

Diss. ETH Nr. 6617

GEOLOGIE DER JOTUN-DECKE SOWIE U/Pb UND Rb/Sr GEOCHRONOLOGIE DES  
DARUNTERLIEGENDEN PRAEKAMBRISCHEN SCHILDES, FILLEFJELL, SUEDNORWEGEN

A B H A N D L U N G

zur Erlangung des Titels eines  
DOKTORS DER NATURWISSENSCHAFTEN

der

EIDGENOESSISCHEN TECHNISCHEN HOCHSCHULE ZUERICH

vorgelegt von

Fernando Guido Nicolao Corfu

dipl. Natw., ETH Zürich

geboren am 22. September 1949

von Mesocco GR

Angenommen auf Antrag von

Prof. Dr. M.Grünenfelder, Referent

PD Dr. A.G.Milnes, Korreferent



1980

## KURZFASSUNG

Die vorliegende Arbeit befasst sich mit den Ergebnissen geologischer sowie geochronologischer Untersuchungen am SE-Rand des Jotun-Komplexes in Südnorwegen.

### Geologie

Es können vier tektonische Haupteinheiten unterschieden werden:

- 1) Der autochthone, präkambrische Schild besteht im kartierten Gebiet aus grobkörnigen Graniten, die in einen hochgradig-metamorphen Gneisskomplex intrudierten.
- 2) Die parautochthone Sedimentbedeckung wird vorwiegend durch Graphit-Serizitschiefer und Quarzite (Kambro-silurische Sedimente) repräsentiert.
- 3) Die allochthonen Sedimente (Eokambrisch-silurischen Alters) zeigen eine sehr heterogene lithologische Zusammensetzung, u.a. Meta-Arkosen des Valdres-Sparagmits, Quarzite und Schiefer der Tya-Serie (wahrscheinlich äquivalent zur Mellsenn-Gruppe) und Graphit-Serizitschiefer.
- 4) Das Kristallin der Jotun-Decke kann in drei Untereinheiten gegliedert werden. Das Untere und das Obere Kristallin bestehen vorwiegend aus unterschiedlich stark vergneissten, mittelgradig-metamorphen, intermediären Plutoniten, aus mafischen Gneissen und aus Gabbros. Das dazwischenliegende Skakadalen Kristallin hingegen wird hauptsächlich von tiefgradig-metamorphen Gesteinen suprakrustaler Herkunft mit darin eingeschalteten, meist stark deformierten intermediären Plutoniten sowie Gabbros gebildet.

Die geologisch-strukturellen Analysen ergeben die folgende tektonische Entwicklung der Jotun-Decke:

- a) Kristallisation von felsischen Plutoniten und später von Gabbros.
- b) Vergneissung der Plutoniten unter mittelgradig-metamorphen Bedingungen (Tyin-Phase), kurz danach Bildung der internen präkambrischen Deckenstruktur mit Aufstapelung der drei Kristallineinheiten. Diese Phase (Tverfjell-Phase) verursachte die tiefgradig-metamorphe penetrative Deformation des Skakadalen Kristallins, jedoch nur untergeordnete Scherprozesse und Wölbungen in den anderen beiden Kristallineinheiten.
- c) Die kaledonische Orogenese begann mit der Bildung einer penetrativen Schieferung in den allochthonen Sedimenten (Valdres-Phase), und war

während der Platznahme der Jotun-Decke von einer Wellung der Kristallinbasis gefolgt. Danach wurde die penetrative Schieferung in den parautochthonen Sedimenten gebildet (Vang-Phase). Schliesslich verursachte die letzte Hauptdeformationsphase (Øye-Phase) eine grossräumige Wölbung der Decke gleichzeitig mit einer intensiven parasitischen Faltung der darunterliegenden Sedimenten.

### Geochronologie

Durch U-Pb Analysen von Zirkon, Titanit und Monazit sowie Rb-Sr Analysen von Gesamtgesteinen und gesteinsbildenden Mineralien kann im untersuchten Teil des präkambrischen Schildes folgende orogene Entwicklung abgeleitet werden:

Das älteste Ereignis ist eine hochgradige Metamorphose um 1518<sub>-17</sub> Mio.J., die am Ende einer Periode intensiver Magmenbildung, Erosion und Sedimentation steht. Die Länge dieser Periode kann aufgrund der U-Pb Systematik an Paragneiss-Zirkonen sowie der Rb-Sr Isotopendaten an Gesamtgesteinen auf maximal 300 Mio.J. geschätzt werden.

Im so geprägten Kristallinkomplex intrudierten zwei granitische Magmengenerationen anatektischen Ursprungs um 1014<sub>+35</sub> Mio.J. und 930<sub>+10</sub> Mio.J. Die jüngste Generation ist vorherrschend und verursachte eine Störung und teilweise Rehomogenisierung der Isotopensysteme in den umgebenden Gneissen. In diesem Zyklus, der von einer Klüftungsphase um ca.875 Mio.J. abgeschlossen wurde, fehlte eine regionale Metamorphose.

Während der kaledonischen Orogenese wurden Rb-Sr Systeme in Mineralien des autochthonen Schildes nicht vollständig rehomogenisiert. Hingegen zeigen sämtliche analysierten Zirkonsuiten einen starken Pb-Verlust und unter Konkordia-Schnittpunktsalter zwischen 340 und 370 Mio.J. Diese post-kaledonische Alter sind wahrscheinlich auf Tief-Temperatur Rekristallisation oder auf Druckentlastung, eventuell mit chemischen Umwandlungen von Zirkonphasen kombiniert, zurückzuführen wobei als mögliche geologische Ursachen vor allem einen langsamen Temperaturanstieg nach der Deckenplatznahme und/oder krustale Hebungsprozesse in Frage kommen.

In den parautochthonen Sedimenten erfolgte keine kaledonische Sr-Isotopenhomogenisierung im Gesamtgesteinsbereich, dies im Gegensatz zu den neugewachsenen Mineralien, deren Rb-Sr Isochronenalter von 384<sub>+18</sub> Mio.J. wahrscheinlich die Hauptdeformationsperiode (Vang- und Øye Phasen) datiert.

Zirkone und diskordante Titanite aus einem Paragneiss des Skakadalen Kristallins (Jotun-Decke) zeigen, dass die suprakrustalen Gesteine dieser Einheit während der svekonorwegischen Orogenese (ca. 900 Mio.J.) nur von der tiefgradig-metamorphen Tverfjell-Phase erfasst wurden im Gegensatz zu den plutonischen Gesteinen der Decke, die auch von der vorhergehenden mittelgradig-metamorphen Tyin-Phase erfasst wurden. Daraus folgt, dass die interne Deckenstruktur ca. 900 Mio.J. alt ist.

## ABSTRACT

This study presents the results of geological and geochronological investigations at the SE-margin of the Jotun-complex in southern Norway.

### Geology

Four main tectonic units have been recognized:

- 1) The autochthonous Precambrian shield: in the mapped area consisting of coarse-grained granites intruding a high-grade metamorphic gneiss complex.
- 2) The parautochthonous sedimentary cover: mainly graphite-sericite-schists and quartzites of Cambro-Silurian age.
- 3) The allochthonous sedimentary units: (Eocambrian-Silurian sediments) with a very heterogeneous lithological composition, including meta-arkoses (Valdres Sparagmite), quartzites and schists (Tya-Series, probably an equivalent of the Mellsenn Group) and graphite-sericite schists.
- 4) The basement of the Jotun nappe: subdivided in three sub-units. The Lower and the Upper crystalline units are composed mainly of variably gneissified, middle-grade metamorphic felsic plutonic rocks, mafic gneisses and gabbros. The Skakadalen crystalline unit lying between them consists mainly of low-grade metamorphic rocks of supracrustal origin with intercalations of felsic gneisses, mainly strong deformed, and gabbros.

The following tectonic development can be deduced: In an earliest phase, the felsic and mafic Jotun-plutonic rocks were subjected to a middle-grade metamorphic deformation (Tyin-phase); afterwards the internal nappe structure shown by the pile of subunits was formed. This phase (Tverfjell-phase) caused the low-grade metamorphic penetrative deformation of the Skakadalen unit while the other crystalline-units were only affected by shearing and gentle folding.

The Caledonian orogeny started with the formation of the schistosity in the allochthonous sediments (Valdres-phase) followed, during the nappe emplacement, by an open folding of the whole nappe complex. Afterwards, the penetrative schistosity developed in the parautochthonous sediments (Vang-phase), and finally the whole pile was folded at different scales along ESE-WNW axes (Øye-phase).

## Geochronology

U-Pb analyses on zircon, sphene and monazite as well as Rb-Sr analyses on whole-rocks and rock-forming minerals revealed the following orogenic evolution of the Precambrian shield in the investigated area:

The oldest event recognized is a high-grade metamorphism at  $1518 \pm 17$  m.y., which followed intense magma formation, igneous activity, erosion and sedimentation. Based on U-Pb systematics of paragneiss-zircons as well as Rb-Sr whole-rock systematics, a maximal duration of 300 m.y. can be estimated for this period.

Subsequently the intrusion of two anatectic magma generations occurred at  $1014 \pm 35$  m.y. and  $930 \pm 10$  m.y. The second granite generation is dominant in this area and caused a disturbance and in some cases resetting of the isotopic systems in the country rocks. However no regional metamorphism of this age is recorded. A post-magmatic fracturing stage at about 875 m.y. concluded this cycle.

Rb-Sr mineral systems were not completely re-equilibrated during the Caledonian event. In contrast, all the analyzed zircon populations show a strong Pb-loss and lower intercept ages ranging between 340 and 370 m.y. These post-Caledonian ages can not be ascribed to a single Pb-loss mechanism. Low temperature annealing or dilatancy, possibly coupled with zircon alteration and related to a slow thermal equilibration of the shield after the nappe emplacement or to a crustal uplifting are considered to be the most probable factors of the discordancy.

Within the paraautochthonous sediments the Rb-Sr whole-rock systems were not isotopically equilibrated in contrast to new grown minerals whose Rb-Sr isochron age of  $384 \pm 18$  m.y. probably dates the main deformation period (Vang- and Øye-phase).

Zircon and discordant sphene from a paragneiss of the Skakadalen crystalline unit (Jotun nappe) indicate that, in contrast to the Upper and the Lower crystalline, this unit was not subjected to the middle-grade metamorphic Tyin-phase deformation but only to the low-grade metamorphic Tverfjell-phase. This also demonstrates that the internal nappe-structure of the Jotun-nappe is of Sveconorwegian age (ca. 900 m.y.).