

II.

Über die Amphibolite bei Deutsch-Landsberg.

Von

St. Lovreković, stud. phil.

Geologisches.

Der östliche Abhang des Koralpengebietes besteht aus Gneis und krystallinischen Schiefern, in denen zahlreiche Einlagerungen von Amphiboliten und Eklogiten beobachtet werden. Die interessantesten davon sind Zoisit-Gesteine, welche insbesondere bei Deutsch-Landsberg zutage treten. Von diesen soll das Vorkommen hier beschrieben werden.

Der Steinbruch, in welchem das Material gesammelt wurde, liegt nordöstlich von Deutsch-Landsberg, beim Orte Unter-Laufenegg. Das Gestein ist im Gneis eingelagert und, soviel man in der Umgebung sehen konnte, pflanzt es sich in der Richtung von Nordost gegen Südwest fort, was sich auch am Berge, auf welchem die Ruine Burgegg liegt, wahrnehmen lässt.

Die mineralogische Zusammensetzung wechselt und man kann die Gesteine in: I. Zoisit-Amphibolite und II. Zoisit-Granat-Amphibolite eintheilen.

Eine besondere Trennung dieser Varietäten ist im Steinbruche nicht deutlich zu erkennen, trotzdem er gut aufgeschlossen ist; ebenso ist auch die Schichtung nicht gut zu bemerken. Man sieht wohl schichtenähnliche Lagen, die jedoch bald verschwinden und nach verschiedenen Richtungen hin sich ausbreiten. Dagegen kann die Schichtung des Gneisses gut beobachtet werden.

In den Zoisit-Amphiboliten finden sich zahlreiche Adern, welche theilweise senkrecht zur Gneisschichtung verlaufen,

während andere eine horizontale Stellung einnehmen. Es ist höchst wahrscheinlich, dass diese bis $\frac{1}{2}$ Meter mächtigen Adern secundäre Kluftausführungen darstellen und meistens aus Bestandtheilen des Zoisit-Amphibolites bestehen, zu denen noch Quarz und Kalkspat hinzutreten.

Eine solche Ader, die in Amphiboliten von Südost gegen Nordwest verläuft und sich als Zoisit mit anderen Mineralien verwachsen ergab, wurde speciell berücksichtigt. Zoisit kommt in schönen 0.5 bis 1.5 cm. großen Nadeln vor.

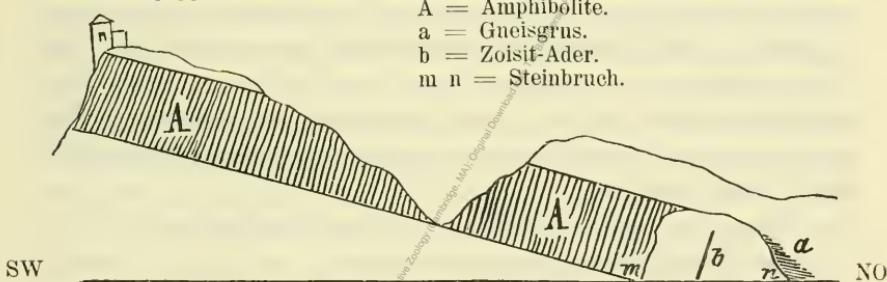
Die Ausscheidung der Zoisit-Ader dürfte höchst wahrscheinlich gleichzeitig mit den Amphiboliten vor sich gegangen sein.

Der Gneis, in welchem die Amphibolite eingelagert sind, ist größtentheils zersetzt, besonders aber die nordöstliche Seite im Steinbruche, die ganz in Grus verwandelt ist, in welchem man sehr schöne und große Glimmerblättchen findet, die vielleicht Neubildungen sind.

Die nebenstehende Zeichnung möge in sehr schematischen Zügen den Steinbruch und die Fortsetzung der Amphibolite im Gneis vorstellen.

Ruine Burgegg.

- A = Amphibolite.
- a = Gneisgrns.
- b = Zoisit-Ader.
- m n = Steinbruch.



Die Gneisschichten verlaufen ziemlich flach, das Mittel aus an mehreren Stellen gemessenen Streichen und Fallwinkel beträgt: St. = 8° O—W, F. $\angle 40^{\circ}$ N.

Petrographisches.

Die Structur der Gesteine ist eine verschiedene. Die meisten haben eine mittelkörnige Structur. Bei anderen sieht man eher Parallelstructur. Es wechseln nämlich die Lagen

der Hornblende, die gewöhnlich nur etwas mächtiger sind, mit dünneren Lagen, bestehend aus Zoisit und einem schwach grünlichen Minerale, welches sich bei der mikroskopischen Untersuchung als ein Umwandlungsproduct der Hornblende herausstellte.

An Bruchflächen, die senkrecht zur Verlaufsrichtung der Lagen gehen, sieht man eine regelmäßige Vertheilung der Bestandtheile und den parallelen Verlauf der Lagen. An anderen Gesteinen sieht man wieder eine Andeutung zur schiefrigen Structur, die durch die Hornblende bedingt ist, da die einzelnen Individuen derselben nach einer Richtung parallel verlaufen, jedoch optisch verschieden orientiert sind. An der Stelle, wo diese Stücke gewonnen wurden, konnte man auch das Fallen und den Fallwinkel der Amphibolitschichten bestimmen. Es betrug $F = 325^{\circ}$, $F \not\propto 65^{\circ}$.

I. Zoisit-Amphibolite.

Diese Gesteine bestehen aus Hornblende, Zoisit und einem Umwandlungsproduct der Hornblende. In einigen Dünnschliffen der Zoisit-Amphibolite findet sich jedoch neben den verschiedenen Varietäten der Hornblende unzweifelhaft Pyroxen vor mit dem charakteristischen Spaltungswinkel von 87° und einer Auslösungsschiefe von 37° , was auf Omphacit hindeutet. Die accessorischen Bestandtheile sind, ausgenommen mikroskopischen Rutil, nicht zahlreich.

Nach der Structur theile ich diese Gesteine in:

a) Körnige Zoisit-Amphibolite.

Als körnige Amphibolite bezeichne ich jene Gesteine, die wesentlich aus Zoisit, dunkelgrüner Hornblende und einem Umwandlungsproducte derselben bestehen. Die Größe des Kernes variiert zwischen 1—2 mm. Untergeordnet treten Granat (nur in einigen Körnern) und Pyrit auf.

Unter dem Mikroskope erscheint die Hornblende blass-gelblich-bläulichgrün oder gelbgrün bis blaugrün. Sie tritt nie in Krystallen auf. Ein einzigesmal wurde im Schliffe eine Andeutung zur Krystallform beobachtet. Da aber dieser Krystall nach allen Richtungen wie abgebrochen erschien, kann nicht mit

Sicherheit behauptet werden, dass die Flächen, die ich sah, ∞P und $P\infty$ waren. Die gewöhnliche Form der Hornblende ist die unregelmäßig begrenzter Körner und nach der Verticalachse ausgedehnter, unregelmäßig ausgebildeter Säulen. Oft kommen zwei oder drei Körner fast parallel verwachsen vor. Neben den Längsrissen, die der Spaltbarkeit nach ∞P entsprechen, nimmt man öfters die Absonderung nach der Endfläche wahr.

Der Winkel, den diese Risse mit jenen parallel der Hauptachse verlaufenden bilden, wurde im Mittel auf 119° gemessen. Die Auslöschungsschiefe parallel der Achse variiert. Pleochroismus ist im allgemeinen sehr lebhaft.

In einigen körnigen Amphiboliten kommt es vor, dass die Hornblende wie aus Fasern bestehend erscheint. Betrachtet man diese Zerfaserung der Hornblende näher, so sieht man, wie die Fasern weiter in kleine, etwas längliche Blättchen von unregelmäßiger Form übergehen. Viele dieser Blättchen sind ploechroitisch, besonders jene, welche in der Nähe der zerfaserten Hornblende liegen. Andere Blättchen zeigen einen sehr schwachen oder gar keinen Pleochroismus, jedoch sind die Polarisationsfarben aller Blättchen sehr lebhafte. Die Blättchen sind sehr schwach grün, fast farblos. In diesen Blättchen sehe ich ein Umwandlungsproduct der Hornblende, und zwar Chlorit, Glimmer oder vielleicht Talk. Zwischen diesen sieht man oft Stücke unzersetzter Hornblende. In einem anderen körnigen Zoisit-Amphibolit war dagegen keine Spur von dieser Umwandlung vorhanden. In der Hornblende kommt zahlreich als Einschluss der Rutil vor, von dem später die Rede sein wird. Außerdem kommen kleine weiße, stark polarisierende Blättchen vor, die wahrscheinlich dem Glimmer angehören.

Zoisit kommt in längeren farblosen, öfters etwas getrübten Säulchen oder länglichen Körnern vor. Die Enden der Säulen sind nie ausgebildet.

Viele Individuen zeigen in Längsschnitten die Spaltbarkeit nach der Prismenfläche, die anderen nur senkrecht zur Prismenfläche verlaufende unregelmäßige Sprünge. Die Polarisationsfarben sind sehr lebhafte. Die Auslöschung erfolgt parallel der Längsrichtung. Manche Durchschnitte geben stark dispergierte Achsenbilder, welche die Achsenebene querlaufend erscheinen lassen.

Im polarisierten Lichte beobachtete ich die verschiedenen gefärbten Zonen, die auch ungleich auslöschen, was auf Zwillingsbildung deutet, wie das Tschermak¹, E. R. Riess² und andere erwähnen.

Gasporen, dann gelbliche bis röthliche Krystalle und Körner von Rutil, die unregelmäßig hie und da vereinzelt oder auch in Gruppen vorkommen, ferner auch die ebenso wie in der Hornblende auch hier sich findenden Einschlüsse von Zirkonsäulchen sind nicht selten. An den Rutilsäulchen, deren Größe 0·15 mm oder weniger beträgt, erkennt man oft deutlich die Krystallform. Nicht selten kommen Zwillinge vor und man konnte Krystalle beobachten, die wie Drillinge aussahen, jedoch bei der unvollkommenen Entwicklung und Kleinheit derselben konnte nicht festgestellt werden, ob es wirklich Drillinge sind. Die Farbe ist gelbroth, gelblich bis sehr schwach gelb. Der Pleochroismus ist sehr schwach. Manche Körner sind mit einem schwarzen Saume umgeben oder völlig dunkel. Viel seltener und nur stellenweise kommt Quarz in wasserhellen Körnern vor, ebenso selten Pyrit, und zwar nur in unregelmäßigen Körnern.

Granat in runden rostbraunen Körnern ist spärlich vertreten. Unter dem Mikroskope sieht man, dass dieselben von unregelmäßigen Rissen durchzogen und an Einschlüssen sehr reich sind.

b) Zoisit-Amphibolite mit paralleler Structur.

Die mineralogische Zusammensetzung dieser Gesteine ist ganz gleich derjenigen der vorhergehenden. Die Hornblende hat lichtgrüne Farben und tritt in parallelen Lagen auf, zwischen welche sich die Lagen von Zoisit mit Quarz und grünen Umwandlungsproducten einschieben. Unter dem Mikroskope ist die Hornblende grüngelb bis blaugrün gefärbt, sonst ist ihr Auftreten ganz gleich dem in den körnigen Amphiboliten; also nach der Verticalachse ausgedehnte, ungleichmäßig ausgebildete Säulen und unregelmäßig begrenzte Körner.

Pleochroismus ist lebhaft. Die Auslöschungsschiefe, parallel ∞P , variiert zwischen 13° — 15° . Die Umwandlungsproducte

¹ Tschermak. S. W. A. LXXXII. 1880. Juli.

² Über die Zusammensetzung der Eklogite T. M. M. 1878.

verlaufen in parallelen Richtungen und sind dieselben wie in körnigen Amphiboliten. Neben der Hornblende wurde in einem Schilfe die Anwesenheit eines farblosen Augites, der wohl als Salit betrachtet werden dürfte, durch den Spalt-Winkel von 87° constatiert.

Zoisit kommt in langen, etwas schmäleren Säulen vor und ist reich an den quer zum Prisma verlaufenden Rissen. Er ist wasserhell und hat lebhafte Polarisationsfarben. Die Auslöschung erfolgt parallel der Längsrichtung.

An accessorischen Bestandtheilen sind diese Gesteine im Verhältnisse zu den vorhergehenden ziemlich arm. Quarz bildet kleine unregelmäßige, wasserhelle und meist einschlussfreie Körner, die nur stellenweise in Gruppen auftreten. Rundliche zerstreute Körner treten selten auf.

Rutil kommt in gelblichen Krystallen vor.

c) Zoisit-Amphibolite mit schiefriger Structur.

Diese Gesteine sind die am seltensten im Steinbruche auftretenden, und zwar gleich am Anfange desselben, wahrscheinlich vertiefen sie sich in die Erde, was jedoch nicht genau verfolgt werden konnte.

Sie bestehen aus einer schwarzen Hornblende, deren Individuen parallel einer Richtung verlaufen, jedoch optisch verschieden orientiert sind, und aus Zoisit, der in kleinen Körnern zwischen den Hornblende-Blättchen auftritt. Oefters beobachtet man an der Hornblende, deren Größe $2-3\text{ mm}$ beträgt, die Spaltungsrisse. Von den accessorischen Bestandtheilen sieht man auch hier nur den spärlich vorhandenen Pyrit.

Unter dem Mikroskope erscheint die Hornblende grünlich-gelb, grünblau oder bei manchen blaugrün und zeigt nicht so starken Pleochroismus, wie das bei den früher erwähnten Gesteinen der Fall war. Diese Form der Hornblende ist es, die auch nach α nur grün pleochroitisch ist, sich von der gemeinen Hornblende deutlich unterscheidet und auch wegen ihrer Auslöschungsschiefe, die 15° nie überschreitet, für Actinolith gehalten werden muss. Ihre Form sind in die Länge gezogene ungleichmäßige Säulen, deren Länge oft bedeutend die Breite überwiegt, und unregelmäßige Körner.

Jedoch ist die erstere Form dominierend. Die Auslöschungsschiefe betrug an Spaltflächen, die aus dem Gesteine ausgelesen wurden, parallel dem Prisma, im Mittel 13° . Zoisit tritt in schmalen Säulen, seltener in Körnern auf und ist stellenweise getrübt. Die Polarisationsfarben sind nicht sehr lebhaft. Die Auslöschungsschiefe und andere Eigenschaften stimmen ganz überein mit denen in den früher erwähnten Gesteinen. Rutil ist in der Form der Krystalle und Körner ziemlich verbreitet, besonders in der Hornblende; Quarz und Pyrit kommen nur hier und da vor.

II. Granat-Amphibolite.

Die Zusammensetzung dieser Gesteine charakterisiert sich durch das Vorwalten der dunkelgrünen Hornblende und das häufige Auftreten von Granat, welchen Mineralien sich andere, minder hervortretende, anschließen.

Das Gestein ist mittelkörnig und hat ein massiges Aussehen. Die Hornblende ist gelblichgrün bis blaugrün und kommt in Blättern, Säulen und unregelmäßigen Formen, die oft gelappt sind, vor. Ihr Pleochroismus ist sehr stark. Das Maximum der Auslöschungsschiefe beträgt 13° . An manchen Stellen zeigt die Hornblende eine andere Färbung und schwächere Wirkung auf das polarisierte Licht, was wahrscheinlich auf die beginnende Veränderung hinweist.

Granat bildet gerundete, ovale, oder ganz unregelmäßige und in die Länge gezogene, seltener nur an einzelnen Seiten schärfer begrenzte krystallinische Körner.

Die Größe der Granate ist die eines Hirse- bis Mohnkernes, jedoch auch noch kleiner. Die Farbe ist eine lichtbraunrothe. Wohlausgebildete Krystalle sind nicht beobachtet worden. Es kommen öfters zwei Körner sehr nahe neben einander wie angewachsen vor, jedoch konnte nicht constatiert werden, ob sie wirklich verwachsen sind, da immer an der Berührungsstelle Hornblende-Leisten vorkommen. Bei der mikroskopischen Betrachtung der Granate sieht man, dass dieselben von vielen Rissen durchzogen sind, die sehr unregelmäßig verlaufen. An Einschlüssen verschiedener mineralischer

Natur ist der Granat sehr reich und häufig finden sich auch die Gasporen. Wohl ausgebildete Krystalle und Körner von Rutil sind zahlreich. Die Hornblende kommt ebenfalls als Einschluss im Granat in kleinen Stücken und gut ausgebildeten Krystallchen gar nicht selten vor und ist ihrer Natur nach ganz gleich der übrigen Hornblende im Gestein. Quarzkörper und -Krystalle sind seltener. Alle diese Einschlüsse lassen den Granat bei gekreuzten Nicol's wie durchlöchert erscheinen. Neben der Hornblende und dem Granat kommt Quarz in unregelmäßig ausgebildeten, oft mohnkörngroßen Körnern vor, die wasserhell und mit kleinen Rutil- und Hornblende-Krystallchen durchsetzt sind.

Diese Einschlüsse haben im Quarz meistens eine wohl ausgebildete Form, und zwar beobachtet man Säulen in Combination mit Pyramiden.

Flüssigkeitseinschlüsse wurden im Quarze nicht beobachtet, wohl aber in manchen Körnern die Gas-Poren.

Die einzelnen Quarzkörper haben vorwiegend eine ganz glatte Oberfläche, nur manche zeigen Risse. In einigen Dünnschliffen des Granat-Amphibolites wurde auch die Anwesenheit von Disthen constatiert.

Unter den Hauptbestandtheilen dieser Amphibolite ist am wenigsten der Zoisit vertreten. Er kommt in 1 — 1·3 cm. großen, in die Länge gezogenen Säulen oder kleinen Körnern vor, die vereinzelt, oder was gewöhnlich der Fall ist, in Gruppen auftreten. Die Säulen sind hier nicht so schön geradlinig, sondern mehr oder weniger gekrümmt und oft gegen beide Enden zugespitzt. Die Durchschnitte des Zoisites sind farblos und zeigen lebhafte Polarisations-Farben.

Die schon bei früher beschriebenen Zoisiten erwähnten verschiedenen gefärbten Zonen im polarisierten Lichte sind hier noch schöner und intensiver. Die quer verlaufenden Sprünge sind sehr zahlreich, während die darauf senkrechten, die Spaltbarkeit nach der Prismenfläche andeutenden selten und sehr kurz sind. Von Einschlüssen ist nur der Rutil seltener, die Hornblende jedoch in kleinen unregelmäßigen Stücken vertreten.

Zwischen diesen Amphiboliten gelangten noch einige Minerale zur Ausscheidung, welche die früher erwähnte Zoisit-

Ader bilden. Es sind das Zoisit, Quarz, Hornblende und stellenweise hie und da Glimmer und Epidot.

Zoisit kommt in größeren oder kleineren $0\cdot5 - 1\cdot5\text{ cm}$ langen Nadeln vor, die parallel angeordnet und verwachsen sind. Die Nadeln sind so innig verwachsen, dass man beim ersten Anblick einen nach einer Fläche ausgebildeten Krystall wahrzunehmen glaubt. Doch kommen auch, aber sehr selten, unvollkommen entwickelte Krystalle vor, an denen man die Flächen $\infty P \infty$ sieht.

Die Spaltbarkeit nach $\infty P \infty$ ist sehr deutlich. Die Farbe ist eine grauweiße; es wurden jedoch auch kleine Krystalle angetroffen, die eine dem Turmalin ähnliche Farbe haben.

Unter dem Mikroskope ist er wasserhell, jedoch oft getrübt.

Die Polarisations-Farben sind lebhaft. Bei gekreuzten Nicols und Einstellung der Längsschnitte parallel einem Nicol-Hauptschnitte tritt sofort Dunkelheit ein. Auf den Schnitten parallel $\infty P \infty$ sieht man Risse, welche die nicht vollkommene Spaltbarkeit nach $\infty P \infty$ andeuten.

Senkrecht zu diesen Rissen sieht man den Austritt einer optischen Achse.

Die Querrisse sind nicht selten. Von den Einschlüssen ist der Zoisit ganz frei, ausgenommen die sehr seltenen Flüssigkeits-Einschlüsse ohne Libelle, während Zoisit in Amphiboliten an solchen sehr reich ist.

Die Analyse eines solchen Zoisites, zu welcher 1.0116 gr. Pulver angewendet wurde, ergab folgendes Resultat:

Si O ₂	42.05
Ca O	18.92
Fe O	6.49
Al ₂ O ₃	29.97
Glühverlust	2.53
	99.96

Wie man also aus der Analyse entnehmen kann, ist der Eisengehalt ziemlich groß und mithin könnte man eine Abweichung des Zoisites in optischer Beziehung erwarten, was jedoch, soweit eruierbar, nicht der Fall ist.

Quarz kommt in kleinen Körnern vor, welche sich an manchen Stellen gegen die Amphibolite zu in Lagen ordnen,

zwischen welche sich die Lagen von rostbraunen Calcit einschieben. Neben diesen Mineralen sieht man auch eine dunkel- oder grasgrüne Hornblende, welche die ganze Ader durchsetzt.

An einer anderen Stelle der Ader kommen neben der sehr lichtgrünen Hornblende Calcit und Epidot vor. Ebenso ist silberweißer Glimmer vertreten.

Feldspath kommt in milchweißen krystallinischen Aggregaten vor. Epidot bildet meist stängelige oder unregelmäßig körnige Aggregate von gelblich grüner Farbe, welche nur stellenweise neben dem Feldspathe auftreten.

Unter dem Mikroskope erscheint der Quarz in grösseren oder kleineren, rundlichen, ovalen oder ganz unregelmässigen Körnern, welche an Einschlüssen arm sind. Hie und da kommen Gas-Poren oder längliche Krystalle von Zoisit vor, ein Zeichen, dass sich der Quarz später gebildet hat, als der Zoisit, wie dies auch der Fall bei den Amphiboliten selbst ist.

Die dunkelgrüne Hornblende erscheint im Dünnschliffe grüngelb bis grünlichblau oder blassgelblich bis bläulichgrün; die Form ist sehr unregelmässig. Es kommen zerlappte Blättchen und kleine Säulen vor. Die Auslöschungsschiefe betrug auf $\infty P \infty$ im Mittel $15^{\circ} 5^{\prime}$. Pleochroismus ist lebhaft. Von den spärlich vorhandenen Einschlüssen kommen kleine Rutilkörper oder weiße wasserhelle Quarzkörper vor, die wieder Gas-Poren oder Rutilnadeln einschließen. Die lichtgrüne Hornblende erscheint im Dünnschliff fast farblos oder blassgelb bis blassblaugrau. Sie kommt auch nur in zerlappten Blättchen und Säulen vor. Auffallend sind bei dieser Hornblende eng neben einander verlaufende Risse, die jedoch nicht continuirlich sind, sondern unterbrochen und wieder fortgesetzt werden. Pleochroismus ist nicht stark. Die Polarisations-Farben sind nur stellenweise lebhaftere, sonst aber sehr schwache. Die Auslöschungsschiefe parallel zu diesen Rissen betrug im Durchschnitt 13° . Diese Hornblende befindet sich im Zustande der Zersetzung und ist hie und da mit einem weißen trüben Umwandlungsproduct bedeckt, das schwache Polarisations-Farben zeigt.

An einer anderen Stelle kommt eine grünlichgelbe bis bläulichgrüne Hornblende vor, die wie aus längeren, parallel

neben einander verlaufenden dünnen Säulen ohne terminale Flächen besteht. Bei gekreuzten Nicols sieht man, dass diese Säulen zugleich auslöschen und zwischen ihnen verlaufen parallele, nicht überall gleich dicke Sprünge, die mit Quarz erfüllt sind. Wo die Sprünge nicht auftreten, sieht man keine Andeutung von der erwähnten säulenförmigen Ausbildung, sondern es erscheint alles wie ein Hornblende-Individuum. Somit wird das die gemeine Hornblende sein. Die Auslöschungsschiefe parallel diesen Spalten betrug 13° . Pleochroismus ist lebhaft und die Polarisations-Farben sind schwach. Von Einschlüssen ist diese Hornblende vollkommen frei. Glimmer und Epidot wurden im Dünnschliff nicht angetroffen. Sie kommen, wie es scheint, nur oberflächlich vor.

Feldspath tritt in sehr trüben Zwillingskristallen auf. Er ist ein Plagioklas, der nach dem Albit- und Periklingsgesetz verzwilligt scheint und zeigt Aggregat-Polarisation. Da er sehr trüb ist, konnten die optischen Eigenschaften nicht genau geprüft werden.

Calcit tritt ziemlich reichlich, und zwar meist in Körnchen zwischen dem Feldspath auf; derselbe kommt jedoch auch in der Krystallform vor, welche eine Umwandlungs-Pseudomorphose nach Feldspath zu sein scheint.

An dieser Stelle möge mir gegönnt sein, meinem hochverehrten Lehrer, Herrn Professor Dr. C. Doepler, den aufrichtigsten Dank auszusprechen für die liebevolle Unterstützung, die er mir während meiner Studien jederzeit im reichlichsten Maße zutheil werden ließ:

GRAZ, im Juli 1890.

Mineralogisches Institut.