch scheinen dieselben aus Glas zu bestehen. Der Amphibol, welcher hier vorkommt, ist aus Augit entstanden. Im Amphibol sieht man nämlich noch Spuren von nicht umgewandeltem Augit, und zwar in Gestalt hellerer Flecken ohne Pleochroismus, welche unter gekreuzten Nicols lebhaft Polarisationsfarben und einen dem Augit entsprechenden Auslöschungswinkel zeigen. Der Amphibol selbst zeigt, im gewöhnlichen Lichte betrachtet, ein compactes Aussehen, während man im polarisirten Lichte sieht, dass er aus verschieden orientirten Fasern besteht. Er ist von gelblichgrüner Farbe, und sein Pleochroismus macht sich in blassgelber, gelbgrüner und braungelber Farbe merklich. Das Eisenerz ist Titanmagneteisen.

**5. Der Diabas aus dem Bache Krušička (Kobiljska) rieka**, welcher an mehreren Stellen anstehend vorkommt, ist von demselben Aussehen und ähnlicher Zusammensetzung wie der vorhergehende. Der Plagioklas ist immer säulenförmig. Nach den optischen Eigenschaften käme er zwischen Labradorit und Bytownit zu stehen. Wo im Diabas die Zersetzung weit vorgeschritten ist, dort ist der Plagioklas voll von Kaolin. Der Augit ist von röthlicher Farbe, doch selten ist er frisch. Ueberall ist er mehr oder minder in einen faserigen, bläulichgrünen Amphibol umgewandelt, und es gibt auch Diabase, wo von ihm keine Spur mehr zu finden ist. Magnetit ist ziemlich reichlich und erscheint gewöhnlich in ausgezackten und kammförmigen Formen. In ihm ist, wie es scheint, eine bedeutende Menge von Eisenoxyd durch Titanoxyd vertreten, weil er an manchen Stellen schwach durchscheinend wird und manchmal von einem weissen Zersetzungsproduct umgeben ist.

Der Diabas, welcher im unteren Laufe der Krušička rieka in Form einer Linse im Serpentin eingeschlossen ist, ist bedeutend grobkörniger als die übrigen Diabase. Plagioklas ist in ihm viel reichlicher vorhanden und erscheint auch in dickeren Säulen, welche ihrer Länge nach in zwei, drei Säulchen gespalten sind und dabei auch eine Querspaltung besitzen. Den Raum zwischen den Plagioklasen nimmt braungrüner Amphibol ein, welcher gewöhnlich faserig, seltener compact ist; in ihm sind nur manchmal Spuren von noch unzersetztem Augit zu sehen. Das Eisenerz ist, wie auch in den anderen, Magnetit, welchem viel Titaneisen beigemischt ist.

**6. Der Diabas aus der Jablanica bei Maglaj** ist ein schwärzlichgraues, feinkörniges Gestein. Die Plagioklase sind schmal und lang. Der Auslöschungswinkel in Schnitten mit symmetrischer Auslöschung erreicht an jeder Seite  $24^\circ$ , so dass man diese Plagioklase unter die Bytownite einreihen muss. Der Augit ist blassgelb oder farblos. Er ist sehr spärlich vorhanden; seine Stelle hat Amphibol eingenommen, welcher sich aus Augit bildete, wie man deutlich erkennen kann. Der Amphibol selbst ist von bläu-

lichgrüner Farbe, faseriger Structur und beinahe ganz von schwarzem, staubförmigem Eisenerz erfüllt, welches sich bei der Metamorphose des Augits ausgeschieden hat. Magnetit und neben ihm Ilmenit ist im Gestein in bedeutender Menge vorhanden.

**7. Der Diabas aus dem Bache Velika Bukovica** ist ein graulichschwarzes Gestein von deutlicher körniger Structur. Unter dem Mikroskope sieht man, dass es sehr grobkörnig ist. Die langen, säulenförmigen Plagioklase sind in allen Richtungen zerstreut und durchdringen in bekannter Weise die Augitkrystalle, welche hier sehr grob sind. Augit ist von schwacher röthlicher Farbe oder farblos und bildet sich in Chlorit um. Das Titanmagneteisen ist ziemlich reichlich und erscheint in verschiedenartig ausgezackten, unregelmässigen Körnern.

**8. Der Diabas von Hrastovac aus dem Bache Hrastovačka rieka** ist ein graulichschwarzes Gestein, welches dort, wo es mehr zersetzt ist, etwas grünlich ist. Die körnige Structur ist noch gut erkennbar.

Unter dem Mikroskope sieht man, dass dieses Gestein ziemlich grobkörnig ist, und dass es aus Augit, Plagioklas und Eisenerz zusammengesetzt ist. Der Augit ist zumeist grobkörnig, von braungelber Farbe, und seine Contouren sind von der Lage der Plagioklase abhängig. Er wandelt sich in ein chloritisches Mineral um. Der Plagioklas ist säulenförmig, an manchen Handstücken des Diabases ist er feiner, sonst wieder grobkörniger, und gewöhnlich stark zersetzt. Das Eisenerz ist Pyrit und Titanmagneteisen.

### e) Gabbro.

**1. Der Troktolith (Forellenstein) aus dem Bache Vukovac potok** ist ein äusserst interessantes Gestein, weil er uns unwillkürlich auf den Gedanken bringt, in ihm eine Uebergangsform zwischen Lherzololith und Gabbro zu suchen. Das Gestein ist feinkörnig. In einer grünlichschwarzen Substanz sind feine weisse Plagioklaskörner eingesprengt. Unter dem Mikroskope erkennt man als Gemengtheile des Gesteins hauptsächlich Olivin und Plagioklas in gleichen Mengen. Der Olivin und Plagioklas haben Körner von gleicher Grösse und bilden dadurch eine schöne Zellenstructur, wie man ihr gewöhnlich beim Lherzololith begegnet. Der Plagioklas und Olivin sind nicht ganz gleichmässig vertheilt, sondern jedes von diesen Mineralien sammelt sich mehr gesondert an. Neben diesen zwei Hauptbestandtheilen erscheint hier auch noch Amphibol und ein Spinellmineral.

Der Olivin ist im Gestein ganz frisch und nur von feinen Sprüngen durchsetzt.

Der Plagioklas ist auch frisch und erscheint in schönen Zwillingen nach dem Albitgesetze, welchen sich manchmal noch solche nach dem Periklingesetze beigesellen. Durchschnitte mit symmetrischer Auslöschung der Zwillinglamellen zeigen ziemlich oft einen grossen Auslöschungswinkel. In einem Falle mass ich

nach rechts 36°

nach links 35°

demnach ist das Anorthit. Schnitte ohne Zwillinglamellen (also nach der Fläche  $M$ ) zeigen im convergenten Lichte den seitlichen Austritt einer optischen Achse.

Amphibol. An einzelnen Stellen des Dünnschliffes sieht man entweder ein körniges, abgerundetes oder etwas gestrecktes Mineral von gelblichbrauner Farbe, ziemlich starkem Pleochroismus in verschiedenen Tönen von gelbbrauner und blassgelber Farbe. Die prismatische Spaltbarkeit ist an diesen Körnern durch einige scharfe Linien ausgeprägt. Die Auslöschung gegenüber dieser Spaltung ist schief und reicht bis 12°. Durch seine Gestalt und nach seinen optischen Eigenschaften ist dieses

Mineral ganz dem Amphibol ähnlich, welchen wir in den Lherzoliten aus der Ljučica in der Kozara planina (Nr. 5), im Bache Rudine potok in der Prisjeka (Nr. 1) und Borja planina (Nr. 6 und 7) fanden und beschrieben, es ist nach alledem, was wir anführten, ohne Zweifel auch Amphibol.

Das Spinellmineral erscheint in unregelmässigen schwarzen Körnern, die nur manchmal gelblichbraun durchsichtig sind, und nach allem Anscheine wird es dem Chromit angehören.

Nach der mineralogischen Zusammensetzung ist dies ein echter Troktolith, doch erinnert seine Structur und die Gegenwart des Spinellminerals und Amphibols in gewisser Hinsicht an die Lherzolith. Ob das wirklich eine Uebergangsform von Lherzolith zum Troktolith ist, kann man nach einem Stücke, welches als Geschiebe vereinzelt gefunden wurde, nicht feststellen.

**2. Troktolith und Olivingabbro aus der Krušička rieka.** Wenn man vom Konopljište entlang der Krušička rieka hinabsteigt, so begegnet man bald Felsen von Troktolith, welcher eine grosse Strecke entlang dem Bache einnimmt. Bei der ersten Mühle geht der Troktolith in Olivingabbro über, dann erscheint wieder Troktolith, welcher auch noch weit unten unter dem Serpentin erscheint.

Dieser Troktolith ist von hellem, fleckigem Aussehen, weil an ihm weisse und graugrünliche Partien abwechseln. Von den primären Mineralien findet man in ihm nur Plagioklas in grossen, säulenförmigen Körnern. Jener unregelmässige und gedehnte Raum, den Olivin eingenommen hatte, ist jetzt von Anhäufungen eines hellen nadelförmigen Amphibol (Tremolith) ausgefüllt, welcher unregelmässig zerstreute Büschel bildet. Er ist farblos und ohne Pleochroismus. An den Rändern dieser Anhäufungen sieht man einen breiten Saum, welcher aus bedeutend feinerem Amphibol besteht. In den Plagioklas dringt Amphibol von den Rändern oder von Sprüngen ein.

Der Olivingabbro von hier ist nach seinem äusseren Aussehen dem Troktolith sehr ähnlich, und erst bei genauerer Betrachtung kann man die schimmernden Spaltflächen von Pyroxen bemerken. Das Gestein ist grobkörnig und sehr zersetzt. Der Plagioklas und Pyroxen besitzen so gewundene Contouren, wie wir sie früher bei manchen anderen Gabbros beschrieben haben. Der Plagioklas ist grob und säulenförmig und schon stark zu Kaolin zersetzt. Der monokline Pyroxen erscheint auch in groben Körnern und ist blassgelblich oder farblos. Seine Spaltbarkeit ist gut entwickelt, und manchmal ist er faserig gestreift. Oft bildet er sich in einen röthlich-braunen Amphibol um. Der Olivin ist ganz verschwunden und hat sich in Anhäufungen von farblosem oder schwach grünem, nadelförmigem Amphibol umgewandelt. Magnetit erscheint in grossen unregelmässigen Körnern.

**5. Der Troktolith von Rakovac** ist beinahe von ganz gleichmässig grünlichgrauer Farbe. Er besteht aus Plagioklas, Olivin und secundärem Amphibol.

Der Plagioklas ist säulenförmig, ganz rein und frisch, doch ist er dabei ganz durchflochten von einer grossen Zahl von Sprüngen. In einem Schnitte mit symmetrischer Auslöschung betrug der Auslöschungswinkel an beiden Seiten nahezu 32°; demnach ist auch dieser Plagioklas Anorthit.

Der Olivin ist an manchen Stellen rein und frisch, während er sonst wieder theilweise oder ganz in die bekannten Anhäufungen von farblosem Amphibol umgebildet ist.

Eisenerze sind im Gestein nicht vorhanden. Das wechselseitige Einschliessen von Olivin und Plagioklas ist ziemlich selten. Im ganzen Dünnschliffe fand ich nur ein Olivinkörnchen im Plagioklas und nur ein Körnchen von Plagioklas im Olivin eingeschlossen.

### d) Serpentin.

1. **Der Lherzolith aus dem Bache Riečica** ist ein schwarzgraues Gestein, in welchem man  $1\frac{1}{2}$ , 2 bis 3 Mm. grosse, blassgelbe Krystalle von Bronzit wahrnehmen kann. Ausserdem sieht man noch manchmal schwach grünliche Krystalle von monoklinem Pyroxen, welche nur selten die Länge von 2 Mm. erreichen. Der monokline Pyroxen spaltet sich am meisten und besten nach dem Prisma, wie man an der schiefen Auslöschung der meisten abgetrennten Spaltblättchen erkennen kann. Viel seltener spalten sich Blättchen nach dem Orthopinakoid. Solche Blättchen zeigen ausser paralleler Auslöschung noch den schiefen Austritt einer optischen Achse.

Unter dem Mikroskope sieht man, dass die Pyroxene in gleicher Menge mit dem Olivin vorhanden sind. Rhombischer Pyroxen ist etwas häufiger als monokliner. Die Structur ist körnig (Pflasterstructur). Die Olivine halten sich gewöhnlich mehr zusammen, ebenso die Pyroxene.

Der Olivin ist frisch und nur zersprungen.

Der Bronzit erscheint in feinen und groben Körnern; die lamellare Spaltbarkeit ist nur an grösseren Körnern entwickelt, doch auch da nicht immer.

Der Diopsid ist farblos wie auch der Bronzit. Seine Spaltbarkeit ist schwach entwickelt. An grösseren Körnern treten manchmal gegen die Spaltung schief gelagerte und gegenseitig parallele Linien auf, so dass das Mineral das Aussehen des Diallag bekommt.

Picotit erscheint in feinen, braungelb durchscheinenden Schüppchen.

2. **Der Lherzolith aus der Mala Prenja** ist ein dunkelgraues, beinahe schwarzes Gestein, an welchem man makroskopisch eine bedeutende Zahl grösserer Bronzitkörner wahrnehmen kann. Unter dem Mikroskope sieht man, dass das Gestein aus Olivin in vorwiegender Menge, etwas weniger Bronzit und am wenigsten Diopsid zusammengesetzt ist. Der Bronzit, welcher sich zu faserigem Serpentin umbildet, ist mehrmals wellenförmig gekrümmt. Der Diopsid hat eine gute Spaltbarkeit, und einzelne Säulchen sind quer zerspalten. Picotit erscheint in grossen, braun durchscheinenden Blättern.

Der Lherzolith in der Velika Prenja ist diesem ganz ähnlich. In grösseren Bronzitkrystallen findet man schmale und breite unregelmässige Diopsidblättchen eingewachsen. Der Diopsid hat eine schwach ausgeprägte Spaltbarkeit; an Querschnitten ist nur die prismatische Spaltbarkeit entwickelt.

3. **Der Lherzolith aus dem Bache Vukovac potok** ist von dunkel graulichgrüner Farbe und besitzt grössere Bronzitkrystalle. Er besteht aus frischem Olivin, Bronzit, wenig Diopsid und etwas Picotit.

Der Bronzit erscheint gewöhnlich in grösseren unregelmässigen Körnern, bald mit besserer, bald mit schwächerer Spaltbarkeit, und an manchen Querschnitten sieht man eine feine Lamellatur in der Richtung des Brachypinakoids. Sehr charakteristisch sind im Bronzit die Einschlüsse von Olivin und farblosem Diopsid. Die Olivineinschlüsse sind entweder von ganz runder Form oder verlängert und verschieden verzogen. Die Einschlüsse von Diopsid sind im Bronzit regelmässig gelagert, so dass die Hauptachsen beider Minerale parallel laufen. Der Diopsid hat hier die Form schmaler Stäbchen und Blättchen oder breiter und unregelmässiger Körner. Obwohl der Bronzit und der Diopsid farblos sind, so macht sich doch der eingeschlossene Diopsid schon im gewöhnlichen Lichte durch seine stärkere Lichtbrechung leicht bemerkbar, während er bei gekreuzten Nicols noch leichter durch seine lebhaften Farben und die schiefe Auslöschung zu unterscheiden ist. Der Diopsid selbst ist im

Gestein viel seltener als Bronzit. Seine Spaltbarkeit ist schwach entwickelt. In ihm findet man öfters eingeschlossene Olivinkörner.

In einem anderen Lherzolithe aus demselben Bache ist Diopsid in grösserer Menge entwickelt von kaum merklicher grünlicher Farbe und hat eine bessere Spaltbarkeit.

**4. Der Lherzolith aus dem Bache Krušićka rieka** ist stellenweise sehr schön gestreift und zählt zu den schönsten Serpentin Bosniens. Das Gestein ist bläulichschwarz mit bedeutender Menge weisslicher Streifen, die beinahe parallel im Gestein verlaufen und ihm ein schönes geschichtetes Aussehen verleihen. Manche Streifen sind 2, 3 bis 4 Mm. breit und ziehen durch das ganze Gestein, so weit man das verfolgen kann. Andere Streifen verdünnen sich schnell und verlieren sich und bilden so flache, gestreckte Linsen. Jene Streifen fallen durch ihre reinere weissliche Farbe im Gestein mehr auf, während andere — überhaupt, die schmälere Streifen — erst bei genauerer Untersuchung zu unterscheiden sind. Weil diese hellen Streifen hauptsächlich aus Pyroxen bestehen, so ist es ganz natürlich, dass die Streifen um so schwerer zu unterscheiden sind, je mehr Olivin ihnen beigemischt ist.

Am Präparate sieht man mit blossem Auge, wie auch unter dem Mikroskope, dieselbe Streifung. Man bemerkt, wie Züge von Pyroxen und Züge von Olivin hinglehen, doch sind die einen wie die anderen nicht ganz rein, sondern man findet immer Olivin in den Pyroxen- und Pyroxen in den Olivinzügen.

Der Olivin ist im Gestein sehr zersetzt und in Serpentin umgebildet.

Bronzit ist reichlicher als Diopsid. Als Einschluss findet man in ihm Blättchen von monoklinem Pyroxen (Diopsid) und einige Olivinkörnchen. Er zerfällt wie der Olivin in Körner und bildet durch Zersetzung faserigen Serpentin.

Der Diopsid ist ebenso wie der Bronzit farblos. Seine Spaltbarkeit ist bald besser, bald wieder schwächer entwickelt.

Picotit kommt in der Form von Körnern vor.

In der Krušićka rieka kommen Lherzolithe vor, an welchen nicht so deutlich zu sehen ist, dass sie gestreift sind, doch sieht man entweder bei genauerer Untersuchung am Gestein selbst oder im Dünnschliffe, dass die Pyroxene vom Olivin etwas mehr abgesondert sind und auf diese Weise dunklere und hellere Schichten bilden.

### c) Amphibolite.

**1. Pyroxenamphibolit aus der Umgebung des Klosters Ozren.** Wie ich weiter oben erwähnte, fand ich auf der Strasse von Petrovo selo vor dem Kloster Ozren neben Geschiebe von Serpentin auch Geschiebe von Amphibolit. Dieser Amphibolit hat das gewöhnliche Aussehen eines schwarzen Amphibolits. Unter dem Mikroskope sieht man als Bestandtheile dieses Gesteins hauptsächlich Amphibol, Feldspath und Titanit neben kleinen Mengen von monoklinem Pyroxen.

Der Amphibol ist der Hauptbestandtheil des Gesteins und erscheint in grösseren und kleineren ganz unregelmässigen Körnern, welche so aneinander lagern, dass sie ein Netz bilden, bei welchem die Maschen von Feldspath ausgefüllt sind. Die Farbe des Amphibols ist bläulichgrün; sein Pleochroismus ist nicht stark, aber ziemlich deutlich.

Der monokline Pyroxen (Salit) ist ziemlich selten. Er schliesst sich dem Amphibol im Netz an. Er ist von so schwacher grüner Farbe, dass man sie kaum unterscheiden kann. Die prismatische Spaltbarkeit ist gut entwickelt.

Der Feldspath, welcher die Maschen des Amphibolnetzes eingenommen hat, ist gewöhnlich feinkörnig. Nur an manchen Körnern kann man polysynthetische Zwillinge

beobachten, und auch dann verlaufen die einzelnen Lamellen nicht immer durch das ganze Korn. Der grösste Auslöschungswinkel in Durchschnitten mit symmetrischer Auslöschung beträgt  $18^\circ$ . Der Feldspath ist gewöhnlich stark zersetzt. In gewöhnlichem Lichte sieht er dann staubartig getrübt aus, und unter gekreuzten Nicols sieht man, dass diese Trübung durch Schüppchen von sehr lebhaften Farben verursacht ist; wahrscheinlich sind dieselben Muscovit.

Titanit ist im Gestein sehr reichlich und erscheint in kleineren und grösseren Körnern, die gewöhnlich unregelmässig, seltener zugespitzt sind. Im Präparate ist derselbe leicht zu bemerken und erkennbar an der blassgelben Farbe und rauhen Oberfläche.

Brauneisenstein bildet manchmal im Amphibol dünne Häutchen; sonst kommt im Gestein kein Eisenerz vor.

**2. Der Pyroxenamphibolit aus der Mala Bukovica** lag mit Geschiebe von Serpentin und Granit am Ufer des Baches. Das Gestein ist schwärzlichgrau und von etwas gestreiftem Aussehen, weil in ihm weisse Feldspathkörner in Zügen angereicht sind. Im Dünnschliffe sieht man, dass das Gestein aus monoklinem Pyroxen, Amphibol, Feldspath, Zirkon und Magnetit gemengt ist. Amphibol und Pyroxen bilden Züge, zwischen welchen kleinere Züge von Feldspath hindurchziehen.

Der monokline Pyroxen (Salit) erscheint in grösseren und kleineren unregelmässigen Körnern. Er ist beinahe farblos oder kaum bemerkbar grünlich. Infolge starker Doppelbrechung sind seine Contouren sehr markant, und auch die Spaltrisse sind scharf gezeichnet. Die prismatische Spaltbarkeit ist gut entwickelt; an Querschnitten ist ausser ihr keine andere Spaltbarkeit zu sehen. Er ist ganz frisch.

Der Amphibol ist in gleicher Menge wie der Pyroxen vorhanden und ebenso grob und feinkörnig und unregelmässiger Form. Er ist von lichtgrüner Farbe und bedeutendem Pleochroismus in blassgrüner, gelblichgrüner und bläulichgrüner Farbe. Die Spaltbarkeit an Längs- und Querschnitten ist ziemlich deutlich. In Contact mit dem Pyroxen ist seine Grenze gewöhnlich deutlich bemerkbar, nur manchmal sieht man, wie er sich langsam im Pyroxen verliert. Er ist auch ganz frisch und compact.

Feldspath. Die weissen Felder zwischen den Pyroxenamphibolzügen zerfallen unter gekreuzten Nicols in unregelmässige, kleine Feldspathkörner. Es sind das entweder deutliche Plagioklase oder nichtverzwillingte Individuen. Zwillinge nach dem Albitgesetze haben manchmal auch noch nach dem Periklingesetze eingeschaltete Lamellen. Die Zwillinglamellen sind einmal breit, ein anderes Mal wieder äusserst schmal, ebenso sehr verschieden ist auch die Zahl der Lamellen. Der Auslöschungswinkel bei symmetrischer Auslöschung reicht an jeder Seite bis  $25^\circ$ . Sehr wahrscheinlich ist es, dass auch die nichtverzwillingten Individuen Plagioklase sind. Die Feldspathe sind besonders gegen die Mitte durch Zersetzung getrübt, welche sich bei starker Vergrösserung in der Form unregelmässiger Blätter und Flecken mit lebhaften Farben erkennbar machen.

Zirkon ist sehr selten und dann im Pyroxen als stark doppelbrechende eiförmige Körnchen eingeschlossen.

Magnetit ist sehr selten und gewöhnlich schon in hohem Grade zu Eisenhydroxyd zersetzt.

**3. Der Pyroxenamphibolit aus der Velika Bukovica.** Gleich am Anfange der Velika Bukovica erscheinen nach dem Diabas gewöhnliche Pyroxenamphibolite, welche bei der Brücke unter den letzten Häusern dadurch interessant werden, dass in ihnen **Hypersten** auftritt.

Die Pyroxenamphibolite ohne Hypersten sind von mittelmässigem Korn, grauschwarzer Farbe und etwas streifig gefleckt, weil sie von zwar unterbrochenen, aber doch ziemlich deutlichen weissen Streifen von Feldspath durchsetzt sind. Unter dem Mikroskope erkennt man Feldspath, Amphibol, monoklinen Pyroxen (Salit) und geringe Mengen von Magnetit als Bestandtheile des Gesteins. Die schieferige Structur ist im Dünnschliffe nicht besonders gut ausgeprägt, doch sieht man die Feldspathe für sich gesondert, und nur selten dringen dieselben zwischen die Pyroxene und Amphibole ein.

Der Feldspath ist verhältnissmässig am feinkörnigsten und von unregelmässiger Form. Zum grössten Theile kann man die Feldspathe als Plagioklase mit Lamellen von verschiedener Breite erkennen. Manchmal sind die einzelnen Lamellen kaum zu erkennen, und es scheint, dass sämmtlicher Feldspath Plagioklas ist. Durchschnitte mit symmetrischer Auslöschung zeigen einen so grossen Auslöschungswinkel ( $29^\circ$ ), dass man sie unter die Anorthite einreihen muss. Die Feldspathe sind gewöhnlich ganz frisch und von glasigem Aussehen, nur manchmal sind sie gegen die Mitte durch Zersetzung getrübt. In dieser Zersetzung ist manchmal sehr leicht Muscovit zu bestimmen. An manchen Stellen ist jedes Feldspathkörnchen von einer grünen Zone umsäumt, und diese Zonen bilden dann ein grünes Netz, in welchem weisse Felder von einzelnen Feldspathen liegen. Oefters sind auch die einzelnen Körner selbst zersprungen, und dann sind die Sprünge von derselben grünen Substanz ausgefüllt. Die Zusammengehörigkeit der auf diese Weise entstandenen Bruchtheile von einzelnen Feldspathen ist durch die gleiche Orientirung derselben leicht erkennbar, während das Hauptnetz Körner von ursprünglich verschiedener Orientirung umschliesst. Dieses grüne Gebilde ist faserig, etwas pleochroitisch und wird wahrscheinlich Amphibol sein.

Amphibol ist neben Feldspath der reichlichste Bestandtheil des Gesteins und erscheint in zwei Formen.

Eine Form, und zwar die vorwiegende, besteht gewöhnlich aus grösseren compacten Krystalloiden von unregelmässigen Contouren. Sie ist von bläulichgrüner Farbe mit starkem Pleochroismus (blaugrün, lichtgrün und gelblichgrün). Die zweite Varietät des Amphibol ist faserig und in geringer Menge vorhanden.

Die Farbe dieses Amphibols ist dieselbe wie beim vorigen, nur etwas lichter. Augenscheinlich ist dieser faserige Amphibol aus Pyroxen entstanden, weil man in ihm manchmal Körner von Pyroxen sieht, ebenso gibt es auch Pyroxene, in welche von aussen tief hinein ganze Büschel von solchem faserigen Amphibol dringen.

Der monokline Pyroxen erscheint in etwas gestreckten Körnern; er ist farblos oder schwach grünlich. Die Spaltbarkeit ist gut entwickelt, und an Querschnitten ist sie überhaupt schön sichtbar.

Magnetit ist sehr selten und in feinen Körnchen, welche oft in Hämatit oder Eisenhydroxyd umgebildet sind, vorhanden.

Der Pyroxenamphibolit mit Hypersten ist ein schwarzes Gestein mit glänzenden Spaltblättchen von Amphibol. Unter dem Mikroskope sieht man, dass es aus Plagioklas, Amphibol, monoklinem und rhombischem Pyroxen und Magnetit zusammengesetzt ist.

Der Feldspath ist körnig und liegt für sich abgesondert zwischen Amphibol und Pyroxen. Er ist frisch, gläserig und nach seinen Zwillingen und optischen Eigenschaften ganz dem vorigen ähnlich.

Der Amphibol ist braungelb und erscheint in unregelmässigen, compacten Krystalloiden mit starkem Pleochroismus.



Der monokline Pyroxen ist lichtgrün, grüner als in den anderen Amphiboliten und hat einen schwachen Pleochroismus. Seine Spaltbarkeit ist ziemlich schwach entwickelt.

Der Hypersten ist viel feinkörniger als der vorige. Seine Spaltbarkeit ist schwach, die Farbe röthlich und der Pleochroismus stark. In der Richtung der Hauptachse und einer Nebenachse ist letzterer schwach grünlich, während er in der Richtung der anderen Nebenachse roth wie Granat ist. Wo die Spaltbarkeit nur etwas besser entwickelt ist, findet parallele Auslöschung statt.

Magnetit kommt in frischen, unregelmässigen Körnern vor und ist ziemlich selten.

Einzelne, feine, farblose Körnchen von starker Licht- und Doppelbrechung könnten Zirkon sein.

**4. Der Amphibolit aus dem Bache Rastovačka rieka**, den ich im Bache als Gesschiebe fand, hat das gewöhnliche Aussehen der Amphibolite. Das Gestein ist schwarzgrau, von mittelgrossem Korn und besteht aus Feldspath, Amphibol und Magnetit und besitzt dieselbe Structur wie das vorige Gestein.

Der Feldspath ist frisch, glasartig und wird wahrscheinlich nur Plagioklas sein, obwohl sich nur ein Theil als solcher zu erkennen gibt.

Der Amphibol ist frisch, compact und von braungelber Farbe mit starkem Pleochroismus.

Magnetit ist ziemlich reichlich und erscheint in unregelmässigen Körnern.

## **6. Die Umgebung zwischen der Spreča, Bosna, Save und Drina.**

Ebenso wie Tietze (Grundlinien der Geologie von Bosnien und Hercegovina, S. 114) will auch ich hier jenen Theil der bosnischen Serpentinzone, welcher zwischen der Spreča, Bosna, Save und Drina entwickelt ist, insoweit ich dieselbe untersucht habe, zusammenhängend beschreiben. Die Hauptgebirgskette dieser Gegend bildet die Majevisa. Diese beginnt bei Tinja und reicht mit ihren Ausläufern nach Osten bis an die Drina, und weil sie bei Zvornik in der Veljava glava die Wasserscheide zwischen der Spreča und Drina bildet, so kann man, wie schon Tietze that, hier auch die Serpentinzone aus der Umgebung von Zvornik beschreiben. Gegen Westen bildet die Majevisa niederes Gebirge, welches sich bis an die Bosna erstreckt. Paul, welcher diese Gegend zuerst untersuchte, fand (l. c. S. 9) nördlich von Gračanica ober dem Han Amalia einen schönen Serpentin und unter und ober demselben Lagen von Hämatit (in Wirklichkeit ist es Jaspis). Der Berg, auf welchem die Ruine Sokol steht, besteht aus dunklen Kalksteinen, welche manchmal mit serpentinarartigen Lagen abwechseln; in der Skizze, welche Paul beigab, bezeichnete er das Gestein unter der Ruine als „Dobojer Kalk und Serpentin“. Auch Tietze erwähnt (S. 116), dass dieser Berg aus Kalkstein und Serpentin besteht. Weiter führt Tietze an, dass er am Wege zwischen Dobrovica und Špionica von Neuem Kalke, Sandsteine und Serpentine fand, und dass auch hier der Serpentin von Hämatit begleitet ist. In der Majevisa selbst fand Paul, als er auf der Strasse von Dolnja Tuzla nach Han Šibošica ging, am Berggrücken Diabase, welche John beschrieb, und bei Srebrnik fand Tietze Serpentine in Gesellschaft mit Kalksteinen und Sandsteinen. Von der sehr interessanten Umgebung von Zvornik sagt Tietze (S. 126): „Die nähere Umgebung von Zvornik ist eine der geologisch complicirtest zusammengesetzten und schwierigst zu deutenden in Bosnien. Serpentine, flyschartige Sandsteine, Quarzite, Dioritschiefer und Andesittuffe

nehmen an jener Zusammensetzung Antheil und sind anscheinend so sehr zu einem Ganzen verbunden, dass es schwer wird, in der kurzen Zeit, welche eine Uebersichtsaufnahme für eine einzelne Gegend erübrigen lässt, sich Rechenschaft zu geben über den wahren Grund einer solchen auffälligen Vergesellschaftung.“ Nördlich von Zvornik fand Tietze nahe an der Strasse nach Han Palator schwarze Serpentine, welche auch an der Strasse von Zvornik nach Han Capardi auftreten. Die Festung von Zvornik steht auf einem Berge, welcher aus mächtigen Quarzitbänken und aus grünlichen, röthlichen oder violetten, „beinahe phyllitartigen“ Schiefen zusammengesetzt ist. Von der Zvorniker Festung nach Čamlija gehend, fand Tietze gleich am ersten Rücken, welcher die Festung von Han Jošenica trennt, hinter Quarzit Serpentine und meint, dass dieser Serpentin in Verbindung mit jenem von Cerik steht (in der Nähe des Han Snagovo, zwischen Zvornik und Han Capardi). Weiter gegen Čamlija erscheinen Sandsteine und dann „seltsamer Weise“ Gesteine von altkrystallinischem Habitus. Diese Gesteine bestimmte John als Zoisitamphibolite. Weiter gegen Veljava glava erscheint Andesittuff.

Die Gegend zwischen Spreča, Bosna, Save und Drina ist mir ziemlich wenig bekannt. Von Dolnja Tuzla ging ich über die Majevisa auf der Hauptstrasse bis zum Han Šibošica. Auf dieser ganzen Strecke findet man Sandsteine, Kalke und mergelige Gesteine. In den Steinhäufen, welche zum Beschottern der Strasse aufgehäuft sind, sieht man grösstentheils Diabase, aber auch Amphibolite. Sämmtliche Steine stammen aus den nächsten Bächen aus der Majevisa. Hoch oben, nahe dem Bergücken, fand ich an den Flanken des Gebirges grosse abgerundete Stücke von Amphibolit. Unter der Spitze selbst erscheinen im Bereiche des Sandsteines anstehende Felsen von Diabas. Wenn man von Tuzla nach Zvornik geht, so findet man auf der Strasse von Kalesija Schotterhaufen, in welchen beinahe lauter Serpentine (Lherzolithe) und Amphibolite vorkommen. Ein Strassenaufseher sagte mir, dass diese Steine aus verschiedenen Bächen, welche aus der Kalesija hervorspringen, stammen, und dass alle Bäche voll von diesen Steinen seien. Ich überzeugte mich davon, als ich einen Bach von Han Ibranović gegen das Dorf Brezik absuchte. Han Ibranović befindet sich an jener Stelle, wo in der Karte Han Bulatović eingetragen ist. Den Namen des Baches selbst konnte ich nicht erfahren. Am rechten Ufer dieses Baches liegt das Dorf Mamići (in der Karte Memići). Bis an den Bach reichen von beiden Seiten niedere Hügel, welche von Lehm überdeckt und mit Culturen bebaut sind, doch sieht man stellenweise, wie der Bach in Serpentine einsägt. Im Bache selbst wie auch an den Abhängen sieht man eine grosse Menge Geschiebe von Serpentin und schön gestreiftem Amphibolit. Hier fand ich auch einen Zoisitamphibolit.

In der Umgebung von Zvornik begab ich mich von Zvornik entlang der Drina nach Divić, dann nach Jošanica und Salkići (in der Karte Sakići). Auf dem ganzen Wege begegnet man krystallinischen Kalkschiefern, welche nach ihrem äusseren Aussehen Quarziten ähnlich sind, was auch Tietze bewog, sie als Quarzite zu bezeichnen. Neben den krystallinischen Kalksteinen treten stellenweise phyllitische Schiefer auf. Bei Salkići liegen am Bergrücken zerstreut Stücke von Amphibolit und manches Stück von grobkörnigem krystallinischem Kalkstein. Von hier sind am Rücken auf der Čamlija bis Ogjići wieder lauter krystallinische Kalkschiefer. Von der Čamlija begab ich mich hinab in den Bach Čamlijski potok, um von hier die Samari zu erklimmen, weil jedoch im Bache gar kein Gestein zu finden war, kehrte ich zurück auf die Čamlija. Von hier ging ich dann gegen die Veljava glava, auch auf diesem Wege waren überwiegend Kalkschiefer, und an den Flanken lagen zerstreut schön gestreifte Amphibolite

und Granatphyllite und hie und da Andesittuffe. Zufälliger Weise konnte es mir nicht gelingen, hier Zoisitamphibolite zu finden, welche Tietze hier gefunden, wie ich sie in der Kalesija gefunden habe. Von der Quelle bei Veljava glava lenkte ich nach dem niederen Rücken, welcher die Zuflüsse der Spreča und Drina scheidet, und erreichte bald die Gebirgskette Snagovo.

Unter den krystallinischen Kalkschiefern der Veljava glava erscheinen gewaltige Mengen von Serpentin, welcher sich ohne Unterbrechung bis zum Han Snagovo, der an der Zvorniker Hauptstrasse liegt, hinzieht. Hier an der Strasse treten wieder Kalkschiefer auf, unter denselben liegt Serpentin, und an der Strasse gegen Zvornik erscheinen noch mehrmals Kalkschiefer abwechselnd mit Serpentin. Dort, wo die Strasse viele und lange Serpentinien bildet, bediente ich mich eines Querweges und fand hier an der Oberfläche zerstreut liegende grosse Stücke von Troktolith und Olivingabbro. Weiter gegen Zvornik treten die Kalkschiefer abwechselnd mit phyllitartigen Schiefern auf.

Aus dem Angeführten kann man sehen, dass die Serpentinzone in dieser Gegend weit mehr verbreitet ist, als in der geologischen Karte eingetragen ist. Sie nimmt den grössten Theil der Kalesija ein, geht von hier bei Snagovo nach Südost und erstreckt sich bis an die Drina und Zvornik, und wahrscheinlich steht sie gegen Osten in Verbindung mit jener Partie von Serpentin, die Tietze nördlich von Zvornik fand. Westlich von Kalesija scheint sie zum grössten Theile von jüngerem Gestein überdeckt zu sein und nur an einzelnen Stellen und in tieferen Einschnitten zu Tage zu treten. Bis jetzt waren uns aus der Serpentinzone mit Ausnahme der Diabase als Glieder dieser Zone bekannt: Olivingabbro mit Troktolith und Lherzololith mit eingeschlossenen Amphiboliten, Pyroxeniten und Eklogiten, jetzt begegnen wir neuen krystallinischen Gesteinen, von welchen die Gesteine der Serpentinzone überdeckt sind, und das sind krystallinische Kalkschiefer und Granatphyllite. Diese Gesteine sind ohne Zweifel jünger, und es ist bekannt, dass sie die Kalkphyllithülle der älteren krystallinischen Schiefer bilden.

### a) Diabas.

**Diabas von der Majevisa.** Der Diabas, den ich auf der Spitze der Majevisa fand, ist stark zersetzt, was man auch schon an seinem Aussehen bemerkt. Mit Säuren befeuchtet, braust er ziemlich stark auf. Als Gemengtheile erkennt man unter dem Mikroskope Plagioklas, Chlorit, Calcit und Eisenerze. Der Plagioklas ist säulenförmig, stark zersetzt und mit Kaolin und Kalk erfüllt. Der ganze übrige Raum zwischen dem Plagioklas ist von Calcit und schuppigem Chlorit ausgefüllt. Der Magnetit ist voll von Titaneisen.

Ein anderer Diabas, den ich weiter unten am Abhange hinabgerollt fand, ist bedeutend frischer. Er ist ziemlich grobkörnig. Der Plagioklas ist in ihm säulenförmig und gewöhnlich der Länge und Quere nach gespalten. Die Sprünge im Plagioklas sind von einem chloritischen Mineral ausgefüllt. Der Augit ist farblos und wandelt sich in ein chloritisches Mineral um, in welchem manchmal Epidotkörnchen zu sehen sind. Das Eisenerz ist auch hier ein Gemenge von Magnetit und Ilmenit und bildet sich in ein graulichgelbes Verwitterungsproduct um.

### b) Gabbro.

**1. Der Olivingabbro unterhalb Snagovo.** An den Flanken jenes Steilhanges, über welchen sich die Strasse in langen Serpentinien von Snagovo nach Zvornik hinanzieht,

liegt zerstreut eine grosse Menge Bruchstücke von Gabbro und Troktolith. Der frischere Olivingabbro, der hier vorkommt, ist ein sehr zähes, schwärzlichgraues Gestein von grobem Korn. Nach seiner Zusammensetzung und Structur ist er in grossem Masse dem aus der Kozara planina unter Nr. 5 beschriebenen ähnlich, nur ist in ihm Diallag reichlicher enthalten.

Der Plagioklas ist nach seiner Form und den optischen Eigenschaften jenem ähnlich und reich an feinen, nadelförmigen Einschlüssen, welche in der Richtung der Fläche *P* und *M* angereicht sind.

Der Diallag zeigt eine lamellare Spaltbarkeit und ist öfters an manchen Stellen voll von blätterartigen Einschlüssen, welche mit ihrer Breite parallel dem Orthopinakoid gelagert sind. Er ist ebenso wie der Plagioklas ganz frisch.

Der Olivin zieht sich zwischen dem Plagioklas und Diallag in schmale Fortsätze aus. Er ist ziemlich frisch, nur zersprungen, und die Sprünge sind von Magnetit ausgefüllt, nur an den Rändern beginnt er sich manchmal in einen farblosen, faserigen Amphibol umzubilden.

Ein anderer Gabbro von demselben Fundorte ist diesem nach seinem äusseren Aussehen sehr ähnlich, doch unter dem Mikroskope sieht man, dass er stark zersetzt ist. Olivin ist nicht mehr vorhanden, statt desselben erscheinen die bekannten Anhäufungen von farblosem Amphibol. Die Mitte solcher Anhäufungen bilden gewöhnlich grössere Blätter, während die Hülle aus sehr feinem Amphibol zusammengesetzt ist. Diese Anhäufungen dringen auch in den Plagioklas und Diallag ein. Der Diallag ist faserig gespalten, aber die erwähnten blätterartigen Einschlüsse kommen in ihm nicht vor.

Hinsichtlich des gegenseitigen Einschliessens sieht man in dem einen und dem anderen Gabbro, dass Plagioklas im Olivin und im Diallag als Einschluss vorkommt.

**2. Der Troktolith unterhalb Snagovo** erscheint in Gesellschaft des vorigen Gesteines. Er ist schön, durch milchig getrübe Plagioklase und schwarze Olivinanhäufungen gefleckt. Oft sind die einen und die anderen Flecken in Züge angereicht, so dass das Gestein stellenweise ein streifiges Aussehen bekommt. Unter dem Mikroskope zeigt es die charakteristische Pflasterstructur der Lherzolithe. Der Plagioklas und Olivin bilden jeder für sich gedehnte Züge. Der Olivin ist beinahe ganz zu Serpentin umgewandelt, und auch der Plagioklas ist von Zersetzung stark getrübt. Ausserdem sieht man im Dünnschliff nur einige feine Körnchen eines farblosen monoklinen Pyroxens, welcher ganz von dem Aussehen des Diopsids ist, wie er in den bosnischen Lherzolithen zu finden ist. Die Spaltbarkeit ist in ihm mit einigen scharfen Linien angedeutet; der Auslöschungswinkel ist gross, die Polarisationsfarben sind lebhaft. Weiter findet man im Präparat noch manches rothbraun durchscheinende Picotitblättchen. Nach seiner Structur und Zusammensetzung ist also dieser Troktolith verwandt mit dem Lherzolith. Man könnte sagen, dass dies ein Lherzolith ist, in welchem sich Plagioklas entwickelt hat, während die Pyroxene beinahe ganz verschwunden sind.

### c) Serpentin.

**1. Der Lherzolith von Snagovo** ist ein grünlichschwarzes Gestein, in welchem ziemlich vereinzelt grössere Bronzitblättchen zu sehen sind. Unter dem Mikroskope sieht man, dass beinahe sämmtlicher Olivin in Serpentin umgesetzt ist. Auch der Bronzit ist zum grössten Theile zu faserigem Bastit umgewandelt. Diopsid ist im Gestein ziemlich selten, doch ist er am frischesten. Picotit ist ziemlich reichlich vorhanden und erscheint in röthlichbraun durchscheinenden Blättern.

**2. Der Lherzolith von Mamići** ist ein dunkelgraues Gestein, in welchem eine bedeutende Menge von größerem Bronzit liegt. Er besteht aus Olivin, Bronzit, Diopsid und Picotit. Der Olivin ist frisch. Der Bronzit besitzt an Querschnitten pinakoidale Absonderung, und in dieser Richtung sind in ihm Blättchen von monoklinem Pyroxen eingeschlossen. Manchmal sieht man im Bronzit abgerundete Olivinkörnchen als Einschluss. Der Diopsid ist scharf gespalten, und an diesen Spaltrissen beginnt sich der Krystall zu zerfasern. Picotit ist ziemlich reichlich, und seine Blättchen sind gelblich-braun durchscheinend.

#### d) Amphibolite.

**1. Der Zoisitamphibolit von Mamići in der Kalesija.** Das Gestein ist dunkelgrau und hat eine ziemlich gut ausgeprägte schieferige Structur. Makroskopisch bemerkt man an ihm glänzende Spaltblättchen von Amphibol, welcher von dunkel graugrüner Farbe ist. Unter dem Mikroskope erkennt man im Gestein Amphibol, Zoisit und Muscovit.

Das Hornblendemineral erscheint in grossen unregelmässigen Krystalloiden, und nur an einigen Stellen sind die Körner kleiner. Die prismatische Spaltbarkeit ist vollkommen entwickelt und besonders an Querschnitten charakteristisch. Die Säulchen, welche durch diese Längsspaltung entstehen, sind gewöhnlich von Querrissen zerspalten und gegliedert. Die Farbe des Amphibolminerals ist so schwachgrün, dass man sie kaum bemerkt, infolge dessen ist auch der Pleochroismus kaum erkenntlich. Der Auslöschungswinkel beträgt gegen  $20^{\circ}$ . Wegen dieser Eigenschaften könnte man diesen Amphibolit unter die Actinolithe stellen.

Der Zoisit, welcher in ziemlich geringer Menge zwischen den Amphibolen liegt, ist leicht an seiner starken Lichtbrechung zu erkennen. Er ist farblos, aber einzelne Partien sind ziemlich durch Zersetzung getrübt. Die Form des Zoisit ist nicht säulenförmig, sondern unregelmässig körnig. Seine Spaltbarkeit ist einmal besser, ein anderes Mal schwächer entwickelt. Gewöhnlich erscheint neben der Längsspaltbarkeit, welche sich immer besser hervorhebt, auch noch die Querspaltbarkeit. Wegen schwacher Doppelbrechung zeigt er zwischen gekreuzten Nicols graue Farben. Manche Durchschnitte bleiben ganz dunkel, oder sie zeigen einen so geringen Unterschied zwischen Dunkel und Helle, dass die Doppelbrechung kaum zu bemerken ist. Durchschnitte, die bei gekreuzten Nicols immer dunkel bleiben, zeigen im convergenten Lichte eine dunkle Hyperbel, welche immer im Gesichtsfelde bleibt. Alle Durchschnitte löschen parallel aus. Ausser der erwähnten Trübung kommen im Zoisit keine Einschlüsse vor.

Der Muscovit ist sehr selten und erscheint in breiteren Blättern mit den bekannten optischen Eigenschaften. Diese Blätter dringen gewöhnlich seitlich in den Zoisit oder liegen als Einschluss im Amphibol.

Feldspath ist im Gestein nicht vorhanden.

Aehnliche Gesteine, welche John beschrieben hat, fand Tietze, wie ich schon erwähnte, auf der Čamlija nahe bei Zvornik. Das eine Gestein ist von deutlicher schieferiger Structur. Der Amphibol sieht am Gestein graulichgrün aus; im Dünnschliff ist er hell grünlichbraun und schwach pleochroitisch, mit guter Spaltbarkeit und hat öfters das Aussehen von Actinolith. Im Amphibol sind manchmal Säulchen von Zoisit eingeschlossen. Der Zoisit erscheint in Aggregaten von Säulchen und zeigt die charakteristische Spaltbarkeit und basale Risse. Das zweite Gestein hat das Aussehen eines körnigen, massigen Gesteines. In ihm ist der Zoisit wie im vorigen, während der Amphibol hellgrün und deutlich pleochroitisch ist (hellbraun und hellgrün). Das dritte

Gestein ist in seinem Aussehen von den vorigen zweien darin verschieden, dass es aus schwarzem Amphibol und wenig Zoisit zusammengesetzt ist. Im Präparat ist der Amphibol braun, sehr pleochroitisch, während der Zoisit vom selben Aussehen wie in den beiden vorigen Gesteinen erscheint. Wie man daraus ersieht, sind die Zoisit-amphibolite (John nennt sie Hornblende-Zoisitschiefer) in der Umgebung von Zvornik denen in der Kalesija ziemlich ähnlich. Der ganze Unterschied besteht darin, dass im Gestein aus der Kalesija neben Amphibol und Zoisit auch Muscovit vorkommt, welcher, wie es scheint, dem Gesteine aus der Umgebung von Zvornik fehlt.

**2. Der Pyroxenamphibolit von Mamići**, den ich als Geschiebe in Gesellschaft mit dem vorigen Zoisitamphibolit fand, ist ein feinkörniges, schwarzes Gestein von dem gewöhnlichen Aussehen der Amphibolite. Er besteht aus Amphibol, Feldspath und monoklinem Pyroxen. Amphibol reiht sich an Amphibol und bildet dadurch ein Netz, in welchem die einzelnen Maschen von Feldspath ausgefüllt sind. Der Feldspath erscheint in unregelmässigen Körnern und ist an frischen Stellen von glasigem Aussehen. Er erscheint in unverzwilligten Individuen, einfachen und polysynthetischen Zwillingen. Die einfachen und polysynthetischen Zwillinge zeigen in Durchschnitten mit symmetrischer Auslöschung einen grossen Auslöschungswinkel, welcher auf jeder Seite bis  $21^{\circ}$  erreicht. Es ist wahrscheinlich, dass auch die einfachen Individuen Plagioklase sind. Der Amphibol erscheint in compacten, kurzen Säulen mit unregelmässigen Contouren. Die prismatische Spaltbarkeit ist gut entwickelt. Seine Farbe ist gelblichgrün, der Pleochroismus stark (blassgelb, grüngelb, braungelb).

Der monokline Pyroxen ist in geringer Menge vorhanden. Er ist schwach grün oder farblos. An Querschnitten ist ausser der deutlichen prismatischen Spaltbarkeit keine andere Absonderung entwickelt. Stellenweise bildet er sich in faserigen Amphibol um.

**3. Der Amphibolit von der Čamlija** ist von deutlicher, schieferiger Structur, indem am Gestein circa 1 Mm. breite weisse Streifen von Feldspath und ebenso breite schwarze von Amphibol abwechseln. Unter dem Mikroskope sieht man, dass das Gestein nur aus Amphibol und Feldspath besteht.

Der Amphibol erscheint in frischen, unregelmässigen Krystalloiden mit gut entwickelter prismatischer Spaltbarkeit. Er ist von gelblichbrauner Farbe, deutlichem Pleochroismus in blassgelber, gelblichgrüner und braungrüner Farbe.

Der Feldspath bildet für sich Züge, welche sich zwischen den Amphibol einzwängen. Seine Körner sind klein, unregelmässig und entweder von glasartigem Aussehen oder durch Zersetzung getrübt. Meist ist er in einfachen Individuen entwickelt, seltener sind deutliche Plagioklase, und auch diese sind nur aus wenigen Lamellen zusammengesetzt.

**4. Der Amphibolit von der Majevisa** ist von mittelgrossem Korn und besteht aus Amphibol, Feldspath und Magnetit. Die Amphibole bilden, wie wir es auch schon bei anderen Amphiboliten beschrieben haben, eine Art Netz, in welchem die einzelnen Maschen von Feldspath ausgefüllt werden. Im Dünnschliff ist selten ein Amphibol zu finden, der vereinzelt steht und auf allen Seiten von Feldspath umgeben ist.

Der Feldspath ist gewöhnlich feinkörnig. Nur einzelne säulenförmige Krystalle sind etwas grösser. Die Feldspathe sind meist als Plagioklase ausgebildet, selten einfache Individuen. Die Mitte der Feldspathe ist gewöhnlich von Zersetzung getrübt. Als Einschluss findet man in ihnen einzelne kleine Amphibole.

Der Amphibol ist von unregelmässiger Blätterform mit gut entwickelter Spaltbarkeit und von grünlichgelber Farbe. Der Pleochroismus ist stark und macht sich

in hellgelber, bläulichgrüner und braungrüner Farbe merklich. Manchmal bemerkt man in ihm eine Zwillinglamelle eingelagert nach dem bekannten Zwillingsgesetze. Als Einschluss erscheinen im Amphibol sehr oft kleine Plagioklaskryställchen. Manche grösseren Krystalle sind von solchen feinen Plagioklasen vollgestopft.

Magnetit ist nicht selten und erscheint in unregelmässigen Körnern.

Ein anderer Amphibolit von der Majejica ist grobkörniger. Der Plagioklas ist stärker zersetzt, und das Product besteht aus Kaolin und Chlorit. Im Amphibol und Feldspath sieht man öfters nadelförmige Krystalle von Apatit eingeschlossen.

### e) Phyllit.

**Granatphyllit von der Čamlija.** Vom Granatphyllit von der Čamlija besitze ich zwei Handstücke. Das eine ist ein grünlichgraues Gestein, aus welchem glänzender Muscovit hervorragt, welcher am Gestein dünne, feine Häutchen bildet. Ausserdem sieht man am Gestein noch einzelne rothe Flecken von Hämatit. Der Granat ist makroskopisch nicht erkennbar. Unter dem Mikroskope erkennt man als Bestandtheile des Gesteines Quarz, Muscovit, Chlorit, Granat, Rutil, Hämatit und organische Substanz.

Der Quarz ist in ziemlich feinen Körnern entwickelt. Er ist meist von einer grossen Menge feiner Einschlüsse getrübt, welche in Reihen angeordnet sind. Aber auch bei der stärksten Vergrösserung kann man die Natur dieser Einschlüsse nicht bestimmen.

Der Chlorit steht seiner Menge nach gleich hinter dem Quarz, und auch er ordnet sich in Reihen an. Er ist von grüner Farbe und bekanntem Pleochroismus; basale Blättchen bleiben zwischen gekreuzten Nicols dunkel.

Der Muscovit ist nicht häufig und liegt zwischen Quarz und Chlorit eingestreut. Die Blättchen von Muscovit sind farblos und durch ihre Spaltbarkeit, lebhafte Farben zwischen gekreuzten Nicols und parallele Auslöschung leicht als Muscovit zu erkennen.

Der Granat ist sehr reichlich vorhanden und erscheint in der Form feiner, abgerundeter Körner, welche im Verhältniss zur Grösse der übrigen Gemengtheile doch so gross sind, dass sie Augen bilden, an welche sich die übrigen Bestandtheile als Hülle anschmiegen. Er ist von fleischröthlicher Farbe, sehr zersprungen, und wandelt sich an den Rändern in Chlorit um.

Rutil erscheint entweder in grösseren Körnern, welche im Dünnschliff unregelmässig zerstreut sind, oder in den bekannten, äusserst feinen und dünnen Nadelchen, welche immer in Gesellschaft mit dem Chlorit auftreten.

Hämatit ist in feinen, schön blutrothen Blättchen vorhanden, und gewöhnlich sammeln sich an einer Stelle mehrere solche Blättchen an. Die organische Substanz ist in der Form sehr feinen schwarzen Staubes vorhanden, welcher in bedeutender Menge gewöhnlich in den Chloritreihen eingestreut ist.

Im zweiten Handstück von der Čamlija ist Quarz in solcher Menge entwickelt, dass das Gestein am Querbruch einem grauen Quarzit ähnlich ist. An der äusseren Spaltfläche des Gesteines sind Chlorit und Muscovit angehäuft und verleihen dem Gesteine eine grünlichgraue Farbe und Perlmutterglanz. Daneben sieht man hier noch rothe Flecke von Hämatit und feine Granatkörner. Unter dem Mikroskope sieht man im Dünnschliff Quarz, Chlorit, Muscovit, Granat, Rutil, Zirkon, Turmalin und organische Substanz.

Weil das Präparat aus einer tieferen Partie des Gesteines stammt, so zeigt es uns ein ganz verschiedenes Bild gegenüber dem des vorigen Gesteines. Quarz macht

beinahe den grössten Theil des Gesteines aus. Chlorit ist ziemlich selten, noch seltener Muscovit, und keiner von beiden bildet Züge, sondern sie sind vereinzelt zwischen dem Quarz zerstreut. Auch organische Substanz ist im Gestein sehr wenig vorhanden. Der Rutil erscheint gewöhnlich in grösseren Körnern und Säulen, und nur manchmal sieht man neben dem Chlorit feine Nadelchen. Mehrere feine farblose Körnchen von starker Licht- und Doppelbrechung werden nach allem Anschein dem Zirkon angehören. Hämatit ist auch sehr selten. Neben Quarz ist im Gestein am reichlichsten Granat entwickelt. Er ist sehr feinkörnig, von unregelmässiger Form, blasser Farbe und von Quarz wie durchlöchert. Von Turmalin fand ich im Präparat eine kleine Säule mit basaler Spaltbarkeit. Sein Pleochroismus macht sich in blassgelber und braungelber Farbe bemerklich.

### f) Krystallinische Kalke.

Bei der Beschreibung der Umgebung von Zvornik erwähnt Tietze, dass die Festung Zvornik auf einem Berge ruht, welcher aus mächtigen Quarzitbänken nebst grünlichen, röthlichen und violetten, beinahe phyllitischen Schiefern aufgebaut ist, und dass sich die Quarzite gegen Jošanica hin erstrecken (S. 126). Dieses Gestein, welches Tietze als Quarzit bezeichnet, zieht sich in bedeutender Menge von Zvornik über den Divić bis nach Jošanica und ist nach seinem äusseren Aussehen wirklich den Quarziten sehr ähnlich, doch ist es kein Quarzit, sondern ein krystallinischer Kalkschiefer. Schon zu Anfang dieses Capitels wurde erwähnt, dass dieses Gestein an mehreren Orten in der Umgebung von Zvornik erscheint.

Dieser Kalkschiefer besitzt eine deutliche krystallinische Structur, obwohl er ziemlich feinkörnig ist. Er hat weisse Farbe und lässt sich in ziemlich dünne Platten spalten. Im Dünnschliff sieht man, dass das Gestein nur aus Calcit, welcher schmale Linsen und Schichten mit abwechselnd gröberem oder feinerem Korn bildet, besteht. An den grösseren Calcitkörnern erkennt man deutlich die rhomboëdrische Spaltbarkeit und die Zwillingslamellen. Die gröberen und feineren Körner sind immer in der Richtung der Schieferung gestreckt.

Bei Salkići fand ich einen grobkörnigen, krystallinischen Kalkstein von grauweisser Farbe. Unter dem Mikroskope sieht man, dass er aus grossen Calcitkörnern mit schön ausgeprägter rhomboëdrischer Spaltbarkeit und Zwillingslamellen zusammengesetzt ist. Die Körner sind durch verschiedene Einschlüsse stark verunreinigt, und diese ordnen sich immer in parallele Reihen an. Ein Theil derselben ist so fein, dass man sie erst dann bemerkt, wenn das Calcitkorn bei gekreuzten Nicols dunkel wird. In dieser Lage erkennt man sehr feine Schüppchen eines ziemlich stark doppelbrechenden Minerals, welches in bedeutender Menge im Calcit eingesprengt ist. Unter den etwas grösseren Einschlüssen kann man zwei Minerale unterscheiden. Eines ist Titanit. Seine rauen Körnchen sind ziemlich fein, und da sie an beiden Enden in Spitzen auslaufen, so erhalten sie das bekannte Aussehen des Titanit. Im ganzen Präparat sieht man deutlich, dass diese Körner in regelmässige Reihen angeordnet und mit ihren zugespitzten Enden in gleicher Richtung orientirt sind. Das zweite Mineral ist von etwas gröberer und unregelmässiger Form. Die Spaltbarkeit ist durch einige Längslinien angedeutet, während die säulenförmigen Theile manchen Querriss aufweisen. Die Ränder sind stellenweise unregelmässig ausgebrochen, und hier kann man deutlich sehen, dass dieses Mineral eine blätterige Structur besitzt. Es ist farblos. Unter gekreuzten Nicols zeigt es sehr lebhaftere Farben und einen Auslöschungswinkel von  $38^{\circ}$ . Nach diesen Eigenschaften halte ich es für Malakolith. Nach dem Auflösen dieses Kalksteines in Salzsäure erhielt



ich als unlöslichen Rückstand ein feines weisses Pulver, in welchem ich durch qualitative Analyse geringe Mengen von  $Al_2O_3$  und  $Fe_2O_3$  nebst sehr viel  $CaO$  und  $MgO$  constatiren konnte. Ein Theil des  $CaO$  fällt ohne Zweifel dem Titanit zu, während der andere Theil und das  $MgO$  dafür spricht, dass das erwähnte farblose Mineral wirklich Malakolith sein könnte.

## 7. Mahnača.

Westlich von Žepče erhebt sich zwischen der Usora und Bosna ein Gebirgszug, in welchem die höchsten Erhebungen Palašnica, Mahnača, Smolin und Veliki Vis heissen. Einen gemeinsamen Namen hat dieser Gebirgszug nicht. Unter Mahnača versteht man den südlichen, unter Smolin den nördlichen Theil, während man die östlichen Abhänge gegen Žepče hin Oskoruša nennt. Da jene Partie, welche den grössten Theil dieses Gebirgszuges ausmacht, Mahnača genannt wird, wird es am zweckmässigsten sein, diese Benennung für den ganzen Zug zu behalten. Ueber die Verbreitung der Serpentinzone in der Mahnača ist uns wenig bekannt, und auch mir selbst misslang wegen ungünstiger Wetterverhältnisse mein Plan, das Gebirge wenigstens einmal quer zu übersteigen.

Prof. Pilar fand am Wege von Travnik über die Vučja planina nach Blatnica und Žepče in der Vučja planina rothe Jaspise, und beim Dorfe Blatnica, das am westlichen Abhänge der Mahnača liegt, erwähnt er ein „Eruptivgestein“, welches sehr zersetzt und stellenweise zur Hälfte serpentinisirt ist. Hier bei Blatnica überraschte ihn das unverhoffte Auftreten von paläozoischen Thonschiefern mit Quarziten im Bereiche der Eruptivzone der Kreideformation, und zwar am linken Ufer des Baches Žeželja potok, dann in der Nähe seiner Mündung in die Blatnica und bei den Häusern Čuskići. Er erklärt dieses Auftreten durch eine „Transgression der jüngsten Kreidesedimente über jene Partien von festem Land, an welchen zur Zeit der ganzen mesozoischen Periode keine bedeutenderen Meeresablagerungen stattgefunden haben“. Auf der Spitze der Mahnača sah er Sandsteine „mit Elementen von Eruptivgesteinen“ und meint, dass dies Tuffe sein könnten. Vor Praputnica fand er Serpentine, aus welchen das ganze Hügelgelände der Pribislava planina aufgebaut ist. (Pilar, Geol. opažanja u. s. w., S. 45—47; Mojsisovics, Geologie von Bosnien und der Hercegovina, S. 88, Anm.)

Der Mahnača näherte sich Tietze von entgegengesetzter Seite, als er nämlich von Maglaj entlang der Lješnica gegen Žepče ging. Unter dem Geschiebe der Lješnica selbst fand er einen Troktolith, ganz ähnlich demjenigen, den Bittner bei Višegrad fand. Unter den tertiären Bildungen des Hügels Lupoglav vor Žepče fand er Flyschsandsteine, Serpentine und Diabase. Ebenso fand er in dieser Gegend die Stelle, wo Miemit im Serpentin eingelagert ist, und ist der Meinung, dass dies dieselbe Stelle sei, welche Ržehak anführt (Verhandlungen 1879, S. 99), und wo derselbe von Serpentin umhüllte Kalksteine beobachtete (S. 133—136). Die Angabe dieses Fundortes Ržehaks erinnert mich sehr an jenen metamorphosirten Serpentin von der Lješnica bei Maglaj, von welchem weiter unten die Rede sein wird. Deshalb ist es sehr wahrscheinlich, dass Ržehak in der Eile, in welcher er mit dem Heere reisen musste, einen in Magnesit umgewandelten Serpentin mit Kalk verwechselte.

Damit ist Alles angeführt, was über die Mahnača bekannt war, und auch meine Untersuchungen waren nicht viel ergiebiger.

Auf meiner Reise von Maglaj nach Žepče beobachtete ich an jener Stelle, wo die Strasse von Maglaj die Bahnstrecke überschreitet, Serpentin. Diesen Fundort erwähne ich hier deshalb, weil ich dafür keine bessere Gelegenheit finde, obwohl dieser Serpentin

jenen Zug bildet, der zwischen Tešanj und Novi Šeher entwickelt ist. Gegen Norden erstreckt sich dieser Serpentin bis etwas über Maglaj hinauf, gegen Süden reicht er bis an die Einmündung der Lješnica in die Bosna. An jener Stelle, wo die Maglajer Strasse in der Richtung gegen die Lješnica die Bahnstrecke erreicht, befindet sich ein sehr interessanter Steinbruch im Serpentin. Einige Schichten dieses Serpentin sind von weisslicher Farbe, während der übrige Serpentin im Hangenden und Liegenden schwarz ist, so dass jenes weisse Gestein noch mehr hervorgehoben wird. Die mikroskopische Untersuchung zeigte, wie man weiter unten sehen wird, dass dieses weisse Gestein seine Entstehung dem Serpentin zu verdanken hat. Hier hat sich nämlich der Serpentin mit allen seinen Bestandtheilen infolge chemischer Metamorphose in Carbonate, und zwar hauptsächlich in Magnesit umgebildet. Von hier bis zur Mündung der Lješnica erstrecken sich, wie erwähnt, Serpentine. Die Strasse entlang der Lješnica gegen Žepče hin geht durch tertiäre Ablagerungen. Im Schotter, welcher zur Beschotterung der Strasse aufgehäuft ist, sieht man etwas Serpentin und sehr viel schwarzen Amphibolit, wie man solchen auch in der Mahnača findet. Dort, wo sich die Strasse in das Žepčethal hinabzuziehen anfängt, bemerkt man unterhalb von Klupe vor einer kleinen Brücke Diabasfelsen, die aus jüngerem Gestein herausragen, und welche hier zur Erweiterung und Beschotterung der Strasse gebrochen wurden. Von Žepče begab ich mich in jenen Theil der Mahnača, welcher Oskoruša genannt wird. Hier fangen gleich am Fusse des Gebirges Serpentine an. Etwas unterhalb von Tarbušnica befinden sich Gruben im Serpentin, wo einige Zeit Chromit gegraben wurde. Von hier aus begegnet man am Gebirgsrücken ober der Papratnica nur Serpentin. Hier erreichte mich ein schreckliches Ungewitter, so dass ich genöthigt war, in das Thal der Papratnica hinabzusteigen, ich gelangte dabei an jene Stelle, wo die Bäche Mali und Ravni potok zusammentreffen. Der Abhang selbst besteht in seiner unteren Partie aus paläozoischen Thonschiefern. Im Bache Papratnica liegen grosse Stücke von verschiedenen Amphiboliten und von Serpentin. Am Ende des Baches Ravni potok fand ich Geschiebe von Serpentin und Eklogitamphibolit. Von hier begab ich mich gegen das Dorf Papratnica, doch fand ich hier wegen des strömenden Regens keine Gelegenheit, Gesteine zu beobachten. Erst weiter unten gegen das Thal der Bosna traf ich Melaphyre.

### a) Diabase und Melaphyre.

1. **Der Diabas unterhalb von Klupe gegen Žepče** ist ein feinkörniges, schwarzes Gestein, welches seinem Aeusseren nach ziemlich frisch erscheint. Unter dem Mikroskope erkennt man als seine Bestandtheile Plagioklas, ein wenig Augit, Amphibol und Titaneisen. Seine Structur ist deutlich ophitisch. Der Plagioklas bildet dünne Säulchen, welche noch ziemlich frisch sind. Der Raum zwischen den unregelmässig zerstreut liegenden Plagioklasen ist von faserigem Amphibol erfüllt. Derselbe ist von gelblich-brauner Farbe und gibt deutlich zu erkennen, dass er aus Augit durch Metamorphose entstanden ist. Den Augit findet man nur noch in einigen Körnern vorhanden, und auch diese sind von faserigem Amphibol, seinem Umwandlungsproducte, umgeben. Titaneisen ist im Gestein zwar reichlich vorhanden, doch ist es öfters ganz in das bekannte weisse Umwandlungsproduct verändert.

John beschreibt (S. 280) aus derselben Gegend (Lupoglav) einen Diabas, in welchem ausser Plagioklas und Augit noch eine bedeutende Menge von Biotit und Chlorit enthalten ist, und meint, dass dieser Chlorit aus dem Biotit entstanden sei. Eisenerz, und zwar Magnetit, ist im Gestein selten. Das ganze Gestein ist von Quarzäderehen durchflochten.

**2. Der Melaphyr unterhalb Papratnica** ist ein graulichschwarzes Gestein mit einer grossen Menge von 1—2 Mm. grossen Mandeln von weissem Calcit.

Unter dem Mikroskope kann man Plagioklas, Glas, Eisenerz und Calcit als Bestandtheile des Gesteines unterscheiden. Der Plagioklas ist in Form äusserst feiner nadelförmiger Kryställchen ausgebildet; er ist stark zersetzt und meist reich an Calcit. Calcit erscheint auch ausserdem noch in bedeutender Menge zerstreut im Gestein und füllt, wie wir schon erwähnten, die zahlreichen Hohlräume aus. Die Glasbasis ist in bedeutender Menge entwickelt, besitzt eine blassgelbe Farbe und ist voll doppeltbrechender Körnchen. Wie in vielen anderen Melaphyren mit reichlicher Glasbasis ist auch hier kein Augit vorhanden. Das Eisenerz ist im Gestein sehr reichlich vorhanden und dürfte allem Anscheine nach Ilmenit sein. Es erscheint in der Form von Säulchen, welche parallel oder kreuzweise übereinander lagern.

### b) Serpentin.

Die Lherzolithe aus dem Bache Ravni potok sind von grünlichschwarzer Farbe und dichter Zusammensetzung, wobei nur manche grössere Bronzite aus dem Gesteine hervorragen. In den einen sind die Gemengtheile gleichmässig vertheilt, während in anderen die Pyroxene abgesondert sind und dann 2—3 Mm. breite weisse Streifen bilden, so dass das Gestein ein deutlich gestreiftes Aussehen bekommt.

Unter dem Mikroskope sieht man, dass diese Gesteine feinkörnig sind und aus Olivin, Bronzit, Diopsid und Picotit bestehen. Der Diopsid besitzt meist nur eine schwache Spaltbarkeit, und hie und da sieht man von dieser Spaltbarkeit schief, immer in demselben Sinne gerichtete, dichte, feine Linien verlaufen, welche dem Diopsid ein zerfasertes Aussehen verleihen. Der Olivin ist gewöhnlich ganz frisch. Der Picotit erscheint zumeist in grossen unregelmässigen, röthlichbraun durchscheinenden Blättern.

Hier sei es mir erlaubt, den früher erwähnten metamorphosirten Lherzolith vor Lješnica bei Maglaj zu beschreiben. Die Lherzolithschichten stehen hier beinahe auf dem Kopfe und besitzen an beiden Seiten das gewöhnliche Aussehen und die Zusammensetzung des Lherzolith, während die mittlere Partie von weisslichem, metamorphosirtem Gestein erfüllt ist. An dem letzteren kann man schon mit blossem Auge feststellen, dass es seine Entstehung dem Lherzolith verdankt. Man sieht nämlich deutlich in demselben grössere, schon ganz gebleichte Bronzitkörner. Unter dem Mikroskope kann man ganz deutlich sehen, dass hier das ganze Gestein mit sämmtlichen Gemengtheilen in Magnesit umgewandelt ist. Der Olivin ist zuerst verschwunden. Auch in solchen Stücken, wo die Umwandlung noch nicht ganz beendet ist, ist vom Olivin keine Spur mehr vorhanden, doch ist hier das Netz, welches für den in Serpentin umgewandelten Olivin so charakteristisch ist, durch den ganzen Dünnschliff noch gut erhalten. Sämmtliche Felder dieses Netzes sind hier mit weisslichem, sehr feinkörnigem, beinahe erdigem Carbonate ausgefüllt. Von den Pyroxenen sind die grossen Bronzitkrystalle noch am besten erhalten, doch auch an ihnen sieht man wie in die Sprünge, welche infolge der Spaltung entstanden sind, das rhomboedrische Carbonat eingedrungen ist, um sich von da immer weiter auszubreiten, bis es endlich den ganzen Krystall ausfüllt. Das Carbonat ist hier immer grobkörniger als im Olivin. Eine bedeutende Menge von feineren Carbonatanhäufungen nimmt allem Anscheine nach jenen Raum ein, welchen vorher die feineren Körner des rhombischen und monoklinen Pyroxen einnahmen.

Von den primären Gemengtheilen sind nur die Picotitkörner von Zersetzung verschont geblieben. Als secundäres Product findet man stellenweise kleine Aggregate von feinen Quarzkörnchen. Um wenigstens annähernd die Natur dieser Carbonate zu bestimmen, wurde eine partielle Analyse ausgeführt. Von 1·527 Gr. des Gesteinspulvers waren in Salzsäure unlöslich 0·6095 Gr., also beinahe genau 40%. In die Lösung übergang:

Mg O	0·3695 Gr.
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> .	0·1030 „
Ca O .	0·0105 „

Wenn man diese Bestandtheile als Carbonate berechnet, so bekommt man eine etwas grössere Summe löslicher Bestandtheile, als sie wirklich sein sollte. Daraus muss man den Schluss ziehen, dass in die Lösung auch etwas von einer Substanz, die nicht an die Kohlensäure gebunden war, übergegangen ist. Doch bemerkt man bei alledem, dass das Magnesiumcarbonat dominirend ist, weshalb man sagen kann, dass sich dieser Lherzololith in Magnesit umwandelt.

### e) Amphibolite.

**1. Der Amphibolit aus der Papratnica**, den ich als Geschiebe fand, ist ein schwarzes Gestein mit deutlich schieferiger Structur, welche ihm ein beinahe blätteriges Aussehen verleiht. Sein Hauptbestandtheil ist Amphibol, welcher in unregelmässigen Krystalloiden, die in der Richtung der Hauptachse gestreckt sind, erscheint. Er ist von bläulichgrüner Farbe und starkem Pleochroismus, und zwar in blaugrüner (c), hellgrüner (b) und gelblichgrüner Farbe (a).

Feldspath ist in geringer Menge vorhanden und gänzlich durch Zersetzung getrübt, doch kann man bei alledem die Plagioklasnatur desselben feststellen.

Titanit ist in bedeutender Menge durch das ganze Gestein zerstreut und erscheint in runden oder an beiden Enden zugespitzten Körnern. Die rauhe Oberfläche und dunklen Contouren machen dieselben leicht als Titanit erkennbar. In der Mitte vieler Titanite findet man ein oder mehrere Körnchen oder Säulchen von gelbem Rutil als Einschluss.

**2. Der Eklogitamphibolit aus dem Bache Ravni potok** tritt unter dem Geschiebe dieses Baches in bedeutenden Mengen auf. Es sind dies Gesteine von schwärzlichgrauer Farbe, in welchen eine grosse Anzahl rother Granate eingesprengt ist. Die schieferige Structur ist in denselben in Folge der weissen Feldspathstreifen, von welchen er durchwoben ist, gut ausgeprägt.

Als Gemengtheile dieses Gesteines liessen sich unter dem Mikroskope Amphibol, monokliner Pyroxen, Granat, Feldspath, Titanit und Rutil erkennen. Der vorwiegende Bestandtheil dieses Gesteines ist Amphibol, welcher bald in grösseren, bald in kleineren unregelmässigen Krystalloiden von compacter Zusammensetzung erscheint. Sein Pleochroismus ist stark, und zwar: blaugrün (b) und gelblichgrün (a).

Monokliner Pyroxen ist spärlich und in unregelmässigen Körnern vorhanden. Seine gewöhnliche Farbe ist lichtgrün, seltener erscheint er in farblosen Körnern, deshalb erinnert er manchmal an Salit, im anderen Falle an Omphacit. An zersetzten Stellen des Gesteines wandelt er sich in einen grünlichen, faserigen Amphibol um.

Granat ist in grosser Menge vorhanden. Die grossen unregelmässigen, röthlichen Körner desselben sind zersprungen, und man sieht, wie er sich an den Sprüngen in Aggregate grünlicher Chloritblättchen umbildet.

Der Feldspath ist in geringer Menge ausgebildet und erscheint in Form kleinerer feinkörniger Aggregate zwischen dem Amphibol. In frischen Stücken des Gesteines hat der Feldspath ein glasiges Aussehen, und man kann hier den grössten Theil der Individuen als Plagioklas bestimmen. Diese Plagioklas sind meist nach dem Albit-gesetze verzwillingt, doch kommen manchmal auch noch Periklinzwillinge dazu. In einem Durchschnitte, in welchem beide genannten Gesetze nebeneinander entwickelt waren und die entsprechenden Lamellen sich unter dem Winkel von  $90^\circ$  schnitten, betrug die symmetrische Auslöschung der Albitlamellen  $26^\circ$ , woraus man hier auf basische Plagioklas schliessen kann.

Der Titanit erscheint in sehr grosser Menge im ganzen Gestein zerstreut und auch als Einschluss in allen bisher genannten Mineralien. In manchem Gestein ist er sehr feinkörnig, in anderen wieder von etwas gröberem Korn. Diese Körner sind entweder unregelmässig abgerundet oder an beiden Enden zugespitzt und ausserdem noch leicht an der blassen Färbung und rauhen Oberfläche erkennbar. Als Einschluss findet man im Titanit sehr oft Körnchen oder Säulchen von Rutil oder ein schwarzes, opakes Mineral, wahrscheinlich Ilmenit.

Rutil erscheint als Einschluss im Titanit und Granat, aber auch als selbstständiger Gemengtheil des Gesteines.

Ausserdem sieht man im Dünnschliffe noch einige Körnchen eines farblosen Minerals, welche in Folge starker Lichtbrechung dunkel contourirt sind. Diese Körnchen zeigen bei gekreuzten Nicols sehr lebhaft Farben, weshalb es sehr wahrscheinlich ist, dass es Zirkonkörnchen sind.

## 8. Das Flussgebiet der Bäche Gostović und Krivaja.

Die Serpentinzone der Mahnača, als Fortsetzung der Serpentinzone der Borja planina, reicht bis an die Bosna und zieht von Žepče weiter in grosser Ausdehnung gegen Südost bis gegen die Strasse, welche Olovo und Kladanj verbindet. Darauf verschwindet sie, um dann wieder weit im Südosten bei Višegrad unter Kalksteinen zu erscheinen. Im ersten Theile, von welchem hier die Rede sein wird, liegt die Serpentinzone mit wenigen Ausnahmen im Flussgebiete der Bäche Gostović und Krivaja. Diese interessante Gegend war uns nur aus dem unteren Laufe der Krivaja, aus der Umgebung von Duboštica und von der Strasse zwischen Olovo und Kladanj bekannt. Die erste und letzte Gegend hat Tietze durchforscht, während die Umgebung von Duboštica von B. Walter beschrieben wurde.

Bei Žepče fand Tietze hauptsächlich Serpentin und Gabbro, von welchen die nächste Umgebung der Stadt aufgebaut ist (S. 138). Bei dieser Gelegenheit erwähnt Tietze, dass John einen Serpentin von Žepče, welcher aus serpentinisirtem Olivin und Diallag zusammengesetzt war, beschrieben hat, er folgert daraus, dass jener Serpentin ohne Zweifel aus Gabbro entstanden sei, und erwähnt, dass „die Serpentine bei Žepče wirklich in Gabbro übergehen, in welchen der Diallag noch ganz gut erhalten ist“. Von demselben Serpentin sagt John in seinem ersten Berichte (Verhandlungen 1879, S. 240), dass er aus Gabbro entstanden sei, wobei der Feldspath, ohne eine Spur zurückzulassen, verschwunden ist, und wo der Olivin sich in Serpentin umgebildet hat, während man nach einem fein gestreiften Mineral schliessen muss, dass hier auch Diallag vorhanden war. Indessen beschrieb John später in der „Geologie von Bosnien und Hercegovina“, wo er auch seine früheren Untersuchungen veröffentlichte, statt dieses Serpentin ein ganz ähnliches Gestein (S. 281) von demselben Fundorte.

Dieses Gestein scheint etwas frischer gewesen zu sein und wird von John als „Olivindiallagfels“ bezeichnet. Seine Gemengtheile sind Olivin und Diallag. Der Diallag besitzt eine „grobe Streifung“ und ist schwach pleochroitisch in hellrother und hellgrüner Farbe. Feldspath konnte John im Gestein nicht nachweisen. Weil dieses Gestein in Gesellschaft von Serpentina auftritt, so meint John, dass diese letzteren ihre Entstehung demselben zu verdanken haben. Solcher schwach pleochroitischer monokliner Pyroxen, wie ihn hier John beschreibt, erscheint öfters in den bosnischen Lherzoliten, jedoch nie allein mit Olivin, sondern immer gesellt sich diesen beiden Mineralien noch Bronzit zu, deshalb muss ich glauben, dass John hier wahrscheinlich den Bronzit übersehen hat.

Bei der Erwähnung der Sauerlinge, welche am rechten Ufer der Bosna östlich von Žepče entspringen, sagt Tietze, dass sich diese Quellen am Fusse von Hügeln befinden, die aus Gesteinen der Serpentinzone, welche östlich und südöstlich von Žepče vorbeizieht, bestehen. Von Gostović gegen Krivaja hin fand er Sandsteine, und in denselben sah er stellenweise Grünsteine. Im Thale der Krivaja, und zwar einige Stunden von ihrer Mündung entfernt, erscheinen wieder Grünsteine und Serpentine. So kann man beim Dorfe „Pod stogom“ Grünsteine sehen, während man gegenüber am rechten Ufer der Krivaja beim Dorfe Hrga dunkle Serpentine trifft. Beiläufig dreiviertel Stunden abwärts der Krivaja unterhalb des Dorfes „Pod stogom“ folgt nach dem Sandsteine ein schieferiger Grünstein. Auf der entgegengesetzten Seite dieses Gebietes, nämlich von Olovo gegen Kladanj erscheinen ziemlich nahe hinter Olovo Serpentine, welche stellenweise mit Kalken abwechseln. Dieselben erscheinen weiter beim Han Paklavik, beim Han Karaula und bei Kladanj selbst. Hinter der Karaula planina gegen Kladanj treten auch noch Diorite auf. Nach diesen Daten führt Tietze (S. 164) noch eine „eigenthümliche“ Nachricht an, welche ihm jüngst von Herbich mitgetheilt wurde: „Herbich glaubt an einer oder an einigen Stellen jenseits des Randes der Zone der Triaskalke, also vermuthlich schon im Flyschgebiete, amphibolitische Schiefer gesehen zu haben, welche ihm wegen ihres krystallinischen Aussehens auffielen. Nähere Angaben hierüber wurden mir nicht zutheil, doch fühlte ich mich unwillkürlich an die merkwürdigen Hornblende-Zoisitschiefer von Zvornik durch jene Mittheilung erinnert und glaubte die letztere trotz ihrer Unbestimmtheit bei dem grossen Interesse, dass sich an derartige Bildungen knüpft, hier reproduciren zu sollen. Es wäre gewiss von Wichtigkeit, wenn gegen das Liegende der Flyschformation zu das Auftreten solcher Schiefer sich mehrfach beobachten liesse. Das schliesse die Idee von Zufälligkeiten aus.“

Die Amphibolite, welche Tietze erwähnt, fand Herbich nach meiner Ansicht in der Umgebung von Duboštica, also nördlich von Vareš. Zu diesen Schluss komme ich dadurch, dass Herbich, wie wir weiter unten hören werden, die Umgebung von Duboštica bergmännisch untersuchte und von dort Amphibolite mitbrachte, welche Primics bestimmte. Auf diesen Gedanken führt mich noch eine Bemerkung von Tietze (S. 163). Bei der Erwähnung der Serpentine zwischen Olovo und Kladanj, sagt er, es scheine, dass die, sei es continuirliche, sei es stellenweise unterbrochene Fortsetzung derselben in der Richtung nach Žepče oder Nemila zu, auch direct nördlich von Vareš beobachtet werden kann. Nach meiner Ansicht hat Tietze diese Kunde über Serpentine nördlich von Vareš von Herbich erhalten.

Von den krystallinischen Gesteinen dieser Gegend beschrieb John (S. 279) einen grobkörnigen Diorit von Kladanj. Dieses Gestein ist ein grobkörniges Gemenge von Feldspath und Amphibol, in welchem der Feldspath meist als Plagioklas ausgebildet

ist. Amphibol erscheint in unregelmässigen Aggregaten von brauner Farbe, wobei er oft in ein chloritisches Mineral und Epidot umgebildet ist. Ausserdem findet sich im Gestein noch Ilmenit vor, welcher häufig in Leukoxen umgewandelt ist. Es ist mir zwar die Umgebung von Kladanj nicht bekannt, doch glaube ich, dass dieses Gestein ein grobkörniger Amphibolit ist, wie er beinahe überall in den bosnischen Serpentin eingelagert vorkommt. Ein anderes Gestein aus dieser Gegend, welches John beschrieben hat (S. 281), ist ein „Olivindiallagfels“ oberhalb (nördlich) von Žepče. Dieses Gestein ist aus Olivin und Diallag zusammengesetzt. Der Diallag besitzt im Dünnschliffe eine hellrothe Farbe und eine grobe Spaltbarkeit. Er ist schwach pleochroitisch in hellrother und lichtgrüner Farbe. Feldspath konnte im Gestein nicht aufgefunden werden. Weil dieses Gestein im Zusammenhange mit Serpentin vorkommt, so meint John, dass diese durch Zersetzung aus demselben auch entstanden sind. Eine Combination von Olivin mit Diallag konnte ich nirgends in der bosnischen Serpentinzone constatiren, deshalb glaube ich, dass auch dieses Gestein ein Lherzolite war. Der Diallag, wie ihn John beschreibt, ist ganz ähnlich manchem schwach pleochroitischen Diopsid einiger Lherzolite, und der Bronzit wurde von John wahrscheinlich übersehen.

Bei der bergmännischen Untersuchung von Duboštica sammelte Herbich mehrere Arten krystallinischer Gesteine der Serpentinzone, und die Beschreibung dieser Gesteine unternahm Primics (Zur petrographischen Kenntniss von Bosnien. Földtani Közlöny 1881, 6—8 S. 195—198). Primics führt an, dass alle diese Gesteine aus dem Thale der Krivaja bei Duboštica herkommen. Duboštica ist hier fälschlich in das Thal der Krivaja versetzt; jene typischen Gesteine, welche Primics beschreibt, stammen in Wirklichkeit aus dem oberen Theile des Thales der Duboštica, und dieser ist etwa zwei Stunden von der Krivaja entfernt.

An erster Stelle beschreibt Primics einen Aktinolithschiefer, welcher aus bläulich-grünem, nadelförmigem Amphibol und feinkörnigem Feldspath zusammengesetzt ist. Ein zweites Gestein, ein granatführender Amphibolitschiefer, besteht aus rostbraunem und gelblichgrauem Amphibol, aus Quarz und Granat, und im Granat fand er eingeschlossen Nephelin (?) und Amphibol. Der Olivingabbro aus Duboštica erscheint in grobkörnigen und feinkörnigen Abarten, und seine Bestandtheile sind Feldspath (Plagioklas und Orthoklas), Olivin, Diallag und Magnetit. Unter den Gesteinen, welche von Primics untersucht wurden, befanden sich, wie man sieht, auch Lherzolite. Ein solches Gestein beschrieb er als „Olivin-Eustatit-Gestein“, ein anderes als „Olivin-Enstatit-Diallag-Gestein“.

Eine ausführlichere Beschreibung der geologischen Verhältnisse der Umgebung von Duboštica liefert uns B. Walter in seinem Werke „Erzlagerstätten Bosniens“ (S. 213). Die paläozoischen Schiefer sind bei Vareš von Triasbildungen (Werfener Schiefer und Triaskalke) überlagert, auf welchen Flyschsandsteine lagern. Auf den Sandstein folgt Gabbro, dann Serpentin, welcher sich gegen Norden über Duboštica in der Weite von 14 Km. ausbreitet. Von der Brücke über die Tribija bis zum Kikin-Han (in der Karte Kopaliste) wechsellagern oft Sandsteine und Serpentine.

„Verfolgt man vom Kikin-Han“, schreibt Walter, „die Fahrstrasse weiter nach Norden und nach Duboštica abwärts, so bewegt man sich in massigen Serpentin, welche längs der Fahrstrasse anstehen. Sie haben überwiegend dunkelgrüne, weniger lichtgrüne Farben, sind nach verschiedenen Richtungen von Klüften durchzogen und stehen deshalb in unregelmässig zerklüfteten, scharfkantigen Felsen an. Bei 2 Km. und 1.5 Km. oberhalb der Bergwerkscolonie Duboštica sind indess echt schieferige

Serpentine zu beobachten. Am ersten Punkte nimmt man einen thonschieferähnlichen, kurzschieferigen Serpentin schiefer wahr, in welchem bankiger Serpentin eingeschaltet ist. Er liegt ganz flach. Bei 1·5 Km. oberhalb Duboštica ist der anstehende Serpentin schiefer gefaltet und gewulstet. Er besteht aus rein schieferigen, lichtgrünen Partien, in welchem dunkle, einen Schuh mächtige Serpentinbänke liegen.“

Weiter abwärts nach Duboštica und im ganzen erzführenden Serpentinegebiete überwiegt nun ein Serpentin, in welchem sich folgende Beobachtungen machen lassen:

Der Serpentin ist überall gebankt; er macht den Eindruck eines metamorphosirten Schichtgesteines. Auf den Querabsonderungsflächen sieht man parallel zur Bankung rauhe, erhabene Streifen. Sie repräsentieren die schwerer verwitterbaren Lagen des Gesteines, sind bronzitisch, und an ihnen sind häufig Bronzitaugen auskrystallisirt, welche auf den eben erwähnten erhabenen Streifen sehr häufig als Warzen sichtbar sind.

Die Oberfläche des Gesteines ist daher sehr rau, gestreift und mit erbsengrossen Warzen von Bronzitaugen bedeckt. Die leichter verwitterbaren Theile des Serpentin sind durch die Verwitterung tiefer ausgespart.

Als häufige Einsprengungen im Serpentin sieht man Olivin mit weingelber Farbe und Granate linsen- bis erbsengross in rundlichen Körnern und Dodekaedern mit ins Kolophoniumfarbene spielender Granatfarbe. Dieselben Mineralien finden sich auch im Gabbro eingesprengt.

Zu diesen Beobachtungen will ich gleich hier die Bemerkung machen, dass jene schieferigen Gesteine, welche längs der Fahrstrasse vor Duboštica anstehen, hauptsächlich aus Aktinolithschiefern und z. Th. auch aus Aktinolithserpentin bestehen, und dass Granat nirgends, weder im Serpentin noch im Gabbro vorkommt, sondern einzig in Eklogiten und Amphiboliten zu finden ist.

Ich besuchte in diesem Gebiete einen Theil des Baches Gostović, das Thal der Duboštica und Tribija und jene Partie der Krivaja, die sich zwischen der Duboštica und Tribija erstreckt. Meine Beobachtungen, welchen ich noch jene ausschliesse, die man von der Bahn machen kann, wenn man von Žepče nach Nemila fährt, sind in ihren Hauptpunkten folgende.

Hat man die Serpentine bei Maglaj vor der Lješnica durchschritten, so findet man wieder im Thale der Bosna Serpentine bei Žepče, von wo aus sie sich längs beider Seiten der Bosna bis zur Hälfte des Weges nach Begov-Han erstrecken. Nach den Serpentin erscheinen hier Kalke, dann Sandsteine, welche entlang der Bosna noch hinter Begov-Han sichtbar sind, wo dann an ihrer Stelle Diabase erscheinen. Etwas weiter aufwärts der Bosna befindet sich ein Steinbruch im Andesit, und etwas weiter erscheinen wieder am rechten Ufer Serpentine, nach welchen dann gegen Nemila hin Kalke auftreten.

Am Wege von Žepče gegen den Bach Gostović findet man in der Umgebung von Žepče Diabase und Serpentine. Wenn man sich von Lovnica über den Bergrücken nach Gostović begibt, findet man Kalke, dann Sandsteine, und in den Seitenschluchten, die gegen den Bach Gostović abfallen, liegen grosse Stücke von fleckigem Troktolith und Diabas. Bei Borovnica am linken Ufer des Gostović ragen Diabasfelsen hervor. Weiter aufwärts des Gostović erstrecken sich Sandsteine und Schiefer und endlich Kalke, welche den grossen Raum bis zum Bache Otežna ausfüllen. Im unteren Laufe der Otežna begegnet man denselben Kalken, und unter dem Geschiebe des Baches bemerkt man hauptsächlich Kalke und etwas spärlicher Serpentine, Amphibolite und Diabase. Das Geschiebe des Serpentin weist auch hier jene parallelen Vertiefungen



und erhabenen Streifen auf, wie wenn sie aus dicken Blättern zusammengesetzt wären, wie wir das schon vorher beschrieben haben. Vom Otežna kehrte ich zum Gostović zurück und besuchte von hier den Bach Borovnički potok. Hier im Borovnički potok bemerkt man Plattenkalke und vor Ravni borik (Ravno Borje) Sandsteine und schieferigen Thon. Darauf erscheinen Serpentine und bald darnach Amphibolite, welche sich in dem linken Zufluss (zwischen Ravni borik und Borova glava) des Borovnički potok und aufwärts in dem Borovnički potok selbst eine grosse Strecke weit hinziehen und dann wieder vom Serpentin verdrängt werden. Wegen ungünstigen Wetters konnte ich nicht weiter vordringen und begab mich deshalb entlang des Borovnički potok zurück, überstieg den rechten Abhang und kam in die Borovnica, wo ich nur Sandsteine sah. Bei der Brücke über den Gostović potok befinden sich am linken Ufer Diabasfelsen, und im Bache fand ich Geschiebe von Serpentin, Amphibolit und Olivingabbro.

Die Umgebung von Duboštica, welche zu den interessantesten Theilen der bosnischen Serpentinzone gerechnet werden muss, besuchte ich von Vareš aus. Nachdem man bei Vareš die paläozoischen Schiefer verlassen hat, zieht die Fahrstrasse durch Werfener Schiefer, erreicht den Melaphyr, oberhalb welchem wieder Werfener Schiefer zum Vorschein kommen. Diese letzteren werden dann von Kalken und Schiefen überdeckt. Ueber den Sattel, welcher die Wasserscheide zwischen der Stavnja und Duboštica bildet, ziehen von Bobin-Han bis Kopaliste Schiefer und Sandsteine, in welchen man öfters Serpentin Körner wahrnehmen kann. Auf dieser Strecke, und zwar zwischen Bobin-Han und dem Dorfe Pogari ragen wiederholt an mehreren Stellen Melaphyre hervor. Von Kopaliste bis Duboštica durchschneidet die Strasse krystallinische Gesteine der Serpentinzone. Weil die Strasse längs eines bewaldeten Bergabhanges hinzieht, werden jährlich am Abhange durch verschiedene nöthige Reparaturen neue Aufschlüsse eröffnet, welche neue Einsicht in die geologische Zusammensetzung des Gebirges ermöglichen, während wieder andererseits andere Verhältnisse vorher offene Stellen verdecken. Ich reiste auf dieser Strasse in den Jahren 1893 und 1897 und fand das letzte Mal Aufschlüsse, die früher durch Vegetation versteckt waren. In Duboštica bekam ich von der Bergverwaltung einen aussergewöhnlich grobkörnigen Amphibolit, welcher am oberen Theile der genannten Strasse gefunden war. Dieses Gestein bildet, wie mir gesagt wurde, im Serpentin eine beiläufig 20 Cm. dicke Lage. Man hatte ihn vor 2—3 Jahren gefunden, und jetzt konnte mir Niemand seinen Fundort genau angeben. Zur Zeit meines Dortseins ging ein Bergmann die Stelle, wo dieses Gestein ansteht, aufsuchen, und auch ich selbst beging zum selben Zwecke nochmals die Strasse, doch konnten wir nichts finden.

Unterhalb von Kopaliste (Kikin-Han) erscheint zuerst Gabbro, welcher anfangs sehr verwittert ist. Auf den Gabbro folgt Serpentin, und darauf erscheinen concordant im Serpentin eingelagerte Amphibolitschiefer (Aktinolithschiefer), die eine ziemliche Wegstrecke weit hinziehen. Diese Schiefer sind meist hell weisslichgrün, öfters grobkörnig und manchmal auch schwarz gefleckt. An sie schliesst sich wieder Serpentin an. Ungefähr 2 Km. oberhalb Duboštica erscheinen neuerdings weisslichgrüne, faserige und blätterige Amphibolitschiefer (Aktinolithschiefer), welche an der Grenze gegen den Serpentin in Aktinolithserpentin übergehen. Weiter unten erscheint wieder Serpentin, unter welchem zum dritten Male helle, grau-grüne Amphibolgesteine auftreten. Hiernach zieht sich der Serpentin beinahe bis zum Thale der Duboštica hin. Hier findet man bei den ersten Häusern an der Strasse Felsen von Eklogitamphibolit, welcher zur Erweiterung und Beschotterung der Strasse gebrochen wurde. Darauf folgt wieder Serpentin, welcher sich von hier in die Entfernung von vielen Kilometern ausbreitet

und wegen der bedeutenden Menge Chromit, welche in ihm vorkommt, Wichtigkeit erlangte. Von der Bergwerkscolonie Duboštica erscheint aufwärts des Baches Duboštica (am linken Ufer) Serpentin entwickelt. In der ersten Seitenschlucht auf der linken Seite befindet sich im Serpentin die Chromitgrube „Novi Rakovac“. Aus dieser Grube bekam ich von der Berghauptmannschaft in Sarajevo ein Stück eines Aktinolithschiefers, welchen man im Serpentin eingelagert gefunden hatte. Diese Lage ist nur 4 Cm. stark und an beiden Grenzflächen von einer schmalen Rinde überzogen, welche den Uebergang zum Serpentin bildet. In der Grube selbst konnte mir Niemand die Stelle zeigen, wo diese Lage gefunden war. Von da kehrte ich zurück in den Bach Duboštica und ging entlang der Ravna rieka, welche in ihrem unteren Laufe, von der Brücke im Dorfe Duboštica an, Duboštica genannt wird. Auf dieser ganzen Strecke sieht man nur Serpentin, bald darauf erscheint ein Eklogitpyroxenit und nach diesem wieder Serpentin. Eine halbe Wegstunde darnach erscheint Amphibolit und dann Serpentin. Weiter aufwärts ging ich nicht. Im Bache findet sich meist grosses Geschiebe von Troktolith, seltener von Olivingabbro, Amphibolit und Serpentin, woraus man den Schluss ziehen muss, dass die oberen Partien der Ravna rieka, die bis zur Wasserscheide zwischen dem Gostović und der Duboštica reichen, hauptsächlich aus Troktolith bestehen müssen, so dass hier Verhältnisse herrschen, die jenen ähnlich sind, welchen man in einzelnen Gegenden bei Višegrad begegnet.

Unterhalb der Bergwerkscolonie Duboštica überstieg ich den Gebirgszug, welcher sich zwischen dem Thale der Duboštica und der Tribija erstreckt, und gelangte bei Podzarudje in das Thal der Tribija. Auf diesem ganzen Wege, welcher sich über den Gipfel Na pilu zieht, erscheint nur Serpentin (Lherzolith). Am Fusse des Gebirges bei Podzarudje, knapp an der Tribija, ist ein ganz derber, graulichgrüner Serpentin entwickelt, welcher in grossem Masse an Jaspis erinnert. Stellenweise ist er schön streifig gefleckt. Von hier aus über den unteren Han Podzarudjem und über den Han Pobilje, wo die Strasse von der Tribija abgeht, erstreckt sich Serpentin, welcher auch hinab bis an die Tribija reicht. Geht man von hier aufwärts entlang der Tribija gegen Dolnja Vijaka, so sieht man an den Serpentin hellgefärbte Amphibolite anstossen, welche stellenweise fein geschichtet und streifig gefleckt sind. Nach den Amphiboliten erscheinen wieder Serpentine. Am Wege von hier bis nach Gornja Vijaka bemerkt man gar kein Gestein. Unterhalb Gornja Vijaka stossen zwei Bäche zusammen; der linke hat den Namen Ravanka, der rechte heisst Majdanka, und ihre Fortsetzung bis zur Einmündung in die Tribija wird Vijačica genannt. Vor Gornja Vijaka erscheinen in der Vijačica Amphibolite, die sich dann entlang der Ravanka ausbreiten, in der Ravanka findet man als Geschiebe nur Serpentin und verschiedenartige Amphibolite. Auch im Bache Majdanka findet man als Geschiebe nur Serpentine und Amphibolite.

Von Gornja Vijaka begab ich mich, den Bach Majdanka überschreitend, hinauf nach Dragovac und stieg dann nach Prisjeka hinab, um von hier in das Thal der Krivaja zu gelangen. Auf diesem Wege fand ich in der Majdanka anstehende Amphibolite, welche mich dann bis hinauf auf den Dragovac und hinab gegen Prisjeka begleiteten. Dieser Amphibolit ist bald gleichmässig schwarz, bald voll Granaten und bald wieder weiss gestreift. Am halben Wege von Dragovac nach Prisjeka erscheint ein lichter Amphibolit. Etwas oberhalb von Prisjeka tritt ein Serpentin zu Tage, welcher theilweise schön in Bänken abgesondert ist. Hier befindet sich auch eine verfallene Chromitgrube. Als ich von hier den Abhang, an dessen Fusse der Bach Dragovac vorbeifliesst, hinabstieg, gelangte ich zur Brücke Kamenska čuprija, welche den Fluss

Krivaja an jener Stelle überbrückt, wo der Bach Dragovac in die Krivaja mündet. Hier sowie auch am weiteren Wege längs des linken Ufers der Krivaja bis zur Mündung der Tribija und dann bis zur Mündung der Duboštica trifft man nur Serpentin. Die Hügel am rechten Ufer der Krivaja bestehen ebenfalls aus Serpentin, soweit man das von der entgegengesetzten Seite wahrnehmen kann.

Bei der Brücke Careva Čuprija lenkte ich in das Thal der Duboštica ein und erklimmte auf einem Steige, welcher in das Dorf Rieka führt, den linken Abhang. Am Steilhange unterhalb des Dorfes Rieka liegen im Bereiche des Serpentin grosse Bruchstücke eines schwarzen schieferigen Gesteines, welches ganz das Aussehen eines gewöhnlichen Thonschiefers besitzt. Die mikroskopische Untersuchung zeigte, wie wir weiter unten sehen werden, dass dies ein Amphibolit ist. Oben beim Dorfe ist dieses Gestein anstehend, und man sieht, wie es den Serpentin überdacht. Vom Dorfe Rieka bis zur Bergwerkscolonie Duboštica begegnet man am linken wie am rechten Ufer der Duboštica überall nur Serpentin. In diesem Serpentin befinden sich mehrere Gruben auf Chromit, die wichtigsten unter diesen sind „Medža“ und „Sabanluke“. Die Grube „Medža“ liegt etwa eine halbe Stunde unterhalb der Bergwerkscolonie am linken Ufer der Duboštica, und „Sabanluke“ beiläufig zehn Minuten unterhalb der ersteren am selben Ufer. Diese Bergwerke sind deshalb interessant, weil man hier sieht, dass die mineralischen Bestandtheile des Lherzoliths an jenen Stellen, an welchen Chromit ausgeschieden ist, andere sind. In der Nähe der Chromitlager verschwindet aus dem Lherzolith immer der Olivin, und die Schichten, welche den Chromit umhüllen, sind entweder aus einem Gemenge von rhombischem und monoklinem Pyroxen zusammengesetzt, oder sie bestehen, was am gewöhnlichsten vorkommt, nur aus monoklinem oder nur aus rhombischem Pyroxen, und weil die Chromitlager unregelmässig verlaufen, so ist auch diese dicke Pyroxenrinde unregelmässig. Dort, wo dieses Pyroxengestein feinkörnig ist, ist es voll von feinem Chromit, während im grobkörnigen Gestein nicht einmal in der unmittelbarsten Nähe des Chromitlagers eingesprengter Chromit vorhanden ist. Der Chromit selbst schliesst auch in seinen reinsten Partien, wie man erst unter dem Mikroskope constatiren kann, immer etwas Pyroxen ein. Minderwerthige Chromite sind so stark von Pyroxen erfüllt, dass sie dadurch ein grüngestreiftes oder fleckiges Aussehen bekommen. Dieser Pyroxen im Chromit ist immer ein monokliner Pyroxen (Diopsid) und bald mehr, bald minder zersetzt.

### a) Melaphyre und Diabase.

1. Der **Melaphyr von Vareš** steht zwar nicht im Zusammenhange mit den krystallinen Gesteinen der Serpentinzone, da er jedoch in deren unmittelbaren Nähe vorkommt, glaube ich ihn hier beschreiben zu dürfen. Das anstehende Gestein ist sehr zersetzt. Es ist von grünlichgrauer Farbe und voll mandelförmiger, 1—2 Mm. grosser Hohlräume. An der Oberfläche des Gesteines sind diese Mandeln hohl, während sie tiefer im Gestein hauptsächlich von Calcit ausgefüllt sind. Unter dem Mikroskope kann man von den primären Bestandtheilen nur eine grosse Menge feiner nadelförmiger Feldspathe unterscheiden, und stellenweise ist eine gelblichbraune Glasbasis zu erkennen. An den Feldspathen sind selten Zwillinglamellen zu erkennen; sie sind etwas durch Zersetzung getrübt und an manchen Stellen bemerkt man in ihnen Glaseinschlüsse. Die Hohlräume des Gesteines sind gewöhnlich durch Calcit ausgefüllt. Manchmal ist der Calcit ganz umrandet von winzigen Quarzkörnchen. Sehr feine Hohlräume enthalten nur Quarzkörner. Manche ausgefüllte Mandeln haben ganz geradlinige Contouren und ihre Form

erinnert an die Form von Plagioklas, Augit und Olivin, so dass es sehr möglich wäre, dass die angeführten Minerale hier porphyrisch ausgeschieden waren und durch Zersetzung verschwunden sind.

**2. Der Diabas von Žepče.** Oestlich von Žepče, gleich im ersten Graben, welcher gegen die Bosna hin abfällt, findet man Geschiebe eines ziemlich grobkörnigen Diabas. In demselben sind die Plagioklase in Form grosser säulenförmiger Krystalle ausgeschieden. Der Raum zwischen den Plagioklasen ist von einem chloritischen Mineral nebst faserigem Amphibol ausgefüllt. Ilmenit ist reichlich vorhanden.

**3. Der Diabas aus dem Bache Gostović** bei der Brücke von Borovnica ist ein dunkelgraues Gestein von ziemlich feinem Korn. Unter dem Mikroskope sieht man, wie der Plagioklas und Augit die bekannte ophitische Structur bilden. Der Plagioklas ist säulenförmig ausgebildet. Der Augit ist von blass fleischrother Farbe und wandelt sich in faserigen Amphibol um und dieser wieder in ein chloritisches Mineral. Ilmenit erscheint in kammförmigen Gestalten und wandelt sich in das bekannte weisse Zersetzungsproduct um. Einzelne Plagioklase sind ungewöhnlich lang und bilden dadurch einen Uebergang zu den porphyrischen Diabasen.

Die übrigen Diabase, welche ich im Gostović potok fand, sind dem beschriebenen ganz ähnlich, nur ist bei den meisten die Zersetzung weiter vorgeschritten.

## b) Gabbro.

**1. Der Olivingabbro aus dem Bache Gostović.** In jenem Theile des Gostović, welchen ich durchging, findet man Olivingabbro und Troktolith nur als Geschiebe, wahrscheinlich stammen diese Gesteine aus jenen Partien, welche die Wasserscheide zwischen den Bächen Gostović und Duboštica bilden.

Der Olivingabbro aus dem Gostović hat ein schön grobkörniges Aussehen, und schon mit blossem Auge kann man in demselben deutlich Plagioklas, Olivin und Pyroxen unterscheiden.

Plagioklas bildet den Hauptbestandtheil dieses Gesteines und erscheint in abgerundeten frischen Körnern mit Zwillinglamellen nach dem Albit- und Periklingesetz. An den Durchschnitten mit symmetrischer Auslöschung ( $25^{\circ}:26^{\circ}$ ) erkennt man, dass dieser Plagioklas dem Anorthit nahesteht. Als Einschlüsse findet man im Plagioklas abgerundete Körner von Olivin und Pyroxen.

Der monokline Pyroxen ist manchem Diopsid aus den Lherzolithen sehr ähnlich, nur ist seine gelblichgrüne Farbe etwas mehr intensiv. An Querschnitten ist die prismatische Spaltbarkeit deutlich ausgeprägt, während die pinakoidale Spaltbarkeit nur durch eine oder zwei Linien angedeutet ist. Durchschnittlich erscheint er in Körnerform. Die kleineren Körner sind immer abgerundet, während sich die grösseren unregelmässigen Körner in kürzere Fortsätze ausdehnen und zwischen die übrigen Bestandtheile eindringen. Seine Farbe ist schwach gelblichgrün. Pleochroismus zeigte er gar keinen. Eingeschlossen kommt in ihm nur Plagioklas vor, und auch dieser nur sehr selten.

Neben dem monoklinen Pyroxen erscheinen noch sehr selten einige gestreckte Körnchen eines Minerals, welches allem Anschein nach Hypersten ist. Dieses Mineral ist von fleischrother Farbe und hat denselben Pleochroismus wie Hypersten, weil es jedoch keine deutliche Spaltbarkeit besitzt, so kann man nicht mit Gewissheit sagen, dass es Hypersten ist.

Olivin erscheint in kleinen, etwas gestreckten Körnern. Er ist frisch, nur zersprungen und an den Sprüngen von schwarzem Magnetitpulver erfüllt. Als Einschluss erscheint im Olivin nur Pyroxen.

**2. Der Gabbro unterhalb Kopaliste an der Strasse nach Duboštica.** Das erste krystallinische Gestein, dem man am Wege von Kopaliste nach Duboštica begegnet, ist ein grobkörniger Gabbro, an welchem sich schon dem blossen Auge eine stark vorgeschrittene Zersetzung kundgibt. Unter dem Mikroskope erkennt man dieselbe Structur, welche der grösste Theil ähnlicher Gesteine der bosnischen Serpentinzone besitzt, aber von den primären Mineralien findet man hier nur noch Plagioklas, während den ganzen übrigen Raum secundärer Amphibol eingenommen hat. Die Individuen des Plagioklas und Amphibol sind ziemlich gross und ihre Contouren unregelmässig gekrümmt; beide bilden Fortsätze, mit welchen sie ineinander greifen. Der Plagioklas ist durch Zersetzung stark getrübt, aber man sieht an ihm noch ganz deutlich die Zwillinglamellen nach dem Albit- und daneben auch öfters nach dem Periklingesetze. Ausserdem trifft man in ihm sehr oft ovale oder gestreckte Einschlüsse von Amphibol.

Der Amphibol ist von bläulichgrüner Farbe, und seine Individuen besitzen immer eine faserige Structur und sind an den Enden zerfasert. Obwohl jedes Individuum bei gekreuzten Nicols auf einmal auslicht, so kann man in denselben doch immer eine bedeutende Menge unregelmässig zerstreuter Blättchen sehen, welche anders orientirt sind. Sehr oft findet man im Amphibol eine körnige Trübung, welche ohne Zweifel durch Zersetzung entstanden ist. Ein der Farbe nach ähnlicher Amphibol, aber in feineren Blättchen, dringt in die Sprünge des Plagioklas ein. Nach der Grösse, Form und Farbe dieses Amphibols ist es wahrscheinlich, dass derselbe aus monoklinem Pyroxen entstanden ist. Ob und wie viel hier auch Olivin dazu beigetragen hat, darüber lässt sich nichts Bestimmtes sagen.

Im Zusammenhange mit diesem Gabbro muss ich hier noch einen anderen erwähnen, den ich im Bache Ravni potok gefunden habe, und in welchem die Zersetzung auch schon den Plagioklas ergriffen hat. Man kann in diesem Gesteine nur an wenigen Stellen noch den Plagioklas erkennen, und auch dieser ist schon voll nadelförmigen Amphibols. Sonst sieht man im ganzen Dünnschliff nichts als nadelförmigen oder blätterigen Amphibol von gelblichgrüner Farbe. Die Nadelchen und Blättchen liegen ganz unregelmässig zerstreut.

Der Gabbro, welcher etwas unterhalb des oben beschriebenen auftritt, ist auch schon ziemlich zersetzt, nur hat in ihm die Zersetzung den Plagioklas ergriffen, während der Diallag noch ziemlich gut erhalten ist. Der Plagioklas ist durchaus getrübt, während der Diallag nur an den Rändern und Sprüngen etwas in lichtgrünen Amphibol umgewandelt ist. Grosse Diallagkörner zeigen eine vollkommene schalige Absonderung und metallischen Schimmer. Spaltblättchen löschen parallel aus und zeigen im convergenten Lichte den Austritt einer optischen Achse. Im Präparat sieht man an Längsschnitten eine feine Spaltbarkeit und schiefe Auslöschung, und an Querschnitten sieht man neben der prismatischen Spaltbarkeit auch noch ein System deutlich ausgeprägter Linien nach dem Orthopinakoid. Der Diallag ist gewöhnlich in eine grosse Anzahl gekrümmter Fortsätze ausgezogen, zwischen welche sich dann von aussen der Plagioklas mit ebenso gekrümmten Contouren einzwängt. Ausserdem sieht man im Diallag noch eine bedeutende Menge eingeschlossener Plagioklase, welche entweder ganz in ihm liegen oder nur zur Hälfte in ihn eindringen. Die Contactcontouren beider sind niemals gerade, sondern immer gekrümmt.

Zwischen den Plagioklasen findet man ziemlich selten Aggregate von farblosem Tremolith. Den Kern dieser Aggregate bilden gröbere Nadelchen und Blättchen, welche rings herum von einem Kranze ganz feiner Nadelchen umgeben sind. Wie wir schon von früher wissen, entstehen solche Tremolithaggregate im Gabbro durch Pseudomorphose aus Olivin, was auch hier ohne Zweifel der Fall sein wird. Eisenerze sind im Gestein nicht vorhanden. Einzelne Eisenhydroxydflecke geben uns zu erkennen, dass das Erz durch Zersetzung aus dem Gesteine verschwunden ist.

**3. Der Olivingabbro aus dem Bache Ravni potok bei Duboštica** ist ein sehr derbes Gestein von grauschwarzer Farbe und so feinkörnig, dass man mit blossem Auge die weissen feinen Plagioklaskörnchen kaum bemerken kann. Unter dem Mikroskope erkennt man als Gemengtheile dieses Gesteines Plagioklas, monoklinen Pyroxen, Olivin und Magnetit. Die drei ersten Minerale sind in Körnerform von ziemlich gleichen Dimensionen ausgeschieden, und man bemerkt kaum jene ungewöhnliche Streckung der einzelnen Minerale, wie sie im anderen Gabbro zu finden sind. Sämmtliche Minerale sind sehr frisch.

Der Plagioklas erscheint in der Form glasiger Körner, wie er in vielen krystallinischen Schieferen auftritt. Er ist nicht immer deutlich als Plagioklas erkennbar; oft sind die Zwillinglamellen so versteckt, dass sie kaum sichtbar sind. Es kommen sogar Karlsbader Zwillinge vor, bei welchen die eine Hälfte ohne jedwelche Zwillinge ist, während die andere Hälfte nach dem Albit- und Periklingesetze verzwillingt ist. An Spaltblättchen nach der Fläche *M* betrug der Auslöschungswinkel  $36^\circ$ , und im convergenten Lichte zeigten solche Blättchen den seitlichen Austritt einer optischen Achse. Im Dünnschliff war in einem Falle bei symmetrischer Auslöschung derselbe Winkel  $36^\circ:37^\circ$ , demnach ist dieser Plagioklas ohne Zweifel Anorthit. Die Feldspathe sind ziemlich für sich gesondert ausgeschieden.

Der monokline Pyroxen hat ein augitisches Aussehen. Er ist von ganz schwach blassgelblicher Farbe und ohne Pleochroismus. An Querschnitten, an welchen man im convergenten Lichte den seitlichen Austritt einer optischen Achse sieht, kommt nur die prismatische Spaltbarkeit in zwei aufeinander senkrechten Systemen von Linien zum Vorschein.

Der Olivin ist farblos, frisch, nur zersprungen und an den Sprüngen voll schwarzen Pulvers.

Magnetit ist ziemlich reichlich, gewöhnlich in Form grösserer unregelmässiger Körner, seltener in Oktaedern vorhanden.

Im Plagioklas kommen als Einschlüsse runde Olivin- und Pyroxenkörner und Körner von Magnetit vor.

Der Pyroxen schliesst kleine runde Plagioklaskörnchen und Magnetitkörner ein; Olivin kommt in ihm nicht vor.

Im Olivin erscheint einzig Magnetit eingeschlossen.

Ein anderer Olivingabbro aus dem Bache Ravni potok ist nach seinem äusseren Aussehen dem vorigen ganz ähnlich, doch lässt er sich leicht in Platten von  $\frac{1}{2}$ —1 Cm. Dicke spalten. Auch unter dem Mikroskope gibt er dasselbe Bild, nur hat der Pyroxen eine mehr gesättigte blassgelbe Farbe, und Magnetit ist in geringerer Menge vorhanden.

**4. Der Troktolith aus dem Bache Ravni potok.** Wie wir schon erwähnten, nimmt der Troktolith unter dem Geschiebe des Ravni potok die erste Stelle ein. Sein äusseres Aussehen ist ziemlich verschiedenartig, doch sind am meisten die grobkörnigen gefleckten Varietäten vertreten. Ein solcher Troktolith, den ich hier beschreiben will,

hat ein schön fleckiges Aussehen und ist grobkörnig. Die weissen Flecken, welche vom Plagioklas herrühren, sind 2—3 Mm. gross, und ebenso gross sind die schwarzen Flecken vom Olivin. Unter dem Mikroskope sieht man als alleinige Bestandtheile des Gesteines Plagioklas und Olivin.

Als Hauptbestandtheil erscheint Plagioklas in groben grossen Körnern mit schön nach dem Albitgesetze ausgebildeten Zwillingen, welchen sich manchmal auch noch Zwillinge nach dem Periklingesetze beigesellen. Die Albitzwillinge vereinigen sich manchmal zu Zwillingen nach dem Karlsbader Gesetze. Spaltblättchen nach der Fläche  $M$  zeigen einen Auslöschungswinkel von  $31^{\circ}$  und geben dadurch den Plagioklas als Bytownit zu erkennen. Die Plagioklase sind ganz von feinen Sprüngen durchsetzt, und alle diese Sprünge convergiren gegen den anstossenden Olivin, so dass es den Eindruck macht, als wäre ihre Richtung durch den Olivin bedingt.

Olivin ist im Gestein in geringerer Menge vorhanden, und seine Körner sind ziemlich gross. An den Rändern zersetzt er sich in ein grünliches Product, in welchem man nur manchmal farblose Tremolithblättchen sehen und erkennen kann. Ausser schwarzem Magnetpulver an den Sprüngen ist im Olivin kein anderes Eisenerz enthalten.

Ein anderer Troktoolith aus dem Bache Ravni potok, welcher seinem Aeusseren nach ganz dem vorigen ähnlich ist, soll deshalb erwähnt werden, weil in ihm der Plagioklas gänzlich in Anhäufungen von Epidot umgebildet ist. Manchmal erscheint dieser Epidot in grösseren unregelmässigen Körnern und gibt dann im polarisirten Lichte ein sehr schönes Bild eines lebhaft gefärbten Mosaiks. Gewöhnlich ist dieser Epidot so fein und dicht, dass man ihn kaum erkennen kann.

Noch einen anderen Troktoolith aus demselben Bache will ich hier kurz beschreiben, weil derselbe schön streifig gefleckt ist. Der Plagioklas bildet nämlich im Gestein weisse parallele Streifen, welche bis zu 2 Cm. breit sind, und in diesen Streifen sieht man nur wenig schwarzen Olivin eingestreut; der ganze übrige Raum zwischen den Streifen ist zum grössten Theile von Olivin ausgefüllt, und nur sehr spärlich ist hier der Plagioklas vertreten. Unter dem Mikroskope sieht man, dass sich der Olivin in Serpentin umbildet, und nur hie und da bemerkt man auch noch Tremolith, der seinen Ursprung ebenfalls dem Olivin zu verdanken hat.

Im Zusammenhange mit den Troktoolithen müssen wir hier noch eine Art von Serpentin erwähnen, welcher nicht aus Lherzololith, sondern wahrscheinlich aus Troktoolith entstanden ist. Von diesem Gestein fand ich einige Geschiebe im Bache Ravni potok bei Duboštica. Es hat das Aussehen von gewöhnlichem Serpentin, nur sieht man an demselben kleine weisse kaolinartige Flecke, welche unregelmässig gekrümmt sind. Unter dem Mikroskope sieht man, dass das Gestein überwiegend aus Serpentin besteht, an welchem man deutlich erkennen kann, dass er aus Olivin entstanden ist. Zwischen dem Serpentin erstrecken sich unregelmässig gewundene und in Spitzen ausgedehnte Räume hin, welche von einer weisslichen, trüben Substanz ausgefüllt sind und bei gekreuzten Nicols immer dunkel verbleiben. In einem Gesteine sind diese Flecken weisslichgrün, und unter dem Mikroskope erkennt man als Ursache dieser Farbe feine Chloritblättchen, welche in geringer Menge diesem Zersetzungsproducte beigemischt sind. In der Umgebung von Višegrad fand ich ähnliche Gesteine, welche frischer waren, und an welchen man sehen konnte, dass diese weissen Flecke durch Zersetzung aus den Plagioklasen entstanden sind. In solchen Gabbrogesteinen, in welchen der Plagioklas spärlich vorkommt, verliert dieser seine säulenförmige Gestalt und nimmt eine verzogene Körnerform an, wie man dies beim Olivin und Pyroxen findet. Es ist mehr als

wahrscheinlich, dass der angeführte fleckige Serpentin aus dem Bache Ravní potok aus Trokolith entstanden ist, in welchem sehr wenig Plagioklas vorhanden war.

### c) Serpentine.

Das Muttergestein der Serpentine ist auch hier Lherzolith. Die Gesteine sind oft schön geschichtet, indem die Pyroxene getrennt vom Olivin abgeschieden sind. Auch hier sind im Lherzolith verschiedene Amphibolite eingelagert, und an der Strasse von Duboštica kann man alle Uebergangsformen vom Lherzolith zu den Aktinolithschiefern beobachten.

1. **Der feldspathführende Lherzolith aus dem Bache Gostović**, den ich als Geschiebe fand, ist ein schwärzlichgraues Gestein mit grossen Bronzitkrystallen, welche bis 1 Cm. lang und  $\frac{3}{4}$  Cm. breit sind. Mit blossen Auge kann man ausserdem noch grünliche Körner und grünliche Anhäufungen von Diopsid unterscheiden.

Als mikroskopische Bestandtheile finden wir hier Olivin, Bronzit, Diopsid, Plagioklas und Picotit. Nach der Menge kommt Olivin hinter die Pyroxene zu stehen, während der rhombische und monokline Pyroxen in ziemlich gleichen Mengen vorhanden sind. Der Olivin ist frisch. Der Bronzit hat eine schwach blassgelbe Farbe und ist etwas pleochroistisch so wie jener im Lherzolith aus der Mlinska rieka. Grössere Krystalle führen als Einschluss Blättchen von monoklinem Pyroxen und einige Olivinkörner. Der Diopsid ist von schwach grünlicher Farbe und guter Spaltbarkeit. Spaltblättchen löschen meist schief aus, und nur einige zeigen parallele Auslöschung und geben dann im convergenten Lichte das Bild einer optischen Achse. Plagioklas ist im Gestein ziemlich spärlich vertreten. Er erscheint in kleinen Körnern und hat meist sehr schmale Zwillingslamellen, welche sich oft auskeilen und verlieren. Ein Spaltblättchen nach der Fläche *P* zeigte an seinen zwei Systemen der Zwillingslamellen eine Auslöschung von  $21^{\circ}:20^{\circ}$ , und ähnlicher symmetrischer Auslöschung konnte man auch im Präparate öfter begegnen, demnach ist dies ein Bytownit. Picotit ist wenig vorhanden und erscheint in grösseren braungelben Blättchen.

2. **Der Lherzolith von Prisjeka**, in welchem sich verlassene Chromitgruben befinden, ist stellenweise in dünnen und regelmässigen Bänken abgelagert. Seine Farbe ist graulichschwarz; aus ihm ragen grössere Körner von Bronzit und Diopsid hervor. Unter dem Mikroskope sieht man den rhombischen und monoklinen Pyroxen in grösseren Körnern; die feineren Pyroxenkörnchen häufen sich nur um die grösseren Körner an, während den ganzen übrigen Raum nur frischer Olivin ausfüllt. Der Bronzit hat nur eine schwache Spaltbarkeit, während der monokline Pyroxen gewöhnlich leistenförmig zerspalten ist, so dass er das Aussehen von Diallag bekommt, doch ist diese Spaltbarkeit nicht immer entwickelt, und es gibt Körner, an welchen bloss ein Theil zerspalten ist, während der übrige Theil nur schwach diese Spaltung erkennen lässt. Picotit erscheint in grossen Blättern.

3. **Das Bronzit-Diopsidgestein aus dem Lherzolith von Pobilje**. Im Chromitwerke von Pobilje unweit von Dolnja Vijaka befindet sich in der unmittelbaren Nähe des Chromitlagers ein grobkörniges Gestein, welches nur aus Bronzit und Diopsid zusammengesetzt ist. Die Grube ist jetzt ganz verschüttet, und ich fand dieses Gestein nicht selbst, sondern es wurde mir von der Berghauptmannschaft in Sarajevo überreicht. Ein ganz ähnliches grobkörniges Gemenge fand ich im Chromitwerke bei Sabanluke im Thale der Duboštica, aber jenes von Pobilje ist frischer und schöner und für die chemische Analyse geeigneter, deshalb will ich es hier beschreiben.



In dem grobkörnigen Gemenge kann man sehr deutlich den rhombischen und monoklinen Pyroxen erkennen. Chromit ist im Gestein nicht enthalten. Der rhombische Pyroxen ist vorwaltend und von größerem Korn. Seine Krystalloide erreichen die Länge von 1, 2 und 3 Cm. und die Breite von  $1\frac{1}{2}$  Cm. Er besitzt eine blassgelbe Farbe und ist wegen der gut entwickelten Spaltbarkeit wie gestreift. Seine Spaltblättchen löschen immer gerade aus. Der monokline Pyroxen hat eine grünliche Farbe, erscheint in kleineren Körnern und ist bedeutend seltener als der rhombische Pyroxen. Seine Spaltbarkeit ist minder gut ausgeprägt. Er spaltet sich nie nach dem Orthopinakoid, sondern immer nur in der Richtung des Prisma, weshalb seine Spaltblättchen auch immer schief auslöschen. Der Auslöschungswinkel beträgt  $31^{\circ}$ .

Im Dünnschliff sind beide Pyroxene farblos und von unregelmässigem und grobem Korn. Der monokline Pyroxen besitzt eine stärkere Licht- und Doppelbrechung als der rhombische, weshalb auch seine Oberfläche etwas rauher erscheint und unter den gekreuzten Nicols etwas lebhaftere Farben zeigt. Die Spaltbarkeit ist schwach. An Querschnitten, welche im convergenten Lichte den Austritt einer optischen Achse zeigen, ist nur die prismatische Spaltbarkeit sichtbar. In manchem monoklinen Pyroxen sieht man, wie ein oder zwei Züge von Einschlüssen den Krystall meist schief durchziehen. Diese Einschlüsse haben die Form unregelmässiger Kügelchen oder parallel angeordneter Nadelchen, und es werden wahrscheinlich Hohlräume sein. Der rhombische Pyroxen hat eine bessere Spaltbarkeit, so dass er öfters faserig erscheint, besonders in der Nähe von Sprüngen, von wo aus die Zersetzung gerade an dieser faserigen Spaltung ihren Anfang nimmt. Bei paralleler Auslöschung sieht man manchmal längs der Spaltbarkeit feine Fäserchen, seltener grössere Blättchen, welche hell bleiben. Durch die lebhaften Polarisationsfarben und die schiefe Auslöschung wenigstens in den grösseren Blättchen geben sich diese Einschlüsse als monokliner Pyroxen zu erkennen.

Wegen der grobkörnigen Zusammensetzung des Gesteines war es sehr leicht, ganz reines Material von demselben zu gewinnen und mittelst Lupe den monoklinen vom rhombischen Pyroxen zu trennen. Die Analyse des monoklinen Pyroxen gab folgendes Resultat, welches ich unter I. anführe, und welchem ich noch zur Vergleichung zwei Analysen von Chromdiopsid beigebe, und zwar die II. von Wallenfels (Hintze, Mineralogie XL) und die III. von Lherz (Hintze, CLVIII); unter IV. wiederhole ich endlich das schon früher angeführte Ergebniss der Analyse des Diopsid aus der Borja planina.

	I.	II.	III.	IV.
Si O <sub>2</sub>	50·62	50·44	53·63	50·84
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	3·98	5·10	4·67	0·42
Fe O .	7·20	9·70	8·52	7·17
CaO . .	19·39	14·63	20·37	21·48
Mg O . .	15·76	17·42	12·48	16·54
Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub> . .	Spuren	1·40	1·30	Spuren
Glühverlust	3·20	—	—	4·23
	100·15	98·69	100·37	100·68

Der rhombische Pyroxen, Bronzit, hat die chemische Zusammensetzung, welche in der Rubrik I angeführt ist, und welcher noch zwei ähnliche Analysen von Bronzit beigegeben sind, nämlich die von Starkenbach (II.) und jene von Kraubat (III.) (Hintze, Mineralogie V, XXVII).

	I.	II.	III.
Si O <sub>2</sub> . . . . .	56·00	56·70	56·41
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> . . . . .	0·72	0·60	—
Fe O . . . . .	8·98	7·72	6·56
Ca O . . . . .	0·59	—	—
Mg O . . . . .	32·44	33·61	31·50
Mn O . . . . .	—	—	3·30
Glühverlust . . . . .	1·77	1·04	2·38
	100·50	99·67	100·15

4. **Jaspisähnliche Umwandlungsproducte des Serpentin von Podzarudje.** Am Fusse des Abhanges am linken Ufer der Tribija bei Podzarudje, knapp an dem Brückchen, welches sich hier befindet, sieht man Schichten von Serpentin, welcher nach seinem Aeusseren etwas dem Jaspis ähnlich ist. Dieses Gestein ist ganz dicht, von grosser Härte und aus regelmässigen graulichgrünen und dunkelgrauen Streifen zusammengesetzt. Unter dem Mikroskope erkennt man nur noch an einzelnen Stellen ein durch dunklere Streifen angedeutetes Netz, welches uns die Stellen, welche einst von Olivin eingenommen wurden, anzeigt. Der Serpentin, welcher aus diesem Olivin entstanden ist, ist grösstentheils ganz von Opal imprägnirt. Ebenso sieht man im Gestein keinen Pyroxen mehr, aber man kann doch noch manchmal der Form nach jene Stellen unterscheiden, an welchen sich früher Pyroxen befand und wo sich jetzt das Zersetzungsproduct des Pyroxens auch von Opal imprägnirt befindet. Dabei sieht man, dass der Pyroxen in feinen Körnern ausgeschieden war. Die grosse Anzahl von Hohlräumen und Sprüngen, welche man im Präparate sieht, sind gewöhnlich von farblosem Opal, seltener von Calcedon ausgefüllt. In der unmittelbaren Nähe dieses Gesteines, wie auch einige Schritte weiter entlang der Tribija, wenn man den Bach, der sich hier in die Tribija ergiesst, überschritten hat, begegnet man dichten Serpentin, welche nach ihrem äusseren Aussehen dem beschriebenen Gestein ganz ähnlich sind, nur hat in ihnen die Imprägnation von Kieselsäure erst ihren Anfang genommen. Im Präparate ist das Serpentinnetz deutlich zu erkennen. Der ausgeschiedene Magnetit ist im Netze in Eisenhydroxyd umgebildet. Der feinkörnige Pyroxen, welcher im Gestein vorhanden war, ist jetzt in einen faserigen Serpentin umgewandelt. Opal erscheint sehr selten und dann nur in einzelnen Adern.

5. **Der Lherzolith aus dem Werke Sabanluke bei Duboštica.** Der Lherzolith aus der Chromitgrube Sabanluke ist ein dunkel graulichgrünes Gestein mit grösseren Bronzitkörnern. Sein Hauptbestandtheil ist Olivin. Pyroxen ist ziemlich spärlich enthalten. Man sieht hier einzelne grössere rhombische und monokline Pyroxene, und nur um diese häufen sich ringsherum feine Körnchen von meistens monoklinem Pyroxen an. Die grösseren Körner des monoklinen Pyroxen sind bald streifig gespalten, bald wieder ist die Spaltbarkeit nur schwach ausgeprägt; ohne Zweifel ist diese Verschiedenheit der Spaltbarkeit die Folge der Zersetzung. Picotit ist nur in vereinzelt Blättchen vorhanden.

Die mineralogische Zusammensetzung des Lherzolith ist in der unmittelbaren Nähe der Chromiterze insofern eine andere, als dass hier der Olivin fehlt und nur Pyroxene zur Ausbildung gelangten. Unter diesen Gesteinen sind am gewöhnlichsten solche, die aus einem Gemenge von rhombischem und monoklinem Pyroxen (Bronzit und Diopsid) zusammengesetzt sind. Ein solches Gestein ist ganz ähnlich jenem, welches ich weiter oben aus Pobilje beschrieben habe. Es ist grobkörnig, und unter

dem Mikroskope erkennt man als seine Bestandtheile einen blassgelblichen Bronzit und einen apfelgrünen Diopsid. Das mikroskopische Bild dieses Gesteines ist ganz dasselbe wie bei jenem von Pobilje. Auch hier fehlt ebenso wie im Gestein von Pobilje eingesprengter Chromit.

In einem anderen ähnlichen Bronzit-Diopsidgestein ist stellenweise eine grobkörnige und stellenweise eine feinkörnige Structur ausgebildet, und man kann auch im zweiten Falle noch mit blossem Auge den blassgelben Bronzit vom grünen Diopsid unterscheiden. Ausserdem durchziehen das Gestein schmale und unregelmässige schwarze Streifen von Chromiterz. Unter dem Mikroskope sind beide Pyroxene farblos und von schwacher Spaltbarkeit, aber man unterscheidet den einen vom anderen leicht durch ihre optischen Eigenschaften. Zwischen den Pyroxenen findet man Körner und kleine Oktaeder von Chromit nur an solchen Stellen, wo jene feinkörnig sind; wo die Pyroxene in groben Körnern auftreten, dort fehlt der Chromit ganz.

Die dritte Varietät dieses Gesteines ist nur aus dem feinkörnigen Gemenge von Bronzit und Diopsid zusammengesetzt. Auch in diesem sieht man öfters schmale Streifen von Chromiterz. Unter dem Mikroskope sieht man, dass zwischen den Pyroxenen eine bedeutende Menge von feinem Chromit ausgeschieden ist, wie man das auch schon deutlich mit blossem Auge am Präparate sehen kann.

Endlich begegnet man hier auch einem Bronzitfels, der beinahe einzig aus Bronzit besteht. Das ist ein gleichmässig feinkörniges Gestein, an welchem man mit blossem Auge nur den gelblichgrauen, blassen Bronzit erkennen kann. Unter dem Mikroskope sieht man, dass dem Gestein der Diopsid zwar nicht fehlt, doch kann man denselben erst bei genauerer Untersuchung vom Bronzit unterscheiden. Der Bronzit hat bald eine bessere, bald eine schwächere Spaltbarkeit, während der Diopsid nur schwach gespalten ist. Auch in diesem Gestein ist etwas Chromit enthalten, jedoch in bedeutend geringerer Menge.

**6. Der Lherzolith aus dem Bergwerke Medža bei Duboštica.** Die Lherzolithe, welche in dem Werke Medža vorkommen sind sehr oft geschichtet, indem sich in denselben die Pyroxene getrennt vom Olivin abgesondert haben, so dass sie für sich gesonderte Lagen bilden. Wo diese Schichtung nicht entwickelt ist, dort sieht man, dass das Gestein aus einem gleichartigen Gemenge von Olivin, Bronzit und Diopsid zusammengesetzt ist. Der Olivin ist mehr oder minder in Serpentin verwandelt, ebenso ist gewöhnlich auch der Bronzit in faserigen Bastit umgebildet, während der Diopsid am besten erhalten ist.

Die Pyroxenschichten sind im geschichteten Lherzolith von sehr verschiedener Mächtigkeit. Ein solcher zeigte in einem Stücke von gewöhnlichem Handstückformat vier dunkelgrüne Schichten, welche in paralleler Reihe den ganz schwarzen Serpentin durchstreichen. Eine von diesen Schichten hat die Breite von 4 Cm., während die anderen drei etwas schmaler als 2 cm. sind. Im Präparate, welches aus jener breiteren Schichte angefertigt wurde, sieht man farblosen rhombischen und monoklinen Pyroxen in groben Körnern, und nur sehr selten findet man auch einige Olivinkörner. Im rhombischen Pyroxen (Bronzit) sind öfters einige Blättchen von monoklinem Pyroxen eingeschlossen. Durch Zersetzung zerfällt der Bronzit in ebenso unregelmässige Körner wie Olivin, und die einzelnen Körner wandeln sich dann in faserigen Serpentin um. Der Diopsid ist auch hier wie in anderen Lherzolithen bald von schwacher Spaltbarkeit, bald wieder leistenförmig zerspalten. Picotit erscheint in grossen unregelmässigen, gelbbraun durchscheinenden Blättern.

Im Präparate von den schwarzen Partien des Gesteins sieht man nur Olivin, und nur in der Nähe der Grenze zwängen sich zwischen den Olivin einige Pyroxenkörnchen ein. Die Pyroxenlagen im Lherzolithe erreichen manchmal eine solche Breite, dass sie beim Zerbrechen des Gesteines leicht von den schwarzen Partien getrennt werden können. Unter dem Schutte, welcher aus der Grube herausgeführt ist, fand ich bis 10 Cm. dicke Stücke, welche uns eine solche grünliche Pyroxenschicht darstellen. Die obere und untere Fläche einer solchen Schichte ist schwarz von serpentinisirtem Olivin, welcher die Schichte begrenzt. Die Schichte selbst besteht aus rhombischem und monoklinem Pyroxen von größerem oder feinerem Korn.

Gewöhnlich verhält es sich dabei so, dass im geschichteten Serpentin die Pyroxenschichten gegenüber den Olivinschichten schmal sind, doch erscheint dieses Verhältniss auch umgekehrt, und dann besteht das Gestein aus Pyroxenen, welche von schmalen (bis 1 Cm. starken) Schichten von Olivin durchsetzt sind. In einem Dünnschliffe einer Pyroxenschichte aus einem solchen Gestein bemerkt man mit blossem Auge eine grosse Anzahl unregelmässiger grüner Blättchen, welche in einer Reihe angeordnet sind, die parallel der oberflächlichen Schichtung verläuft. Diese Blättchen gehören einem schön grünen Pleonast an, welcher manchmal ein Korn des rhombischen oder monoklinen Pyroxen einschliesst. Die Bronzite und Diopside sind hier gewöhnlich in feinen Körnern vorhanden; der Diopsid ist öfters äusserst schwach pleochroitisch in kaum merklicher röthlicher und grünlicher Farbe. Grosse Bronzite und Diopside sind ziemlich selten. Die grossen Bronzite sind einmal fein gestreift, ein anderes Mal grob gespalten. Die grösseren Diopside sind immer von schwacher Spaltbarkeit. In beiden Pyroxenen findet man als Einschluss einige Blättchen von Pleonast. Ebenso wie im Bergwerke Sabanluke findet man auch hier neben dem ausgeschiedenen Chromiterze nur Pyroxene. In einem Falle ist das reiner Diopsid, im anderen Falle reiner Bronzit, oder es ist ein Gemenge von Bronzit und Diopsid.

Das reine Diopsidgestein neben dem Chromiterz ist ganz demjenigen ähnlich, welches aus der Borja planina beschrieben wurde. Es ist das ein schön grünes, grobkörniges Gestein, in welchem man unter dem Mikroskope grobe farblose Diopsidkörner mit schwacher Spaltbarkeit erkennen kann. An manchen Stellen ist Diopsid ganz von unregelmässigen Sprüngen durchzogen und in der Nähe der Sprünge durch Zersetzung getrübt. Im Dünnschliffe des anliegenden Chromiterzes sieht man einen ebenso zersprungenen und getrühten Diopsid in sehr feinen Körnern, durch welche eine grosse Anzahl von schwarzen oder röthlichbraun durchscheinenden Chromitkörnern verbunden sind.

Das hier vorkommende Bronzitgestein ist deutlich körnig und besteht beinahe ganz nur aus unregelmässigen farblosen Bronziten von mittlerer Grösse. Die prismatische Spaltbarkeit ist an Längs- und Querschnitten schwach entwickelt. An den Stellen, wo die Metamorphose ihren Anfang genommen hat, ist der Bronzit zersprungen und beginnt sich an den Sprüngen zu zerfasern. Diopsid ist hier sehr selten, deswegen ist aber eine reichliche Menge von Chromit enthalten, welcher entweder in der Form unregelmässiger Körner oder in schönen Oktaedern auftritt.

Das Bronzit-Diopsidgestein hat hier eine feinkörnige Structur, aber man kann doch makroskopisch den blassgelben Bronzit vom grünen Diopsid unterscheiden. Dieses Gestein ist gewöhnlich von schmalen und unregelmässigen Streifen von Chromiterz durchzogen. Im Dünnschliff sieht man an beiden Pyroxenen eine schwach ausgeprägte Spaltung. Der Bronzit ist ganz farblos, während der Diopsid einen kaum merklichen Pleochroismus in schwach röthlicher und grünlicher Farbe zeigt. Chromit

erscheint im Gestein in grosser Menge entweder in unregelmässigen Körnern oder in Oktaedern.

**7. Der Lherzolith aus dem Bergwerke Novi Rakovac bei Duboštica.** Am Lherzolith von Novi Rakovac ist die Schichtung selten so gut entwickelt, wie wir sie bei den beschriebenen Gesteinen aus den früher angeführten Werken kennen gelernt haben, aber dennoch verschwindet sie nie ganz. Im pechglänzenden, gänzlich serpentinisirten Gestein, in welchem der Olivin und sämmtlicher grober und feiner Bronzit in Serpentin umgebildet ist, ist der Diopsid ganz frisch erhalten, und weil er unter den gekreuzten Nicolen durch seine lebhaften Farben scharf gekennzeichnet ist, so sieht man deutlich, wie er in regelmässige lange Reihen angeordnet ist, oder wie er einzelne grössere zersetzte Bronzite umringt. Am ganz frischen Gestein, wenn sich an demselben unter der Einwirkung der Atmosphärien eine eigene Rinde gebildet hat, kann man an derselben eine deutliche Schichtung sehen. Am frischen Bruche des Gesteines sieht man diese Schichtung nicht, aber unter dem Mikroskope kann man im Dünnschliffe dieselbe immer wahrnehmen. Man sieht nämlich, dass sich die Pyroxene immer für sich abgesondert ansammeln, und dass sie ziemlich schmale und kurze Züge bilden. Die Bronzite und Diopside sind meist feinkörnig, nur einzelne Bronzite erreichen grössere Dimensionen, und dann kann man in ihnen öfters einige Olivinkörnchen eingeschlossen finden.

Wenngleich selten, so gibt es dennoch auch hier besser geschichtete Gesteine. In einem solchen Stücke sieht man zwei hellgrüne Schichten, eine von 2, die andere von 1·3 Cm. Mächtigkeit. Im Dünnschliffe sieht man in der breiteren Schichte nur Pyroxene und selten ein Olivinkorn. Bronzit und Diopsid sind in gröberen und feineren Körnern vorhanden. Der Diopsid hat immer nur eine schwache Spaltbarkeit, während die gröberen Bronzite faserig gestreift sind. Ausser den Pyroxenen tritt hier auch noch eine bedeutende Menge von grünem Pleonast auf, welchen man entweder in grossen, bei 2 Mm. breiten Blättern oder in sehr kleinen Blättchen beobachten kann.

**8. Der Serpentin von der Fahrstrasse von Kopaliste nach Duboštica.** Der Serpentin, welcher ganz in der Nähe der Aktinolithschiefer beiläufig 2 Km. oberhalb von Duboštica vorkommt, ist ein ganz dichtes grünlichschwarzes Gestein, in welchem man keine grösseren Pyroxenkrystalle sehen kann. Unter dem Mikroskope zeigt sich, dass das Gestein hauptsächlich aus Olivin zusammengesetzt war, und dass dieser jetzt ganz serpentinisirt ist. Nur hie und da finden sich einzelne kleine Partien von faserig angereichertem Serpentin, nach welchen man schliessen muss, dass hier wahrscheinlich auch etwas Pyroxen vorhanden war. Demnach sieht man, dass sich hier in der Nähe der Aktinolithschiefer der Gehalt an Pyroxen im Lherzolith vermindert, dass dieselben gleich darauf durch Aktinolith vertreten werden, wodurch dann auf diese Weise Aktinolithserpentine entstehen. Aus den Aktinolithserpentin verschwindet im weiteren Verlaufe der Olivin, und es bleibt nur Aktinolith zurück, welcher zuerst für sich allein und dann unmittelbar darauf in Gesellschaft von Plagioklas Aktinolithschiefer bildet, welche an manchen Stellen das gewöhnliche Aussehen von Amphibolit bekommen.

**9. Der Aktinolithserpentin von der Fahrstrasse von Kopaliste nach Duboštica,** welcher unter dem beschriebenen Serpentin liegt und an Aktinolithschiefer grenzt, ist ein schwarzes Gestein, an welchem man grössere schwarze Flecke sieht, welche durch graugrüne, nach einer Richtung geordnete Streifen getrennt sind, die dem Gestein sein deutlich schieferiges Aussehen verleihen.

Unter dem Mikroskope sieht man als primäre Bestandtheile dieses Gesteines Olivin und Aktinolith.

Der Olivin erscheint in grösseren Körnern, welche wie Knoten vom Aktinolith umschlungen werden. Der Olivin selbst ist zersprungen und mehr oder minder in gelblichgrünen Serpentin von bekannter Structur umgewandelt.

Der Aktinolith erscheint gewöhnlich in langen, säulenförmigen Krystallen. Im Dünnschliffe ist er ganz farblos und ohne Pleochroismus. Gewöhnlich wird er durch Quersprünge zergliedert, und manchmal ist er auch der Länge nach gespalten. Er füllt nicht ganz den Raum zwischen dem Olivin aus, sondern ist in einem farblosen Mineral wie in einer Grundmasse eingebettet. Aus diesem Mineral hebt er sich wegen der starken Lichtbrechung durch seine scharfen Umrissse und seine lebhaften Farben unter gekreuzten Nicols hervor. Unter den gekreuzten Nicols löst sich jene farblose gleichförmige Grundmasse in unzählige Blättchen auf, welche schwache Doppelbrechung und parallele Auslöschung zeigen. Manche Blättchen bleiben unter den gekreuzten Nicols in jeder Lage dunkel, und an diesen sieht man im convergenten Lichte eine oder zwei Hyperbeln, und man erfährt dann in diesem zweiten Falle, dass der optische Achsenwinkel klein ist. Demnach ist dies ohne jeden Zweifel Antigoritserpentin. Dieser blätterige Serpentin ist oft faserig gestreift. Die Blättchen sind nie gitterförmig übereinander gelagert, wie man das an Serpentin, welche aus monoklinen Pyroxenen entstanden sind, beobachten kann, und welche von Hussak und Drasche beschrieben wurden, sondern in ebenso gekrümmte Züge angeordnet wie der Aktinolith. Im Dünnschliff sieht man ganz deutlich, dass der Antigoritserpentin aus Aktinolith hervorgegangen ist. Der Aktinolith geht nämlich an seinen zerfetzten Enden allmählig in blätterigen Serpentin über, in welchem man dann als letztes Ueberbleibsel noch ganz feine unregelmässige Aktinolithkörnchen sieht, bis dann endlich auch diese ganz verschwinden.

Ein zweiter Aktinolithserpentin vom selben Fundorte ist ein beinahe ganz schwarzes Gestein, in welchem nur stellenweise dünne Häutchen eines schwach grünen schimmernden Minerals hindurchziehen. Unter dem Mikroskope sieht man, dass beinahe das ganze Gestein nur aus Olivin besteht, welcher von schwarzen Sprüngen durchsetzt und mehr oder minder in Serpentin umgebildet ist. Zwischen dem Olivin ziehen seltene und schmale Züge von Antigoritserpentin hindurch, in welchem man noch hie und da farblose Körnchen von Aktinolith sieht, aus welchem der Antigoritserpentin entstanden ist.

**10. Der Aktinolithserpentin aus dem Bache Ravna Rieka bei Duboštica.** Die Verhältnisse, denen man an der Strasse zwischen Kopalište und Duboštica begegnet, stehen, wie es scheint, nicht vereinzelt da. In der Ravna Rieka nämlich findet man Geschiebe eines Aktinolithserpentin, welcher dem beschriebenen von der genannten Strasse ganz ähnlich ist, und etwas Aehnliches werden wir auch die Gelegenheit haben, beim Aktinolithschiefer von Novi Rakovac zu erwähnen. Am Serpentin aus der Ravna Rieka sieht man grosse schwarze Flecke, welche von einem graugrünlichen schimmernden Mineral umgeben sind. Unter dem Mikroskope sieht man Olivin, welcher sich in gelblichgrünen Serpentin umwandelt. Zwischen dem Olivin zieht eine bedeutende Menge von farblosem oder kaum merklich grünlichem Aktinolith hindurch, welcher im Gestein breite und etwas kürzere Säulen mit Längs- und Querspaltbarkeit bildet. An den Aktinolith schliesst sich Antigorit an, oder jener ist ganz durch letzteren vertreten, welcher hier schmal, dort breitblättrig erscheint. Der Antigorit ist farblos, von schwacher Licht- und Doppelbrechung, lücht parallel aus und zeigt im convergenten Lichte an geeigneten Blättchen zwei schwarze Hyperbeln mit kleinem Achsenwinkel.

### d) Amphibolite und Eklogitgesteine.

1. **Der Aktinolithschiefer von der Strasse von Kopalište nach Duboštica.** Die Strasse von Kopalište durchschneidet, wie erwähnt wurde, an drei Stellen die Aktinolithschiefer, welche im Serpentin eingelagert sind. Sehr wahrscheinlich gehören diese drei Punkte derselben Lage an, weil aber der steile Abhang hier mit Wald bewachsen ist, lässt es sich nicht feststellen, ob die Biegungen der Strasse oder Verwerfungen die Ursache des dreimaligen Auftretens dieses Gesteines sind. Am oberen und mittleren Aufschlusse ist die obere Grenze blossgelegt, und man sieht hier, wie der gewöhnliche Serpentin in Aktinolithserpentin übergeht und dieser dann in Aktinolithschiefer. Der Aktinolithschiefer selbst erscheint aber in zwei Typen. Der eine besteht aus Aktinolith ohne Feldspath und liegt unmittelbar am Aktinolithserpentin, und unter ihm erscheint ein Schiefer, in welchem ausser Aktinolith auch Feldspath enthalten ist.

Im Aktinolithschiefer ohne Feldspath findet man einerseits noch manches Olivinkörnchen, welche endlich ganz verschwinden, so dass das Gestein dann ausschliesslich nur aus Aktinolith besteht. Dieses Gestein ist immer von deutlich schiefriger Structur und einmal blätterig, ein anderes Mal plattenartig. Seine Farbe ist meist graulichgrün, selten ist diese grüne Färbung stärker gesättigt. Der Aktinolith ist meist in langen, säulenförmigen Krystallen ausgebildet, an welchen deutlich die Querspaltbarkeit und selten die Längsspaltbarkeit entwickelt ist. Diese Säulen sind immer nach derselben Richtung angeordnet und verleihen dadurch dem Gestein die deutlich ausgeprägte Schieferung. In manchem Gestein erscheint der Aktinolith in der Form unregelmässiger breiter Blättchen mit Längs- und Querspaltung, und dazu gesellen sich manchmal kleinere Aktinolithblättchen und Säulchen, welche sich um die grösseren Blättchen herumlagern. Der Aktinolith ist meist ganz farblos oder kaum merklich grün gefärbt. In solchen Gesteinen, welche an ihrer Oberfläche eine tiefer grüne Farbe besitzen, kann man auch im Dünnschliff an den Aktinolithen die grüne Farbe leichter wahrnehmen. Solche Aktinolithe sind auch schwach pleochroitisch in gelblicher, grünlicher und bläulicher Farbe. Spaltblättchen vom Aktinolith zeigen einen Auslöschungswinkel von  $12^{\circ}$ . Im Dünnschliff erreicht der Auslöschungswinkel sein Maximum von 18 bis  $20^{\circ}$ . Nur in einem Gesteine fand ich zwei, drei Körner von Olivin, doch war dieser ganz in Serpentin umgebildet mit der bekannten Maschenstructur. Der Aktinolith selbst ist nirgends serpentinisirt.

Ein solcher Aktinolithschiefer von grauer, kaum merklich ins Grüne spielender Farbe von schöner Schieferung, ähnlich einem Thonschiefer, und welcher einzig aus säulenförmigem, farblosem oder kaum bemerkbar grünlichem Aktinolith zusammengesetzt ist, wurde von meinem Assistenten M. Komljenović analysirt. Dieses Aktinolithgestein hat folgende chemische Zusammensetzung:

Si O <sub>2</sub> .	44.56
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> .	6.00
Fe O .	9.89
Ca O .	21.34
Mg O . . .	13.30
Glühverlust .	4.65
	<hr/>
	99.74

Die Aktinolithschiefer mit Feldspath sind ebenso wie jene ohne Feldspath von hellgrauer Farbe, spalten sich gut plattenförmig, und am Bruche bemerkt man

stellenweise perlmutterglänzende Spaltblättchen von Aktinolith. Unter dem Mikroskope sieht man, dass das Gestein nur von farblosen Mineralien zusammengesetzt ist, aber man unterscheidet hier schon im gewöhnlichen Lichte zwei verschiedene Minerale, von welchen sich eines durch seine scharfen Contouren wegen stärkerer Lichtbrechung hervorhebt. Unter den gekreuzten Nicols erkennt man diese Minerale als Aktinolith und Plagioklas. Der Aktinolith ist hier wie auch im vorigen Gestein in langen Säulchen oder in sehr feinen Blättchen vorhanden, und beide Formen sind parallel angereicht, wodurch dem Gestein seine deutlich schieferige Structur verliehen wird. Er ist ganz farblos und hat eine gute Querspaltbarkeit, neben welcher oft auch noch die Längsspaltung zum Ausdruck gelangte.

Der Plagioklas erscheint in sehr feinen Körnern. Er ist frisch, von glasigem Aussehen und besitzt eine grosse Anzahl von Zwillingslamellen. Nach Durchschnitten mit annähernd symmetrischer Auslöschung zu schliessen, kommt dieser Plagioklas nahe dem Anorthit zu stehen. Auch der Plagioklas, obwohl er körnig ausgeschieden ist, trägt durch seine Anordnung zur schieferigen Structur des Gesteines bei. Seine Körner ordnen sich nämlich immer in Reihen an, welche parallel den Aktinolithzügen verlaufen.

In einem anderen ähnlichen Gestein sieht man ausser dem Plagioklas und Aktinolith zerstreute, äusserst feine Blättchen von Amphibol, der stellenweise lichtgrün und stellenweise wieder schwach gelblichbraun ist. In einem dritten Gestein von demselben Fundorte findet man sehr wenig farblosen Aktinolith und desto mehr blassgelben säulenförmigen und blätterigen Amphibol mit empfindlichem Pleochroismus und gut ausgeprägter Querspaltbarkeit. Spaltblättchen löschen bei dem Winkel von  $16^{\circ}$  aus, und im Dünnschliff erreicht der Auslöschungswinkel  $24^{\circ}$ . Die Plagioklaskörner sind hier sehr oft in der Richtung der Schieferung gestreckt.

**2. Der Aktinolithschiefer aus dem Bergwerke Novi Rakovac** bildet im Serpentin (Lherzolith) eine Lage von 4 Cm. Dicke. Die Aussenrinde dieser Lage ist nicht einmal 1 Mm. dick, hat das pechartige Aussehen von Serpentin und besteht aus Olivin, der in grünlichgelben Serpentin umgewandelt ist, und aus nadelförmigem Aktinolith. Das ganze Uebrige des Gesteines (der Kern) ist nur aus Aktinolith und Chromit zusammengesetzt. Der Aktinolith ist im Kern ebenso wie in der Rinde säulenförmig, farblos, quergegliedert und seltener auch noch der Länge nach gespalten. Querschnitte haben die Form scharf umgrenzter Rhomben ohne Pinakoid, und grössere solche Durchschnitte besitzen auch noch eine gut entwickelte prismatische Spaltbarkeit. Chromit erscheint im Kern und in der Rinde in bedeutender Menge; gewöhnlich sind das unregelmässige grössere Körner, seltener kleine Oktaëder. Im Pulver des Kernes kann man deutlich die Chromreaction nachweisen. Makroskopisch sieht man im Kern deutlich graulichgrüne Aktinolithnadelchen, welche alle nach der Richtung der Schieferung gelagert sind.

**3. Salitführender Aktinolithschiefer zwischen Dragovac und Prisjeka.** Auf der Strasse, welche von Dragovac nach Prisjeka hinabführt, erscheint hinter einem gewöhnlichen Amphibolit ein Aktinolithschiefer und reicht, wie es scheint, bis an den Serpentin bei Prisjeka. Dieses Gestein ist von ganz heller Farbe, nämlich hell grünlichgrau, deutlich körnig und lässt sich in ebene Platten spalten. Es besteht aus Aktinolith, monoklinem Pyroxen und Plagioklas. Der Aktinolith erscheint in langen, säulenförmigen Krystallen mit prismatischer und Querspaltbarkeit und ist entweder ganz farblos oder sehr schwach grünlich. Manchmal findet man in ihm einige Plagioklaskörnchen eingeschlossen. Der monokline Pyroxen (Salit) ist sehr selten, aber in langen Säulen bis



5 Mm. Länge. Die prismatische und die Querspaltbarkeit ist schwach ausgeprägt. Plagioklas ist nicht reichlich und erscheint in kleinen Körnchen, welche sich immer neben einander anhäufen und zwischen dem Aktinolith kleine Linsen bilden. Nach seinen optischen Eigenschaften ist das Bytownit oder Anortit.

**4. Der Pyroxen-Hornblendefels aus dem Bache Ravna Rieka bei Duboštica,** den ich als Geschiebe fand, nähert sich durch seine Zusammensetzung den Aktinolithschiefern. Das Gestein ist von graulichschwarzer Farbe und guter Schieferung und besteht nur aus Amphibol und monoklinem Pyroxen. Der Amphibol ist von hellgrüner Farbe, schwachem Pleochroismus, und seine breiten, säulenförmigen Krystalle besitzen eine Längs- und Querspaltbarkeit. Der Auslöschungswinkel beträgt etwas über  $18^{\circ}$ . Der monokline Pyroxen (Salit) ist in bedeutend geringerer Menge vorhanden; er ist farblos, unregelmässig körnig und von schwacher Spaltbarkeit.

**5. Grobkörniger Amphibolit von der Strasse zwischen Kopalište und Duboštica.** Diesen Riesenamphibolit habe ich, wie schon früher erwähnt wurde, von der Bergverwaltung in Duboštica erhalten, und zur Zeit meines Dortseins konnten wir ihn nicht mehr anstehend finden. Dieses Gestein besteht aus aussergewöhnlich grossen Krystallen von schwarzem Amphibol, welcher von weissem Feldspath umgeben ist. Einzelne Krystalle erreichen die Länge von 5 Cm. Am Querbruche eines solchen Krystalles sieht man deutlich die Flächen des Prismas und des Klinopinakoids, so dass man die Winkel mit dem Contactgoniometer messen kann. Die Dimensionen eines solchen Durchschnittees betragen 3·3 Cm. (*b*) und 2·4 Cm. (*a*). Die Spaltblättchen löschen unter dem Winkel von  $14^{\circ}$  aus. Im Dünnschliff hat der Amphibol eine gelblichgrüne Farbe. Der Pleochroismus ist unter dem Mikroskope ziemlich schwach erkennbar, besser sieht man ihn, wenn man den Dünnschliff mittelst der Haidinger'schen Lupe untersucht, man entdeckt dann eine gelblichgrüne, hellgrüne und violette Farbe. Einzelne Partien, besonders an den Rändern, sind ganz farblos, aber diese Partien bilden, wie man sich an der Spaltbarkeit und optischen Orientirung überzeugen kann, ein Ganzes mit dem übrigen gefärbten Amphibol. Der Feldspath, welcher den Raum zwischen dem Amphibol ausfüllt, ist von bedeutend feinerem Korn und bald voll, bald wieder ohne irgend welche Zwillinglamellen. Er ist sehr zersprungen, und es ist beinahe unmöglich, Spaltstücke mit parallelen Flächen zu erhalten. An etwas vollkommeneren Spaltstücken gewinnt man den Eindruck, dass es Bytownit sein könnte.

**6. Der Amphibolit aus dem Bache Ravna Rieka.** Wenn man vom Dorfe Duboštica am Bache Ravna Rieka aufwärts geht, so findet man hinter dem Serpentin einen Eklogitpyroxenit, hierauf wieder Serpentin, in welchem dann ein Amphibolit, den ich hier anführe, liegt. Dieser Amphibolit spaltet sich plattenförmig, und man erkennt in demselben grobe glänzende Körner des plattenförmig ausgebildeten Amphibols und weisse kaolinisirte, feine Feldspathkörnchen. Unter dem Mikroskope sieht man grosse unregelmässige Krystalloide von hellgrünem Amphibol mit deutlichem Pleochroismus (blass gelbgrün, lichtgrün und bläulichgrün) und in demselben ziemlich oft eingeschlossene abgerundete Plagioklaskörner. Der Feldspath erscheint, wenn er nicht durch Zersetzung getrübt ist, in Zwillingen nach dem Albitgesetze, oft mit eingeschalteten Lamellen nach dem Periklingesetze.

Etwas unterhalb des genannten Fundortes fand ich als Geschiebe im Bache Ravna Rieka einen Pyroxenamphibolit von besserer Schieferung, welcher sich vom vorigen Gestein nur insoferne unterscheidet, dass in ihm auch noch ein monokliner, ganz farbloser oder schwach grünlich gefärbter Pyroxen vorkommt.

**7. Der Amphibolit von Rieka.** An der Mündung der Duboštica in die Krivaja beim Dorfe Rieka lagert über dem Serpentin ein schwarzes schieferiges Gestein, welches das Aussehen von Thonschiefer hat. Unter dem Mikroskope und dann erst bei stärkster Vergrößerung erkennt man, dass das Gestein aus überaus feinen Blättchen und Säulchen von Amphibol mit deutlichem Pleochroismus in gelblichgrüner, grüner und bläulichgrüner Farbe zusammengesetzt ist. Die Säulchen besitzen eine Längsspaltbarkeit und einen Auslöschungswinkel von  $21^{\circ}$ . Zwischen dem Amphibol sieht man sehr selten einige farblose Körnchen von sehr schwacher Doppelbrechung; es könnten das Feldspathe sein. Ausserdem sieht man im Dünnschliff eine bedeutende Menge von sehr feinem schwarzem Pulver und Körner von jener Gestalt, wie sie bei organischer Substanz vorkommt. Der Dünnschliff von diesem Amphibolit, mehrere Tage dem Einflusse von concentrirter Salzsäure ausgesetzt, wurde von derselben nicht im Geringsten angegriffen. Durch einstündiges Glühen auf Platinblech verbrannte das schwarze Pulver ganz und dabei erhielt der Amphibol, welcher vor dem Glühen grün war, eine rothbraune Farbe und wurde deutlich pleochroitisch. Daraus folgt, dass jenes schwarze Pulver im Gestein ohne Zweifel organischer Natur war.

**8. Die Pyroxenamphibolite von Dolnja Vijaka.** Auf dem Wege vom Han Pobilje entlang der Tribija nach Dolnja Vijaka findet man hinter dem Serpentin Amphibolite, welche durch ihre Farbe zwischen den schwarzen Amphiboliten und den hellgefärbten Aktinolithschiefern zu stehen kommen. Sie sind nämlich von dunkelgrauer Farbe. Die Schieferung ist an ihnen gut entwickelt. Sie bestehen aus grobem, säulenförmigem, an den Enden ausgebrochenem Amphibol von hellgelber Farbe mit einem etwas braunen Tone. Feldspath erscheint in etwas grösserer Menge als Amphibol. Die Feldspathkörner sind unregelmässig und gross. Gewöhnlich geben sich dieselben deutlich als Plagioklase mit einer grossen Zahl feiner Lamellen zu erkennen; aber mehrmals sind diese Lamellen nur in einem Theile des Krystalls entwickelt, manchmal bemerkt man sie kaum, und es kommen auch Körner vor, in welchen man sie gar nicht sieht. Der monokline Pyroxen (Salit) ist im Gestein sehr selten. Er ist ganz farblos und von gewöhnlicher Spaltbarkeit.

Einzelne Lagen dieses dunkelgrauen Amphibolits sind schön streifig gefleckt, weil hier der Feldspath in Schichten ausgeschieden ist. Die mineralogische Zusammensetzung ist hier dieselbe wie im vorigen Gestein.

Wenn man von diesem grauen Amphibolit entlang der Tribija weiter gegen Dolnja Vijaka geht, sieht man, wie dieser Amphibolit allmählig eine dunklere Farbe annimmt und endlich das gewöhnliche Aussehen der schwarzen Amphibolite bekommt. Diese schwarzen Amphibolite sind von guter Schieferung und mittelgrossem Korn. Amphibol ist in ihnen in grossen Krystalloiden von grasgrüner Farbe enthalten. Sein Pleochroismus ist nicht stark, aber deutlich in blassgrüner ( $\alpha$ ), dunkelgrüner ( $\beta$ ) und blau-grüner Farbe ( $\gamma$ ). Monokline Pyroxen (Salit) findet man etwas reichlicher vor als im grauen Amphibolit. Derselbe erscheint auch in grossen Körnern wie Amphibol, aber ausserdem auch noch in feinen Körnchen. Gewöhnlich ist er ganz farblos, und selten kann man an ihm eine schwach grünliche Färbung wahrnehmen. Die Spaltbarkeit ist schwach ausgeprägt, aber desto mehr ist er unregelmässig zersprungen. Der Auslöschungswinkel reicht bis  $39^{\circ}$ . Manchmal sieht man in ihm ein unregelmässig gelagertes Amphibolkörnchen eingeschlossen. Plagioklas ist hier sehr selten, gewöhnlich bemerkt man mehrere kleinere Körnchen beisammen zwischen Amphibol und Pyroxen. Sehr häufig begegnet man in diesem Gestein Titanit, welcher in den bekannten zugespitzten feinen Körnern erscheint.

**9. Die Amphibolite aus dem Bache Otežna** sind theils grobkörnig, theils feinkörnig. In den grobkörnigen Gesteinen sieht man als Gemengtheile Plagioklas, Amphibol, Titanit und sehr selten ein Körnchen von monoklinem Pyroxen. Der Plagioklas erscheint in groben unregelmässigen Körnern mit Zwillingen nach dem Albit- und oft auch noch nach dem Periklingesetze. Spaltblättchen nach der Fläche *P* haben einen Auslöschungswinkel von  $15^{\circ}$ , und solche nach der Fläche *M*, an welchen man im convergenten Lichte den seitlichen Austritt einer optischen Achse sieht, löschen bei dem Winkel von  $27^{\circ}$  aus. Demnach kommt dieser Plagioklas zwischen den Labradorit und Bytownit zu stehen.

Der Amphibol erscheint in grossen unregelmässigen Blättern von dunkelgrüner Farbe mit starkem Pleochroismus (gelbgrün, braungrün und bläulichgrün). Kleine Amphibolblättchen kommen als Einschluss im Plagioklas vor, und umgekehrt findet man im Amphibol feine Plagioklaskörnchen eingeschlossen. Titanit ist in sehr feinen zugespitzten Körnern vorhanden. Von hellgrünem monoklinem Pyroxen befinden sich im Dünnschliff nur zwei Körner. Ausserdem bemerkt man noch einige Pyritkörnerchen.

Im feinkörnigen Amphibolit sieht man ausser ganz ähnlichem Amphibol und Plagioklas eine viel grössere Menge und bedeutend gröberen Titanit und sehr viel farblosen oder kaum merklich grünen monoklinen Pyroxen. Diese Pyroxene sind gewöhnlich mit dem Amphibol verwachsen und öfters ganz von Amphibol umringt. Die Grenze zwischen dem einen und dem anderen Mineral ist entweder scharf markirt, oder es geht ein Mineral in das andere unbemerkt über.

**10. Die Pyroxenamphibolite aus dem Bache Borovnički potok** sind bald gleichmässig schwarz, bald wieder weiss gefleckt, je nachdem in ihnen der Feldspath ausgeschieden ist. Der Amphibol erscheint hier in grossen compacten Krystalloiden. Er ist von grüner Farbe mit deutlichem Pleochroismus in gelb-, braun- und blaugrüner Farbe. Der monokline Pyroxen (Salit) ist in manchem Gestein sehr reichlich vertreten, während er in anderen wieder selten ist. Er erscheint in grossen unregelmässigen Körnern und ist gewöhnlich farblos, seltener schwach grün. An Querschnitten ist die prismatische Spaltbarkeit gut entwickelt, während die pinakoidale Spaltbarkeit gänzlich fehlt. Er ist gewöhnlich unregelmässig zersprungen, und nahe an den Sprüngen sieht man eine dunkle Trübung. Im Pyroxen findet man eine bedeutende Anzahl feiner Amphibolblättchen eingeschlossen, und beinahe alle diese Blättchen sind gleich orientirt. Auch Feldspath ist nicht in jedem Gestein in gleicher Menge vorhanden. In jenen Gesteinen, wo mehr Pyroxen enthalten ist, erscheinen auch die Feldspathe in grösserer Anzahl. Die Feldspathe sind im Gestein immer für sich gesondert ausgeschieden. Gewöhnlich sind das feine Körnchen, doch findet man öfters auch gröbere säulenförmige Körner. Dieselben kann man beinahe immer als Plagioklase bestimmen, aber die Zwillinglamellen zeigen in ihrer Entwicklung grosse Verschiedenheiten und Unregelmässigkeiten. Nach den optischen Eigenschaften wird das Bytownit sein. Die Feldspathe sind entweder ganz rein und ohne Einschlüsse, ein anderes Mal wieder erscheinen sie durch äusserst feine Einschlüsse wie getrübt. Stellenweise haben die Einschlüsse die Form feiner Nadelchen, welche in zwei Reihen angeordnet sind.

**11. Die Eklogitpyroxenite aus dem Bache Ravna Rieka.** Das Gestein, welches unweit der Mündung des Baches Ravna Rieka im Serpentin eingelagert ist, ist sehr zähe, von dunkelgrauer Farbe, von mehr oder minder zersetztem Feldspath weiss gestreift und enthält ausserdem eine bedeutende Menge von röthlichem Granat. Die Hauptbestandtheile dieses Gesteins sind Omphacit, Granat und Feldspath.

Der Omphacit erscheint in gröberen und feineren Körnern von grüner Farbe, ohne Pleochroismus und mit grossem Auslöschungswinkel. Die Spaltbarkeit ist ziemlich

schwach entwickelt, und an den Spalten erscheint ein pulveriges Zersetzungsproduct. Im Omphacit liegen ziemlich oft ausserordentlich feine Blättchen von gelblichbrauner Farbe. Die Blättchen sind deutlich pleochroitisch und gehören dem Amphibol an, welcher in anderen Gesteinen von demselben Fundorte in etwas grösseren Blättern von derselben Farbe entwickelt ist.

Granat ist reichlich in unregelmässigen Körnern von fleischrother Farbe im Gestein vertreten. Die vielen Sprünge sind bei ihm sehr oft von einer chloritischen Substanz ausgefüllt. Einmal ist der Granat frei, das andere Mal wieder voll von Einschlüssen. Die Einschlüsse sind abgerundete Omphacit- und Feldspathkörner, dann gelbliche Rutilkörner und farblose Körnchen von starker Doppelbrechung, wahrscheinlich Zircon. An manchen Stellen sind diese farblosen Körner im Granat in solcher Masse enthalten, dass derselbe im polarisirten Lichte wie durchlöchert aussieht.

Den kleinen Raum, der zwischen Omphacit und Granat verblieben ist, füllt der Feldspath aus. Er bildet hier lange Reihen und verzogene Linsen. Er ist sehr feinkörnig und zum grössten Theile als Plagioklas erkennbar. Die Albitzwillinge vereinigen sich manchmal in Karlsbader Zwillinge, oder es lagern sich in dieselben Lamellen nach dem Periklingesetze ein. In einem Durchschnitte mit symmetrischer Auslöschung war der Auslöschungswinkel auf beiden Seiten  $90^\circ$ . Weil der Feldspath ein glasiges Aussehen hat und ausserdem oft gar nicht verzwillingt ist, so machte ich den Versuch mit Fluorwasserstoff und Anilin, wie von Becke vorgeschlagen wurde, und überzeugte mich, dass hier kein Quarz vorhanden ist.

Magnetit ist im Gestein in ziemlicher Menge vorhanden, und zwar in unregelmässigen, gestreckten Körnern; ausser ihm erscheint auch ein wenig Pyrit.

Ein anderes Gestein von demselben Fundorte zeigt nur einen geringen Unterschied. Der Omphacit ist sehr feinkörnig; der Amphibol erscheint in etwas grösseren Blättchen, Feldspath ist bedeutend seltener, ebenso der Granat. Der Granat ist deshalb interessant, weil um ihn die centrische Structur auf dieselbe Weise ausgebildet ist, wie sie von Becke im Eklogit von Altenburg beschrieben wurde (Die Gneissformation des niederösterreichischen Waldviertels, Min.-petr. Mitth. IV., S. 318). Der Granat ist nämlich von feinkörnigem Plagioklas umkränzt, im Plagioklas liegen dicht angehäufte gewundene Säulchen von gelblichgrünem Amphibol, und alle diese Säulchen sind radial gegen den Granat angeordnet. In jedem einzelnen Plagioklas sind die Säulchen gleich orientirt, weil alle auf einmal auslöschen.

**12. Der Eklogitamphibolit von der Strasse vor Duboštica.** Gegen das Ende der Strasse von Kopalište begegnet man bei den ersten Häusern von Duboštica ein dunkelgraues, festes, granatführendes Gestein. Den Hauptbestandtheil desselben bildet Amphibol, und man sieht im Dünnschliff, dass er in der Form grösserer Säulen von unregelmässigen Contouren ausgebildet ist. Er ist von gelblichgrauer Farbe und starkem Pleochroismus. Der Omphacit hat eine schwach grüne Farbe. Seine Körner sind entweder ganz frisch oder in faserigen bläulichgrünen Amphibol umgebildet, zwischen welchem man im polarisirten Lichte noch etwas unzersetzten Omphacit sieht.

Der Feldspath ist ganz von einem dunklen Zersetzungsproduct getrübt, aber man kann noch erkennen, dass er in feinkörnigen Anhäufungen zugegen war. Granat ist reichlich vorhanden und erscheint im Dünnschliff farblos und in unregelmässigen Körnern. Als Einschluss findet man im Granat nur einige Omphacitkörnchen.

**13. Hypersthen- und skapolithführender Eklogitamphibolit aus dem Bache Ravanka bei Gornja Vijaka.** Dieses schwärzlichgraue, zähe Gestein fand ich als ein grosses Geschiebe in der Ravanka im Dorfe selbst. Makroskopisch erkennt man in demselben

eine bedeutende Menge von gröberem und feinerem Granat. Unter dem Mikroskope sieht man als Gemengtheile dieses Gesteines Amphibol, Omphacit, Granat, Hypersthen, Skapolith und Plagioklas. Amphibol und Omphacit sind in gleicher Menge vorhanden. Plagioklas erscheint in bedeutend geringerer Menge. Hypersthen findet man nur in der unmittelbaren Nähe des Granats. Skapolith erscheint hauptsächlich in jenen Partien des Gesteins, wo die Granate seltener sind; in einigen Dünnschliffen konnte nicht eine Spur von Skapolith entdeckt werden, während man ihn in anderen Dünnschliffen in grosser Menge antraf.

Der Amphibol erscheint in unregelmässigen Körnern von tief grüner Farbe. Er ist stark pleochroitisch in gelblich blassgrüner (a), braungrüner (b) und dunkel bläulichgrüner (c) Farbe. An Spaltblättchen begegnet man einer Auslöschungsschiefe von  $12^\circ$ , und im Dünnschliff reicht der Auslöschungswinkel bis  $19^\circ$ .

Der Omphacit ist von heller grasgrüner Farbe und in Körnerform ausgeschieden. Die prismatische Spaltbarkeit ist scharf ausgeprägt und besonders gut an Querschnitten sichtbar, wo ausser der prismatischen Spaltbarkeit keine andere erscheint. Stellenweise findet man im Omphacit Einschlüsse von Skapolith und Plagioklaskörnchen.

Der Granat erscheint immer in unregelmässig körniger Form. Als Einschluss findet man im Granat feine Körnchen von Rutil und sehr feine lange Nadelchen, wahrscheinlich von demselben Mineral, endlich noch Omphacitkörner. Die Omphacitkörner erreichen manchmal eine solche Grösse, dass sie einen grösseren Raum einnehmen als der Granat selbst. In dem eingeschlossenen Omphacit sieht man öfters wieder als Einschluss Amphibol. Um den Granat ist die centrische Structur etwas ähnlich jener ausgebildet, wie sie Becke als Pseudomorphose des Granat im Olivingestein aus dem Kampthale beschrieben hat (Die Gneissformation u. s. w., S. 324). Der Granat ist nämlich hier von einer schmalen Zone von dicht radial angeordneten Fäserchen eines doppeltbrechenden Minerals umrandet. Diese Zone ist durch ein aussergewöhnlich feines schwarzes Pulver getrübt, so dass sie an vielen Stellen schwarz und undurchsichtig ist. Diese Bildungen sind nicht nur an den äusseren Rand des Granat gebunden, sondern sie dringen an allen seinen Sprüngen in den Granat hinein, und somit ist ohne Zweifel die erwähnte Zone secundären Ursprungs und durch die Metamorphose des Granat entstanden. An diese innere Zone schliesst sich ein zweiter äusserer und breiterer Kreis von körnigem Plagioklas und radial angeordneten, verbogenen Stäbchen an, die einmal aus Amphibol, ein anderes Mal aus Omphacit oder Hypersthen bestehen, wie man das an den optischen Eigenschaften leicht bestimmen kann. Ausser diesen vier Mineralien erscheint in der äusseren Zone noch eine bedeutende Menge ziemlich grober Körner von Eisenerz. Die Stäbchen des Amphibol und beider Pyroxene bekommen eine immer mehr körnige Gestalt, je mehr sie sich von der inneren Zone entfernen, verlieren gleichzeitig ihre radiale Anordnung, und man sieht deutlich, dass diese äussere Zone nicht secundär wie die innere ist.

Der Feldspath erscheint meist in feinen Körnern; er ist gewöhnlich frisch und von glasigem Aussehen und gibt sich zumeist deutlich als Plagioklas mit unregelmässig gekrümmten Zwillinglamellen zu erkennen. Die Albitzwillinge weisen öfters eingelagerte Lamellen nach dem Periklingesetze auf. Nach den optischen Eigenschaften wird das ein basischer Plagioklas sein.

Der Hypersthen erscheint in gewundenen Säulchen in der äusseren Zone des Granats und dann in grösseren Körnern immer nur in der Nähe von Granat und endlich als schmale Umrandung einiger Omphacite, wobei er gewöhnlich nur ein oder zwei Drittel des Omphacit umrandet. Neben paralleler Auslöschung zeigen die

Hypersthenkörner sehr deutlichen Pleochroismus in rother (a), blassrother (b) und graulichgrüner (c) Farbe.

Skapolith erscheint, wie schon erwähnt wurde, nur in einzelnen Partien des Gesteines und dann in grösserer Menge. Er ist farblos und von körniger Form. Die Längsschnitte zeigen eine parallele und scharfe Streifung, sind stark doppeltbrechend und zeigen lebhaft polarisationsfarben höherer Ordnung und parallele Auslöschung. An Querschnitten beobachtet man zwei Systeme von Linien, welche gegeneinander senkrecht stehen. Solche Durchschnitte sind bei gekreuzten Nicols in jeder Lage dunkel, zeigen im convergenten Lichte ausser dem schwarzen Kreuze auch noch den ersten Ring, und man kann sich dabei überzeugen, dass die Doppelbrechung negativ ist. Man sieht also, dass das ein tetragonales Mineral von starker negativer Doppelbrechung ist, also ohne Zweifel Skapolith. Stellenweise zersetzt sich der Skapolith in ein feinkörniges Aggregat eines doppeltbrechenden Minerals, welches unmöglich zu bestimmen war.

### 9. Die Umgebung von Višegrad.

Die Serpentinzone in der Umgebung von Višegrad wurde in ihren Hauptzügen von Bittner beschrieben (Grundzüge der Geologie von Bosnien und Hercegovina, S. 244—248). Das Ergebniss seiner Untersuchungen ist in Kürze folgendes. Wenn man von der Semeć planina nach Višegrad hinabsteigt, sieht man in der Ferne eine grosse Anzahl von Hügeln, welche durch ihre dunkelrothe Farbe erkennen lassen, dass sie von Serpentin aufgebaut sind. Das frische Gestein dieser Gegend bildet Olivingabbro von grobem oder feinerem Korn, mit Olivin, Labradorit und Diallag als Gemengtheilen, wobei öfters der Diallag sehr selten wird. In tieferen Einschnitten, besonders entlang der Rzav ist dieses Gestein frisch, während es anderenorts an der Oberfläche mehr oder weniger in Serpentin umgewandelt ist.

Wenn man die Semeć planina hinabsteigt, begegnet man beim ersten Han unter den Kreidekalken Serpentin. Am rechten Ufer der Drina in der Nähe von Višegrad machen die Triaskalke den Eindruck, als ob sie steil unter den Serpentinstrichen. Der Berg Klanac brdo und die geringe Kalkmasse bei Banja ragt aus Serpentin hervor, und bei Dobrunj überlagern die Kreidekalke den Serpentin. Der Weg von Višegrad über Drinsko nach Rudo führt zuerst über hohe Serpentinberge. Im Thale von Drinsko erscheinen unterhalb der Thalmulde, in welcher das Dorf liegt, Kalke, welche steil unter die Serpentine einfallen. Von hier weiter längs des Baches (Bittner meint den Bach Kruševički potok) sieht man nur Eruptivgesteine. Erst dort, wo der Weg an den letzten Gabelungen des erwähnten Baches gegen die Wasserscheide des Limthales zu steigen anfängt, erscheinen Schiefer von älterem Aussehen, von welchen Bittner meint, dass sie identisch mit den paläozoischen Thonschiefern von Foča und Prača seien. Oben am Sattel und auf dem Abstiege zu den Dörfern Pašt und Sokolovići liegen Sandsteine, Schiefermergel und jaspisartige Gesteine. Hoch an den Anhöhen oberhalb Sokolovići liegen lose zerstreute Bruchstücke eines smaragdgrünen Aktinolithschiefers. Am linken Ufer des Lim gegenüber Rudo erheben sich Amphibolitfelsen, welche sich von da Limaufwärts fortzusetzen scheinen. Soweit man von hier nach Norden, Süden und Osten blicken kann, bemerkt man nur röthlich gefärbte, sanft gerundete Bergformen, von denen es zweifelhaft bleibt, wieviel von ihnen dem Serpentin, wieviel dem alten Schiefer und wieviel endlich dem Flyschgesteine angehört.

Die Gesteine, welche von Bittner auf seiner Reise gesammelt wurden, beschrieb John (l. c., S. 282—287, 295). Die Gesteine aus der nächsten Umgebung von Višegrad sind echte Gabbros, Olivingabbros, Troktoithe und Diallag-Olivingesteine, und John sagt von denselben, dass sie durch Zersetzung dioritähnliche Gesteine und Serpentin bilden. Die Troktoithe aus dem Rzavthale bestehen aus Olivin und Plagioklas, der nach der chemischen Analyse zwischen Labrador und Anorthit zu stehen kommt. Der Olivingabbro aus demselben Thale ist aus frischem Olivin, aus Diallag mit guter Spaltbarkeit und farblosem Plagioklas zusammengesetzt. Im Diallag kommen grosse Einschlüsse von Feldspath und Olivin vor. Der Feldspath hat die regelmässigsten Contouren, während die Form des Diallags vom Raume abhängig ist, welcher ihm von den Plagioklasen überlassen wird. Er füllt so mit dem Olivin die Zwischenräume der Feldspathe aus und erstreckt sich oft auf bedeutende Flächen als einziges Individuum hin. Der Olivin selbst erscheint in abgerundeten Körnern. Der Gabbro von der warmen Quelle Banja ist ein feinkörniges Gemenge von weissem Feldspath mit einem graugrünen Diallag. Der Olivindiallagfels aus dem Mühlengraben westlich gegenüber von Višegrad ist ein sehr frisches Gestein. Am Olivin sieht man erst den Anfang von Umwandlung in Serpentin, während der Diallag vollkommen frisch ist und im Schliiff eine lichtbraune Farbe und ziemlich grobe Streifung zeigt. Die Untersuchungen John's stimmen gut mit jenen überein, welche ich an den Gesteinen dieser Gegend machte, nur glaube ich, dass John in seinem Olivindiallagfels den Bronzit übersehen hat, weil dieses Gestein ohne Zweifel ein Lherzololith ist. Zuletzt will ich auch noch die Betrachtungen John's über die Umwandlungsvorgänge an den Gabbros und Olivingabbros aus der Umgebung von Višegrad anführen. Der Feldspath ist in diesen Gesteinen noch am frischesten, während der Olivin gewöhnlich in Serpentin umgewandelt ist. Der Diallag ist stellenweise in Amphibol umgebildet, und diese Umwandlung ist von zweierlei Art. Der dunkle Diallag, wie er in den Olivingabbros vorkommt, liefert bei seiner Umwandlung eine braune, stark dichroitische Hornblende. In den olivin-freien Gabbros, in welchen die lichtgefärbten Diallage nicht von typischem Aussehen auftreten, geht der Diallag durch Zersetzung meist in einen feinfaserigen farblosen Amphibol und ausserdem oft noch in uralitische lichtgrüne Hornblende über. Diese Metamorphosen des monoklinen Pyroxens in grüne und braune Hornblende habe ich in den vorigen Abschnitten bei Gesteinen aus verschiedenen Gegenden dieser Zone beschrieben, und dasselbe begegnet uns jetzt auch hier in der Umgebung von Višegrad. Wir haben ausserdem gesehen, dass die secundäre farblose Hornblende durch die Umwandlung aus Olivin entstanden ist, und ich konnte mich auch in den Gesteinen aus der Umgebung von Višegrad von der Richtigkeit dieser Ansicht überzeugen; deshalb ist es auch leicht verständlich, warum John in diesem Gabbro keinen Olivin gefunden hat.

Meine Beobachtungen in der Umgebung von Višegrad sind folgende.

Von der Semeć planina gegen Višegrad hinabsteigend, sieht man vor der ersten Ebene vor Kopito hinter den Triaskalken auf eine kurze Strecke Flyschsandsteine, und nach diesen erscheinen wieder Kalke (nach Bittner sollen das Kreidekalke sein), die sich bis unter das Dorf Lieska fortsetzen. Hier zwischen dem 114. und 115. Km. ragen unter den Kalken Serpentine hervor, welche unten an der Strasse mehrmals zum Vorscheine kommen. Am linken Drinaufer sieht man vor den Militärgebäuden knapp an der Strasse einen Serpentin auf die Entfernung von einigen Metern aus dem Humus hervorragen. Der kleine Hügel, den man vor der ersten Baracke sieht, ist ebenfalls aus Serpentin aufgebaut. Von hier weiter gegen die Drinabrücke erheben sich hohe

und steile Kalkfelsen, welche in der Karte der geologischen Reichsanstalt als Trias eingezeichnet sind.

Von Višegrad begab ich mich über Drinsko nach Rudo auf demselben Wege wie Bittner. Auf diesem Wege begegnet man nach Višegrad am rechten Ufer Triaskalken, die vom linken Ufer herüberstreichen und sich bis zum Berge Pijavica fortsetzen. Soweit es sich mit dem Auge bestimmen lässt, sieht man am linken Ufer nur Kalke. Am Fusse und an den Anhöhen der Pijavica findet man rothe und gelbe Schiefer (Werfener Schiefer?) und Jaspise. Am Rücken des Berges Pijavica selbst erscheinen Serpentine (Lherzolithe), bald darauf Olivingabbro und endlich wieder Serpentine. Noch vor dem Hinabstieg in den Thalkessel von Drinsko verschwinden die Serpentine, und ober ihnen erscheinen rothe und graue Flyschsandsteine. Diesen Sandsteinen folgt man dann bis zum Bache Kruševički potok, wo dann von neuem Serpentine (Lherzolithe) auftreten. In dem breiten Thale dieses Baches begegnet man einer grossen Menge herabgeschwemmter Geschiebe, und zwar von Lherzolith, Pyroxen- und Granatamphibolit, von Aktinolithschiefer und Eklogit. Von den Sedimentärgesteinen ist hier nur Thonschiefer vertreten. Im Lazački potok, der hier in den Kruševički potok einmündet, sieht man die Seitenhügel von Serpentin aufgebaut, und als Geschiebe findet man im Bache Serpentin, Olivingabbro und Diabas. Wenn man den Kruševički potok bachaufwärts geht, so führt unser Weg durch Serpentin, und nur an einer Stelle sieht man auf dem Serpentin in geringer Ausdehnung Kalk liegen. Bevor man zum Bache Jarački potok, welcher von der linken Seite (von Westen) in den Kruševički potok einmündet, gelangt, findet man nach dem Serpentin Eklogit und gleich darauf wieder Serpentin. Unterhalb des Baches Bodežnički potok (dem rechten Zuflusse des Kruševički potok) erscheinen Aktinolithschiefer, und im Bache selbst sieht man hauptsächlich Geschiebe von Aktinolithschiefer. Ober dem Aktinolithschiefer trifft man anstehend einen Hornblendefels und dann Amphibolit. Diese Hornblendegesteine findet man auch im Bache Faljenovački potok (rechter Zufluss des Kruševički potok) als Geschiebe. Hier beginnt der Weg zum Bergrücken, welcher die Wasserscheide zwischen der Kruševica und dem Lim bildet, aufzusteigen, und gleich anfangs hören die Amphibolite auf, und es erscheinen Thonschiefer, die auch von Bittner angeführt und als paläozoische bezeichnet werden. Nach den Thonschiefern erscheinen Sandsteine, welche sich bis zum Berge Paštan brdo fortsetzen. Auf dem Wege durch die Dörfer Pašt, Gaočići und Sokolovići sieht man zerstreut herumliegende Bruchstücke von Serpentin und Hornblendegesteinen. Im Bache Obrvenska rieka unterhalb Sokolovići findet man Geschiebe von Diabas, Serpentin (Lherzolith) und massenhaft von schwarzem und lichtem Amphibolit. Von der Obrvenska rieka bis zur Gendarmeriekaserne bei Rudo am Lim sieht man nur Sandsteine, und bei der Kaserne selbst erheben sich Felsen von schwarzem Amphibolit und Pyroxenamphibolit.

Am Wege von Rudo nach Uvac sieht man im ersten Bache, südlich unter der Gendarmeriekaserne, Geschiebe von Amphiboliten und Serpentin. Vom Cikota zieht sich der Serpentin bis an den Reitweg hinab, und von hier reicht er bis Zlostup, wo dann Amphibolite in Gesellschaft mit Eklogitgesteinen erscheinen und eine bedeutende Strecke des Weges hinziehen. Darauf erscheinen abermals Serpentine. Unterhalb Boranović findet man im Bache, welcher von Norden hier vorbeifliesst, eine grosse Menge Geschiebe, und zwar nur von Aktinolithschiefer. Auf dem weiteren Wege sieht man stellenweise aus dem Boden Serpentine hervorragen. Beiläufig am halben Wege zwischen Mioče und Uvac erscheint eine bedeutende Menge von Diabasen. Nach dem Diabas sieht man Kalke, und vor dem Dorfe Uvac selbst erscheinen abermals Serpen-



tine. Auf diesem ganzen Wege längs des Lim beobachtet man auf der gegenüberliegenden Seite des Lim an einigen Stellen eine bedeutende Anzahl von Hügeln, welche durch ihre Farbe zu erkennen geben, dass sie von Gesteinen der Serpentinzone aufgebaut sind.

Im Lim selbst findet man eine grosse Menge Geschiebe von Aktinolithschiefer und manchmal auch von Olivingabbro, doch am meisten Kalkgeschiebe.

Am Wege von Uvac gegen den Bielo brdo sieht man in der Umgebung von Štrbei Diabas, nach welchem dann weisse Mergelschiefer, welche stellenweise reich an fossilen Pflanzenresten sind, auftreten. Diese Mergel setzen über den Bielo brdo auf die entgegengesetzte Seite in das Thal der Rieka, welche in den Rzav mündet.

Noch im Bereiche der mergeligen Gesteine fliesst in das Riekathal von der Varda planina der Bach Vidaković potok herab. Als Geschiebe findet man in diesem Bache sehr selten Serpentin, viel häufiger Amphibolit und am meisten Eklogit. Von den Amphiboliten sind am gewöhnlichsten lichte Aktinolithschiefer ganz ähnlich denjenigen, welche wir von der entgegengesetzten Seite aus den Bächen Bodežnički potok und Obrvenska rieka anführten. Von Vidaković entlang der Rieka sieht man Mergel, dann Kalke. Im Bache, welcher von der Varda planina zwischen dem Han Podvaganj und dem Milanović Han (in der Karte hat dieser Han keine Bezeichnung) herabfliesst, sieht man nur Serpentesgeschiebe. Noch  $\frac{3}{4}$  Km. vom Milanović Han weiter begegnet man Kalken, und darauf erscheint am linken Ufer der Rieka Olivingabbro, doch bald nach diesem erscheint abermals Kalk (zwischen Km. 135 und 134·5). Hier biegt die Strasse auf das linke Riekaufer hinüber, und da sieht man Kalke, gleich darauf Serpentin und dann fleckigen Troktolith (135·5 Km.) und Olivingabbro. Der Troktolith ist stellenweise gestreift, weil sich in ihm der Olivin in Reihen angeordnet hat. Gleich darauf erscheint Diabas und einige Meter weiter unten abermals Kalkstein. Der Bach Turjački potok, welcher vor Dobrunj aus dem Gebirge Suha gora hervortritt, geht in seinem unteren Laufe durch Kalke und trägt als Geschiebe Serpentin und Olivingabbro. Von hier geht unser Weg immer durch Kalke, und wenn man sich dann über die Brücke auf die rechte Seite des Rzav begibt, sieht man steile Kalkfelsen, welche der Gegend ein alpines Aussehen verleihen. Hinter der Kirche in Dobrunj, vor der zweiten Brücke über den Rzav erscheint Serpentin. Gleichzeitig bemerkt man auch am linken Ufer des Rzav Kalke, doch reichen sie nicht so weit wie am rechten Ufer. Auf dieser Strecke, wo die Kalke mit den krystallinischen Gesteinen zusammenstossen, sieht man an einer Stelle, wie die Kalke steil unter die krystallinischen Gesteine einfallen, während sich an einer anderen Stelle diese Schichten erheben, und man sieht dabei deutlich, dass sie die krystallinischen Gesteine überdecken.

Wenn wir uns unterhalb Dobrunj über die zweite Brücke an das linke Ufer des Rzav begeben, führt uns der Weg an einem mit Vegetation bewachsenen Abhange vorbei, und nur hie und da ragt aus dem Boden Serpentin hervor. In der Nähe des Km. 128·5 sieht man im Flussbette des Rzav Diabafelsen herausragen, während die Berge auf der gegenüberliegenden Seite (rechtes Ufer) von Gabbro aufgebaut sind. Bald darauf erscheinen am linken Ufer bronzitführende Serpentine, welchen sich Serpentin anschliesst, der durch Umwandlung von Troktolith entstanden ist. Es ist das ein schwarzes Gestein, an welchem man kleine unregelmässige, verbogene weisse Flecke sieht, und welcher aus einem an Plagioklas sehr armen Troktolith hervorgegangen ist. Hierauf sieht man an der Strasse Diabas, dann Serpentin (Lherzololith) und abermals Diabas und Troktolith, welcher sich weiter bis Smreča, wo die Strasse beim Bache Veletovski potok auf das rechte Ufer des Rzav übergeht, fortsetzt. Auf dem weiteren

Wege von Smreča sieht man zuerst Serpentin, dann hinter dem zweiten Han Jagodin einen überaus schönen grobkörnigen Troktolith und ein wenig Olivingabbro. Darauf erscheint Serpentin und beim Km. 124 serpentinähnlicher Olivingabbro und Troktolith. Bald darauf erscheint wieder Serpentin, der später auf eine kurze Strecke verschwindet, um dann abermals zum Vorschein zu kommen, endlich erscheint an seiner Stelle Olivin-gabbro. Zuletzt begegnet man Diabas, welcher sich dann in grosser Ausdehnung bis Višegrad fortsetzt und so die Ecke, welche der Rzav mit der Drina bildet, ausfüllt. Auch an der entgegengesetzten Seite des Rzav knapp bei Višegrad selbst sieht man Diabase.

Am Wege von Višegrad gegen den Banja potok sieht man denselben Diabas, welchen wir eben erwähnten, und dasselbe Gestein findet man auch im unteren Laufe des Banja potok. Entlang dem Bache selbst erscheint bald nach dem Diabas ein Troktolith und vor Banja Serpentin. Unterhalb der warmen Quelle selbst liegt ein derber Kalkstein, und oberhalb der Quelle hat sich eine mächtige Lage von Kalktuff gebildet. Ohne Zweifel ist hier zwischen dem Kalkstein und Serpentin eine Spalte, aus welcher das warme Wasser hervorquillt, vorhanden, und wahrscheinlich hat eine Dislocationsspalte das Erscheinen von Kalk verursacht. Unten im Bache sieht man Geschiebe von Diabas, Serpentin, Troktolith und Olivingabbro. Am Troktolith und Gabbro sieht man öfters eine Streifung und Schichtung, welche durch Abwechslung von olivinreicheren Schichten mit Plagioklasschichten im Gestein verursacht sind. Oben im Bache findet man Troktolith, dann Serpentin und endlich wieder Troktolith, welcher sich bis zum Dorfe Lasice (in der Karte fälschlich als Lahce bezeichnet) fortsetzt. Gleich nach dem Troktolith erscheint Diabas, welcher wiederholt an einigen Stellen aus dem Boden hervorragt. Beim Hinansteigen aus dem Bache auf den Berg, auf welchem sich das Dorf Dolnja Dubova befindet, begegnet man Mergel und Schiefer, welche sich über die Dörfer Dubova gornja und Kobile bis zum Dorfe Crnčići fortsetzen. Sämmtliche Berge gegen Nordost und Ost und selbst der Berg Gostilj sind von Kalken und anderen sedimentären Gesteinen aufgebaut. Von Crnčići führt der Weg längs des Veletovski potok nach Smreča am Rzav. Anfangs sieht man nur Mergel, doch bald ragen unter denselben Diabase hervor. Alle höheren Spitzen im Osten bestehen aus Kalksteinen, während die Mergel nur die Thäler ausfüllen. Nach dem Diabas tritt Troktolith auf, beim Dorfe Čengić erscheint Serpentin (am linken Ufer) und dann wieder Troktolith, welcher dann bis zur Mündung des Veletovski potok nicht mehr verschwindet.

Die Hauptmasse der krystallinischen Gesteine der Serpentinzone nimmt in der Umgebung von Višegrad jenen Raum ein, welcher von dem Wege, der von Višegrad längs des Rzav nach Dobrunj und von hier über Bielo brdo, Uvac, Rudo, Sokolovići, Drinsko und zurück nach Višegrad führt, umgrenzt ist. Ueber diese Grenze tritt die Serpentinzone im Nordosten über die Drina bis an den Fuss der Semeč planina hinaus und bildet ausser den angeführten Fundorten noch zwei Hügel nördlich am linken Drinaufer. Im Nordosten überschreitet diese Zone die nächste nördliche Umgebung des Baches Banja potok, und von da biegt die nordöstliche Grenze oberhalb des Veletovski potok gegen Dobrunj ab. Die jüngeren Sedimentgesteine dringen in den erwähnten Raum der Hauptmasse an mehreren Stellen ein, wie man aus der obigen Beschreibung genau ersehen kann, doch überall erreichen sie nur die untersten Abhänge der Suha gora und Varda planina.

### a) Diabase.

1. **Der Diabas von Višegrad.** Nahe der Brücke, welche in Višegrad selbst über den Rzav führt, sieht man am linken und rechten Ufer des Rzav Diabase. Der Diabas

vom linken Ufer ist ein dunkelgraues Gestein von ziemlich feinkörniger Structur. Auch unter dem Mikroskope sieht man, dass das Gestein feinkörnig ist, seine Structur ist ophitisch. Die symmetrische Auslöschung der Plagioklase von  $10^{\circ}$  auf beiden Seiten lässt auf basische Glieder schliessen. Der Augit ist röthlichbraun und wandelt sich in einen nadelförmigen Amphibol von grüner Farbe und deutlichem Pleochroismus um. Die sehr feinen Ilmenitkörner sind schon zur Hälfte in ein blassgelbes Zersetzungsproduct umgewandelt.

**2. Die Diabase oberhalb und unterhalb Dobrunj.** Oberhalb Dobrunj erscheint entlang der Rieka zwischen dem Troktolith und Kalk beim Turjački potok ein dunkelgrauer, feinkörniger Diabas, in welchem feine Pyritkörnchen eingesprengt sind. Seine Bestandtheile sind säulenförmiger Plagioklas, brauner Augit, welcher sich in Chlorit umwandelt, und geringe Mengen von zersetztem Ilmenit und Pyrit. Seine Structur ist eine ophitische.

Weiter unten am Rzav tritt unterhalb des weiss gefleckten Serpentin ein Diabas auf, welcher durch seine Zusammensetzung und Structur dem vorigen ganz ähnlich ist, nur ist er etwas grobkörniger.

Vor Smreča sieht man einen ähnlichen Diabas von mittelgrossem Korn. Der Plagioklas ist manchmal in etwas grösseren Krystallen entwickelt und bildet so den Uebergang zum porphyrischen Diabas. Der Augit ist von röthlichbrauner Farbe und bildet durch seine Umwandlung Aggregate feiner Amphibolnadelchen von grüner Farbe und deutlichem Pleochroismus (in gelbgrüner, lichtgrüner und bläulichgrüner Farbe). Ilmenit ist reichlich vertreten und erscheint in zerhackten Körnern und kammartigen Formen.

**3. Der Diabas aus dem Bache Lazački potok** ist ein dunkelgraues Gestein von mittlerem Korn und ophitischer Structur. Die grossen säulenförmigen Plagioklase scheinen dem Bytownit anzugehören. Der beinahe ganz farblose Augit ist nur in geringer Menge enthalten, da er sich schon zum grössten Theile in faserigen und blätterigen, grünen Amphibol umgewandelt hat. Die gezackten und durchlöcherten Ilmenitkörner sind ziemlich häufig, und ausserdem findet man im Präparate auch etwas Pyrit.

**4. Der Diabas von Lasice oberhalb Banja** ist zum Theile gleichmässig feinkörnig, zum Theile wieder porphyrisch. Die säulenförmigen Plagioklase sind noch gut erhalten, während der Augit gänzlich verschwunden ist und sich in einen grünen, faserigen Amphibol umgesetzt hat. Der Ilmenit ist grösstentheils in ein blasses, körniges Zersetzungsproduct umgewandelt.

## b) Gabbro.

**1. Der Troktolith aus dem Bache Banja potok.** Dieses Gestein spaltet sich meistens plattenförmig und ist öfters hell gestreift. Besonders in einem Gestein sieht man unter dem Mikroskope, wie seine Bestandtheile parallel angeordnet sind. Die Plagioklase, welche den Hauptbestandtheil des Gesteins ausmachen, liegen beinahe alle ihrer Länge nach parallel angeordnet, und selten sieht man ein Korn diesen Reihen gegenüber querliegend. Zwischen den Plagioklasen liegen zerstreut und getrennt einzelne Olivinkörner, aber immer so, dass sie in Reihen, welche parallel den Plagioklasreihen gehen, angeordnet sind. Weil die einzelnen Olivinkörner immer etwas gestreckt sind, so fällt auch diese Streckung immer in die Richtung, in welcher die Plagioklase angereicht sind. Der Plagioklas bildet in diesem Gesteine schöne Albitzwillinge und ausserdem auch noch Zwillinge nach dem Periklingesetze. Der Olivin ist theils frisch, theils wieder zersetzt. Die Umwandlung des Olivin in Serpentin ist hier ziemlich selten.

Gewöhnlicher ist seine Umwandlung in blassgrünlichen, faserigen Amphibol, wobei man den ganzen Verlauf dieser Umwandlung vom Anfange bis zum Ende im Präparate beobachten kann.

Ein anderer Troktolith aus demselben Bache ist dadurch charakterisirt, dass in ihm Olivin in bedeutend grösserer Menge als Plagioklas vorhanden ist. Weil hier der Plagioklas jenen kleinen Raum zwischen dem Olivin eingenommen hat, so musste er sich auf dieselbe Weise ausdehnen, wie das beim Diallag im Olivingabbro vorkommt. Die Umrisse des Plagioklas sind ungewöhnlich gekrümmt, und seine Enden sind spitz ausgezogen. Er ist grösstentheils zersetzt. Bei Beginn der Zersetzung erscheint in ihm eine blätterige und körnige Trübung, welche bei gekreuzten Nicolen lebhaft Farben zeigt. Durch fortgesetzte Zersetzung nimmt die Trübung ein erdiges Aussehen an und bildet im Gestein weisse Flecke. Der Olivin wandelt sich in Serpentin um. Wäre in diesem Gesteine noch weniger Plagioklas enthalten, so hätte es ganz das Aussehen von fleckigem Serpentin, wie man solchen an einigen Punkten der bosnischen Serpentinzone antrifft.

**2. Der Olivingabbro aus dem Banja potok** ist ein grünlichgraues Gestein, an welchem seine körnige Structur kaum zu erkennen ist. Es spaltet sich ziemlich leicht zu Platten. Unter dem Mikroskope sieht man, dass die Zersetzung des Gesteines schon sehr vorgeschritten ist. Der Plagioklas ist sehr trübe durch eine grosse Menge farblosen Amphibols, welcher an zahlreichen Sprüngen in den Plagioklas eingedrungen ist. Der Olivin ist gänzlich verschwunden, und an seiner Stelle sieht man die schon früher beschriebenen Anhäufungen von faserigem Amphibol. Der monokline Pyroxen ist noch am frischesten, aber auch in ihm kann man schon den Anfang einer Trübung bemerken. Solche getrübe Krystalle sind besser gespalten, während die frischeren Krystalle das Aussehen von gewöhnlichem Augit haben. Der Pyroxen ist auch wie die übrigen Gemengtheile feinkörnig, aber seine Umrisse sind tief eingebuchtet. Im Pyroxen sieht man als Einschluss Plagioklaskörner.

**3. Der Troktolith von Lasice** ist ein grobkörniges fleckiges Gestein. Makroskopisch sieht man, dass in ihm die Plagioklase und Olivine schichtenförmig angeordnet sind, womit sie dem Gestein ein deutlich streifiges Aussehen verleihen. Die Plagioklase sind gross und säulenförmig und werden, nach ihren optischen Eigenschaften an Durchschnitten mit symmetrischer Auslöschung, allem Anscheine nach Bytownit sein. In etwas stärker zersetztem Gestein findet man von Olivin keine Spur. An seiner Stelle sieht man Tremolit, welcher zwischen den Plagioklasen langgestreckte Aggregate bildet, in welchen der Kern von gröberem und der Saum von feineren Blättchen gebildet wird. Der Tremolit dringt auch in den Plagioklas ein und hat diesen zum grössten Theil schon verdrängt. In frischem Gestein besitzt der Olivin ganz die Form der erwähnten Aggregate, und man begegnet hier nur selten dem Anfang von Metamorphose in farblosen Amphibol. Monokliner Pyroxen ist in diesem Gestein sehr selten. Er wandelt sich in blassgrünen Amphibol um. Dieser ist von dem vorigen nicht nur durch die Farbe sondern auch dadurch verschieden, dass seine Blättchen nicht so zerstreut herumliegen, sondern sich parallel zu einem Ganzen anordnen.

**4. Der Troktolith aus dem Bache Veletovski potok** ist von sehr ungleichem Aussehen. Man findet Gesteine von sehr grobem Korn und mit grossen schwarzen und weissen Flecken, während andere von gleichförmiger graulichgrüner Farbe und ziemlich dichter Zusammensetzung sind, und zwischen den beiden Varietäten sind alle Uebergänge vorhanden. Der Plagioklas ist in jedem Falle säulenförmig, aber in einem Gestein von gröberem, im anderen von feinerem Korn. Gewöhnlich ist er durch Zer-

setzung getrübt. Der Olivin ist einmal selten, ein anderes Mal wieder sehr reichlich vorhanden. Er scheint eisenarm gewesen zu sein, weil man in seinen Sprüngen keinen Magnetit sieht. Im grobkörnigen Gestein schmiegt sich öfters der Olivin in Form eines schmalen Gürtels an den Plagioklas, wie man das häufig bei den rhombischen Pyroxenen um den Olivin im Olivingabbro sehen kann. Der Olivin bildet in diesem Gestein durch Umwandlung Tremolit. In stärker zersetztem Gestein sieht man im Plagioklas rundliche Tremolitaggregate, die ihren Ursprung zweifellos dem Olivin, welcher hier eingeschlossen war, verdanken.

**5. Der Olivingabbro aus dem Bache Turjački potok** bei Dobrunj ist ein deutlich körniges Gestein, welches aus Plagioklas, Olivin, Diallag und Hypersthen zusammengesetzt ist. Der Plagioklas ist säulenförmig. Die Olivinkörner sind ein wenig gestreckt. Er wandelt sich in Serpentin um. Der Diallag ist von brauner Farbe. Seine Form ist sehr unregelmässig, indem er sich wellenförmig krümmt und in armähnliche Fortsätze ausdehnt, wobei er eine grosse Menge Plagioklaskörner umgürtet oder ganz einschliesst, auf ähnliche Weise, wie wir das schon früher beschrieben haben. Ausser Plagioklas ist in ihm auch noch Olivin eingeschlossen zu finden. Der Diallag ist streifig gespalten, und öfters sieht man in ihm braune Schüppchen in der Richtung des Orthopinakoids eingeschlossen. Hypersthen kommt nur in der Nähe von Olivin vor, welchen er oft in der Form eines längeren oder kürzeren Gürtels umrandet. Ausser der prismatischen Spaltbarkeit ist an säulenförmigen Krystallen auch noch die Querspaltbarkeit entwickelt. Im Hypersthen sieht man manchmal dieselben schüppchenförmigen Einschlüsse wie im Diallag. Ausser paralleler Auslöschung findet man an ihm einen zwar schwachen, aber deutlichen Pleochroismus in braunrother (a), gelblichrother (b) und grüngrauer (c) Farbe.

In einem anderen Olivingabbro vom selben Fundorte ist der Olivin sehr selten und zum grossen Theile in Anhäufungen eines farblosen Amphibols umgewandelt. Der monokline Pyroxen ist gelblichbraun, und die streifige Spaltung, welche nur stellenweise entwickelt ist, scheint im Zusammenhange mit der Umwandlung, von welcher er schon ergriffen ist, zu stehen. Er ist hier ganz trübe und an den Rändern in grünlichen Amphibol umgewandelt. Sehr häufig sind bei ihm Zwillinge nach dem Orthopinakoid zu sehen.

**6. Der Olivingabbro aus dem Riekathale bei Dobrunj**, welcher am linken Ufer der Rieka unweit vor ihrer Mündung in den Rzav erscheint, ist ein fleckiges und grobkörniges Gestein. Mikroskopisch unterscheidet man grosse säulenförmige Körner von Plagioklas, welcher den Hauptbestandtheil des Gesteins bildet; etwas spärlicher ist schwarzer Olivin und am wenigsten lichtgrüner Pyroxen enthalten. Spaltblättchen des Plagioklas nach der Fläche *P* löschen beim Winkel von  $21^{\circ}$  aus und solche nach der Fläche *M* bei  $30^{\circ}$ , somit ist dies Bytownit. Der Olivin ist zwischen den Plagioklasen eingezwängt, weshalb seine Körner gewöhnlich etwas gestreckt sind. Er ist frisch. Der monokline Pyroxen hat entweder eine abgerundete oder gestreckte Form und ist beinahe farblos. Die prismatische Spaltbarkeit ist schwach entwickelt; von einer pinakoidalen Absonderung findet man keine Spur, und Spaltblättchen löschen immer schief aus. Manchmal begegnet man Zwillingen nach dem Orthopinakoid. Ausser dem Magnetit in den Olivinsprüngen ist im Gestein kein anderes Eisenerz vorhanden. Als Einschlüsse sieht man im Plagioklas feine Olivinkörnchen und im Pyroxen runde Körner von Plagioklas.

**7. Der Olivingabbro aus dem Thale des Rzav** ist von grobem Korn. Sein Plagioklas gehört zu den Bytowniten, weil Spaltblättchen nach der Fläche *P* unter dem

Winkel von  $22^\circ$  und solche nach der Fläche  $M$  bei  $32^\circ$  auslöschen. Der monokline Pyroxen hat immer unregelmässige Formen; seine gewundenen Fortsätze ziehen sich zwischen den Plagioklasen hindurch, als ob sie schmale Sprünge ausfüllten. Er ist farblos oder hell gefärbt. Seine Spaltbarkeit ist faserig, und Spaltblättchen zeigen immer parallele Auslöschung, er ist also ein Diallag. Als Einschluss findet man in ihm Plagioklaskörner, er selbst kommt viel seltener im Plagioklas eingeschlossen vor. Der Olivin hat sich in die bekannten Anhäufungen von farblosem Amphibol umgewandelt.

Der Olivingabbro, welcher in unmittelbarer Nähe des vorigen vorkommt, zeigt einen bedeutenden Unterschied im Pyroxen und Plagioklas. Der Pyroxen ist von blassgelblicher bis brauner Farbe, schwacher Spaltbarkeit, und an Querschnitten kann man nur die prismatische Spaltbarkeit sehen. Die Plagioklase sind so stark von feinen Einschlüssen erfüllt, dass sie braun durchscheinend und nur an den Rändern rein sind. Bei starker Vergrößerung unterscheidet man eine grosse Menge ungewöhnlich langer und feiner Nadelchen, die sich in der Richtung der Fläche  $M$  anreihen. Neben diesen Nadelchen oder auch für sich allein sieht man öfters auch noch eine bedeutende Menge eines unbestimmbaren feinen Pulvers. Auch im Olivin dieses Gesteins sieht man manchmal dunkle nadelförmige Einschlüsse, parallel der Hauptachse gerichtet.

**8. Die Troktolithe aus dem Thale des Rzav** wechsellagern mit dem Olivingabbro. Sie sind beinahe immer grobkörnig und von fleckigem Aussehen. Auch hier ist der Plagioklas ein Bytownit. Spaltblättchen nach  $P$  haben einen Auslöschungswinkel von  $21-22^\circ$ , und nach der Fläche  $M$  beträgt dieser Winkel  $30^\circ$ . Der Olivin hat eine um so unregelmässigere Form, je häufiger und regelmässiger der Plagioklas im Gestein ist. Er ist als Einschluss im Plagioklas enthalten und ebenso auch Plagioklas im Olivin. Der Diallag ist hier sehr selten; gewöhnlich findet man nicht eine Spur von ihm.

**9. Der Olivingabbro von Pijavice** ist ein dunkelgraues grobkörniges Gestein. Seine Bestandtheile sind Plagioklas, Olivin, monokliner und rhombischer Pyroxen. Der Plagioklas bildet den Hauptbestandtheil des Gesteines. Seine säulenförmigen Krystalle sind stark zersprungen und die Sprünge beinahe immer gegen den Olivin hin gerichtet. An einem regelmässigen Spaltblättchen nach der Fläche  $M$  sieht man im convergenten Lichte den seitlichen Austritt einer optischen Achse und eine Auslöschungsschiefe von  $33^\circ$ , während im Präparate die symmetrische Auslöschung das Maximum von  $24^\circ : 25^\circ$  erreichte, wonach auch dieser Plagioklas zu Bytownit zu stellen ist. Der Plagioklas schliesst Körner von Pyroxen ein. Der Olivin erscheint in langen gestreckten Körnern, er schliesst säulenförmige Plagioklaskrystalle ein. Der monokline Pyroxen ist ziemlich selten, dehnt sich in lange und schmale Fortsätze aus und hat das Aussehen von gewöhnlichem Augit. Er ist von licht gelblichbrauner Farbe. An den Olivin schmiegen sich ziemlich oft schmale Streifen in Gestalt eines Gürtels von einem Mineral an, in welchem man Hypersthen erkennt. Diese Umhüllungen löschen immer parallel ihrer Spaltbarkeit aus und zeigen einen zwar schwachen, aber deutlichen Pleochroismus in schwachgrüner, blassrother und gelbrother Farbe.

---

Bei der Beschreibung der Gesteine aus dem Ravni potok bei Duboštica erwähnten wir, dass in der Familie der Gabbros Gesteine vorkommen, in welchen der reichlichste Gemengtheil Olivin ist, während die übrigen Minerale, besonders die Plagioklase einen accessorischen Charakter annehmen. Solche Gesteine bilden durch Metamorphose einen Serpentin, welcher vom gewöhnlichen Peridotserpentin dadurch ver-

schieden ist, dass man an ihm weisse Flecken sieht, welche aus den Plagioklasen entstanden sind. Solchen fleckigen Serpentin sieht man an mehreren Stellen unter dem Geschiebe in der Umgebung von Višegrad, und anstehend erwähnte ich ein solches Gestein zwischen Dobrunj und Smreča aus dem Rzav und dann unterhalb Jagodina beim 124. Km. In dem letztangeführten Gestein erkennt man im Dünnschliff die Bestandtheile des Olivinabbro und ausserdem auch noch primären Aktinolith. Der Olivin ist hier der vorwiegendste Bestandtheil. Seine Sprünge sind von Magnetit erfüllt, und dabei ist er einmal frisch, ein anderes Mal in Serpentin umgewandelt. Der Diallag ist von brauner Farbe, streifiger Spaltbarkeit, unregelmässigen und gestreckten Umrissen und ziemlich frisch. Plagioklas ist sehr wenig vorhanden. Er nimmt die kleinen Zwischenräume zwischen dem Olivin ein und streckt und windet sich deshalb um den abgerundeten Olivin herum. Gewöhnlich ist im Plagioklas nur der Kern frisch, so dass man in demselben die Zwillinglamellen unterscheiden kann, während sonst Alles metamorphosirt ist. Zu Beginn der Metamorphose entsteht im Plagioklas ein Aggregat scharf polarisirender Blättchen und Körnchen, und später nimmt dieses Aggregat ein kaolinisches Aussehen an. Der Aktinolith schmiegt sich gern um den Olivin in Form einer Hülle, überhaupt dann, wenn in unmittelbarer Nähe Plagioklas vorhanden ist. Er ist entweder farblos oder unbedeutend grünlich. In einem Gestein ist er schwach grünlichbraun und deutlich pleochroitisch. Gewöhnlich erscheint er in Körnern, seltener ist er säulenförmig. Die prismatische Spaltbarkeit ist gut entwickelt, was man besonders deutlich an Querschnitten sehen kann; säulenförmige Krystalle haben auch noch eine Querspaltbarkeit. Wo diese compacten, abgerundeten Körner auf einem grösseren Raume entwickelt sind, dort bilden sie eine schöne zellenartige Structur wie bei einem Pyroxenit. Dass dieser Aktinolith hier primär ist, steht ausser Zweifel, weil man an den übrigen Bestandtheilen nirgends eine Umwandlung in Aktinolith constatiren kann.

### c) Serpentine.

Die Serpentine der Umgebung von Višegrad sind alle aus Lherzoliten entstanden. Aus dieser Gegend untersuchte ich Gesteine aus dem Bache Banja potok, aus dem Thale des Rzav, von Zlostup, von Cikote und aus dem Kruševići potok. In allen diesen Gesteinen bildet Olivin den vorwiegendsten Bestandtheil. Er ist hier entweder frisch oder in Serpentin umgewandelt. Ebenso sind auch überall beide Pyroxene, monokliner und rhombischer (Bronzit und Diopsid), entwickelt. Dabei ist gewöhnlich Bronzit vorwiegend, nur im Lherzolith aus dem Kruševići potok bleibt er weit hinter dem Diopsid zurück. In grösseren Bronzitkrystallen sieht man oft Olivinkörner und Blättchen von monoklinem Pyroxen eingeschlossen, und in grösseren Diopsiden findet man als Einschluss Olivin. Beide Pyroxene sind farblos, und ihre Spaltbarkeit ist gewöhnlich schwach ausgeprägt. Wo die Zersetzung weiter vorgerückt ist, dort ist der Bronzit in Bastitserpentin umgewandelt, während der Diopsid gewöhnlich ganz frisch ist. Die Pyroxene sind im Gestein gewöhnlich für sich gesondert entwickelt, und im Serpentin aus dem Banja potok sind sie ganz vom Olivin getrennt und bilden so Streifen, in welchen der Olivin fehlt, wobei auch in den Olivinstreifen keine Pyroxene enthalten sind. Picotit erscheint in braunrothen Blättern beinahe überall in bedeutender Menge.

### d) Amphibolite und Eklogite.

1. Die Aktinolithschiefer aus dem Bache Vidakovičev potok. Beim Hinabsteigen vom Bielo brdo in das Thal, welches nach Dobrunj führt, begegnet man im ersten

Bache, welcher aus der Varda planina heraustritt und unterhalb Vidaković an den mergeligen Gesteinen vorbei in das Riekathal mündet, eine grosse Menge Geschiebe krystallinischer Gesteine der Serpentinzone. Unter diesen Gesteinen sind am vorwiegendsten Eklogitpyroxenite, dann Aktinolithschiefer, in etwas geringerer Menge findet man hier pyroxenführende Amphibolite und am wenigsten Serpentine. Am Wege vom Vidakovičev potok über Dobrunj bis Višegrad findet man nirgends Amphibolschiefer anstehend, ebenso trifft man auch in keinem Bache der aus der Varda oder Suha gora kommt, Geschiebe von Hornblendegesteinen, weshalb man zu dem Schlusse kommen muss, dass all jenes zahlreiche Geschiebe von Amphibolschiefen (hauptsächlich von Aktinolithschiefern), welches man in der Rieka und dem Rzav findet, aus dem Vidakovičev potok stammt.

Der Aktinolithschiefer aus dem Vidakovičev potok ist ein hellgraues Gestein mit kaum merklich grüner Färbung. Er ist grobkörnig, und die einzelnen Körner sind ein wenig gestreckt und in derselben Richtung abgeplattet, wodurch das Gestein ein deutlich schieferiges Aussehen bekommt. Unter dem Mikroskope findet man als Bestandtheile des Gesteines Aktinolith, Salit und Feldspath, woran sich noch secundärer Tremolit anschliesst.

Der Aktinolith erscheint in langen, säulenförmigen Krystalloiden von 1—3 mm. Länge und über 1 mm. Breite. Er ist von kaum bemerkbarer grünlicher Farbe, während sein Pleochroismus beinahe gar nicht zu erkennen ist. Die prismatische Spaltbarkeit ist gut entwickelt, und an Querschnitten bildet sie den für Amphibol charakteristischen Winkel. Ausser der prismatischen Spaltbarkeit ist auch die Querspaltbarkeit entwickelt, doch geht dieselbe gewöhnlich nicht durch den ganzen Krystall, sondern gliedert nur die einzelnen Säulchen, welche durch prismatische Spaltung entstanden sind. Der Auslöschungswinkel erreicht  $22^{\circ}$ . Manchmal findet man im Aktinolith einige Salitkörnchen eingeschlossen.

Der Salit ist gänzlich farblos. Er ist im Gestein in bedeutend geringerer Menge als Aktinolith vorhanden. Vom letzteren ist er auch noch dadurch verschieden, dass seine Körner mehr in die Breite als in die Länge verzogen sind, und dass seine Doppelbrechung eine stärkere ist. Die prismatische Spaltbarkeit ist gut entwickelt, und ausser ihr sieht man auch noch einige Querlinien. Der Auslöschungswinkel übersteigt  $40^{\circ}$ . An basalen Schnitten, wie auch an den parallel auslöschenden, sieht man im convergenten Lichte den Austritt einer optischen Achse. Im Salit findet man als Einschluss grössere Körner von Aktinolith, mit welchem er auch sonst im Gestein immer in Zusammenhang steht.

Die Feldspathe sind immer beisammen und füllen jenen kleinen Raum aus, welcher vom Aktinolith und Salit freigelassen wurde. Sie erscheinen in der Gestalt feiner und unregelmässiger Körner und geben sich meist als vielfältige Zwillinge nach dem Albitgesetze zu erkennen, zwischen welchen manchmal auch noch Lamellen nach dem Periklingesetze eingeschaltet sind. Nach dem grossen Auslöschungswinkel an Schnitten senkrecht zur Fläche *M*, scheinen es basische Plagioklase, Bytownite oder vielleicht Anorthite zu sein.

An einzelnen Stellen im Dünnschliff wandelt sich der Plagioklas in ein Aggregat äusserst feiner Schüppchen eines farblosen Minerals um. Diese Metamorphose kann man durch ihren ganzen Verlauf beobachten. Man sieht, wie an manchen Stellen dieses Aggregat immer tiefer und tiefer in den Plagioklas eindringt, wie anderswo in diesem Aggregate noch hie und da unzersetzte Reste von Plagioklaskörnchen schwimmen, und wie zuletzt auch diese verschwinden. In den frischen Partien des



Präparates sieht man, dass die Anhäufungen von Plagioklas einen ebenso gestalteten Raum zwischen und um den Aktinolithen einnehmen, wie er in den zersetzten Partien von den schuppigen Aggregaten eingenommen wird. Die Schüppchen dieser Aggregate sind aussergewöhnlich fein und dabei unregelmässig. Ihre Doppelbrechung ist nicht schwach, und wo man bei stärkerer Vergrösserung die Auslöschung messen kann, da sieht man, dass dieselbe schief ist und einen kleinen Winkel besitzt. Demnach wird das ein Hornblendemineral sein, und zwar wahrscheinlich Tremolit. Weiter unten werden wir einen anderen Aktinolithschiefer kennen lernen, in welchem sich die Plagioklase in ähnliche Aggregate, aber von bedeutend gröberen Blättern umwandeln, wo die Hornblendenatur derselben deutlicher zum Ausdruck gelangt ist.

In einem anderen Gesteine aus demselben Bache, welches aus beinahe farblosem säulenförmigem Aktinolith, spärlichem farblosem Salit und unregelmässig körnigem basischem Plagioklas (Auslöschungswinkel  $20^{\circ} : 20^{\circ}$ ), zusammengesetzt ist, ist der Plagioklas ganz frisch. Dieses Gestein ist stark zerklüftet, man sieht im Dünnschliff, wie eine grosse Anzahl von Sprüngen nach allen Richtungen den Aktinolith und Plagioklas verquerend verlaufen, und diese Sprünge sind von jenem schuppigen Mineral, von welchem wir sagten, dass es wahrscheinlich Tremolit ist, ausgefüllt.

Im Vidakovičev potok kommen auch solche Aktinolithschiefer vor, in welchen Salit sehr selten ist, und in einem dieser Gesteine ist auch im Dünnschliff die schieferige Natur sehr deutlich ausgeprägt. Die beinahe farblosen Aktinolithsäulen sind alle mit ihrer Längsachse parallel angeordnet, und dieselbe Richtung wird auch von den groben, etwas gestreckten Plagioklaskörnern beibehalten.

Die graulichgrünen Gesteine, die man im selben Bache antrifft, bilden den Uebergang zu den gewöhnlichen Amphiboliten.

Der Amphibol ist hier im Präparate von unregelmässig blätteriger Form und von schön grüner Farbe mit deutlichem Pleochroismus in blaugrüner, braungrüner und blassgelber Farbe. Der Salit ist von schwach grüner Farbe und hat ausser der prismatischen manchmal auch eine basale Spaltbarkeit. Er erscheint immer in der Nähe des Amphibol. Die Plagioklase sind von feinerem und gröberem Korn und halten sich immer beisammen. Wegen des grossen Auslöschungswinkels an Schnitten senkrecht zur Fläche *M* werden das wahrscheinlich Anorthite sein. Titanit erscheint in geringerer Menge und hat die Gestalt keilförmig gespitzter Körner.

**2. Der Eklogitpyroxenit aus dem Vidakovičev potok** ist ein dunkelgraues Gestein, in welchem eine grosse Anzahl rother Granate eingestreut liegen, welche 1—2 Mm. breit sind. Das Gestein ist frisch und aussergewöhnlich zähe, so dass es beinahe unmöglich ist, von demselben ein Handstück abzuschlagen. Die mikroskopischen Bestandtheile desselben sind Omphacit, Amphibol, Plagioklas, Granat und Rutil.

Den Hauptbestandtheil des Gesteines bildet der Omphacit. Er ist von lichtgrüner Farbe. Seine unregelmässigen Körner sind gröber oder feiner. Manchmal findet man ihn als Einschluss im Granat.

Der Amphibol steht nach seiner Menge weit hinter dem Omphacit. Gewöhnlich erscheint er in der Gestalt sehr feiner Blättchen im Omphacit eingewachsen; die selbstständig ausgebildeten Körner sind bedeutend grösser. Er hat eine braune Farbe und ist stark pleochroitisch in dunkelbrauner, gelbbrauner und blassgelber Farbe.

Der Granat erscheint in abgerundeten Körnern; im Dünnschliff ist er fleischroth und stark zersprungen. Ausser Omphacit sieht man in einigen Körnern eine grosse Menge gelber Nadelchen und Körnchen von Rutil eingeschlossen. Um den Granat ist beinahe immer die centrische Structur entwickelt. Um den Granat ist nämlich eine

Reihe gekrümmter Säulchen von Omphacit, stellenweise auch von Amphibol radial angeordnet.

Der Plagioklas bildet immer für sich allein entweder längere oder kürzere Anhäufungen. Er ist frisch, glasisch und von unregelmässigem Korn. An den meisten sieht man viele Zwillinglamellen, und, nach der Lichtbrechung, sind sehr wahrscheinlich auch die nichtverzwillingten Feldspathe Plagioklase. Wegen des grossen Auslöschungswinkels an senkrechten Schnitten zu *M* wird das Bytownit oder Labradorit sein. Manchmal findet man ihn als Einschluss im Omphacit.

**3. Die Aktinolithschiefer im Kruševički potok** treten anstehend an Serpentin anliegend bei der Mündung des Bodežnički potok auf. Es sind das Gesteine von hell graulichgrüner Farbe und deutlich schieferiger Structur. Im Dünnschliff ist der Aktinolith ganz farblos. Spaltblättchen zeigen einen Auslöschungswinkel von  $12^{\circ}$ . Dieser farblose Aktinolith ist nicht säulenförmig, sondern hat die Gestalt breiter Blätter. Indessen ist dem nicht immer so. Es kommen hier Gesteine vor, in welchen der Aktinolith in der Form schöner Säulen mit Längs- und Querspaltung entwickelt ist. Diese Säulen sind entweder schwach grünlich oder empfindlich grün mit deutlichem Pleochroismus in bläulichgrüner (c), gelbgrüner (b) und blassgelber (a) Farbe. Der Auslöschungswinkel erreicht  $22^{\circ}$ . In den Dünnschliffen dieser Schiefer sieht man zwischen den Aktinolithen grössere kaolinartige dunkelgraue Flecken hindurchziehen. Wo diese Flecken nicht gänzlich trübe sind, dort beobachtet man feine Tremolitschüppchen, wie wir sie beim Gestein aus dem Vidakovičev potok beschrieben haben, und es ist leicht möglich, dass da, wo sich jetzt diese Flecken befinden, vorher Plagioklas gewesen war. Andere Minerale findet man in diesem Gestein nicht.

**4. Der Hornblendefels aus dem Kruševički potok**, welchen man anstehend weiter oben oberhalb der Aktinolithschiefer antrifft, ist ein schwarzgrünes Gestein, welches sich plattenförmig spaltet. Unter dem Mikroskope sieht man, dass er einzig aus Amphibol besteht. Seine säulenförmigen grossen Körner haben unregelmässige Umrisse und eine deutliche prismatische Spaltbarkeit. Er ist von grüner Farbe und starkem Pleochroismus in blaugrüner, grasgrüner und blassgelber Farbe. An Spaltblättchen beträgt der Auslöschungswinkel  $11^{\circ}$ , und im Dünnschliffe erreicht derselbe Winkel  $18^{\circ}$ .

**5. Die Pyroxenamphibolite aus dem Kruševički potok** sind im unteren Bachlaufe ziemlich häufig als Geschiebe anzutreffen. Weil dieses Gestein ziemlich verwandt ist mit den Eklogiten, welche man anstehend unterhalb des Jarački potok am rechten Ufer des Kruševički potok begegnet, so ist es leicht möglich, dass es aus der Nachbarschaft derselben her stammt. Ein solches Gestein ist schwarzgrau und besteht aus Amphibol und monoklinem Pyroxen (Salit). Der Amphibol erscheint in schönen grossen Körnern von unregelmässiger Form. Seine Farbe ist tiefgrün und der Pleochroismus stark. Spaltblättchen haben einen Auslöschungswinkel von beiläufig  $11^{\circ}$ . Manchmal begegnet man Zwillingen nach dem bekannten Gesetze, wo das Orthopinakoid die Zwillingsebene bildet. Als Einschluss findet man im Amphibol öfters einige Körnchen von monoklinem Pyroxen. Der monokline Pyroxen (Salit) selbst ist ganz farblos und erscheint in unregelmässigen Körnern von schwacher Spaltbarkeit. Plagioklas ist im Gestein sehr selten, im Dünnschliff bekommt man selten ein Körnchen zu sehen.

Ein anderer „granatführender Pyroxenamphibolit“ ist ein dunkelgrünes Gestein mit schwach ausgeprägter Schieferigkeit und einer grossen Menge kleiner Granate, welche 5—10 Mm. breit sind. Unter dem Mikroskope sieht man als Gemengtheile Amphibol, Salit, Granat und Plagioklas. Der Amphibol und Pyroxen halten sich immer dicht beieinander und bilden gesonderte Züge, in welche der Plagioklas selten eindringt,

wie auch andererseits in den Plagioklaszügen selten Amphibol und Pyroxen anzutreffen sind. Der Amphibol erscheint in grösseren und kleineren Krystalloiden. Er ist von grüner Farbe und ziemlich starkem Pleochroismus in bläulichgrüner, gelblichgrüner und blassgelber Farbe. Der Auslöschungswinkel reicht bis  $22^{\circ}$ .

Der monokline Pyroxen (Salit) ist ganz farblos oder kaum merklich grün. Auch er tritt in zwei verschiedenen Grössen auf. Die grösseren Individuen bilden ganz unregelmässige Körner, während die kleineren immer eine abgerundete Form besitzen. An Querschnitten sieht man ausser der prismatischen keine pinakoidale Spaltbarkeit; an Längsschnitten grösserer Körner sieht man öfters auch noch Querrisse. Der Pyroxen ist sehr oft mit Amphibol unregelmässig verwachsen, und gewöhnlich ist dabei die Grenze zwischen beiden Mineralen undeutlich, ein Mineral verliert sich allmähig im anderen. Der Granat hat im Dünnschliff eine fleischrothe Farbe. Er bildet auch hier das Centrum, um welches sich in unmittelbarer Nähe Amphibol centrisch anordnete. Dieser Amphibol hat die Gestalt sehr feiner verbogener Stäbchen, welche radial in einen schmalen Kranz um den Granat angeordnet sind, wie es im Bilde bei Cohen zu sehen ist (Mikrophotographien LXIII, 1). Die Farbe dieser Amphibole ist blaugrün, und ihre krystallographische Hauptachse liegt senkrecht zur Länge der Stäbchen. Plagioklas erscheint in sehr feinkörnigen Aggregaten zwischen den Amphibolpyroxen-Anhäufungen. Die Zwillinglamellen sind ausserordentlich schmal und oft sind beide Zwillingsgesetze entwickelt. An einem Durchschnitte betrug der Auslöschungswinkel links und rechts  $24^{\circ} : 26^{\circ}$ , demnach könnte das Bytownit oder Anorthit sein.

**6. Der Eklogit aus dem Kruševički potok** ist ein zähes dunkelgraues Gestein mit einer grossen Menge Granat von 1—2 Mm. Durchmesser. Unter dem Mikroskope sieht man als Hauptbestandtheile Omphacit und Granat, welchem sich auch noch Amphibol in einigen Blättchen beigesellt.

Der Omphacit erscheint in feinen Körnern von ziemlich gleicher Dimension. Er ist von grünlicher Farbe und schwacher Spaltbarkeit.

Der Granat hat im Dünnschliff eine blassrothe Farbe. Einschlüsse sind in ihm ziemlich wenig vorhanden. Manchmal sieht man in ihm einige kleine eiförmige Omphacitkörnchen, einige gelbe Rutilkörnchen und farblose Körnchen eines stark doppelbrechenden Minerals, wahrscheinlich von Zirkon. Um den Granat und dann ziemlich oft zwischen den Omphaciten ziehen sich schmale Anhäufungen von farblosen, sehr feinen Blättchen, welche bei gekreuzten Nicols sehr lebhafte Farben zeigen. Sehr seltene grössere Blättchen haben eine ausgeprägte Spaltbarkeit und einen kleinen Auslöschungswinkel, so dass dies ohne Zweifel ein Hornblendemineral ist. Hie und da gesellt sich zu diesem farblosen Amphibol noch in geringer Menge ein grüner faseriger Amphibol, welcher auch stellenweise überhand nimmt. Diese Anhäufungen sind, wie man deutlich sehen kann, secundären Ursprunges.

Der Amphibol ist in Hinsicht der Individuen ziemlich zahlreich vertreten, jedoch in so feinen Blättchen, dass er im Gestein nicht einmal ein Procent vom Gemenge ausmacht. Etwas grössere Blättchen sind selten. Er ist von gelbbrauner Farbe, an allen grösseren Blättchen kann man leicht die Eigenschaften des Amphibol feststellen, und wie in anderen ähnlichen Gesteinen, so erscheint auch hier der Amphibol immer in Gesellschaft mit dem Pyroxen, dringt in denselben ein, wobei er sich gewöhnlich so langsam im Omphacit verliert, dass zwischen dem einem und dem anderen Mineral keine scharfe Grenze zu erkennen ist.

Magnetit ist im Gestein in bedeutender Menge vorhanden, und zwar in der Form unregelmässiger Körner.

**7. Der Pyroxenamphibolit von Sokolović** (gegen die Obrvenska rieka hin) ist ein graulichschwarzes Gestein, etwas ins Grüne spielend. Makroskopisch erkennt man abgeplattete Körner von dunkelgrünem Amphibol und schmutzigweisse Anhäufungen von Feldspath; unter dem Mikroskope sieht man im Dünnschliff Amphibol, monoklinen Pyroxen (Salit) und Feldspath. Der Amphibol erscheint in grösseren, unregelmässigen Körnern, er ist von grüner Farbe und deutlichem Pleochroismus. Spaltblättchen zeigen einen Auslöschungswinkel von  $90^\circ$ . Mit ihm im Zusammenhange steht der monokline Pyroxen in etwas kleineren Körnern. Er ist farblos und zeigt ausser der prismatischen Spaltbarkeit oft noch die basale. Die Zwischenräume des Amphibol sind mit unregelmässigen Plagioklaskörnern ausgefüllt, welche in den meisten Fällen als Plagioklase mit feinen Zwillingslamellen nach dem Albitgesetze und auch nach dem Periklingesetze zu erkennen sind. Nach ihren optischen Eigenschaften werden es Bytownite oder Anorthite sein. Auch hier wandeln sich die Feldspathe in feine Blättchen von farblosem Amphibol um, und stellenweise ist der Feldspath ganz in ein Amphibolaggregat umgewandelt, während man sonst noch unzersetzte Feldspathkörner, umgeben von jenem blättrigen Amphibol, antrifft. Die Sprünge, welche man im Dünnschliff sieht, sind mit demselben blätterigen Mineral erfüllt, nur sind die Blättchen hier viel gröber und zeigen bei gekreuzten Nicols lebhaftere Farben und kleinen Auslöschungswinkel.

**8. Die Aktinolithschiefer aus der Obrvenska rieka** sind lichtgrüne Gesteine mit ziemlich deutlich ausgeprägter Schieferigkeit. Aktinolith bildet ihren Hauptbestandtheil. Er erscheint in grossen, säulenförmigen Krystallen mit prismatischer und manchmal mit basaler Spaltbarkeit. Er ist von ganz lichtgrüner Farbe und ziemlich schwachem Pleochroismus, doch bemerkt man in der Richtung der Achse  $\epsilon$  eine etwas blaue Färbung und in den Richtungen der beiden anderen Achsen eine kaum merkbare Aenderung in grüne und gelbliche Farbe. Als Einschluss findet man in ihm manchmal Plagioklaskörner. Salit ist nicht reichlich vorhanden, aber dort, wo er erscheint, in Reihen zwischen Aktinolith angeordnet. Der Plagioklas ist für sich gesondert und füllt die schmalen und langgezogenen Zwischenräume des Aktinolith aus. Nach den optischen Eigenschaften scheint er dem Anorthit anzugehören. Man findet Gesteine, in welchen der Plagioklas ganz frisch ist, während man wieder in anderen Gesteinen sieht, wie er sich zerfasert, in Körner zerfällt und durch Umwandlung in blätterige Aggregate von Tremolit übergeht. Die Tremolitblätter sind hier etwas gröber als in den vorigen Aktinolithschiefern und bringen ihre Hornblendenatur besser zum Ausdruck. Noch gröbere Blätter füllen die Sprünge aus, welche den Dünnschliff durchziehen.

**9. Der Pyroxenamphibolit von Rudo** (am linken Limufer) ist ein schwarzer Amphibolit, aus welchem feine, weisse Flecken hervorblicken. Unter dem Mikroskope sieht man im Dünnschliff Amphibol, monoklinen Pyroxen, Feldspath, Titanit und manchmal Rutil.

Amphibol erscheint in grossen, unregelmässigen Körnern. Er ist grün gefärbt und stark pleochroitisch in blaugrüner, lichtgrüner und gelblichgrüner Farbe. Der Auslöschungswinkel reicht bis  $18^\circ$ .

Monokliner Pyroxen (Salit) ist in manchen Stücken ziemlich reichlich, in anderen wieder selten, doch nirgends fehlt er gänzlich. Er ist farblos oder schwach grünlich und erscheint immer in Gesellschaft mit dem Amphibol.

Feldspath ist ziemlich reichlich enthalten und erscheint in ganz kleinen Körnern, an welchen man manchmal feine Zwillingslamellen beobachten kann. Er ist hier gewöhnlich durch Zersetzung gänzlich getrübt.

Titanit ist ebenso wie Pyroxen in einigen Gesteinen in grosser Menge enthalten, während er in anderen wieder selten ist. Seine Körner sind an beiden Enden zuge-

spitzt, ihre Oberfläche ist rau und ihre Farbe graulichgelb. Gewöhnlich findet man im Titanit eingewachsene feine, gelbe Rutilkörnchen. Auch ausserhalb des Titanits sieht man im Dünnschliff einige Rutilkörner.

**10. Der Pyroxenamphibolit und der Eklogitamphibolit von Zlostup.** Am Wege von Rudo nach Uvac begegnet man bei Zlostup hinter dem Serpentin einem Pyroxenamphibolit mit seltenen Granaten, doch bald darauf nimmt dieses Gestein das Aussehen von Eklogit an und geht in Eklogitamphibolit über. Der Pyroxenamphibolit selbst ist ein feinkörniges, schwarzes Gestein, in welchem man hie und da kleine, zersprungene Körner eines röthlichen Granats bemerkt. Unter dem Mikroskope sieht man im Dünnschliff als Gemengtheile Amphibol, monoklinen Pyroxen, Feldspath und einigen Granat.

Amphibol erscheint in feinen unregelmässigen Blättern, er ist von brauner Farbe und starkem Pleochroismus. Sein Auslöschungswinkel erreicht  $18^{\circ}$ . An den Rändern wandelt er sich in grünlichen und faserigen Amphibol um.

Der monokline Pyroxen hat eine schwachgrüne Farbe und erscheint in kleinen Körnern. Er ist beinahe immer unregelmässig mit Amphibol verwachsen. Durch Zersetzung wird er trübe und füllt sich mit einem dunklen Pulver an.

Die Feldspathe sind im Gestein durch Zersetzung gewöhnlich ganz trübe, und man kann deshalb nur selten ihre Zwillingslamellen sehen. Auch sie erscheinen in winzigen unregelmässigen Körnern.

Granat ist im Dünnschliff sehr selten. Er ist von blasser fleischrother Farbe, unregelmässigem Korn und zersprungen.

Der Eklogitamphibolit ist ein dunkelgraues Gestein voll feiner Granaten. Unter dem Mikroskope sieht man, dass sich die Menge des Amphibol bedeutend reducirt hat und an seiner Stelle monokliner Pyroxen in grösserer Menge erschienen ist. Ebenso hat sich auch die Menge von Granat vergrössert. Der Amphibol hat hier wie im vorigen Gestein eine braune Farbe, während der körnige monokline Pyroxen eine deutlichere grüne Farbe und das Aussehen von Omphacit angenommen hat. Um den Granat hat sich feinkörniger Feldspath ausgeschieden, in welchem man pegmatitisch eingewachsene Omphacit- und Amphibolstäbchen beobachten kann. Diese Stäbchen sind unregelmässig gekrümmt und radial um den Granat angeordnet, wodurch auf diese Art eine centriscche Structur hervorgeht, wie wir sie oben beschrieben haben. Der Granat selbst erscheint in ziemlich unregelmässigen, stark zersprungenen Körnern, und in den Sprüngen sieht man durch Metamorphose Chlorit entstehen. Die Feldspathe sind feinkörnig und ziemlich frisch. Zum grössten Theile sind sie als Plagioklase zu erkennen, in welchen sich zum Albitgesetz öfters auch noch das Periklingesetz gesellt. Die Feldspathe sammeln sich meist in grössere Aggregate, aber ziemlich oft dringen einzelne Körner auch zwischen den Omphacit ein.

### III.

Wenn man den einförmigen Lauf der bosnischen Serpentinzone in Betracht zieht, wie dieselbe in stets gleicher Zusammensetzung von Nordwest gegen Südost streicht, muss man auf den Gedanken kommen, dass sie ein Ganzes, eine geologische Einheit, welche nur stellenweise von jüngeren Bildungen überlagert ist, bildet. Die Hauptkette dieser Zone erstreckt sich von der Kozara planina bis nach Kladanj und Olovo, und auf diesem grossen Flächenraume ist die Kette in grösserem Masse nur im Vrba-thale unterbrochen. Zwischen dem Vrba und der Bosna breitet sich die Serpentinzone von der Ljubić planina bis an die Skatovica, den Uzlomac und die Borja planina

aus, und dieselbe Ausdehnung erreicht sie im Flussgebiete der Krivaja. Hier am südöstlichen Ende bei Olovo und Kladanj verliert sich die Serpentinzone unter jüngeren Gesteinen, um dann wieder in derselben Richtung — im Südosten — in der Umgebung von Višegrad zum Vorschein zu kommen. Mit dieser Hauptkette parallel laufen nördlich von Maglaj zwei andere Ketten. Eine Kette hat ihre Achse in der Ozren planina. Die andere Kette, in der Majevisa, ist an vielen Stellen unterbrochen und erreicht eine grössere Ausdehnung nur zwischen Kalesija und Zvornik.

Die krystallinischen Gesteine, welchen man in der bosnischen Serpentinzone begegnet, sind: Granit, Melaphyr, Diabas, Olivingabbro, Troktolith (Forellenstein), Lherzololith, verschiedene Amphibolite, Pyroxenite und Eklogite, krystallinischer Kalkstein und Granatphyllit. Der Granit wurde längs des Ufers der Mala Bukovica im Ozren zwischen Lherzololith- und Amphibolitbruchstücken gefunden. Diabase findet man beinahe im ganzen Gebiete der Serpentinzone, hauptsächlich begegnet man ihnen an den Aussenrändern oder in den tieferen Thälern der Serpentinzone. In der Krušička rieka im Ozren sieht man einen Diabas, welcher Lherzololith durchsetzt. Melaphyr erscheint viel seltener und gewöhnlich in der Nähe von Diabas. Die Hauptmasse der Serpentinzone ist in ihrer ganzen Ausdehnung aus Olivingabbro, Troktolith, Lherzololith und Amphibolit aufgebaut. Wo immer die Serpentinzone in grösserer Ausbreitung zu Tage tritt, dort fehlt ihr kein einziges dieser Glieder. Zu den Amphiboliten gesellen sich stellenweise noch Pyroxenite und Eklogite, während man in dieser Gesellschaft nur in der Umgebung von Zvornik Granatphyllite und krystallinische Kalke antrifft. An den Rändern der Serpentinzone sind zumeist Flyschsandsteine, oft auch Jaspise, seltener Kreidekalke und paläozoische Thonschiefer angeschlossen.

Die Resultate der petrographischen Untersuchung der krystallinischen Gesteine der Serpentinzone sind in Kürze folgende.

Der **Granit** aus der Mala Bukovica im Ozren ist ein gewöhnlicher Biotitgranit und aus Quarz, Orthoklas, Plagioklas und Biotit zusammengesetzt.

Die **Melaphyre** bilden dichte Gesteine, in welchen man, wenn sie frisch sind, als Bestandtheile Plagioklas, Augit und Glasbasis unterscheiden kann.

Die **Diabase** zeigen beinahe überall dieselbe Structur und Zusammensetzung. Die Structur ist gleichmässig körnig, und zwar ophitisch, und nur manchmal erreichen einzelne Plagioklase grössere Dimensionen (porphyrische Diabase). Sie sind klein- bis mittelkörnig. Ihre Bestandtheile sind Plagioklas, Augit und Ilmenit oder Titanmagnet-eisen. Apatit ist sehr selten. Der Plagioklas ist wahrscheinlich immer sehr basisch. Der Augit ist entweder farblos oder röthlich. Er wandelt sich sehr oft in Amphibol und Chlorit um. Als Zersetzungsproducte findet man in den Diabasen ausser Amphibol und Chlorit manchmal auch noch Kalk, Quarz und Epidot.

Die Gesteine aus der Familie des Gabbro sind hier als Olivingabbro vertreten. Dass hier auch gewöhnlicher Gabbro vorkommt kann ich nicht mit Bestimmtheit verneinen. Frische Gesteine dieser Familie, welche nur aus Plagioklas und Diabas zusammengesetzt wären, fand ich nirgends. Der Olivingabbro erscheint immer in Gesellschaft mit Troktolith. Uebergangsformen sind nicht selten, aber gewöhnlich geschieht der Uebergang einer Art in die andere sehr rasch, und man kann öfters auf kleinem Raume ein Gestein mit dem anderen mehrmals abwechselnd antreffen.

Der **Olivingabbro** besteht zumeist nur aus Plagioklas, monoklinem Pyroxen und Olivin. Hypersthen kommt hier sehr selten vor, und ich fand ihn nur in Gesteinen zweier Fundorte (Turjački potok und Pijavica, beide bei Višegrad). Magnetit ist im Olivingabbro auch ziemlich selten. Primären Aktinolith fand ich nur in einem Olivin-

gabbro (Han Jagodina bei Višegrad), welcher sich dadurch auszeichnet, dass in ihm Plagioklas selten ist. Der Plagioklas dieser Gesteine ist immer in schönen polysynthetischen Zwillingen nach dem Albitgesetze ausgebildet, welchen sich oft noch Lamellen nach dem Periklingesetze zugesellen. Den grössten Theil dieser Plagioklase muss man nach ihren optischen Eigenschaften unter die Bytownite einreihen, selten nähern sie sich dem Labradorit oder Anorthit. Die bekannten Einschlüsse in Gestalt eines Pulvers oder feiner Nadelchen, welchen man oft im Olivingabbro begegnet, erscheinen hier ziemlich selten, wenn aber solche vorhanden sind, so erscheinen sie in so grosser Menge, dass die Plagioklase braun durchscheinend werden. Die nadelförmigen Einschlüsse ordnen sich im Plagioklas immer in regelmässige Reihen, welche in die Richtung der Fläche *M* und *P* fallen. Der monokline Pyroxen hat in diesen Gesteinen gewöhnlich ein augitisches Aussehen. Er ist dann gewöhnlich von ganz lichter Farbe, manchmal farblos, gewöhnlich schwach gelblich oder grünlich und sehr selten braungelb. Von orthopinakoidaler Spaltbarkeit sieht man in ihm gewöhnlich keine Spur. Viel seltener erscheint der monokline Pyroxen als Diallag ausgebildet. Dieser ist dann gewöhnlich von brauner Farbe, gut ausgeprägter orthopinakoidaler Spaltbarkeit und enthält ganz feine und dabei blätterige Einschlüsse von rothbrauner Farbe. Diese Blättchen sind parallel dem Orthopinakoid gelagert. In einem Falle fand ich auch im Olivin nadelförmige Einschlüsse. Diese Nadelchen sind alle regelmässig in der Richtung der Hauptachse angeordnet. — Der Olivingabbro ist sehr oft ganz frisch, doch überall kommen Gesteine vor, in welchen die Metamorphose an allen Bestandtheilen mehr oder weniger vorgeschritten ist. Immer ist es der Olivin, an welchem die Umwandlung am meisten vorgeschritten ist, aber der Verlauf der Metamorphose ist nicht immer derselbe. In einigen Gesteinen sieht man, wie sich Olivin auf die bekannte Weise in Serpentin umwandelt, wobei er zuerst unregelmässig zerspringt und an den Sprüngen mehr oder weniger Magnetit ablagert, je nachdem er reicher oder ärmer an Eisen war. Eine zweite Umwandlungsart ist beinahe gewöhnlicher als die vorige und besteht darin, dass sich Olivin in blätterigen und nadelförmigen farblosen Amphibol (Tremolit) umwandelt. Wenn der Olivin schon ganz in Tremolit umgewandelt ist, dann sieht man, dass eine solche Anhäufung in ihrer Mitte gröbere Blätter enthält, während die Blättchen am Rande feiner, nadelförmig sind und eine Art Rinde bilden. Im Olivingabbro aus dem Omarski potok (Kozara planina) ist der Amphibol, welcher aus Olivin hervorgegangen ist, nicht farblos; die Mitte der Anhäufung bilden hier grünliche Blättchen, während die randlichen Amphibolblättchen bläulich sind. Sehr selten kommt es vor, dass sich die Olivinkörner zugleich in Serpentin und in Tremolit umwandeln. Ohne Zweifel wirkt bei dieser Metamorphose des Olivin in Amphibol auch Plagioklas mit. Man kann sehen, wie diese Metamorphose immer an solchen Stellen im Olivin beginnt, welche an Plagioklas grenzen, und wie dann wieder der neugebildete Tremolit an Sprüngen in den Plagioklas eindringt und sich von hier nach allen Richtungen in ihm ausbreitet. Ausser Amphibol findet man im Plagioklas manchmal auch noch eine erdige Trübung als Zersetzungsproduct. Der monokline Pyroxen wandelt sich in faserigen oder blätterigen Amphibol, der gewöhnlich grün, seltener braun ist, um.

Der Olivingabbro hat immer eine körnige Structur und ist gewöhnlich grobkörnig; feinkörnige Arten sind sehr selten. Seine Bestandtheile sind richtungslos vertheilt, doch kommen auch solche Gesteine vor, in welchen der Plagioklas für sich getrennt entwickelt ist, wie auch Gesteine, welche sich plattenförmig spalten. Mit wenigen Ausnahmen ist Plagioklas der vorwiegendste Bestandtheil und, was die Form

anbelangt, am besten ausgebildet. Er ist nämlich gewöhnlich von grobem säulenförmigem Aussehen, doch sind seine äusseren Umrisse nie regelmässig und gerade, sondern immer unregelmässig gekrümmt. Eine viel unregelmässiger Form hat der Olivin und Pyroxen. Die Olivinkörner zwingen sich zwischen den übrigen Bestandtheilen ein und dehnen sich hier in lange Fortsätze aus. Der monokline Pyroxen ist in dieser Hinsicht noch unregelmässiger. Seine langen armförmigen Fortsätze sind ausserordentlich gekrümmt, und schlängelnd greifen sie tief in die nächsten Plagioklase ein. Manch' solcher verbogener Fortsatz breitet sich an anderer Stelle von Neuem zu einem groben Korn aus. In Gesteinen, wo der Plagioklas ungewöhnlich selten ist, dehnt er sich in ebensolche Fortsätze aus, wie dies beim Olivin oder Pyroxen in solchen Gesteinen der Fall ist, in welchen Plagioklas reichlich vorhanden ist. Nach der Form der einzelnen Bestandtheile selbst wäre es sehr schwer, die Reihenfolge der Mineralausscheidungen festzustellen, aber diese Schwierigkeit wird noch grösser, wenn man die gegenseitigen Einschlüsse der einzelnen Gemengtheile in Betracht zieht. Im Plagioklas, welcher seiner Form nach der älteste zu sein scheint, findet man ausserordentlich oft eingeschlossene Körner von Olivin und Pyroxen, wie man wieder im Olivin als Einschluss Plagioklas und Pyroxen und im Pyroxen Plagioklas und Olivin antrifft. Und alle diese Einschlüsse haben immer abgerundete Formen und sind gewöhnlich ganz rund oder elliptisch. Nach alledem muss man schliessen, dass alle Bestandtheile zu gleicher Zeit in Bildung begriffen waren, da uns kein einziges sicheres Merkmal vorliegt, nach welchem man auf eine Reihenfolge der Mineralausscheidungen, wie man dies bei typischen Eruptivgesteinen trifft, schliessen könnte.

Der **Troktolith** steht immer im Zusammenhange mit Olivingabbro, aus welchem er durch das Verschwinden von Pyroxen hervorgegangen ist. Gewöhnlich findet man in ihm nur Plagioklas und Olivin als Bestandtheile. Der Plagioklas ist meist als Bytownit entwickelt, aber manchmal auch als Anorthit. Seine Form ist dieselbe wie im Olivingabbro. Der Olivin erscheint in der Form unregelmässiger gestreckter Körner und geht durch Umwandlung, ebenso wie auch im Olivingabbro in Serpentin oder Tremolit über. Der Troktolith hat eine grobkörnige Structur, doch ist diese nicht immer richtungslos. Sehr oft begegnet man Gesteinen, welche streifig gefleckt sind, in welchen nämlich die Olivine zwischen den Plagioklasen regelmässige Reihen bilden, und wo die Plagioklase zu dieser regelmässigen Anordnung insoweit beitragen, dass sie alle mit ihrer Länge parallel den Olivinreihen angeordnet sind (Banja potok bei Višegrad). Sehr charakteristisch sind manche Troktolithe, welche sich durch ihre Structur und Bestandtheile als Uebergangsformen zu den Lherzolithen zu erkennen geben. Ein solcher Troktolith von Snagovo (bei Zvornik) ist deutlich gestreift und zeigt jene Pflasterstructur, wie sie den Lherzolithen eigenthümlich ist; die Plagioklase und Olivine sind in ihm in gesonderte Schichten ausgeschieden, und dazu gesellen sich auch noch farbloser Pyroxen (Diopsid) und Picotit. Dieselbe Structur hat auch ein Troktolith aus dem Vukovac potok (Ozren), und hier findet man ausser Anorthit und Olivin auch Amphibol, wie er in manchen Lherzolithen vorkommt, und Chromit.

Wenn im Olivingabbro und Troktolith der Olivin überhandnimmt und die Plagioklase selten werden, dann entstehen Gesteine, aus welchen durch Metamorphose weiss gefleckte Serpentine hervorgehen. Solche Gesteine findet man im Thale des Rzav und der Du-boštica. Diese Gesteine haben ganz das Aussehen von Olivinserpentin, nur sieht man in ihnen eingesprengte weisse, kaolinisirte Flecken, welche aus Plagioklas entstanden sind.

Der **Lherzolith** ist das Muttergestein, aus welchem beinahe sämmtliche bosnische Serpentine entstehen. Ausser dem erwähnten fleckigen Serpentin und dem ebenso



sieht man die Schichtung noch besser als an frischem, losgeschlagenem Gestein. Jene Geschiebe sind ringsherum an den Stellen, wo die Olivinschichten heraustreten, vertieft, während die Pyroxenschichten erhabene Stellen bilden, und es macht den Eindruck, als wäre so ein Geschiebe aus vielen Blättern zusammengeklebt. Es ist das eine so allgemein verbreitete Erscheinung, dass sie eine typische Eigenschaft der bosnischen Lherzolithe bildet. Als eine Eigenthümlichkeit der Pyroxenschichten muss erwähnt werden, dass in ihnen manchmal Pleonast erscheint, dieser ist dann in regelmässige Reihen angeordnet, welche parallel mit den Hauptschichten verlaufen.

Chromit erscheint in den bosnischen Lherzolithen ziemlich oft zerstreut in feinen Körnern, aber oftmals ist er für sich gesondert in bedeutender Menge ausgeschieden, so dass man ihn bergmännisch abbaut. In der unmittelbaren Nähe von Chromiterzen findet man nie Lherzolithe von typischem Aussehen: im Lherzolithe verschwindet hier Olivin gänzlich, und es bleiben nur die Pyroxene zurück, und zwar entweder beide, oder nur einer, entweder der Bronzit oder der Diopsid. Dieses Pyroxengestein ist entweder von mittelgrossem oder sehr grobem Korn. In den Pyroxeniten von mittelgrossem Korn findet man immer mikroskopisch feine Chromitkörner eingesprengt, während im grobkörnigen Gestein der Chromit fehlt. Das Chromiterz selbst enthält mehr oder weniger Diopsid, so dass man ihn manchmal schon makroskopisch erblickt manchmal erst unter dem Mikroskope unterscheiden kann.

**Aktinolithserpentin** ist bis heute nur in der Umgebung von Dubočica gefunden worden. Auf der Strasse vor Dubočica sieht man deutlich, wie er sich an Lherzolithe anlehnt, und wie er hier das Verbindungsglied bildet, welches die Lherzolithe mit den Aktinolithschiefern verbindet. Im angrenzenden Lherzolithe werden die Pyroxene allmählig seltener und dann durch Aktinolith, welcher im Vereine mit Olivin den Aktinolithserpentin bildet, ersetzt. Der Olivin wandelt sich im Aktinolithserpentin immer in Serpentin um. Der Aktinolith, welcher im Dünnschliff beinahe farblos und makroskopisch kaum merklich grün ist, geht durch Umwandlung in blätterigen Serpentin, in Antigorit, über. In einiger Entfernung von der Lherzolithgrenze verschwindet im Aktinolithserpentin allmählig der Olivin, dadurch den Uebergang zum Aktinolithschiefer bildend, in welchem man anfangs noch manch seltenes, gewöhnlich in Serpentin umgewandeltes Olivinkörnchen antrifft, welches endlich seine Stelle ganz dem Aktinolith überlässt. Da sich diesem Aktinolith bald darauf Feldspath zugesellt, so liegen uns hier auf geringe Entfernung alle Uebergänge vom Lherzolithe zu den Hornblende-schiefern vor. Ohne Zweifel kommen solche Uebergänge auch an anderen Orten vor, weil aber in jenen Gegenden keine Aufschlüsse an gebauten Strassen etc. vorhanden sind, so ist es leicht begreiflich, dass uns diese nicht bekannt sind.

Die **Amphibolite** fehlen keinem einzigen Gebirge der bosnischen Serpentinzone. Sie sind entweder allein oder in Gesellschaft mit Pyroxeniten und Eklogiten immer im Lherzolithe eingelagert und stehen nie in einigem Zusammenhange mit Olivinabbro oder Troktolith. Man beobachtet an ihnen kein einziges Merkmal, nach welchem man urtheilen könnte, dass sie durch Metamorphose anderer Gesteine entstanden wären, sondern sie geben sich immer als selbstständige Glieder der Serpentinzone zu erkennen. Ihre mineralogische Zusammensetzung weist ziemlich bedeutende Verschiedenheiten auf, während sie in Hinsicht der Structur sehr ähnlich sind. Ihr Hauptbestandtheil, Amphibol, ist entweder als Aktinolith oder gewöhnlicher Amphibol ausgebildet. Zum Amphibol gesellt sich am häufigsten Plagioklas und sehr oft auch monokliner Pyroxen (Salit). Nur in einzelnen Vorkommnissen findet man in den Amphiboliten auch noch Granat, Epidot, Hypersten, Skapolith, Titanit, Rutil, Apatit, Magnetit und

seltenen Aktinolithserpentin haben alle übrigen Serpentine ihren Ursprung im Lherzololith. In allen Gegenden der Serpentinzone findet man die Lherzolithe noch sehr frisch, und Gesteine, welche ganz in Serpentin umgewandelt sind, sind ziemlich selten, aber auch in diesen kann man beinahe immer die ursprünglichen Bestandtheile des Lherzololith nachweisen. Die Hauptbestandtheile der bosnischen Lherzolithe sind: Olivin, Bronzit und Diopsid, welchen sich immer Picotit oder Chromit zugesellt. Ausser diesen Bestandtheilen findet man in Lherzolithen einiger Fundorte noch einige Minerale, welche die Lherzolithe einerseits mit der Familie der Gabbros und andererseits mit den Amphiboliten verbinden. Ein solches Mineral ist Plagioklas, und zwar Bytownit, welcher in bedeutender Menge im ganz typischen Lherzololith aus dem Gostović und der Mlinska rieka enthalten ist. Das zweite Mineral findet man etwas häufiger, es ist Amphibol, welchen man in einigen Lherzolithen der Kozara und Borja planina antrifft. Er ist meist von röthlichgelber Farbe und vertritt in dem Gestein einzelne Pyroxenkörner, ohne dadurch eine Veränderung des mikroskopischen Aussehens des Lherzololith zu verursachen. In einem solchen amphibolführenden Lherzololith findet man auch noch Rutil in bedeutender Menge vor (Ljučica potok, Kozara planina). Endlich muss auch noch der Pleonast erwähnt werden, welcher in einigen Lherzolithen erscheint, und zwar in Verhältnissen, welche wir sogleich anführen werden. Olivin ist in diesen Gesteinen gewöhnlich der überwiegendste Bestandtheil. Er wird zuerst von der Zersetzung ergriffen und wandelt sich dabei auf die bekannte Weise in Serpentin um. Beide Pyroxene, der rhombische und monokline, sind farblos und gewöhnlich so ähnlich, dass man sie erst unter den gekreuzten Nicols nach der Stärke der Doppelbrechung und nach der Lage ihrer Elasticitätsachsen zu unterscheiden im Stande ist. Ihre Spaltbarkeit ist gewöhnlich schwach ausgeprägt, und die faserige Spaltbarkeit erscheint immer als Vorbote der beginnenden Metamorphose. Bei der Umwandlung erliegen zuerst die rhombischen Pyroxene, während die monoklinen am längsten erhalten bleiben. Die Bronzite zerspringen oftmals in einzelne Körner wie der Olivin, und erst diese Körnchen wandeln sich in faserigen Serpentin um. Ausser dieser gewöhnlichen Metamorphose des Lherzololith in Serpentin begegnet man noch zwei anderen. Nach der einen wandelt sich das ganze Gestein in Magnesit (südlich von Maglaj gegen die Lješnica) um, während nach der anderen ein jaspisartiges Gestein entsteht (Tribija).

Die Lherzolithe geben sich als deutlich grobkörnige Gesteine zu erkennen, in welchen beinahe immer gröbere Krystalle von rhombischem und manchmal auch monoklinem Pyroxen eingesprengt sind. Die einzelnen Bestandtheile haben die Form unregelmässiger Körner. Die Gesteine spalten sich öfters plattenförmig, und sehr oft sind sie deutlich geschichtet. Diese Schichtung ist in solchem Masse ausgebildet, dass man sie leicht erkennt, und oft begegnet man ihr unter dem Mikroskope auch dort, wo sie makroskopisch nicht wahrnehmbar ist. Die Erscheinung ist so verbreitet, dass man ihr in allen Gebieten der bosnischen Serpentinzone begegnet und sie an manchen Stellen auf Kilometer weit verfolgen kann. Jene Schichtung gelangt dadurch zum Ausdruck, dass sich die Pyroxene für sich und der Olivin für sich gesondert entwickelt haben, wodurch parallele Schichten entstehen, welche durch ihre Farbe auffallen, weil die Olivinschichten schwarz und die Pyroxenschichten blassgrün sind. Die Schichten sind manchmal nur einige Millimeter, manchmal wieder mehrere Centimeter breit. Diese Schichtung ist öfters in so geringem Masse entwickelt, dass man erst unter dem Mikroskope erkennen kann, wie die Pyroxene für sich gesondert schmale, abgeplattete Linsen bilden. An der grossen Menge von Geschiebe aus verschiedenen Gegenden

Zirkon. Die schieferige Structur ist in den Amphiboliten beinahe immer ganz deutlich ausgeprägt, und öfters sind sie deutlich streifig gefleckt. Die streifige Fleckung hat ihren Ursprung in der gesonderten und reihenförmigen Ausbildung von Feldspath. Die Erscheinung, dass sich die Feldspathe immer beisammen halten und von den anderen Bestandtheilen abgesondert ausscheiden, ist gerade eine charakteristische Eigenschaft der bosnischen Amphibolite. Man begegnet ihr mit wenigen Ausnahmen unter dem Mikroskope auch dort, wo man sie makroskopisch nicht bemerkt. Jedesmal kann man sehen, wie sich im Dünnschliff ein Amphibol an den anderen reiht, Züge bildend, in welche auch noch der Pyroxen eintritt, wenn er im Gestein vorhanden ist, während wieder andererseits die Feldspathkörner für sich gesondert grössere oder kleinere Züge oder schmale Linsen bilden.

Aktinolithschiefer ist, soviel mir bekannt ist, im Flussgebiete der Krivaja und in der Umgebung von Višegrad entwickelt. Im Bergwerke Novi Rakovac bildet er im Serpentin eine 4 Cm. mächtige Schichte und besteht einzig aus Aktinolith. Auf der Strasse vor Duboštica besteht er anfangs auch nur aus Aktinolith allein, doch bald darauf geht er in ein Gestein über, in welchem auch noch Plagioklas erscheint. An anderen Orten gesellt sich dem gewöhnlich auch noch Salit zu. In vielen Aktinolithschiefern wandelt sich der Plagioklas in Tremolit um.

Hornblendefels ist sehr selten entwickelt. Er ist entweder einzig aus Amphibol (Kruševički potok bei Višegrad) zusammengesetzt, oder es erscheint ausserdem noch etwas Granat (Vrbanjica) oder Salit (Ravna Rieka bei Duboštica).

Der gewöhnliche Amphibolit, welcher aus grünem Amphibol und Plagioklas zusammengesetzt ist, hat keine grosse Verbreitung, aber man findet ihn doch beinahe in allen Gegenden. Er enthält manchmal noch Titanit, Rutil, Apatit und Magnetit. Hier muss noch der ungewöhnliche Amphibolit von Rieka an der Krivaja, welcher reich an organischer Substanz ist, erwähnt werden.

Die am meisten verbreitete Art ist der Pyroxenamphibolit. Seine Bestandtheile sind grüner Amphibol, farbloser Salit und sehr basischer Plagioklas (Bytownit-Anorthit). Accessorisch treten hier noch sehr oft Titanit, seltener Rutil, Granat und Magnetit und in einem Falle auch Hypersten hinzu.

Zoisitamphibolit fand ich in der Umgebung von Zvornik (Mamići); er hat als Gemengtheile Amphibol, welcher dem Aktinolith ähnlich ist, körnigen Zoisit und selten Muscovit.

Der Epidotamphibolit aus der Ljubić planina (Reljevac) ist aus grünem Amphibol, farblosem Epidot und getrübttem Feldspath zusammengesetzt.

Die Eklogitamphibolite bilden den Uebergang zum Eklogit und bestehen aus Amphibol, Omphacit, Plagioklas und Granat. Der Granat besitzt öfters eine centrische Structur, indem sich Säulchen von Amphibol und Pyroxen in Gesellschaft mit Plagioklas radial um den Granat angeordnet haben. Ausser den erwähnten Bestandtheilen findet man in einem Gesteine (Ravni potok, Duboštica) auch noch Titanit und Rutil und in einem anderen (Ravanka bei Gornja Vijaka) Hypersten und Skapolith.

Die **Pyroxenite** erscheinen immer in Gesellschaft mit den Amphiboliten, mit welchen sie in der Structur und in der Zusammensetzung die grösste Verwandtschaft zeigen. Sie treten ziemlich selten auf und jedesmal in etwas anderem Aussehen. Der Pyroxenit von Prisjeke besteht aus Salit, Feldspath und Pleonast, und der Amphibolpyroxenit aus der Borja planina enthält etwas Amphibol und Magnetit. Der Eklogitpyroxenit besteht aus Omphacit, Granat, Feldspath und Rutil, wozu manchmal in geringerer Menge auch Amphibol tritt. Um den Granat ist die centrische Structur immer ausgebildet.

Die **Eklogite** sind wie auch die Pyroxenite ziemlich selten und bestehen entweder nur aus Omphacit und Granat, oder es erscheint ausserdem noch Quarz und manchmal auch Amphibol. Als accessorische Beimengungen findet man hier Rutil und Apatit.

Die **krystallinischen Kalke**, welche in der Umgebung von Zvornik die Gesteine der Serpentinzone überlagern, sind manchmal deutlich schieferig und allein aus Calcit bestehend, oder sie sind massig, grobkörnig und schliessen Titanit, Apatit und Malakolith ein.

Die **Granatphyllite**, welche in der Umgebung von Zvornik in Gesellschaft mit den krystallinischen Kalken und anderen Gesteinen der Serpentinzone erscheinen, zeigen in ihrer Structur und Zusammensetzung das typische Aussehen der Phyllite. Als Bestandtheile findet man hier Quarz, Chlorit, Muscovit, Granat, Rutil und organische Substanz und manchmal auch noch Hämatit und Turmalin.

Sämmtliche Erforscher der bosnischen Serpentinzone sind der Meinung, dass die krystallinischen Gesteine dieser Zone eruptiv sind, und dass die Eruption derselben zu Ende der Kreideformation geschehen ist. Mojsisovics sagt (S. 37): „Die hervorstechendste fremdartige Einschaltung, welche dem bosnischen Kreideflysch sein eigenenthümliches Gepräge verleiht, bilden die Eruptivgesteine, welche theils in der Form von Diabasen und Melaphyrmandelsteinen, theils in der Ausbildung von Gabbros und Serpentin aufzutreten und von einer Reihe mehr weniger silicisirter Sedimentgesteine (Hornsteine, Jaspise) und von Breccienbildungen begleitet sind.“ Mojsisovics hält (S. 37) die ganze Serpentinzone für einen „Complex von Eruptivdecken und Tuffen“ und erwähnt, dass „der bosnischen Flyschzone und ihrer Umgebung alle Kriterien eines Eruptivgebietes fehlen. Anstatt die ganze Reihe der älteren Sedimente durchsetzender Gangsysteme beobachten wir stets die einfache Wiederkehr der Eruptivmassen in einem bestimmten, von gewissen tuffartigen Sedimenten begleiteten Niveau“. Deshalb meint Mojsisovics, dass diese Gesteine nicht von intrusiver Lagerung sind, sondern dass es Effusivdecken sind, deren Ausgangspunkt nicht in Bosnien zu suchen ist, sondern am Rande, wo die Gebirgsfaltung der bosnischen Gebirge ihren Anfang genommen hat (S. 23). Das Alter dieser Eruptionen käme zwischen der mittleren und oberen Kreide zu stehen (S. 38). Im selben Sinne spricht auch Pilar über das Alter dieser Gesteine und führt die geschichteten Serpentine als Tuffe an. Von Tuffen ist jedoch in der bosnischen Serpentinzone keine Spur vorhanden, und was die geschichteten Serpentine sind, wurde schon früher erwähnt.

Auch Tietze ist der Meinung, dass der Gabbro, Serpentin und Diorit sammt dem Diabas der Flyschformation angehören, und seine Bemerkung, „dass der Beweis des Gegentheils nicht leicht zu erbringen sein dürfte“ (S. 181), beweist, dass er von der endlichen Lösung dieser Frage nicht überzeugt ist. Die Frage über die effusive oder intrusive Lagerung dieser Gesteine lässt er ungelöst. Ebenso unsicher ist er darüber, ob alle diese Gesteine demselben Niveau angehören, und was die krystallinischen Schiefer in der Umgebung von Zvornik und Rudo anbelangt, scheint er sich der Meinung zu nähern, dass diese Gesteine jünger sein könnten.

Bittner ist der einzige Forscher, welcher offen bekennt, dass er in seinem Untersuchungsgebiete keine Zeichen fand, welche das Alter des Serpentin und des Gabbro bestimmen mochten. Er sagt wörtlich (S. 247): „Die östlich von Višegrad gesammelten Beobachtungen genügen aber offenbar nicht, um sich eine klare Vorstellung von den hier herrschenden geologischen Verhältnissen zu bilden. Weder über das genaue Alter der Serpentine, noch über die Stellung der erwähnten flyschartigen Gesteine und deren Verhältniss zu den altaussehenden Schiefen vermögen sie Anhaltspunkte zu geben.

Sicher ist nur die Ueberlagerung des Eruptivgestein durch Rudisten, Nerineen und Actaeonellen führende Kreidekalke. Welchen Alters das Eruptivgestein, wie sein Verhalten zu den alten Schiefern, insbesondere zu den Amphiboliten von Rudo, und welches wieder deren Verhältniss zu dem fraglichen Flysch der Höhen sei, bleibt unentschieden. Für die Entscheidung der Altersstellung des Serpentins scheint mir auch nicht einmal die constatirte Unterlagerung desselben durch die Semečkalke genügend zu sein, denn die oben erwähnten Verhältnisse der Kalkkette des Klek, dessen Triaskalke scheinbar unter die paläozoischen Schiefer des Pračathales einfallen, mahnen hier zu grosser Vorsicht. Wollte man demnach ein hohes Alter der bei Višegrad auftretenden Gabbro- und Serpentinesteine annehmen, die beobachteten Lagerungsverhältnisse allein würden kaum unanfechtbare Gründe dagegen abgeben können. Aber auch die gegentheilige Ansicht, dass diese Eruptivmassen jünger, etwa analog den im mittleren und nördlichen Bosnien auftretenden Kreideserpentinen seien, würde nicht auf berechtigten Widerspruch stossen können, denn die unmittelbar überlagernden Kreideschollen dürften aller Wahrscheinlichkeit nach einem sehr jungen Horizonte cretacischer Ablagerungen zufallen.“

Aus Allem, was wir im Laufe dieser Untersuchungen anführten, geht deutlich hervor, dass die petrographische Natur der krystallinischen Gesteine der bosnischen Serpentinzone nicht bekannt war, und dass man in Hinsicht des Alters dieser Gesteine zu keinem sicheren Resultate gekommen ist. Was die petrographische Zusammensetzung anbelangt, führte ich die Resultate meiner Untersuchungen an, und was das Alter anbelangt, so glaube ich, dass man die krystallinischen Gesteine der bosnischen Serpentinzone, mit Ausnahme der Diabase und Melaphyre, zu den krystallinischen Schiefern einreihen muss, dass sie Glieder der archaischen Formation bilden. Die Gründe dafür sind folgende.

Der Olivingabbro, Trokolith und Lherzolithe bilden mit den eingelagerten Amphiboliten, Pyroxeniten und Eklogiten eine ununterbrochene geologische Einheit. Die Eklogite und Pyroxenite haben eine ganze Reihe von Uebergangsformen, welche sie mit den Amphiboliten verbinden. Die gewöhnlichen Amphibolite gehen in Aktinolithschiefer über, und diese knüpfen sich wieder an die Lherzolithe mittelst der Aktinolithserpentine an. Wenn auch keine vollständige Uebergangsreihe zwischen den Lherzolithen und den Gabbrofamilien gefunden ist, wie uns eine solche zwischen den Lherzolithen und Aktinolithschiefen vorliegt, so bestehen doch einige Arten, welche sich als Verbindungsglieder, als offenbare Beweise der Verwandtschaft der Lherzolithe mit der Familie des Gabbro zu erkennen geben.

Die Amphibolite erscheinen mit allen charakteristischen Eigenschaften der krystallinischen Schiefer. Sie sind als solche entstanden und sind kein Product irgendwelcher Metamorphose. Sie stehen nie in irgendeinem Verhältnisse zum Gabbro. Amphibolisirter Gabbro zeigt gar keine Aehnlichkeit mit den Amphiboliten. Die beschriebene Schichtung der Lherzolithe, welcher wir in allen Gegenden weit und breit begegnen, und welche bald in grösseren, bald in mikroskopischen Dimensionen zum Ausdruck gelangt, beweist deutlich, dass die Lherzolithe auf analoge Weise wie die Amphibolite entstanden sind, und dass man sie ebenfalls unter die krystallinischen Schiefer einreihen muss. Obgleich in geringerer Masse, findet man auch bei den Trokolithen eine ähnliche Schichtung. Bei der Beschreibung des Gabbro wurde hervorgehoben, dass sich seine Bestandtheile gleichzeitig ausgeschieden haben, so dass ohne Zweifel auch dieses Gestein denselben Ursprung wie der Lherzolith und Amphibolit hat.

Zweifellos jüngere Gesteine, welche die Ränder der Serpentinzone überlagern, sind die paläozoischen Thonschiefer, krystallinischen Kalke und Granatphyllite.

Der Diabas durchsetzt den Lherzolith (Ozren) und wahrscheinlich auch den Gabbro (Višegrad) und ist demnach ebenfalls jünger als diese Gesteine. Vom Melaphyr ist bekannt, dass er die Werfener Schiefer durchsetzt.

Betrachtet man die Entwicklung ähnlicher Gesteine im nachbarlichen Croatien, so kann man Folgendes bemerken.

Die bosnische Serpentinzone hat ihre Fortsetzung nach Nordwest in Croatien südlich von Glina. Zu Tage treten hier in der Gestalt einzelner Inseln Serpentine mit eingelagerten Amphiboliten, dann Diabase und Melaphyre. Gabbro fehlt hier.

In der Moslavačka gora erscheint Olivingabbro, und auch hier liegt er zwischen krystallinischen Schiefen (Gneiss, Glimmerschiefen und Salitamphiboliten).

Im Agramer Gebirge erscheint am nördlichen Abhänge unter den Grünschiefen eine grosse Menge von ganz metamorphosirtem Gabbro, und nur selten findet man frischen Olivingabbro. Am Fusse des nördlichen Abhanges sieht man unter dem Gabbro einen ganzen Zug von Diabasen und Melaphyren. Am östlichen Rande des Agramer Gebirges findet man in den Gräben und auf den Anhöhen Bruchstücke von Serpentin und Pyroxenamphibolit ganz durcheinander herumliegen. Am Hauptzuge des Gebirges fand ich Bruchstücke von Granatphyllit, ähnlich demjenigen von Zvornik. Demnach sind im Agramer Gebirge beinahe sämmtliche Gesteine, welche uns aus der bosnischen Serpentinzone bekannt sind, entwickelt.

In der Fruška gora (Kišpatić, Die Serpentine und serpentiniähnlichen Gesteine der Fruška gora in Croatien, Mitth. der ungar. geol. Gesellschaft, Budapest, Bd. VIII, Heft 7, 1887. — A. Koch, Geologie der Fruška gora, Mathem. und naturw. Berichte aus Ungarn, Berlin-Budapest 1896) findet man Serpentine und Amphibolite. Koch reiht diese Serpentine in die obere Kreide ein, doch konnten mich seine Gründe davon nicht überzeugen, deshalb bin ich jetzt noch mehr als früher der Meinung, dass dieselben archaischen Alters sind.

---