

**Zeitschrift:** Schweizerische mineralogische und petrographische Mitteilungen = Bulletin suisse de minéralogie et pétrographie  
**Band:** 66 (1986)  
**Heft:** 1-2  
  
**Artikel:** Ein tektono-metamorphes Entwicklungsmodell der nördlichen Adula-Decke  
**Autor:** Löw, Simon  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-50886>

### **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. 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. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

### **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. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

### **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. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

**Download PDF:** 17.01.2026

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

## **Ein tektono-metamorphes Entwicklungsmodell der nördlichen Adula-Decke**

von *Simon Löw*<sup>1</sup>

### **Abstract**

The results of a combined structural and petrological study in the lower Pennine Adula basement nappe, Central Alps, are described.

The Alpine evolution of the northern part of the nappe can be divided into four steps of plastic deformation: (i) nappe formation, (ii) nappe transport under high internal deformation (LS-fabric), (iii) recumbent mega-folding of Adula nappe (core of fold) and surrounding Bündnerschiefer, (iv) upright refolding and open crenulation in the most frontal parts of the nappe.

Petrological investigations demonstrate that the shear deformations of step (i) and (ii) occur in a high pressure regime and are most probably long lasting continuous deformation processes. Decompression during (iii) and (iv) is accompanied by an increase in variance of schistose parageneses: fluids are successively (?) externally controlled. Eclogites and blueschists are locally hydrated to amphibolites and greenschists. The paragenetical and mineralogical evolution of pelitic, marly and basic schists is characterised in brief.

**Keywords:** Adula nappe, metamorphic evolution, deformation.

### **Einleitung**

Die vorliegende Kurzfassung beschreibt Resultate einer Untersuchung zur alpinen Entwicklung der nordpenninischen Adula-Decke – einer sialischen Grundgebirgseinheit –, welche durch eine neue Kombination von strukturgeologischen wie phasenpetrologischen Ansätzen zu verstehen versucht wurde (Löw 1985a). Die Publikation der Messdaten und ihrer Auswertung ist in Vorbereitung (Beitr. Geol. Karte Schweiz).

---

<sup>1</sup> Mineralogisch-Petrographisches Institut der Universität, Bernoullistrasse 30, CH-4056 Basel.  
Zurzeit: c/o Motor-Columbus Ing. AG, Parkstrasse 27, CH-5400 Baden.

### Strukturelle Entwicklung

Die strukturelle Entwicklung der nördlichen Adula-Decke (nördlich Koord. 150) kann in vier regionale Phasen plastischer Verformung gegliedert werden (Löw 1985b). Diese Unterteilung fusst im wesentlichen auf tektonischen und makroskopischen Interferenzen im km-Bereich. Im mesoskopischen und mikroskopischen Bereich lassen sich zeitlich entsprechende Strukturelemente erkennen, deren Übergänge und Interferenzen jedoch zum Teil mehrdeutig oder fließend sind: Mesoskopische Falten zeigen wohl im Grössenbereich von wenigen km<sup>2</sup> kohärente Interferenzmuster und charakteristische Faltenstile, im Grössenbereich des Untersuchungsgebietes (176 km<sup>2</sup>) gehen diese Kriterien jedoch zum Teil verloren.

Mikrostrukturelle und petrologische Untersuchungen wurden an Glimmerschiefern dreier Chemismen vorgenommen: an Meta-Peliten (K-Al-Si-Fe-Mg-H-O-Schiefern), an Meta-Mergeln (Pelite mit Ca) und an Albit-Amphibol-Schiefern (Basiten). Die nachfolgenden mikroskopischen wie petrologischen Beobachtungen gelten für Proben des Gebietes Vals-Peil-Zerfreila.

Erste alpine Deformationen der *Sorreda-Phase* ergreifen eine strukturell stark inhomogene Oberkruste aus geschieferten Paragneisen und Schiefern, welche in verschiedenen tektonischen Niveaus von massigen, spätherzynisch intrudierten Graniten durchsetzt sind. Sorreda-Deformationen verschuppen diese sialische Kruste post-Cénomani mit Mesozoika des Walliser Troges beziehungsweise der späteren Misoxer Zone. Es bildet sich eine erste makroskopisch penetrative Planarstruktur Ss, welche in Peliten und Mergeln als helicytische Schieferung und mm-Stoffbänderung in Granat-Porphyroblasten erkennbar ist. Ss (aus Sorreda-Mineralien der Tab. 1) ist in Peliten und Mergeln als gerade, in Albit-Amphibol-Schiefern als z. T. synkinematisch gekrümmte Internstruktur ausgebildet.

Diese Schuppen-(oder Teildecken-)Kontakte werden während der Deformationen der *Zapport-Phase* isoklinal überfaltet. Diese Phase bildet die Hauptverformung der gesamten Nördlichen und Mittleren Adula-Decke: die Hauptschieferung Sz, eine penetrative Aggregatsstreckungs-Lineation Lz und (parallel orientiert) eine Generation liegender Falten Bz. Zapport-Falten sind eng bis isoklinal, stark gestreckt und vom Typ kongruenter Falten. Sz entwickelt sich durch Crenulation von Ss und Rekristallisation alter deformierter Hellglimmer. Knickbandgrenzen in Hellglimmern sind jeweils parallel (001) stark gezahnt. Eigentliche Nukleation neuer Hellglimmer ist untergeordnet. Quarz bildet prismatische Deformationsbänder. In Faltenschenkeln mergeliger Gesteine (nicht in pelitischen und basischen Schiefern) zeigt Granat stellenweise synkinematisch rotierte Doppelspiralen mit Rotationswinkeln bis 600 Grad.

Faltentyp wie Mikrogefüge deuten auf eine starke Scherkomponente der Verformung. Die Strukturen der Zapport-Phase werden mit einem Decken-

transport in N-S-Richtung (mind. 50 km) und der Platznahme im heutigen Deckengebäude in Verbindung gebracht.

Anschliessend bildet sich in situ eine liegende Megafalte der *Leis-Phase*, welche die Adula-Decke (als Faltenkern) und die Bündnerschiefer der Misoxer Zone ergreift. Mesoskopische Faltenprofile sind im allgemeinen kongruent und deutlich geringer gestreckt als Zapport-Strukturen. Eine parallele Minerallineation (konstant ENE gerichtet) sowie eine im Norden und Westen des Untersuchungsgebietes penetrative Achsenebenen-Schieferung begleiten die Leis-Falten. Im mikroskopischen (wie makroskopischen) Bereich ist der Faltenstil variabel, Hellglimmer rekristallisiert nur in Gebieten grosser Krümmung vollständig. Quarz bildet prismatische Deformationsbänder und subbasale Deformationslamellen. Letztere entsprechen Flächen, welche reich an Fluid-Einschlüssen sind und die Existenz eines zumindest temporär freien Leis-Fluids dokumentieren.

In einer letzten Phase plastischer Verformung, der *Carassino-Phase*, werden alle Strukturen flexurartig gegen Norden – in die nördlich anschliessende Alpettas-Synform – hinabgebogen. Entlang mikroskopischer Risse, die die Hauptschieferung im allgemeinen in grossen Winkeln durchschlagen, bewirkt ein extern kontrolliertes Fluid starke Hydratisierung und Karbonatisierung der Matrix. Quarz-Altkörner bilden wiederum prismatische Deformationsbänder und rekristallisieren zu einem äquigranularen Gleichgewichts-Gefüge. Hellglimmer rekristallisiert kaum mehr und zeigt scharflinige Knickbänder zwischen undulösen Hellglimmer-Paketen.

### Metamorphe Entwicklung

Alle Glimmerschieferproben zeigen nasschemisch wie rechnerisch erstaunlich hohe  $\text{Fe}(3+)$ -Gehalte, die im allgemeinen nicht auf Verwitterung zurückzuführen sind und mit paragenetischen Kriterien korrelieren. (Zum Beispiel bis 60% von  $\text{Fe}(\text{tot})$  als  $\text{Fe}(3+)$  in Hellglimmer aus pelitischen und basischen Schiefern.) Die Sauerstoff-Fugazitäten sind somit relativ hoch, graphitisches Material bleibt jedoch erhalten. Alle im folgenden erwähnten Fe-Mg-Gleichgewichte wurden mittels  $\text{Fe}(3+)$ -Gehalten korrigiert.

Die metamorphe Entwicklung der Glimmerschiefer zwischen Vals, Zerfreila und Peital wird durch drei Ansätze zu verstehen versucht: der paragenetischen Entwicklung (Tab. 1), der P- und T-sensitiven mineral-chemischen Entwicklung und der Thermobarometrie (Granat-Phengit, Granat-Amphibol, Amphibol-Plagioklas, Zoisit-Anorthit-Grossular,  $\text{Na}[\text{M4}]$  in Amphibol) an synkinematischen Porphyroblasten aus kritischen Faltenscharnieren der Zapport- und Leis-Phase. Alle drei Methoden führen zu einem analogen Entwicklungsmodell (Abb. 1).

Tab. 1 Nieder-variante Paragenesen des Glimmerschiefer von Vals.

---

" --> ": Diskontinuierliche Reaktion  
Alle Paragenesen mit Qtz und Phe im Überschuss.

--S O R R E D A-----?	HP - KLIMAX (-----)	Z A P P O R T-----	LEPONTISCH -----L E I S-----
<hr/>			
<b>PELITE</b>			
-----	--> Gar-Sta-Kya-Par-Epi		--> Chl-Par-Dol/Clc
Ctd1-Gar-Epi	--> Gar-Kya-Ctd2-Par-Epi		--> Ctd3
Ctd1-Par-(Kya?)	--> Gar-Kya-Ctd2-Par-Crb	(Gar-Kya-Ctd2-Par+Crb)+Chl2	--> Chl-Epi
Ctd1-Par-(Chl1?)	--> Gar-Kya-Chl-Tlc-Epi-Dol	(--> Bio-Par)	
<hr/>			
<b>MERGEL</b>			
-----	--> Kya-Zoi-Ctd2-Gar1-Clc-Par	Zoi --> Clc	--> (Mar-Clc-Clz-Chl-Plg)
Kya-Clz-Ctd1-Par-(Gar?)		(Kya-Epi-Ctd2-Gar2-Clc-Par)	--> (Mar-Clc-Chl-Par)
Epi-Ctd1-Clc-(Gar1?)		--> Chl-Clz-Clc-(Gar?)	--> Ctd3-Chl-Clz-Clc-Par
		--> Bio-Clz-Clc-(Chl?)	
		(--> Tre-Dol-Clc-Chl)	
<hr/>			
<b>Albit-Amphibol-Schiefer</b>			
-----		--> Gar2-Amp3-Par-Alb2-Chl-Bio-Epi	--> Chl-Alb3-Clc-Par-Gar-(Clz?)
Ctd1-Gar-Clz-(Chl1-Bio?)	--> Gar1-Amp2-(Ctd2?-Clz?)	Rut --> Tit	--> Chl-Alb3-Clz-Amp4-Clc-(Gar)
Gar-Amp1(-Bio1?)	--> Gar2-Amp2-Par-Alb2-Chl-Clz		
<hr/>			

Mineralabkürzungen: Alb (Albit), Amp (Amphibol), Bio (Biotit), Chl (Chlorit), Clc (Calcit), Clz (Clinozoisit), Crb (Carbonat), Ctd (Chloritoid), Dol (Dolomit), Epi (Epidot), Gar (Granat), Hgl (Hellglimmer), Kya (Disthen), Par (Paragonit), Phe (Phengit), Qtz (Quartz), Sta (Staurolith), Tlc (Talk), Tre (Tremolit), Zoi (Zoisit).

---

Die Metamorphose-Bedingungen der *Sorreda-Phase* können nur vage abgeschätzt werden und liegen möglicherweise im Bereich 380–450°C/6–8 kb. Glaukophan plus Ca-reicher Barroisit dokumentieren in diesem P-T-Bereich eine Mischungslücke der Na-Ca-Amphibole. Die Meta-Mergel-Paragenese Zoisit plus Disthen verlangt eine Wasseraktivität zwischen 0.2 und 0.4. Meta-Pelite zeigen eine erste Chloritoid-Generation (in helicytischer Schieferung in Granat) von intermediärem Mg/Fe-Verhältnis (0.28).

Die höchsten Metamorphose-Drücke (12–15 kb bei 470–540°C) werden unter zunehmender Temperatur erreicht und sind möglicherweise leicht höher als die Equilibrierungs-Drücke frischer Eklogite nach HEINRICH (1983). Alle Amphibole sind am Druckmaximum Barroisit (aufgrund der relativ hohen Temperaturen ist der Na-Ca-Solvus überschritten). Diese zeigen nur T-sensitive Austauschreaktionen (Edenit-, Tschermakit-Substitution). In Fe-reichen Peliten bildet sich Granat-Disthen-Chloritoid (Mg/Fe von Chloritoid = 0.5) aus Granat-Disthen-Staurolith (Staurolith-Vorkommen 10 km weiter N als bisher bekannt). In Mg-reichen Peliten sind die Paragenesen Granat-Disthen-Chlorit und Granat-Chlorit-Talc, ± Disthen; in Mergeln die Paragenese Zoisit-Disthen-Granat-Chloritoid stabil (vgl. Tab. 1). Wasseraktivitäten sind in Mergeln und Peliten oft intern gepuffert und tief (0.15–0.3 in Peliten, 0.15–0.2 in Mergeln).

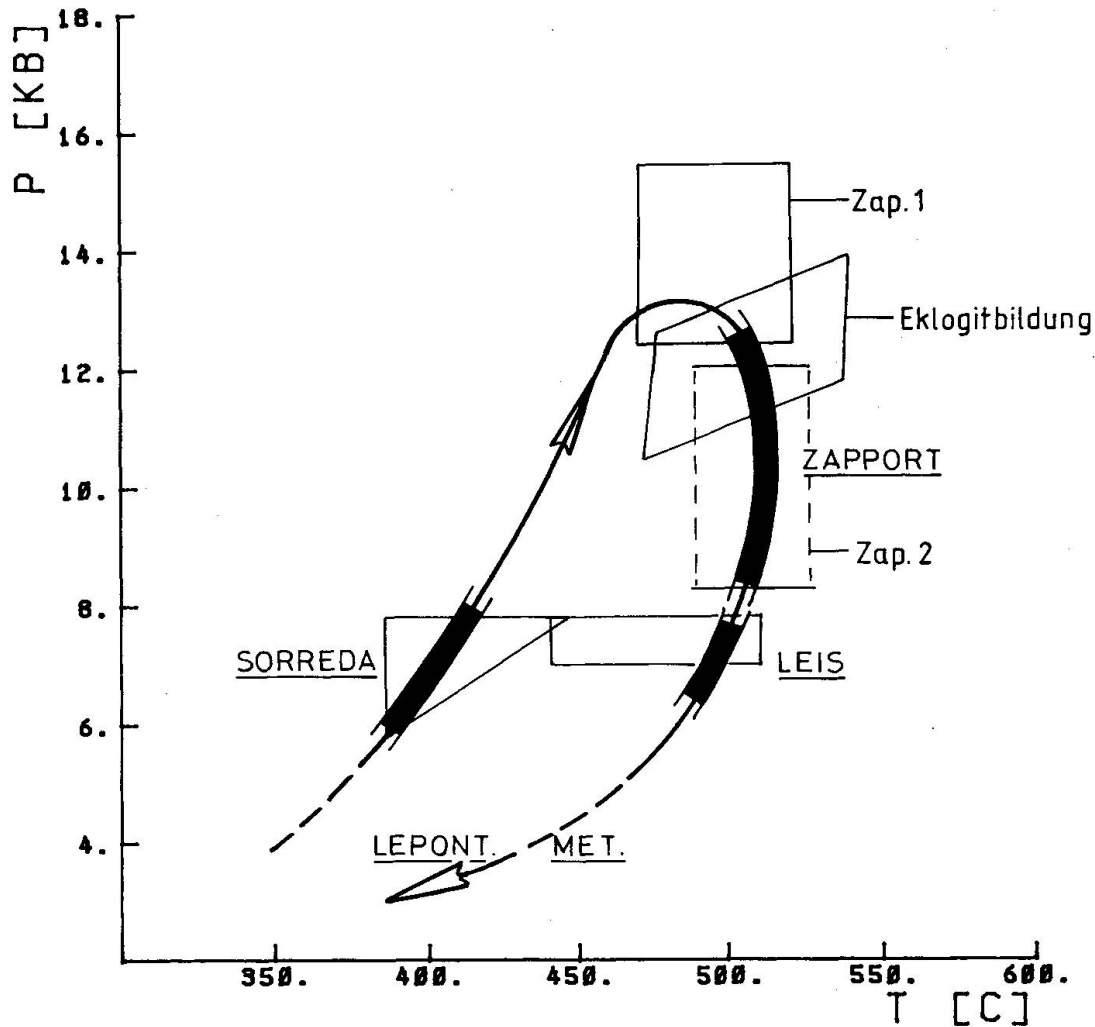


Abb. 1 P-T-Weg der alpinen Metamorphose der NE Adula-Decke in bezug zu den Deformationsphasen Sorreda, Zapport und Leis (schwarze Balken). Eine detaillierte Erläuterung der umgrenzten P-T-Felder findet sich in Löw (1985a).

Deformationen der *Zapport-Phase* beginnen am Druckmaximum und halten bis in den Druckbereich von etwa 8 kb an. Diese Dekompression geschieht im wesentlichen isothermal, bei Temperaturen um 500°C. Basische Schiefer zeigen durchwegs die Paragenese der «common mafic schists» (LAIRD 1980) und kontinuierliche, P-sensitive Austauschreaktionen (Plagioklas-, Glaukophan-Substitution) in stets barroisitischen Amphibolen. Pelite bilden – im Gegensatz zu Mergeln – ebenfalls kaum diskontinuierliche Mineralreaktionen.

Deformationen der *Leis-Phase* beginnen direkt anschliessend an die Dekompression der Zapport-Phase bei nur leicht tieferen Drücken (um 7 kb) und ähnlichen Temperaturen. Rekristallisierende Barroisite zeigen wiederum nur P-sensitive Austauschreaktionen. Metamergel reagieren zu Margarit-führenden Paragenesen.

Sorreda- bis Leis-Deformationen sind prä-lepontisch. Lepontische Paragenesen (mit einer dritten Fe-reichen Chloritoid-Generation in Peliten) entsprechen

chen in der NE Adula-Decke der oberen Grünschieferfazies vom Barrow-Typ und korrelieren möglicherweise mit den *Carassino*-Deformationen.

Während der Druckentlastung der Zapport- und Leis-Phase nimmt generell in Peliten und Mergeln die Varianz zu, das heisst, die interne Fluidpufferung des Druckhöhepunktes schwächt sich ab. Mikrorisse der Leis- und Carassino-Phase ermöglichen die Zirkulation eines freien Fluids, welches während der späten Deformations-Phasen im wesentlichen extern kontrolliert ist und die Hydratation der Hochdruckparagenesen ermöglicht. Diese mikroskopische Abhängigkeit lässt sich auch im regionalen Rahmen bestätigen: Eklogite und Blauschiefer treten im Adula-Kristallin nur in Gebieten ohne Post-Zapport-Deformationen auf (östliche Deckenteile).

Die vorliegende P-T-Entwicklung gilt quantitativ nicht für das gesamte Untersuchungsgebiet nördlich des Zapport-Kessels, darf aber qualitativ auf die gesamte Nördliche Adula-Decke übertragen werden.

Deformations-Ereignisse sind in der Adula-Decke nicht punktuelle Ereignisse bei konstantem P und T, sondern zum Teil lang anhaltende, kontinuierliche Verformungs-Prozesse. Dies scheint insbesondere für die relativ hochtemperierten Scherverformungen der frühen alpinen Entwicklungsgeschichte charakteristisch zu sein.

#### Literaturverzeichnis

- HEINRICH, C.A. (1983): Die regionale Hochdruckmetamorphose der Aduladecke, Zentralalpen, Schweiz. Dissertation ETH-Zürich.
- LAIRD, J. (1980): Phase equilibria in mafic schist from Vermont. *J. Petrol.* 21, 1-37.
- Löw, S. (1985a): Die tektono-metamorphe Entwicklung der Nördlichen Adula-Decke, Zentralalpen, Schweiz. Dissertation Universität Basel.
- Löw, S. (1985b): Struktur der Adula-Stirn: Feldbeobachtungen. *Schweiz. mineral. petrogr. Mitt.* 65, 123-125.

Manuskript erhalten 7. Februar 1986, überarbeitetes Manuskript angenommen 9. Juni 1986.