

N trending dune belt 165 km long and 3-15 km wide, which runs parallel to the Atlantic coastline at a distance of 2-5 km inland. The dunefield starts abruptly with a series of barchans and large compound barchan dunes about 15 km north of the Koigab River. With a length of 130 km and a catchment area of about 2400 km², this river is one of the smallest ephemeral rivers of the Skeleton Coast. The modern Koigab River is incised into a terminal coastal fan, the Koigab Fan, covering about 345 km² and extending over about 20 km from the coastal escarpment towards the Atlantic coastline. This shallowly sloping braided fluvial fan consists mainly of semi- to unconsolidated sand and gravel with a thickness of <30 m. In addition, many barchans and shrub coppice dunes can be found all over the fan surface aligned to the dominant strong S and SSW onshore winds. This implies that the modern fan surface is modified by both fluvial and aeolian processes, in which several features of fluvio-aeolian interaction can be observed:

- (a) volcanoclastic detritus, the majority of which is derived from quartz-latic rheognimbrites and basaltic lavas of the Cretaceous Etendeka volcanic Plateau, is deposited by sheet floods and channelized flows in numerous shallow braided channels spread over the entire Koigab Fan surface. As the river flows not every year, and then only for some days, long-lasting, inter-fluvial intervals exist. Then, aeolian processes dominate, with aeolian winnowing of fluvially deposited sand and gravel as soon as the sediment surface dries out;
- (b) strong southerly winds erode and rework most of the fluvially generated sandy bar forms. Only gravelly bar forms and sand protected by thick mud drapes, the latter deposited during waning flood stages, have a potential to become preserved. The winnowed sand is then mixed with other aeolian transported material of various derivation to be either trapped by scrubby vegetation on the fan surface or added to the Skeleton Coast dunefield;
- (c) subsequent flooding events of the Koigab River erode and rework, particularly in intra-channel areas, sand ramps and small coppice dunes, causing a mixing of recycled fluvio-aeolian detritus with juvenile fluvial sediment.

Grain size distribution parameters and heavy mineral analyses show that the Koigab Fan has considerable influence on the composition of aeolian sediments. For instance, sand samples taken from small coppice dunes south of the ephemeral river show much lower magnetite contents when compared to river sediments or aeolian deposits north of the main Koigab River course. We suggest that the magnetite is derived from basalts and quartz-latices of the Etendeka Group, which dominate the catchment area of the Koigab. Another traceable source of aeolian sand is the Torra Bay granite, outcropping within and north of the Koigab River mouth area. This coarse-grained hornblende-biotite granite is rich in garnet (almandine) and these garnets can be detected in sand samples from the southern part of the NNSS.

Moderne Hexactinelliden-Riffe von Britisch Kolumbien/Kanada

KRAUTTER, M.*, NEUWEILER, M.*, CONWAY, K.W.** &
VAUGHN BARRIE, J.**

*Institut für Geologie und Paläontologie, Herdweg 51, D-70174 Stuttgart, **Geological Survey of Canada, Pacific Division, P.O. Box 6000, Sidney, B.C. V8L 4B2, Canada

Hexactinellide Kiesel Schwämme sind in den tieferen Meeresbereichen recht häufig und aus allen Ozeanen weltweit bekannt. Schwammriffe, die von diesen Organismen aufgebaut werden und die in der Erdschicht durchaus öfters vorkommen, treten heutzutage nur noch auf dem Tiefschelf vor der Küste von Britisch Kolumbien (Kanada) auf und sind hier in einer Wassertiefe von etwa 180 m und 250 m vorhanden. Auf dem schwach geneigten

und durch extreme Mangelsedimentation charakterisierten kontinentalen Schelf, bilden hexactinose Schwämme Mudmounds von teilweise recht großen Ausmaßen. Die größten Mudmounds werden bis 18 m hoch und zeigen teilweise steile Flanken, deren Fallwinkel bis 90° betragen kann. Neben Biohermen sind auch Kiesel-schwamm-Biostrome entwickelt. Diese können sich, bei einer Mächtigkeit von 2 m bis 10 m, über mehrere Quadratkilometer erstrecken.

Initiale Riffbildung erfolgt meist zuerst entlang von Eisbergfurchen, die während der letzten Eiszeit (Wisconsinan) vor etwa 13000 Jahren entstanden sind. Solange sie noch klein sind, bleiben die Riffe zunächst noch isoliert und wachsen dann mit zunehmender Größe zu größeren Komplexen zusammen.

Die Kartierung des Schelfs mit Hilfe akustischer Methoden (Sidescan Seismic System, Hunttec Deeptow High Resolution Seismic System) zeigt, daß die Schwammriffe heute eine Fläche von etwa 1000 km² bedecken.

Tauchfahrten mit einem bemannten U-Boot ergaben, daß die Schwammriffe aus einer niederdiversen Hexactinosa-Gemeinschaft bestehen. Untergeordnet sind auch Vetreter der Lyssakinosa vorhanden. Die großwüchsigen Schwämme bilden außerordentlich dichtstehende Populationen, die die Riffe mehr oder weniger flächendeckend bedecken. Drei hexactinose Schwammarten (*Aphrocallistes vastus*, *Farrea occa*, *Chonelasma calyx*) bilden ein Riffgerüst, indem sie gegenseitig aufeinander aufwachsen und ihre rigiden Schwammstrukturen fest durch Abscheidung von Skelett-opal (Opal A) miteinander verbinden. In das zuerst offene Riffgerüst wird durch die baffelnde Wirkung der dicht stehenden Schwammindividuen vor allem Ton und untergeordnet Silt eingelagert. Das siliziklastische Sediment stabilisiert das Riff. Es ist sehr reich an Organik und im wesentlichen dys- bis anoxisch. Außerhalb der Schwammriffe ist kein Sediment akkumuliert. Die pleistozäne Sedimentoberfläche ist hier noch völlig nackt. Geröll und Blockschutt bilden hier daher den Meeresboden.

Ein Endobenthos ist abgesehen von wenigen polychaeten Würmern (*Terebella* sp.), nicht entwickelt. Das schwach entwickelte Epibenthos (excl. Schwämme) setzt sich aus terebratuliden Brachiopoden und Echinodermen (Echinoidea, Ophiuroidea) zusammen. Diese treten insgesamt jedoch stark in den Hintergrund. Abgestorbene, mazerierte Schwämme oder Teile von Schwämmen werden von Serpeln, bereniciformen Bryozoen, Foraminiferen und anderen Kiesel Schwämmen bewachsen.

Mega-scale cross-stratification in tide-influenced Egerian sands of the Austrian Molasse

KRENMAYR, H.G. & ROETZEL, R.

Geological Survey of Austria, Rasumofskyg. 23, 1031-Vienna

The Kiscellian-Egerian shallow-water facies of the Molasse sediments along the southern margin of the Bohemian Massif in Austria is represented by the lithologically homogeneous Linz Formation in Upper Austria and the Melk Formation in Lower Austria. These formations form a laterally continuous, locally up to 100 m thick, bipartite, transgressive, siliciclastic sand-sheet, with a major internal regressive boundary surface. Until recently these sands were regarded to be largely free of (visible) sedimentary structures, except (sub)horizontal bedding planes, enclosing beds of several meters of thickness.

Recent outcrop-studies now have revealed a broad variety of facies types comprising nearshore conglomerates and beach sands, lagoonal sands with crowded echinoid traces (and other trace fossils), generally medium-scale cross-stratified sandwave facies, and channel-fill facies.

Cross-bed measurements and structural features of the sandwave facies give evidence of a tidal current regime. Tide-influenced sediments of this time are known until now only from the

Southalpine Venetian Molasse, but not from the Paratethys realm. Within the diversity of facies types two different types of mega-scale cross-stratified sandy facies are of special interest.

1. The first type is observed as individual sets at two localities in the Linz Formation. They are characterized by fine to medium gravelly coarse sand with steeply inclined (15-29°) tabular foreset laminae, which are 10-15 cm thick. The thickness of the sets amounts to a measured maximum of 21 m in a place where the base of the set was still covered! At one locality the mega-set can laterally be followed for >600 m in a direction ~ 45° oblique to the direction of foreset inclination. The latter varies within a sector of 30° at that locality.
2. Mega-sets of the second type have been met at many localities, but normally do not exceed a thickness of ~3 m. However, nearby the city of Melk in Lower Austria a single set with a minimum thickness of 5,5 m (base not exposed) and >100 m lateral extent (end of outcrop wall) in a direction normal to the foresets could be observed. The set consists of medium-grained sand, with faint grain-size differences between the laminae. There are no countable bundle structures developed. Foreset geometry is tabular to slightly sinuous, with a maximum steepness of 28°. Numerous less inclined reactivation surfaces cut through the whole sandwave body.

Interpretation of the first type of megaset is still uncertain, but the local orientation of elongate crystallin basement highs and grabens, and the orientation of the foresets approximately normal to them suggest, that the megaset formed by basinward aggradation of foreset-laminae on steep avalanche-slip-faces, the first of which was pre-built by the crystallin bottom morphology. The second type of megaset developed in an open shelf setting with sandwave fields, dominated by the tidal flood current coming from the east. The described sandwave near Melk was situated in a narrow seaway between the main coast and a small island, due to a local basement high. This caused an acceleration of the tidal flood current and therefore the generation of extraordinary high sandwaves.

Die Spätpleistozäne und Holozäne Sedimentation der Woodfjordregion (NW-Spitzbergen)

KROEMER, E.*, MÜLLER, J.*, MAUSBACHER, R.** & ERLKENKEUSER, H.***

*Lehrstuhl für Allgemeine, Angewandte und Ingenieur-Geologie, TU-München, Arcisstr. 21, D-80290 München, **Physische Geographie, FSU Jena, Löbdergraben 32, D-07743 Jena, ***Leibniz-Labor für Altersbestimmung und Isotopenforschung der Univ. Kiel

Im Sommer 1992 wurden während der SPE 92 Expedition in der Woodfjordregion Aufnahmen der Sedimentstrukturen sowie Sedimentbeprobungen durch Kerne und Greifer durchgeführt. Um die sedimentäre Entwicklung seit dem letzten Eiszerfall darzustellen wurden Kornverteilung, Mineralogie, Kohlenstoff, Zusammensetzung der Sandfraktion bezüglich biogenem und mineralogenem Inventar sowie die Sukzession in der Vergesellschaftung von Dinoflagellatenzysten untersucht. Desweiteren wurden stabile Isotope (¹⁸O, ¹³C) an *Nonionellina labradorica*, einer benthischen Foraminifere gemessen. Aus einem Kern am Fjordausrand liegen zwei ¹⁴C-Datierungen vor.

Für die Woodfjordregion ist von einer zweiphasigen Deglaziation auszugehen, die von starken isostatischen Ausgleichsbewegungen begleitet waren. Dabei wurde in einer ersten Phase der nördliche Woodfjord sowie der Liefdefjord bereits vor dem Alleröd eisfrei. Als Mechanismus ist ein Aufschwimmen mit anschließendem Eiszerfall anzunehmen. Die zweite Abschmelzphase betrifft den südlichen Woodfjord. Dabei erreichten suspensionsbeladene Schmelzwasserüberschichtungskörper die nördlichen Fjordbereiche. Die-

ses Ereignis ist vermutlich etwa um 11,5 ka BP abgeschlossen. Die Isotopenverhältnisse des anschließenden Zeitbereichs von etwa 11,5 ka BP bis zum Ende des Praeboreals deuten auf eine in etwa kontinuierliche Erwärmung. Die Jüngere Dryas läßt sich dabei nicht als Zeit einer Abkühlung fassen. Erst im Boreal ist von einer Abkühlung auszugehen. Seitdem zeigen die Isotopenwerte steigende Temperaturen an. Die Vergesellschaftung der Dinoflagellatenzysten zeigt hier besonders im Alleröd und während der Jüngeren Dryas temperate Verhältnisse, die eine sehr frühe Aktivität des Golfstromsystems bis in diese Beiten verlangen. Dieser Einfluß sinkt kontinuierlich bis zum Ende des Boreals. Seit dem beginnenden Atlantikum ist von Verhältnissen auszugehen die den heutigen in etwa entsprechen.

Oligocene to recent sediment budget of the Alps: Controlling factors and evidence for orogenic events

KUHLEMANN, J., FRISCH, W. & DUNKL, I.

Geol. Inst. Univ. Tübingen, Sigwarstr. 10, D-72076 Tübingen, kuhlemann@uni-tuebingen.de

Quantification of post-collisional sediment volumes, derived from the Alps, enable to unravel major changes of the erosion history since Oligocene times. The method is based on the compilation of sediment volumes in all Alpine-adjacent basins, a separation of the source regions and a density correction. The mass of diffusively spread dissolved load has been estimated. Sediment recycling has also been considered. The sediment budget has been separately calculated for the Eastern Alps, and the Swiss and Western Alps, respectively. For the Eastern Alps, and evaluation of the potential error reveals that all major changes of the sediment budget, exceeding 50 % relative change, are significant on a one-sigma level.

The dominant controlling factor of the sediment production of the orogen before Pliocene times is the regional tectonic evolution, which overprints any potential influence of either regional climate change or global sea level change. During late Pliocene and especially Pleistocene times regional climate becomes a dominant factor of erosive processes.

A so far poorly documented, still ongoing uplift phase started in latest Miocene times in the Swiss and Western Alps, and affected the Eastern Alps some 2 Ma later to a limited extent. The reason for this uplift phase is not known. Underplating, accompanied by partial granulitisation of subcrustal eclogites in the Western and Central Alps represents a potential forcing mechanism. Granulitisation may, as a result of positive recoupling, be accelerated by enhanced surface erosion.

Before this young uplift phase, during the long period from middle Oligocene to late Miocene times, average sediment supply rates of the Eastern as well as the Swiss and Western Alps have only temporarily been modified (Fig. 1). These relatively short-lived events represent both positive excursions in Aquitanian (ca. 23-21 Ma) and late Burdigalian times (ca. 18-16.4 Ma), and a negative excursion in early to middle Burdigalian (20.5-18 Ma) times. Until late Aquitanian times, representing the climax of the early erosion history of the Alps, tectonics of the Swiss and Western Alps have triggered changes of the erosion rates of the Alps as a whole. The increase of erosion rates until late Aquitanian times is probably due to isostatic uplift after Oligocene stacking, probably enhanced by the increasing rigidity of the European lower plate. From early Burdigalian to late Miocene times, lateral extrusion of the Eastern Alps has triggered changes of the erosion rates in the whole Alps, despite of the minor relative importance of eroded volumes. The extensional phase in the Swiss and Eastern Alps is interrupted by a short period of updoming in late Burdigalian times, representing a time of massive tectonic and paleogeographic reorganization.