

Diss. ETH Nr. 8194

STRUKTURGEOLOGISCHE UND TEKTONISCHE ENTWICKLUNG DES WESTERN
GNEISS COMPLEXES IM SOGNEFJORD - QUERSCHNITT, WESTLICHES NORWEGEN

ABHANDLUNG

zur Erlangung des Titels eines

DOKTORS DER NATURWISSENSCHAFTEN

der

EIDGENÖSSISCHEN TECHNISCHEN HOCHSCHULE ZÜRICH

vorgelegt von

THOMAS NIKLAUS DIETLER

Dipl. Natw. ETH-Zürich

geboren am 7.5.1957

von Aarberg (BE) und Jona (SG)

Angenommen auf Antrag von:

Prof. Dr. J.G. Ramsay, ETH-Zürich, Referent

Prof. Dr. A.G. Milnes, NTH-Trondheim, Korreferent

Dr. N. Mancktelow, ETH-Zürich, Korreferent

1987

TEIL A: ZUSAMMENFASSUNG - ABSTRACT

A.1 DEUTSCHE ZUSAMMENFASSUNG

In der vorliegenden Arbeit wird versucht, die *Überprägung der präkambrischen Gesteine* des Western Gneiss Complexes (Sognefjord-Profil, westliches Norwegen) *durch die kaledonische Orogenese zu lokalisieren und in ihrer Ausbildung und Auswirkung zu beschreiben.*

Beim Western Gneiss Complex handelt es sich um eine hochgradig metamorphe Gneissregion, die hauptsächlich von migmatitischen Gneissen, Augengneissen, einigen granitischen Intrusionen, sowie zahlreichen basischen Gängen und Körpern aufgebaut wird. Der Gneisskomplex bildet die *Fortsetzung des Baltischen Schildes* auf der Westseite des kaledonischen Deckengebirges. Tektonisch stellt er die *niefste, heute aufgeschlossene Einheit des Orogens* dar.

Die strukturgeologischen Untersuchungen zeigen, dass das Gebiet im Querschnitt des Sognefjordes in drei Hauptdeformationsregime unterteilt werden kann. Bei dem im Osten gelegenen Deformationsregime R 1 sind die Gesteine überwiegend durch präkambrische, bei der Migmatisierung entstandene Strukturen (D M) geprägt. Kaledonische Einflüsse zeigen sich im wesentlichen nur durch einige diskrete Scherzonen und etwas breitere (> 1m) Scherbereiche. Im westlichen Teil des Profiles, gegen die Küste zu, liegt das Deformationsregime R 3. Es weist eine penetrative Überprägung der präkambrischen Gesteine durch die kaledonische Orogenese auf. In diesem Gebiet findet man auch kaledonisch datierte Eklogite. Das Deformationsregime R 2 bildet den ausgedehnten Übergangsbereich zwischen R 1 und R 3. Es zeigt eine heterogene Überprägung mit nicht, bis schwach überprägten, migmatitischen Linsen und netzförmig miteinander verbundenen Scherbereichen dazwischen. Im Kontaktbereich zu den höher liegenden Decken im Osten wurden die migmatitischen Gneisse nur in einer verhältnismässig geringmächtigen Zone überprägt. *Die kaledonischen Deformationen nehmen also vom Osten her (Rand der Jotun-Decken) gegen Westen (norwegische Küste) sukzessive zu.*

Die erste Deformationsphase (D 1) der Überprägung ist durch eine intensive, lokale (Scherzonen, Scherbereiche) bis regionale Zerschering der Gesteine, sowie eine gleichzeitig ablaufende Isoklinalverfaltung gekennzeichnet. In einer weiteren Deformationsphase (D 2) wird die Hauptfoliation (S_1) in offene bis geschlossene Falten deformiert. Bei einer letzten Deformation (D 3), die mit der Bildung einer Kulmination in R 3 zusammenhängen dürfte, werden noch offene Falten gebildet. D 1 und D 2 sind unter *amphibolit-faziellen Bedingungen* abgelaufen. *Die Foliation und Isoklinalfalten der ersten Phase (D1) bilden die dominierenden Strukturen der überprägten Bereiche.*

Als Indikatoren für die Unterscheidung von D M und D 1 wurden Pegmatite gebraucht, die in den migmatitischen Gesteinen stets diskordant und unfoliert auftreten. In den Gebieten der Überprägung sind sie aber immer isoklinal verfaltet, stark zerschert und somit konkordant zur Hauptfoliation ausgebildet. *Kaledonische Pegmatite wurden keine gefunden.*

Für eine grobe Datierung von D 1 dienen die Eklogite, die an verschiedenen Orten der norwegischen Küste als kaledonisch datiert worden sind. Diese werden von der Hauptfoliation umflossen oder zeigen ebenfalls eine ausgeprägte Foliation mit Isoklinalfaltung, sowie retrograder Umwandlung in Amphibolit-Fazies. *Die Hauptdeformationsphase (D 1) der Überprägung hat im Gebiet der Untersuchungen demnach höchstens ein kaledonisches Alter.*

Die im Rahmen des Projektes durchgeführten radiometrischen Datierungen ergeben für einen typischen *Migmatit ein Alter von ca. 1600 m.a.* (svecofennisch) und für einen *porphyrischen Granit ca. 900 m.a.* (sveconorwegisch).

Diese neuen Resultate der vorliegenden Arbeit lassen sich schliesslich in schon bestehende regional-tektonische Modelle einfügen. Durch die Krustenverdickung am westlichen Rand des Baltischen Schildes (beginnende Überschiebung der Jotun-Decken) sind im frühen Silur die Eklogite gebildet worden. Während der anschliessenden Verfrachtung der Jotun-Decken (spätes Silur) wurde auch der Western Gneiss Complex auf den Baltischen Schild aufgeschoben und heterogen überprägt. Spätkaledonische Extensions-Tektonik bewirkte die heutige geographische Orientierung der Strukturelemente.

A.2 ENGLISH ABSTRACT

The present work is an attempt to delimit and describe the development of the Caledonian orogeny in the Precambrian migmatitic rocks of the Western Gneiss Complex (Sognefjord cross-section, western Norway).

The high grade metamorphic complex is composed dominantly of migmatitic gneisses, augengneisses and occasional granitic intrusions, with abundant mafic dikes and larger intrusive bodies. *The Western Gneiss Complex represents the continuation of the Baltic Shield* on the western side of the Caledonian orogenic belt and forms *the lowermost tectonic unit which is exposed today.*

The structural investigations show that the gneiss complex in the Sognefjord profile can be divided into three main deformation regimes. In regime R 1, which forms the eastern part of the profile, the rocks are dominated by Precambrian structures, which were formed during migmatitisation (D M). The Caledonian influence is only present as a few discrete shear zones and broader (>1 m) shear belts. The deformation regime R 3 lies in the western

part of the cross-section. It shows a penetrative overprint of the Precambrian rocks by the Caledonian orogeny. In this region, several lenses of Caledonian eclogites occur. The central regime R 2 represents the transition area between R 1 and R 3. It is marked by a heterogeneous, net-like overprint; lens-shaped bodies of un- or slightly affected migmatites are enclosed by Caledonian S-tectonites. In the border zone of R 1, adjacent to the higher tectonic units to the east, the migmatitic rocks are only overprinted in a relatively narrow zone. *In general, the influence of the Caledonian deformation on the Western Gneiss Complex increases from the east towards the west.*

The first deformation phase (D 1) of the Caledonian overprint is characterized by an intense, local (shear zones, shearbelts) to regional foliation (in R 3) of the rocks, associated with tight, isoclinal folding. In the next deformation phase (D 2), the main foliation S_1 becomes affected by open to close folds. These two deformation phases occurred under amphibolite conditions. During a last ductile deformation (D 3), which is possibly connected with the formation of a culmination in R 3, open folds were produced. *The foliation and isoclinal folds of the first phase (D 1) form the dominant structures in the overprinted areas.*

In distinguishing between D M and D 1, the pegmatites are very useful. In non-overprinted migmatitic rocks, they are always discordant to the dominant foliation and are unfoliated. In areas affected by D 1, they are always isoclinally folded, strongly foliated and therefore concordant. Pegmatites of Caledonian age have not been found.

For an approximate dating of D 1, the eclogites, which have radiometrically been dated in several places along the norwegian coast as Caledonian, can be very helpful. They form lenses within the main foliation S_1 , or have the foliation and isoclinal folding, as well as a regression to amphibolite fazies, within them. *The main overprinting deformation phase (D 1) of the Sognefjord area cannot, therefore, be older than the Caledonian orogeny.*

The results of the radiometric age dating, which was carried out during the project, are in close accord with already published data. A typical migmatite is dated at c. 1600 m.a. (Svecofennian) and a porphyric granite at c. 900 m.a. (Sveconorwegian).

Finally, these new results of the present work were used to modify regional-tectonic models. In early Silurian, during thrusting of the Jotun-Nappe, crustal thickening lead to the formation of the eclogites. The displacement of the Jotun-Nappe (late Silurian) and the thrusting of the Western Gneiss Complex onto the Baltic Shild, caused the heterogeneous Caledonian overprint of the Western Gneiss Complex. Late Caledonian extension tectonics rotated the structural elements to the present orientation.