

rhätischen Riffkalke („Oberrhätkalk“ bzw. „Tropfmarmor“) erstmals umfassend dargestellt werden. Frau J. HLADIKOVA (CGU Prag) unterstützt die Untersuchungen durch die Analyse stabiler Isotope des rhätischen Riffkalks und des Adneter Schecks; ihre Untersuchungsergebnisse werden in einer eigenen Arbeit diskutiert werden. Die Voraussetzungen für diese Detailstudien sind aus verschiedenen Gründen ideal. Zum einen erschien erst unlängst die Geologische Karte 1 : 50.000, Blatt 94 Hallein (PLÖCHINGER et al., 1987); außerdem können wir auf die umfangreiche und sehr differenzierte Arbeit von BÖHM (1992, Erlanger geol. Abh., 121) zurückgreifen. Nach wie vor stellt die monographische Dokumentation der nutzbaren Gesteine des Bundeslandes Salzburg durch KIESLINGER (1964) die Basis für alle Bearbeitungen der Adneter Steinbrüche dar; auch wir haben die Numerierung der Brüche übernommen.

Eisenmann-Bruch (Nr. XXX)

Der Eisenmann-Bruch schließt ein Profil von rhätischem Riffkalk bis ins Sinemur auf. Der rhätische Riffkalk ist überwiegend weiß und häufig rekristallisiert, zeigt aber auch rote, ockergelbe bzw. grüne Korallen-reiche Partien von 1 m Mächtigkeit, die vor allem im südwestlichen Teil des Steinbruchs gut aufgeschlossen sind. Es hat den Anschein, daß im Korallen-reichen Bafflestone bunte Mikrite bzw. Silte in den Niedrigenergie-Bereichen zwischen den Korallenrängen bzw. in den Riffhöhlräumen gefangen wurden. Im häufig graugrünen „Tropf“ findet sich eine charakteristische Brachiopoden-Assoziation des Rhät mit „*Rhynchonella*“ *subrimosa* (SCHAFH.), *Austrirhynchia cornigera* (SCHAFH.), *Zeilleria norica* (SUSS) und *Zeilleria elliptica* (ZUGM.). Die Assoziation zeigt deutliche Anklänge an jene der Kössener Schichten. Auch Lamellibranchiaten sind nicht selten (Megalodonten, *Rhaetavicula*, *Modiolus*, u.a.); sie bedürfen jedoch noch einer näheren Bestimmung.

Der Lias ist im nördlichen Teil des Eisenmann-Bruchs gut aufgeschlossen, wobei der Übergang von massigem Rhätkalk in den gut gebankten Liaskalk erosiv-diskordant ist, was durch Fe/Mn-Krusten und Pyritbestege auf dem Rhätkalk-Top unterstrichen wird. Die Bearbeitung der relativ spärlichen Ammonitenfunde ist noch im Gange; *Schlotheimiidae* sp. sprechen für ? Mittel-Ober-Hettang sowie *Nannobelus acutus* (MILL.) aus einem Fe/Mn-umkrusteten Knollenkalk des hangenden Profilabschnitts für unterstes Sinemur. In letzterem filamentreichen Rotkalk sind auch Crinoiden und Foraminiferen sehr häufig. KRYSSTYN (1971) dokumentiert weiters eine Ammoniten-Assoziation des unteren Lotharing (*obtusum*-Zone), über der unmittelbar Radiolarit folgt.

Großer Langmoos-Bruch (Nr. XVII)

F. BÖHM (Erlangen) verdanken wir den Hinweis auf den Brachiopoden-Reichtum des Großen Langmoos-Bruchs.

Aus den grau/rotgefleckten bzw. grauen Kalken knapp über der Steinbruch-Basis konnte die bislang arten- und individuenreichste Brachiopoden-Assoziation der Adneter-Steinbrüche bestimmt werden, die nach WENDT (1971) der *megastoma*-Zone bzw. dem Mittel-Ober-Hettang zugeordnet wird: „*Rhynchonella*“ aff. *fissicostata* SUSS, „*Rhynchonella*“ *fraasi* OPPEL, *Cirpa* (?) *latifrons* (GEYER), *Lobothyris* aff. *punctata* (SOWERBY), *Zeilleria stapia* (OPPEL), *Zeilleria partschi* (OPPEL), *Liospiriferina alpina* (OPPEL), *Liospiriferina* aff. *obtusata* (OPPEL) und *Callospiriferina* cf. *tumida* (BUCH).

Etwa 3,5 m höher im Profil findet sich über Enzesfelder Kalk ein Kondensationshorizont, der durch eine Fe/Mn-Kruste markiert wird und wohl die Grenze Hettang zu Sinemur darstellt. Neben einem Belemniten findet sich hier eine kondensierte Ammoniten-Assoziation mit *Ausseites* sp., *Cenoceras schlumbergeri* (TERQ), *Phylloceras psilomorphum* NEUM., *Kammerkarites calcimontanus* (WÄHNER), *Schlotheimia* sp., *Alsatites orthoptychus* (WÄHNER) und *Paracaloceras* gr. *coregonense* (SOW.). An Brachiopoden ist *Zeilleria mutabilis* (OPPEL) und *Liospiriferina* sp. zu beobachten. Schiffe zeigen ferner eine reiche, aber bislang unbearbeitete Foraminiferenfauna.

Ähnlich wie im Schnöllbruch folgen über dem Hartgrund, der gelegentlich ein Paläorelief aufweist, dünngebankte rote Adneter Knollenflaserkalk des Sinemur.

Rot-Grau Schnöll-Bruch (Nr. XXXI)

Der Bruch wird bereits bei BÖHM (1992) im Detail beschrieben. Ein spektakulärer Hartgrund zeigt eine kondensierte Ammonitenfauna des Oberhettang (höchstwahrscheinlich *marmorea*-Zone), wobei die Ammoniten auch an der Unterseite korrodiert sind und die häufigen Fe/Mn-Krusten bevorzugt an deren Unterseite auftreten. Aus dem Kondensationshorizont konnte folgende Ammoniten-Assoziation bestimmt werden: *Geyeroceras cylindricum* (SOW.), ? *Togaticeras* gr. *stella* (SOW.), *Analytoceras articulatum* (SOW.), *Schlotheimia montana* (WÄHNER), *Kammerkaroceras guidonii* (SOW.), *Angulaticeras marmoreum* (OPP.), *Sulciferites* sp., *Discamphiceras* gr. *kammerkarense* (GUEMBEL), *Paracaloceras* gr. *coregonense* (SOW.) und *Ausseites* sp. Weiters finden sich zwei Brachiopoden-Taxa: *Cuneirhynchia retusifrons* (OPPEL) und *Zeilleria mutabilis* (OPPEL). Im Schutt konnten noch weitere Brachiopoden gefunden werden, nämlich *Linguithyris aspasia* (MENEH.), „*Terebratula*“ *nimbata* OPPEL und *Zeilleria mutabilis* (OPPEL); stratigraphisch sprechen sie für Oberhettang bis unteres Sinemur.

Steinbruch Wolfgrub (Nr. XXXVIII)

Im hangenden Rotkalk, der vereinzelt Crinoiden führt und vermutlich dem Mittellias angehört, wurde der Brachiopode *Linguithyris aspasia* (MENEH.) gefunden.

Blatt 102 Aflenz

Bericht 1991/92 über fazielle, geochemische und paläopedologische Untersuchungen auf Blatt 102 Aflenz

Von BOHUMILA BEZVODOVA (Auswärtige Mitarbeiterin)
& HARALD LOBITZER

In den beiden Berichtsjahren wurden erste orientierende Begehungen und Probennahmen im östlichen Hoch-

schwabgebiet unter besonderer Berücksichtigung folgender Fragestellungen durchgeführt:

- Fazielle Ausbildung des Wettersteinkalks/dolomits auf den Plateaus der Aflenzer- und Zeller Staritzen.
- Geochemische und mineralogische Untersuchungen der Paläoböden der Aflenzer Staritzen, der Mitteralm und der Aflenzer Bürgeralm im Hinblick auf umweltrelevante Parameter.

- Geochemische Untersuchungen einiger Karbonatgesteine des östlichen Hochschwabgebietes, nämlich des Wettersteinkalks/dolomits, Dachstein- und Aflenzerkalks.

Im Rahmen der geowissenschaftlichen Zusammenarbeit mit der Tschechoslowakei (Frau Dr. B. BEZVODOVA, vormals CGU Praha; jetzt: Tschechisches Ökologisches Institut, Praha) sowie der Geologischen Landesaufnahme der Geologischen Bundesanstalt wurde eine geochemische und mineralogische Charakterisierung der Paläoböden von 13 Lokalitäten des östlichen Hochschwabgebietes begonnen. Ergänzend dazu wurden die jeweiligen unterlagernden Karbonatgesteine faziell, geochemisch und z.T. mineralogisch untersucht, um Hinweise hinsichtlich der Genese der Paläoböden zu gewinnen. Dabei standen vor allem zwei Zielsetzungen im Blickpunkt des Interesses, nämlich zum einen, ob es sich bei den stets geringmächtigen (dm- bis 1 m-Bereich) Paläoböden um primäre Verwitterungsprodukte der jeweiligen unterlagernden Karbonatgesteine handle, oder um (fern-)transportierte Bodenbildungen. Die zweite Fragestellung ist ebenso eng mit den Ergebnissen der Spurenelement-Untersuchungen verknüpft, die nicht selten stark erhöhte Werte von toxischen Schwermetallen aufweisen. Es bleibt noch zu klären, inwieweit diese umweltrelevanten Parameter eine qualitative Gefährdung für den Karstwasser-Haushalt darstellen können.

Methodik

Die Gesamtgehalte der Spurenelemente wurden mit Hilfe der Röntgenfluoreszenz-Analyse (RFA) bestimmt. Die extrahierbaren Quantitäten mit 0,05 m EDTA, 0,5 m HOAc bzw. H₂O wurden mit AAS (Atom-Absorptions-Spektrometrie) eruiert, während die Mineralphasenanalyse röntgendiffraktometrisch (XRD) durchgeführt wurde. Für die Schwermineralanalyse wurde die übliche Bromoform-Trennung vorgenommen und die Bestimmung der Mineralphasen wurde mikroskopisch durchgeführt, unterstützt durch XRD und SPA (Spektralanalyse). Weiters wurden noch an mehreren Proben die Kationen-Austauschkapazität und die Sorptions-Eigenschaften nach der Methode von MAHLICH 1948 bestimmt.

Das Plateau der Aflenzer Staritzen

Das W/E-verlaufende Plateau der Aflenzer Staritzen zwischen dem Hutkogel und dem Staritzen-Ostgipfel besteht überwiegend aus Wettersteinkalk des zentralen Riffbereiches, der jedoch häufig dolomitisiert oder stark rekristallisiert ist. Der Bereich zwischen Hutkogel bis etwa 450 m westlich der Ringkarwand wird von Wettersteinkalk der riffnahen Lagune mit *Teutloporella herculea* repräsentiert, der allerdings stärker rekristallisiert ist.

Typischer Wetterstein Riff(schutt)kalk steht im Bereich von westlich der Ringkarwand bis zur Ostflanke des Sevrinkogels an. Der östlich anschließende Bereich Rotlacken – Mittelkuppe – Niedere Scharte zeigt überwiegend rekristallisierten (Riff-)Kalk, während westlich des Höllsteins bzw. des Steinernen Hüttls sowie auch im Gebiet der östlichen Aflenzer Staritzen (Mieserkogel, Prinzensteig, Graualm, Mitterbodenalm, Staritzen Ostgipfel, Karl, Seeleiten) schöner Wetterstein-Riffkalk ansteht. Er weist die typische Faziesentwicklung auf, nämlich ein zementgestütztes „Gerüst“, nicht selten von großoolithischem Gefüge und mit den üblichen Biogenen wie *Tubiphytes obscurus*, *Ladinella porata*, Röhren im Riffdetritus sensu OTT, seltener Detritus von Spongien, Korallen, ? Bryozoen, Echinodermen, Brachiopoden sowie Schalen indet. und

relativ selten Foraminiferen, Ostrakoden und diverse Mikroproblematika.

In allen Wettersteinkalk-Proben sind die Spurenelement-Analysen unauffällig, wobei fast alle untersuchten Werte der Spurenelemente (ausgenommen natürlich Sr) unterhalb der Nachweisgrenze liegen. Die Böden über Wettersteinkalk zeigen stets Chlorit als dominierendes Tonmineral, wobei die zweite Hauptmineralphase entweder Illit oder Quarz ist. In den Rotböden tritt als wichtiges akzessorisches Tonmineral noch gelegentlich Gibbsite dazu sowie auch Goethit. Die Spurenelemente der Böden über dem Wettersteinkalk der Aflenzer Staritzen weisen z.T. sensationell hohe Werte auf, wie sie normalerweise nur in massiv vererzten Gebieten angetroffen werden. So beträgt die Konzentration von As 38–232 ppm, Cr 87–151 ppm, Nb 17–40 ppm, Ni 31–190 ppm, Pb 169–1200 ppm, Rb 35–163 ppm, Y 47–444 ppm, Zn 344–2425 ppm und Zr 139–514 ppm.

Im Gelände wurden nicht die geringsten Spuren einer Vererzung des Wettersteinkalks – etwa vom Typ Bleiberg – registriert. Außerdem erscheinen u.a. die hohen As-Werte untypisch für Vererzungen im Wettersteinkalk. Es ist anzunehmen, daß die Bodenbildungen – wohl im Tertiär (oder u.a. sogar noch in der Kreide?) – von einem Fremdgebiet (? Grazer Paläozoikum) in das Paläokarst-Relief der Hochschwab-Peneplain eingeschwemmt wurden.

Der Wettersteindolomit sowie die überlagernden Böden wurden an zwei Lokalitäten untersucht, nämlich bei der Quelle am Ochsenreichkar sowie im Gebiet der östlichen Aflenzer Staritzen, wo der unmarkierte Gamssteig vom markierten Plateauweg abzweigt. Beide Dolomite sind geochemisch unauffällig und auch die hellgrauen (niemals roten!), feinsandigen Bodenbildungen, die Beimengungen von Dolomitkies aufweisen, zeigen keine markanten Auffälligkeiten. Lediglich Zn ist mit 157 ppm etwas höher als in der Dachsteindolomit-Probe. Der noch leicht kalzitische Wettersteindolomit vom Gamssteig-Einstieg zeigt noch klar die Gefügemerkmale eines Wetterstein-Riffkalks, wobei im Schriff auch die typischen Zementgefüge, Peloiden sowie *Tubiphytes obscurus*, Korallen und Röhren im Riffdetritus sensu OTT zu beobachten sind.

Zeller Staritzen

Erste Probennahmen erweisen den Wettersteinkalk der Zeller Staritzen häufig als bis zur faziellen Unansprechbarkeit rekristallisiert bzw. stellenweise auch dolomitisiert. Pedologische Untersuchungen wurden in diesem Gebiet noch nicht in Angriff genommen.

Paläoböden auf Aflenzer Kalk

Im klassischen Gebiet des Aflenzer Kalks, nämlich bei den Endriegeln westlich des Lärchkogels und am rot markierten Weg westlich der Jauringer Alm, wurde sowohl die Spurenelement-Verteilung im Aflenzer Kalk, als auch in den überlagernden Paläoböden untersucht. Die Aflenzer Kalk-Probe von den Endriegeln zeigt einen Biomikrit mit feinkörnigem Biogendetritus, insbesondere von Echinodermen und selten Foraminiferen sowie Styolithisierung; der Spurenelementgehalt ist absolut unauffällig. Hingegen zeigt der stark rekristallisierte, braun imprägnierte Aflenzer Biogenkalk westlich der Jauringer Alm noch Reste mikritischen Gefüges, Filamente und intensive Kalzitädung. Die Spurenelemente weisen einige etwas erhöhte Werte auf: Cr 15 ppm, Cu 12 ppm (stammt von Pyrit), Ni 19 ppm, Rb 11 ppm, Zn 34 ppm.

In den Böden über dem Aflenzer Kalk erweist sich Illit als das dominierende Tonmineral, gefolgt von Quarz und/oder

Chlorit. Sie zeigen eine gelbliche Farbe bei tonigen oder siltigen Korngrößen. Der Paläoboden westlich der Jauringer Alm weist ein gut entwickeltes Podsol-Profil auf. Die Spurenelement-Verteilung im Paläoboden der Endriegeln zeigt einige Werte bemerkenswert erhöht, so z.B. Cr 118 ppm, Pb 119 ppm, Rb 135 ppm, Zn 302 ppm. Hingegen weisen die Spurenelement-Gehalte des erwähnten Podsol-Profiles westlich der Jauringer Alm stets deutlich niedrigere Werte auf.

Paläoböden auf Dachsteinkalk

Zwei orientierende Proben von Paläoböden wurden auch im Bereich des Dachstein-Riffkalkes des Mittelalm-Plateaus genommen.

Bei der einen Probe, die unweit nördlich der Biwakhütte genommen wurde, handelt es sich um einen typischen Rotlehm, wobei in der Schwermineralfraktion neben den ubiquitären Goethit- und Limonit-Kügelchen Lithiophorit (det. Dr. JANA ZOUBKOVÁ, CGU Praha) einen Hauptbestandteil bildet. Die Spurenelement-Verteilung zeigt u.a. As 31 ppm, Rb 130 ppm, Zn 370 ppm. Der unterlagernde Dachstein-Riffkalk erweist sich in den Dünnschliffen als sehr biogenreich, mit Detritus von Korallen, Solenoporaen, Gastropoden, Spongien sowie Foraminiferen, Ost-rakoden, *Thaumatoporella*, *Tubiphytes*, *Bacinella*, u.a. Die Spurenelemente einer rötlichen Sandstein-Probe im Bereich des Dachstein-Riffkalkes, die eventuell ein wesentlich jüngeres Paläokarst-Sediment repräsentieren könnte, zeigen die höchsten Werte aller analysierten Proben, nämlich As 25 ppm, Cr 33 ppm, Ni 24 ppm, Pb 33 ppm, Rb 40 ppm, Y 33 ppm, Zn 279 ppm, Zr 68 ppm. Hingegen erweist sich die zweite analysierte Probe von dieser Lokalität, die aus dem Dachstein-Riffkalk stammt, als absolut unauffällig.

Etwas weiter nördlich von der Biwakhütte wurde eine weitere Bodenprobe entnommen, die das typische terra fusca-Aussehen aufweist. Die Mineralphasenanalyse zeigt Quarz dominierend über Chlorit und Illit. Als akzessorische Schwerminerale können Granat und Turmalin beobachtet werden. Die Spurenelement-Verteilung in diesem Paläoboden zeigt leicht erhöhte Werte u.a. von Cr 96 ppm, Pb 119 ppm, Rb 93 ppm, Y 64 ppm, Zn 284 ppm und Zr 365 ppm. Hingegen sind die Spurenelement-Werte im unterlagernden Dachstein-Riffkalk durchwegs unter der Nachweisgrenze.

Dachsteindolomit

Der Dachsteindolomit des Zlakensattels stellt einen zementdominierten dolomitisierten Dachstein-Riffkalk dar, der geochemisch weitestgehend unauffällig ist, jedoch 10 ppm Zn aufweist. Im überlagernden Boden weisen mehrere Spurenelemente höhere Werte als in den Böden über Wettersteindolomit auf, wobei insbesondere 25 ppm Cr, 29 ppm Rb und 22 ppm Zr auffällig sind.

Diskussion der Ergebnisse

Zusammenfassend kann festgehalten werden, daß die von uns untersuchten Bodenbildungen auf Wettersteindolomit mit allergrößter Wahrscheinlichkeit ausschließlich in-situ-Bildungen darstellen, während die Paläoböden auf den bislang untersuchten Kalksteinen (Wetterstein-, Aflenzer- und Dachsteinkalk) wohl häufig (oder immer?) eine transportierte Komponente aufweisen dürften. Die Spurenelement-Verteilung in den unterlagernden Karbonatgesteinen läßt in keinem einzigen Fall eine positive Korrelierung mit den Spurenelement-Verteilungen in den Paläoböden zu (ausgenommen im Wettersteindolomit).

Um die Umweltrelevanz der nicht selten stark bis extrem erhöhten Spurenelement-Gehalte in den Böden zu klären,

sind weitere Untersuchungen sowie eine flächendeckende Probennahme nötig. Insbesondere bleibt zu untersuchen, inwieweit die Spurenelemente in pflanzenverfügbarer bzw. wasserlöslicher Bindung vorhanden sind, oder aber in einer unlöslichen bzw. nur sehr langsam wasserlöslichen Form – etwa gebunden an Schwerminerale – vorliegen.

Wie erste Untersuchungsergebnisse an unseren Proben zeigen, sind As, Pb und Zn überwiegend an die Schwermineralfraktion gebunden, während Rb, Sr, Y und Zr in feindisperser Form in der Ton/(Silt)-Kornfraktion überwiegt.

Hinsichtlich der Mobilität toxischer Schwermetalle zeigen unsere Untersuchungen folgende vorläufige Ergebnisse: Mit EDTA (Ethylen Diamin Tetra Acetic Acid-0,05 M) sind Cu (1,5%) und Pb (23–30% des Gesamtgehaltes) am besten extrahierbar, während sie praktisch wasserunlöslich sind; es kann daher eine organische Bindung von Cu und Pb vermutet werden. Hingegen ist As am besten mit Hilfe von HOAc (0,5 M) extrahierbar, was bedeutet, daß As großteils in adsorbierter Form auftritt. Cr, Ni und Zn können ebenso am effizientesten mit HOAc extrahiert werden, jedoch sind die gewinnbaren Mengen mit 0,1–1,9% des Gesamtgehaltes nur sehr klein.

Eine eingehende Dokumentation und Interpretation aller bislang verfügbaren umweltrelevanten Daten ist an anderer Stelle vorgesehen.

Bericht 1992 über fazielle und mikropaläontologische Untersuchungen des Aflenzer Kalks und der Zlambachschichten auf Blatt 102 Aflenz

Von EDITH KRISTAN-TOLLMANN (Auswärtige Mitarbeiterin)
& HARALD LOBITZER

Einer Anregung von G. MANDL (GBA Wien) folgend, wurde mit der Aufnahme und Probennahme von Aufschlüssen im Aflenzer Kalk und insbesondere in den überlagernden Zlambachschichten entlang von zwei neu trassierten Forststraßen südöstlich von Gußwerk begonnen. Beide Forststraßen beginnen im Tal westlich des Gollradbaches, wobei die südlicher gelegene in Richtung Blasbaueralm verläuft und die nördliche vom Gh. Stromminger in Richtung Wasserbauerkogel.

Gleich SW des Anfangs der südlichen Forststraße liegt an der Straße in Richtung Pfannbauernquelle ein mittelgroßer Steinbruch im wohlgebankten Aflenzer Kalk, den wir jedoch noch nicht beproben. Der liegende Profilschnitt schließt entlang der Forststraße z.T. biogenreichen Aflenzer Kalk auf. Gleich oberhalb des Schrankens steht eine kalkmergelig dominierte Schichtfolge mit Zwischenlagen schlammbarer Mergel an. Auf den Schichtflächen der Mergelkalke finden sich in mehreren Lagen nicht selten Lebensspuren, insbesondere vom Typ *Thalassinoides*, *Zoophycos* und *Chondrites*.

Etwa 8m oberhalb des Schrankens wurde aus einer weichen, großteils gelblich oxidierten und tektonisch verquetschten Mergellage eine Schlammprobe entnommen, die folgende Mikrofauna – Taxa gereiht nach der Häufigkeit – aufweist:

○ Foraminiferen: *Ammobaculites eumorphos* KRISTAN-TOLLMANN 1964 und *Ammobaculites pulcher* KRISTAN-TOLLMANN 1964, beide Taxa sind sehr häufig (s.h.) und zeigen A- und B-Formen. Nicht selten (n.s.): *Reophax eominutus* KRI-