

STRUMPF, N.

Das Kernkristallin von Naxos (Kykladen, Griechenland)

Mit 79 Abbildungen, 21 Tabellen, 2 Tafeln und 3 Anhangteilen

Verlag der Gesellschaft für Geowissenschaften e. V.

Berlin 1997

ISBN 3-9805627-2-7

ISSN 942-3443

Inhalt

Deutsche und griechische Zusammenfassung / Περίληψη.....	7
Extended Summary	8
1. Einleitung und Geologischer Überblick	13
1.1 Das Arbeitsgebiet.....	13
1.2 Die Helleniden.....	13
1.3 Das Attisch-kykladische Kristallin.....	15
1.4 Naxos - Stand der Forschung	16
1.5 Ziele und Methoden der eigenen Studien.....	22
2. Petrographie	23
2.1 Metaultrabasite und mit diesen assoziierte Gesteine	23
2.2 Gesteine strukturell oberhalb des Haupt-MUB-Horizontes — Metamorphe Hülle..	26
2.3 Gesteine strukturell unterhalb des Haupt-MUB-Horizontes — Kernkristallin.....	33
2.4 Migmatite	45
2.5 Die Intrusiva von Naxos.....	53
2.6 Zusammenfassung Petrographie.....	59
3. Geochemie.....	60
3.1 Geochemie und paläotektonische Position der Intrusiva	60
3.2 Geochemie der Kerngneise und Vergleich mit den M2b-Granitoiden.....	74
3.3 Geochemie und paläotektonische Position der Metabasite	81
3.4 Zusammenfassung Geochemie.....	89
4. Strukturelle Entwicklung.....	90
4.1 Bisheriger Kenntnisstand.....	90
4.2 Deformationserscheinungen in ihrer relativen Altersstellung	91
4.3 Prä-M2b-Deformationen.....	92
4.4 Prograde und Syn-M2b-Deformationen.....	98
4.5 Spät- und Post-M2b-Deformationen	109
4.6 Strukturelle Entwicklung — Zusammenfassung und Diskussion.....	116
5. Modellvorstellungen zur M2b-Entwicklung	120
6. Allgemeine Zusammenfassung.....	123
Verzeichnis der Abkürzungen.....	128
Literaturverzeichnis.....	128
Anhang 1 — Aufschlußpunkte.....	135
Anhang 2 — Probenpunkte	136
Anhang 3 — RFA-Analysen	138

Zusammenfassung

Naxos, die größte Insel der Kykladen (Griechenland), gehört zum Attisch-kykladischen Kristallin, welches zum Medianen Kristallingürtel der Ägäis gezählt wird (DÜRR 1975). Das Metamorphikum von Naxos, eine stark tektonisierte Gesteinsserie mit einem teilweise migmatisierten Kern (Kernkristallin), wird überlagert von allochthonen Deckenresten („Pelagonische“ Decken und „Mesohellenische“ Molasse). Den Westen der Insel nimmt ein miozäner I-Typ Granodiorit ein. Naxos kann als spättertiärer „Metamorpher Kernkomplex“ beschrieben werden, mit flach liegenden Scherzonen sowohl zwischen dem metamorphen Kernkristallin und der metamorphen Hülle als auch zwischen dem Metamorphikum und dem überlagernden Allochthon. Eine Kette von Metaultrabazit-Linsen (JANSEN 1973, 1977) trennt die metamorphe Hülle von dem unterlagernden Kern. Dieser Kern besteht aus hochmetamorphen Gneisen, Migmatiten und Marmoren. Die Migmatite sollen durch eine oligo-miozäne Aufhebung entstanden sein, die eine Art lokalen Wärmedom innerhalb des Kristallins von Naxos ausbildete. Im südlichen Teil des Kernkristallins von Naxos konnte, durch detaillierte Kartierungen und strukturelle Untersuchungen, eine „Inhomogene Einheit“, aus granitoiden Gneisen, „alten“ Migmatiten, Marmoren und Metapeliten, von einer nur aus homogenen granitoiden Gneisen bestehenden „Homogenen Einheit“ unterschieden werden. Beide Einheiten haben vermutlich paläozoische bis proterozoische Edukte. Die „ältere“ Migmatisierung könnte mittel- bis spätvariscisches Alter und die nachfolgende(n) Deformation(en) ein spätvariscisches bis frühalpides Alter haben. Die „alten“ Gneise und Migmatite im Süden des Kernkristallins werden — nach Norden zu — allmählich verfaltet und zunehmend migmatitisch aufgelöst. Die anatektische Auflösung des älteren Lagenbaus führte in zentralen Teilen des Kernkristallins zur Bildung von Nebuliten und feinkörnigen Graniten. Diese zweite, miozäne Migmatisierung erfaßte im Norden auch Teile der unteren metamorphen Hülle. Die jüngeren der migmatischen Gänge füllen im Kernkristallin quer verlaufende Spalten, werden jedoch beim Übertritt in die metamorphe Hülle infolge der dort noch bei niedrigeren Temperaturen anhaltenden Deformationen geschert. Lokale Vorkommen von synmigmatischen I-Typ Granodioriten im Kernkristallin lassen vermuten, daß unter dem Kernkristallin größere Intrusivkörper stecken und geben den bislang deutlichsten Hinweis auf eine magmatische Wärmequelle der jüngeren Migmatisierung.

Περίληψη

Η Νάξος, το μεγαλύτερο νησί των Κυκλάδων (Ελλάδα), ανήκει στο Αττικοκυκλαδίτικο κρυσταλλικό σύμπλεγμα, το οποίο συγκαταλέγεται στη Μεσαία κρυσταλλική ζώνη του Αιγαίου (DÜRR 1975). Το Μεταμορφικό σύμπλεγμα της Νάξου, μία ισχυρά τεκτονισμένη σειρά πετρωμάτων με εν μέρει μιγματιτοποιημένο πυρήνα, καλύπτεται από αλλόχθονα τεκτονικά υπόλοιπα (“Πελαγονικά” καλύμματα και “Μεσοελληνική” μολάσσα). Το δυτικό τμήμα του νησιού καταλαμβάνεται από μειοκαινο γρανодиוריτή τύπου Ι. Η Νάξος μπορεί να περιγραφεί ως υστεροτριτογενές “μεταμορφικό πυρηνικό σύμπλεγμα”, με αβαθείς κατακείμενες ζώνες διάτμησης τόσο μεταξύ του μεταμορφικού κρυσταλλικού πυρήνα και του μεταμορφικού καλύμματος, όσο και μεταξύ του μεταμορφικού συμπλέγματος και του αλλοχθόνου. Μία αλυσίδα από μεταυπερβασιίτες φακούς (JANSEN 1973, 1977) χωρίζει το μεταμορφικό περικάλυμμα από τον υποκατακείμενο πυρήνα. Ο πυρήνας αυτός αποτελείται από υψηλού βαθμού μεταμορφικούς γνεύσιους, μιγματίτες και μάρμαρα. Οι μιγματίτες υπολογίζεται ότι έχουν σχηματισθεί μέσω μιας ολιγοκαινικής-μειοκαινικής υπερθέρμανσης, η οποία δημιούργησε ένα είδος τοπικής θερμικής περικλινούς δομής εντός του κρυσταλλικού συμπλέγματος της Νάξου. Μέσω διεξοδικών χαρτογραφήσεων και δομικών αναλύσεων μπόρεσε να διακριθεί στο νότιο τμήμα του κρυσταλλικού πυρήνα της Νάξου μία “Ανομιογενής ενότητα” από γρανιτοειδείς γνεύσιους, “παλιούς” μιγματίτες, μάρμαρα και παραγνεύσιους, από μία “Ομοιογενή ενότητα” αποτελούμενη μόνο από ομοιογενείς γρανιτοειδείς γνεύσιους. Και οι δύο ενότητες έχουν προφανώς παλαιozoϊκούς πρωτόλιθους έως και πρωτόλιθους προκαμβρίου. Η “αρχαιότερη” μιγματιτοποίηση μπορεί να είναι μεσοερκυνιτικής έως και υστεροερκυνιτικής ηλικίας και οι επακόλουθες παραμορφώσεις υστεροερκυνιτικής έως και πρωιμοαλπικής ηλικίας. Οι “παλιοί” γνεύσιοι και μιγματίτες στα νότια του κρυσταλλικού πυρήνα - με βόρεια κατεύθυνση - σχηματίζουν βαθμιαία πτυχές και διαλύονται προοδευτικά μιγματικώς. Η ανατηκτική διάλυση των παλιότερων πετρωμάτων είχε ως αποτέλεσμα τη δημιουργία νεμπουλιτών και λεπτόκοκκων γρανιτών σε κεντρικά τμήματα του κρυσταλλικού πυρήνα. Αυτή η δεύτερη μειοκαινική μιγματιτοποίηση συμπεριέλαβε στα βόρεια και τμήματα του κάτω μεταμορφικού περικαλύμματος. Οι νεότερες των μιγματιτοποιημένων φλεβών γεμίζουν στον κρυσταλλικό πυρήνα εγκάρσιες ρωγμές, αλλά κατά την προσχώρησή τους στο μεταμορφικό περικάλυμμα ψαλιδίζονται λόγω των συνεχών παραμορφώσεων που λαμβάνουν χώρα εδώ ακόμα και σε χαμηλότερες θερμοκρασίες. Τοπικές εμφανίσεις συμμιγματικών γρανодиוריτών τύπου Ι στον κρυσταλλικό πυρήνα οδηγούν στην εικασία, ότι κάτω από τον κρυσταλλικό πυρήνα υπάρχουν μεγαλύτερες διεισδυμένες μάζες και αποτελούν την μέχρι τώρα σαφέστερη υπόδειξη ύπαρξης μαγματικής θερμής πηγής της νεότερης μιγματιτοποίησης.

Extended summary

Introduction

Naxos is the largest island of the Cycladic archipelago in Greece. It belongs to the Attic-Cycladic complex (fig. 1), which is — together with the West-Macedonian, the Thessalic and the Menderes Massif (3 in fig. 2) — a part of the Median Aegean Crystalline Belt (DÜRR 1975; DÜRR et al. 1978). The metamorphic complex of Naxos is built up of extremely tectonized metamorphic series and a partially migmatic core, covered by relics of non-metamorphic allochthonous units ("Pelagonian" fossiliferous Permian and Triassic, ophiolites and "Mesohellenic" molasse) (after PAPAVALIOU 1909, 1914; JANSEN 1973, 1977; JANSEN & SCHUILING 1976; RÖSLER 1978) (see fig. 6).

On Naxos, as on other Cycladic islands, we can distinguish between two alpidic metamorphic events that have affected the metamorphic complex. An Eocene high-pressure, low-temperature (blueschist) metamorphism (M1) ($< 500\text{ }^{\circ}\text{C} / > 14\text{ kbar}$, $45 \pm 5\text{ Ma}$ after ALTHERR et al. (1979) and ANDRIESEN et al. (1979); "a" in fig. 5) was followed during the Oligocene by a regional medium-pressure, low-temperature (greenschist) metamorphism (M2a) (between 23 and 25 Ma after ANDRIESEN et al. (1979) and ANDRIESEN & JANSEN (1990); "b" in fig. 5). This second metamorphic phase culminated on Naxos during the Miocene in a local high-temperature maximum (M2b) (16 Ma after WJBRANS & MC DOUGALL (1988) or 19 - 20 Ma after ANDRIESEN & JANSEN (1990) and ANDRIESEN et al. (1991); "c" and "M2b"-fields in fig. 5). During this M2b metamorphism the present zoning of the metamorphic complex was developed, with metamorphic isogrades around a partially migmatic dome (fig. 6, tab. 2).

An I-type granodiorite (ALTHERR 1981) forms the western section of the island. This "West-Naxos-Granodiorite" intruded during the Miocene (after the peak of M2b metamorphism), and shows cooling ages down to 13 Ma (ANDRIESEN et al. 1979; ALTHERR et al. 1979; WJBRANS & MC DOUGALL 1988).

Naxos can be described as a late Tertiary "Metamorphic Core Complex" (URAI et al. 1990; BUICK 1991; LISTER & BALDWIN 1993; GAUTIER et al. 1993), with low angle shear thrusts (décollement zones) between the high metamorphic core and its metamorphic cover and also between the metamorphic complex and the non-metamorphic allochthon (chapter 5).

The boundary between the metamorphic cover and its underlying core is marked by the "main horizon of meta-ultrabasic lenses" of JANSEN (1973, 1977) ("10" in fig. 6, "Grenze des Kernkristallins" in "Tafel 1").

Petrography and geochemistry

The "main horizon of meta-ultrabasic lenses" of JANSEN is part of the homogeneous dioritic "Potamia-Gneis", which contains lenses of meta-ultrabasites (dunites, peridotites and pyroxenites (JANSEN 1977)) (fig. 8, "U" in "Tafel 1"), metagabbroic ("MG" in "Tafel 1") and metabasaltic rocks. This horizon could be interpreted as an old (pre M2b) thrust plane or mylonitic shear zone (JANSEN & SCHUILING 1976). Geochemically, the metabasaltic rocks show a MORB like signature (see fig. 53 b, Tab. 20; STRUMPF & ENGEL in prep.). I therefore interpret these metabasalts together with the metagabbroic and meta-ultrabasic rocks as relics of (possibly Jurassic) ophiolites.

The lower sections of the metamorphic cover, above the "main horizon of meta-ultrabasic lenses", are characterized by series of Mesozoic and Paleozoic to probably Precambrian metasediments, metabasalts and metagranitoids.