

# Die Trachyte der Fruška gora in Kroatien (Syrmien).

Von Dr. M. Kispatić, Professor in Agram.

## Literatur:

H. Wolf: Bericht über die geologische Aufnahme des Vrđnik-Gebirges. Verhandlungen der k. k. geologischen Reichsanstalt, 1860, 1861, II. pag. 160.

A. Koch: Beitrag zur Kenntniss der geognostischen Beschaffenheit des Vrđnik-Gebirges in Ostslavonien. Jahrbuch der k. k. geologischen Reichsanstalt 1871, pag. 23 (pag. 28—30).

A. Popović: O geološkim odnošajima Fruške gore. I. O. Fruškorskim trahitima. Letopis Matice srbske. 1873, pag. 137—141.

Dr. Oscar Lenz: Beiträge zur Geologie der Fruška gora in Syrmien. Jahrbuch der geologischen Reichsanstalt 1873, pag. 295; die mikroskopische Untersuchung von Dr. Doelter, pag. 303.

St. Nedeljković: Syrmier Sanidin-Trachyt. Verhandlungen der geologischen Reichsanstalt 1874, pag. 15.

Dr. C. Doelter: Trachytvorkommen in Syrmien. Verhandlungen der geologischen Reichsanstalt 1874, pag. 60.

A. Popović: Neuer Fundort von Trachyt in Syrmien. Verhandlungen der geologischen Reichsanstalt 1874, pag. 226.

Dr. A. Koch: Neue Beiträge zur Geologie der Fruška gora in Ostslavonien. Jahrbuch der geologischen Reichsanstalt 1876, pag. 1. (pag. 21, 38—46.)

Beim Durchsehen der ziemlich umfangreichen Literatur, die über die Trachyte in der Fruška gora besteht, ist man nicht im Stande sich ein Urtheil zu bilden, in welche Gruppe man dieses eruptive Gestein stellen soll, da die betreffenden Untersuchungen und Bestimmungen sehr weit auseinandergehen. Koch hat in seiner letzten citirten Arbeit die Trachyte von Ledince und Rakovac als doleritische Phonolite bestimmt. Doelter beschrieb das eruptive Gestein von Rakovac einmal als Amphibol-Andesit, ein anderes Mal als Trachyt. A. Popović bestimmte diese Gesteine zum Theil als gewöhnliche Trachyte, zum Theil als Quarztrachyte. Demzufolge sind auch die einzelnen Gemengtheile sehr verschieden angegeben und

die physiographischen Eigenschaften wurden durchgehends übergangen, so dass man selbst nicht beurtheilen kann, ob die einzelnen Bestimmungen richtig sind oder nicht.

Das alles hat mich bewogen, die verschiedenen Fundorte des eruptiven Gesteins der Fruška gora zu besuchen, um an Ort und Stelle das nothwendige Material zur Untersuchung zu sammeln. Zu dem Unternehmen hat mich noch der Umstand bewogen, dass gerade im letzten Sommer der Tunnel durch den Peterwardeiner Festungsberg für die neue Eisenbahnstrecke Neusatz-Semlin durchstoßen wurde, wo ich interessantes petrographisches Material zu finden hoffte.

Das Trachytgestein der Fruška gora findet sich nur in der Umgebung von Rakowac und Ledince und im Peterwardeiner Tunnel. Unter allen diesen Fundorten ist der letztere der interessanteste. Bei Rakowac und Ledince bildet der Trachyt ganze Berge und Kuppen, im Peterwardeiner Festungsberge schmale Gänge in einem Gestein, das aus der Literatur unrichtigerweise als Serpentin bekannt ist.

Dass der Trachyt den Peterwardeiner Festungsberg durchbrochen hat, erwähnt zuerst A. Popović in einer kurzen Notiz in den Schriften der k. k. geologischen Reichsanstalt (Verh. 1874, 226), worin er sagt, dass der Trachyt aus Orthoklas, Oligoklas und Quarz bestehe. In seiner Arbeit in dem Jahresbericht der „Matica srbska“, zählt er dieselben Mineralien als die wesentlichen Gemengtheile auf, zu denen sich noch in kleineren Mengen Augit, Biotit, Nephelin, Pyrit, Magnetit und Calcit gesellen. In wiefern diese Bestimmungen richtig sind, werden wir gleich sehen.

Der Trachyt, der an der Südseite des Peterwardeiner Berges auf der Kamenitzer Fahrstrasse zum Vorschein kommt, ist so verwittert, dass man in ihm nur noch die grünlichen, chloritisirten Amphibole unterscheiden kann. Unverwittertes Gestein habe ich nur im Tunnel gefunden. Dieser hat seinen Anfang an der Westseite des Berges, nur einige Meter weit von der Donau. Er ist im Ganzen 361 Meter lang, hat gleich Anfangs eine kleine Biegung gegen Norden und mündet in gerader Richtung gegen die Vorstadt „Majur“. Er zieht sich durch ein grünes Gestein, das anscheinend gleichartig aussieht und aus dem der ganze Festungsberg besteht. Wie ich schon erwähnt habe, ist dieses grüne Gestein in der Literatur als Serpentin bekannt. Meine Untersuchungen, die ich in der Sitzung der südslavischen Akademie in Agram vom 7. Juni 1882 veröffentlichte, haben dargethan, dass wir es hier mit „grünen Schiefen“ zu thun haben, die jenen Niederschlesiens<sup>1)</sup> ganz ähnlich sind. — 60 Meter vom Eingange von der Donauseite bricht senkrecht durch das Schiefergestein ein Trachytgang durch, der an der linken Seite 5·5 und auf der rechten Seite 7 Meter mächtig ist. Nach dem Trachytgange setzt sich der grüne Schiefer weiter fort, erscheint hier immer mehr und mehr verwittert, und in diesem verwitterten Gestein, circa 160 Meter vom Eingange, kommt ein zweiter 6 Meter breiter Trachytgang zum Vorschein. Wie das umgebende Gestein, so ist auch der Trachyt hier sehr verwittert.

<sup>1)</sup> Dr. E. Kalkowsky: Ueber grüne Schiefer Niederschlesiens. Min. Mitth. 1876, pag. 87.

Das Gestein vom ersten Trachytgang ist mindestens dem Ansehen nach ganz frisch und von einer röthlich grauen Farbe. Es hat sich beinahe immer porphyrisch ausgebildet; in einer dichten Grundmasse kann man deutlich die schön ausgebildeten Krystalle von Feldspath und Amphibol nebst einer bedeutenden Menge von Pyrit unterscheiden. Der Feldspath ist meist milchig getrübt und nur ausnahmsweise noch ganz klar und glasis. Der porphyrisch ausgebildete Amphibol bildet lange Krystalle und ist gleichmässig durch das ganze Gestein vertheilt, nur hie und da hat er sich in grösseren Krystallen zu mehr weniger umfangreichen Haufen angesammelt.

Mikroskopisch habe ich im Gestein des ersten Trachytganges als beständige Gemengtheile Feldspath (meist Orthotomer), Amphibol, Apatit und Titanit gefunden. Nur in einzelnen Fällen tritt Augit und Biotit hinzu. Die Grundmasse ist durch und durch krystallinisch ausgebildet. Ausser dem schon erwähnten Pyrit sind hier noch Haematit, Limonit, Eisen- und Kalk-Carbonate zu sehen. Nephelin habe ich nirgends gefunden und Quarz nur einmal nachweisen können, wo er als secundäre Bildung in einem sehr zersetzten Trachyt erscheint. Nach diesen Bestandtheilen muss man dieses eruptive Gestein in die Gruppe der Trachyte stellen.

Der Feldspath in grösseren Krystallen ist zwar nicht so häufig als der Amphibol, ist aber so constant, dass man selten auf einen Dünnschliff trifft, in dem kein grösserer Krystall zu sehen wäre. Es ist meistens orthotomer Feldspath, neben ihm aber immer Plagioklas in geringerer Menge zu finden. Der erstere bildet entweder einfache Krystalle oder Karlsbader Zwillinge. Bei den letzteren betrug die Auslöschungsrichtung mit der Zwillingsgrenze  $12.5-13^{\circ}$ . Die durchsichtigen und klaren Krystalle zeigen oft den schönsten zonalen Bau mit 3, 4 bis 9 Zonen. Ein Theil der orthotomen Feldspathe ist ganz frisch und durchsichtig, mit dem Charakter des schönsten Sanidin. Ein zweiter Theil ist durch die Zersetzung ganz trüb geworden.

Die Zersetzung hat hier wie auch in anderen ähnlichen Fällen meist durch die unregelmässigen Klüfte und Sprünge, die den Krystall durchziehen, den Weg in das Innere gefunden. Oft bildet die Trübung im Krystall einen geschlossenen Kranz, wobei das Innere und der Rand ganz klar geblieben sind. In einer grossen Anzahl von Proben sind die Feldspathe ganz zersetzt. Man kann sie nur an ihren äusseren Contouren erkennen, während das Innere metamorphosirt ist. Bei starker Vergrösserung kann man deutlich wahrnehmen, dass dieses Umwandlungsproduct aus einer Unzahl unendlich feiner Blättchen besteht. Alle die Blättchen haben sich parallel angelagert und liegen in der Richtung der Prismenflächen. Nur in einzelnen Fällen haben sich dazu dünne Lagen von denselben Blättchen in einer Richtung geordnet, die mit der früheren einen Winkel von beiläufig  $90^{\circ}$  bildet. Die Blätter geben bei gekreuzten Nicols sehr lebhaft Farben und zeigen eine gerade Auslöschung. Zieht man die blättrige Natur dieser Umwandlungsproducte, die grellen Polarisationsfarben und die optische Orientirung in Betracht, und noch den Umstand, dass sich dieses Mineral durch chemische Metamorphose im Kali-Feldspath gebildet hat, so ist man leicht geneigt, die Vermuthung auszusprechen, dass sie aus Kali-

glimmer bestehen. Es ist ja dies eine Metamorphose, die schon öfters beobachtet wurde. Eine ähnliche Bildung von Kaliglimmer hat Tschermak<sup>1)</sup> bei der Zersetzung von Labradorit beobachtet und nachgewiesen. Ich habe bei den Augit-Andesiten und Halbopalen von Gleichenberg<sup>2)</sup> dieselbe Bildung von Kaliglimmer im Feldspath beobachtet und chemisch nachgewiesen, und die Pseudomorphosen in dem Peterwardeiner Trachyt sind denjenigen von Gleichenberg ganz gleich. Die Umwandlung hat nicht allein die Feldspathe betroffen, man findet immer, dass auch dabei die übrigen Gemengtheile stark verändert sind. Dass sich unter den umgewandelten Feldspathen auch Plagioklase finden, beweist der Umstand, den ich früher erwähnt habe, dass sich einzelne Lagen von Blättchen und Schüppchen senkrecht zu den übrigen geordnet haben, was der Verzwillingung nach 001 entsprechen würde, die man bei den unzersetzten Plagioklasen des Peterwardeiner Trachyts öfters findet. Alle umgewandelten Feldspathe enthalten immer im Innern ganz frische Apatitnadeln eingeschlossen.

Der orthotome Feldspath führt in allen Individuen verschiedenartige Einschlüsse, und zwar:

1. Apatit. Er ist der beständigste Begleiter. Man findet ihn in sechseitigen basischen Durchschnitten, sowie auch in langen nadelförmigen Krystallen mit der Pyramide und manchmal noch mit der Endfläche. Die Nadeln zeigen immer die basische Spaltbarkeit. Neben dem Apatit tritt eine grössere Anzahl von so winzigen Nadeln auf, die wegen ihrer Kleinheit nicht bestimmbar sind. Vielleicht gehören auch sie dem eben erwähnten Minerale an.

2. Feldspath selbst liegt oft in kleineren Körnern in den grösseren Individuen eingeschlossen, und zwar in einer unregelmässigen Lage.

3. Amphibol erscheint öfters als Einschluss und zwar in grösseren Krystallen, an denen man den bedeutenden Pleochroismus, den geringen Auslöschungswinkel und die prismatische Spaltbarkeit beobachten kann.

4. Augit findet sich als seltener Gast.

5. Ganze Stücke von der Grundmasse mit den Krystallen von Feldspath, Amphibol, Augit, Apatit und Pyrit, welche letzterer sich öfters an den Rändern zu Hämatit umgewandelt hat.

6. Titanit ist der interessanteste Einschluss im Feldspath. Er erscheint hier in winzigen, gelben, charakteristischen Krystallen entweder einzeln oder zu Gruppen vereinigt. In einem Sanidin habe ich sechs zu einer Gruppe angehäuften Titanitkrystalle gefunden.

Die Anzahl der in dem Trachyt vorkommenden Plagioklase ist viel geringer, als die der orthotomen Feldspathe, und sie haben sich durchgehends in kleineren Dimensionen ausgebildet. Die einzelnen Zwillinglamellen sind, wie es oft vorkommt, von verschiedener Breite und gehen häufig nicht durch das ganze Individuum durch. In einigen Plagioklasen haben sich einzelne dünne Lamellen quer im Krystall eingelagert, so dass sie parallel der Fläche 001 liegen. In den

<sup>1)</sup> Tschermak, Mineralog. Mitth. 1874, pag. 269 und 1875, pag. 41.

<sup>2)</sup> Tschermak, Min. petrog. Mitth. 1881, pag. 136.

übrigen Eigenschaften stimmt dieser Gemengtheil mit dem orthotomen Feldspath ganz überein. Die Auslöschungsrichtung der einzelnen Plagioklasse mit der Zwillingsfläche bildete einen Winkel von 6, 8 bis 14°.

Der Amphibol bildet in dem Peterwardeiner Trachyt den bedeutendsten Gemengtheil. A. Popović erwähnt ihn in seiner Arbeit nicht, obwohl sich der Amphibol in so grossen Krystallen entwickelte, dass man ihn aus dem Gestein leicht trennen und messen kann. Die ausgelösten Krystalle hatten zwar eine etwas rauhe Oberfläche, sie gestatteten doch insoferne eine Messung, dass man aus ihr die einzelnen Flächen erkennen kann. Die Prismenflächen bildeten im Durchschnitt einen Winkel von 55° 41' (124° 19'). Dazu sind an den Krystallen die beiden seitlichen Pinakoide vorhanden, ebenso die Flächen 100 von kaum bemerkbarer Dimension. Weiter sind noch 111,  $\bar{1}11$  und 001 entwickelt ( $\bar{1}11 : \bar{1}10 = 68^\circ 57'$ ;  $001 : \bar{1}11 = 34^\circ 4'$ ). Wo die Amphibole frisch und unzersetzt sind, zeigen sie einen deutlichen Trichroismus: *a* lichtgrün, *b* gelbgrün und *c* braungrün. Längsschnitte geben eine Auslöschungsschiefe von 6 bis 17°, während die Querschnitte eine ausgezeichnete prismatische Spaltbarkeit von circa 120° zeigen. Darunter sind einige Zwillinge nach dem Orthopinakoid. Der grösste Theil der Amphibole ist verändert. Die Zersetzung hat an den Rändern begonnen und hat sich von da in das Innere fortgepflanzt, was leicht an den Krystallen, die sich in mehr oder weniger fortgeschrittenem Stadium der Umwandlung befanden, zu sehen ist. Wo er ganz zersetzt erscheint, da kann man ihn nur an seinen Contouren erkennen. Das Umwandlungsproduct besteht aus schuppenförmigem Chlorit. Die Schuppen sind je nach dem Schnitt breiter, dünner und nadelförmig, sie zeigen meist einen deutlichen Dichroismus. Die breiten Blätter bleiben zwischen gekreuzten Nicols in jeder Lage dunkel, während die Längsschnitte nur parallel dem einen oder dem anderen Nicol auslöschten. Zwischen den Chlorit haben sich hie und da Kalk und Eisencarbonat eingelagert, manchmal dendritische Anhäufungen von Magnetit.

Auch hier ist der gewöhnlichste Einschluss Apatit. Wo der Amphibol ganz umgewandelt, kann man den Apatit immer frisch sehen. In der grössten Menge aber treten als Einschlüsse der Pyrit und seine Umwandlungsproducte, Limonit und Hämatit, auf. Weiter finden sich manchmal eingeschlossene Sanidine und schöne Titanit-Krystalle. Nur in zwei Fällen habe ich grosse Biotit-Blätter gefunden und zwar in einer ganz unregelmässigen Lage.

Der Apatit erscheint im ganzen Gestein nicht nur als Einschluss, sondern auch selbständig in grosser Menge. A. Popović erwähnt ihn nicht. Er hat wahrscheinlich den Apatit für Nephelin gehalten, von dem aber in dem Gestein nichts zu sehen ist. Dieses hexagonale Mineral, das sich auch in den übrigen Trachyten der Fruška gora findet, ist, wie ich weiter zeigen werde, nicht Nephelin, sondern Apatit. Er kommt in den Dünnschliffen in allen seinen charakteristischen Formen vor. Die Querschnitte zeigen mehr oder weniger regelmässige Sechsecke. Die der Länge nach liegenden Krystalle zeigen die Prismenflächen combinirt mit der Pyramide, wozu

sich manchmal auch das basische Pinakoid gesellt. Sehr selten erscheint das Pinakoid allein mit dem Prisma. Sie sind von verschiedener Länge und Dicke. Die basische Spaltbarkeit ist an ihnen immer entwickelt, so dass die Krystalle gegliedert erscheinen. Oefters findet man mehrere Apatite von verschiedener Länge und Dicke parallel der Hauptaxe zu grösseren Bündeln verwachsen. Die dünneren sind gewöhnlich ganz rein und durchsichtig, während die dickeren meistens mit Einschlüssen erfüllt erscheinen. Diese häufen sich in einer solchen Menge an, dass die betreffenden Theile grau und dunkel werden. Sie erfüllen gewöhnlich den mittleren Theil des Krystalls, so dass nur die Randtheile rein bleiben. Die Zone der Einschlüsse ahmt manchmal ganz genau die äusseren Contouren des Krystalls nach. Die Einschlüsse sind fast immer so winzig, dass man sie erst bei der stärksten Vergrösserung (800 bis 1000) unterscheiden kann. Es sind das theils nadelförmige Gebilde, die sich in der Richtung der Hauptaxe geordnet haben, theils ovale Kügelchen. Ein Theil dieser ist von braungelber Farbe. In ihnen erscheinen manchmal kleine Bläschen, die aber weder bei einem Schütteln, noch bei einer Erwärmung des Präparates in Bewegung gerathen. Es sind das also wohl Glaseinschlüsse. Ein zweiter Theil ähnlich geformter ist licht gefärbt. Auch in ihnen findet man öfters Bläschen. Bei den rundlichen Einschlüssen bewegte sich durch die Erwärmung das Bläschen ganz deutlich, verschwindet aber nicht. Wir haben es also hier mit einer wässerigen Flüssigkeit zu thun. Das Bläschen in den licht gefärbten, nadelförmigen Einschlüssen bewegte sich nicht, woran wahrscheinlich die langgezogene Form der Hohlräume die Ursache ist. Die optischen Eigenschaften sind die eines hexagonalen Minerals.

Der Titanit ist in dem Peterwardeiner Trachyt ein so beständiger und häufiger Gemengtheil, dass man in jedem Dünnschliff mehrere Individuen nachweisen kann. Er erscheint nicht nur als Einschluss im Feldspath und Amphibol, sondern auch selbständig in der Grundmasse. In einem einzigen Dünnschliff habe ich über hundert Titanitkrystalle gezählt. — Er ist sehr schwach gelb gefärbt und zeigt einen ganz deutlichen Pleochroismus. Die Oberfläche erscheint fein gerunzelt. Ausserdem erscheint die Form der Krystalle so charakteristisch, dass das Mineral leicht zu erkennen ist. Körner kommen äusserst selten vor. Die kleineren Krystalle zeigen mehr oder weniger regelmässige Rhomben, manchmal auch Deltoide, bei denen sich das eine Paar der Flächen in einen spitzen Keil verlängert. Bei den grösseren erscheinen die Rhomben gewöhnlich in der Weise ausgebildet, dass die zwei gegenüber liegenden Flächen verkürzt, die anderen zwei in die Länge gezogen sind, so dass dadurch längliche, säulenförmige Formen entstehen. Viele Titanite, die im gewöhnlichen Lichte wie einfache Krystalle aussehen, erweisen sich im polarisirten Lichte als Zwillinge, bei denen die Zwillingnaht mit der langen Diagonale zusammenfällt. Ein Zwillings war der Form nach ganz ähnlich den bekannten Gypszwillingen nach dem Orthopinakoid mit dem einspringenden Winkel (Schwalbenschwanz-Zwilling). Manche sechsseitige Säulen zeigen schon im gewöhnlichen Licht eine Zwillingnaht, die den Krystall der Länge nach in zwei Hälften theilt. Die Krystalle sind meist von einer bedeutenden Grösse, von  $\frac{1}{2}$  bis 2 Mm. und nicht immer

rein, man kann aber wegen der rauhen Oberfläche die Natur der Einschlüsse nicht bestimmen. Nur selten sieht man feine, nadelförmige Mikrolite von gelblichgrüner Farbe längs der langen Diagonale angeordnet. Im etwas zersetzten Gestein werden die Titanite blass.

Der Augit, von dem A. Popović sagt, dass er den Hauptgemengtheil des Trachyts bildet, lässt sich in der That nur in einzelnen Partien des Gesteins nachweisen. In 14 Dünnschliffen habe ich keine Spur vom Augit gefunden, in 4 Präparaten hingegen war er so häufig, dass nicht anzunehmen ist, als wäre er in den übrigen Schliffen zufällig nicht getroffen worden. Neben dem Augit ist auch hier immer Amphibol vorhanden, der letztere aber in kleineren kernartigen, zu Gruppen vereinigten Krystallen ausgebildet. Der Augit ist hellgrün gefärbt. Der Pleochroismus ganz unbedeutend, und im polarisirten Lichte zeigt er die grellen Farben. Die Auslöschungsschiefe beträgt 37—40°. Die Querschnitte zeigen ausser den Prismenflächen noch die der beiden Pinakoide. Die letzteren sind immer mehr entwickelt, als die ersteren. Die prismatische Spaltbarkeit ist selten und dann un deutlich. Zwillinge sind nicht häufig und unter ihnen einige mit 2—3 interponirten Lamellen nach dem Orthopinakoid. Einschlüsse erscheinen wenige, hie und da kleine Apatitkrystalle und selten kleine Biotitblättchen.

Der Biotit selbst ist ebenso wie der Augit ganz ungleichmässig im Gestein vertheilt. In den meisten Präparaten ist von ihm keine Spur zu sehen. Nur in einer kleineren Anzahl von Schliffen sieht man in der Grundmasse einzelne Biotitblättchen eingestreut. Grössere Blätter sind auch da sehr selten. Nur in einem Handstück war er in grosser Menge schon mit freiem Auge bemerkbar. Man kann da ganze Lagen von Biotitblättern herauslesen. Die Farbe ist braungelb, die Längsschnitte zeigen starke Absorption. Die sechseckigen Blätter bleiben zwischen gekreuzten Nicols in jeder Lage dunkel. Im convergenten Licht zeigen diese ein dunkles Kreuz, das sich aber bei einer Bewegung des Präparates unbedeutend in zwei Arme theilt. Als Einschlüsse findet man im Biotit Apatitnadeln und Hämatitblättchen. Die Grundmasse des untersuchten Trachyts ist mikrokrystallinisch ausgebildet, ohne jede Spur von Glas. Wo sie noch frisch ist, kann deutlich nachgewiesen werden, dass sie aus winzigen Feldspathkryställchen, unter denen die einfachen Individuen weit vorherrschen, besteht.

Neben dem Feldspath erscheinen Apatitnadeln, einzelne Titanite, manchmal kleine Amphibol- und Augitkörner und sehr selten Biotitblättchen. Ausserdem ist eine bedeutende Menge von Pyrit vorhanden. Er hat sich manchmal in Limonit oder Hämatit umgewandelt. Dazu kamen bei den zersetzten Stücken Carbonate von Kalk und Eisen. Endlich muss ich noch des Quarzes erwähnen, den ich nur in zwei Präparaten von ganz verwittertem Gestein gefunden habe, wo immer mehrere Körner kleine und schmale Klüften ausfüllen<sup>1)</sup>.

<sup>1)</sup> Nachdem die Arbeit schon beendet war, habe ich erfahren, dass Dr. J. Szabó die Trachyte von Peterwardein, Rakovac und Ledince untersucht und die Resultate ungarisch im Földtani Közlöny 1874, pag. 94—97 veröffentlicht hat. Er bestimmte alle die Trachyte als Quarztrachyte, und erwähnt kurz, dass er in ihnen

Das Gestein von dem zweiten Trachytstock ist durchgehends so verändert und zersetzt, dass man in ihm ausser dem frischen Apatit nur noch die Contouren von zersetztem Amphibol unterscheiden kann. Auch hier hat sich der Quarz in mikroskopischen Klüften angesiedelt.

Wie ich schon erwähnt habe, findet man den Trachyt in der Fruška gora noch in der Umgebung von Racovac und Ledince. In der Literatur erwähnt zuerst H. Wolf in dem Jahrbuch der k. k. geologischen Reichsanstalt (1860, 1861, II., p. 160) dieses Vorkommen, wo er sagt, dass er Trachytgeschiebe in dem Bach von Ledince gefunden hat. Später hat Dr. Koch im Jahrbuch der k. k. geologischen Reichsanstalt (1871, p. 28) den Sanidin-Trachyt von Rakovac beschrieben. Bei der mikroskopischen Untersuchung fand er eine felsitische Grundmasse, und als Einsprenglinge Sanidin, Amphibol, Augit, etwas Biotit und wenig Nephelin. Ausser diesen Gemengtheilen hat A. Popović (Letopis, 1873) in dem Trachyt von Rakovac noch Quarz gefunden; und ganz analog war nach ihm auch der Trachyt von Ledince zusammengesetzt.

In der citirten Arbeit von Dr. Lenz (1873) hat Dr. Doelter das Gestein von Rakovac als Amphibol-Andesit bestimmt. Augit hat er nicht gefunden, aber hexagonale Durchschnitte von einem Mineral, das er für Nephelin hält.

St. Nedeljković (Verhandl. 1874, p. 226) hat in den Trachyten nur Sanidin, Amphibol und Magnetit gefunden.

Ein zweites Mal hat Dr. Doelter (Verhandlungen 1874) das Gestein von Ledince als Trachyt bestimmt, wobei er keinen Nephelin gefunden und bezüglich des Vorhandenseins des Augits war er nicht sicher.

Koch hat in seiner jüngsten Arbeit (1876) die Trachyte in der Fruška gora als doleritische Phonolithe bestimmt. Er hat eine Bauschanalyse von dem Gestein aus dem Rakovacer Bach (Rakovački potok) durchgeführt, wobei er aber zuerst alle grösseren Sanidinkrystalle ausklaubte. Aus der Analyse zog er den Schluss, dass das Gestein ziemlich in der Mitte zwischen den saueren Trachyten und Phonolithen einerseits und dem basischeren Dolerite anderseits steht.

Koch gesteht selbst, dass die untersuchten Gesteine von den Doleriten in ihrer mineralogischen Zusammensetzung weit abstehen. Für die phonolithische Natur der Gesteine sprach für ihn nur der Nephelingealt. Schon in der ersten Arbeit, sagt er, es scheint ihm, das Gestein enthalte Nephelin. In der letzten Zeit führt er keine Beweise dafür an, dass das hexagonale Mineral wirklich Nephelin ist. Bei der Darstellung der mikroskopischen Untersuchungen der verschiedenen Trachyte erwähnt er in vielen Fällen den Nephelin nicht, und wo es geschieht, da stellt er in die Klammer ein Fragezeichen, dennoch bestimmte er diese Gesteine ohne Vorbehalt als doleritische Phonolithe. Ich werde später zeigen, dass Nephelin nicht

---

ausser Orthoklas, Oligoklas, Amphibol, Augit, Biotit und Magnetit noch Nephelin gefunden hat. In einer brieflichen Mittheilung an den Verfasser sagt Prof. Szabó, dass er sich beim späteren Durchsehen der Präparate überzeugt habe, dass in dem Gestein kein Nephelin vorkomme.

vorkommt und die vorhandenen hexagonalen Schnitte dem Apatit angehören, das Gestein also kein Phonolith sein kann. Koch zählt nur die Namen der einzelnen Gemengtheile auf, ohne sich in das Detail einzulassen, obwohl die Gesteine manches Interessante bieten.

Der Trachyt in der Umgebung von Rakovac und Ledince hat die Sandsteine und die Schiefer aus der Kreideformation durchbrochen. Er bildet hier ganze Berge, die sich bis nach „Vicnac“ (= Kranz, und bedeutet hier den Kamm) ziehen. In der Umgebung von Rakovac findet man ihn zuerst im östlichen Zweig des „Rakovački potok“. Man trifft hier zuerst dunkle und dann graue Sandsteine aus der Kreide, und bei „Buškina ugljara“ im erwähnten Bach bricht durch den Sandstein eine mächtige Lage von Trachyt, und zieht sich von da gegen 80 Meter hinauf dem Bach entlang (nach Koch nur 40 M.). Oberhalb des Trachyts erscheinen Thonschiefer, in denen bis 2 M. dicke Lagen von Sandstein eingeschaltet liegen. Oberhalb des Thonschiefers kommt man wieder auf den Trachyt, der sich gegen 150 M. hinaufzieht. Oben liegen Kreidekalksteine.

In der Umgebung von Ledince steht der Trachyt zuerst im „Kamenarski potok“ (Bach) an, wo er seitlich einen ganzen Gipfel „Kamenar“ bildet. Am Kamenar sind auch zwei Steinbrüche im Trachyt angelegt. Von hier zieht er sich gegen den „Ratorski potok“, wo er den Kreidesandstein durchbrochen hat. Von da erhebt er sich rechts zu dem „Lukin svetac“, der ganz aus Trachyt besteht. Von „Lukin svetac“ zieht er sich auf den „Crničot“ bis nach „Zovin dol“. Gegen den Kamm in der Nähe der „Trešnjeva anta“ bildet er die beiden Gipfel von „Lišajev vrt“ (wahrscheinlich ist das die „Oštra glavica“ von Koch), wo er ganz verwittert ist.

1. Der Trachyt im „Rakovački potok“ ist von bläulich-grauer Farbe und deutlich porphyrisch ausgebildet. Makroskopisch kann man im Gestein die grossen, glasartigen Sanidine, dann den Amphibol und Augit unterscheiden.

Unter dem Mikroskope erweisen sich die Feldspäthe meistens als Sanidine, sie bilden vorwiegend sehr grosse, frische, einfache Individuen oder Karlsbader Zwillinge mit Auslöschungsschiefen von 7 bis 8°. Plagioklase sind selten in grösserer Anzahl vorhanden. Die Einschlüsse sind nicht zahlreich, fehlen aber nie. Am gewöhnlichsten findet man Apatit, dann einzelne Titanitkrystalle in der bekannten Form, manchmal auch deutliche Augitkörner und selbst kleinere Sanidine. Oefters erscheinen im Sanidin ganze Fetzen von der Grundmasse, die aus Feldspathleisten, Apatit, Amphibol und Augit besteht. Ein solcher Amphibol enthält wieder Biotit eingeschlossen. Flüssigkeits-Einschlüsse mit beweglichen Bläschen sind selten. Der Plagioklas ist in kleineren Krystallen ausgebildet, manchmal zonal gebaut, und führt wenig Einschlüsse.

Amphibol tritt in grösseren Krystallen auf, ist dunkelgrün und dunkelgelb gefärbt, der Pleochroismus bedeutend. Bei den Längsschnitten bildete die Auslöschungsschiefe mit den prismatischen Spalt-rissen einen Winkel von 5, 6—14°. An den Querschnitten ist die prismatische Spaltbarkeit gut ausgebildet. Manchmal erscheint zonaler Bau. Die kleineren Amphibole enthalten ausser Apatit keine anderen

Einschlüsse, sind aber gewöhnlich mit einem Magnetitkranz umgeben. Die grösseren Amphibole bieten so charakteristische Bilder, dass es auffällt, wie sie von früheren Beobachtern nicht hervorgehoben wurden; sie sind mit winzigem Augit und Magnetit umgeben, welche einen ununterbrochenen Kranz bilden, wie man ihn bei den Phonolithen von Aussig, Roche Sanadoire u. s. w. kennt<sup>1)</sup>. Die Ränder vom Amphibol sind zerfasert und unterbrochen, ebenso ist das Innere verschiedenartig unterbrochen und mit interessanten Einschlüssen erfüllt. Unter den letzteren muss ich zuerst den Feldspath erwähnen. Er hat sich zwischen den Augit-Magnetitkranz gelagert und dann in den Amphibol selbst hineingezogen. In letzterem sieht man neben dem Feldspath körnigen Augit und Magnetit, dann Apatit und Titanit. Der interessanteste Einschluss ist der Biotit. Er erscheint in grösseren Blättern von braungelber Farbe, die immer eine ausgezeichnete lamellare Spaltbarkeit, starke Absorption und die optische Orientirung parallel der Spaltbarkeit zeigen. Die Blätter liegen manchmal parallel mit dem sie einschliessenden Amphibol, aber gewöhnlich sind sie ganz unregelmässig zerstreut. Der Biotit mit den übrigen Einschlüssen häufen sich manchmal so an, dass sie die Hornblendesubstanz fast ganz verdrängen, was so weit geht, dass derlei Anhäufungen ohne jede Spur von Amphibol im Gestein auftreten.

Dass in allen diesen Fällen Biotit nicht durch eine chemische Metamorphose aus dem Amphibol entstanden sei, beweisen die unregelmässige Lage, das Vorhandensein der grossen Anzahl der übrigen Minerale und endlich der Umstand, dass man in dem Amphibol nirgends Veränderungen sieht, die eine ähnliche Metamorphose andeuten würden. Auffallend ist einzig und allein der Umstand, dass sich sonst der Biotit im ganzen Gestein nirgends selbstständig ausgebildet hat, ausser nur in den erwähnten Anhäufungen.

Koch, Doelter und Nedeljković haben diesen interessanten Umstand nicht angeführt. Einen ähnlichen Fall erwähnt Rosenbusch<sup>2)</sup> und sagt: „In einem prächtigen Quarzdiorit von Guersey durchspicken zahlreiche Magnesiaglimmerblättchen die Hornblende in allen möglichen Richtungen, während das Mineral selbstständig nirgends im Gestein auftritt. Man könnte an eine genetische Beziehung der beiden Minerale denken, wenn nicht die Art der Einlagerung dagegen spräche.“

Augit tritt in bedeutender Menge und gleichmässig im Gestein auf. Der Zahl der Individuen nach ist er häufiger, als der Amphibol, aber meistens in kleineren kornartigen Krystallen ausgebildet. Doelter erwähnte in seiner ersten Beschreibung des Amphibolandesits von Rakovac den Augit nicht, bei der zweiten Untersuchung sagt er, dass einige Durchschnitte vielleicht dem Augit zuzuzählen sind. Dieses Mineral ist lichtgrün gefärbt, der Pleochroismus unmerklich, und die Auslöschungsschiefe gegen 40°. Querschnitte zeigen die beiden Pinakoide und oft eine deutliche prismatische Spaltbarkeit. Einzelne zonale Einschlüsse sind sehr selten. Am häufigsten noch

<sup>1)</sup> Rosenbusch, Mikr. Physiographie der massigen Gesteine, p. 220.

<sup>2)</sup> Mikr. Physiographie II., p. 261.

gelbliche Glaseinschlüsse, dann einzelne Apatitnadeln, und am seltensten Biotitblättchen.

Apatit ist in dem Trachyt von Rakovac häufig. Wahrscheinlich ist es dieses Mineral, welches von Koch und Doelter für Nephelin gehalten wurde. Die Querschnitte, Sechsecke, bleiben zwischen gekreuzten Nicols in jeder Lage dunkel. An den Längsschnitten sind die Prismen und Pyramidenflächen zu sehen. Sie löschen gerade aus, auch ist die basische Spaltbarkeit entwickelt. In Salzsäure und Salpetersäure lösen sich die Krystalle auf. In der Lösung mit Salzsäure habe ich nie die kleinen Würfelchen von Steinsalz, die für Nephelin sprechen würden, gefunden. Molybdänsaures Ammon bringt in der salpetersauren Lösung einen gelben Niederschlag hervor. Diese Erscheinungen beweisen, dass das Mineral Apatit und nicht Nephelin ist. Die Versuche habe ich in verschiedenen Präparaten am Trachyt aus dem Peterwardeiner Tunnel, aus der Umgebung von Rakovac und Ledince öfter wiederholt und bin jedesmal zu demselben Resultat gekommen. Es kann also das eruptive Gestein aus der Fruška gora kein Phonolith sein. Die Einschlüsse im Apatit sind denen im Trachyt aus dem Peterwardeiner Tunnel ähnlich; es sind meist gelbliche Glaseinschlüsse.

Titanit ist in jedem Präparat zu finden und zwar meist in grösseren Krystallen, theils als Einschluss, theils frei in der Grundmasse. Es sind einfache Krystalle und Zwillinge in der Form, wie ich sie bei dem Peterwardeiner Trachyt beschrieben habe. Magnetit erscheint überall in der Grundmasse und als Einschluss in den verschiedenen Gemengtheilen. Der Pyrit ist sehr selten.

Die Grundmasse des Trachyts ist durch und durch krystallinisch ausgebildet. An der Zusammensetzung derselben betheiligen sich in grösster Anzahl Feldspathkrystalle, unter denen polysynthetische Zwillinge seltener sind, als Karlsbader oder einfache Krystalle. Schon im gewöhnlichen Licht sieht man, wie sich die Feldspathleisten zwischen die grösseren Einsprenglinge hineinzwängen und verschiedenartig herumbiegen. Im polarisirten Lichte zeigt sich die schönste Fluidalstructur. Zu den Feldspathleisten gesellen sich noch winzige Augite, Apatit und Magnetit. Als secundäre Producte erscheinen Carbonate, Quarz war nirgends zu finden.

2. Aus der Umgebung von Ledince sammelte und untersuchte ich die unverwitterten Trachyte von Kamenar, Ratorski potok, Lukin svetac und Crni čot bei Zovin dol.

a) Der Trachyt von Kamenar ist dunkelgrau und enthält porphyrisch ausgebildeten Sanidin, Amphibol und Augit.

Unter dem Mikroskop erweisen sich die Feldspathe meist als einfache Krystalle und Karlsbader Zwillinge, seltener als Plagioklase. Einschlüsse: Apatit. Der Amphibol ist ähnlich dem im Rakovacer Trachyt ausgebildet. Umgeben ist er mit einem Kranz von Augit und Magnetit, und als Einschluss führt er Biotitblätter, Feldspathkrystalle, Augit und Magnetitkörner. Biotit war sonst nirgends zu finden. Augit erscheint in denselben Verhältnissen entwickelt, wie im Rakovacer Trachyt. Apatit ist zahlreich und zwar in kurzen und langen, quergegliederten Nadeln mit den Prismen- und Pyramidenflächen. Sie

sind oft dicht erfüllt mit bräunlichen Glaseinschlüssen. Titanit ist in einzelnen Zwillingen zu sehen. Einer hat die Form des Schwalbenschwanz-Zwillings. Die Grundmasse ist krystallinisch entwickelt; die Feldspathleisten sind fluidal gelagert. In der Grundmasse erscheinen noch: Apatit, Magnetit, Augit, dann Siderit und Calcit als Zersetzungsproducte.

b) Der Trachyt aus dem Ratorski potok ist makroskopisch den beiden früheren ganz ähnlich, auch mikroskopisch zeigt er dasselbe Bild. Die Feldspathe sind manchmal theils durch Zersetzung, theils durch Einschlüsse getrübt. Der Amphibol ist ganz dem früheren ähnlich und der Augit auch hier in ziemlicher Menge vorhanden. Den Biotit findet man hier wie dort nur als Einschluss im Amphibol. Der Apatit enthält eine grosse Menge von braunen Glaseinschlüssen, die sich in der Richtung der Hauptaxe angeordnet haben. Die mikrokristalline Grundmasse zeigt eine schöne Fluidalstructur. Die feinen Feldspathleisten enthalten Glaseinschlüsse mit einem unbeweglichen Bläschen und gelblichgrüne Mikrolithe.

c) Der Trachyt vom Lukin svetac ist makro- und mikroskopisch den früheren ähnlich. Die Sanidine sind meist alle zonal gebaut. Plagioklas sehr selten. Bei dem Amphibol ist der Augitkranz durch Zersetzung verschwunden und der Magnetit in Limonit umgewandelt. Der Augit enthält manchmal eingeschlossene Biotitblätter. Apatit und Titanit sind nicht selten. Die Grundmasse ist fluidal ausgebildet.

d) Der Trachyt von Crni ćot in der Nähe von Zovin dol unterscheidet sich in keinem wesentlichen Punkt von den früheren Trachyten. Sanidin, Amphibol, Biotit, Augit, Apatit, Titanit, sowie auch die Grundmasse sind gerade so ausgebildet, wie ich es bei dem Trachyte von Rakovac beschrieb.

Nur bei diesem Vorkommen erwähnt Koch, dass er im Sanidin einen Titanitkrystall gefunden hat.

Aus diesen Untersuchungen geht hervor, dass die Trachyte aus der Umgebung von Rakovac und Ledince in ihrer Ausbildung ganz übereinstimmen. Eine unbedeutende Ausnahme macht davon der Peterwardeiner Trachyt, bei dem erstens der Augit nicht gleichmässig im Gestein vertheilt ist, und zweitens der Biotit nicht im Amphibol, sondern nur, und zwar selten, in der Grundmasse selbstständig erscheint.

---