

ÜBER SERPENTINE UND
SERPENTIN-ÄHNLICHE GESTEINE
AUS DER FRUŠKA-GORA (SYRMIEN).

VON

DR. M. KIŠPATIC.

SEPARATABDRUCK AUS DEN «MITTHEILUNGEN AUS DEM JAHRBUCHE DER KGL. UNGAR.
GEOLOGISCHEN ANSTALT.» BAND VIII. HEFT 7.

BUDAPEST

BUCHDRUCKEREI DES FRANKLIN-VEREIN.

1889.

ÜBER SERPENTINE UND
SERPENTIN-ÄHNLICHE GESTEINE
AUS DER FRUŠKA-GORA (SYRMIEN).

VON

D^r M. KIŠPATIĆ.

SEPARATABDRUCK AUS DEN «MITTHEILUNGEN AUS DEM JAHRBUCH DER KGL. UNGAR.
GEOLOGISCHEN ANSTALT.» BAND VIII. HEFT 7.

BUDAPEST

BUCHDRUCKEREI DES FRANKLIN-VEREIN.

1889.

Edirt im Februar 1889.

R. v. DRASCHE zeigte in seiner Abhandlung «Ueber Serpentine und serpentinihnliche Gesteine» (TSCHERMAK's Miner. Mitth. 1871 p. 1), dass man die Serpentinegesteine in zwei Abtheilungen trennen kann. Bei der Bildung der Serpentine der ersten Abtheilung fällt dem Olivin die Hauptrolle zu. Es sind dies die echten Serpentine, die Olivinserpentine, mit der bekannten charakteristischen Maschenstructur. Die zweite Abtheilung der Serpentine, die «serpentinähnlichen Gesteine» zeigen mikroskopisch eine blatt- und gitterförmige Structur. Das Muttergestein dieser Serpentine führte keinen Olivin, und die serpentinihnbildenden Mineralien waren hier nach DRASCHE Bronzit und Diallag. Spätere Untersuchungen haben gezeigt, dass man die Serpentine thatsächlich in zwei Gruppen trennen kann und dass auch die serpentinihnlichen Gesteine eine grosse Verbreitung haben, wobei sie immer dieselbe mikroskopische Structur besitzen. Die serpentinihnlichen Gesteine aus Griechenland, welche BECKE untersuchte (Gesteine aus Griechenland; TSCHERMAK's Min. petr. Mitth. 1878, p. 459), zeigten dasselbe mikroskopische Bild, wie wir es in der wörtlichen und bildlichen Darstellung von DRASCHE finden. Das Serpentinmineral, das hier in der Form von schmälereu oder breitereu Blättchen beinahe das ganze Gestein bildet, bestimmte DRASCHE als *Bastit*, während BECKE meinte, dass es zum Metaxit oder Pikrosmin zu stellen sei. Ein grosser Theil der serpentinihnlichen Gesteine, welche DRASCHE untersuchte, wurde später von HUSSAK einer neuen Untersuchung unterzogen. (Ueber einige alpine Serpentine; TSCHERMAK's Min. und petr. Mitth. 1882, p. 61.) Es waren dies Serpentine von Sprechenstein, Matrey am Brenner, Windisch-Matrey und Heiligenblut, und alle zeigten beinahe dasselbe mikroskopische Bild. Den Hauptbestandtheil dieser Serpentine bildete das blättrige Mineral, das DRASCHE als Bastit bestimmte. Zwischen diesem Mineral lagen winzige Körner von einem anderen, stark lichtbrechenden Mineral, welches DRASCHE ebenfalls für Bastit hielt. HUSSAK bestimmte optisch und chemisch das erste Mineral als *Antigorit*, während er das zweite zu *Salit* stellte. Die Untersuchungen HUSSAK's haben dargelegt, dass die genannten alpinen Serpentine aus Pyroxeniten entstanden sind, wobei hauptsächlich der Salit und nebenbei auch der Diallag das neuentstandene Serpentinmineral bildeten. Ob bei der Serpenbildung auch

Hornblende mitwirkte, konnte HUSSAK nicht sicher bestimmen, obwohl ihm dies nach einem Funde bei einem Serpentin von Sprechenstein (Wurmthaler Jüchl, l. c. p. 71) wahrscheinlich schien. Mir gelang es bei einem Serpentin von «Sprechenstein bei Sterzing» nachzuweisen, dass hier das Antigoritmineral aus Hornblende entstanden ist, wobei kein Salit zu finden war, was mir später auch HUSSAK in einer brieflichen Mittheilung bestätigte. Ich führe dieses hauptsächlich nur deswegen hier an, weil wir bei den serpentinähnlichen Gesteinen der Fruška-Gora sehen werden, dass auch hier Salit und Hornblende die serpentinbildenden Mineralien waren.

Die Serpentine der Fruška-Gora bildeten sich als eigentliche Serpentine und als serpentinähnliche Gesteine aus, wie wir gleich sehen werden.

1. DIE EIGENTLICHEN SERPENTINE.

Unter den Serpentine der Fruška-Gora waren bisher nur die eigentlichen Olivinserpentine bekannt, nur waren die Angaben über die Lagerung und die Entstehung nicht vollkommen genau. Die serpentinähnlichen Gesteine waren aber bis jetzt überhaupt nicht bekannt.

Die Lage der Serpentine in der Fruška-Gora hat zuerst H. WOLF (Bericht über die geologische Aufnahme des Vrđnik-Gebirges, Verhandlungen der geol. Reichsanstalt, 1860, 1861) beschrieben. Nach ihm bildete sich der Serpentin auf der nördlichen und südlichen Seite des Gebirges in zwei parallelen Zügen. Das kürzere Serpentinlager liegt nach WOLF an der südlichen Gebirgsseite, während das mächtigere nördliche Lager westlich bei Grgurevac beginnt, in nordöstlicher Richtung den Thonglimmerschiefer durchbricht, nur nächst des Gebirgskammes wieder zwischen Kreideschichten auftritt und sich dann wieder entlang der Streichungslinie jener Schichten direct gegen Osten zieht.

Isolirt von diesem Serpentinlager steht die Serpentinkeule des Peterwardeiner Festungsberges. Diese Lagerung wurde in die geologische Karte der k. k. geol. Reichsanstalt und nach ihr in die von Prof. Dr. A. KOCH entworfene geol. Karte der Fruška-Gora eingetragen.

Dass das Gestein des Peterwardeiner Festungsberges kein Serpentin sei, wie es WOLF und nachher Dr. A. KOCH (Neue Beiträge zur Geologie der Fruška-Gora, Verh. der k. k. geol. R. A. 1876 p. 24) bestimmte, habe ich in meiner Abhandlung «Die grünen Schiefer des Peterwardeiner Tunnels und deren Contact mit Trachyt» (Jahrb. d. k. k. geol. Reichsanstalt, 1882, XXXII., p. 409) bewiesen.

In einer späteren Abhandlung gibt mir Dr. A. KOCH zu (Geologische

Mitth. über das Fruška-Gora Gebirge, Földtani Közlöny, 1882, H. X—XII. p. 270), dass meine Untersuchungen richtig sind, dass aber die genannten Gesteine als Diorite und Diabase aufzufassen seien. Dr. A. KOCH sagt, dass die Peterwardeiner Gesteine keine Aehnlichkeit mit den schlesischen, von Prof. KALKOWSKY untersuchten Gesteinen, wie ich dies hervorgehoben habe, besitzen und dass man bisher in der Fruška-Gora keine unechten grünen Schiefer, wie sie in Schlesien neben den echten grünen Schiefen vorkommen, gefunden hat. Durch die Freundlichkeit des Prof. KALKOWSKY habe ich die schlesischen grünen Schiefer selbst gesehen und mich überzeugen können, dass sie den Peterwardeiner Schiefen sehr ähnlich sind, was mir auch Prof. KALKOWSKY, der einige Präparate davon sah, bestätigte.* Was die zweite Bemerkung von Dr. A. KOCH betrifft, will ich hier nur sagen, dass wir bei der Besprechung der serpentinähnlichen Gesteine Gelegenheit haben werden zu sehen, dass auch in der Fruška-Gora grünliche Hornblendeschiefer vorkommen.

Die eigentlichen Serpentine in der Fruška-Gora kommen zwar auf der nördlichen und auch auf der südlichen Seite des Gebirges vor, *bilden aber keinesfalls zwei getrennte Lager, sondern ziehen sich ununterbrochen von der nördlichen Seite über den Gebirgskamm auf die südliche Seite hin* und zwar folgendermassen: Auf der Nordseite, in den westlich gelegenen Durchschnitten von Potoranj und Crnogorački-potok ist hinauf bis zum Vienac (Gebirgskamm) kein Serpentin zu finden. Die Serpentine treten erst in dem Čerevički-potok (Čerevičer-Bach) auf. Weiter gegen Osten treffen wir den Serpentin der Reihe nach in den Durchschnitten des Mermerski potok bei Beočin, Dumbovo und Rakovački potok an. Weiter östlich ist der Serpentin nicht mehr zu finden. Hier auf der nördlichen Seite ist das Serpentinlager oberhalb Beočin am mächtigsten entwickelt, indem hier ganze Kuppen und Bergrücken aus Serpentin bestehen, wie z. B. die Kozarica, Veliki und Mali Gradac und die Bergrücken, die sich gegen den Gebirgskamm hinziehen. Auf der ganzen Strecke von Čerevički potok bis nach Rakovački potok sieht man ganz deutlich, wie das Serpentinlager gegen Osten immer höher gegen den Gebirgskamm steigt, wie es endlich oberhalb Rakovac denselben erreicht, um von dort auf die südliche Seite des Gebirges zu kommen. Vom Gebirgskamm zieht sich jetzt das Serpentinlager am Südabhang weiter gegen Osten, und rückt dabei immer weiter vom Kamm hinunter. Auf dieser Seite des Gebirges treffen wir, von Westen ausgehend, den Serpentin zuerst im Jazački potok und zwar ganz nahe bei «Vienac». Im nächsten Bach, im Vrdnički potok, liegt das Serpentinlager schon etwas tiefer unten; am tiefsten kommt es auf der Landstrasse Kame-

* Siehe auch: KALKOWSKY, Elemente der Lithologie, Heidelberg, 1886, p. 217.

nica-Irig vor. An der Südseite gegen Westen hin ist der Neradinski potok der letzte Punkt, wo Serpentin noch zu treffen ist, im Grgetežki potok ist er nicht mehr vorhanden.

Was die geologische Lagerung der Serpentine anbelangt, so ist es nach den vorhandenen Durchschnitten schwer, etwas Genaueres zu sagen. Eine deutliche Contactgrenze gegen die übrigen Gesteine hin habe ich nirgends gefunden. Dr. A. Koch behauptet in der erwähnten Abhandlung, dass das Muttergestein der Serpentine als Eruptivgestein während der Kreideformation zu Tage getreten sei, weil der Serpentin inmitten der Gosauschichten vorkömmt. Ich habe selbst beobachtet, dass der Serpentin in den Thälern des Čerevički potok, Beočinski potok und Dumbovo mit den Sandsteinen und Thonschiefern wechsellagert, auf den seitlichen Rücken aber *oberhalb dieser Thäler habe ich immer nur ein ununterbrochenes, breites Serpentinlager, welches sich höchst wahrscheinlich an den Glimmerschiefer anlehnt, gefunden.* Dr. Koch sagt selbst, «dass der Serpentin inmitten der Gosauschichten nicht stockförmig, sondern in wirklichen, dem Streichen entlang sich ausdehnenden Lagern vorkömmt.» Als einzigen Beweis für die eruptive Natur dieser Gesteine führt Koch den Peterwardeiner Festungsberg, «dessen Gestein — ein nicht vollständig umgewandelter Serpentin — einen mächtigen Stock bildet,» an. Das Peterwardeiner Gestein ist aber, wie ich schon erwähnte, kein Serpentin.

Als Muttergestein der Serpentine in der Fruška-Gora betrachtet Dr. A. Koch den Gabbro und das Olivin-Enstatit-Gestein; inwiefern das richtig ist, werden wir gleich sehen, da man in den Serpentin selbst das Muttergestein überall leicht erkennen kann. Die mineralische Zusammensetzung der Serpentine hat Dr. A. Koch eingehend beschrieben, und ich würde nicht auf den Gegenstand zurückgekommen sein, hätte Dr. Koch nicht einen wichtigen und interessanten Bestandtheil übersehen.

Das Ansehen der eigentlichen Serpentine der Fruška-Gora ist nur insoferne ein verschiedenartiges, inwiefern die Zersetzung mehr oder weniger vorgeschritten ist. Die Farbe der Serpentine ist dunkel oder grünlich-schwarz, nur die Serpentine am Gradac sind grün.

Ausser in dem ganz frischen Gestein und dem Serpentin von Gradac findet man in allen übrigen, wie in einer homogen erscheinenden Grundmasse eingestreute Krystalle eines metallartig glänzenden Minerals vor. Koch bestimmte das Mineral richtig als *Bastit* und sein Beweis, dass der Bastit aus dem Enstatit hervorgegangen sei, ist nur für einen Theil der Bastite richtig.

Um die Entstehung und die mineralische Zusammensetzung der Serpentine besser darzulegen, will ich hier die Serpentine nach den einzelnen Fundorten beschreiben.

1. Im *Cerevicki potok* findet man Serpenteröfle, die so dicht mit dem metallglänzenden Mineral erfüllt sind — wie es auch Dr. KOCH erwähnt — dass das ganze Gestein schimmert. Die Krystalle haben einen starken, bronzitähnlichen Glanz und zeigen in einer Richtung hin eine vollkommene, blättrige Spaltbarkeit. Die Krystalle sind 1 bis $1\frac{1}{2}$ $\frac{\mu}{m}$ lang. Die Härte ist etwas über 3. Im polarisirten Licht erweisen sich die Spaltstücke als rhombisch. Im convergenten Licht zeigen sie deutlich das schwarze Kreuz, das sich bei der Drehung des Präparates in die beiden Hyperbeln theilt. Obwohl alle diese Eigenschaften mit dem Bastit übereinstimmen, machte ich doch eine chemische Analyse. Mit der Loupe wurde ein ganz reines Material gesammelt und nach bekannter Methode quantitativ analysirt.

In 0.9755 g fand ich :

| | | | | | | |
|------------|-----|-----|-----|-----|-----|--------|
| SiO_2 | --- | --- | --- | --- | --- | 0.3947 |
| Al_2O_3 | --- | --- | --- | --- | --- | 0.0865 |
| Fe_2O_3 | --- | --- | --- | --- | --- | 0.0492 |
| MgO | --- | --- | --- | --- | --- | 0.2984 |
| CaO | --- | --- | --- | --- | --- | 0.0216 |
| H_2O | --- | --- | --- | --- | --- | 0.1166 |
| Zusammen : | | | | | | 0.9670 |

In Procenten ausgedrückt wäre die Zusammensetzung des Bastites die folgende :

| | | | | | | |
|-----------|-----|-----|-----|-----|-----|-------|
| SiO_2 | --- | --- | --- | --- | --- | 40.46 |
| Al_2O_3 | --- | --- | --- | --- | --- | 8.86 |
| Fe_2O_3 | --- | --- | --- | --- | --- | 5.02 |
| MgO | --- | --- | --- | --- | --- | 31.11 |
| CaO | --- | --- | --- | --- | --- | 2.21 |
| H_2O | --- | --- | --- | --- | --- | 11.95 |
| | | | | | | 99.61 |

Unter den bekannten Analysen ist die des Bastits von Todtmoos im Schwarzwald (ROTH, Ueber den Serpentin etc. Abhandlungen der k. Akad. Berlin, 1869, p. 339) diejenige, die am besten mit der erwähnten Analyse übereinstimmt. Dass die übrigen Analysen so weit auseinandergehen, finde ich ganz natürlich, indem der Bastit nicht aus Enstatit allein entstehen kann. Auch unsere Analyse deutet gar nicht auf den Enstatit hin, und wir werden gleich sehen, dass hier in der That ein anderes Mineral den Bastit gebildet hat.

Im Dünnschliff sehen wir unter dem Mikroskope, dass der Bastit den grössten Theil des Gesichtsfeldes bildet. Die äusseren Umrisse der Krystalle sind unregelmässig. Die Spaltbarkeit ist vollkommen und feinfaserig, die

Lichtbrechung schwach. Zwischen dem Bastite sehen wir maschenförmige Adern mit den eingeschlossenen unregelmässigen Feldern, wie es die eigentlichen Serpentine immer zeigen. Die Felder, so wie auch die Adern, sind licht gefärbt.

Die Adern selbst zeigen eine deutliche Doppelbrechung und sind nicht besonders erfüllt mit ausgeschiedenem Magnetit. Die helle Farbe der Felder ist ein wenig durch unendlich winzige Körner, vielleicht Magnetit, getrübt. Bei starker Vergrösserung sieht man, dass die Felder aus feinen Blättchen, deren Doppelbrechung zwar nicht stark, aber doch evident ist, bestehen. Olivinreste sind hier nicht zu finden. Von *Chrysotil-Adern* werden hier und da die Serpentinfelder durchzogen. *Picotit* ist nicht selten.

Bis hierher stimmen meine Untersuchungen mit denen Dr. A. KOCH's vollkommen überein. Wir finden aber hier im Dünnschliff noch ein Mineral, das Dr. KOCH nicht erwähnt, welches aber im engsten Zusammenhange mit dem Bastit steht und sich beinahe in allen Serpentinien der Fruska-Gora wiederfindet.

Im Dünnschliff finden wir nämlich ein Mineral mit so ausgesprochenen Eigenschaften, dass es in die Augen fallen muss. Das Mineral ist vollkommen durchsichtig, farblos und zeigt eine so starke Lichtbrechung, dass es aus dem Präparate förmlich wie herausgehoben erscheint. Die Polarisationsfarben sind äusserst lebhaft. Das Mineral erscheint entweder eingeschlossen im Bastit, oder selbstständig im Gestein. Im Bastit finden wir das Mineral in der Form von Körnern oder schmäleren und breiteren Stäbchen, die immer parallel der blättrigen Spaltbarkeit eingelagert sind. Die freistehenden Körner dieses Minerals sind viel grösser und unregelmässig. An den Körnern, wie auch an den eingeschlossenen Stäbchen, sieht man der Längsrichtung nach öfters eine deutliche Spaltbarkeit, welche bei den eingeschlossenen Stäbchen mit der des Bastits parallel verläuft. Wenn die Bastite parallel mit den Hauptschnitten des einen oder des anderen Nicols auslöschen, so bleiben die eingeschlossenen Stäbchen hell und lebhaft gefärbt, löschen selbst aber erst unter einem Winkel bis 42° aus. Auch die freistehenden Körner zeigen dieselbe Auslöschungsschiefe. Die parallel auslöschenden Durchschnitte zeigen im convergenten Licht den seitlichen Austritt einer optischen Axe. Es ist also kein Zweifel, dass wir es hier mit einem monoklinen Pyroxen, den man als *Salit* bezeichnen kann, zu thun haben.

Die parallele Lage des Salits im Bastit zeigt uns deutlich, dass der letztere durch chemische Metamorphose aus dem ersten hervorgegangen ist. Die Metamorphose ist hier schon so weit vorgeschritten, dass wir nur die letzten Uebergänge sehen. Bei anderen Serpentinien ist die Umwandlung viel deutlicher zu sehen.

Im *Cerevicki potok*, in dem wir das eben besprochene Gestein als Gerölle vorfinden, treffen wir den Serpentin zweimal, wie dies auch Dr. A. Koch erwähnt, in einem mächtigen Lager entwickelt an. Aus dem oberen Lager besitze ich Handstücke von Serpentin, wo man die Entstehung des Bastites aus dem Salit viel besser verfolgen kann. Das Gestein ist hier von pechschwarzer Farbe und besitzt einen muscheligen Bruch. Die eingestreuten Bastitkrystalle sind mit freiem Auge leicht zu erkennen. Unter dem Mikroskope finden wir ein Netzwerk von dunkleren Adern mit helleren Feldern in grosser Menge entwickelt. Hiezu kommen noch einzelne *Chrysolitadern* und *Picotitblättchen*. Frische Olivinreste sind nicht zu finden. Der interessanteste Gemengtheil ist hier *Salit*. Er ist reichlich vorhanden, und zwar in grösseren Krystallen, wobei man alle Uebergänge in den Bastit verfolgen kann. Er ist farblos, die prismatische Spaltbarkeit ist gut entwickelt und die Auslöschungsschiefe beträgt bis 40° . Die Querschnitte mit der bekannten Spaltbarkeit zeigen im convergenten Licht den Austritt einer optischen Axe. Der Salit ist immer durch Sprünge, die bald parallel der Spaltbarkeit, bald wieder ganz unregelmässig verlaufen, in eine grössere Anzahl von Körnern zertheilt. An diesen Sprüngen hat die Umwandlung begonnen und wo sie schon weit vorgeschritten ist, da sieht man, wie die breit gewordenen Sprünge mit einem feinfaserigen, gerade auslöschenden Mineral, in dem man den Bastit leicht erkennen kann, erfüllt sind. In den grösseren Bastitkrystallen findet man auch hier die mit der Spaltbarkeit parallel gelagerten Stäbchen, die sich optisch als noch nicht umgewandelte Salitrete bestimmen lassen.

Enstatit wurde weder hier, noch im vorher besprochenen Gesteine vorgefunden. Der Serpentin ist also *hier aus einem Olivin-Salit-Gestein, Salit-Peridotit entstanden*.

2. Im *Mermerski potok* bei Beočin ist am Serpentinegestein die Serpentinisirung am wenigsten vorgeschritten. Schon Dr. A. Koch erwähnt, dass er hier das Muttergestein des Serpentin in ziemlich ursprünglichem Zustande gefunden hat, und bestimmte es als Olivin-Enstatit-Gestein. Ich habe hier Handstücke gesammelt, bei denen man kaum die ersten Spuren der Umwandlung beobachten, die man also nicht als Serpentin ansprechen kann.

Als Hauptgemengtheile dieses unzersetzten Gesteines finden wir drei verschiedene Mineralien: den *Olivin*, einen *monoklinen* und einen *rhombischen Pyroxen*.

Der *Olivin* ist ganz frisch; als Vorläufer der Zersetzung sieht man hier nur die netzförmigen Sprünge. Er zeigt eine rauhe Oberfläche, bunte Polarisationsfarben und wird durch Säuren zersetzt.

Der *monokline Pyroxen* erscheint hier als Salit mit allen jenen Eigenschaften, die wir schon früher besprochen haben.

Der *rhombische Pyroxen* erscheint dem monoklinen sehr ähnlich. Er ist farblos und hat eine schwach entwickelte, prismatische Spaltbarkeit. Im polarisirten Lichte ist er leicht vom Salit zu unterscheiden. Er löscht immer gerade aus und die Polarisationsfarben sind schwächer als beim Salit, gewöhnlich grau. Tombackartig schillernde Spaltstücke zeigen im convergenten Lichte das dunkle Kreuz, das sich bei der Drehung des Präparates in Hyperbeln theilt.

Nach allen diesen Eigenschaften zu urtheilen, haben wir es hier mit einem *Bronzit* (Enstatit), bei dem die Axenebene nicht mehr parallel mit der Spaltbarkeit nach der Fläche a (100), sondern senkrecht darauf steht, zu thun. Es ist dies ein *Protobastit*, bei dem die beginnende Zersetzung Ursache der optischen Veränderung war.

Bei den Serpentin im *Mermerski potok*, wo die Serpentinisierung mehr vorgeschritten war, kann man immer Reste von Olivin, Salit und Bronzit finden; es ist somit hier ein echter *Lherzolit* als Muttergestein des Serpentin zu betrachten.

3. Im *Dumbovo* und *Rakovački potok* finden wir Serpentine, die denen aus Mermerski potok vollkommen ähnlich sind. In denselben sehen wir Reste von *Olivin*, bastitbildendem *Salit* und *Bronzit*.

4. Serpentine vom *Veliki gradac*. Das Gestein von Veliki gradac stellt uns eine dritte Abart des Serpentin dar. Das dichte und vollkommen homogen aussehende Gestein besitzt eine grasgrüne Farbe. Die eingestreuten Bastitkrystalle, die in allen übrigen Serpentin der Fruška-Gora vorkommen, fehlen hier gänzlich. In der dichten Gesteinsmasse sehen wir hier nur eine feindendritisch verzweigte Ausscheidung eines Eisenminerals, welche dem Gestein ein schönes Aussehen verleiht. Das Eisenmineral bestimmte schon Dr. A. KOCH als *Chromeisen*.

Unter dem Mikroskope sehen wir, dass das Gestein vom *Veliki gradac* aus einem reinen *Olivinfels* entstanden ist. Der Dünnschliff erscheint im gewöhnlichen Lichte vollkommen farblos und homogen und erst im polarisirten Lichte kommen die einzelnen Serpentinfelder zum Vorschein, indem die Umrisse eine etwas stärkere Doppelbrechung besitzen, während die Felder selbst eine kaum wahrnehmbare Aufhellung zeigen. Das ausgeschiedene Eisenmineral bildet nur hie und da die Umrandung der einzelnen Felder. Von einem monoklinen oder rhombischen Pyroxen, sowie auch von Bastit, ist keine Spur zu finden.

5. *Vrdnički potok*. Das Serpentinegestein aus dem südlichen Lager zeigt nach seiner Zusammensetzung, dass es genetisch mit dem aus dem nördlichen Serpentinlager im Zusammenhange steht. Das Gestein aus dem

Vrdnički potok ist aus einem *Olivin-Salit-Gesteine* entstanden. In der Umwandlung ist es ziemlich weit vorgeschritten, indem nur wenig *Olivin-* und *Salitreste* vorhanden sind. Im *Bastit* findet man noch die erwähnten Salitstäbe eingeschlossen.

Picotit ist in grossen Blättern entwickelt.

6. *Iriški Vienac*. Nächst des Gebirgskammes oberhalb Irig, wo Dr. A. KOCH ein gabbroartiges Gestein gefunden hat, treffen wir das Serpentinegestein in einer neuen Abart entwickelt. Wo die Serpentinisierung weit vorgeschritten ist, da finden wir ausser den netzförmig vertheilten Feldern des Serpentin nur noch Bastitkrystalle vor.

Die rhombisch orientirte Auslöschung des Bastites ist vollständig, so dass man in ihm nirgends helle Reste eines monoklinen Pyroxens, wie es bei den früher beschriebenen öfters der Fall war, finden könnte und es lag die Vermuthung nahe, dass hier zur Bildung des Bastits nur ein rhombischer Pyroxen beigetragen hat. Weniger serpentinisirte Handstücke von demselben Fundort bestätigten diese Vermuthung. Hier liegen noch unzersetzte Olivinkörner in den Serpentinfeldern, der Bastit befindet sich in der ersten Entwicklung und doch ist keine Spur von einem monoklinen Pyroxen vorhanden. Um so häufiger treffen wir hier grosse und frische Körner eines rhombischen Pyroxens an, in dem wir den schon früher besprochenen Bronzit (Enstatit) leicht wiedererkennen. Unregelmässige Sprünge haben den rhombischen Pyroxen in einzelne Körner und Stäbchen getrennt. Wo die Umwandlung weit vorgeschritten ist, da sind die Sprünge sehr breit und erfüllt mit einem grünlichen, haarförmig gestreiften und gerade auslöschenden Mineral. Es ist dies der Bastit in seinem ersten Entwicklungsstadium.

Wie die Umwandlung des rhombischen Pyroxens weiter vor sich geht, werden dessen Reste im Bastit immer kleiner, bis sie gänzlich verschwinden. Bei der gleichartigen Orientirung beider Mineralien kann man natürlich nicht immer die letzten Reste im Bastit, wie es bei der Umwandlung des monoklinen Pyroxens der Fall war, erkennen.

Aus dem Gesagten geht hervor, dass der Serpentin vom Iriški Vienac aus einem *Olivin-Bronzit-Gestein* entstanden ist.

Wir sehen also, dass die eigentlichen Serpentine der Fruška-Gora aus *Peridotiten* hervorgegangen sind. Die mineralische Zusammensetzung der Peridotite war hier nicht gleichartig. Der ständigste Bestandtheil war *Olivin*, der auch für sich allein am Veliki gradac den *Olivinfels* bildete.

Die anderen zwei Bestandtheile der Peridotite, nämlich *Salit* und *Bronzit*, kommen entweder zusammen, oder jeder für sich in Verbindung mit Olivin vor und bildeten so den *Lherzolith*, den *Salit-Peridotit* und den

Bronzit-Peridotit, aus denen sich dann die eigentlichen Serpentine der Fruška-Gora gebildet haben.

Dr. A. Koch gibt als Muttergesteine dieser Serpentine ein Olivin-Enstatit-Gestein und zwei gabbroartige Gesteine an. Das Olivin-Enstatit-Gestein wurde am Mernier-Berg bei Beočin gefunden. Im Dünnschliff waren Kaolinflecke, die als Spuren eines Feldspathes betrachtet werden könnten, zu sehen. Ich habe früher gezeigt, dass das Muttergestein des Serpentin aus derselben Localität (Mermerski potok) ein Lherzolith ist. Kaolinflecke oder andere Reste, die auf den Feldspath deuten würden, habe ich weder hier, noch in einem anderen Serpentin der Fruška-Gora gefunden. Auch gabbroartige Gesteine habe ich nirgends angetroffen. Innerhalb des südlichen Serpentinlagers fand Dr. A. Koch an der Landstrasse zwischen Kamenica und Irig ein Gestein anstehend, welches Labradorit und Chlorit als Zersetzungsprodukt eines Magnesiasilikates führte. Ein ähnliches, wenn nicht dasselbe Gestein habe ich etwas östlicher bei Grgeteg im Schotter gefunden. Ich bestimmte es als Augit-Syenit. Das zweite Gestein, welches Dr. A. Koch erwähnt, findet sich bei Vrđnik vor und soll aus Labradorit, Saussurit und Diallag bestehen. Ein ähnliches Gestein habe ich nicht finden können. Im Opovački potok, nahe bei Vrđnik, habe ich zwischen Serpentinergängen eine grosse Menge von Amphibol-Granit angetroffen, aber einen Gabbro zu finden ist mir nicht gelungen. Wenn aber auch gabbroartige Gesteine in der Fruška-Gora vorkommen sollten, so haben sie doch keine Bedeutung für die Entstehung unserer Serpentine, wie wir dies früher gezeigt haben.

2. DIE SERPENTIN-ÄHNLICHEN GESTEINE.

Steigen wir vom Gebirgskamm durch den *Kameniti potok* gegen Jazak hinunter, so treffen wir unterwegs eine grosse Menge von Kalkschiefer, Glimmerschiefer, Chloritschiefer und zuletzt thonschieferartige Glimmerschiefer. Eine Strecke weiter unten ist kein anstehendes Gestein zu sehen, dann aber erscheint ein mächtiges Lager von dunkelgrünem Amphibolit. Unmittelbar an den Amphibolit lehnt sich das serpentiniähnliche Gestein, wobei die Contactzone so deutlich zu sehen ist, dass man leicht Handstücke abschlagen kann, an denen beide Gesteinsarten vorkommen.

Weiter im Bach sehen wir wieder Amphibolite und bei der Mündung des *Srnjevački potok* in den *Kameniti potok* erscheinen wieder ungeheure Massen von Serpentin. Das serpentiniähnliche Gestein wird immer dunkler, übergeht in Amphibolit, um dann das drittemal zum Vorschein zu kommen.

Die angrenzenden Amphibolite besitzen eine ziemlich variable Zusammensetzung. Der ständige Gemengtheil dieser Gesteine, der Amphibol, zeigt ein uralitisches Ansehen und es ist höchst wahrscheinlich, dass er sich sekundär aus dem Augit bildete, wofür auch die grosse Menge von Epidot, der sich überall einstellt, spricht. Der Augit fehlt in manchen Amphiboliten gänzlich, in den übrigen kömmt er in wechselnder Menge vor, und da zeigt er überall, dass er in der Zersetzung begriffen ist. Ebenso sind die Feldspäthe in einem Gestein sehr selten, in dem anderen wieder häufiger, in manchen aber sind sie gar nicht vorhanden. Als accessori-schen Gemengtheil finden wir in einigen Amphiboliten den Apatit dazu.

Das serpentinähnliche Gestein, welches hier mit dem Amphibolit wechsellagert, ist vollkommen dicht und im äusseren Ansehen dem serpentinähnlichen Gesteine von Sprechenstein bei Sterzing ganz ähnlich. Die olivengrüne Farbe des Gesteines ist bald lichter, bald dunkler. Aeusserlich ist das Gestein mit einer blättrigen, grünlichen Kruste überzogen. Winzige Blättchen aus dieser Kruste zeigen unter dem Mikroskope eine vollkommene Längsspaltbarkeit, löschen gerade aus und im convergenten Lichte sehen wir das Bild eines optisch zwei-axigen Minerals mit einem kleinen Axenwinkel. Die Farbe dieser Blättchen ist gelblichgrün, der Pleochroismus schwach. In allen diesen Eigenschaften stimmt dieses Mineral mit dem *Antigorit*, der hier auch das ganze Gestein bildet, überein.

Der Dünnschliff des serpentinähnlichen Gesteines zeigt uns unter dem Mikroskope beinahe dasselbe Bild, welches R. v. DRASCHE bei dem Serpentin von Windisch-Matrey abbildete. Das Eisenmineral zieht sich auch hier in unregelmässigen Reihen durch den Schliff, ohne sich massenförmig anzuordnen. Den grössten Theil des Schliffes bilden winzige Blätter eines farblosen Minerals. Selten sind die Blätter breit und fetzenförmig; meist sind sie in einer Richtung, in der sie auch eine deutliche Spaltbarkeit aufweisen, ausgezogen. Die Anordnung der Blätter ist oft gitterförmig.

Die Blätter besitzen keinen Pleochroismus. Zwischen gekreuzten Nicols zeigen sie graue Farben und löschen gerade aus. An den grösseren Blättern sieht man im convergenten Lichte, dass sie einem optisch zwei-axigen Mineral angehören. Dies ist dasselbe Mineral, welches HUSSAK als *Antigorit* bestimmte.

An einzelnen Stellen im Dünnschliffe findet man ausser dem Antigorit und dem Eisenmineral nur winzige unbestimmbare Körnchen als Reste des ursprünglichen Minerals, aus dem sich der Antigorit gebildet hat.

An anderen Stellen wieder ist das ursprüngliche Mineral deutlich zu

sehen. Man findet nämlich längliche Fasern, die meist unregelmässige Anhäufungen und Bündel bilden, vor. Das faserige Mineral besitzt eine gelblichgrüne Farbe und einen deutlichen Pleochroismus. Die Auslöschung ist schief und erreicht nie mehr als 18° .

Es ist kein Zweifel, dass wir hier einen *Amphibol* vor uns haben.

Die Umwandlung des Amphibols in Antigorit kann man deutlich verfolgen. Der Amphibol nimmt zuerst eine bleiche Farbe an; dann sieht man, wie sich Blättchen des Serpentinminerals nach zwei aufeinander senkrecht stehenden Richtungen in den Amphibol hineindrängen. Wo die Umwandlung weit vorgeschritten ist, dort ist der Amphibol mit dem Serpentinmineral ganz erfüllt. Endlich verschwindet der Amphibol gänzlich und als einzige Ueberreste kann man die erwähnten Körnchen ansehen. Es ist also kein Zweifel, dass sich dieses serpentinähnliche Gestein aus einem Amphibolgestein gebildet hat.

Ein anderes Stück aus dem *Kameniti potok* war dem Ansehen nach dem vorigen ganz ähnlich, mikroskopisch zeigte sich aber ein bedeutender Unterschied. Das *Eisenmineral* finden wir auch hier unregelmässig im Schliff zerstreut; auch die *Antigoritblättchen* zeigten keinen wesentlichen Unterschied. *Amphibol* findet sich nur an einzelnen Stellen unter dem Antigorit und somit ist kein Zweifel, dass auch er zur Bildung des Serpentin beitrug. Wir finden aber im Dünnschliff noch ein anderes Mineral, welches genetisch mit dem Antigorit in Zusammenhang steht. Zwischen dem Antigorit liegen unregelmässige kleine Körner, an denen die Spaltbarkeit nicht immer gut ausgebildet ist. Wo dieselbe zu finden ist, da verläuft sie entweder nur in einer oder in zwei Richtungen, die sich rechtwinklig kreuzen. Die Körner sind durchsichtig und farblos. Die Lichtbrechung ist stark und die Contouren markant. Im polarisirten Lichte zeigen sie lebhaftere Farben. Einzelne Haufen haben gleich orientirte Körner, indem sie gleichzeitig auslöschen; es sind dies also Ueberreste eines Individuums. Die Körner mit ausgesprochener Längsspaltbarkeit haben eine Auslöschungsschiefe bis 42° . Die Querschnitte zeigten im convergenten Lichte den seitlichen Austritt einer optischen Axe.

In einem grösseren Korn sind feine Zwillingslamellen interponirt. Allen diesen Eigenschaften und dem Ansehen nach ist dieses farblose Mineral dem *Salit*, wie er in den alpinen Serpentin vorkommt, vollkommen ähnlich. Wie der Amphibol, so wandelt sich hier auch der *Salit* direct in den Antigorit um und somit haben wir hier den *Salit und Amphibol als serpentinbildende Mineralien*.

Bei dem Zusammenflusse des *Kameniti potok* mit dem *Srnjevački potok* erscheinen, wie ich schon erwähnte, grosse Massen von serpentinähnlichem Gestein und wenn wir den *Srnjevački potok* thalaufrwärts ver-

folgen, so treffen wir dasselbe Gestein anstehend eine lange Strecke weit an, finden aber an der oberen Grenze keine Amphibolite mehr, sondern Glimmer-, Chlorit- und Kalkschiefer. Das serpentinihnliche Gestein im Srnjevački potok ist dem aus dem Kameniti potok vollkommen ähnlich.

Im nächsten, gegen Westen gelegenen Bach *Dubočaš* treffen wir das Serpentinestein nur als Gerölle an. In einem Theil der mikroskopisch untersuchten Gesteine aus diesem Bache fand ich *Salit* und *Amphibol* als serpentinbildende Mineralien vor, während andere nur *Salit* führten.

Aus dieser zweiten Gruppe fand ich das schönste Gestein ganz oben nahe dem Gebirgskamme. Das Gestein besitzt eine licht-äpfelgrüne Farbe und ist auch in dickeren Spaltstücken ziemlich durchsichtig. Grosse Magnetitkörner, die gleichmässig im Gesteine zerstreut liegen, geben diesem ein schönes Ansehen. Im Dünnschliff sehen wir, dass das Gestein aus schönen und breiten *Antigoritblättchen* und aus grossen *Salitkörnern* besteht. Amphibol war nicht vorhanden. Die Umwandlung des Salits in den Antigorit kann man hier, wie in keinem anderen Gesteine, deutlich verfolgen. In einem anderen, der Zusammensetzung nach ganz ähnlichen Gesteine, ist der Magnetit so massenhaft in unendlich kleinen Körnchen im Gestein vertheilt, dass dasselbe eine grünlichschwarze Farbe und ein thonschieferartiges Ansehen annimmt. Beide Gesteine führen eine bedeutende Menge von kohlenurem Kalk.

| | |
|--|------|
| VII. Bd. [1. FELIX J. Die Holzopale Ungarns. in palaeophytologischer Hinsicht. (Mit 4 Tafeln) (—50). — 2. KOCH A. Die alttertiären Echiniden Siebenbürgens. (Mit 4 Tafeln.) (1.20). — 3. GROLLER M. Topogr.-geolog. Skizze der Inselgruppe Pelagosa im Adriatisch. Meere. (Mit 3 Taf.) (—40). — 4. POSEWITZ TH. Die Zinninseln im Indischen Oceane: I. Geologie von Bangka. — Als Anhang: Das Diamantvorkommen in Borneo. (Mit 2 Taf.) (—60). — 5. GESELL A. Die geol. Verh. d. Steinsalzbergbaugebietes von Soovár, mit Rücksicht auf die Wiedereröffnung der ertränkten Steinsalzgrube. (Mit 4 Tafeln.) (—85). — 6. STAUB M. Die aquitanische Flora des Zsilthales im Comitate Hunyad. (Mit 37 Tafeln) (2.80)] | 6.35 |
|--|------|

| | |
|--|------|
| VIII. Bd. 1. Heft. HERBICH FR. Paläont. Stud. über die Kalkklippen des siebenbürgischen Erzgebirges, (Mit 21 Tafeln.) | 1.95 |
| “ “ 2. “ POSEWITZ TH. Die Zinninseln im Indischen Oceane: II. Das Zinnerz-vorkommen u. die Zinn-gew. in Banka. (Mit 1 Tafel) | —45 |
| “ “ 3. “ POČTA FILIPP. Über einige Spongien aus dem Dogger des Fünfkirchner Gebirges. (Mit 2 Tafeln) | —30 |
| “ “ 4. “ HALAVÁTS J. Paläont. Daten zur Kenntniss der Fauna der Südungar. Neogen-Ablagerungen. (II. Folge) Mit 2 Tafeln | —35 |
| “ “ 5. “ Dr. J. FELIX, Betr. zur Kenntniss der Fossilen-Hölzer Ungarns (Mit 2 Tafeln) | —30 |
| “ “ 6. “ HALAVÁTS J. Der artesische Brunnen von Szentes. (Mit 4 Tafeln) | —50 |

Die hier angeführten Arbeiten aus den «Mittheilungen» sind alle gleichzeitig auch in Separat-Abdrücken erschienen.

| | |
|---|----------|
| Jahresbericht der königl. ungarischen geologischen Anstalt für 1882,1883, 1884 | — |
| “ “ “ “ “ “ “ 1885 | 2.50 |
| “ “ “ “ “ “ “ 1886 | 3.40 |
| Katalog der Bibliothek und allg. Kartensammlung der kgl. ung. geolog. Anstalt, und I. Nachtrag | — |
| JOHANN BÖCKH. Die kgl. ungar. geologische Anstalt und deren Ausstellungs-Objekte. Zu der 1885 in Budapest abgehaltenen allgemeinen Ausstellung zusammengestellt | (gratis) |
| PETRIK L. Ueber ungar. Porcellanerden, mit besonderer Berücksichtigung der Rhyolith-Kaoline | —20 |
| PETRIK L. Ueber die Verwendbarkeit der Rhyolithe für die Zwecke der keramischen Industrie | —50 |

Geologisch colorirte Karten.

α) Uebersichts-Karten.

| | |
|---------------------------------------|-----|
| Das Széklerland | 1.— |
| Karte d. Graner Braunkohlen-Geb. | 1.— |

β) Detail-Karten. (1 : 144,000)

| | |
|--|-----|
| Umgebung von Alsó-Lendva (C. 10.) | 2.— |
| “ “ Budapest (neue Ausgabe) (G. 7.) | 2.— |
| “ “ Dárda (F. 13.) | 2.— |
| “ “ Fünfkirchen u. Szegzárd (F. 11.) | 2.— |
| “ “ Gross-Kanizsa (D. 10.) | 2.— |
| “ “ Kaposvár u. Bükkösd (E. 11.) | 2.— |
| “ “ Kapuvár (D. 7.) | 2.— |
| “ “ Karád-Igal (E. 10.) | 2.— |
| “ “ Komárom (E. 6.) (der Theil jenseits der Donau) | 2.— |
| “ “ Légrád (D. 11.) | 2.— |
| “ “ Magyar-Óvár (D. 6.) | 2.— |
| “ “ Mohács (F. 12.) | 2.— |
| “ “ Nagy-Vázsony-Balaton-Füred (E. 9.) | 2.— |
| “ “ Oedenburg (C. 7.) | 2.— |
| “ “ Pozsony (D. 5.) (der Theil jenseits der Donau) | 2.— |
| “ “ Raab (E. 7.) | 2.— |
| “ “ Sárvár-Jánosháza (D. 8.) | 2.— |
| “ “ Simontornya u. Kálozd (F. 9.) | 2.— |
| “ “ Sümeg-Egerszeg (D. 9.) | 2.— |
| “ “ Steinamanger (C. 8.) | 2.— |
| “ “ Stuhlweissenburg (F. 8.) | 2.— |
| “ “ Szigetvár (E. 12.) | 2.— |
| “ “ Szilágy-Somlyó-Tasnád (M. 7.) | 2.— |
| “ “ Szt.-Gothard-Körmend (C. 9.) | 2.— |
| “ “ Tata-Bicske (F. 7.) | 1.— |
| “ “ Tolna-Tamási (F. 10.) | 2.— |
| “ “ Veszprém u. Pápa (E. 8.) | 2.— |

γ) Detail-Karten. (1 : 75,000)

| | |
|--|-----|
| “ “ Alparét (Z. 17. C. XXIX) | 3.— |
| “ “ Lippa (Z. 21. C. XXV) | 3.— |
| “ “ Hadađ-Zsibó (Z. 16. C. XXVIII) | 3.— |
| “ “ Petrozsény (Z. 24. C. XXIX) | 3.— |
| “ “ Vulkan-Pass (Z. 24. C. XXVIII) | 3.— |

δ) Mit erläuterndem Text. (1 : 144,000)

| | |
|--|------|
| “ “ Kismarton (Eisenstadt) (C. 6.) Erl. v. L. ROTH v. TELEGD | 2.90 |
| “ “ Fehértemplom (Weisskirchen) (K. 15.) Erl. v. J. HALAVÁTS | 2.30 |
| “ “ Versecz (K. 14.) Erl. v. J. HALAVÁTS | 2.65 |

Mit erläuterndem Text. (1 : 75,000)

| | |
|--|------|
| “ “ Bánffy-Hunyad (Z. 18. C. XXVIII) Erl. v. Dr. A. KOCH und Dr. K. HOFMANN | — |
| “ “ Kolosvár (Klausenburg) (Z. 18. C. XXIX) Erl. v. Dr. A. KOCH | 3.30 |