

## Granitoid-Typen in postkinematischen Granitoidplutonen: Abbilder von autonomen Intrusionsschüben – Beispiele vom Nordrand des Böhmisches Massivs (Erzgebirge - Harz - Flechtinger Scholle - Lausitz)



Granitoid rock types within postkinematic granitoid plutons: the reflections of autonomous intrusion pulses (batches) – Examples from the Northern borderzone of the Bohemian Massiv (Erzgebirge - Harz - Flechtingen Block - Lausitz, Germany)

FRIEDRICH SCHUST (Berlin) & JÜRGEN WASTERNAK (Biesenthal)

**key words:** Granitoide, Plutonbau, Intrusionsphasen, Granitoidtypen, Typ-Autonomie, Granit-in-Granit-Kontakte, Endokontakte, Erzgebirge, Harz, Lausitz, granitoids, pluton construction, intrusion phases, granitoid rock types, autonomy features, granitoid-in-granitoid-contacts, endocontacts, Germany

### Kurzfassung

Sowohl die „Granittektonik“ (H. CLOOS 1922, 1925), insbesondere aber die neueren, aus kontaktparallelen, planaren, streßbezogenen Regelungsgefügen abgeleiteten Modelle der Entstehung granitoider Plutone (z. B. RAMSAY 1989, REY 1998) berücksichtigen bei der Interpretation der Plutonentstehung nicht die innere Gesteinsgliederung der Plutone. In ihren genetischen Modellen werden Plutone wie ein Einkörper-Gebilde behandelt. In ihnen existierende Gesteinsvielfalt wird durch die Idee des Ballooning erklärt, für das es in unseren Beispielen in Bezug auf seine dachaufwölbende Wirkung keine Anzeichen gibt, obwohl die  $s_1$ -Gefüge des Phyllit- bzw. Gneis-Rahmens der meisten Plutone in den behandelten geologischen Einheiten einen empfindlichen Indikator bieten.

Gegenstand dieser Arbeit sind Beobachtungen über den Aufbau von postkinematischen Plutonen aus unterscheidbaren Granitoid-Typen (Granite und Granodiorite), über die Merkmale, die die Unterscheidung dieser Gesteinstypen erlauben und über deren intrusionstektonische Stellung. Die Beobachtungen wurden in variszischen, kambro-ordovizischen und cadomisch-kambribrischen Plutonen im sächsischen Erzgebirge (Saxothuringikum), des Harzes und der Flechtingen-Roßlauer Scholle (NE-Rhenoherynikum) und der sächsischen Lausitz (Lausitz-Jizera-Karkonosze-Zone) gemacht.

In jedem dieser Plutone lassen sich mehrere bis zahlreiche granitoide Gesteinstypen unterscheiden. Wir sehen sie als Erstarrungsprodukte eines jeweils selbständigen Intrusionsschubes (pulse, batch) und somit als kleinste geologische Einheit im Pluton (als „kleinsten geologischen Baustein“) an. Darüber hinaus werden Granit-Typen im Erzgebirge von Granit-Intrusiv-Phasen (im Sinne von KOPTEV-DVORNIKOV 1952, BESKIN & MARIN 1973 und FÖRSTER & TISCHENDORF 1994, nicht i. S. von COBBING et al. 1992) unterschieden, die hier jede durch einen oder mehrere Granit-Typen realisiert sind. Eine Granit-Intrusiv-Phase widerspiegelt mit den Mittelwerten der Eigenschaften der zu ihr gehörenden Granit-Typen den ihr entsprechenden Grad einer gerichteten ablaufenden Entwicklung der Gesteinsgefüge und der petrochemischen und geochemischen Zusammensetzung der granitbildenden Magmen. Jeder Granit-Typ und generell jeder Granitoid-Typ repräsentiert mit den gleichen Merkmalen, die auch die Phasen kennzeichnen, den Zustand seiner konkreten magmatischen Intrusion.

Granitoid-Typen können erkannt und unterschieden werden aufgrund von: (1) Merkmalen der petrographischen und geochemischen Selbständigkeit und (2) Merkmalen der intrusionstektonischen Abgrenzbarkeit.

Zu (1): Granitoid-Typen unterscheiden sich in den qualitativen und quantitativen Merkmalen ihres Gefüges und ihrer Substanz (Gefügeart, Mittelwerte von Korngrößen, Modalbestand, Haupt- und Spurenelementgehalten, Vorhandensein/Fehlen von charak-

teristischen Mineralen, Elementen). Homogenität von Mineralgefüge (Korngröße, Korngefüge) und Mineralbestand sind die wichtigsten megaskopisch und subjektiv auch im Feld anwendbaren Eigenschaften zur Definierung eines Granitoid-Typs. Einschlüsse benachbarter und verwandter Granitoide (cognate enclaves) dokumentieren die genetische Autonomie von Einschluss- und Trägergestein.

Zu (2): Scharfe Kontakte zwischen zwei Typen und das Abschneiden von Gesteins-, Mineral- und Metasomatit-Gängen in einem (relativ) älteren Granitoid-Typ durch einen jeweils jüngeren sind die eindeutigsten Merkmale der intrusionstektonischen Abgrenzbarkeit zwischen zwei Granitoid-Typen.

Scharfe Kontakte, schroff wechselnde Raumlagen von Kontaktflächen zwischen zwei Granitoid-Typen und die z.T. eckige Form von Granitoid-Einschlüssen weisen darauf hin, dass Abkühlung des jeweils älteren Typs bis zur Bruchfestigkeit (eckige Einschlüsse: bis zur Sprödigkeit?) angenommen werden muss. Die Hinweise auf den Abkühlungsgrad und das Abschneiden von Gängen sind auch Hinweise auf zeitliche Unterbrechungen zwischen den Intrusionen.

Die Merkmale der intrusionstektonischen Abgrenzbarkeit liefern die direkten Hinweise auf den autonomen Charakter der Intrusion des Magmas eines Granitoid-Typs innerhalb eines Plutons.

Weitere wichtige Anzeichen der intrusionstektonischen Selbständigkeit und Abgrenzbarkeit der Granitoidtypen sind auch die Randfazies sowie extreme bis unauffällige Formen von „Wechselkörnigen Randzonen“ (WRZ) und „Einfach strukturierte Randzonen“ (ERZ) direkt unter den Kontaktflächen der jeweils jüngeren Granitoidintrusion. Als *Randfazies* werden kontaktberührende und -begleitende Zonen mit Mächtigkeiten von kleiner 1 m bis zum 10er m-Bereich bezeichnet, die sich allmählich aus der Hauptfazies entwickeln und in denen bei prinzipiell gleichem Mineralbestand vor allem die Korngröße gegenüber der Haupt(= Normal-) fazies verringert ist.

Die ebenfalls kontaktparallel verlaufenden „*Wechselkörnigen Randzonen*“ zeichnen sich dadurch aus, dass feinkörnige bis riesenkörnige und aplitische bis pegmatoide Gefüge und Mineralbestände im intrudierten Granit unter und an der Kontaktfläche parallel zu ihr unregelmäßig lagenhaft oder auch nesterartig wenige bis mehrere Male miteinander wechseln. Eine Sonder- und Extremform stellen die Stockscheider dar. WRZ treten bevorzugt unter flach bis mittelsteil einfallenden Kontaktflächen auf. Als „*Einfach strukturierte Randzonen*“ werden schmalere Zonen mit Mächtigkeiten im cm- bis dm-Bereich bezeichnet, die ebenfalls kontaktberührend und -begleitend auftreten und durch gegenüber der Randfazies weitere Kornverkleinerung und/oder durch lagenweise Anreicherung von Dunkelglimmer- oder Kalifeldspatkristallen oder durch Quarzbänder ausgezeichnet sind. WRZ und ERZ fehlen an steil verlaufenden Kontakten oder sind dort stark reduziert. Dann grenzt die Randfazies der jüngeren an eine ältere Intrusion, wodurch das Auffinden eines vorhandenen scharfen Kontaktes zwischen beiden Gesteinen erschwert sein kann.

Im zweiten Teil der Arbeit werden Beispiele für das Auftreten von Granitoid-Typen in Plutonen im Erzgebirge (Saxothuringikum), im Harz und der Flechtinger Scholle (NE-Renoherzynikum) und in der Lausitz (Lausitz-Jizera-Karkonosze-Zone) behandelt.

## Abstract

The “granite tectonics” (H. CLOOS 1922, 1925) as well as especially the modern models of the origin of granitoid plutons which are based on the contact-parallel planar stress-related alignment fabrics of minerals and/or xenoliths (e.g. RAMSAY 1989, REY 1998) do not consider the internal subdivision by mostly several granitoid rock types for the interpretation of pluton origin. In the formation models each pluton is treated as one body. Their rock variety is explained by the idea of ballooning. There are no indications for ballooning in our examples concerning the roof uplifting effect of this process, though  $s_1$ -fabrics of the phyllitic and gneissic envelope of the most plutons in our area present a sensitive indicator.

Topics of this paper are observations about the structure of postkinematic plutons by distinguishable granitoid types (granites and granodiorites), about the features that allow the distinction of these rock types and about the intrusion-tectonic position of the types. The observations were carried out in the postkinematic Variscan plutons of the Saxonian Erzgebirge (Saxothuringian zone), of the Harz and of the block of Flechtingen-Roßlau (NE-Renohercynian zone) and in the Cadomian-Cambrian as well as in the Cambrian-Ordovician plutons of the Saxonian Lausitz (Lausitz-Jizera-Karkonosze zone).

In each of the plutons can be distinguished some to numerous granitoid *types*. We regard them as the solidification products of individual intrusion pulses or batches. So they form the smallest geological objects (“smallest bricks”) within the plutons.

Beyond it, in the postkinematic granites of the Erzgebirge, are distinguished granite types and granite intrusion *phases* (in the sense of KOPTEV-DVORNIKOV 1952, BESKIN & MARIN 1973 and FÖRSTER & TISCHENDORF 1994, but not in the sense of COBBING et al. 1992). Here, each granite intrusion *phase* is realized by one or numerous granite types. It reflects by the mean values of the characteristics of their granite-types the level of the directed *development* of the petrochemical and geochemical composition and of the texture in the granite-forming magma. Each granite type and, in general, each granitoid *type* represents by the same characteristics as in the granite intrusion phase the *state* of its own magmatic intrusion.

Granitoid types can be recognized and distinguished by: (1) features of petrographic and geochemical autonomy and (2) features of demarcation, that allow the distinction of intrusion-tectonic units.

Ad (1): granitoid types are distinguished by the qualitative and quantitative characteristics of their texture (type of texture, mean values of grain size) and by their substantial characteristics (mode, contents of main and trace elements, existence of characteristic

minerals or elements). *Homogeneity* of the *fabric* (grain size, texture of the rock forming minerals) and of the *modal composition* (within a certain range of variation) are the most important features for megascopical and subjective recognition of granitoid types in the field. Enclaves of neighbouring and related granitoids (cognate enclaves) document the autonomous state of the enclave rocks as well as of the enclaves bearing rock.

Ad (2): *Sharp contacts* between two types, *cross cutting* of *dikes and mineral or metasomatic veins* within a (relatively) older granitoid type by a (relatively) younger one are the most obvious features of intrusion-tectonic demarcation between two granitoid types. Sharp contacts and *abrupt changing of the spatial positions of contact planes* between two granitoid types and the partly *angular shape of granitoid enclaves* indicate, that the (relatively) older granitoid must have reached during his cooling the state of brittle failure. These indications of rate of cooling and cross-cutting of dikes and veins by a younger granitoid also indicate a *temporal hiatus* between the intrusions. The features of intrusion-tectonic demarcation directly indicate the autonomous character of the type-related magma intrusion within a pluton.

Additional important indicators for the intrusion-tectonic autonomy and for the demarcation of the granitoid types contribute the "border facies" and the extreme to unobscured varieties of "Alternately-grained marginal zones" (WRZ) and "Structurally simple marginal zones" (ERZ) immediately below the contact planes of the respective younger granitoid intrusions.

As *border facies* are called contact-touching and contact-accompanying zones which gradually develop from the main or normal facies of a granitoid type. Their thicknesses range from smaller 1m to some 10 m. They are characterized by smaller grain size than in the main facies. Mineral content and mode stay unaltered.

The also contact-parallel arranged *Alternately-grained marginal zones* may be distinguished by an irregularly, few to many times repeated, vertical change of fine-grained to giant-grained or aplitic to pegmatitic textures and mineral contents at the bottom side of contact plane of the intruded granitoid. A special kind of WRZ are the stockscheiders. WRZ occur preferently below contact planes with flat to medium steep inclination.

As *Structurally simple marginal zones* are called narrow, also contact-touching and contact-accompanying zones distinguished by additional grain size reduction (related to border facies) or by layers of enrichment of dark mica or kalifeldspar crystals or by quartz bands. The thickness of these zones is in the range of cm to decimeter. Both WRZ and ERZ do not occur at steep inclined contact planes or occur there only in a very reduced volume. Then the border facies of the (relatively) younger intrusion contacts the main facies of the older one. Thereby the detection of an existing sharp contact trail between the two rock types may be complicated.

In the second part of the paper examples of occurring granitoid types in the postkinematic plutons of three different groups of age in the Erzgebirge, Harz, Flechtingen-Roßlau block and Lausitz areas are treated.