

# Zusammenfassung = Abstract

Objekttyp: **Chapter**

Zeitschrift: **Eclogae Geologicae Helvetiae**

Band (Jahr): **87 (1994)**

Heft 2: **Pollution and pollutant transport in the geosphere, a major environmental issue : symposium held during the 173rd annual meeting of the Swiss Academy of Natural Sciences**

PDF erstellt am: **26.09.2024**

## **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.

Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.

Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

## **Haftungsausschluss**

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

5.3	Trupchun-phase folding and thrusting in the Engadine Dolomites .....	591
5.4	Post-nappe deformation of the Engadine Dolomites .....	592
<b>6</b>	<b>Synthesis: Structural evolution of the Austroalpine nappes in Graubünden .....</b>	<b>593</b>
6.1	Cretaceous orogeny .....	593
6.1.1	From the Jurassic passive margin to the Late Cretaceous thrust belt .....	593
6.1.2	Sinistral wrench movement along the Albula steep zone .....	599
6.1.3	Late Cretaceous extension: Collapse behind a migrating orogenic wedge .....	601
6.2	Tertiary orogeny .....	603
6.2.1	Early Tertiary collisional deformation .....	603
6.2.2	Postcollisional deformation of the Austroalpine nappes .....	604
<b>7</b>	<b>Conclusions .....</b>	<b>606</b>
	Acknowledgments .....	607
	References .....	607

## ZUSAMMENFASSUNG

Mit Hilfe einer struktureologischen Analyse der ostalpinen Einheiten in Graubünden wurde die Aufeinanderfolge von zwei orogenen Zyklen, kretazischen und tertiären Alters, nachgewiesen. Beide Zyklen umfassen Überschiebungstektonik, gefolgt von extensionaler Überprägung. Während beider Extensionsphasen, in der späten Kreide und im frühen bis mittleren Oligozän, war die Dehnungsrichtung etwa parallel zum heutigen Streichen des Orogens orientiert.

Die tektonische Entwicklung wird in fünf Phasen eingeteilt: (1) Spätkretazische Deckenstapelung und sinistrale Transpression (Trupchun-Phase). Der ostalpine Deckenstapel entstand durch schräge, westgerichtete Imbrikation des nordwestlichen passiven Kontinentalrandes des apulischen Mikrokontinents, begleitet von sinistraler Transpression an der Ost-West-verlaufenden Albula-Steilzone. (2) Spätkretazische Extension (Ducan-Ela-Phase). Der Deckenstapel wurde durch ost- bis südostgerichtete Abschiebungen überprägt. Gleichzeitig mit bedeutenden flachliegenden Abschiebungen bildeten sich in einem tieferen Stockwerk liegende Falten. Diese Falten entstanden durch Ost-West-Dehnung und vertikale Verkürzung vorher steilstehender Schichten. Abschiebungen und liegende Falten werden deshalb als verschiedene Auswirkungen der gleichen Extensionsphase angesehen. (3) Frühtertiäre Kollisionstektonik (Blaisun-Phase). Die spätkretazischen Extensionsstrukturen wurden durch ost- bis südoststreichende Falten überprägt. Diese entstanden wahrscheinlich während der frühtertiären, nordgerichteten Überschiebung des gesamten ostalpinen Deckenstapels ("orogener Deckel") über die tieferen penninischen Einheiten. (4) Früh- bis mitteloligozäne Extension (Turba-Phase). Diese zweite Episode von Ost-West-Dehnung betraf vor allem die Grenzzone zwischen dem orogenen Deckel und dem unterliegenden Penninikum, und führte lokal zu einer extensionalen Entkoppelung dieser beiden Stockwerke (Turba-Mylonitzone). (5) Spätoligozäne postkollisionale Verkürzung (Domleschg-Phase). Diese letzte Faltenphase der ostalpinen Decken zeigt NW-SE-Verkürzung an.

Im Massstab des gesamten ostalpinen Bereichs gesehen, migrierten sowohl die kretazische Verkürzung als auch die darauffolgende spätkretazische Extension von Ost nach West. Diese Extension wird deshalb als Folge der Instabilität eines westwärts vorstossenden Orogenkeiles interpretiert. Im Gegensatz dazu war die tertiäre Ost-West-Extension begleitet von Nord-Süd-Verkürzung.

Der Nachweis von zwei orogenen Zyklen widerspricht der klassischen Auffassung der alpinen Orogenese im Sinne einer kontinuierlichen tektonometamorphen Entwicklung von kretazischer Subduktion und Hochdruckmetamorphose zu tertiärer Exhumation und Barrow-Typ-Metamorphose. Vielmehr postulieren wir, dass es zweimal, in der Kreide und im Tertiär, zur Deckenstapelung im Zusammenhang mit Subduktion und zur nachfolgenden Exhumation, verbunden mit Extension, gekommen ist.

## ABSTRACT

The structural analysis of the Austroalpine units in Graubünden reveals the existence of two orogenic cycles, Cretaceous and Tertiary in age, both including thrusting followed by extensional overprint. Such extensional

faulting occurred in the Late Cretaceous and in the Early to Mid-Oligocene. In both episodes, the direction of extension was parallel to the strike of the Alpine chain.

Five stages of the tectonic evolution are recognized: (1) Late Cretaceous nappe imbrication and sinistral transpression (Trupchun phase). The Austroalpine nappe pile was assembled by oblique east-over-west imbrication of the northwest margin of the Apulian microcontinent and was affected by sinistral transpression, localized in the east-west trending Albula steep zone. (2) Late Cretaceous extension (Ducan-Ela phase). The nappe pile was overprinted by top-east to top-southeast directed normal faulting. Recumbent folds developing simultaneously with and in the footwalls of large low-angle normal faults reflect east-west extension and vertical shortening of initially steeply oriented layers. Normal faulting and recumbent folding are therefore viewed as different expressions of the same extension process. (3) Early Tertiary collisional deformation (Blaisun phase). The Late Cretaceous extensional features were overprinted by east- to southeast-striking folds which are probably coeval with Early Tertiary northward thrusting of the entire Austroalpine nappe pile ("orogenic lid") over the deeper Penninic units. (4) Early to Mid-Oligocene extension (Turba phase). This second episode of east-west extension affected the boundary zone between the orogenic lid and the underlying Penninic units, locally leading to an extensional decoupling between these two levels (Turba mylonite zone). (5) Late Oligocene post-collisional shortening (Domleschg phase). The direction of shortening changed to NW-SE at this time.

On the scale of the entire Austroalpine realm, both Cretaceous shortening and following Late Cretaceous extension migrated westward. This first extensional event is therefore interpreted to be caused by instability of a westward advancing orogenic wedge. In contrast, Tertiary east-west extension was contemporaneous with ongoing north-south shortening.

The recognition of two orogenic cycles contradicts the classical view that the Alpine orogeny involves a continuous tectonometamorphic evolution from Cretaceous subduction and high-pressure metamorphism to Tertiary exhumation and Barrow-type metamorphism. Instead, it is postulated that nappe formation related to subduction and exhumation associated with extension occurred twice during the Alpine orogeny.

## 1 Introduction

Graubünden (SE Switzerland) is a key area for the reconstruction of the Alpine tectonic evolution. In this area, the Austroalpine nappes represent remnants of the southern continental margin of the Alpine Neotethys ocean. They overlie Penninic units, partly derived from oceanic crust, from the northern continental margin, and from continental fragments within the oceanic realm. In other parts of the Alps, the Austroalpine-Penninic contact can only be studied in isolated windows (e. g. Tauern window) or klippen, or has been overprinted by late postcollisional faults such as the Insubric line. The well-exposed, north-south trending Austroalpine-Penninic boundary in Graubünden, however, allows a correlation between the structures and deformational histories of all major units involved in the formation of the Alps. (For a comprehensive introduction into the regional geology and its problems, the reader is referred to Trümpy & Haccard 1969. A short overview is given in Trümpy 1980.)

Although an excellent data set on the regional geology and stratigraphy has been assembled by several generations of geologists, the structural architecture of the Austroalpine units in Graubünden is still poorly understood. This has several reasons. Firstly, Alpine deformation occurred under nonmetamorphic to greenschist facies conditions and affected lithologically heterogeneous units. Therefore the deformation is variable in style and intensity. Competent rock units like the Upper Triassic dolomite remained undeformed or were affected by brittle faults, while shaly formations took up large amounts of strain. As a result, the correlation of structures between different rock units or areas is difficult. Secondly, the Austroalpine nappe pile was formed by imbrication of a passive continental margin of Jurassic age. The crustal structure of this margin had already been strongly disturbed during the rifting phase. The interference of rift-related faults with Al-