

**Zeitschrift:** Eclogae Geologicae Helvetiae  
**Herausgeber:** Schweizerische Geologische Gesellschaft  
**Band:** 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

**Artikel:** Repeated change from crustal shortening to orogen-parallel extension in the Austroalpine units of Graubünden  
**Autor:** Froitzheim, Nikolaus / Schmid, Stefan M. / Conti, Paolo

**Inhaltsverzeichnis**

**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-167471>

### **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

### **Conditions d'utilisation**

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. [Voir Informations légales.](#)

### **Terms of use**

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. [See Legal notice.](#)

**Download PDF:** 18.03.2025

**ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>**

# Repeated change from crustal shortening to orogen-parallel extension in the Austroalpine units of Graubünden

NIKOLAUS FROITZHEIM, STEFAN M. SCHMID & PAOLO CONTI<sup>1</sup>

Dedicated to Prof. Rudolf Trümpy

*Key words:* Crustal shortening, orogen-parallel extension, structural geology, tectonics, Alps, Austroalpine, Graubünden

Zusammenfassung, Abstract

<b>1 Introduction</b> .....	561
<b>2 Austroalpine tectonic units in Graubünden and their position in the Jurassic passive continental margin</b> .....	563
<b>3 Alpine deformation of the southwestern Silvretta, Ela and Err-Carungas nappes</b> .....	565
3.1 Southwestern Silvretta nappe (Ducan area) .....	570
3.1.1 General description .....	570
3.1.2 D <sub>1</sub> folding and thrusting in the Silvretta nappe .....	571
3.1.3 D <sub>2</sub> normal faulting in the Silvretta nappe .....	571
3.1.4 Fault rocks from the Ducan normal fault and the base of the Silvretta nappe .....	572
3.1.5 D <sub>3</sub> folding in the Silvretta nappe .....	576
3.2 Ela nappe .....	576
3.2.1 General description .....	576
3.2.2 D <sub>1</sub> folding and thrusting in the Ela nappe .....	577
3.2.3 D <sub>2</sub> “collapse folding” and minor normal faulting in the Ela nappe .....	580
3.2.4 D <sub>3</sub> folding in the Ela nappe .....	583
3.3 Err-Carungas nappe .....	584
3.3.1 General description .....	584
3.3.2 Structural analysis .....	584
<b>4 Sequence of stages of the orogenic evolution</b> .....	585
4.1 Trupchun phase (D <sub>1</sub> ): Cretaceous top-west thrusting and folding .....	585
4.2 Ducan-Ela phase (D <sub>2</sub> ): Late Cretaceous east-west extension .....	586
4.3 Blaisun phase (D <sub>3</sub> ): Early Tertiary north-south shortening .....	587
4.4 Turba phase (D <sub>4</sub> ): Renewed east-west extension .....	587
4.5 Domleschg phase (D <sub>5</sub> ): Late-stage northwest-southeast shortening .....	588
<b>5 Comparison with the Engadine Dolomites</b> .....	588
5.1 General description .....	589
5.2 Correlation across the Engadine line .....	589

<sup>1</sup> Geologisch-Paläontologisches Institut der Universität, Bernoullistrasse 32, CH-4056 Basel

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