

VERGLEICH PETROLOGISCHER UND TECHNISCHER EIGENSCHAFTEN DER METAGRANITE AUS DEN STEINBRÜCHEN LIMBERG UND HOFERN

Michael HORSCHINEGG

1. Vorwort

Der Moravische Hauptgranit, eine der vier lithologischen Einheiten des Thayabatholithen (FINGER et al., 1989), umfaßt ca. 2/3 des Plutons. Diese Einteilung reicht schon seit längerem nicht mehr aus, wie weiterführende Publikationen, in denen Subtypen des Hauptgranites beschrieben werden, zeigen. Der südliche Subtypus (Maissauer Granit), der in seiner Ausstreckung nach Norden bis ins Pulkautal verfolgt werden kann, unterscheidet sich vom nördlichen Subtypus (Typus Hofern nach FINGER & FRIEDL, 1993) vor allem durch seinen höheren Zirkon- und niedrigeren Strontiumgehalt. Daß es auch gravierende Unterschiede in den technischen Eigenschaften gibt, soll in dieser Arbeit dargestellt werden.

Bei der Ermittlung der technischen Gesteinseigenschaften wurden homogene Gesteinsstücke geprüft. Die ermittelten Daten sind Gesteinsparameter und keine Fels-(Gebirgs-)Kennwerte. Dadurch ist der Einfluß der Diendorfer Störung von untergeordneter Bedeutung.

2. Petrologische Kurzbeschreibung

Dünnschliffe: Steinbruch Limberg

Die Schliffe weisen ein equigranoblastisches Gefüge auf, in welchem eine leichte Deformation ersichtlich ist. Die Korngröße liegt bei ungefähr einem ½ cm.

Magmatischer Mineralbestand:

Qtz + KFsp + Pl + Bt + Zr (Akzessorisch)

Plagioklas (Pl)

Der Plagioklas ist idiomorph bis hypidiomorph ausgebildet. Einige Plagioklase zeigen verbogene Zwillingslamellen, was für duktile Deformation bei mehr als 500 °C spricht. Andere Plagioklase sind spröde zerbrochen, ein Indiz für anhaltende Deformation während der Abkühlung. Die Risse sind mit rekristallisiertem Quarz gefüllt, womit erkennbar ist, daß die Temperatur während bzw. nach der Reißbildung noch über 300 - 400 °C gelegen haben muß.

Viele Plagioklase sind stark getrübt. Die Trübung ist manchmal so stark ausgeprägt, daß die polysynthetische Verzwilligung fast nicht mehr sichtbar ist. Sie entsteht 1. durch die Deformation der Plagioklase, 2. durch Saussuritisierung und 3. durch Serizitisierung. Am stärksten sind die Kornzentren betroffen, da sie am anorthitreichsten sind.

Kalifeldspat (KFsp)

Die Kalifeldspäte sind ebenfalls idiomorph bis hypidiomorph aber im Gegensatz zu den Plagioklasen recht klar. Sie weisen perthitische Entmischungen auf. Diese sind in manchen Kristallen so stark, daß man von Aderperthiten sprechen kann. Die Albitlamellen können als *flame shaped* angesprochen werden. Diese Struktur entsteht bei Deformation im Bereich von 350 – 400 °C.

Quarz (Qtz)

Der Quarz tritt in verschiedenen Formen auf. Zu erkennen sind Relikte magmatischer Quarzkörner, die deutlich größer als die rekristallisierten Körner sind und eine starke undulöse Auslöschung zeigen. Innerhalb dieser Quarzkörner beginnen sich *subgrains* zu bilden. Die rekristallisierten Quarzkörner weisen *grain boundary-* und *subgrain rotation recrystallisation* auf. An den Korngrenzen zwischen den Quarzkörnern bilden sich *left-over-grains*. Auch sind lobate Verwachsungen zwischen Quarz und Feldspat vorhanden, ein Kennzeichen einer Deformation und hochgradigen Metamorphose über 500 °Celsius.

Stärker gelängte Quarze findet man an Stellen, die sich zwischen nicht duktilen Mineralen, insbesondere der Feldspäte, befinden. Durch die spröderen Feldspäte wurden die dazwischenliegenden Quarze einem größeren Streß ausgesetzt. All dies deutet auf eine Deformation in einem Temperaturbereich von 300 – 400 °Celsius hin.

Rekristallisierte, xenomorphe Quarze füllen die Risse in spröd gebrochenen Mineralen aus, wodurch die relativ große Festigkeit des Gesteins erklärbar ist.

Zusammenfassung

In diesen Schliffen ist eine leichte Deformation zu erkennen, die bei einer Temperatur von über 500 °C eingesetzt haben muß und während der Abkühlung des Granits bis in den Bereich zwischen 300 – 400 °C angehalten hat.

Die innige Verwachsung der Mineralkörner und die Verheilung aller Risse mit Quarz lassen auf hervorragende mechanische Eigenschaften des Gesteins schließen.

Dünnschliffe: Steinbruch Hofern

Der Schliff weist ein equigranulares (Korngröße unter einem ½ cm), richtungsloses Gefüge auf. Magmatischer Mineralbestand:

Qtz + KFsp + Pl + Bt

Kalifeldspat (KFsp)

Der Kalifeldspat weist einen hypidiomorphen Habitus auf. Seine Korngrenzen sind mit denen des Plagioklases myrmekitisch verwachsen. Diese Verwachsungen sind eine Verdrängung des Kalifeldspats durch den Plagioklas unter Bildung von wurmförmigen Albit- und Quarzlamellen. Diese sind bei fast allen Kalifeldspatkristallen in den Schliffen zu beobachten, sodaß man stellenweise nur noch ein myrmekitisches Gefüge erkennen kann. Wo dies weniger stark ausgeprägt ist, sind die Minerale meist buchtig verwachsen.

Perthitische Entmischungen sind nur vereinzelt zu beobachten.

Durch viele der Kalifeldspatminerale ziehen Risse, die sich direkt in benachbarten Mineralen fortsetzen, was auf eine späte, kalte Deformation schließen läßt.

Plagioklas (Pl)

Auch der Plagioklas ist von hypidiomorphem Habitus und bildet meist auch mit Quarz buchtige Grenzen aus. Auffällig ist die starke Trübung. Diese rührt von der starken Saussuritisierung her. Hauptsächlich sind die anorthitreichen Kornzentren (normaler Zonarbau) betroffen. Bei diesem Vorgang entsteht Albit, sekundärer Klinozoisit und Muskovit in den Plagioklasen. In den meisten Fällen ist dieser Vorgang so stark, daß die Zwillinglamellen kaum bis gar nicht mehr erkennbar sind.

Quarz (Qtz)

Der Quarz zeigt noch die magmatische Kornform und weist eine deutliche undulöse Auslöschung auf. Randlich kommt es bei einigen Quarzkörnern zu einer Subkornbil-

dung (*subgrains*). Gegenüber dem Kalifeldspat und Plagioklas kommt es meist zu buchtigen, unregelmäßigen Korngrenzen. Deutlich sind Risse in den Quarzkörnern zu erkennen, die sich in benachbarte Minerale fortsetzen.

Zusammenfassung

Aus der starken myrmekitischen Verwachsung der Kalifeldspäte, Plagioklase und des Quarzes ist anzunehmen, daß es nach der plutonischen Platznahme zu einer langsamen Abkühlung gekommen ist. Hinweise auf eine Deformation im warmen Zustand während dieser Abkühlung oder während einer späteren Metamorphose sind nicht zu beobachten. Die Umwandlung vom Biotit in Chlorit dürfte während der retrograden spätmoravischen Metamorphose stattgefunden haben. Bei Temperaturen unter 300 °Celsius wurde das Gestein spröde zerbrochen. Ob diese Deformation mit der Bewegung an der Diendorfer Störung oder einem früher gelegenen Ereignis zusammenhängt, ist nicht erkennbar.

3. Interpretation der mechanischen Parameter

Die **einaxiale Zylinderdruckfestigkeit** hängt in erster Linie von der Korngröße ab. Da im untersuchten Bereich die Granite eine annähernd gleiche Korngröße aufweisen, kann die deutliche Differenz der mechanischen Eigenschaften damit alleine nicht erklärt werden. Weitere Parameter, die die Druckfestigkeit beeinflussen, sind die Spaltbarkeit der Feldspäte und das Mikrogefüge der Granite. Die Gesteine der oben genannten Steinbrüche unterscheiden sich deutlich in der einaxialen Zylinderdruckfestigkeit. Werten von ungefähr 240 N/mm² für den Steinbruch Limberg stehen Werte von 170 N/mm² aus dem Steinbruch Hofern gegenüber. Im Dünnschliff des Granites vom Steinbruch Limberg ist auffällig, daß infolge einer Metamorphose ein Teil der Feldspäte duktil verformt wurde. Gerade Spaltflächen (bevorzugte Flächen der Rißfortpflanzung) sind bogenförmig oder S-förmig verformt. Weiters war zum Zeitpunkt der Verformung der Feldspäte und auch noch danach das Deformationsverhalten von Quarz duktil. Bei der anschließenden Rekristallisation kam es zu einer Verheilung aller entstandenen Risse und zur Bildung eines innig verwachsenen Gefüges. Durch diese Erscheinungen läßt sich auch die für Granite (Steinbruch Limberg) recht hohe Festigkeit erklären. Die Gesteine aus dem Steinbruch Limberg sind streng genommen als Metagranite anzusprechen. Der Dünnschliff des Granites vom Steinbruch Hofern weist ein deutlich anderes Mikrogefüge auf. Die Feldspäte und der Quarz sind teilweise myrmekitisch und bilden verwachsene Korngrenzen aus. Zum Unterschied zu den Gesteinen des Steinbruchs Limberg sind keine duktil verformten Mineralkörner zu beobachten. Die Festigkeit wird hauptsächlich von Mikrorissen herabgesetzt, die meist durch mehrere Minerale durchschlagen. Diese Risse sind nicht verheilt.

Bei der **Biegezugfestigkeit** sind ebenfalls deutliche Unterschiede festzustellen. Die Festigkeit des Granites von Hofern (18 N/mm²) liegt im oberen Drittel des in der ÖNORM B 3129 Seite 3 angegebenen Richtwertfeldes (10–20 N/mm²), und jene des Metagranites von Limberg (24 N/mm²) über diesem.

Bemerkenswert ist auch der Bruchvorgang, sowohl beim Limberger Metagranit als auch beim Hoferner Granit tritt Sprödebruch auf. Die einwirkende Kraft wird kontinuierlich in Verformungsarbeit umgewandelt, bis schlagartig das Bruchversagen eintritt. Dieses äußert sich beim Metagranit des Steinbruchs Limberg mit einem lauten Knall, während die Granitproben aus dem Steinbruch Hofern mit einem leisen Knacks und einem makroskopisch sichtbaren Riß brechen, wobei jedoch der Prüfkörper erhalten bleibt. Es kommt zur Ausbildung sogenannter „*bridge structures*“, wodurch ein lockerer Zusammenhalt an den Rißflächen bestehen bleibt. Erklärbar ist dies durch die starke Myrmekitisierung der Minerale im Hofener Granit.

Auch bei der **Spaltzugfestigkeit** sind die Gesteine aus Limberg mit 15 N/mm² deutlich fester als die aus Hofern (10 N/mm²).

Die **Rohdichte** liegt bei allen Graniten des Thayabatholithen einheitlich um $2,60 \text{ g/cm}^3$ (Steinbruch Hofern $2,61 \text{ g/cm}^3$), was durch die fast idente petrologische Zusammensetzung zu erklären ist.

Die **Wasseraufnahme** von 0,2 bzw. 0,22 M% läßt sich gut mit dem Porenanteil von 6,7 % (SCHWINGENSCHLÖGL & ROCKENSCHAUB, 1990) korrelieren, da beide Werte leicht überdurchschnittlich für Granite sind.

Bei Untersuchungen der **Frostbeständigkeit** konnte bei 25 Frost-Tau-Wechseln keine Änderung in den mechanischen und physikalischen Parametern festgestellt werden. Bedingt durch das innige Gefüge und die ermittelten Meßdaten sind die Metagranite des Thayabatholithen als (hoch-)frostbeständig einzustufen. (Daten wurden nur mit 25 FTW erhoben, es müßten Versuche mit 50 FTW gemacht werden.)

Die gute **Politurbeständigkeit** (auch im Freien) des Granites aus dem Steinbruch Limberg ist an der Gebäudewand des Palais „Stock im Eisen“ in der Wiener Kärntner Straße zu beobachten.

4. Diagramm zur Interpretation

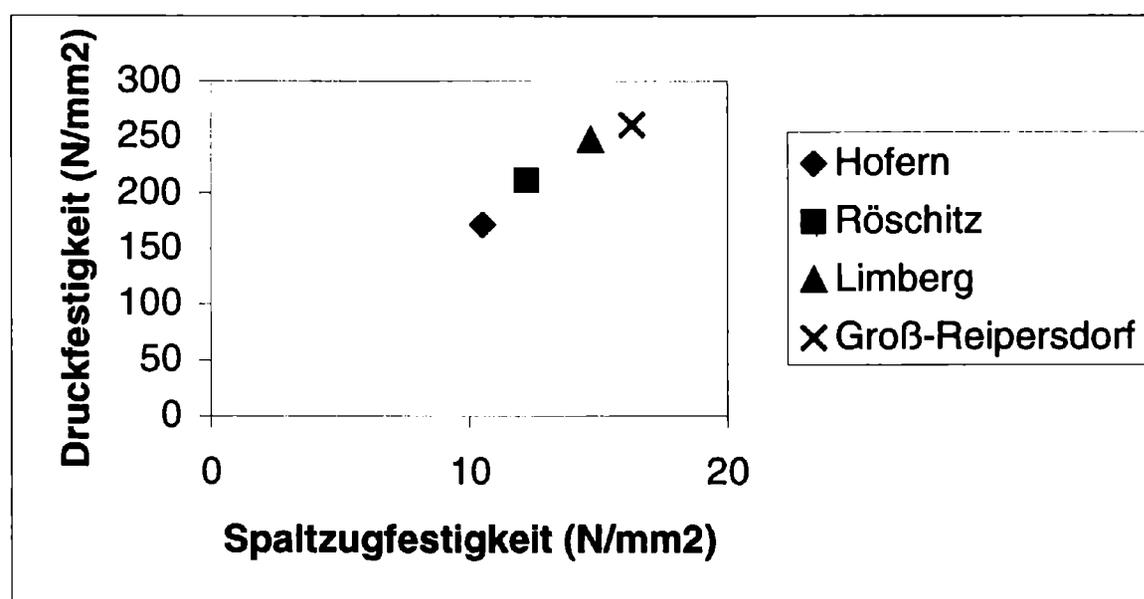


Abb. 1: Dieses Diagramm zeigt einen kontinuierlichen Anstieg sowohl der Druckfestigkeit wie auch der Spaltzugfestigkeit der Metagranite des Steinbruchs Hofern über die von Röschitz und Limberg zu denen aus Groß-Reipersdorf.

5. Verwendung

Steinbruch Limberg

Die Gesteinseigenschaften des Metagranites aus dem Steinbruch Limberg sind bautechnisch hervorragend. Sie weisen hohe Druckfestigkeit und eine gute Spaltzugfestigkeit sowie Biegezugfestigkeit auf. Die hohe Frostbeständigkeit spielt in den heutigen Verwendungen als Gleisotter, Edelsplit oder Brechsand nur eine geringere Rolle. Die Spezialisierung auf diese Produktpalette ist durch die Entfestigung des Gesteinsverbandes durch die nahegelegene Dindorfer Störung und die damit verbundene Kleinblöckigkeit der gewonnenen Gesteine naheliegend.

Bedingt durch die Metamorphose gingen die typischen Brucheigenschaften von Granit verloren. Der Metagranit aus dem Steinbruch Limberg hat nur mehr bedingt eine ebenflächige, orthogonale Spaltbarkeit. Hierdurch ist die Erzeugung von Quadern nur noch unter großem und unwirtschaftlichem Aufwand möglich.

Steinbruch Hofern

Die Granite des Steinbruchs Hofern werden ausschließlich als Rand- und Markierungssteine verwendet. Die technischen Parameter und die Frostbeständigkeit sind für diese Verwendung entsprechend.

Die orthogonale Spaltbarkeit des Granites ist deutlich besser als bei den Metagraniten aus Limberg, was durch die fehlende Deformation während der Metamorphose erklärbar ist.

6. Tabelle der technischen Parameter der Steinbrüche Hofern und Limberg

Steinbruch	Hofern	Limberg
Land	Niederösterreich	Niederösterreich
Bezirk	310, Hollabrunn	310, Hollabrunn
Gemeinde	37, Retz	26, Maissau
Ort	Hofern	Limberg
Lokalität	Hadegger Berg	Gänsgraben
ÖK 50	Blatt 9 Retz	Blatt 21 Horn
Besitzer		Ing. Hengl
In Betrieb	Ja	Ja
Petr. Bezeichnung	Granit	Metagranit
Geol. Formation	Thayabatholith	Thayabatholith
Farbe	Hellgrau	grau-rötlich
Korngröße	<5 mm	5 mm
Rohdichte	2,61 g/cm ³	2,60 g/cm ³
Wasseraufnahme	0,22 M%	0,20 M%
Mittl. Druckfestigkeit	171 N/mm ²	247 N/mm ²
Mittl. Spaltzugfestigkeit	10,5 N/mm ²	15 N/mm ²
Mittl. Biegezugfestigkeit	18 N/mm ²	24 N/mm ²
Ultraschallgeschwindigkeit	4,52 km/s	4,79 km/s
Los-Angeles-Wert		22.7*
Elastizitätsmodul		35 820 N/mm ^{2**}
Rückprallindex Is50		3 N/mm ^{2**}
Rückprallhärte (Hammertyp L)		45 %**
Porenanteil		7,6 %**
n. 25 FTW: Wasseraufnahme	0,28 M%	0,29 M%
n. 25 FTW: mittl. Druckfestigkeit	179 N/mm ²	245 N/mm ²
Frostbeständigkeit (25 FTW)	Hochfrostbeständig	Hochfrostbeständig
Blockgröße	mehrere m ³	½ - 1 m ³
Verwendung	Randsteine	Schotter, Edelsplit
	Pflasterstein, Grenzsteine	Brechsande, Gleisschotter

Tab. 1: Technische Kennwerte (HORSCHINEGG, 1998)

* Prüfkörnung 5/8 mm. Prüfsieb 1,6 (EPPENSTEINER & KRZEMIEN, 1979)

** (SCHWINGENSCHLÖGL und ROCKENSCHAUB, 1990)

7. Literaturverzeichnis

EPPENSTEINER, W. & KRZEMIEN, R.: Ein Verfahren zur Prüfung der Härte von Gesteinen für den Bau verschleißfester Fahrbahndecken.- BM. f. Bauten u. Technik, Straßenforschung, Heft **243**, Wien 1979.

FINGER, F., FRASL, G., HÖCK, V. & STEYRER, H.P.: The Ganiotids of the Moravian Zone of north-east Austria. Products of a Cadomian active continental margin?- Precamb. Res., **45**, 235-245, 1989.

FINGER, F. & FRIEDL, G.: Bericht 1992 über petrologische Untersuchungen im Moravikum auf Blatt 9.- Jb. Geol. B.-A., **136/3**, 637-638, Wien 1993.

HORSCHINEGG, M.: Geotechnische Steinbruchaufnahme und Ermittlung der technischen Parameter aus Steinbrüchen im österreichischen Anteil des Thayabatholithes.- Unveröff. Diplomarbeit Univ. Wien, Wien 1998.

SCHWINGENSCHLÖGL, R. & ROCKENSCHAUB, M.: Ingenieurgeologische Charakteristika zur Felsklassifizierung.- BM. f. wirtschaftl. Angelegenheiten, Straßenforschung, Heft **380**, Wien 1990.

Zitierte Norm: ÖNORM B 3129, Natürliche Gesteine, Richtwerte für die Auswahl.