

en sowie die Diskussion ihrer Nutzungsoptionen aus dem Vergleich mit bereits hochwertig industriell genutzten Vorkommen. Zeitlich schloß daran eine weitere Phase der Proben- und Analysen-Verdichtung.

Zur Auswahl der Vorkommen dienten das Rohstoff- und Lagerstättenarchiv der Geologischen Bundesanstalt, zudem Hinweise aus der Literatur, insbesondere aus den bisher realisierten regionalen Karbonatprojekten, sowie aus Kartierung und Steinbruchpraxis. Aufgrund angenommener ausreichender Weiße, chemischer Reinheit und bestimmter Größe wurden die zu untersuchenden Vorkommen ausgewählt. Zu Vergleichszwecken wurden Lagerstätten angefahren, deren Rohstoff für hochwertige Füllstoffe (Ground Calcium Carbonates, z. B. in Gummern Weißensteiner Marmor), für die chemische, Kalk- und Baustoffindustrie (z. B. in Ebensee (Plassenkalk), Ernstbrunn (Ernstbrunner Kalk), Retznei (Leithakalk), Wietersdorf (Kalke des Eozän), Peggau (Schöckelkalk), Vils (Vilsler Kalk)), um nur einige Anwendungen zu nennen, Verwendung findet. Vorkommen mit extremer topographischer Lage und behindernden Nutzungsansprüchen (z. B. Naturschutz) wurden aus der späteren Verdichtungsphase ausgeklammert.

Die Aufschlüsse wurden durch Handstücksproben makroskopisch subjektiv hinsichtlich ihrer optimalen und durchschnittlichen Qualität erfaßt; dies betraf alle 75 Gesteinseinheiten in der Überblicksphase. Erst in der Detailbearbeitung von 5 Gesteinseinheiten erfolgte die Probenahme auch in festgelegten Abständen.

Die geochemische Analytik (Haupt- und Spurenelemente) umfaßt 192 RFA-Analysen in Kombination mit Naßchemie und 247 ICP-AAS-Analysen. Auf die Problematik, daß zwei sich regional und lithologisch überlappende Probenpools vorliegen, die sich aufgrund einer unbeabsichtigten Splittung in Labors (Mährisch Ostrau, Kuttenberg und Prag) ergab, wird hingewiesen.

Die Weißmessung erfolgte einheitlich an der Geologischen Bundesanstalt und beinhaltet 582 Proben. Sie wurde mit einem Spektralphotometer (Meßgeometrie  $d/0^\circ$ , Glanzfalle, geeicht an Bariumsulfat) durchgeführt, das die Remission (Spektralbereich 400 - 700 nm) an zu Tabletten gepreßten, trocken aufgemahlene Gesteinsproben (Körnung  $<0,09$  mm, Durchschnitt  $0,01$  mm) mißt. Aus den Remissionskurven wurden über die valenzmetrische Auswertung die Farbmaßzahlen zur eindeutigen Farbkennzeichnung berechnet (für Normlichtart  $D_{65}$  und  $10^\circ$  Gesichtsfeld nach DIN 5033).

Es zeigte sich im untersuchten Spektrum, daß die **Farbeigenschaften** vorwiegend von der Kristallinität (Kalkstein/Dolomit versus Kalk-/Dolomitmarmor), und nur teilweise von den akzessorischen Mineralen (z. B. Quarz), die als chemische Verunreinigung zum Ausdruck kommen, beeinflusst werden. Kalkmarmor-Einheiten, z. B. der Weißensteiner M., der Sölk-Gumpeneck-M. oder der Spertentaler M., verwirklichen am stärksten die Farbe Weiß (für Normfarbwert Y Mittelwert (MW) 90 %, Standardabweichung (Stabw) 4,3, maximaler Wert (Max) 95,4 %). Sie werden gefolgt von Dolomitmarmor-Einheiten (Y MW 88 %, Stabw 3,9, Max 95,0 %), bestehend vorwiegend aus den Moldanubischen M. und metamorphen Wettersteindolomiten im Brenner- und Stangalmmesozoikum. Daran schließen die nichtmetamorphen Kalkstein-Formationen (Y MW 84 %, Stabw 4,2, Max 90,1 %), vorwiegend mesozoischen und tertiären Alters, und schließlich die Dolomit-Formationen (vorwiegend Wetterstein- und Hauptdolomite; Y MW 82 %, Stabw 2,1, Max 85,8 %). Im Hinblick auf die **chemische Reinheit**, repräsentiert durch den  $\text{CaCO}_3$ -Gehalt, respektive  $\text{MgCO}_3$ -Gehalt, sind die Unterschiede der aufgelisteten Gruppen gering. Kalkstein-Formationen ( $\text{CaCO}_3$  MW 97,7 %, Stabw 1,8, Max 99,6 %) reihen sich hier knapp vor Kalkmarmor-Einheiten ( $\text{CaCO}_3$  MW 96,8 %, Stabw 2,2 Max 99,3 %); Dolomit-Formationen ( $\text{MgCO}_3$  MW 42,8 %, Stabw 3,5 Max 45,7 %; stöchiometrischer Dolomit: 45,7%) und Dolomitmarmor-Einheiten ( $\text{MgCO}_3$  MW 43,0 %, Stabw 3,4 Max 47,7 %) ähneln sich sehr.

Trotz der in der Vorauswahl gelegten Gewichtung auf helle Vorkommen bzw. darin "weiße" Proben, ergibt sich eine, verglichen

mit dem Chemismus, breitere Variabilität in der Weiße. Verglichen mit den Kalkmarmor-Einheiten befinden sich die chemisch etwas reineren Kalkstein-Formationen weißmetrisch deutlich im unteren Spektrum. Nur wenige Einheiten zeigen in beiden Eigenschaften – Chemismus und Weiße – sehr gute Qualität. Hervorgehoben werden Teile des **Spertentaler Marmors**, der **Bretsteinmarmore**, der **Sallamarmore** und der **Weißensteiner Marmore**.

MOSHAMMER, B. (1999): Vorkommen von hochreinen und weißen Karbonatgesteinen in Österreich. - Zusammenfassender Bericht für Projekt Ü-LG 38/94-98. - Berichte der Geologischen Bundesanstalt, 48: 1-33, Wien.

MOSHAMMER, B. & LOBITZER, H. (2000): Weißmetrik und Geochemie ausgewählter österreichischer Kalkstein- und Marmor-Vorkommen. - Mitt. Österr. Geol. Ges., 91 (1998): 63-77, Wien.

<http://www.geolba.ac.at:8000/>

### Die Untersuchung der rezenten Sedimentationsvorgänge im Chiemsee durch Schwebstoff-Fallen

MÜLLER, J., KROEMER, E., WALLNER, J. & VOLLAND, S.

Lehrstuhl für Allgemeine, Angewandte und Ingenieur-Geologie, Technische Universität München, Arcisstr. 21, D-80290 München, jens.mueller@geo.tum.de

Im morphologisch stark gegliederten Chiemsee (Oberbayern) wurde über einen Zeitraum von fast 3 Jahren an 6 über den See verteilten Stationen der Schwebstoff-Flux quantitativ und qualitativ erfasst. Die in der Regel im 2-wöchigen Turnus erfolgenden Fallenbeprobungen wurden von Multisondenmessungen begleitet, bei denen u.a. die Entwicklung der Temperaturschichtung und die Trübstoffeinschichtung registriert wurden. Gleichzeitig erfolgte eine kontinuierliche Messung des Schwebstoffeintrages (Tagesmittelwerte) an der Tiroler Achen, dem Hauptzufluß des Sees.

Die Akkumulationsraten variieren erwartungsgemäß im Profundalbereich sehr stark. Grundsätzlich zeigt sich in allen Stationen die Abhängigkeit vom Abflußgeschehen der Tiroler Achen. Durchweg hohe Raten (Mittelwerte über Expositionszeitraum) mit Schwankungen zwischen rd. 200 und 20  $\text{g/m}^2\text{d}$  werden in einer Station registriert, die rd. 2 km vor dem Delta der Tiroler Achen liegt. In den anderen, weiter entfernten Stationen werden Raten gemessen, die bis zu einer Größenordnung niedriger liegen. Im Jahresverlauf ergeben sich jedoch signifikante regionale Veränderungen zwischen den einzelnen Stationen, die primär von den Dichteverhältnissen zwischen schwebstoffbeladenen Flußwasser und der Temperatur- bzw. Dichteschichtung im See abhängt. Im Frühjahr bei im See wenig entwickelten vertikalen Temperaturunterschieden ergeben sich hieraus vor allem Schwebstoffverfrachtungen, die in erster Linie von der Coriolis-Kraft bestimmt werden und sich damit vor allem im Osten des Sees niederschlagen. Während den durch ausgeprägte Temperaturschichtung gekennzeichneten Sommermonaten schichtet sich das Flußwasser im Falle von Hochwässern in der Regel im Bereich der Thermokline ein und bildet hier in Abhängigkeit von der Abflußgröße kontinuierliche, weit verfolgbare Einschichtungen (interflows) oder isolierte Einschichtungskörper. Erstere können sich innerhalb eines Tages im See verbreiten.

Weitere, für die Profundalsedimentation wichtige episodische Sedimentationsmechanismen stellen lokale Rutschungen sowie Resuspensionsvorgänge als Folge von längerer Windeinwirkung dar, die am Chiemsee vor allem im Herbst und Winter auftreten. Mengenmäßig weniger bedeutend sind Resuspensionsvorgänge im Litoral- und Haldenbereich während des Herbstes bei der Abkühlung des Seewassers und dem damit verbundenen Absinken der Thermokline.

Im Untersuchungszeitraum treten in dem durch die Fallen charakterisierten Seebereich strömungsbedingt ausgeprägte Frak-

tionierungen auf, die neben der Korngrößenverteilung auch die Mineralzusammensetzung (Schichtsilikate, Tonminerale, Feldspäte, Quarz, Dolomit und Calcit) beeinflussen. Beide zeigen erwartungsgemäß eine Steuerung durch die Hochwasserfracht der Tiroler Achen, die in ihrer Kornverteilung und Zusammensetzung starke Variationen aufweist.

Die hier unter "kontrollierten" Bedingungen abgelagerten Sedimentsequenzen ergeben eine wesentliche Grundlage für die Interpretation von Veränderungen innerhalb holozäner Abfolgen, wie sie durch Bohrungen erfasst werden können.

### **Industrieschlamm-Ablagerungen im Traunsee: Vergleich der Zustände 1981 und 1999**

MÜLLER, J., WALLNER, J. & KROEMER, E.

Lehrstuhl für Allgemeine, Angewandte und Ingenieur-Geologie, Technische Universität München, Arcisstr. 21, D-80290 München, jens.mueller@geo.tum.de

Am Südeinde des Traunsees werden seit rd. 50 Jahren die Feststoff-Abfälle einer Sodafabrik sowie einer Saline am Seeboden abgelagert. Die Feststoffe bestehen aus gelöschtem Kalk ( $\text{Ca}(\text{OH})_2$ ), Brucit ( $\text{Mg}(\text{OH})_2$ ), Gips und Calcit sowie weiteren Karbonatphasen wie Aragonit und Vaterit. Die Porenwässer der Industrieschlammhäufung weisen alkalische pH-Werte im Bereich zwischen 9 und 12 auf. Frühere Untersuchungen (MÜLLER et al. 1986) hatten gezeigt, daß sich von der Einleitungsstelle episodisch Turbidite ablösen, die weite Bereiche des Profundals abdecken. Problematisch hierbei ist die gleichzeitige Verlagerung der alkalischen Porenwässer, die trotz teilweiser Vermischung mit Seewasser u. a. die Benthosgemeinschaften im Profundalbereich des Sees beeinflusst.

Das Volumen der Industrieschlammhäufung im unmittelbaren Einleitungsbereich hat sich im Zeitraum von 1981 bis 1999 von  $3.1 \times 10^6$  auf rd.  $4.5 \times 10^6 \text{ m}^3$  erhöht. Untersuchungen mit einem Sedimentechographen (3.5 KHz) haben gezeigt, daß der Schlammkegel bei einer Höhe von rd. 45 m ein Interngefüge aufweist, das durch Sackungen und Kriechstrukturen charakterisiert ist. Hohe, einleitungsbedingte Böschungswinkel tragen zusammen mit den hohen Wassergehalten zur Instabilität bei, die sich neben den o. a. Turbiditen durch Rutschung von Schollen und die Bildung von Aufwölbungen am Hangfuß dokumentiert.

Die Industrieschlammhäufung liegt teilweise auf den geneigten Hangsedimenten des Traundeltas. Hier besteht die Frage, inwiefern eine Großbrutschung, ausgelöst durch Erdbeben, das Erreichen eines kritischen Porenwasserdrucks oder durch Erosion des Hangfusses bei Hochwasserereignissen denkbar ist. Hierbei wären neben einer metermächtigen Abdeckung des Profundalbereiches auch mit Wasserstandsbewegungen zu rechnen.

MÜLLER, J., SCHNEIDER, J. & STURM, M. (1986): Industrial talings in Lake Traunsee (Salzkammergut, Austria). - *Hydrobiologia*, **143**: 401-405.

### **Litho- und Biofazies im Finalstadium einer kambrischen Plattformentwicklung – die Campo Pisano Formation SW-Sardiniens**

MÜNZZBERGER, P. & ELICKI, O.

TU Bergakademie Freiberg, Geologisches Institut, Bernhard-von-Cotta-Strasse 2, D-09596 Freiberg

In einer flachmarinen Abfolge sind in SW-Sardinien kambrische Siliziklastika und Karbonate aufgeschlossen (Bearbeitung der sedimentfazialen Entwicklung und der Evolution der unter-

kambrischen Karbonatplattform in den 80/90er Jahren durch BECHSTÄDT, BONI und Mitarbeiter; siehe BECHSTÄDT & BONI 1994)

Die Sequenz beginnt mit siliziklastischen Schelfsedimenten (Ton- und Siltsteine, denen - vor allem in den höheren Bereichen - Sandsteine eingelagert sind; Nebida Gr.). Auf dieser, sich im Ovetum (+/- Atdaban) herausbildenden Unterlage kommt es im höheren Abschnitt der Nebida Gr. (Mariani, +/- unteres Botoma) zu ersten Karbonateischalungen und im höheren Mariani (+/- höheres Botoma) zur Ausbildung einer isolierten Karbonatplattform (BECHSTÄDT et al. 1988). Der nachfolgende, tektonisch induzierte Zusammenbruch der Plattform (im Grenzbereich Unter-/Mittelkambrium) wird lithofaziell (neben lokalen Brekzien und debris flows) durch die Knollenkalk-Abfolge der Campo Pisano Fm. (Iglesias Gr.) nachgezeichnet. Diese stellt das sedimentäre Übergangsglied zwischen den karbonatischen Ablagerungen der maturen Plattform und dem siliziklastischen "Cover" nach relativer Absenkung des Sedimentationsraumes und erfolgter Flutung der Plattform dar.

Ziel der von der Deutschen Forschungsgemeinschaft geförderten Arbeiten ist es, die biofazielle Ausprägung der Campo Pisano Fm. im Spiegel der Sedimentationsdynamik zu erfassen: Inwiefern bestimmen die sedimentären Prozesse die Zusammensetzung und Verteilung der fossilen Lebensgemeinschaften? Gibt es grundlegende Entwicklungsmuster in deren Zusammensetzung, die auf andere Regionen - insbesondere solche mit nur reliktsch erhaltenen und damit schwer interpretierbaren Abfolgen - übertragbar sind? Die bisherigen Untersuchungen lieferten ein weitaus bunteres litho- und biofazielles Spektrum, als erwartet. Neben bioklastischen Wacke- und Packstones sind bioklastische Grainstones verbreitet. Die "typische" knollige Ausbildung der Lithotypen der Campo Pisano Fm. ist dabei nicht permanent, oftmals nur untergeordnet entwickelt. Dünnschliffuntersuchungen deuten darauf hin, dass die Knollenbildung in erster Linie als Diageneseffekt zu interpretieren ist. In welchem Umfang sedimentäre Einflüsse (wie der Eintrag an Tonmineralen bzw. Kondensationsphasen) dies förderten, wird derzeit untersucht. Die Zusammensetzung der Biofazies differiert innerhalb der Campo Pisano Fm. sowohl vertikal (im Profil) als auch lateral (regional) sehr stark. Prinzipiell wird die Fauna (mit abnehmender Häufigkeit) durch Trilobiten, Echinodermen, Brachiopoden, Poriferen (einschließlich Chancellorien) und Hyolithen repräsentiert. Chancellorien treten vor allem in tieferen Profilabschnitten auf, während nicht-chancelloriide Schwammnadeln (obgleich über das gesamte Profil verbreitet) in bestimmten Horizonten stark angereichert sind - ein Bild, welches in einigen Profilen auch die Echinodermen-Verteilung zeigt. In nahezu allen Profilen sind im vertikalen Auftreten der Biogene 2 bis 3 deutliche Häufigkeitsmaxima feststellbar, die vor allem durch Trilobiten und Echinodermen getragen werden. Die vertikalen Verteilungsmuster scheinen signifikant zu sein; ihre Verwendbarkeit für regionale Korrelationen wird derzeit untersucht. Die Trilobitenfauna der Campo Pisano Fm. wird von Agnostiden dominiert. Einige Vertreter der Trilobiten und Brachiopoden deuten auf eine pseudoplanktische Lebensweise hin. Andere Trilobiten und Brachiopoden sowie Hyolithen, Echinodermen, Poriferen und Chancellorien gehören dem sessilen und mobilen Benthos an. Der Erhaltungszustand sämtlicher Biogene deutet auf nur geringfügige Transportintensitäten hin. Insbesondere der biofazielle Charakter der Lithotypen der Campo Pisano Fm. belegt eine überraschend wechselhafte bathymetrische und sedimentäre Entwicklung des Ablagerungsraumes. Der Sedimentationsraum wird als tief epipelagisch bis höher bathypelagisch interpretiert, in welchem vor allem benthische Suspensionsfresser, Sedimentfresser und Filtrierer sowie pseudoplanktische Organismen lebten. Die Biofaziesmuster belegen zudem kurze Phasen verstärkter Umlagerungen aus relativen Flachbereichen, die auf eine diskontinuierliche Absenkung des zerblochten Gebietes zurückgeführt werden. Zeitweiliges Ausbleiben der Sedimentzufuhr bzw. Bodenströmungen haben Kondensationsvorgänge bewirkt. Erst nachfolgende, diagenetische Prozesse führten zur Ausbildung nodularer Gefüge. Damit ist das Auftreten der knolligen Karbonate der