

## Mineral and textural evolution of subvolcanic A-type granite: Hora Svaté Kateřiny stock, Krušné Hory Mts., Czech Republic

Mineralogische und textuelle Entwicklung eines subvulkanischen schwach peraluminösen A-Typ Granits: Der Granitstock von Hora Svaté Kateřiny im Erzgebirge, Tschechische Republik

Minerální a texturní vývoj subvulkanického slabě peraluminického granitu z Hory svaté Kateřiny (Česká republika)



KAREL BREITER (Praha)

**Key words:** A-type granite, rock textures, mineralogy, geochemistry, Krušné Hory Mts., Erzgebirge, Czech Republic

### Abstract

The Hora Svaté Kateřiny granite forms a small stock in the Czech central part of the Krušné Hory/Erzgebirge Mts. The granite was emplaced into the Lower Palaeozoic crystalline basement of the Kateřina Dome, in the significant NNW–SSE-striking zone of the Brandov/Flöha deep fault.

Granite emplacement proceeded in two pulses: (i) Equigranular, medium-grained biotite granite forms most of the stock; (ii) Weakly porphyritic, fine-grained leucogranite with only scarce grains of dark mica cemented fragments of the older granite. The younger magma pulse formed several types of unidirectional solidification textures (UST): (i) Quartz-dominated UST evolved around clasts of the medium-grained granite and along contact between layers of different grain size; (ii) feeder-like aggregates of annite up to 5 cm in length encapsulated in poikiloblastic monocrystals of quartz, and (iii) parallel zones of quartz crystals within the fine-grained granite. Both granite pulses are accompanied by brecciation, which – together with UST – indicates a forceful intrusion into a shallow (subvolcanic) level.

Chemical features correspond to an A-type character of the granite. Rocks of both stages are mildly peraluminous ( $ASI=1.05$ ), rich in fluorine ( $\sim 0.5$  wt% F), Rb (about 900–1200 ppm), Nb (60–80 ppm), Ta (10–15 ppm), Th (30–50 ppm), Zr (100–160 ppm), Y (74–157 ppm) and Be (5–19 ppm.), and poor in P ( $< 0.1$  wt%  $P_2O_5$ ). Minor chemical differences can be traced between the two magma pulses, but significant differences exist between fresh samples and samples that underwent late- to post-magmatic reactions with fluids. All fluid-influenced samples are depleted in F, Li, Rb, Cs, Sn, W, Be, Ga, Hf, Ho, and LREE, while the contents of Zr, U and Th remained unchanged, and As became enriched.

Both granite types contain phenocrysts of perthitic K-feldspar in groundmass composed of quartz, K-feldspar, albite, and Li-bearing annite. Common magmatic accessory phases comprise fluorite, magnetite, and zircon, with less abundant topaz, beryl, xenotime, monazite, thorite, cassiterite, columbite, and other Nb,Ta,U-bearing phases. Chernovite, rhabdophane, bastnäsite, and Ce-dominated oxyfluoride, besides ubiquitous Fe-oxides and hydroxides, are the product of intensive hydrothermal alteration. Preliminary dating of monazite, based on the Th-U-total Pb method, yield a granite age of  $308 \pm 14$  Ma.

### Zusammenfassung

Der Granit von Hora Svaté Kateřiny (St. Katharinaberg) bildet einen stockförmigen Körper im Zentralteil des tschechischen Erzgebirges. Er intrudierte in das unterpaläozoische kristalline Grundgebirge des Kateřina Doms, in den bedeutenden und NNW–SSE-streichenden Tiefenbruch von Brandov/Flöha.

Die Platznahme des Granites erfolgte in zwei Pulsen: (i) ein gleichkörniger mittelkörniger Granit, der den Hauptteil des Stockes einnimmt (ii) ein schwach porphyrischer, feinkörniger Granit mit vereinzelt Dunkelglimmern, welcher den älteren Granit zementiert. Mit der jüngeren Intrusion war die Bildung verschiedener Formen von „unidirectional solidification textures“ (UST) verbunden: (i) Quarz-dominierte UST um Klüften des mittelkörnigen Granits und entlang von Kontakten zwischen Lagen unterschiedlicher Korngröße; (ii) federartige Aggregate von bis zu 5 cm langen Anit-Körnern eingeschlossen in poikiloblastischen Quarz-Einkristallen, und (iii) parallele Zonen von Quarzkristallen im feinkörnigen Granit. Die Intrusion beider Granite ist mit Brekzienbildung verbunden, die zusammen mit den UST eine Platznahme in einem oberflächennahen (subvulkanischen) Niveau dokumentieren.

Geochemisch ist der Granit vom A-Typ. Beide Typen sind schwach peraluminös ( $ASI=1.05$ ), reich in F ( $\sim 0.5$  Gew.% F), Rb (900–1200 ppm), Nb (60–80 ppm), Ta (10–15 ppm), Th (30–50 ppm), Zr (100–160 ppm), Y (74–157 ppm) und Be (5–19 ppm), und arm an P ( $<0.1$  Gew.%  $P_2O_5$ ). Zwischen beiden Intrusionen bestehen nur geringe stoffliche Unterschiede. Deutliche chemische Unterschiede existieren demgegenüber zwischen frischen Proben und solchen, die eine spät- bis postmagmatische Wechselwirkung mit Fluiden erfahren haben. Alle diese Proben sind verarmt an F, Li, Rb, Cs, Sn, W, Be, Ga, Hf, Ho und den leichten Seltenen Erden und angereichert an As. Die Gehalte von Zr, U und Th blieben unverändert.

Beide Granittypen enthalten Einsprenglinge von perthitischem Kalifeldspat in einer Grundmasse von Quarz, Kalifeldspat, Albit und einem Li-führenden Anit. Häufige magmatische Akzessorien sind Fluorit, Magnetit und Zirkon. Weniger häufig sind Topas, Beryll, Xenotim, Monazit, Thorit, Kassiterit, Columbit und anderer Nb,Ta,U-führende Minerale. Chernovit, Rhabdophan, Bastnäsit und ein Ce-dominantes Oxyfluorid sind neben allgegenwärtigen Fe-Oxiden und -Hydroxiden das Produkt einer intensiven hydrothermalen Überprägung. Eine vorläufige Th-U-Gesamtlei-Datierung von Monazit ergibt ein Alter  $308 \pm 14$  Ma.

## Abstrakt

Kateřinohorský granit tvořící peň o průměru asi 100 m asi 2 km záp. od obce Hora svatě Kateřiny ve střední části Krušných hor. Granit proráží variský metamorfované krystalinikum kateřinohorské klenby v blízkosti významné struktury SSZ–JJZ směru, tzv. brandovského zlomu.

Granit intrudoval ve dvou pulsech: 1. středně zrnitý neporfyrický biotitický granit tvořící převážnou část peň, a 2. jemnozrnitý řídké drobně porfyrický leukogranit pronikl podél kontaktu a tmelí úlomky staršího granitu. Mladší granit tvoří několik typů usměrněných textur: (a) vrstvy usměrněných krystalů křemene velkých až 2 cm lemují úlomky středně zrnitého granitu, (b) pérovité agregáty annitu až 5 cm dlouhé uzavřené do monokrystalů křemene a (c) rovnoběžné vrstvy tvořené drobnými krystaly křemene místy vyvinuté v drobně zrnitém granitu. Oba intrusivní pulsy byly doprovázeny brekciací, která společně s usměrněnými texturami dokládá explozivní vmístění magmatu a jeho rychlé ochlazení a krystalizaci.

Chemická charakteristika granitů odpovídá A-typu taveniny: granity obou pulsů jsou jen nepatrně peraluminické ( $ASI=1.05$ ), obohacené o fluor (kolem 0.5 % F), Rb (900–1200 ppm), Nb (60–180 ppm), Ta (10–15 ppm), Th (30–50 ppm), Zr (100–160 ppm), Y (74–157 ppm) a Be (5–19 ppm), a ochuzené fosforem ( $< 0.1$  wt%  $P_2O_5$ ). Byly zjištěny jen malé chemické rozdíly mezi granity obou pulsů, ale naopak velké rozdíly mezi horninami čerstvými a alterovanými. Všechny vzorky postužené alterací jsou ochuzeny o F, Li, Rb, Cs, Sn, W, Be, Ga, Hf, Ho a LREE, zatímco obsahy Zr, U a Th jsou stabilní a As obohacen.

Oba granity obsahují perthitické krystaly K-živce v základní hmotě složené z křemene, K-živce, albitu a Li-biotitu. Běžnými magmatickými akcesoriemi jsou fluorit, magnetit a zirkon. V menším množství je přítomen topaz, beryll, xenotim, monazit, thorit, kasiterit, kolumbit a další Nb, Ta, U-fáze. Chernovit, rhabdophan, bastnäsit a Ce-oxyfluoridy jsou spolu s Fe-oxidy a hydroxidy produkty intenzivní hydrotermální alterace. Přibližné stáří granitu 308 Ma bylo stanoveno metodou CHIME na monazitu.