

Diss. ETH No: 14946

Thermotectonic evolution of Kraishte, western Bulgaria

A dissertation submitted to the

Swiss Federal Institute of Technology Zürich

For the degree of

Doctor of Natural Sciences

Presented by

Alexandre Kounov

M.Sc. in Geology, Sofia University "St. Kliment Ohridski"

Born March 15, 1968
Citizen of Bulgaria and France

Accepted on the recommendation of

Prof. Jean-Pierre Burg	ETH Zurich	Referee
Prof. Daniel Bernoulli	ETH Zurich	Co-referee
Dr. Diane Seward	ETH Zurich	Co-referee
Prof. Luc-Emmanuel Ricou	Institute de Physique du Globe, Paris	Co-referee

2002

Abstract

The Kraishte zone of western Bulgaria, represents part of the South European margin which was involved in the Alpine orogeny. This zone is bounded to the northeast by the upper Cretaceous Srednogorie volcanic arc. To the southwest is the high-grade metamorphic unit of the Serbo-Macedonian crystalline "massif", deemed to be part of the Rhodope.

The aim of this work was to reconstruct the tectonic evolution of the region using U-Pb SHRIMP (zircon), $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ (mica and hornblende) and fission-track analysis (zircon and apatite), combined with structural and sedimentological observations.

The Kraishte zone is composed of two main tectonic units, the Morava nappe and the Struma unite. The Morava unit, with a presumed continental basement and an Ordovician to Devonian sedimentary cover, was thrust upon the Struma during the early Cretaceous. The Struma unit consists of a heterogeneous assemblage of variably deformed and metamorphosed continent- and ocean-derived rocks of Vendian - early Cambrian age together with a Permian to lower Cretaceous sedimentary cover.

Combining data from single grain U/Pb age measurements on zircon (Graf, 2001) with the U/Pb SHRIMP analysis from this work, an age of 569 - 544 Ma has been obtained for the protolith of the crystalline basement of the Struma unit. For these rocks no high-grade metamorphic event could be established, southwest of the line Zlogosh-Koniavo, up to the early Cretaceous. A Variscan metamorphic event may have affected the basement northeast of this line. Therefore it is tentatively suggested that the front of the internal zones of the Variscan orogen was positioned within the Struma unit.

The early Cretaceous thrusting of the Morava unit over the Struma unit yielded lower amphibolite facies metamorphism in the basement of the latter. This thrusting occurred between 135 Ma, constrained by the age of the youngest sediments involved in the thrusting, and 112 Ma, the oldest $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ cooling age of the amphibolite facies rocks.

A rapid cooling phase at about 96 Ma predicted from $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ and zircon fission-track ages, may have been related to extension at that time. Such extension is documented by the development of the Gurbino-Zlogosh low-angle normal fault (Ivanov, in press) and the normal faulting along the Contact C2 (Bonev et al., 1996).

The Cenozoic tectonic history of the Kraishte is related to the exhumation of the Osogovo-Lisets complex along the Eleshnitsa and Dragovishtitsa detachments. The extension started before 47 Ma and was contemporaneous with the extension in the Rhodope (Burg et al., 1996). Between 47 and 35 Ma, acceleration in the cooling rate of the Osogovo-Lisets core is documented by fission-track data. The extension was accompanied by the development of sedimentary basins in the hanging wall position where syn-detachment clastic sediments were deposited. Rapid uplift of the hotter footwall induced heating in the hanging wall and the sediments. By the late Eocene the detachments were no longer active and were sealed by post-detachment marine sediments. Post-sedimentary (Miocene?) deformation was associated with SW-NE followed by NNW-SSE extension.

It is still difficult to say whether the extension in the Kraishte and the Rhodope was caused by syn- to post-orogenic collapse or was related to the retreating subduction zone. Syn- to post-collisional extension is suggested for the late Cretaceous, whereas the Cenozoic extension may be more likely subduction-related.

Zusammenfassung

Die Kraishte Zone in West-Bulgarien ist Teil des Süd-europäischen Randes, der von der alpinen Orogenese überprägt wurde. Die Zone liegt zwischen dem Serbisch-Mazedonischen kristallinen Massiv, das wenigstens zum Teil zum des Rhodopen Massiv gehören könnte im Südwesten, und dem spätcretazischen vulkanischen Bogen der Srednogorie im Nordosten.

Ziel dieser Arbeit war es die tektonische Entwicklung der Region mit Hilfe von U-Pb SHRIMP, $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ and Spaltspuren Analysen, kombiniert mit strukturellen und sedimentologischen Beobachtungen, zu rekonstruieren.

Die Kraishte Zone besteht aus zwei tektonischen Einheiten, der Morava Decke und der Struma Einheit. Die Morava Einheit mit einem vermutlich kontinentalen Grundgebirge und einer ordovizischen bis devonischen sedimentären Bedeckung wurde in der frühen Kreide über die Struma Einheit geschoben. Die heterogene Struma Einheit besteht aus unter-kambrischen, unterschiedlich stark deformierten und metamorphisierten Gesteinen mit ozeanischer bis Vulkanbogen-Affinität und einer permischen bis frühcretazischen sedimentären Bedeckung.

Durch Kombination von Einzel-Zirkon U/Pb Datierungen von Graf (2001) mit U/Pb Shrimp Analysen in dieser Arbeit war es möglich ein Alter von 569-544 Ma für die Protolith des kristallinen Grundgebirges der Struma Einheit zu bestimmen. Für die Struma-Gesteine südwestlich der Linie Zlogosh-Koniavo lässt sich bis zur unteren Kreide, keine metamorphe Erwärmung über 400°C. Ein variszisches metamorphes Ereignis hat möglicherweise das Grundgebirge nordöstlich dieser Linie überprägt. Deshalb wird unter Vorbehalt vorgeschlagen, dass die Front der internen Zonen des Varizikums durch dieses Gebiet verliet.

Die Überschiebung der Morava Decke über die Struma Einheit in der frühen Kreide führte zu einer amphibolitfaziellen Metamorphose in Struma-Grundgebirge. Die Überschiebung fand zwischen 135 Ma, detiniert durch das Alter der jüngsten Sedimente der Struma-Einheit, und 112 Ma statt, dem ältesten $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ Abkühlalter der amphibolitfaziellen Gesteine.

Eine schnelle Abkühlungsphase um ungefähr 96 Ma, angezeigt durch $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ und Zirkon-Spaltspur Alter, kann vielleicht mit einer gleichzeitigen Extension verknüpft werden. Eine solche Extension wird durch die Entstehung der Gurbino-Zlogosh Abschiebung (Ivanov, in press) und die C2 Verwerfung (Bonev et al., 1996) dokumentiert.

Die känozoische tektonische Geschichte der Kraishte wird bestimmt durch die Exhumation des Osogovo-Lisets Komplexes längs der Eleshnitsa und Dragovishtitsa Abscherhorizonte. Die Extension begann vor 47 Ma und war gleichzeitig mit der Extension in der Rhodope (Burg et al., 1996). Die Beschleunigung der Abkühlungsrate des Osogovo-Lisets Kerns, zwischen 47 und 35 Ma, ist durch Spaltspur-Daten dokumentiert. Die Extension war begleitet von der Entwicklung sedimentärer Becken im Hangenden, wo syn-tektonische klastische Sedimente abgelagert wurden. Ab dem späten Eocaen waren die Abscherhorizonte nicht mehr aktiv und wurden durch marine post-tektonische Sedimente versiegelt. Post-sedimentäre (Miocaen ?) Deformation war verknüpft einer SW-NE, gefolgt von NNW-SSE Extension.

Es ist immer noch schwierig zu sagen, ob die Extension in der Kraishte und in der Rhodope ausgelöst wurde durch einen syn- bis post-orogenen Kollaps oder verknüpft war mit der sich zurückziehenden Subduktionszone. Für die späte Kreide wird eine syn- bis post-kollision Extension vorgeschlagen, wobei die känozoische Extension wahrscheinlich eher subduktionsbezogen ist.