

JURAJ MACEK\*

# OPTISCHE EIGENSCHAFTEN DER PLAGIOKLAUSE IN DEN HAUPTSÄCHLICHSTEN PETROGRAPHISCHEN TYPEN GRANITOIDER GESTEINE DES MODRA-MASSIVS (KLEINE KARPATEN, WESTKARPATEN)

(Abb. 1—6)

**Kurzfassung:** In den untersuchten petrographischen Haupttypen granitoider Gesteine des Modra-Massivs war es möglich auf Grund optischer Forschung, mindestens zwei Generationen Plagioklase auszugliedern. Die ältere basischere Generation, durch Veränderungen stark betroffen, mit idiomorpher bis hypidiomorpher Entwicklung. Die jüngere, saurere Generation, mehr oder weniger unberührt, mit alotriomorpher und hypidiomorpher Entwicklung.

**Резюме:** В изученных петрографических типах гранитоидных пород модранского массива (Малые Карпаты) оказалось возможным на основании оптического исследования выделить наименее две генерации плагиоклазов. Старшая основная генерация — сильно постигнула изменениями — имеет идиоморфное до гипидиоморфного развитие. Молодая, более кислая генерация — почти неподверженная изменениям — имеет алотриоморфное до гипидиоморфного развитие.

## Geologische Position

Das Modraer granitoide Massiv bildet den nordöstlichen Teil des granitoiden Komplexes der Kleinen Karpaten in einer Gesamtlänge von 12 km und Breite von 6 km. Vom Bratislava-Massiv ist es durch das Pezinok-Pernek Kristallinikum getrennt. Der östliche Teil ist zum Teil mit untertriassischen Quarzen und zum Teil mit der Harmonia-Serie bedeckt. Der nördliche und nordöstliche Rand wird vom Komplex mesozoischer Gesteine bedeckt. In der Mitte des Massivs tritt ein Quarzit-Faltenkomplex auf (B. C a m b e l, J. V a l a c h 1956).

Das eigentliche Massiv ist aus Gesteinen, granitodioriden Charakters mit kleinen Mengen saurerer Differenziate aufgebaut. Sporadisch tritt jedoch auch basischerer Diorit, entstanden aus Anatexion, auf (B. C a m b e l, J. V a l a c h 1956).

## Probematerial und Forschungsmethoden

Auf Grund bisheriger geologischer Untersuchungen des Kristallinikums der Kleinen Karpaten, war es möglich jene charakteristischen Proben auszugliedern, welche die am meisten verbreiteten petrographischen Typen granitoider Gesteine repräsentieren.

An den bestimmten Proben wurde die petrochemische Untersuchung sowie das Studium der akzesorischen Minerale durchgeführt (J. V e s e l s k ý 1970).

Die vorliegende Arbeit enthält die wichtigsten optischen Angaben über die Plagioklase in den untersuchten Proben (Tab. 1). Es wurde versucht die Basizität durch Schmelzen

\* RNDr. J. M a c e k, Geologisches Institut der Slowakischen Akademie der Wissenschaften, Bratislava, Štefánikova ul. 41.

Tabelle 1. Optische Eigenschaften

| No    | Petrograph. Typ                         | Charakter der Plagioklase   | Basizität                |
|-------|---|---|--------------------------|
| 25/63 | Mittelkörniger biotitischer Granodiorit | Die Plagioklase sind idiomorph weniger hypidiomorph, schwach albitisch verzwillingt (die Serizitisation erhöht sich zur Mitte des Kerns).   | An<br>26—29              |
|       |   | Schwächer serizitierte hypidiomorphe Körner und Ränder der primären Plagioklase.  | An<br>$20 \pm 1$         |
| 18/63 | Autometamorpher Granodiorit             | Die Plagioklase sind idiomorph bis hypidiomorph mit Anzeichen von Korrosion, serizitisiert, verzwillingt nach $(010)$ , weniger nach $\perp \frac{([001])}{(010)}$ mit erkennbarer unduloser Auslöschung. | Kern<br>An<br>$28 \pm 2$ |
|       |   |   | An<br>$25 \pm 1$         |
|       |   | Die Plagioklase sind alotriomorph bis hypidiomorph klar, stellenweise von Quarz eingeschlossen.   | Rand<br>An<br>$20 \pm 1$ |
|       |   |   | $20 \pm 1$               |
| 23/63 | Grobkörniger Granit                     | Die Plagioklase sind idiomorph bis hypidiomorph, die Mitte ist stark serizitisiert, mit Anzeichen von Zonalität, stellenweise korrodiert.   | Kern<br>An<br>$24 \pm 2$ |
|       |   |   | An<br>$20 \pm 1$         |
|       |   | Die Plagioklase sind alotriomorph klar, stark verzwillingt nach $(010)$ .   | Rand<br>An<br>$17 \pm 1$ |
|       |   |   | An<br>$7 \pm 2$          |
| 19/63 | Leukokrater doppel — glimmeriger Granit | Die Plagioklase sind hipidiomorph schwach serizitisiert albitisch verzwillingt, stellenweise von K-Feldspat eingeschlossen. Die Oligoklase sind intensiver serizitisiert.                                 | An<br>11—14              |
|       |   |   | An<br>$7 \pm 2$          |
| 32/63 | Diorit                                  | Die Plagioklase sind idiomorph bis hypidiomorph, sehr stark serizitisiert, wenig verzwilling. Häufig ist das Vorkommen zonarer Plagioklase mit stark sinkender Basizität in Richtung zum Rande des Korns. | Kern<br>An<br>$34 \pm 2$ |
|       |   |   | An<br>$30 \pm 1$         |
|       |   |   | Rand<br>An<br>$24 \pm 1$ |

der Plagioklasse

| Brechungsindex   | Doppelbrechung                 | Opt. Charakt. | 2 V    | Ordnungsgrad         | Bemerkungen   |
|--|--------------------------------|---------------|--------|----------------------|---|
| Es ist nicht möglich wegen intensiver Serizitisation optisch zu analysieren. Die Basizität wurde bei Anwendung der klassischen Beckerschen Methode bestimmt. |                                |               |        |                      | Photonummer 1<br>Schmelztemperatur<br>1240–1260                 |
|  |                                | ⊖             | 84 ± 2 | Oi <sub>100</sub>    | Photonummer 2   |
| α = 1, 538<br>β = 1, 542<br>γ = 1, 546   | D γ-α = 0,008<br>D γ-β = 0,004 | ⊖             | 84 ± 2 | Oi <sub>100</sub>    |   |
| Basizität durch die klassische Becke-Beckersche Methode bestimmt.  |                                |               |        |                      | Photonummer 3<br>Schmelztemperatur<br>1260–1280                 |
| α = 1, 541<br>β = 1, 545<br>γ = 1, 548   | D γ-α = 0,007<br>D γ-β = 0,003 | ⊖             | 83–84  | Oi <sub>100</sub>    |   |
| α = 1, 538<br>β = 1, 542<br>γ = 1, 546   | D γ-α = 0,008<br>D γ-β = 0,004 | ⊖             | 86 ± 2 | Oi <sub>95–100</sub> |   |
| α = 1, 538<br>β = 1, 542<br>γ = 1, 546   | D γ-α = 0,008<br>D γ-β = 0,004 | ⊖             | 84 ± 2 | Oi <sub>95–100</sub> |   |
| Basizität durch die klassische Becke-Beckersche Methode bestimmt.  |                                |               |        |                      | Photonummer 4<br>Schmelztemperatur<br>1240–1260                 |
| α = 1, 538<br>β = 1, 542<br>γ = 1, 546   | D γ-α = 0,008<br>D γ-β = 0,004 | ⊖             | 83–84  | Oi <sub>95–100</sub> |   |
| α = 1, 536<br>β = 1, 540<br>γ = 1, 544   | D γ-α = 0,008                  | ⊖             | 82–83  | Oi <sub>90–95</sub>  |   |
| α = 1, 531<br>β = 1, 535<br>γ = 1, 540   | D γ-α = 0,009<br>D γ-β = 0,005 | ⊕             | 86–88  | Oi <sub>90–95</sub>  |   |
| Basizität durch die klassische Becke-Beckersche Methode bestimmt.  |                                |               |        |                      | Photonummer 5   |
| α = 1, 530–1, 531<br>β = 1, 534–1, 535<br>γ = 1, 539–1, 540  | D γ-α = 0,009<br>D γ-β = 0,005 | ⊕             | 84–86  | Oi <sub>85–95</sub>  | In einigen Fällen sind<br>Oligoklasse von Albit eingeschlossen. |
| Basizität durch die klassische Becke-Beckersche Methode bestimmt.  |                                |               |        |                      | Photonummer 6   |
| α = 1, 543<br>β = 1, 547<br>γ = 1, 550   | D γ-α = 0,007<br>D γ-β = 0,003 | ⊖             | 86–88  | Oi <sub>90–100</sub> |   |
| α = 1, 539<br>β = 1, 543<br>γ = 1, 547   | D γ-α = 0,007<br>D γ-β = 0,003 | ⊖             | 82–83  | Oi <sub>90–100</sub> |   |

der Plagioklasse zu bestimmen. Mit Rücksicht darauf, dass die Plagioklasse stark seritisiert sind, kommt es beim Schmelzen zur Assimilation von Serizit und somit auch zur Steigerung des Brechungsindex von Plagioklas-Glas. Das Ergebnis der Messung ist dann mit diesem Fehler belastet welcher jedoch in dieser Arbeit nicht berücksichtigt wurde. Der Plagioklasse wurden auf folgende Weise bearbeitet. An den einzelnen gemessenen Körnern wurden alle grundlegenden optischen Angaben komplex festgestellt, d. h. Brechungsindex in den hauptsächlichsten optischen Richtungen, Doppelbrechung, optischer Charakter, Winkel der optischen Achse, Ordnungsgrad und Spaltbarkeit.

**Basizität:** diese wurde bei Anwendung wenigstens drei Methoden an jedem gemessenen Korn festgestellt (der klassischen Methode, der Becke-Beckerschen Methode und der symmetrischen Zonenmethode). Unabhängig wurde die Basizität des gemessenen Korns durch die Feststellung der Hauptbrechungsindizes kontrolliert.

**Brechungsindex:** dieser wurde mittels der Immersionsmethode am Fedorow U-Tisch mit Hilfe der drehbaren Nadel bestimmt (M. Novotný 1968). Die Genauigkeit der Einstellung der optischen Hauptrichtungen  $\pm 2$  Grad. Eine Verbesserung der Genauigkeitseinstellung der Indikatrix zur Messung der Hauptindizes, konnte durch die Messung in immenser Umgebung erreicht werden. Die Indexe  $n_D$  wurden bei Natriumlicht  $\lambda = 589\mu$  gemessen. Messtemperatur  $18-20^\circ\text{C}$ . Die erzielte Reproduzierbarkeit betrug  $\pm 0,0004$ .

**Die chemische Analyse** repräsentiert den petrographischen Gesteinstypus. Sie wurde von E. Walzel, 1964–1965 an 20 kg Gesteinsproben durchgeführt. Die Photographien wurden von M. Dýda angefertigt. Die Schmelztemperatur wurde am UACH SAV, in Mitarbeit von M. Dýda bestimmt.

**Doppelbrechung:** diese wurde mittels zwei voneinander unabhängiger Methoden bestimmt:

1. mittels Kompensator nach Ehringhausen,
  2. durch den Abzug von den Hauptindizes.
- 2 V: anhand der klassischen Methode an Fedorow U-Tisch.

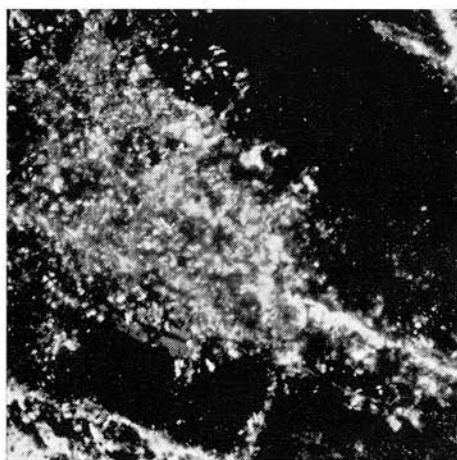


Abb. 1. Stark seritisierte Mitte in primären Plagioklas. Probe No 25/63, vergr. 80 X, Nikol X. Foto M. Dýda.

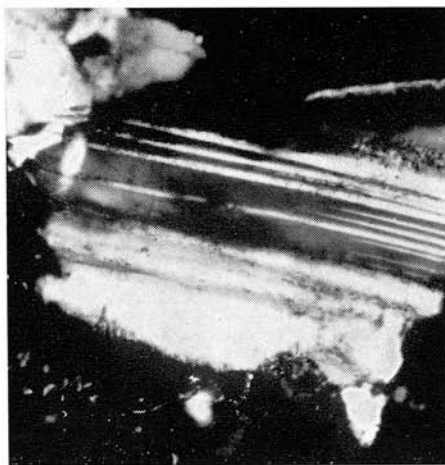


Abb. 2. Schwach seritisierte, albitisch verzwillingter Plagioklas. Probe No 25/63, vergr. 80 X, Nikol X. M. Dýda.

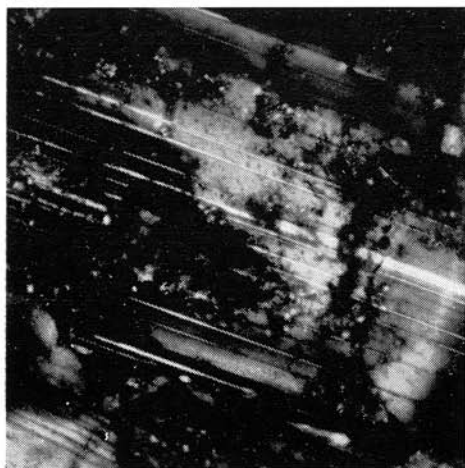


Abb. 3. Seritisierter zonarer Plagioklas älterer Generation. Probe No 18/63, vergr. 80X, Nikol X. Foto M. D y d a.



Abb. 4. Seritisierter zonarer Plagioklas älterer Generation. Probe No 23/63, vergr. 80X, Nikol X. Foto M. D y d a.



Abb. 5. Klare aliotriomorphe Plagioklas jüngerer Generation. Die Umgebung bilden ältere zonare Plagioklas. Probe No 23/63, vergr. 80X, Nikol X. Foto M. D y d a.

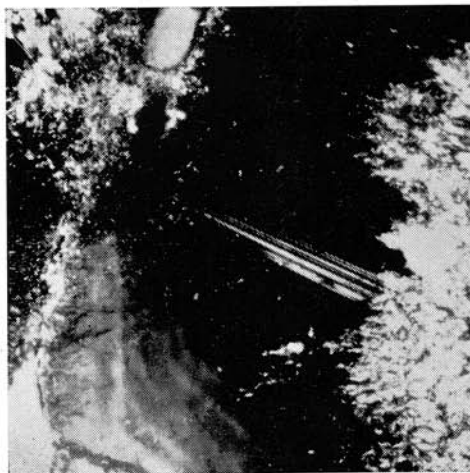


Abb. 6. Zonarer Plagioklas mit stark serizitisierter Mitte. Probe No 33/63, vergr. 80X, Nikol X. Foto M. D y d a.

Der *Ordnungsgrad* wurde auf Grund der Grösse  $2V$  und dem Verhältnis der Doppelbrechung  $D_{\gamma-\alpha}$  und  $D_{\gamma-\beta}$  bestimmt.

In folgenden petrographischen Haupttypen wurden die Plagioklas optisch bearbeitet:

Probe No 25/63. Mittelkörniger biotitischer Granodiorit, Lok. Kleine Karpaten, Harmonia, Grosser Steinbruch im Kamenný Potok-Tal.

Probe No. 23/63. Grobkörnige Granit. Lok. Kleine Karpaten, Harmonia, Steinbruch im Žliabok-Tal, K. 467,7 m.

Probe No 18/63. Autometamorpher Granodiorit. Kleine Karpaten, Säge südlich vom Krvavý Buk, K. 435,5 m.

Probe No 19/63. Leukokrater doppelglimmeriger Granit in der Migmatit-Zone des Modra-Massivs. Lok. Kleine Karpaten, Säge, 300 m westlich von Wasserspeicher im Kamenný Potok-Tal.

Probe No 33/63. Diorit. Lok. Kleine Karpaten, Cajla, Diorit-Massiv in Granit, nördlich vom Rybníček.

Die Nummern der Proben und Analysen sind von J. Veselský (1970) übernommen.

Die chemischen Analysen der Proben sind in Tab. 2 angeführt.

Tabelle 2

| Probe No                       | 25/63  | 23/63  | 18/63  | 19/63  |
|--------------------------------|--------|--------|--------|--------|
| SiO <sub>2</sub>               | 66,66  | 64,53  | 66,26  | 77,50  |
| TiO <sub>2</sub>               | 0,70   | 0,70   | 0,62   | 0,13   |
| Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | 17,04  | 16,80  | 16,06  | 11,51  |
| Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | 0,37   | 1,55   | 0,78   | 1,66   |
| FeO                            | 2,38   | 1,95   | 2,38   | 0,26   |
| MnO                            | 0,05   | 0,04   | 0,05   | 0,02   |
| CaO                            | 1,76   | 3,52   | 3,52   | 0,79   |
| MgO                            | 1,90   | 1,90   | 1,27   | 0,24   |
| K <sub>2</sub> O               | 2,40   | 2,72   | 2,60   | 2,96   |
| Na <sub>2</sub> O              | 5,08   | 4,90   | 5,36   | 3,84   |
| —H <sub>2</sub> O              | 0,11   | 0,17   | 0,22   | 0,20   |
| +H <sub>2</sub> O              | 1,77   | 1,46   | 1,18   | 1,04   |
| P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>  | 0,19   | 0,19   | 0,16   | 0,09   |
| Summa                          | 100,41 | 100,43 | 100,46 | 100,24 |

### Schluss

Abschliessend muss betont werden, dass diese Arbeit nicht die genetische Interpretation der erzielten Angaben verfolgte, es kann jedoch festgestellt werden, dass in den hauptsächlichsten petrographischen Typen granitoider Gesteine des Modra-Massivs, mindestens zwei Generationen Plagioklase unterschieden werden können. Die ältere Generation, im Verlauf der Entwicklung von verschiedenen Verwandlungsgraden der Basizität An<sub>17</sub>—An<sub>30</sub>, betroffen. Die jüngere Generation mehr oder weniger unberührt mit Basizität An<sub>5</sub>—An<sub>9</sub>.

Die ältere Generation ist idiomorph bis hypidiomorph, mit erkennbaren Korrosionszeichen. Sie ist von verschiedenen Graden der Serizitisation betroffen, bewahrt jedoch die Gesetzmässigkeit, wonach die Intensität der Serizitisation sich in Richtung zur Kernmitte erhöht. Es wurden Anzeichen von Zonalität (Probe No 23/63) weniger (25/66), sowie metasomatische Veränderungen (Probe No 18/63) beobachtet. Der Ordnungsgrad der Plagioklase ist Oi<sub>90</sub>—Oi<sub>100</sub>. In diesem Zusammenhang muss erwähnt werden, dass einige Autoren die Entwicklung der Oi Komponente mit physikalisch-mechanischen Bedingungen und dem Alter verbinden (F. Fediuk 1964).

Die jüngeren Generationen bilden alotriomorphe, weniger hypidiomorphe, mehr oder

weniger klare Plagioklaskörner mit unausgeprägter Serizität. Der Ordnungsgrad ist  $0i_{85}-0i_{95}$ . Ausgeprägt ist die Verzwillingung nach (010).

## SCHRIFTTUM

C a m b e l B., V a l a c h J., 1956: Granitoidné horniny v Malých Karpatoch, ich geológia, petrografia a petrochémia. Geol. práce 42, Bratislava. — F e d i u k F., 1961: Fjodorovová mikroskopická metóda. Nakl. ČSAV, Praha. — F e d i u k F., 1964: Určovanie chemického zloženia a stupňa usporiadanosti štruktúrnej mriežky plagioklasov optickými metódami. Habilitačná práca. Katedra petrografie Karovej university, Praha. — N o v o t n ý M., 1968: Die Anpassung des Fedorowtisches für die Bestimmung der Lichtbrechung. Časopis pro miner. a geol. 13, 4, Praha. — V e s e l s k ý J., 1970: Geochémia a mineralógia akcesorických minerálov granitoidných hornín M. Karpát. Kandidatur-Arbeit, Katedra geochémie PF UK, Bratislava.

Zur Veröffentlichung empfohlen von F. F e d i u k und V. B o u š k a.