

in respect to the autoctonus.

The silica is slightly increased possible to the action of volcanic ash glasses influence. The iron is the element that showed the main enrichment value. This value could have climatic implications. The chromium, gallium, cesium and aluminium were highly stable. On the other hand, the other analyzed elements showed a relative movable varying from 1 to 20 in percentage. The last value corresponded to iron.

The nickel, zinc and copper are quite movable as well as lead, strontium, zirconium, barium and vanadium.

The T-set 3 showed a clear interference in the results.

It is highly recommended to use the T-set 2 to obtain more accuracy values (ROLLINSON 1997) in order to make lithofacies correlation (TORRA et al. 1999) at the "Llanura Chaco-Pampeana loessial plains" (Argentina).

ROLLINSON, H. R. (1997): Using Geochemical Data: evaluation, presentation, interpretation. - 1-352, (Longman) Londres.

TORRA, R., PERINO, E. & STRASSER, E., (1999): Caracterización Geoquímica del Loess Chaco-Salteño, Argentina. Primer Encuentro Argentino de Investigaciones Fitolíticas 'Dr. Joaquín Frenguelli'. - Actas, 6, Diamante.

Die paläozäne flachmarine Gosau in Österreich – ein Ansatz zur bio- und sequenzstratigraphischen Gliederung

TRAGELEHN, H.

Geologisches Institut, Universität zu Köln, Zülpicher Str. 49a, D-50674 Köln

Am Südrand der Nördlichen Kalkalpen haben sich an wenigen Stellen Riff- und Plattformkarbonate des tieferen Alttertiärs (Dan – mittleres Thanet) erhalten. Für diese Korallen-Corallinaceen-dominierten Riffkalke führte TOLLMANN (1976) nach dem damals einzigen bekannten Vorkommen den Namen 'Kambühelkalk' ein, der zwischenzeitlich auch für äquivalente Bildungen der Westkarpaten benutzt wird.

Ein großes Problem bei der Bearbeitung von Flachwasserkarbonaten des tieferen Alttertiärs ist das gänzliche Fehlen biostratigraphisch brauchbarer Leitfossilien. Nach dem Erlöschen der Orbitoiden an der Kreide-Tertiär-Grenze ist eine Zonierung mittels benthischer Foraminiferen erst mit dem Auftauchen der ersten primitiven Alveoliniden im Laufe des tieferen Thanet realisierbar (DROBNE 1995).

Im Rahmen einer eingehenden stratigraphisch-faziellen Bearbeitung von zunächst sechs (TRAGELEHN 1996) und zwischenzeitlich 8 bekannten Kambühelkalk-Vorkommen, bestätigte sich die Durchführbarkeit von regionalen Gliederungsansätzen dieses Zeitbereiches. Grundlage sind die ausgesprochen reichen Grünalgen-Floren, die mit weltweit etwa 140 beschriebenen Arten einen Höhepunkt ihrer Entwicklung erreichen. Mit etwa 100 bestimmten Arten bietet das vorliegende Material aus den Nördlichen Kalkalpen eine ausgesprochen gute Datengrundlage. Bei der 'Eichung' gegen die globale Stratigraphie wird der Mangel an überregionalen Leitfossilien ausgeglichen durch die Möglichkeit, speziell die Abfolge der Typlokalität sequenzstratigraphisch zu fassen. Ausgeprägt rot gefärbte Emersionshorizonte innerhalb der ansonsten cremeweissen Kalke markieren die Zyklen dritter Ordnung und liefern so brauchbare Zeitmarken. Darüber hinaus lassen sich mit großem präparativen Aufwand sporadisch auch 'verirrte' planktonische Foraminiferen innerhalb der lagunären Sedimente finden und biostratigraphisch auswerten.

Unter Einbeziehung jüngerer Riffkalke der Westkarpaten sind sieben Grünalgen-Assemblage-Zonen für den Zeitbereich Dan-Unter-Eozän zu definieren. Ihre Anwendbarkeit innerhalb des alpinokarpathischen Orogens bestätigten neue Kambühelkalk-Funde in den Nördlichen Kalkalpen (vgl. HARTENFELS et al. dieser Band,

KEGLER et al. dieser Band) und Rumänien.

Die ausgesprochene Faziesabhängigkeit der Grünalgen macht eine zeitparallele Differenzierung unterschiedlicher Assoziationen nötig, da sich die Floren im restrigiert lagunären Milieu in der Regel sehr von den Formen des offen-lagunären Patchriff-Umfeldes unterscheiden. Im zentralen Riff- und Vorriff-Bereich ist keine stratigraphische Differenzierung möglich.

Erfolgversprechend sind bislang auch die Ansätze zur Entwicklung einer überregionalen Grünalgen-Stratigraphie des Alttertiärs über den Bereich der Alpen und Karpaten hinaus. Äquivalente des Kambühelkalkes sind von etwa 10 Lokalitäten innerhalb der Tethys bekannt, allerdings liegt aus den oben beschriebenen Gründen für kein Vorkommen eine verlässliche feinstratigraphische Alterseinstufung vor. Unabhängig davon zeigt der Vergleich mit Material aus mehreren Regionen (Sardinien, Griechenland, Pyrenäen) markante Übereinstimmungen der jeweiligen Florenvergesellschaftungen. Die Zuweisung einer biostratigraphischen Signifikanz liegt daher nahe, muss jedoch bis zur Gewinnung einer umfassenderen Datenbasis mit Vorbehalt betrachtet werden.

DROBNE, K. (1995): Benthic shallow water Foraminifera – a key for Paleogene Biozonation. - Geoloski Zbornik, 10: 27-29, Ljubljana.

HARTENFELS, S., NOWESKI, C., RICHTER, A., ROHDE, A. & TRAGELEHN, H. (2000): Fazieskartierung des Gosau-Beckens von Gams (Steiermark, Österreich). - Mitt. Ges. Geol. Bergbaustud. Österr., 43: 56, Wien.

KEGLER, P., ANDRÉS, C. & TRAGELEHN, H. (2000): Neukartierung der Gosau des Hochschwab-Gebietes – Ergebnisse zu Fazies, Biostratigraphie und Paläogeographie. - Mitt. Ges. Geol. Bergbaustud. Österr., 43: 71-72, Wien.

TOLLMANN, A. (1976): Analyse des klassischen nordalpinen Mesozoikums. - 1-580, (Deuticke) Wien.

TRAGELEHN, H. (1996): Maastricht und paläozän am Südrand der Nördlichen Kalkalpen (Niederösterreich, Steiermark) – Fazies, Stratigraphie, Paläogeographie und Fossilführung des Kambühelkalkes und assoziierter Sedimente. - I-VI, 1-216, 29 Abb., 4 Tab., 64 Taf., Dissertation Univ. Erlangen-Nürnberg.

Variable Verwitterungspfade von Karbonatgesteinen und ihre Bedeutung für die Residualsedimentbildung – Beispiele der südlichen Frankenalb

TRAPPE, M.

Universität Eichstätt, LS Physische Geographie, D-85071 Eichstätt

Die Schwäbische und Fränkische Alb Süddeutschlands wird überwiegend aus diversen Karbonatgesteinen des Oberen Jura aufgebaut. Im Verlaufe der post-jurassischen Landschaftsgeschichte verwitterten diese Gesteine; es bildete sich die heutige Karstlandschaft heraus, die unter anderem von einer tonig-lehmigen Sedimenthülle bedeckt ist. Diese Ablagerungen resultierten teilweise aus der Rückstandsverwitterung der Karbonatgesteine des Malm (TRAPPE 1999a).

Im Zusammenhang mit Untersuchungen der tonig-lehmigen Überdeckung und hydrogeologischer Problemstellungen der Südlichen Frankenalb gilt es die Frage zu klären, inwieweit die Variabilität von Karbonatgesteinen für Heterogenitäten der Residualsedimentauflage verantwortlich ist. Die petrographischen Voraussetzungen einer Karbonatgesteinsverwitterung liegen in der Variation verschiedener mikrofazialer Parameter (diagenetische Komponenten, Porosität und Permeabilität, z. T. primär-sedimentäre Körner). Ein sehr entscheidender Faktor ist der Anteil unlöslicher Rückstände (UR) in den Karbonatgesteinen und deren Korngrößenverteilung (Silt/Ton-Verhältnis). Auch das Auftreten kieseligter Bestandteile (Schwammreste) beeinflusst lokal die Residualsedimente.

Abb. 1 skizziert die unterschiedliche Dominanz karbonatischer Dekompositionssande und -lehme von Dolomiten und dolo-

mitischen Kalken im Gegensatz zu bankigen / plattigen Kalksteinen. Die Unterschiede im UR wirken sich in einer bevorzugten Residualsedimentbildung auf Kalken aus, die rückstandsärmeren Dolomite zeigen i. a. nur geringmächtige oder keine Residualsedimente. In Diskriminanzdiagrammen (TRAPPE 1999b) treten die unterschiedlichen Verwitterungspfade von Dolomiten und Kalken hervor: Dolomite weisen überwiegend siltdominierte karbonatische Dekompositionssedimente auf, UR und Residualsedimente zeigen ebenfalls deutliche Siltanteile. Demgegenüber können in Kalkstein-Verwitterungszonen zwar auch karbonatische Dekompositionssedimente beobachtet werden (Abb. 1, rechts unten: probe-nahmebedingt überrepräsentiert), entsprechend der Tondominanz im UR zeigt die Verwitterung Verläufe über tonreiche Zwischenprodukte zu tondominierten Residualsedimenten.

TRAPPE, M. (1999a): Deckschichten und Verwitterungsbildungen auf der Südlichen Frankenalb. - (In: SEILER, K.-P. (Hrsg.): Grundwasserschutz im Karst der südlichen Frankenalb), GSF-Bericht 4/99: 39-47, Neuherberg.

TRAPPE, M. (1999b): Differenzierungsmöglichkeiten von Hochflächen-sedimenten am Beispiel der Südlichen Frankenalb. - Zbl. Geol. Paläont. Teil I, 1998, 5-6: 281-288.

Inkohlungsuntersuchungen als Schlüssel zur geodynamischen Entwicklung der externen Helleniden: Fallstudien an Westhellenischen Flyschserien NW-Griechenlands

TSCHERNY, R.G.*,**, BÜKER, C.***, GÖTTE, T.*, KRUSE, S.* & RICHTER, D.K.**

*Institut für Geologie, Ruhr-Universität Bochum, 44780 Bochum, **Lehrstuhl für Geologie, Geochemie und Lagerstätten des Erdöls und der Kohle, RWTH Aachen, 52056 Aachen

Die unmittelbar nach der Sedimentation in den Falten- und Überschiebungs-Gürtel eines Orogens einbezogene Tektofazies Flysch dokumentiert einen besonders wichtigen Abschnitt in der geodynamischen Entwicklung eines tektogenetischen Beckens. Den Schlüssel zum Verständnis der geodynamischen Entwicklung der externen Helleniden bilden in dieser Studie Inkohlungsuntersuchungen zur Ermittlung der thermischen Reife der finalen Flyschserien. Basierend auf diesen Untersuchungen und einer genauen Kenntnis der regionalen Geologie (Stratigraphie, Tektonik sowie Mächtigkeiten und Lithologien der stratigraphischen Einheiten) wird die **Absenkungs- und Wärmeflußgeschichte** der finalen Flyschserien rekonstruiert.

Der für die Fallstudien ausgewählte obereozäne bis untermiozäne Westhellenische Flysch im Nordwesten Griechenlands bildet den oberen Teil der verfalteten Ionischen Schichtenfolge, die sich aus jurassischen bis tertiären Tiefwasserkalken und dem Westhellenischen Flysch zusammensetzt (I.F.P. & I.G.R.S. 1966). Nach GÖTTE et al. (im Druck) besteht die bis zu 4,5 km mächtige siliziklastische Tiefwasserabfolge des Westhellenischen Flysches aus einer Wechsellagerung von hemipelagischen mergeligen Tonsiltsteinen und mittel-/grobklastischen Massenstromab-lagerungen. Hierbei stellen Turbidite den häufigsten Typ dar, obgleich abschnittsweise Grainflow- oder Debrisflowsedimente dominieren können. Als Liefergebiet für den Detritus des Flysches gilt nach FAUPL et al. (1998) die im Norden – d. h. vor der Rotation des Hellenidenbogens – aufsteigende Zentralhellenische Kordillere. Zur Ermittlung des Inkohlungsgrades des Westhellenischen Flysches wurde die Vitritreflexion des dispers in Oberflächenproben (Silt- und Sandsteine) verteiltem organischen Material entlang von Querprofilen der Zagoria-/Pramanta-Mulde (interne Ionische Subzone) und der Botzara-Mulde (zentrale Ionische Subzone) bestimmt. Die Ergebnisse zeigen, daß entlang der untersuchten drei Querprofile durch die Zagoria-/Pramanta-Mulde

keine signifikante Veränderung der Inkohlung mit zunehmender stratigraphischer Teufe existiert. Hier liegt die Vitritreflexion an der Erdoberfläche im Durchschnitt bei 0.65 %R_v, was einer maximalen Temperaturbeanspruchung von ca. 100 °C entspricht. Das heutige Inkohlungsbild spiegelt somit ein **postorogenes Inkohlungsbild** sensu TEICHMÜLLER & TEICHMÜLLER (1966) wider. Aber gerade das **Fehlen eines Inkohlungsgradienten** bzw. das Vorliegen eines postorogenen Inkohlungsbildes eröffnet äußerst interessante Interpretationsmöglichkeiten über die geologische und thermische Entwicklung des Westhellenischen Flysches und der Pindos-Zone – insbesondere über die neohellenische Orogenese. So ist das postorogene Inkohlungsbild der Zagoria-/Pramanta-Mulde vermutlich die Folge einer **zusätzlichen Versenkung** der zu diesem Zeitpunkt (oberes Aquitan/unteres Burdigal) bereits verfalteten Schichtenfolge durch die Auflast der am nordöstlichen Rand noch erhaltenen "Pindosdecke", wobei in dieser Phase vermutlich die maximale thermische Beanspruchung der Flyschserie erfolgte. Hierbei waren die Flyschsedimente wahrscheinlich direkt in den akkretionären Prozeß der neohellenischen Orogenese einbezogen.

Die noch zu vervollständigenden Inkohlungsuntersuchungen an der Flyschfolge der Botzara-Mulde (zentrale Ionische Subzone) werden zeigen, ob auch die zentrale Ionische Subzone von der Pindosdecke überschoben worden ist und dabei eine thermische Überprägung erfahren hat. Erste Voruntersuchungen und Vitritreflexionsmessungen von PLETZ et al. (1999) weisen darauf hin, daß die Flyschsedimente der Botzara-Mulde einen ähnlichen Inkohlungsgrad wie der Flysch der Zagoria-/Pramanta-Mulde aufweisen.

Die **zweidimensionale Simulation** der Temperaturgeschichte (Absenkungs- und Wärmeflußgeschichte) eines Profils durch die Zagoria-/Pramanta-Mulde mit PetroMod® (IES, Jülich) zeigt den thermischen Zusatzeffekt der Überschiebung der Zagoria-/Pramanta-Mulde durch die "Pindosdecke" auf die vorher durch autochthone Auflast geprägte "normale" thermische Entwicklung der Flyschserie. Durch Sensitivitätsanalysen des 2D-Modells können zusätzlich Rückschlüsse auf die thermischen Gestaltung und Mächtigkeit der "Pindosdecke" sowie den Ablauf der Überschiebung gezogen werden. So ist es sehr wahrscheinlich, daß die "Pindosdecke" zum Zeitpunkt der Überschiebung **thermisch noch nicht vollständig reequilibriert** war und somit wärmeres Deckenmaterial auf die Flyschserie überschoben wurde. Dies läßt wiederum auf eine hohe Überschiebungsgeschwindigkeit schließen (vgl. THÜRING 1997).

FAUPL, P., PAVLOPOULOS, A. & MIGIROS, G. (1998): On the provenance of flysch deposits in the external Hellenides of mainland Greece: results from heavy mineral studies. - Geol. Mag., **135**(3): 421-442, Cambridge.

GÖTTE, TH., KETTELFOR, B., TSCHERNY, R.G. & RICHTER, D.K. (in Druck): Zyklische Massenstromsedimentation im obereozänen bis untermiozänen Flyschbecken der östlichen Ionischen Zone bei Ioannina (Epirus / NW-Griechenland). - N. Jh. Geol. Paläont. Mb. (im Druck).

INSTITUT FRANÇAIS DU PÉTROLE (I.F.P.) & INSTITUT DE GÉOLOGIE ET RECHERCHES DU SOL-SOL (I.G.R.S.) (1966): Etude géologique de l'Epire (Grèce nord-occidentale). - 2 vols., Editions Technipress, 1-306, Paris.

PLETZ, A., RICHTER, D.K., RIEDEL, D. & WIEGAND, R. (1999): Tonmineral- und Inkohlungsverteilungsmuster in den finalen Flyschen des äußeren Hellenidenbogens. - Bochumer geol. u. geotechn. Arb., **53**: 25-39, Bochum.

TEICHMÜLLER M. & TEICHMÜLLER, R. (1966): Die Inkohlung im saarlothringischen Karbon, verglichen mit dem Ruhrkarbon. - Z. deutsch. geol. Ges., **117**: 243-279; Hannover.

THÜRING, M. (1997): Heat and fluid flow in dynamic geological structures: finite element model and case studies. - Inauguraldiss. Univ. Bern., 1-115, Bern.