

DISS. ETH Nr. 10668

**Die nordpenninischen Bündnerschiefer der Zentralalpen Graubündens:
Tektonik, Stratigraphie und Beckenentwicklung**

ABHANDLUNG

Zur Erlangung des Titels

DOKTOR DER NATURWISSENSCHAFTEN

der

EIDGENÖSSISCHEN TECHNISCHEN HOCHSCHULE ZÜRICH

vorgelegt von

Marc Christoph Steinmann

dipl. Natw. ETH, Geologe

geboren am 4. Mai 1964

von Affoltern a/A und Neftenbach ZH

Angenommen auf Antrag von:

PD Dr. W. Winkler (ETH Zürich),

Referent

Prof. Dr. D. Bernoulli (ETH Zürich),

Korreferent

PD Dr. P. Stille (CNRS Strasbourg),

Korreferent

Prof. Dr. S. Schmid (Universität Basel),

Korreferent

1994

Zusammenfassung

Die Arbeit befasst sich mit den nordpenninischen Bündnerschiefern der Zentralalpen Graubündens. Dabei handelt es sich um leicht metamorphe, tonig-sandig-kalkige Sedimentserien, die im tektonisch Liegenden durch das Helvetikum und im Hangenden durch mittel- und südpenninische sowie ostalpine Einheiten begrenzt werden. Paläogeographisch wird das Helvetikum als nördlicher Schelf des Tethys-Ozeans interpretiert. Bei den mittelpenninischen Einheiten handelt es sich um Überreste einer inneroceanischen Hochzone (Briançonnais- oder mittelpenninische Schwelle). Das Bündnerschiefer-Becken war ein E-W verlaufender Trog, der gegen N durch den helvetischen Schelf und gegen S durch die mittelpenninische Schwelle begrenzt wurde.

Die Hauptmasse der nordpenninischen Bündnerschiefer lässt sich gegen S in die Misoxer Zone s.str. zwischen Adula- und Tambo-Decke verfolgen. Diese sogenannten **"Bündnerschiefer der Misoxer Zone"** stehen im Mittelpunkt der vorliegenden Arbeit. Die zentralen Fragestellungen sind das Alter dieser Sedimente und ob es sich bei den mit ihnen vergesellschafteten basaltischen Gesteinen eventuell um Überreste einer nordpenninischen ozeanischen Kruste handelt. Hauptziel der Arbeit ist die Rekonstruktion der Beckenentwicklung des Nordpenninikums. Daneben werden auch verschiedene regionaltektonische Probleme behandelt.

Trotz ihrer monotonen Lithologie konnten grosse Teile der Bündnerschiefer der Misoxer Zone schon in früheren Untersuchungen lithostratigraphisch gegliedert werden. Die chronostratigraphische Einstufung dieser weitgehend fossilfreien Serien blieb jedoch rätselhaft. Mit Hilfe von stratigraphischen Vergleichen und geochemischen Untersuchungen (Neodymium-Isotope, organischer Kohlenstoff) kann nun gezeigt werden, dass die Bündnerschiefer der Misoxer Zone zum grössten Teil kretazischen Alters sind (Bündnerschiefer-Serien der Tomül- und Grava-Decke). Ältere Sedimente treten nur in tektonischen Mélange- und Schuppenzonen auf (Valser Mélange, Aul-Schuppenzone, Tomül- und Grava-Mélange). Die Bündnerschiefer-Serien von Tomül- und Grava-Decke können von unten nach oben folgendermassen gegliedert werden: Bärenhorn-Fm. (Kimmeridgian? - Barremian), Nollaton-Fm. (Aptian - Albian), Nollakalk-Fm. (Cenomanian) und Carnusa-Fm. (Turonian? - ?). Im obersten Teil der Tomül-Decke tritt ausserdem das "Hauptkonglomerat" und der Tomül-Flysch auf (Coniacian ? - ?).

Die basaltischen Gesteine sind, soweit nachweisbar, effusiven Ursprungs. Geochemisch und isotopengeochemisch (Neodymium- und Strontium-Isotope) handelt es sich um MOR-Basalte. Ein Vergleich des vorhandenen Datenmaterials mit modernen Extensionsbecken zeigt, dass im Nordpenninikum zumindest lokal ozeanische Kruste vorhanden war. Ob sich die Ozeanisierung nur auf einzelne Teilbecken beschränkte oder ob grossräumig zusammenhängende ozeanischer Kruste vorhanden war, kann zur Zeit nicht entschieden werden.

Die Öffnung des Nordpenninikums begann im Lias gleichzeitig mit der Öffnung des Südpenninikums. Gegen Ende dieser ersten Extensionsphase kam es im Dogger-Malm zu submarinem Vulkanismus (Grüngesteine der Aul-Schuppenzone). Ende Jura/anfangs Kreide erlebte der nordpenninische Trog eine zweite Öffnungsphase, die erneut mit starker submariner vulkanischer Aktivität verbunden war (Tomül-Grüngesteinszug). Erst anschliessend begann die Ablagerung der Hauptmasse der Bündnerschiefer der Misoxer Zone.

Wichtige regionaltektonische Resultate sind folgende: (1) Die Prättigau-Schiefer sind die nordöstliche Verlängerung der Grava-Decke. (2) Die Tomül-Decke endet im N in der Region der Stätzerhornkette, wo sie zusammen mit den Schamser Decken durch die grossräumige Niemet-Beverin-Falte nach S "rückgefaltet" wird. (3) Die Lunschania-Antiform, die bisher nur in den Gebieten westlich des Valsertals bekannt war, kann gegen E bis in die Gegend von Chur verfolgt werden. Sie ist für die starken Deformationen in der Grava-Decke verantwortlich. (4) Über die Bündnerschiefer der Misoxer Zone können verschiedene, aus angrenzenden Gebieten bekannte Deformationsphasen korreliert werden. Diese Korrelationen zeigen unter anderem, dass die Misoxer Zone s.str. keine Synform, sondern eine viel tiefere Sutur ist.

Gesamthaft können die nordpenninischen Einheiten als Überreste eines Akkretionskeils interpretiert werden, der im Paläogen an einer südvergenten Subduktionszone entstanden ist.

Abstract

This study deals with the North Penninic "Bündnerschiefer" series of the Central Alps in eastern Switzerland (Grisons). These series consist of low-grade metamorphic shaly-calcareous-terrigenous sediments and are tectonically intercalated between Helvetic units below and Middle Penninic, South Penninic and Austroalpine units above. Paleogeographically the Helvetic zone is interpreted as the northern shelf of the Tethys ocean. The Middle Penninic units represent remnants of an intraoceanic high (Briançonnais or Middle Penninic high). The "Bündnerschiefer" basin is regarded as an E-W trending trough, which was situated between the Helvetic shelf to the north and the Middle Penninic high to the south.

The dominant part of the North Penninic "Bündnerschiefer" units can be followed southwards into the Misox zone *sensu stricto* between the Adula and Tambo basement nappes. These Bündnerschiefer units, called "**Misox Bündnerschiefer**", are the main subject of this study. The key questions are the age of the Bündnerschiefer series and whether the basaltic intercalations that occur within these sediments represent remnants of North Penninic oceanic crust. The main goal is to reconstruct the evolution of the North Penninic basin. In addition, several problems of regional tectonics are discussed.

Earlier studies have demonstrated that despite their monotonous lithology, large parts of the Misox Bündnerschiefer can be lithostratigraphically differentiated. However, the chronostratigraphic position of the almost completely fossil-free Bündnerschiefer series remained enigmatic. With stratigraphic comparisons and geochemical investigations (Neodymium isotopes, organic carbon) it can now be shown that the main mass of the Bündnerschiefer is of Cretaceous age (Bündnerschiefer series of Tomül and Grava nappes) and that older sediments are restricted to tectonic melange and Schuppen zones (Vals, Tomül and Grava melanges and Aul Schuppen zone). From bottom to top the Bündnerschiefer series of the Tomül and Grava nappes can be subdivided in the following way: Bärenhorn-Fm. (Kimmeridgian? - Barremian), Nollaton-Fm. (Aptian - Albian), Nollakalk-Fm. (Cenomanian) and Carnusa-Fm. (Turonian? - ?). In the uppermost part of the Tomül nappe the "Hauptkonglomerat" and the Tomül-Flysch appear additionally (Coniacian ? - ?).

The basaltic rocks, as far as can be demonstrated, are of effusive origin. Their geochemical and isotopic compositions (Neodymium and Strontium isotopes) are typical for MOR-basalts. A comparison of the available data with those from modern extensional basins demonstrates that at least parts of the North Penninic basin were underlain by oceanic crust. At present, it cannot be decided whether this oceanic crust was restricted to several sub-basins or whether the North Penninic trough was completely underlain by oceanic crust.

The opening of the North Penninic realm started in Liassic times, contemporaneous with the opening of the South Penninic domain. Towards the end of this first extensional phase, submarine volcanic activity occurred during the Dogger to the Malm

manifested by the basaltic rocks of the Aul Schuppen zone. At the end of the Jurassic or from the beginning of the Cretaceous, the North Penninic realm experienced a second extensional phase, which was again linked with volcanic activity generating the basaltic rocks of the Tomül nappe. Subsequently the deposition of the main mass of the Misox-Bündnerschiefer commenced.

Important regional tectonic results are the following: (1) The Bündnerschiefer and flysch series of the Prättigau area (Prättigau-Schiefer) are the north-eastern extension of the Grava nappe. (2) The northern termination of the Tomül-nappe is located in the Stätzerhorn area, where it is "backfolded" to the south together with the Schams nappes by the large scale Niemet-Beverin fold. (3) The "Lunschania"-antiform, previously known only to the west of Vals valley, can now be traced further to the east into the region of Chur. The strong deformations observed within the Grava nappe are due to this antiform. (4) Several deformation phases of adjacent areas can now be correlated across the Misox Bündnerschiefer. These correlations show that the Misox zone *sensu stricto* is not a synform structure but a much deeper suture.

As a whole the North Penninic units can be interpreted as remnants of an accretionary wedge, that formed in the Paleogene along a south-vergent subduction-zone.