

Ein Beitrag zum Vergleich von Karbonatmikrofazies, Weißmetrik und Chemismus aus dem Wettersteindolomit, Wettersteinkalk und Oberrhätkalk im weiteren Umkreis des Rofan-Gebirges (Tirol)

B. MOSHAMMER

I. Einleitung

Mit Hilfe der vorliegenden Arbeit werden Fakten aus unpublizierter Literatur zum Vorschein gebracht und ausgeführt. Die Analysen und Dünnschliffe stammen von Probepunkten, die am ÖK-Blatt 88 Achenkirch oder in seiner näheren Umgebung liegen (siehe Abb. 1). Die Analysen der Helligkeit/Farbe und des Chemismus sind einem Rohstoffprojekt der 1990er Jahre entnommen (MOSHAMMER & LOBITZER, 1996; MOSHAMMER, 1999, 2000). Die Bearbeitung der Karbonatmikrofazies von diesen Schliffen wurde jedoch aktuell etwas erweitert. Ziel des zurückliegenden Rohstoffprojektes war es, rohstoffkundliche Basisparameter für ausgewählte Gesteinsformationen zu erarbeiten und anhand dieser auf Kalk- und Dolomitvorkommen mit möglichst guter chemischer Reinheit und einem möglichst hohen Weißgrad hinzuweisen. Die Eigenschaften großer Helligkeit (Weiße) und chemischer Reinheit treten unter den karbonatischen Gesteinsformationen nicht allzu oft auf. Sie sind jedoch erforderlich, wenn Karbonatgesteine als Rohstoffe für die Erzeugung von Füllstoffen und in weiterer Folge für die Herstellung von Papier, Kunststoff, Farben- und Lacke in Betracht gezogen werden. Die weniger weißen bzw. dunkleren Kalksteine und Dolomite geben, allein aufgrund chemischer Reinheit, einen ebenfalls wertvollen Rohstoff für die Kalkindustrie, Stahl- und Eisenindustrie, chemische Industrie, etc. ab.

Von künstlichen (Steinbrüche, Straßenböschungen) wie auch natürlichen Aufschlüssen wurden Handstücksproben genommen. Aus ihnen wurden Dünnschliffe angefertigt sowie analysenfeine Mahlproben hergestellt, um die chemische Analytik und die Weißmessung durchzuführen. Da die Kapazität für die Analysen begrenzt war, wurden nicht von allen Proben, von denen Dünnschliffe angefertigt wurden, auch die entsprechenden Laboruntersuchungen durchgeführt.

Tabelle I: Lokalitäten, Proben und Analysen

| Formation | Lokalität | Probe-Nr. | Schliff | Chemie | Weiße |
|--------------------|----------------------------------|-----------------|----------|--------|-------|
| Wettersteindolomit | Straßenaufschluss Außersteinberg | 088/009 | x | x | x |
| Wettersteinkalk | Straßenaufschluss Floßbach | 088/010 | x | - | x |
| Wettersteinkalk | Straßenaufschluss Steinberg Ost | 088/008 | x | x | x |
| Wettersteinkalk | Straßenaufschluss Reischer | 089/009 | x | x | x |
| Oberrhätkalk | Steinbruch Maurach | 119/013-A,-B,-C | -A,-B,-C | - | -A |
| Oberrhätkalk | Gipfelbereich Wilde Kirche | 119/066, -2 | /66, -2 | /66 | /66 |
| Oberrhätkalk | Wegaufschluss Pletzachalm-N | 120/065-2,-3 | -2,-3 | -2 | -2 |

2. Lage und Kurzbeschreibung der Probepunkte

In Abb. 1 sind die Probepunkte mit vereinfachter Topographie dargestellt. Die folgende Lage-Beschreibung bezieht sich auf die Österreichische Karte im Maßstab 1:50.000.



Abb. 1: Lage der Proben.

Wettersteindolomit

- a) Straßenaufschluss Außersteinberg (088/009): Zwischen Außersteinberg und Hinterberg am ÖK-Blattschnitt. Relativ heller, zum Teil gebankter Wettersteindolomit mit Messerstichporosität.

Wettersteinkalk

- b) Floßbach (088/010): Aufschlüsse am Forstweg südöstlich Jagdhaus Floßbach. Wettersteinkalk in Rifffazies, massig, sehr hell, zum Teil mit großen Poren, teilweise brekziös und mit grauen Mudstone-Einlagerungen.
- c) Straßenaufschluss Steinberg Ost (088/008): Ca. 200 m östlich von Kote 1082. Sehr heller, abwechselnd meter- und dezimetergebankter Wettersteinkalk mit dolomitischen Zwischenlagen.
- d) Straßenaufschluss Reischer (089/009): Waldrand westlich Gehöft Reischer, Wettersteinkalk. Nach Westen zu anschließend und fast durchgehend bis Außersteinberg ist Wettersteindolomit aufgeschlossen.

Oberrhätkalk

- e) Steinbruch Maurach (119/013): Hellbeiger Oberrhätkalk (mit Korallen, Onkoiden), der von neptunian dykes aus feinkörnigen Jurarotkalken (rot, gelb oder grünlich und teilweise reich an Gastropoden) durchzogen wird.
- f) Gipfelbereich Wilde Kirche, Kote 1711 (119/066): Aufschlüsse nördlich der Pasillalm. Oberrhätkalk, beige bis weißgrau, andeutungsweise rosa gefärbt; wenig verändertes Primärgefüge. Es stehen Riffkalke mit Korallenstotzen und Peloidkalke mit involutiniden Foraminiferen und Muschelschalen des Interriffs an.
- g) Pletzachalm-N (120/065): Wegaufschlüsse oberhalb der Pletzachalm, die sich nordwestlich von Kramsach befindet. Dichter und hellbeiger Oberrhätkalk.

3. Mikrofazies

Wettersteindolomit

Die Probe von **Außersteinberg** (088/009) zeigt einen hellen, zuckerkörnigen Dolomit, der bis mm-große, mit Kristallflächen begrenzte Poren, angeordnet im mm- bis cm-Abstand, aufweist. Der Dolomit ist idiotopisch und hypidiotopisch ausgebildet. Unter dem Mikroskop zeigt er eine mottled structure, da die meisten Kristalle etwas bräunlich gefärbt sind, aber immer wieder an helle Kristalle grenzen oder einen hellen Rand besitzen. Abgesehen von sehr dünnen, fadenförmigen Klüften ist keine Deformation erkennbar, wie etwa Vorzugsorientierung oder Spaltflächen. Die Korngröße liegt in weiten Bereichen zwischen 100 und 200 µm. Die Homogenität ist lagenweise unterschiedlich. Die Ursache dafür ist nur unter dem Binokular zu erkennen, das entgegen dem Polarisationsmikroskop noch palimpsestartig sedimentäre Strukturen zeigt. Es handelt sich dabei um Stromatactis-Gefüge, deren Fenster von den gröberen Kristallen gebildet werden, um Stromatolithe und Peloide. Große Bereiche erscheinen jedoch auch unter dem Binokular stark homogenisiert, und ihre ursprünglichen Strukturen sind durch das körnige Dolomitgefüge ersetzt worden.

Wettersteinkalk

Die Probepunkte Floßbach und Steinberg Ost liegen etwa 3 km auseinander. Ihre Mikrofazies ist einerseits vom Riff- oder riffnahen, andererseits vom lagunären Bereich geprägt. Weiter im Osten, bei **Reischer** (089/009), zeigte die Probe starke tektonische Überprägung und keine Reliktstrukturen ihrer primären Fazies.

Floßbach (088/010): Der in der Orientierung schwer definierbare Schriff zeichnet sich durch große Zementareale (Großoide) mit scheinbar untergeordnet auftretenden Organismen und durch Bereiche, die aus packstone-grainstone bestehen, aus. Eine Erklärung für das Zement-Komponenten-Gefüge wird durch zementfällende und krustenbildende Organismen geliefert: Mikroproblematika, darunter Tubiphytes(?) (vgl. SENOWBARI-DARYAN & VELLEDDITS, 2007) und *Plexorama cerebriformis* MELLO, 1977 (vgl. FLÜGEL et al., 1988). Zu diesen als Sedimentfänger und Sedimentbinder agierenden Biogenen treten Kalkschwämme als Gerüstbildner hinzu. Auffällig sind weiters wenige große Gastropoden, dünne Schalen und einzelne Foraminiferen. In den Grainstone-Bereichen sind robuste Bioklasten, Peloide (von Algen und Mikroproblematika) und Rindenkörner vorhanden. Charakteristisch sind frühe, nunmehr etwas gröber rekristallisierte, bräunliche Faserzemente, dazu treten manchmal mehrphasige oder radiaxialfibrös ausgebildete Zemente auf. Wo diese Zementauskleidungen den Hohlraum nach innen zu nicht vollständig ausfüllten, wurde er mit weißem Blockzement gefüllt. Die Dolomitisierung zeigt sich in kleinen, oft noch den Calcitkern enthaltenden Kristallen von ca. 0,08 mm Größe, die fast immer vollständige Rhomben zeigen. Ihre Bildung dürfte älter sein als die Zementfüllung der Hohlräume, da sie von diesen abgeschnitten werden und in ihnen auch nicht vorkommen. Faziell handelt es sich um einen Riffkalk (oder riffnahen Kalk).

Steinberg Ost (088/008): Der Wettersteinkalk zeigt sich hier als diagenetisch überprägter, schwach dolomitisierter, lagunärer Pelbiosparit. Die dominierende Komponentengruppe bilden Algenpeloide

(algal lumps), ?Cyanobakterien, Rinden- und Aggregatkörner. Sie sind oftmals verdichtet. An Komponenten sind weiters mikritisierte dasycladale Algen, nachgeordnet Mollusken (auch molds), Foraminiferen, Ostrakoden und Schalenreste vorhanden. Die sie trennenden zementgefüllten Hohlräume bilden ein laminoides Fenstergefüge (LF-B II). Zusammenhängende, mikritumrindete und mit Sparitgefüllten Tuben und „Zentralkanälen“ ausgestattete Organismen indet. erinnern entfernt an Inozoa oder Algen. Erschwert wird ihre Identifizierung durch die starke Mikritisierung und durch die diagenetische Überprägung. Der Sedimentations- und mehrphasige Diageneseverlauf wird folgendermaßen skizziert: Frühe Zementierung der bereits stark mikritisierten Komponenten verhindert stärkere Kompaktion. Aragonitschalen wurden gelöst und zusammen mit den Interpartikelporen mit bräunlichem bladed oder drusy cement gefüllt. Verbleibende Hohlräume wurden mit hellem Blockzement verschlossen. Die Dolomitisierung ist etwas stärker ausgebildet und durchlief zwei oder drei Stadien, deren Beziehung und Abfolge aber ungeklärt ist: So dürften einmalig Dedolomit-Kristalle auftreten. Die häufigste Erscheinungsform sind jedoch vereinzelt bis kettenartig oder unregelmäßig dicht gesprossene idiomorphe, bisweilen zonierte Dolomitkristalle, die nicht in den zementausgekleideten Hohlräumen und molds vorkommen. Noch jünger sind wahrscheinlich große, „unfertige“ Satteldolomite, die sich in Klüften bildeten.

Zum mikrofaziellen Vergleich dieser Schiffe wurden Bearbeitungen aus dem regionalen Umkreis (vgl. NITTEL, 2006) und weiter entfernten Vorkommen (EMMERICH et al., 2005 cum lit.; HARRIS, 1993) herangezogen.

Oberrhätkalk

Maurach: Die drei Proben aus dem Steinbruch bilden zusammengehörige, aber unterschiedliche Environments ab. Gemeinsam ist ihnen der Biogenbestand; große Unterschiede bestehen dagegen hinsichtlich der relativen Häufigkeit bestimmter Biogene und in ihrem Aufarbeitungszustand.

I19/013-A: Biogen-Bioklastkalk, der zum einen Teil einen boundstone, zum anderen Teil einen rudstone/grainstone darstellt. Die untere Hälfte kann als Lumachelle (pelecypod coquina, vgl. STANTON & FLÜGEL, 1989, Taf. 44) bezeichnet werden und beinhaltet eine Ansammlung von robusten Lamellibranchiaten (auch ostreaartigen) und Porifera (diverse Calcispongia, gesichert *Salzburgia variabilis* SENOWBARI-DARYAN & SCHÄFER, 1979. Vgl. SCHÄFER, 1979, Taf. 15). Nachgeordnet treten Gastropoden, Echinodermen, fraglich Brachiopoden, u. a. Biogene indet. auf, die von Alpinophragmium sp. und weiteren Mikroproblematika inkrustiert sind. Zwischen den dicken Muschelschalen treten große palisadenzementgefüllte Hohlräume auf. Die obere Schlichthälfte wird aus unter turbulenten Bedingungen abgelagertem, etwas resedimentiertem, bioklastischem Grob- und Feinschutt gebildet, in dem ebenfalls dickschalige, mäßig eingeregelt Lamellibranchiaten auftreten. Weiters finden sich Brachiopoden, Schwammfragmente, Echinodermen, relativ viele Foraminiferen und nach oben hin zunehmend inkrustierende Foraminiferen (*Planiiinvoluta* sp.) sowie feinerer bioklastischer Detritus. Die Schalenerhaltung ist, bis auf die durch blockigen Calcit ersetzten Aragonit-Schalen, sehr gut. Es handelt sich somit um ein im hochenergetischen Riffbereich gebildetes Sediment.

I19/013-B: Der Schliff enthält vorwiegend rhätischen Anteil und zu einem geringen Teil eine Spaltenfüllung des hohen Unterjura.

Der Rhätanteil stellt sich als Onkoid/Rindenkorn-Echinodermen-Mikrosparit bzw. Echinodermen-Onkoid-Packstone-Floatstone dar. Das Gefüge variiert, indem die Komponenten lockerer oder dichter gepackt und gröber oder feiner sind und auch unterschiedliche Sortierung aufweisen. Die Kerne der mikritisierten, sehr gut gerundeten Komponenten sind aufgrund intensiver diagenetischer Strukturvereinheitlichung oft nicht identifizierbar. Es handelt sich vermutlich um Schwamm- und Algenreste, aber auch um Aggregatkörner. Zirka die Hälfte der Komponenten wird von Echinodermen (vorwiegend vermutlich Crinoiden), die mitunter aufgrund von Anbohrungen und Mikritisierung dünne Mikritsäume zeigen, gebildet. Syntaxialer Rim-Zement ist nur ausnahmsweise vorhanden. Die Hauptmasse wird von feinem biogenem Detritus, Peloiden und von zu Mikrosparit vergrößertem Mikrit gebildet. Neben losen kleinen Schalenklasten kommen häufig *Problematicum 4 FLÜGEL* (vgl. SADATI, 1981, Taf. 61), unvollständige Mikrit-„Hüllen“ und Foraminiferen vor. Die Packungsdichte, Größe der Komponenten und Sortierung sind variabel. Sieht man von einem Bereich nahe der Spaltenfüllung ab, wo einheitlich kleinere Echinodermaten und Onkoide Imbrikation zeigen, sind die Komponenten

größer (selten bis 2 mm), schlecht sortiert und verschieden dicht angeordnet. Dieser rhätische Fazies-typ gehört der Onkoid-Fazies an.

Die Grenze zur Spaltenfüllung besteht aus einer unregelmäßig dünnen, stylolithartigen, meist gut durchscheinenden, rotbraunen Kruste. Eine Hartgrundbildung ist nicht verifizierbar. Dennoch wird vermutet, dass diese Kruste eher sedimentären als drucklösungsbedingten Charakter aufweist.

Die Spaltenfüllung bildet ein rötlicher, mikritischer, wenig Biogene und Bioklasten führender mudstone. Seltene Foraminiferen, Schwammspicula und ?Radiolarien sind identifizierbar. Höchst ungewöhnlich und einmalig gegenüber den anderen Biogenen ist der Erhaltungszustand einer vermuteten *Protoglobigerina* sp., die ein oxidiertes, braunes Gehäuse aufweist und ohne Sedimentfüllung eingebettet wurde. Ihr Innenhohlraum wurde spätdiagenetisch mit farblosem, pro Kammer optisch einheitlichem Calcit geschlossen.

I 19/013-C: Dichtest gepackter, schlecht sortierter, bioklastischer rudstone-packstone mit teilweise starker Bioturbation. An Biogenen sind große Megalodontenklasten und sehr viele Echinodermen in allen Größen vorhanden, darunter viele Seeigelstacheln. Hinzu kommen viele unbekannte Schalenklasten (segmentiert), weiters vermutete Arthropoden- und fragile Bryozoenreste und viele Foraminiferen. Letztere bilden oft auch agglutinierte Formen. Inkrustierende, mikritabscheidende Mikroben dürften etwas zur Matrix und Sedimentstabilisierung beigetragen haben. Kleine Pellets beweisen die Wühltätigkeit. Möglicherweise ist Korallen-Detritus beteiligt. Robuste Schalenklasten mit erhaltener, faserig-welliger Internstruktur könnten von Brachiopoden stammen. Mikritisierung aufgrund von Pilzwachstum ist in zementgefüllten Hohlräumen zu beobachten. Als Zement tritt nur die helle grobblockige Form auf. Feststellbar sind Kristallvergrößerung und granularer bis grobblockiger Ersatz aller Aragonitanteile. In manchen molds wurde etwas Siltit abgelagert, bevor sie mit Blockzement geschlossen wurden. Das intensiv mechanisch fragmentierte, bioklastische Sediment spiegelt hochenergetische Ablagerungsbedingungen im etwas tieferen Bereich wider. Nach der Ablagerung dürfte, während einer ruhigen Phase, intensive Verwühlung, Sedimentstabilisierung durch Foraminiferen und durch von Mikroben gebildeten Mikrit möglich gewesen sein. Rifforganismen sind hier aufgrund der Fragmentierung nur selektiv erhalten (Korallen-Bruch?), aber SCHÄFER (1979) führt an, dass Echinozoen gerade über dem Riffbereich angetroffen werden können und auch Lumachellen in lateraler Verbindung zu einem Riff auftreten können.

Wilde Kirche: Dieses als Riff und riffassozierte Schelfbereiche vorliegende oberste Kalk-Plateau des Schoberberges wurde von RIEDEL (1988) und SATTERLEY et al. (1994) bearbeitet. Die hier beschriebenen Proben entsprechen zwei darin enthaltenen Faziestypen.

I 19/066: Riffkalk (framestone-bafflestone) mit Korallen (einzelne Quer- und Schrägschnitte von ?*Retiophyllia* sp. sowie ?*Montlivaltia* sp.) und randlich mikritisierte und intern rekristallisierte Calcispongia (Inozoa?) als In-situ-Gerüstbildner. Den übrigen, mengenmäßig aber dominanten Anteil bildet ein wackestone mit Fenstergefügen. Inkrustierende Organismen ummanteln und besiedeln die vermutlich abgestorbenen Korallen und Porifera und treten auch im Biomikrit auf. Sehr wahrscheinlich handelt es sich unter anderem um *Problematicum* A OHLEN, 1959 und um *Bacinella irregularis* RADOICIC, 1959 (vgl. SCHÄFER, 1979, Taf. 18). Das zwischen den Riffbildnern abgelagerte Sediment enthält massenhaft auftretende Foraminiferen, dazu kommen kleine Gastropoden, sessile Brachiopoden (?), Schalen-, Krusten- und Spongien-Klasten sowie z.T. größere Echinodermen und einige Ostrakoden. Ihre Anordnung ist unsortiert und unregelmäßig und manchmal dicht gepackt. Primäre Hohlräume dürften mit Anlagerungsgefügen und Schirmporosität, moldic porosity und mit Gasblasen zusammenhängen, da in den Hohlräumen mitunter Foraminiferen und Intraklasten auftreten. Das Sediment lässt Verwühlung erkennen. Die Fenstergefüge zeigen die geringe Kompaktion des Sediments und sind mit hellem blockigem Zement ausgefüllt. Am Sediment-Hohlraum-Kontakt sind öfters isopache, schemenhaft fibröse oder granulare Zemente sowie einmal Hundezahn-Zement erhalten. Ein bräunlicher, radially auslöschender, mosaikartiger, zum Teil drusiger Zement ist um das Calcispongium vorhanden.

I19/066-2: Dichtest gepackter, pelbioklastischer packstone (sehr untergeordnet grainstone). In den größeren Anteilen sind Klasten von Calcispongia, Gastropoden, Echinodermen, Krusten der Mikroproblematika (Lithocodium, vgl. RIEDEL, 1988, Taf. 26), Foraminiferen und Schalenklasten indet. erkennbar. Sedimentbildend im feineren Bereich sind feiner Biodetritus und Pelloide. Darin schwimmen, mit zunehmender Größe zahlenmäßig abnehmend, große Rindenkörner (randlich mikritisierte, sonst stark rekristallisierte Schwammreste und andere Bioklasten), Onkoide und seltener Intraklasten. Die Sortierung und Einregelung des Sediments variiert. Die genetische Interpretation des Sediments geht von einem mikritisierten und verwühlten Riffdetritus aus, der durch Wellenaktivität zerkleinert und resedimentiert wurde. Bei dieser Aufarbeitung wurden die Komponenten, je nach Fragilität bzw. Resistenz unterschiedlich stark zerkleinert. Durch den Transport kam es zu Sortierung und nach der Resedimentierung scheint das Sediment noch durchwühlt worden zu sein. Im Vergleich mit RIEDEL, 1988, könnte es am unteren slope abgelagert worden sein. Tektonische Deformation wirkt am Erscheinungsbild durch duktile Verformung, Drucklösung, Rekristallisation und Bildung der calcitischen Adern mit. Die bräunliche Farbe wird durch dünne Säume von Drucklösung, aber auch durch spätere Infiltration – im Zuge von Verkarstung? – hervorgerufen.

Pletzachalm-Nord

Der hier auftretende Oberrhätalkalk ist mit dem Ursprungsgebiet des Bergsturzes von Kramsach und Hagau vergleichbar. Er zeigt stärker lagunäre als riffbeeinflusste Ausprägung.

Es handelt sich um float-, pack- und grainstones. Charakteristisch sind rekristallisierte Involutiniden (*Triasina hantkeni* MAJZON, 1954, *Aulotortus* sp. etc.), die in einem feinkörnigen Pelbiointrasparit-/mikrosparit liegen. Dazu kommen im Schliff I20/065-2 millimetergroße, mikrobiell-onkoidische runde Gebilde mit Kernen, die vor allem aus inkrustierenden Cyanophyceen und/oder Mikroproblematika, Intraklasten (Aggregatkörnern) sowie Resten von Calcispongia, *Triasina hantkeni* und Bryozoen bestehen. Neben zahlreichen Foraminiferen, unter anderem agglutinierenden Formen, sind in der pelbiodetritischen Grundmasse vermutlich auch Reste von Dasycladaceen vorhanden. Genetisch handelt es sich um einen Ablagerungsraum mit eher niedriger Wellenenergie, in dem die großen Onkoide, die als relativ autochthon angesehen werden, entstanden sind, und der die Mikritisierung und Pelloidbildung begünstigte. Trotzdem war das Sediment etwas durchspült und wurde, wo es nicht stark verdichtet vorliegt, sparitisch gebunden. Dies kommt vor allem im Schliff I20/065-3 zum Ausdruck, da hier kleine Fenstergefüge bei lockerer Peloid- und Komponenten-Packung erhalten sind. Ein größerer Stromatactis-Hohlraum zeigt basal eine dichte Mikritlage. Biomolds, aufgrund von Lösung und Rekristallisierung in fast allen größeren Komponenten erkennbar, auffällig aber in Involutiniden, sind manchmal geopetal verfüllt. Obwohl Pellets selbst selten erhalten sind, dürften die dominanten Pelloide und die Mikritherkunft zum Teil auch mit Bioturbation zusammenhängen. Die Entschichtung des Sedimentes ist ein weiteres Indiz dafür. Die Rekristallisation ist vor allem im zweiten Schliff ausgeprägt. Die Zementfüllungen zeigen manchmal feinen randständigen Drusenzement und hauptsächlich groben Blockcalcit. Das Stromatactis-Fenstergefüge besteht aus braunem, überprägtem, radiaxialfibrösem Zement und innerem hellem Blockzement. Zementationsunterbrechungen sind nur mehr reliktsch erkennbar. Die tektonische Beanspruchung ist in I20/065-2 stärker ausgeprägt und führte zur Bildung von unregelmäßigen, z.T. mehrphasigen oder mit Scherung deformierten Calcitadern und Drucklösung. Letztere äußert sich auch in feinen Stylolithen, die mitunter etwas offen und der Verwitterung zugänglich sind. Das Paläoenvironment war das einer Lagune. Der Einfluss von einem Riff ist nicht deutlich dokumentiert. Der vielversprechenden palökologischen Aussagekraft der Foraminiferenfauna (vgl. PILLER, 1978 cum lit.) konnte hier zeitbedingt nicht nachgegangen werden.

4. Geochemie

Die angegebenen Elemente wurden mit einer Kombination von Nasschemie und AAS analysiert; der Glühverlust wurde gravimetrisch bestimmt. Die Nachweisgrenzen betragen für SiO₂ 0,002 % und für Al₂O₃ 0,001 %. Die Anteile an Calcit, theoretischem Magnesit und Dolomit ergeben sich stöchiometrisch.

Tabelle 2: Chemische Zusammensetzung der Proben: Wichtigste Haupt- und Nebenelemente (<Ng: Wert unter der Nachweisgrenze).

| Probe | SiO ₂ Gew-% | Al ₂ O ₃ Gew-% | Fe ₂ O ₃ Gew-% | MgO Gew-% | CaO Gew-% | Na ₂ O Gew-% | K ₂ O Gew-% | GV Gew-% | CaCO ₃ Gew-% | MgCO ₃ Gew-% |
|--------------------|---------------------------|---|---|--------------|-------------------------------------|----------------------------|---------------------------|-------------|----------------------------|----------------------------|
| Wettersteindolomit | | | | | | | | | | |
| 088/009 | <Ng | <Ng | 0,01 | 22,20 | 29,90 | 0,04 | 0,03 | 47,6 | 53,36 | 46,44 |
| | | | | | CaMg(CO ₃) ₂ | | 99,86 | CaO/MgO | | 1,35 |
| Wettersteinkalk | | | | | | | | | | |
| 088/008 | <Ng | 0,01 | 0,01 | 1,38 | 54,50 | 0,02 | 0,03 | 43,4 | 97,27 | 2,89 |
| | | | | | CaMg(CO ₃) ₂ | | 6,35 | | | |
| 089/009 | <Ng | <Ng | 0,01 | 14,0 | 39,8 | 0,07 | 0,04 | 46,1 | 71,03 | 29,3 |
| | | | | | CaMg(CO ₃) ₂ | | 64,04 | | | |
| Oberrhätalk | | | | | | | | | | |
| 119/066 | 0,15 | 0,10 | 0,05 | 0,55 | 55,30 | 0,05 | 0,05 | 43,50 | 98,70 | 1,16 |
| | | | | | CaMg(CO ₃) ₂ | | 2,53 | | | |
| 120/065-2 | 0,01 | 0,08 | 0,05 | 0,54 | 54,80 | 0,03 | 0,05 | 44,20 | 97,81 | 1,12 |
| | | | | | CaMg(CO ₃) ₂ | | 2,46 | | | |

Die Analyse der Probe von Wettersteindolomit zeigt Reinstdolomit. Weder Calcit-Überschuss noch Verunreinigungen sind enthalten.

Die Wettersteinkalk-Analysen wurden nur von den Proben Steinberg Ost (088/008) und Reischer (089/009) durchgeführt. Letztere war mikrofaziell aufgrund der Tektonisierung nicht auswertbar. Im Bedarfsfall wäre eine Geländeaufnahme notwendig, um festzustellen, wieweit hier Wechselbereiche von Dolomit und Kalkstein bestehen. In der Probe Steinberg Ost aus der Mikrit-?Algen-Aggregat-kornfazies mit Fenstergefügen spiegelt sich die mehrphasige Dolomitierung (fraglich vollständige Dedolomitierung, zonierte Dolomite, Satteldolomite) mengenmäßig als Anteil von ca. 6 % Dolomit wider.

Was alle drei chemischen Analysen aus dem Wettersteinkalk- und -dolomitniveau verdeutlichen, ist die Abwesenheit von Nichtkarbonaten (= Verunreinigungen). Bei unterbliebener Dolomitierung sind unter den Wettersteinkalken auch sehr reine Kalksteine möglich, wie hier die Probe Steinberg Ost (088/008) mit einem stöchiometrischen Calcit-Gehalt von 97 % verdeutlicht.

Die Oberrhätkalke, sowohl in Riff- als auch in riffernerer Fazies, zeigen mit über 98 % CaCO₃ sehr reinen Chemismus. Der Anteil an theoretischem Magnesiumkarbonat liegt bei ca. 1,2 %. Es ist wahrscheinlich, dass dieser nicht als Dolomit, sondern als Hoch-Magnesium-Calcit in Biogenen wie Echinodermen vorliegt. Auffallend ist hier, dass Spuren von Silikaten erwähnenswert sind (ca. <0,5 %), was nichtsdestoweniger ebenfalls sehr reine Kalke ergibt. Für die Faziestypen von Maurach liegen keine chemischen Analysen vor.

5. Farbeigenschaften

Die mittels Zweistrahl-Spektralfotometer ausgeführte Weißmessung wurde an der glatten Oberfläche von aufgemahlenem und zu Tabletten verpresstem Gesteinspulver der Fraktion <63 µm durchgeführt. Sie misst den unter normierten Bedingungen wahrgenommenen Farbeindruck und stellt ihn in physikalischen Farbräumen dar (Normvalenzsystem X, Y, Z, x, y; L*a*b*-System), die auf den Wert Y = 100 vom Idealweiß (synonym Unbunt) normiert sind. Zusätzlich existieren spezielle industrielle

Kennwerte, von denen hier der Gelbwert (abgekürzt GW, synonym Index) und die Remission bei der Wellenlänge 460 nm (R460) angeführt sind. Die exakte Durchführung ist in MOSHAMMER & LOBITZER (1999) beschrieben.

Tabelle 3: Farbmaßzahlen und Weißgrade der Proben für Lichtart D65/10° CIE 1964.

| | X | Y = Ry | Z | x | y | L* | a* | b* | R460 | GW |
|--------------------|-------|--------------|-------|--------|--------|-------|------|------|-------|------|
| Wettersteindolomit | | | | | | | | | | |
| 088/009 | 82,42 | 86,78 | 89,05 | 0,3192 | 0,3360 | 94,65 | 0,28 | 2,85 | 83,53 | 5,67 |
| Wettersteinkalk | | | | | | | | | | |
| 088/010 | 80,94 | 85,16 | 87,13 | 0,3196 | 0,3363 | 93,95 | 0,39 | 3,01 | 81,71 | 6,10 |
| 088/008 | 84,01 | 88,38 | 90,46 | 0,3196 | 0,3362 | 95,32 | 0,42 | 3,02 | 84,93 | 6,06 |
| 089/009 | 85,57 | 90,11 | 93,32 | 0,3181 | 0,3350 | 96,04 | 0,25 | 2,29 | 87,41 | 4,55 |
| Oberrhätkalk | | | | | | | | | | |
| 119/013-A | 84,41 | 88,81 | 90,63 | 0,3199 | 0,3366 | 95,50 | 0,39 | 3,21 | 85,08 | 6,40 |
| 119/066 | 82,32 | 86,65 | 88,92 | 0,3192 | 0,3360 | 94,59 | 0,33 | 2,84 | 83,37 | 5,69 |
| 120/065-2 | 84,48 | 88,89 | 90,82 | 0,3198 | 0,3365 | 95,53 | 0,39 | 3,14 | 85,31 | 6,25 |

Zum Probenvergleich werden der Hellbezugswert / Normfarbwert Y (entspricht „Grünfilter“ R_y des historischen Dreibereich-Verfahrens) und der Gelbwert herangezogen.

Am höchsten ist der Hellbezugswert Y des tektonisierten Wettersteinkalkes mit 90, sein GW beträgt 4,6. Er wird gefolgt von der Probe aus Wettersteindolomit, dem etwas stärker tektonisierten Wettersteinkalk und den helleren Oberrhätkalk-Proben mit Werten von Y 88–89 und GW >6. Daran schließen die etwas weniger hellen Proben des Wettersteinkalkes (Probe Floßbach 088/010) aufgrund mikritbindender Organismen und des Oberrhätkalkes mit höherem Mikritanteil, aber auch wegen des feinen, verwitterungsbedingten Eiseninfiltrates (Wilde Kirche 119/066) mit Y ca. 85–86 und GW um 6.

Zu diesen Werten ist festzustellen, dass ein Y-Wert von 90 für nichtmetamorphe Kalksteine beachtlich ist. Industriell interessant sind diesbezüglich eher Marmore, die höhere Y-Werte erbringen können (-95). Der Gelbwert sollte so niedrig wie möglich sein, liegt aufgrund des auch bei sehr hellen Karbonatgesteinen fast unumgänglichen beigen Farbtones, aber selten unter den hier beschriebenen. Die tektonisierten oder auch beginnend metamorph überprägten Karbonatgesteine sind üblicherweise heller, was mit den meist mit weißem Calcit gefüllten Klüften und Rekristallisierungserscheinungen zusammenhängt.

6. Zusammenfassung

Die vorgestellten Mikrofazies-Typen aus dem Wettersteinkalk-Wettersteindolomit-Niveau sowie aus dem Oberrhätkalk sind flachmarine Bildungen und zumeist in Riff- oder Lagunenbereichen unter unterschiedlichen Ablagerungsbedingungen sedimentiert worden.

Unter Bezug auf frühere Bearbeitungen wird anhand der Mikrofazies versucht die entsprechenden Paläoenvironment-Zuordnungen vorzunehmen. Der Chemismus zeigt sehr reine Karbonatgesteine. Die Helligkeit zeigt leichte Differenzen. Im Vergleich mit sedimentären Karbonatgesteinen sind Y-Werte ab 90 beachtenswert und hier teilweise verwirklicht. Mit den Untersuchungen werden allerdings nur punktförmige Aussagen als erste Anhaltspunkte für weitere quantitative Qualitätsabschätzungen getroffen.

Hinweis: Abbildungen der Mikrofaziestypen werden auf einem Poster bei der Arbeitstagung präsentiert.

7. Literatur

- EMMERICH, A., ZAMPARELLI, V., BECHSTÄDT, T. & ZÜHLKE, R. (2005): The reefal margin and slope of a Middle Triassic carbonate platform: the Latemar (Dolomites, Italy). – *Facies*, 50, 573–614, 28 Abb., 2 Tab., Erlangen.
- FLÜGEL, E., RIEDEL, P. & SENOWBARI-DARYAN, B. (1988): *Plexoramea cerebriformis* MELLO, ein häufiges Mikrofossil in triadischen Flachwasserkalken: Alge oder Pilz?. – *Mitt. Ges. Geol. Bergbaustud. Österr.*, 34/35, 263–277, 3 Taf., Wien.
- HARRIS, M.T. (1993): Reef fabrics, biotic crusts and syndepositional cements of the Latemar reef margin (Middle Triassic), northern Italy. – *Sedimentology*, 383–401, 14 Abb., Oxford.
- MAJZON, L. (1954): Contributions to the Stratigraphy of the Dachstein Limestone. – *Acta geol. Hung.*, 2, 3/4, 243–249, Budapest.
- MELLO, J. (1977): *Plexoramea cerebriformis* n. gen. n. sp. and some other microproblematics and microfossils from Triassic limestones of the West Carpathians. – *Zapadne Karpaty, ser. paleont.*, 2-3, 189–202, 1 Abb., 6 Taf., Bratislava.
- MOSHAMMER, B. (1999): Vorkommen von hochreinen und weißen Karbonatgesteinen in Österreich. Zusammenfassender Bericht Projekt Ü-LG-038/94-98. – *Ber. Geol. B.-A.*, 48, 33 Bl., 3 Tab., 46 Karten, Wien.
- MOSHAMMER, B. & LOBITZER, H. (1996): Nutzungsoptionen ausgewählter österreichischer Vorkommen von hochreinen Karbonatgesteinen (Kalkstein, Marmor, Dolomit z.T.). – Unveröff. Bericht, Bund/Bundesländer-Rohstoffprojekt Ü-LG-038/94-95, *Bibl. Geol. B.-A. / Wiss. Archiv*, 57 Bl., 14 Abb., 7 Tab., 13 Taf., 7 Blg., Anh., Wien.
- MOSHAMMER, B. & LOBITZER, H. (2000): Weißmetrik und Geochemie ausgewählter österreichischer Kalkstein- und Marmor-Vorkommen. – *Mitt. Österr. Geol. Ges.*, 91 (1998), 63–77, 3 Abb., 4 Tab., Wien.
- NITTEL, P. (2006): Beiträge zur Stratigraphie und Mikropaläontologie der Mitteltrias der Innsbrucker Nordkette (Nördliche Kalkalpen, Austria). – *Geo. Alp*, Vol. 3, 93–145, 18 Abb., 12 Taf., Innsbruck.
- OHLEN, H.R. (1959): The Steinplatte reef complex of the alpine Triassic (Rhaetian) of Austria. – Unveröff. Diss. Univ. Princeton, 123 S., 20 Tab., 40 Taf., Princeton.
- PILLER, W. (1978): Involutinacea (Foraminifera) der Trias und des Lias. – *Beitr. Paläont. Österreich*, 5, 1–104, 16 Abb., 23 Taf., Wien.
- RIEDEL, P. (1988): Facies and Development of the “Wilde Kirche” Reef Complex (Rhaetian, Upper Triassic, Karwendelgebirge, Austria). – *Facies*, 18, 205–218, 4 Abb., 2 Taf., Erlangen.
- SADATI, S.-M. (1981): Die Hohe Wand: ein obertriadisches Lagunen-Riff am Ostende der Nördlichen Kalkalpen (Niederösterreich). – *Facies*, 5, 91–164, 15 Abb., 10 Tab., Erlangen.
- SATTERLEY, A.K., MARSHALL, J.D. & FAIRCHILD, I.J. (1994): Diagenesis of an Upper Triassic reef complex, Wilde Kirche, Northern Calcareous Alps, Austria. – *Sedimentology*, 41, 935–950, Oxford.
- SCHÄFER, P. (1979): Fazielle Entwicklung und palökologische Zonierung zweier obertriadischer Riffstrukturen in den Nördlichen Kalkalpen („Oberrhät“-Riff-Kalke, Salzburg). – *Facies*, 1, 3–245, 46 Abb., 18 Tab., 21 Taf., Erlangen.
- SENOWBARI-DARYAN, B. & SCHÄFER, P. (1979): Neue Kalkschwämme und ein Problematikum (*Radiomura cautica* n. g., n. sp.) aus den Oberrhät-Riffen südlich von Salzburg (Nördliche Kalkalpen). – *Mitt. österr. geol. Ges.*, 70/1977, 5, 17–42, 2 Abb., 1 Tab., 7 Taf., Wien.
- SENOWBARI-DARYAN, B. & VELLEDDITS, F. (2007): *Axopora aggtelekensis* SCHOLZ, 1972, originally described as hydrozoa, is attributed to the new genus *Anisophytes* (Cyanophyta?). – *Rivista Italiana di Paleontologia e Stratigrafia*, 113, 3, 357–368, 3 Abb., 3 Taf., Mailand.
- STANTON, R.J. & FLÜGEL, E. (1989): Problems with Reef Models: The Late Triassic Steinplatte “Reef” (Northern Alps, Salzburg/Tyrol, Austria). – *Facies*, 20, 1–138, 33 Abb., 2 Tab., 53 Taf., Erlangen.