

Neue Mikrodiagnose
an einem Jadeitmeissel vom Bondone.

Ausgeführt im mineralogisch-petrographischen Institute der
Universität Innsbruck.

Von

Alois Cathrein.

(Mit einer Tafel.)

Vor einiger Zeit erhielt ich von Herrn Professor Giacomo Roberti in Trient einen hübschen Steinmeißel zur Bestimmung seiner Mineralnatur. Über die Auffindung desselben teilte mir der Genannte gefälligst Folgendes mit. Der Meißel wurde im August 1911 von einem Bauern auf dem Bondoneberge (1500—1600 m ü. d. M.) an der Seite gegen Lasino entdeckt. Der Fund geschah ganz zufällig unter einem Felsen von beiläufig 4 m Breite, 2 m Tiefe und 1·8 m Höhe in der Nähe einer Wiese. Das Objekt lag oberflächlich auf der Erde und es wurde die Vermutung ausgesprochen, daß die Bloßlegung durch den Wind erfolgt sei. Herr Professor Roberti veranlaßte sohin die Untersuchung des unter dem Felsen befindlichen Bodens, aber die von Herrn Fr. Trentini besorgten Ausgrabungen und Nachforschungen blieben erfolglos. Es handelt sich also um ein sporadisches Objekt, von dem man nicht weiß, wie es an die Fundstelle gelangt ist. Bemerkenswert ist, daß der Finder den Steinmeißel zum Abziehen des Rasiermessers verwendete.

Über den Fund dieses Meißels hat Herr Professor Roberti eine kurze Mitteilung im *Bollettino di paleontologia italiana*, Jahrgang 1912, Band XXXVIII veröffentlicht in einem Aufsatz „*Dimore preistoriche nella valle di Cavedine*“.

Vor der Mikrobestimmung sei nun die Makrountersuchung des Steinmeißels besprochen, welche dessen Aussehen, Härte und spezifisches Gewicht betrifft. Die bezüglichen Beob-

achtungen wurden am ganzen Objekt angestellt unter Anwendung der üblichen bekannten Methoden.

Der Stein besitzt eine schöne, typische Meißelform, wie die beiden Abbildungen auf Tafel XXXIX in natürlicher Größe darstellen. Figur 1 ist eine Flächenansicht, Figur 2 eine Längsseitenansicht. Die Meißellänge beträgt 65 mm, die obere Breite am mehr prismatischen Kopf 12 mm, die untere Breite an der flach keilförmigen Schneide 28 mm, während die Dicke in der Mitte des Meißels 12 mm erreicht (s. Fig. 2). Die Schneide ist ganz und scharf erhalten, der Kopf hingegen auf der linken Seite etwas defekt. Beachtet man das Gefüge des Meißels, so bemerkt man unschwer eine sehr feine Schieferung, welche durch dünnste Spalten zum Ausdruck kommt und eine Bänderung infolge Wechsels lichter und dunkler grüner, mehr oder weniger durchscheinender Lagen. In beiden Figuren habe ich diese Schieferstruktur und Faserigkeit angedeutet in ihrer Orientierung zur Oberfläche des Meißels. Mit der Lupe entdeckt man auf der kompakten, glatten und schimmernden Meißelfläche winzige Punkte und Leistchen, mitunter nach der Schieferung orientiert, sie entsprechen offenbar Quer- und Längsschnitten prismatischer Krystallelemente (s. Fig. 1 und den mikroskopischen Befund S. 249).

Zur Ermittlung der Härte genügt die Skala von Mohs und Breithaupt. Da durch die Ritzungsmethode eine Verletzung des Steinobjektes erfolgen kann, so ist besondere Vorsicht anzuempfehlen, namentlich wird die Ritzung durch höhere Härtestufen möglichst zu vermeiden sein auf Kosten ihrer eigenen Ritzung durch das Objekt. Um aber auch dessen Schneide zu schonen, beginnt man den Versuch bei den niedrigeren Graden. Immerhin bedarf es großer Sorgfalt und Geduld zur Vermeidung von Verwechslungen zwischen „Ritzen“ und „Geritztwerden“ und zur Erreichung eines sicheren Ergebnisses. Der Steinmeißel vom Bondone ritzt Orthoklas, jedoch nicht Quarz, wird aber von Quarz geritzt, ist also härter als Feldspat und weicher als Quarz. Diese Zwischenhärte bestätigt sich auch durch Vergleichung der Ritzung einer Glasplatte

durch Feldspat, Quarz und den Steinmeißel, indem die von letzterem erzeugten Ritzlinien stärker sind als die des Orthoklases und schwächer als jene des Quarzes. Zur näheren Bestimmung des Härtegrades des Meißels wurde die Breithaupt'sche Skala beigezogen, welche zwischen Orthoklas und Quarz noch als Mittelstufe Hornblende enthält mit der Härte $6\frac{1}{2}$ (nach Mohs). Da nun das Steinobjekt die Hornblende ritzte, so ist es härter als $6\frac{1}{2}$ und nähert sich seine Härte der des Quarzes: 7. Das Ergebnis entspricht sehr gut den in der Literatur angegebenen Jadeithärten von $6\frac{1}{2}$ —7, wogegen für Nephrit als Maximalhärte $6\frac{1}{2}$ und geringere Grade: 6 bis $5\frac{1}{2}$ angeführt werden.

So wie die Härte wird auch das spezifische Gewicht am besten mit dem ganzen Stein bestimmt, zumal jede Beschädigung hierbei leicht vermieden werden kann. Der empfehlenswerteste Apparat ist die „hydrostatische“ Wage, als welche die chemisch-analytische Wage mit einer kürzeren Schale dienen kann. Damit läßt sich rasch, bequem und sehr exakt arbeiten, indem das Objekt an die kurze Wagschale gehängt und sein absolutes Gewicht ermittelt, dann nach Eintauchung desselben in ein Glas mit destilliertem Wasser der Gewichtsverlust durch Auflage von Gewichten auf der kurzen Wagschale ausgeglichen wird. So überblickt man die beiden Grundzahlen zur Berechnung des spezifischen Gewichtes: auf der langen Wagschale das absolute Gewicht, auf der kurzen den Auftrieb oder das Volum des Objektes. Der Steinmeißel vom Bondone wiegt 38,368 gr, sein Gewichtsverlust beträgt 11,457 gr, das Verhältnis dieser Zahlen oder das Volumgewicht ist also 3,348 entsprechend den für Jadeit angeführten Werten 3,16—3,33—3,35. Es nähert sich das spezifische Gewicht des Objektes der oberen Grenze, offenbar infolge des Eisengehaltes (s. chemische Analyse S. 250). Die Zahlen für das spezifische Gewicht von Nephrit sind dagegen kleiner: 2,92—2,96—3,18.

Die makroskopische Untersuchung genügt nicht zur Bestimmung der Mineralnatur des Steinmeißels, dessen faserig blättriges Gefüge in Verbindung mit der schönen grünen

Farbe gerade an den als Steinbeilmaterial in Betracht kommenden Nephrit erinnert, wobei Härte und spezifisches Gewicht auch nicht so sehr abweichen, um ein unzweifelhaftes Urteil für Jadeit zu begründen. Es bedarf daher zur Bestätigung der Makrodiagnose einer weiteren, exakten Prüfung und entscheidender Reaktionen, die auf mikroskopischem und chemischem Wege erreicht werden; darin liegt der Schwerpunkt der Untersuchung, welcher zur eigentlichen Mineralbestimmung führt. Solche mikroskopische und chemische Analysen wurden auch öfters an den Steinbeilen ausgeführt nach den üblichen Methoden und ohne besondere Schwierigkeiten. Doch haben sie gerade bei diesen kostbaren, oft einzigen Objekten den großen Nachteil, daß für die Untersuchung eine nicht unerhebliche Probemenge erforderlich ist, nämlich eine Scherbe zum Dünnschliff und ein Stückchen zur Gewichtsanalyse. Bei der Härte und Zähigkeit dieser Materialien ist die Abtrennung von Teilchen nicht leicht und besonders das Abschlagen mit dem Hammer gefährlich, ja selbst das Absägen schädlich, denn wenn dadurch auch kein Bruch des Steines eintritt, so ist doch eine Verstümmelung seiner Form, deren unversehrte Erhaltung von Belang wäre, unvermeidlich. Deshalb haben die Besitzer solcher Steinbeile immer wieder den Wunsch nach möglicher Schonung der Objekte geäußert, welche sie zur mineralogischen Diagnose übergaben. Die Aufgabe war also, mit möglichst wenig Substanz eine zuverlässige Bestimmung durchzuführen. Nach den herkömmlichen Untersuchungsmethoden ist dies nicht möglich, zur Lösung des Problems bedurfte es neuer Methoden, sowohl für die mikroskopische wie für die chemische Analyse. Forschung und Unterricht in der Mikromineralogie und namentlich auch die Diagnose zahlreicher Steinbeile des Tiroler Landesmuseums ließen mich die erwünschten Methoden finden und ausbilden, welche den beiden Forderungen der Schonung und Erkennung der Objekte gleichmäßig genügen, außerdem aber auch noch den Vorzug der Einfachheit und Kürze in sich vereinen. Da Dünnschliff und Gewichtsanalyse je ein Stück von dem Objekt er-

fordern, so muß ein Ersatz dafür eintreten, bei welchem nur sehr kleine Mengen zur Verwendung kommen. Das geschieht durch das „Pulverpräparat“ und durch die „volumetrische Analyse“, für welche wirklich minimale und sogar dieselbe Substanz genügt. Mit dieser Mikroprobe wird nun die physikalische und chemische Mikroanalyse vollzogen die zur neuen Mikrodiagnose oder „Tachydiagnose“ führt.

Betrachten wir zuerst die mikroskopische Methode. Die Herstellung der dazu notwendigen Pulverprobe ist viel leichter, rascher und billiger als jene des Dünnschliffes. Auch die Untersuchung gestaltet sich einfacher, klarer und sicherer durch den günstigen Umstand, daß die Pulverteile sich alle in gleichem Medium befinden und entsprechend ihrer Spaltbarkeit, welche eben durch die Pulverisierung besonders zum Ausdruck kommt in orientierter Lage erscheinen, wodurch die Bestimmung der Krystallformen und optischen Konstanten (Brechungsvermögen, Elastizitätsachsen) wesentlich erleichtert wird. Auch die Härte des Objektes kann bei dessen Pulverisierung erprobt werden. Die Mikroprobe löst man an einer defekten, brüchigen Stelle mit einem scharfen Stahlmeißel vom Objekte ab, es genügen die winzigsten Splitter, welche mit dem Meißel auf einem Ambos zerdrückt oder zur Vermeidung eines Verlustes in einem kleinen Stahlmörser pulverisiert werden. Das gleichmäßig feine Pulver bringt man dann auf ein Objektglas unter das Mikroskop; sollte das Trockenpräparat trüb erscheinen, so gelingt mit einem Tropfen destillierten Wassers seine Aufhellung. Wünscht man ein Dauerpräparat, so ist es mit Kanadabalsam und Deckglas leicht herzustellen.

Die erste Beobachtung betrifft nun die Gestaltung der Pulverteilchen, ihrer Bruch- und Spaltungsrän der, dann beachtet man die Farbe und den Pleochroismus, die Stärke der einfachen und doppelten Lichtbrechung, beziehentlich die Polarisationsfarben, endlich bestimmt man die Schwingungsrichtungen, welche für die Diagnose besonders wichtig sind.

Außerordentlich förderlich sind Kontroll-Pulverproben.

Durch seine vielen Vorzüge empfiehlt sich das Pulverpräparat allgemein statt des Dünnschliffes und neben demselben.

Als Übergangs- und Vorarbeit zur Stoffanalyse schaltet sich hier die Prüfung auf Schmelzbarkeit und Flammenfärbung zweckmäßig ein, welche auch, falls kein weiteres Splitterchen vorliegen sollte, mit dem ersten Pulver ausgeführt werden kann. Diese Schmelz- und Glühprobe hat man gerade zur Unterscheidung von Nephrit und Jadeit vorteilhaft angewendet. Beide Versuche werden nun gleichzeitig angestellt, am besten mit einem, wenn auch winzigen, Splitter des Objektes, der dann weiter für die Analyse benützt wird. Diesen Splitter klemmt man in eine gut ausgeglühte Platinpinzette und hält ihn in die Bunsenbrennerflamme, wobei nicht nur eine eventuelle Schmelzung an den dünnen Kanten leicht erfolgt, sondern auch durch Verdampfung von Elementen die bezeichnenden Flammenfärbungen sichtbar werden, aus deren Stärke und Dauer auch Quantitäten sich erschließen. Außer Baryum, Strontium, Lithium kommen gewöhnlich Kalium und Natrium besonders in Betracht, und zwar die beiden letzteren häufig nebeneinander, wobei das Na-Gelb das K-Violett deckt und mittelst eines blauen Glases, welches die zuerst allein sichtbare Na-Farbe absorbiert, die violette Flammenfärbung des Kaliums zum Vorschein kommt.

Zur Flammenfärbung eignet sich besonders die Pulverform, wenn man nicht die Flußsäure-Lösung der Probe verwenden will. Das Pulver oder die Lösung wird mit einem geschlungenen Platindraht in die Bunsenbrennerflamme gebracht.

Erst nachdem alle physikalischen Untersuchungen abgeschlossen sind, soll die chemische Analyse begonnen werden, dann kann man die ganze vorrätige Substanz dafür aufwenden. Da dieselbe immerhin sehr spärlich ist, handelt es sich wirklich um eine „Mikroanalyse“ an Stelle der Makro-Gewichtsanalyse, welche mit einer so kleinen Probe von wenigen Milligrammen nicht mehr mit Erfolg ausgeführt werden kann, weil die Filtrierung und die Wägung der minimalen Niederschläge, wenn überhaupt noch möglich, mindestens

schwierig und unsicher wird, indem schon die Fehlergrenze der Analysenmethode erreicht ist. Es muß daher eine ganz wesentliche Reform derselben eintreten, welche mit Ausschaltung der nunmehr unpraktischen Operationen des Filtrierens, Glühens und Wägens die Niederschläge bei größtem Volum zu messen ermöglicht. Gerade die für die Wägung unerläßliche Glühung der Niederschläge verkleinert ihr Volum ungemein durch den Verlust von Wasser, Ammoniak, Oxalsäure, Kohlensäure, welche Verbindungen bei den nassen Niederschlägen in ihrem ursprünglichen Bestande unter der Fällungsflüssigkeit die Volumsvergrößerung bedingen. Wir sehen da an Stelle der zur Wägung geglühten Anhydride ihre Hydroxyde oder Hydrate, an Stelle der Oxyde deren Oxalate oder Carbonate, also lauter voluminösere Verbindungen, wodurch selbst die geringsten Niederschlagsmengen noch wahrnehmbar sind, zumal auch Verluste infolge Filtrierung und Waschung vermieden werden. Zur Darstellung der Niederschläge wählt man Eprovetten mit gleichem Durchmesser und läßt behufs Luftverdrängung und vollständigem Absatz jedes Präzipitat gut aufkochen, namentlich gilt dies für die amorphen, voluminösen Niederschläge. Bei der zur Analyse notwendigen Trennung der Niederschläge von den Lösungen wird die Filtrierung, welche die volumetrische Beobachtung aufheben würde, durch quantitative Dekantierung (Abguß oder Abzug) ersetzt, wobei Heber und Wasserverdünnungen zum Ziele führen. Auf diese Weise bleiben die Niederschläge immer in ihren Eprovetten unter Wasser und kann eine Messung ihrer Maximalvolumina an Stelle der Wägung eintreten. Besonders zweckdienlich ist hierbei die Vergleichung der verschiedenen Niederschläge bezüglich ihrer Volumsverhältnisse. Übung und Erfahrung durch Herstellung von Vergleichsreihen der Niederschläge bekannter Mineralien unterstützen die Arbeit und sichern die Ergebnisse dieser abgekürzten oder „Tachy“-Analyse.

Die Fällung und Trennung der Elemente erfolgt nach den bewährten Methoden der qualitativ-quantitativen Gewichtsanalyse auf nassem Wege. Für den Aufschluß der gewöhnlich

vorliegenden Silikate eignet sich mit Rücksicht auf die Spärlichkeit der Probe und zur Vereinfachung der Methode nicht die Alkali-Schmelze, sondern am besten die Flußsäure, wozu ein kleiner Platintiegel genügt, in welchem das vorhandene Pulver mit wenig verdünnter Schwefelsäure und reiner Flußsäure (von Hanau) bei mäßiger Hitze rasch aufgelöst wird. Nach Abdampfung der Schwefel- und Flußsäure erfolgt die Wiederaufnahme der Basen mittelst Salzsäure und die Übertragung der klaren Lösung in die erste Epruvette. Dann beginnt man die Reihe der Fällungen mit Ammoniak, durch welches ein voluminöser Niederschlag von Aluminium- und Eisenhydroxyd entsteht, an dessen weißer, rotbrauner oder fuchsiger Farbe die Gegenwart des ersteren, letzteren oder beider erkannt wird. Aus der Intensität der Niederschlagsfarbe lassen sich die Quantitätsverhältnisse von Al und Fe beurteilen. Je nach Bedarf können diese beiden Elemente auch getrennt werden mittels Weinsäure. Auch Maßanalyse (Titrierung) des Eisens ist bequem ausführbar zur Ermittlung von FeO.

Behufs vollständiger Lösung des Magnesiums soll der ammoniakalische Niederschlag mit Salzsäure aufgelöst und wieder durch Ammoniak gefällt werden. Im Abguß dieses Präzipitats prüft man mit Oxalsäure auf Kalk, der als weißes krystallines Oxalat herausfällt, worauf in der davon abgezogenen Lösung mit Natriumphosphat und Ammoniak Magnesia gefällt wird als farbloses hochkrystallines Ammonium-Magnesiumphosphat. Damit sind die gewöhnlichen Silikatniederschläge der Reihe nach dargestellt. Für die Bemessung der prozentischen Zusammensetzung des Minerals nach Al_2O_3 , Fe_2O_3 , CaO, MgO ist außer dem Volumen der gewonnenen Niederschläge ihre chemische Konstitution und Dichte zu berücksichtigen. Auch noch andere als die genannten Stoffe lassen sich, wenn nötig, ermitteln, so Kupfer, Zink, Arsen, Mangan, Chrom, Wasser sowie Kohlen-, Kiesel-, Titan-, Schwefel- und Phosphorsäure.

Der Wert und die Bedeutung der volumetrischen Analyse beruht in ihrer Einfachheit, Bequemlichkeit und außerordentlichen Kürze, sie hat sich zur Kontrolle und Bestätigung der

mikroskopischen Diagnose und zur sicheren Bestimmung der Objekte in meinem Institute seit Jahren bestens erprobt und bewährt als willkommener Ersatz für die langwierige Gewichtsanalyse auch im Falle ihrer Ausführbarkeit.

Nachdem wir die neuen „Tachymethoden“ kennen gelernt haben, folgt deren Anwendung zur Bestimmung des Steinmeißels vom Bondone durch mikroskopische und chemische Untersuchung.

Bei der Herstellung der Pulverprobe kann die große Härte und Zähigkeit des Objektes an dem starken Geräusch und bedeutenden Kraftaufwand erkannt werden. Schon das trockene Pulver auf dem Objektglas gibt ein klares Bild homogener Substanz und man erschließt aus der Gestaltung der Pulverteilchen, daß ein krystallines und spaltendes Mineral vorliegt. Die Spaltungsformen sind säulig, entsprechen also einer prismatischen Spaltbarkeit von mittlerer Vollkommenheit, da die Nadelchen nicht sehr lang und dünn, sondern mehr gedrungen erscheinen. Ihr Relief und ihre Ränder treten deutlich hervor als Anzeichen eines starken Lichtbrechungsvermögens. Pleochroismus fehlt, die Säulchen sind fast farblos und bleiben es in jeder Lage. Die Polarisationsfarben sind lebhaft und deuten auf eine nicht geringe Doppelbrechung. Die Auslöschungsrichtung der Nadeln ist stets schief und bildet mit deren Längsaxe Winkel von 34° — 44° , häufig 39° und 40° als Mittel zahlreicher Messungen. Alle beobachteten Eigenschaften des Pulverpräparates, seine Spaltung, einfache und doppelte Lichtbrechung sowie Schwingungsrichtung entsprechen genau der Pyroxen-Natur und speziell verweist die Auslöschungsschiefe auf Jadeit, wie die in der Literatur angegebenen Werte 30° — 40° , 31° — 45° , 31° — 35° , 33° — 41° , $33\frac{1}{2}^{\circ}$, 41° bestätigen. Nephrit hingegen zeigt schwache Auslöschungsschiefen von 11° , 15° — 18° .

Zur Prüfung der Schmelzbarkeit wurde ein winziger Splitter des Steinmeißels mittelst einer Platinpinzette in die Bunsenbrennerflamme eingeführt, wobei sich sehr bald eine Abrundung der scharfen Kanten und die Bildung einer glän-

zenden weißen, etwas durchscheinenden Glaskugel beobachten ließ. Das Material ist also leicht schmelzbar, wie es dem Jadeit im Gegensatz zum Nephrit zukommt.

Gleichzeitig konnte die Flammenfärbung durch den glühenden Splitter wahrgenommen werden. Es zeigte sich eine kräftige, andauernde Gelbfärbung, wodurch die Anwesenheit einer größeren Quantität von Natron nachgewiesen erschien. Mit Hilfe eines blauen Glases gelang auch die Erkennung einer schwachen Violettfärbung durch einen geringen Kaliumgehalt. Auch diese analytischen Ergebnisse stimmen vollkommen überein mit dem chemischen Bestande des Jadeits, welcher durch hohen Natrongehalt charakterisiert ist und bei welchem gerade auch eine Vertretung des Natrons durch etwas Kali häufig vorkommt, wie die Analysen zeigen, während im Nephrit die Alkalien fehlen oder doch nur in geringen Mengen von ein paar Prozenten erscheinen.

Die für eine qualitativ-quantitative Analyse verfügbare geringe Pulvermenge wurde nun leicht mittelst Flußsäure aufgeschlossen, worauf die salzsaure Lösung durch gelbe Färbung einen Eisengehalt verriet, welcher auch im ammoniakalischen Niederschlag eine fuchsig-e Farbe des Aluminiumhydroxydes bedingte. Diesem Eisen verdankt der Steinmeißel seine grüne Farbe. Zur quantitativen Abtrennung eines etwaigen Magnesia-gehaltes mußte der Al-Fe-Niederschlag mit Chlorammonium gekocht werden. In der vom ammoniakalischen Präzipitat dekantierten Lösung ergab Oxalsäure einen merklichen Kalkgehalt, wogegen die Prüfung auf Magnesia ein negatives Ergebnis hatte. Beachtet man nunmehr die Niederschlagsmengen in den beiden Eprouvetten, so fällt zunächst deren Spärlichkeit im Verhältnis zur aufgeschlossenen Probe auf, woraus auf einen großen Kieselsäuregehalt derselben geschlossen werden muß, welches Siliziumdioxid eben durch die gewählte Aufschlußmethode mit Flußsäure als Fluorsilizium entwichen ist. Zutreffend ist da die Kieselsäuremenge des Jadeits, welche nach zahlreichen Analysen zwischen 56 und 64 Prozenten schwankt, während die Tonerde nur mit 15 bis 26% vertreten ist, was

mit der im Steinmeißel gefundenen Menge übereinstimmt. Was dann das Eisen betrifft, so folgt aus der Helligkeit der Niederschlagsfarbe ein Übergewicht der Tonerde, wie es den für Jadeit angegebenen Eisenprozenten von 1 bis $7\frac{1}{2}$ entspricht. Weiterhin deckt sich auch der beobachtete Kalkgehalt mit den in verschiedenen Jadeiten entdeckten Kalkmengen von $1\frac{1}{2}$ bis 6%. Endlich charakterisiert auch der Mangel von Magnesia den Jadeitbestand. Berücksichtigt man noch den durch die intensive Flammenfärbung in Gelb nachgewiesenen Natron-Reichtum, der bei Jadeit 8 bis 15% erreicht, sowie die Armut an Kali, wovon höchstens $1\frac{1}{2}\%$ vorkommen, so befinden sich sämtliche Bestandteile des analysierten Steinmeißels in vollem Einklange mit der qualitativen und quantitativen chemischen Zusammensetzung von Jadeit, für welchen eben der Tonerde-Natron-Gehalt bezeichnend ist im Gegensatze zum Kalk-Magnesia-Gehalt bei Nephrit.

Die kurze, volumetrische Analyse liefert also eine unzweifelhafte Bestätigung des Ergebnisses der mikroskopischen Diagnose und eine sichere Bestimmung des Steinmeißels vom Bondone, für welchen nach allen ermittelten Eigenschaften sich die Diagnose von Jadeit begründet. An den verwandten „Chloromelanit“ erinnert etwas die grüne Farbe, sowie der Eisen- und Kalkgehalt, doch unterscheidet sich derselbe wesentlich durch höheres spezifisches Gewicht von 3.4, schwärzlich grüne Farbe, größeren Eisengehalt von gegen 10% und einen dem Kalk- sich nähernden Magnesiagehalt.



Fig. 1.



Fig. 2.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Veröffentlichungen des Tiroler Landesmuseums Ferdinandeum](#)

Jahr/Year: 1915

Band/Volume: [3_59](#)

Autor(en)/Author(s): Cathrein Alois

Artikel/Article: [Neue Mikrodiagnose an einem Jadeitmeissel von Bondone. Ausgeführt im mineralogisch-petrographischen Institute der Universität Innsbruck \(Mit einer Tafel\). 239-251](#)