



Figure 1. a) Active, under water spring pits in an Alpine lake Lingti Valley, NW Himalayas. b) Spring pits in the Lower Devonian Muth Formation, Pin Valley, NW Himalayas.

The density structure and isostatic state of the Eastern Alps

J. Ebbing, H.-J. Götze

Institut für Geologische Wissenschaften, Freie Universität Berlin, Germany

Recent results of the seismic profile TRANSALP initiated new investigations of the lithospheric density structure in the Eastern Alpine area. By combining seismic results with geological models, tomographic studies and other available information the 3D density structure were modeled according to the Bouguer anomaly field and geoidal undulations. Especially the upper crustal structures (< 10 km depth), which can easily connected to surface tectonics, are extremely well constrained. These structures give an amount of up to 30 % of the connected Bouguer anomaly.

Major problems in the modeling process concerned the question of defining a common crust-mantle boundary in gravity and seismic/tomographic studies. The seismic crust-mantle interface shows a depth of some 40 km in the Adriatic area, leading to a lower crustal thickness of around 10 km, while the “gravity Moho” points to a depth of around 30 km. A 40 km thick crust would require high densities in the Adriatic crust (3100 kg/m³ for the lowest structures) to fit the model to the observed gravity fields. These values are unusual for crustal domains. A probable answer to this problem is crustal underplating/doubling or a detached Moho interface. In the northern European foreland both models show a crustal thickness of around 30 km.

This density structure modeling provides information of the isostatic behavior of the Eastern Alps, which are probably not in isostatic equilibrium and show great isostatic anomalies in the sense of Airy isostasy. The shape of the isostatic residual and the good correlation between the first and the surface tectonics, points to the upper crustal structures as a reason of the not balanced isostatic state. This buried masses affect the isostatic state

and have to be considered in further analysis like regional isostatic models (Vening-Meinesz isostasy).

The model of a flexed “thin elastic plate” is such a regional model, for what the significance in mountainous areas was shown in numerous studies. This model considers the calculation of the flexural rigidity D or, equivalently, the effective elastic thickness T_e . This D is connected to the topographic and crustal, internal loads and their distribution. The modeled density structures can now be used to derive this internal, subsurface loading, which is essential for a calculation of the flexural rigidity. The density model indicates that the subsurface loads of the Alpine crust are as important as the topographic loading.

The analysis of flexural rigidity was done by the convolution method, which is a new approach to calculate D and overcomes some analytical problems of previous used methods. One of the major advantages of this method is that the flexural rigidity can be calculated with a spatial resolution of around 100 km. Therefore different regions of D can be distinguished.

The T_e values are generally low within the study area. Highest values are found in the NE, while the main body of the Alpine range has values around 1-3 km. The residuals between the Moho by the 3D density model and the Moho by flexure analysis are altogether low, in the order of 2-3 km, except in the southern part, in correspondence of the Vicenza gravity high and in the area where the Moho interface reaches its deepest values (area East and Northwest of the town of Bolzano).

The low value of T_e in the central part of the Alpine range shows that here the crustal thickening conforms to that of a thin plate with low rigidity, near to an Airy-type

local isostatic compensation. This could be also an indication of the presence of a plate brake, that can be approximated as a continuous plate with a zone of low T_e -values.

The high values of curvature of the Moho surface to the south of the Alpine crust below the Periadriatic lineament cannot be modeled by the simple flexure model, and require a more sophisticated 3D mechanical model. In this area the differences between the Moho undulations

according to the flexure model and to those according to the model based on the deep seismic results (forward gravity model) are quite high, and locally reach 10 km.

Another reason for the disagreement could be that horizontal and vertical tectonic forces linked to the collision process of the European and Adriatic plate, which must be taken into account: A task that can be only fulfilled in a complete 3D mechanical model.

Stoffmobilisation und epigenetische Lagerstättenbildung im alpidischen Zyklus der Ostalpen

F. Ebner

Institut für Geowissenschaften, Montanuniversität Leoben, Peter Tunner Str. 5; A-8700 Leoben, Austria

Die Ostalpen bilden eine polyzyklische Lagerstättenprovinz, die während aller (präalpidischer und alpidischer) Entwicklungsstadien durch die spezifischen geodynamischen Milieus und Mobilisationen älterer Stoffanreicherungen geprägt wurde. Kontrollfaktoren für die Bildung von Lagerstätten/Vorkommen mineralischer Rohstoffe sind im alpidischen Zyklus bei weitestgehendem Fehlen von Magmatismus, Vorgänge im sedimentären bis diagenetischen Bereich und epigenetische Prozesse. Letztere werden durch die sich im Laufe des alpidischen Orogenzyklus ändernden geodynamischen Bedingungen gesteuert. Sie sind auch Inhalt eines aus mehreren Teilprojekten bestehenden Forschungsprogrammes der Rohstoffkommission der Österreichischen Akademie der Wissenschaften bei dem alpidische Stoffmobilisationen im Hinblick auf die Bildung mineralischer Rohstoffe untersucht werden. Auf Basis der umfassenden Dokumentation ostalpiner Mineralisationen im Rohstoffinformationssystem IRIS, bestehender Bearbeitungen und Teilergebnissen des o.g. „Mobilitätsprogrammes“ werden im alpidischen Zyklus folgende Szenarien als wichtig für Stoffmobilisation und epigenetische Lagerstättenbildung erkannt:

Am Beginn des alpidischen Sedimentationszyklus Leaching und Stofftransport (U) durch Oberflächenwässer in permischen kontinentalen klastischen Sedimenten.

Rifting, evaporitische Residualbrines und erhöhter Heatflow sind vom Oberperm bis in die basale Mitteltrias die Rahmenbedingungen für den Aufbau hydrothermaler Fluidsysteme. In seichten Niveaus (oxidierendes Milieu) führten sie u.a. zur Bildung von Spatmagnesiten; in

tieferen Milieus erfolgte nach der Mobilisation von Fe aus Umgebungsgesteinen, im reduzierenden Milieu die Bildung von Siderit.

Kretazische und paläogene Krustenkollision bewirkten Deckenstapelungen und Metamorphoseprozesse. Nach dem Höhepunkt der Metamorphoseprozesse werden mit dem Beginn der Heraushebung der metamorphen Kernbereiche metamorphogene („synorogene“) Fluide freigesetzt, die zu Stoffmobilisationen und Bildung von Gangmineralisationen (z.B. Mitterberger Hauptgang; Cu) und wirtschaftlich bedeutender durch die tektonische Struktur kontrollierter Industriemineralagerstätten (Talk, Leukophyllit) führten.

Die Intrusion der oligozänen periadriatischen Magmatite ist möglicherweise für die Ausbildung epigenetischer Au-As und Sb(As-Au-Pb-Cu) Mineralisationen in ostalpinen Zonen S des Tauernfensters verantwortlich.

Die spätorogene Lagerstättenbildung ist im Tauernfenster durch die Heraushebung der penninischen Kernkomplexe (Au-As-Ag-Cu) und die ostgerichtete Escapetektonik im Ostalpin (As-Au-Fe) geprägt. Sie erfolgte durch Fluidsysteme, die sich entlang der Extensions- und Scherzonen unter Beteiligung hypergener und metamorphogener Wässer bildeten.

Der miozäne Vulkanismus besitzt bis auf die Sb-Mineralisationen von Schlaining keine metallogenetische Signifikanz.

Beispiele metallogenetischer Vererbung präalpidischer Stoffkonzentrationen sind u.a. vom Felbertal (W), Schellgaden (W-Pb-Au), Mitterberg (Cu, U), Arzberg (Pb) bekannt.