

GEOCHEMISCHE UND WEISSMETRISCHE UNTERSUCHUNGEN AN KALKMARMOR-VORKOMMEN NÖRDLICH MÜRZZUSCHLAG (UNTEROSTALPIN, STEIERMARK)

Beatrix MOSHAMMER

Zusammenfassung

Mitteltriadische, grünschieferfaziell metamorphe Kalkmarmorvorkommen im Gebiet der Großen Scheibe nördlich Mürzzuschlag und im Bereich des Raxenbachgrabens wurden anhand von Musterproben und Profilbeprobung petrographisch, geochemisch und weißmetrisch für eine rohstoffgeologische Voruntersuchung im Hinblick auf höherwertige Verwendung charakterisiert. Die nördlichen Vorkommen kleineren Ausmaßes bestehen aus grau-rötlichen, mylonitischen, chemisch reinen Kalkmarmoren. Ihre gemessene Weiße zeigt ein besseres Ergebnis als ihr optischer Eindruck. Die südlichen ausgedehnteren Vorkommen sind heterogen. Weder im Profil noch im Streichen beständig, treten chemisch hochreine und weiß messende Abschnitte von maximal etwa 5 - 10 m auf. Meist jedoch findet sich dieser Typus in Wechsellagerung mit hellen bis grau gebänderten Kalkmarmoren, in denen weiße dolomitische Lagen und Einstreuungen von Quarz und Glimmer auftreten. Hinzu kann schwache disperse Dolomitisierung kommen. Rauhackenbildungen, intensive Klüftung und Störungen führen zu Verwitterungs- und Verkarstungsphänomenen, die zusätzlich ihre Helligkeit bzw. Weiße vermindern. Geochemische Ursachen sind für die Weißbeeigenschaften nicht ableitbar.

Einleitung

Bei einer Mineralrohstoff-Untersuchung des Bundesgebietes im Zuge des Projektes Ü-LG 38 wurden von 1994 bis 1998 Vorkommen von Kalkstein, Marmor und untergeordnet Dolomit nach möglichst hoher Weiße und chemischer Reinheit ausgesucht und übersichtsmäßig sowie teilweise auch entlang von Profilen, beprobt. Zur Charakterisierung und zum Vergleich dieser Vorkommen untereinander wurden die Proben in Dünnschliffen untersucht und als Rohstoff-Basisparameter die Weiße und der Gesamtchemismus bestimmt. Die Ergebnisse sind in Berichten dargelegt (LOBITZER & MOSHAMMER, 1995, MOSHAMMER & LOBITZER, 1996, MOSHAMMER & LOBITZER, 1998 und MOSHAMMER, 1999).

Die Verwendung von Kalkstein und Marmor ist schon aus der Antike bekannt. Als erstes erfolgte ihr Einsatz als Baurohstoff, neben vielen anderen Zeugnissen eindrucksvoll dokumentiert anhand der großteils aus Kalksteinquadern erbauten, fast 5000 Jahre alten Cheops-Pyramide in Ägypten. Etwa 1000 Jahre später waren Herstellung und Einsatz von Brannt- und Löschkalk in Mesopotamien bekannt (LASKARIDIS, 1987, SCHIELE & BERENS, 1972). Die Bedeutung des Rohstoffes Kalkstein, der geologisch alle Festgesteine aus Kalzit beinhaltet wie Marmor, Kalkstein, Kreide etc., wuchs mit der Industrialisierung. Die Verbrauchergruppen von Kalkstein und dessen gebranntem Produkt sind heute so zahlreich, dass hier nur wesentliche Zweige wie die Eisen- und Stahlindustrie, die chemische, Zucker-, Papier-, Glas-, Futter- und Düngemittel-Industrie, Umweltschutz, Baugewerbe und Baustoffindustrie angeführt werden und für Detailfragen auf die eingehende Monographie von GOTTHARD & KASIG (1996) verwiesen wird.

Ziel des vorliegenden Projektes war es, mit Hilfe von Weißmessung und Chemismus Vorkommen weißer Kalksteine und Marmore zu eruieren und sie grundsätzlich für Einsatzbereiche zu testen,

bei denen es auf chemisch und - oder nur - weißmetrisch hochwertige Qualitäten ankommt, wie für die Erzeugung von Weißputzen. Das wirtschaftliche Hauptinteresse liegt jedoch in der Vermahlung zu Kalziumkarbonat-Füllstoffen. Die Körnungen der Füllstoffprodukte sind kleiner als 100μ , bei den hochwertigsten ultrafeinen Füllstoffen kleiner als 2μ .

Erfahrungsgemäß gilt, dass Kalksteine, die sowohl sehr weiß als auch chemisch hochrein sind, äußerst selten auftreten. Bei den Kalziumkarbonat-Füllstoffen wurde daher eine Alternative gefunden, indem man sie nicht nur durch Aufmahlung und technische Aufbereitung aus weißem Kalkmarmor (z.B. Gummern/Kärnten), Kalkstein oder Kreide (Müllendorf/Burgenland) herstellt, sondern ein ebenso feinstkörniges CaCO_3 auch im chemischen Verfahren aus Branntkalk präzipitiert. Eine passende Lagerstätte vorausgesetzt, scheint die Herstellung des aufgemahlten Produktes gegenüber dem präzipitierten ökonomisch günstiger. Insgesamt betrachtet, wird der Kalzit-Füllstoff-Einsatz bei Plastik, Papier, Farben-Lacken, Gummi etc. nicht nur durch seine chemisch-physikalischen Eigenschaften (hohe Weiße, ungiftig, niedrige Ölabsorption, gute Beständigkeit, relativ geringes spezifisches Gewicht, gute Dispergierbarkeit) gesteuert, sondern auch aus Kostengründen gegenüber anderen Füllstoffen wie Kaolin, Talk, Baryt u.a. forciert.

Geologisch-tektonischer Aufbau und Lage der Vorkommen

Regionalgeologischer Rahmen

Der Bergzug zwischen dem Fröschnitzbach bei Mürzzuschlag - Spital am Semmering und dem Raxenbach im Norden stellt einen großräumigen flach nordfallenden Falten-, Schuppen- und Deckschollenbau mit unter- und mittelostalpinen Elementen dar. Seine Basis wird aufgebaut aus unterostalpinem polymetamorphem Grundgebirge des Grobgneiskomplexes, das vorwiegend aus Phylliten und Einschaltungen von Glimmerschiefern und Grobgneis besteht und von der Permotrias in zentralalpiner Fazies überlagert wird. Zur letzteren zählen in Anlehnung an die von TOLLMANN (1957, 1977) beschriebene Schichtfolge im angesprochenen Gebiet (vgl. geol. Karte Mürzzuschlag (MANDL et al. in Druck), Alpiner Verrucano (Metakonglomerat), Semmeringquarzit und Reichenhaller Rauhwanke, weiters die anisischen Kalkmarmore bzw. Bänderkalke, die Gegenstand dieser Arbeit sind, sowie Dolomite des ?Ladin. In den Karbonaten treten ?tektonisch Einschaltungen von Rauhwancken und Schiefern (Kapellener Schiefer [Karn?]) auf. Im westlichen Gebirgstheil endet tektonisch die unterostalpine Sequenz mit diesen relativ mächtigen Kalk- und Dolomitmarmoren des Anis-Ladin, resp. den geringmächtigen Kapellener Schiefern. Darüber folgt die aus Glimmerschiefern und permoskythischen Metasedimenten aufgebaute Tratenkogel-Deckscholle, die, ebenso wie die nördlich des Raxenbaches parallel anschließende Tattermannschuppe, das Mittelostalpin vertritt. Östlich des untersuchten Gebietes ist hingegen die unterostalpine Schichtfolge mit „buntem Keuper“ und rhätischen Karbonaten vollständiger erhalten.

Lage und Gliederung der Vorkommen

Die laut geologischer Karte etwa 300 m mächtig werdenden Anis-Ladin-Karbonate zeigen trotz intensiver tektonischer Zerstückelung im betrachteten Bergzug umlaufendes Streichen. Sie wurden in ihrer Westhälfte zwischen Mürztal und Tratenkogel punktuell untersucht und ihrer Lage entsprechend in einen südlichen und nördlichen Karbonatzug gegliedert.

Während die Marmore im südlichen Karbonatzug generell flach nach Norden einfallen, stehen sie im nördlichen Zug längs des Raxenbaches E-W streichend saiger. Der südliche Zug ist weiters dadurch gekennzeichnet, dass Dolomite zurücktreten und an deren Stelle Kalkmarmore mächtiger werden und dass eine 10er-Meter-mächtige, gegen E auskeilende Rauhwanke eingeschaltet ist. Er zieht nördlich von Kohleben im Westen über die Gipfelregion Dürrkogel (1426 m) - Große Scheibe

(1473 m) - Hohe Wand (1409 m) - Kampalpe (1535 m) bis östlich Kerschbaumkogel (1480 m). Es befinden sich darin von West nach Ost die Probenlokalitäten Kohleben-E (Bezeichnung 104/106a, -b, -c) an der Forststraße auf 1000 m SH, weiters entlang der Forststraße von 1100 bis 1200 m SH die Lokalitäten Dürrkogel-W (104/104), Große Scheibe-W (104/86) und Hosengraben-W (104/107). Im selben Zug, jedoch östlich des Wallersbachgrabens, liegen die Lokalitäten Hohe Wand-E auf 1180 m SH (104/89), und im Umfeld einer aufgelassenen Seitenentnahme die Lokalität Saurücken-W auf 1240 m SH (104/85).

Aus dem nördlichen, aufgrund der Vertretung durch Dolomit geringer mächtigen Kalkmarmorzug stammen die Proben aus aufgelassenen Steinbrüchen, und zwar südlich von Kohlebner am Waldrand auf 830 m SH (104/105), bei Stojen an der Hauptstraße auf 800 m SH (104/88) und im Brandlgraben auf 980 m SH (104/90). Die Lage der Vorkommen wird in Abbildung 1 dargestellt. Die Ausbisslinien der anisichen Kalkmarmore und der damit verbundenen Rauhwanke sowie der ?ladinischen Dolomitmarmore wurden der geologischen Karte (MANDL et al., in Druck) entnommen.

Neben den beschriebenen Kalkmarmorzügen treten weitere Karbonatvorkommen in lithostratigraphisch vergleichbarer Position auf, wie ein schmaler Zug in Talnähe nördlich Mürzzuschlag und die weit verbreiteten Karbonate westlich des Mürztales in Richtung Roßkogel. Aus dem Blickwinkel der Fragestellung sprachen gegen sie jedoch die häufig dunkle bis schwarze Färbung, die intensive Verzahnung von Kalk- und Dolomitmarmoren, die nicht getrennt kartiert wurden sowie Schiefer- und Rauhwankeinschaltungen (GAAL, 1966; EBNER, 1984).

Lagerung, Petrographie, Farbe und Mikrogefüge

Lagerung

Der südliche Kalkmarmor-Zug weist ca. 300 m Mächtigkeit, unterbrochen durch eine etwa 50 bis 100 m mächtige Rauhwanke auf. Die interne Lagerung mit flachem N- bis NE-Fallen ist den randlichen Ausbisslinien im S gegen den Semmeringquarzit oder Phyllite, im Norden gegen den Glimmerschiefer, und den internen Einschaltungen von Rauhwanke und schmalen Dolomitkeilen angepasst, oder nach W bis NNW gekippt. Sehr ausgeprägt ist ein ca. E-W streichendes, ±saigeres Kluftsystem, das an manchen Stellen von Störungen abgelöst wird, die mit Boudinierungen, tektonischen Brekzien (Fault Breccias [BARKER, 1998]) und erdgefüllten Karstschläuchen, beides < 1 m Breite, verbunden sind. Ein weiteres Kluftsystem fällt flach bis mittelsteil nach SE. Klüftung und tektonische Zerschierung treten besonders in der Nähe tektonischer Grenzen (z.B. Basis von 104/106b Nähe zu Glimmerschiefer), längs Störungen und lithologischen Änderungen verstärkt auf.

Petrographie

Das Erscheinungsbild der Marmore ist vor allem aufgrund der unterschiedlich dicken Bankung und Aufwitterung bzw. Festigkeit inhomogen. Trotz ihrer niedriggradigen Metamorphose (alpidische grünschieferfazielle Metamorphose [FREY et al., 1999]) wird ihre Bankung als primäre Schichtung interpretiert, da aus ihnen Reste von Crinoiden und Diploporen bekannt sind (CORNELIUS, 1952), und sie mit den Nebengesteinen (Quarzit, Schiefer, z.T. Rauhwanke) konkordante Lagerung aufweisen. Ohne sich lithostratigraphisch gliedern zu lassen, treten dick- (bis 1 m Bankung) und dünnbankige (≤ 1 dm) Abschnitte auf. Die Marmore sind laminiert. Verursacht wird dies durch Korngrößenunterschiede zwischen feinkörnigen (Korngröße ca. 0,1 bis 0,7 mm) und sehr feinkörnigen (0,01 bis 0,1 mm) Lagen und Linsen, durch eingeregelt Muskowit-Schüppchen, durch lagige Porosität und gelegentliche Dolomitlagen. Parallel- und Schiefertextur ist vor allem u.d.M. durch

die in sehr geringen Mengen fast immer vorhandenen Serizite (meist < 0,2 mm, in Ausnahmen bis 1 mm) und xenoblastischen Quarz-, seltener Quarzitkörner (< 0,3 mm) und durch die verzahnten Korngrenzen und Deformationszwillinge der Kalzite feststellbar. Dolomit tritt im südlichen Zug als auffallend weißliche, sehr feinkörnige (Korngröße < 50 μ), bis etwa 2 cm mächtige Lagen auf (vgl. Abb. 8), die den etwas gröberkörnigen Kalzitbänken untergeordnet eingeschaltet sind. Darin findet sich vergleichsweise vermehrt Quarz und Muskowit. Dolomitlagen von mehr als etwa 1 dm Mächtigkeit sind nur aus dem Randbereich der Kalkmarmore bekannt, wo sehr helle Dolomite, Dolomit-*rauhwacken* und dunkle Schiefer wechsellagern.

Farbe

Die Farbe der Marmore erscheint sehr hell- bis mittelgrau; Bändermarmore, die vor allem im nördlichen Zug oder nördlich der *Rauhwackeneinschaltung* im südlichen Zug beobachtet wurden, sind dunkelgrau. Hellgraue Partien, die bis 10 m mächtig werden, treten nur im südlichen Zug auf. Im nördlichen Zug haben die grauen Marmore ein fast glasiges und oftmals rotstichiges Aussehen. Als Pigmentierung lässt sich u.d.M. opake Substanz (Erz, Limonit, organisches Material) feststellen, die inter- und intrakristallin auftritt, sowie als Erzausfällungen auch in Klüften. Limonitische Verwitterung färbt die Marmore an Klüften, Störungen und ausgehend von Verkarstungen gelblich bis rostbraun.

Mikrogefüge

Das Mikrogefüge der Marmore spiegelt die makroskopische Variationsbreite wider. Gleichkörniges, verzahntes Gefüge mit Deformationszwillingen ist bei den dicker gebankten Marmoren festzustellen (Abb. 5). Meistens jedoch tritt inhomogenes porphyroklastisches Gefüge auf, wobei gröbere unregelmäßige Körner von Subgrains umgeben sind und sich Strain Partitioning manifestiert (Abb. 6). Besonders im nördlichen Zug hat die Kornverkleinerung so zugenommen, dass mylonitische Gefüge dominieren (Abb. 7). Ein weiteres Charakteristikum stellen die μ - bis mm-großen Poren dar, die unregelmäßig oder linsenförmig s-parallel auftreten, \pm offen sind und manchmal von drusigen, klaren Kalziten begrenzt werden (Abb. 8). Bisweilen wurde auch ein klarer Anwachsraum bei einzelnen, größeren Kalzitkristallen festgestellt. Da die Erklärung dieser Phänomene nicht Gegenstand der vorliegenden Studie war, wird bezüglich Genese der Poren und damit verbundenem Stofftransfer auf die Untersuchungen von RIEDMÜLLER (1976) über die unterostalpinen *Rauhwacken* und Dolomitmarmor(-brekzien) im nordostwärts gelegenen Pittental verwiesen.

Probenahme und analytische Methoden

Probenahme

Von den Probelokalitäten mit den Bezeichnungen 104/85, 104/86, 104/88, 104/90, 104/105 und 104/106-a, -b, -c wurden ein bis mehrere Handstücke genommen, um den Durchschnittstyp und den relativ hellsten Typ der im Aufschluss vorhandenen Variationsbreite zu erfassen. Im Profil 104/107 wurden diesem Prinzip entsprechend Proben über das Profil verteilt genommen, jedoch nur die Hälfte der Proben analysiert. Bei 104/104 handelt es sich um ein Profil, von dem 9 Proben statistisch in einem Mächtigkeitsabstand von 2 bis 3,5 m genommen wurden.

Probenbearbeitung

Aus dem Handstück wurden senkrecht zur Schieferung parallele Gesteinsplättchen möglichst ohne sichtbare Verunreinigungen wie Klüfte, Styolithen, Pyritnester oder Glimmerlagen herausgeschnitten. Daraus wurde ein petrographischer Dünnschliff angefertigt und je ein Plättchen von ca. 150 g für die Weißmessung und für die chemische Analytik verwendet.

Geochemie

Die chemische Analyse wurde mittels Atomabsorptionsspektroskopie in zwei verschiedenen Labors durchgeführt. Die Unterschiede manifestieren sich in z.T. unterschiedlichen Nachweisgrenzen und darin, dass in einem Labor ein breiteres Elementspektrum bestimmt wurde (vgl. Tab. 1).

Weißmetrik

Die Weiße bzw. die Farbe wurde mit einem Spektrofotometer in Anlehnung an die in ZELLCHEMING (1990) und in DIN 53 163 (1988) festgelegten Richtlinien und nach DIN 5033 Teil 9 (1982) gemessen. Die Körnung der Probenpulver weist ungefähr einen Median von 6 my und ein Größtkorn von 63 my auf. Pro Probe wurden die Messungen dreier Tabletten gemittelt. Die daraus resultierende Standardabweichung, angegeben für den Normfarbwert Y, ist der Tabelle 1 zu entnehmen. Die Farbparameter wurden für das 10°-(Großfeld-)Normvalenz-System und die Normlichtart D₆₅ berechnet (siehe ASTM DESIGNATION: E 308 - 90 [1991, Tab. 5.19]; DIN 5033 Teil 2 [1992a], DIN 5033 Teil 7 [1983]). Für eine ausführliche Beschreibung der Methode wird auf MOSHAMMER & LOBITZER (2000) verwiesen.

Ergebnisse der Geochemie und Weißmetrik

Die Ergebnisse der geochemischen und weißmetrischen Untersuchung sind in Tabelle 1 zusammengefasst. Wie im vorigen Kapitel erwähnt wurde, gab es zwei Labors, die die chemische Analytik durchführten. Jenes Labor, das keine Neben- und Spurenelemente analysierte, wurde lediglich mit zwei Proben aus dem Semmeringmesozoikum bestückt, nämlich 104/86 und 104/88. Aufgrund dieser geringen Zahl und der den anderen Proben vergleichbaren Ergebnisse wurde der Durchschnitt aus allen 19 Analysen gebildet, obwohl nach statistischen Untersuchungen die beiden Probenpools österreichweit zu trennen sind. Bei den Weißmessungen wurden die 25 Proben nach der beschriebenen Methode einheitlich aufbereitet und gemessen.

Geochemische Ergebnisse

Der Kalziumkarbonatgehalt liegt mit Ausnahme dolomitischer Proben (104/104-4, 104/104-6 und 104/104-9A) über 95 % und erreicht 99,7 %. Die Proben liegen somit vorwiegend im Bereich der reinen, hochreinen und reinsten Kalkmarmore gemäß der Einteilung nach FLÜGEL & HADITSCH (1975). Der Gesamtkarbonatgehalt (nicht dargestellt in der Tabelle), die Summe aus CaCO₃ und MgCO₃, schwankt zwischen 95 und 100 % (Mittelwert 98,5 %, Median 98,8 %). Der unlösliche Rückstand wurde nicht getrennt bestimmt und wird aus der chemischen Analyse durch die Summe aus Titan-, Aluminium-, 2- und 3-wertigem Eisen-, Natrium-, Kalium- und Phosphor-Oxid gebildet. Er bewegt sich zwischen 0,2 und 3,8 % und sollte den Gesamtkarbonatgehalt auf annähernd 100 % komplettieren. Wenn davon Abweichungen auftreten, ist dies durch den Strontium- oder Bariumgehalt erklärbar bzw. durch die Differenz aus theoretisch berechnetem Gesamtkarbonatgehalt und tatsächlich bestimmtem Glühverlust. Anzumerken ist ferner, dass der theoretische Dolomitanteil in der Natur reduziert ist, da ein Teil des MgO vom Hellglimmer stammt, der mit dem K₂O-Gehalt angezeigt wird. Ob auch im metamorph überprägten Kalzit, ähnlich den sedimentären Gegebenheiten, Magnesium gebunden sein kann, ist unbekannt. Dass ein Teil des Kalziums auch sulfatgebunden vorliegt, wird anhand der äußerst geringen Mengen an chemisch bestimmtem Schwefel nicht bestätigt. Unter den nichtkarbonatischen Mineralen sind aus den Dünnschliffen außer der nicht auflösbaren Pigmentierung (opake Substanz, Limonit, Pyrit) überwiegend Quarz und Hellglimmer und einmalig Phlogopit bekannt. Der in Probe 104/86 stark erhöhte Natrium-Gehalt wird auf Albit zurückgeführt, den auch RIEDMÜLLER (1976) angibt. Die Spurenelementgehalte zeigen keine erhöhten Werte.

Weißmetrische Ergebnisse

Zur Beschreibung der farbmetrischen Eigenschaften werden die industriell am häufigsten verwendeten Kennwerte herausgegriffen. Es sind dies unter den Normfarbwerten der Normfarbwert Y (= Hellbezugswert = Reflexionsfaktor R_y DIN 53 140 [1988]), der, ausgedrückt in Prozent, den Grau-Anteil einer Farbe zwischen schwarz (0 %) und weiß (100 %) ausdrückt. Farbton und Farbsättigung wurden weggelassen, da alle Proben sehr gering gesättigt sind und in der Normfarbtafel auf der gelben Spektrallinie liegen. Der gelbe Farbton drückt sich auch im Gelbwert (= Index, DIN 6167 [1980]) aus, der in der Füllstoffbranche verwendet wird. Er sollte möglichst niedrig sein. Häufig wird jedoch neben dem nicht so aussagekräftigen Normfarbwert Y im europäischen Raum der Weißgrad nach TAPPI verwendet, der etwa der amerikanischen ISO-Brightness entspricht. Dieser Weißgrad stammt aus der Papierindustrie und quantifiziert, von der Lichtart unabhängig, schwerpunktmäßig die Remission um die Wellenlänge bei 457 nm. Für die idealweiße Farbe beträgt er 100 %, je weniger gelb oder rot die Farbe, bzw. je blauer, desto höher der TAPPI-Wert. Der Median für die Proben liegt für den Normfarbwert Y bei 89 %, für den Weißgrad TAPPI bei 85,5 % und für den Gelbwert um 5. Es besteht keine Korrelation zwischen chemischer Reinheit und Weiße, da sich sowohl Dolomit als auch Quarz nicht negativ auf die Weiße auswirken; erst der Glimmeranteil und die Pigmentierung, inklusive der von den Klüften ausgehenden Verwitterung, setzen sie zum Grau bzw. Graubraun herab.

Rohstoffgeologische Charakteristik der Vorkommen

Im Detail zeigen die untersuchten Vorkommen Unterschiede. Um diese richtig bewerten zu können ist über die Repräsentativität der Probenahme als solche und die Quantität, auf die sie sich bezieht, Folgendes anzuführen:

Bei den meisten Vorkommen/Lokalitäten wurde eine selektive Beprobung vorgenommen, bei der vom betrachteten Aufschluss die jeweils makroskopisch „beste“ (= hellste & reinste) Probe analysiert wurde. Die Abschätzung des Bereiches, auf den die Analysenergebnisse zutreffen, ist daher auf Basis der Geländeaufnahme für jeden Aufschluss separat vorzunehmen. Zusätzlich ist die Art der Qualitätsverteilung im Hinblick auf wirtschaftliche Gewinnbarkeit maßgeblich.

Da die analytischen Ergebnisse - bei der Beprobung entlang von Profilen - auch Heterogenitäten zeigen, sind Aussagen über die Größe des Aufschlusses hinaus kaum möglich. Eine großräumigere Bewertung würde daher eine größere Probendichte unter Anwendung aktiver Aufschlussmethoden erfordern.

Dies betrifft alle nördlichen Vorkommen, die von Natur aus geringer mächtig sind, sowie die östlich im Südzug gelegenen Vorkommen Hohe Wand-E (104/89) und Saurücken-W (104/85). Die beiden letzten liegen in Gebieten größerer Kalkmarmorausdehnung, wie Saurücken, Hohe-Wand, Madlgraben und Hochleiten, wo keine Profilbegehungen durchgeführt wurden.

Vorkommen im nördlichen Karbonatzug

104/88 Stojen, 104/90 Brandlgraben und 104/105 Kohlebner

Die bereits angesprochene Mylonitisierung in den nördlichen Vorkommen wirkt sich auf die weißmetrischen Parameter positiv aus, wohingegen sie optisch vergleichsweise grauer wirken. Dolomit- und Rückstandsgehalt sind niedrig. Die Vorräte dieser Qualität bei den im Tal gelegenen Vorkommen Stojen (104/88) und Brandlgraben 104/90) sind sehr gering (etwa 1000 m³). Beim Vorkommen Kohlebner (104/105) bezieht sich die Qualitätsaussage vorläufig allein auf den Steinbruch-Aufschluss (Durchmesser 25 m, Höhe max. 15 m).

Vorkommen im südlichen Karbonatzug

104/104 Dürrkogel-W und 104/86 Große Scheibe-W

Die aufgenommenen Profile im SW-Teil des südlichen Karbonatzuges boten einige Überraschung. Eine im Gelände zwar als heterogen, aber auch weiß ausgewählte Schichtfolge - Profil 104/104 Dürrkogel-W (vgl. Abb. 2) - ergab in Weißmetrik und Geochemie die schlechtesten Resultate. Diese 20 m mächtig durchgehend aufgeschlossene Folge beginnt vom Hangenden zum Liegenden bzw. N nach S mit 1,5 m dunkelgrauen Bändermarmoren, deren Weiße (Y 60 %) nur zur Dokumentation gemessen wurde. Danach wechseln weiße, selten mittelgraue kompetentere (bis 1,5 m mächtig, dm-gebant) mit inkompetenteren (dünnbankigen [cm], teilweise porösen) Kalkmarmoren ab, in denen, wie die Proben 4, 6 u. 9A zeigen, besonders die weiß erscheinenden (kleiner Gelbwert), dünnen Lagen aus Dolomit bestehen. Der damit verbundene Serizit reduziert optisch im unverwitterten Zustand den Helligkeitseindruck nicht. Somit ist aufgrund des zu geringen bzw. zu variablen CaCO_3 -Gehaltes und des entsprechend hohen Dolomit- und Rückstandsgehaltes dieser Marmorabschnitt nicht mehr als reiner Kalkmarmor anzusprechen und daher für alle hochwertigeren Anwendungen ungeeignet. Zur Lokalität 104/86 (Große Scheibe-W) vermitteln längs der Forststraße schlecht aufgeschlossene dunklere Bändermarmore. Dieser in Abbildung 3 dargestellte, die Bergkante bildende Kalkmarmor-Aufschluss zeigt ein weiteres Phänomen, das in Bereichen mit Rauhwacken-Einschaltungen auftritt. Es sind dies meist sehr helle, an Klüften gelbliche, kleinzerscherte, aber dennoch vage die Schichtung andeutende Härtlinge, die von schlecht aufgeschlossenem Gelände umgeben sind.

104/106 Kohleben-E

Etwa 200 Höhenmeter tiefer und im Liegenden der Rauhwacke ist um den Bergrücken ein Profil in drei, jeweils 10-20 m mächtigen Teilabschnitten aufgeschlossen, Lokalität 104/106 Kohleben-E. Es tritt südlich im Anschluss an dunkle Bändermarmore, im Hangenden als dick- und dünner gebantke, grau-weiß-gebänderte Abfolge mit einer 3-dm-Kalkschieferlage auf. Der Mittelteil wird von einer tektonisch stärker gestörten Rippe, bestehend aus grau-rötlichem kleinklüftigem Kalk, aufgebaut. Von Harnischflächen und Spalten ausgehend, reicht die gelbockerfarbige Verwitterung des Marmors bis in die Kleinklüfte. Der liegende Bereich, aus dem die Analysen stammen, zeigt wieder allgemein hellere, weiterhin stark klüftige, feinkristalline Marmore, dm-gebant mit interner Lamination und Streuglimmer auf den Schieferungsflächen. Die Chemie der Proben zeigt, bedingt durch Glimmer und Quarz, Verunreinigungen an und weist auf geringen, aber doch vorhandenen Dolomitanteil hin. Die Proben stellen Reinkalke dar, die Weiße liegt bei $Y < 90$ %. Aufgrund der Verhältnisse im Profil 104/104 wird nicht ausgeschlossen, dass eine dichtere Analytik die Ergebnisse sogar noch verschlechtern könnte.

104/107 Hosengraben-W

In streichender Fortsetzung ca. 1 km östlich von 104/106 wurde aufgrund der noch relativ frischen und hohen Aufschlüsse das Profil 104/107 Hosengraben-W aufgenommen. Diese etwa 60 m mächtige, mittelsteil NNE fallende Abfolge erschien im Gelände eher hellgrau und gelblich verwitternd, während die Weißmessung sehr gute Werte (Y 91-93 %) ergab. In die übliche Wechselfolge dicker- und dünnergebantker Abschnitte ist eine als Harnisch ausgebildete 10 m mächtige Wand eingeschaltet. Weiters werden die dickbankigen Abschnitte in durchbewegten Zonen dünnplattig. In diesem Profil wurden die mit Fault Breccias gefüllten Störungen und boudinierte Partien ebenso wie Karstschläuche beobachtet. Trotz gelegentlicher, makroskopisch erkennbarer schichtparalleler Porosität und wenige cm-mächtiger Rauhwackenlagen sowie des bis zu wenige Prozent betragenden Anteils an Quarz und Muskowit, handelt es sich im Chemismus um reine bis hochreine Kalkmarmore. Auf das gesamte Profil lässt sich dieses

Ergebnis nicht übertragen, keinesfalls auf die Störungsbereiche. Die bessere chemische und weißmetrische Qualität scheint hier mit dem dickbankigen Marmor zusammenzuhängen, der einen größeren Anteil im Profil einnimmt. Die Substanz der letzten zwei Vorkommen wird auf bis zu 50.000 m³ geschätzt. Die nicht weiter beprobte östliche Fortsetzung des südlichen Marmorzuges südlich der Großen Scheibe dürfte qualitativ ähnlich beschaffen sein (vgl. Abb. 4).

Zusammenfassung rohstoffgeologischer Aspekte

Die lithologischen Heterogenitäten in den Profilen sind weder im Streichen noch in der vertikalen Abfolge vorhersagbar. Nach der bisherigen Untersuchung spricht gegen eine hochwertige Anwendung diese Variabilität, aufgrund welcher mit Dolomit- und Quarzgehalten zu rechnen ist, wodurch im negativsten Fall der CaCO₃-Gehalt unter 95 % sinken kann. Trotzdem ist festzustellen, dass chemisch und weißmetrisch, mehrere Meter mächtig, immer wieder hochwertiges Material vorliegt, jedoch die Einschaltung grauer Partien, dolomitischer und rauhackiger Lagen sowie tektonisch zerrüttete Bereiche gegeben sind, die die Abbauverhältnisse erschweren würden. Trotz der, zumindest subjektiv, im Gelände nicht so hervorstechenden Weiße, die, wie gezeigt wurde, nicht mit der physikalisch gemessenen übereinstimmt, nach der ein Normfarbwert Y um 90 % durchaus realistisch ist, wären dickbankige Abschnitte bevorzugt zu untersuchen und besondere Aufmerksamkeit auf die Dolomitisierung zu lenken. Im jetzigen Stadium sich daher die bisherigen historischen Verwendungen wie Branntkalk, Schotter, Bau-/Werkstein und Flussbaustein (EBNER, 1984) nicht zu erweitern. Selbst die heutigen Anforderungen an Bau- sowie Branntkalk-Rohstoffe würden weiterer Labortests bedürfen.

Dank

Das Projekt wurde im Rahmen des Vollzuges zum Lagerstättengesetz durchgeführt. Herrn Dr. H. Lobitzer spreche ich für die Projektleitung besonderen Dank aus. Für die mineraloptische Untersuchung stellte sich dankenswerter Weise G. Lelkes-Felvari zur Verfügung. Für den Hinweis zu diesen Vorkommen danke ich Herrn Dr. A. Nowotny.

Literatur

- ASTM DESIGNATION: E 308 - 90: Standard Test Method for Computing the Colors of Objects by Using the CIE System. - Annual Book of ASTM Standards, Vol. 06.01, 736-762, Philadelphia 1991.
- BARKER, A.J.: Introduction to Metamorphic Textures and Microstructures. 2nd Edition. - Stanley Thornes (Publishers) Ltd., 264 S., Oxford 1998.
- CORNELIUS, H.P.: Die Geologie des Mürztalgebietes (Erläuterungen zu Blatt Mürzzuschlag 1:75.000). - Jb. Geol. B.-A., Sdb. 4, 94 S., Wien 1952.
- DIN 5033: Farbmessung Teil 2: Normvalenz-Systeme. - DIN Deutsches Institut für Normung e.V., 5 S., Berlin 1992.
- DIN 5033: Farbmessung Teil 7: Meßbedingungen für Körperfarben. - DIN Deutsches Institut für Normung e.V., 8 S., Berlin 1983.
- DIN 5033: Farbmessung Teil 9: Weißstandard für Farbmessung und Photometrie. - DIN Deutsches Institut für Normung e.V., 3 S., Berlin 1982.
- DIN 53 140: Bestimmung von Normfarbwerten nach dem Dreibereichsverfahren. - DIN Deutsches Institut für Normung e.V., Berlin 1988.

- DIN 53 163: Bestimmung der Helligkeit von Füllstoff- und Weißpigment-Pulvern. - DIN Deutsches Institut für Normung e.V., 2 S., Berlin 1988.
- DIN 6167: Beschreibung der Vergilbung von nahezu weißen oder nahezu farblosen Materialien. - DIN Deutsches Institut für Normung e.V., 1 S., Berlin 1980.
- EBNER, F.: Farb- und Gefügevarietäten Steirischer Karbonatgesteine. - Unveröff. Bericht, Bund/Bundesländer-Rohstoffprojekt St-A-032c/81-84, 342 Bl., 75 Abb., 23 Tab., 188 Photos in sep. Bd., Graz 1984.
- FLÜGEL, E. & HADITSCH, J.G.: Vorkommen hochreiner und reiner Kalke im Steirischen Salzkammergut. - Archiv f. Lagerst.forschung in den Ostalpen, 15, 65-84, Leoben 1975.
- FREY, M., DESMONS, J. & NEUBAUER, F.: Metamorphic Maps of the Alps. 1:500.000. - c-macs publishingservice, 2 Blätter, Dresden 1999.
- GAAL, G.: Geologie des Roßkogelgebietes W Müzzuschlag (Steiermark). - Mitt. Ges. Geol. Bergbaustud. Österr., 16, 105-148, 2 Taf., Wien 1966.
- GOTTHARDT, R. & KASIG, W.: Karbonatgesteine in Deutschland. Rohstoff, Nutzung, Umwelt. - Beton-Verlag GmbH, 420 S., Düsseldorf 1996.
- LASKARIDIS, K.: Beurteilung griechischer weisser Kalke und Dolomite für den industriellen Einsatz (z.B. in der Papierindustrie). - Dissertation Univ. Erlangen-Nürnberg, 241 S., Erlangen 1987.
- LOBITZER, H. & MOSHAMMER, B.: Nutzungsoptionen ausgewählter österreichischer Vorkommen von hochreinen Karbonatgesteinen (Kalkstein, Marmor, Dolomit zT.). - Unveröff. Jahresendbericht, Bund/Bundesländer-Rohstoffprojekt Ü-LG-038/94-95, 47 S., 1 Abb., 5 Tab., 7 Beil., Anhang S. ungez., Wien 1995.
- MANDL, G.W., NOWOTNY, A. & ROCKENSCHAUB, M.: Geologische Karte der Republik Österreich 1: 50.000, Blatt 104 Müzzuschlag. - Geologische Bundesanstalt, Wien, in Druck.
- MOSHAMMER, B.: Vorkommen von hochreinen und weißen Karbonatgesteinen in Österreich. Zusammenfassender Bericht Projekt Ü-LG 38/94-98. - Berichte der Geologischen Bundesanstalt, 48, 33 S., 3 Tab., 46 Ktn., Wien 1999.
- MOSHAMMER, B. & LOBITZER, H.: Nutzungsoptionen ausgewählter österreichischer Vorkommen von hochreinen Karbonatgesteinen (Kalkstein, Marmor, Dolomit zT.). - Unveröff. Bericht, Bund/Bundesländer-Rohstoffprojekt Ü-LG-038/94-95, 57 S., 14 Abb., 7 Tab., 7 Beil., Anhang S. ungez., Wien 1996.
- MOSHAMMER, B. & LOBITZER, H.: Nutzungsoptionen ausgewählter österreichischer Vorkommen von hochreinen Karbonatgesteinen (Kalkstein, Marmor, Dolomit zT.). - Lagerstättenkundliche Detailuntersuchungen. - Unveröff. Bericht, Bund/Bundesländer-Rohstoffprojekt Ü-LG-038F/1996, Endbericht, 184 S., 69 Abb., 9 Tab., 73 Taf., Wien 1998.
- MOSHAMMER, B. & LOBITZER, H.: Weißmetrik und Geochemie ausgewählter österreichischer Kalkstein- und Marmorvorkommen. - Mitt. Österr. Geol. Ges., 91 (1988), 63-77, 3 Abb., 4 Tab., Wien 2000.
- RIEDMÜLLER, G.: Genese und Charakteristik der Rauhwacken im Pittental (Niederösterreich). - Geol. Rundschau, 65, 290-332, 37 Abb., Stuttgart 1976.
- SCHIELE, E. & BERENS, L.W.: Kalk. Herstellung - Eigenschaften - Verwendung. - 627 S., Stahleisen, Düsseldorf 1972.
- TOLLMANN, A.: Semmering und Radstädter Tauern. Ein Vergleich in Schichtenfolge und Bau. - Mitt. Geol. Ges. Wien, 50, 325-354, 1 Taf., Wien 1957.
- TOLLMANN, A.: Geologie von Österreich: Band 1. - 766 S., Franz Deuticke, Wien 1977.
- ZELLCHEMING, VEREIN DER ZELLSTOFF- UND PAPIER-CHEMIKER UND INGENIEURE: Prüfung von Füllstoffen und Pigmenten für Papier, Karton und Pappe: Farbmessung nach dem Dreibereichsverfahren. Merkblatt V/27.5/90. - Verein ZELLCHEMING, 4 S., Darmstadt 1990.

Abbildung 1

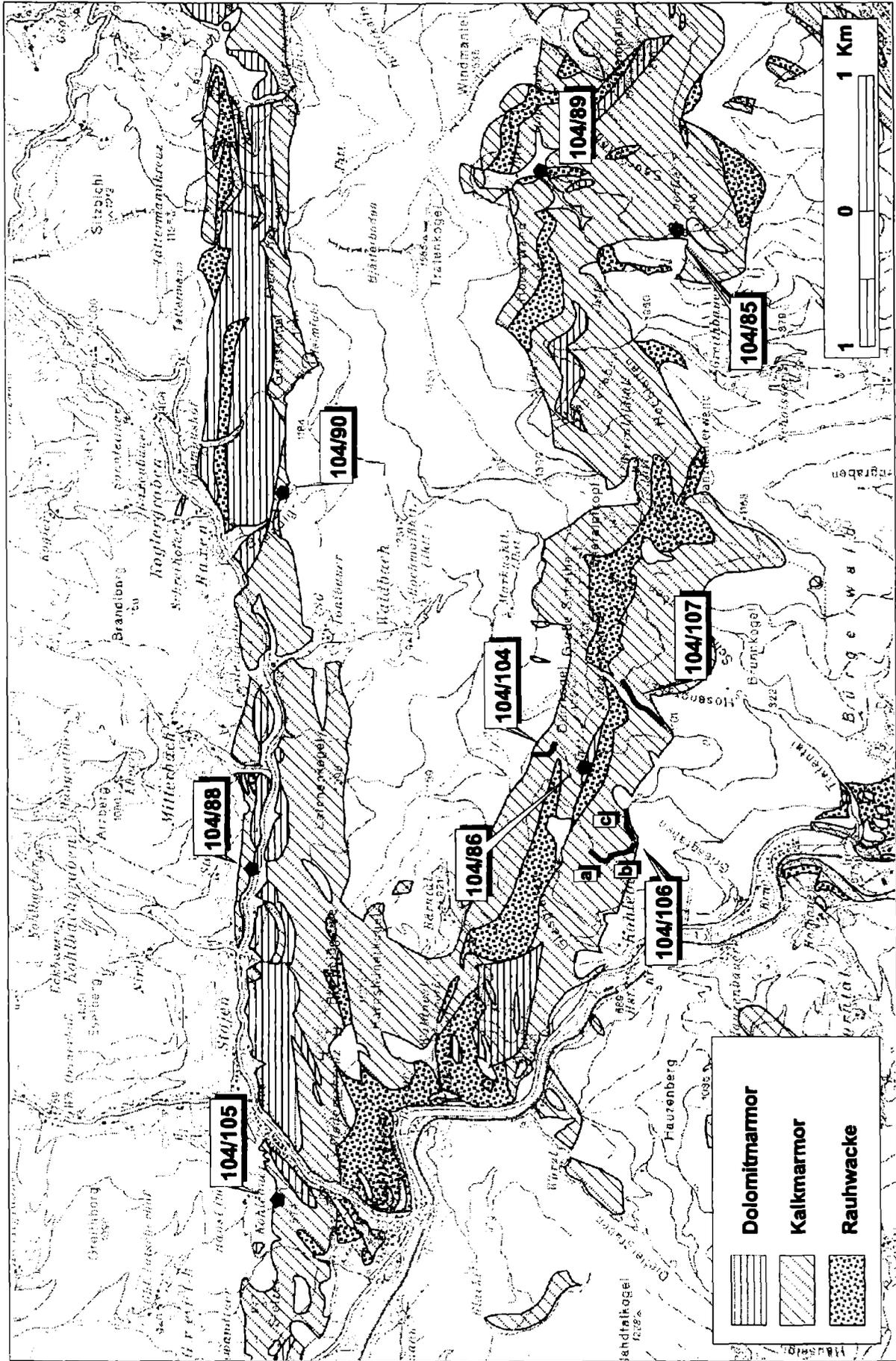


Tabelle 1: Weißmetrische Parameter und Chemismus der Kalkmarmor-Proben

Bezeichnung	Weißmessung				Chemische Analyse Hauptelemente (%)																	Spurenelemente (ppm)														
	R ₄₅₇ (%)	Y (%)	Y-ST	GW	CaCO ₃	Dolo	Rückl	SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	FeO	MnO	MgO	CaO	SiO	BaO	Li ₂ O	Na ₂ O	K ₂ O	P ₂ O ₅	F	S	H ₂ O+	H ₂ O-	GV	SUM	As	Cr	Cu	Pb	Zn				
Saurücken-W																																				
104/085	85,69	89,14	0,1	5,5																																
104/085-1A	88,73	91,7	0,8	4,53	99,02	1,88	0,49	0,1	<	0,29	<	0,03	0,011	0,41	55,48	0,084	0,093	<	0,02	0,03	0,009	0,011	0,03	<	0,05	43,51	100,2	0,17	15	6	20	8				
104/085-1B	87,61	90,04	0,11	3,76	99,27	1,14	0,35	0,1	<	0,15	0,01	0,04	0,019	0,25	55,62	0,041	<	<	0,02	0,02	0,006	0,012	0,03	<	0,07	43,62	100	0,17	16	6	21	3				
104/085-2	86,47	89,73	0,13	5,07	97,43	2,06	0,38	0,1	<	0,13	<	0,06	0,019	0,45	54,59	0,105	<	<	0,02	0,05	0,009	0,017	0,03	0,01	0,08	43,64	99,29	0,46	16	7	23	4				
Große Scheibe-W																																				
104/086	85,91	88,83	0,14	4,71	97,27	3,17	1,32	0,619	-	0,19	0,099	-	-	0,70	54,5	-	-	-	0,257	0,133	-	-	-	-	-	0,10	43,40	k.A.	-	-	-	-	-	-		
Stoien																																				
104/088	88,53	91,24	0,07	4,39	99,77	1,77	0,62	0,311	-	0,14	0,064	-	-	0,39	55,9	-	-	-	<	0,068	-	-	-	-	-	0,24	43,10	k.A.	-	-	-	-	-	-		
104/088-96	88,6	91,48	0,21	4,55	99,04	1,51	0,24	0,06	0,02	0,08	<	0,03	0,008	0,33	55,49	0,15	0,087	<	0,01	0,02	<	0,009	0,02	<	0,03	43,49	99,83	0,60	14	6	22	4				
Hohe Wand-E																																				
104/089	84,87	88,19	0,05	5,27																																
Brandgraben																																				
104/090	85,51	89,27	0,04	6,15																																
104/090-96	91,28	93,12	0,23	2,82	98,59	2,01	0,22	0,04	<	0,1	0,02	<	0,007	0,44	55,24	0,15	<	<	0,01	0,01	<	0,016	0,01	<	0,07	43,46	99,58	0,29	13	7	28	4				
Dürrkogel-W																																				
104/104-1	58,76	60,22	0,35	3,37																																
104/104-2	84,64	89,95	0,45	8,22	97,81	1,42	0,6	0,33	0,01	0,15	0,015	0,04	0,009	0,31	54,80	0,07	<	<	<	0,038	0,009	0,027	<	<	0,14	43,57	99,52	0,75	17	5	21	16				
104/104-3	83,4	86,43	0,1	5,06																																
104/104-4	83,97	86,78	0,35	4,64	91,63	11,22	3,11	2,05	0,03	0,52	0,104	0,05	0,007	2,45	51,34	0,17	<	0,001	0,014	0,33	0,013	0,07	<	<	0,12	42,69	99,94	1,11	16	5	26	11				
104/104-5	71,5	78,45	0,06	12,34																																
104/104-6	82,18	86,37	0,31	6,95	86,35	20,27	3,33	1,95	0,03	0,69	0,135	0,04	0,006	4,43	48,38	0,23	<	0,001	0,015	0,453	0,013	0,068	<	<	0,11	42,84	99,37	0,51	18	6	20	10				
104/104-7	77,6	86,32	0,33	14,07	95,91	2,06	2,82	1,84	0,02	0,44	0,147	0,03	0,009	0,45	53,74	0,10	0,232	0,001	0,011	0,315	0,016	0,067	<	<	0,14	42,54	100,07	1,30	17	6	20	17				
104/104-8A	82,19	87,01	0,29	7,79	96,49	1,84	2,62	1,66	0,02	0,43	<	0,13	0,007	0,4	54,06	0,43	<	0,001	0,021	0,337	0,013	0,046	<	0,01	0,13	42,57	100,25	0,63	17	6	18	15				
104/104-9A	82,74	86,19	0,11	5,82	83,53	27,60	3,82	2,66	0,02	0,5	0,114	0,05	0,007	6,03	46,80	0,30	<	0,001	0,017	0,441	0,015	0,044	<	<	0,14	42,57	99,69	0,99	20	5	23	12				
Kohlebner																																				
104/105-1	87,4	90,61	0,14	5,25	98,34	1,79	1,09	0,86	<	0,11	<	0,05	0,005	0,39	55,10	0,11	<	<	<	0,024	0,017	0,031	<	0,04	0,1	43,12	99,95	0,51	18	6	17	12				
Kohleben-E																																				
104/106C-1	85,45	89,22	0,28	6,01	97,39	1,55	1,73	1,13	0,03	0,25	0,034	0,05	0,021	0,34	54,57	0,07	0,251	<	<	0,212	0,011	0,032	<	<	0,09	43,06	100,14	0,45	17	6	19	15				
104/106C-2	83,97	88,02	0,1	6,53	96,26	4,57	1,87	1,15	0,01	0,34	0,052	0,07	0,023	1	53,93	0,03	<	0,001	0,014	0,223	0,011	0,054	<	<	0,13	43,08	100,11	0,63	17	6	24	18				
Hosengraben-W																																				
104/107-3	89,77	92,92	0,02	4,72	98,69	1,42	0,57	0,33	<	0,12	<	<	0,009	0,31	55,29	0,39	<	<	0,013	0,057	0,009	0,042	<	<	0,11	43,36	100,05	0,15	14	5	19	12				
104/107-5	88,55	91,24	0,28	4,2	97,94	2,06	0,99	0,61	0,02	0,19	<	0,05	0,01	0,45	54,87	0,19	<	<	0,016	0,075	0,015	0,036	<	<	0,12	43,22	99,87	0,21	16	5	15	12				
104/107-6	89,4	92,06	0,19	4,12	98,84	1,68	0,43	0,2	0,02	0,1	0,017	0,03	0,019	0,37	55,38	0,18	0,153	<	0,012	0,044	0,012	0,025	<	<	0,1	43,44	100,10	<	15	6	16	16				
Durchschnittsberechnung																																				
Median	85,51	89,22		5,07	97,81	1,88	0,99	0,61	0,02	0,19	0,058	0,05	0,009	0,41	54,8	0,151	0,153	0,001	0,015	0,068	0,012	0,032						0,51	16	6	20	12				
Minimum	58,76	60,22		2,82	83,53	1,14	0,22	0,04	0,01	0,08	0,01	0,03	0,005	0,25	46,8	0,034	0,087	0,001	0,01	0,01	0,006	0,009						0,15	13	5	15	3				
Maximum	91,28	93,12		14,07	99,77	2,76	3,82	2,66	0,03	0,69	0,147	0,126	0,023	6,03	55,9	0,434	0,251	0,001	0,257	0,453	0,017	0,07						1,30	20	7	28	18				
MW	84,19	87,78		5,834	96,29	4,79	1,4	0,85	0,02	0,26	0,068	0,05	0,011	1,05	53,95	0,164	0,163	0,001	0,031	0,152	0,012	0,036						0,56	16,24	5,82	20,71	11,12				
Stabw	6,723	6,494		2,565	4,41	7,21	1,18	0,82	0,01	0,18	0,050	0,02	0,006	1,58	2,47	0,115	0,076	0	0,063	0,153	0,003	0,02						0,34	1,71	0,64	3,42	4,95				
Anzahl	25	25		25	19	19	19	19	11	19	12	15	17	19	19	17	5	6	15	19	15	17							16	17	17	17	17			
NG Analyse von 104/086, 104/088:																																				
								0,002		0,01	k.A.			k.A.	k.A.					0,01	0,01															
NG Analyse der übrigen Proben:																																				
								0,04	0,01	0,05	0,01	0,03	k.A.	k.A.	k.A.	0,005	0,005	0,005			0,01	0,01	0,005	0,005	k.A.				0,1	2	2	10				
Abkürzungen und Erklärungen:																																				
R ₄₅₇ (%): Weißgrad TAPPI (= ISO-Brightness)				Y (%): Normfarbwert Y für D65/10° (syn. Hellbezugswert; = Ry DIN 53 140)								Y-ST: Standardabweichung von Y										GW: Gelbwert für D65/10° (= Index) DIN 6167														
CaCO ₃ : CaO*1,7848				Dolo: theoret. Dolomitanteil; MgO*4,575								Rückl: unlöslicher Rückstand; Summe (SiO ₂ , TiO ₂ , Al ₂ O ₃ , Fe ₂ O ₃ , FeO, Na ₂ O, K ₂ O, P ₂ O ₅)																								
H ₂ O+: Wasser bei ca. 1000°C				H ₂ O-: Probenfeuchte bei ca. 110°C								< Wert unter der Nachweisgrenze										-: nicht analysiert k.A.: keine Angabe														

Abbildung 2: Liegender Abschnitt aus dem Profil 104/104 Dürrkogel-W zeigt die dominante dünnbankige, klüftige Ausbildung.

Abbildung 3: Lokalität 104/86 Dürrkogel-W mit sehr hellem zerscherter Kalkmarmor und rauhwakigen Partien.

Abbildung 4: Ausbildung im dickbankigen Bereich wie von Lokalität 104/107 beschrieben. Wegaufschluss aus nichtbeprobtem Gelände westlich Madlgraben.

Abbildung 5: Probe 104/85-1A: Feinkörniger (ca. 0,3-0,5 mm) reiner Kalkmarmor mit beginnender Subkornbildung. Bildlänge: 2,9 mm.

Abbildung 6 und 7: Probe 104/90-96

Abb. 6: Schliffbereich mit feinkörnigem Kalkmarmor mit zonenweiser Kornverkleinerung.

Abb. 7: Durch fortgeschrittene Deformation: Mylonitbildung mit reliktschen Kalzitporphyroklasten (0,5 bis über 1 mm).

Bildlänge bei beiden Abbildungen: 2,9 mm.

Abbildung 8: Probe 104/104-5: Schräger Anschnitt von poröser, relativ gröberer Kalzitlage (xx ca. 0,3 mm) und sehr feinkörniger Dolomitlage (xx <50 μ). Muskowit und Quarz als Nebengemengteile. Bildlänge: 4 mm.

Abbildung 2

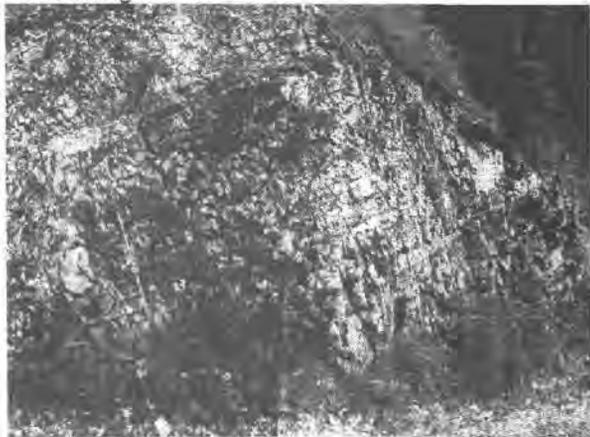


Abbildung 5

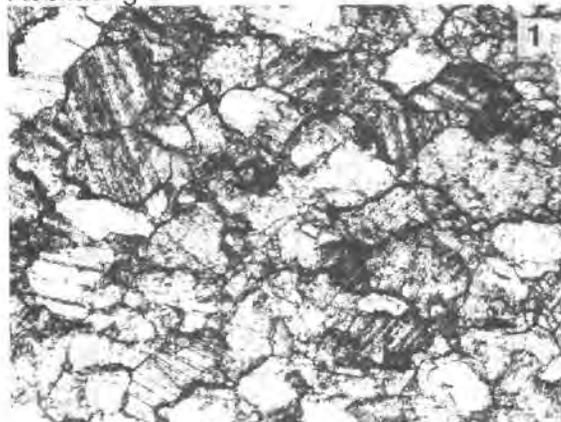


Abbildung 3



Abbildung 6

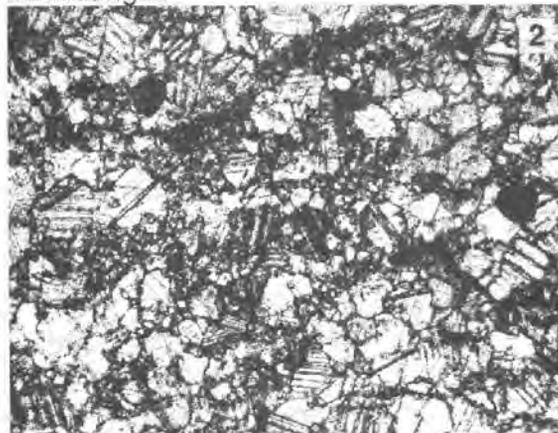


Abbildung 4



Abbildung 7



Abbildung 8

