

MILAN HÁBER*

„ZONALER“ GERSDORFFIT AUS GELNICKÁ HUTA

(Abb. 1–8)

Kurzfassung: In dem Artikel führt der Autor die Ergebnisse des Studiums der Veränderungen der physikalischen Eigenschaften von zonalem Gersdorffit in Abhängigkeit von den Änderungen dessen Chemismus an. Sein Reflexionsvermögen schwankt im Intervall $R_{470\text{ nm}}$ 46,2–52,6 %, $R_{546\text{ nm}}$ 46,7–52,9 %, $R_{546\text{ nm}}$ 46,7–52,9 %, $R_{589\text{ nm}}$ 47,5–53,35 %, $R_{650\text{ nm}}$ 48,6–54,4 % und die Mikrohärte VHN_{100} im Intervall 713–876 kp/mm².

Резюме: Автор в статье приводит результаты изменений некоторых физических свойств герсдорфита в зависимости от изменений его химизма. Отражательная способность герсдорфита меняется от $R_{470\text{ nm}}$ 46,2–52,6 %, $R_{546\text{ nm}}$ 46,7–52,9 %, $R_{589\text{ nm}}$ 47,5–53,35 %, $R_{650\text{ nm}}$ 48,6–54,4 %. Микротвердость колеблется от 713 до 876 kp/mm².

Die Nickelminerale aus den Gebieten Gelnica und Prakovce sind bereits aus dem vorigen Jahrhundert bekannt. W. Haider (1847 in V. R. Zepharovich 1859) beschreibt kompakten Gersdorffit aus Prakovce und führt auch dessen chemische Zusammensetzung an: Ni – 28,75 %, Fe – 8,90 %, As – 46,10 %, S – 16,25 %. C. A. Zipsner (1856) beschreibt ebenfalls einen sehr seltenen Nickelin aus dem Gebiet von Gelnica, L. Zeuschner (1850) auch Smaltnit und Chloanthit, leider jedoch ohne nähere Lokalisation. Diese Minerale gelang es in neuerer Zeit nicht zu identifizieren. Beim Gang Concordia in Gelnická Huta identifizierte J. H. Bernard (1961, 1962) Gersdorffit und beim Gang Anna Relichová Skutterudit.

Bei der mineralogisch-geochemischen Erforschung von hydrothermalen Gängen im Gebiet zwischen den Ortschaften Prakovce und Kojšov wurde vom Autor an einigen Gängen die Gegenwart von Ni-Mineralisation festgestellt, welche in der vollkommensten Form an der Lagerstätte Mäsiarka in Gelnická Huta vorkommt (M. Háber 1971).

Die Lagerstätte Mäsiarka wird von zwei Gängen gebildet. Sie ist einer der zahlreichen parallelen hydrothermalen Gänge im Gebiet zwischen Prakovce und dem Grellenseifener Tal, welche zum Teil in schwach metamorphyrierten sericitischen und graphitischen Schiefern, zum Teil in hydrothermal veränderten Porphyroiden der Gelnica-Serie liegen. In Nähe der Lagerstätte kommen keinerlei basische Effusionen oder Intrusionen vor. Die Lagerstätte hat die Richtung 60–80° und ein Gefälle von 60° nach Süden, die streichende Länge erreicht 150 m. Die Mächtigkeit bewegt sich zwischen 0,2 und 0,9 m. Die Entwicklung der Gänge ist linsenförmig. Die Quer tektonik ist einfach und es kommen recht wenige Störungen vor.

Auch wenn es sich hier um Gänge geringer Ausmasse handelt, konzentriert sich in ihren Gangfüllungen eine reiche sulfidische Mineralisation. Aus dem Material beider Gänge identifizierte der Autor folgende Minerale: Siderit, Fe-Dolomit, Quarz, Gersdorffit, Pyrit, Arsenopyrit, Pyrrhotin, Markasit, Violarit, Sphalerit, Chalkopyrit, Tetraedrit, Kobellit, Cosalit (?), Bournonit, Galenit, gediegenes Wismut, Sericit, Chlorit, Rutil, Hydrogoethit, Annabergit, Malachit, Azurit und Covellin. Die Hauptmineralisation stellt grobkörniger Siderit mit einer verhältnismässig geringeren Menge Quarzes dar. Die übrigen Minerale bilden jüngere Adern, Streifen, Nester und Zusammenballungen in einer stark zertrümmerten älteren Mineralisation.

* RNDr. M. Háber, CSc., Lehrstuhl für Mineralrohstoffe der Naturwissenschaftlichen Fakultät der Komenský-Universität, 801 00, Bratislava, Žižkova 10.

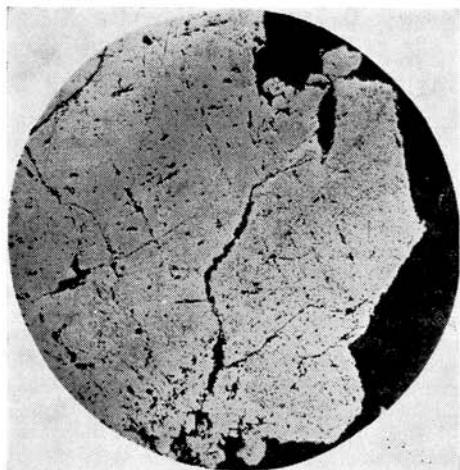


Abb. 1. Gersdorffit mit Anzeichen idiomorpher Entwicklung des Kernes und den Richtungen der Spaltbarkeit im Siderit. Anschliff. 43 X vergr. Photo L. Osvald.

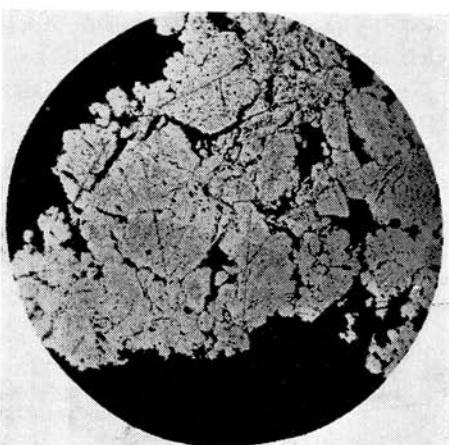


Abb. 2. Kataklasierter Gersdorffit in Siderit. Gelnická Huta. Anschliff. 43 X vergr. Photo L. Osvald.

Gersdorffit bildet an der Lagerstätte unregelmäßig begrenzte Streifen einer Mächtigkeit zwischen 0,5—4 cm überwiegend an der Peripherie der Quarz-Siderit-Ader, auch Nester und Zusammenballungen im Ausmass einiger cm im Siderit. Vereinzelt „wächst“ Gersdorffit direkt auf das Nebengestein auf.

Makroskopisch ist Gersdorffit von stahlgrauer Farbe, hat Metallglanz, gute Spaltbarkeit und ist verhältnismässig spröde. An der Oberfläch und an den Spaltflächen können häufig bräunliche und bunte Anlauffarben beobachtet werden.

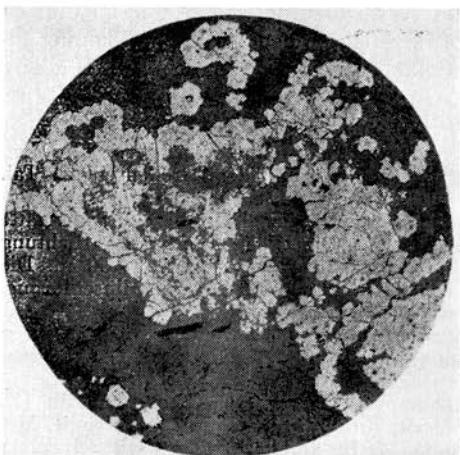


Abb. 3. Kollomorphes, teilweise rekristallisiertes Aggregat des Gersdorffits in Siderit. Gelnická Huta. Anschliff. 22 X vergr. Photo L. Osvald.

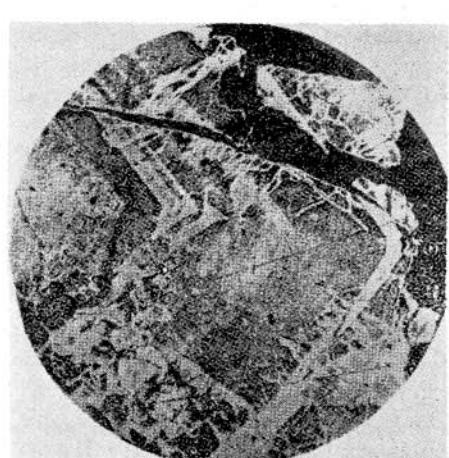


Abb. 4. Zwei Generationen Gersdorffits: der jüngere entsteht entlang den Körnern auch quer zu den Zonen in Form von Kapillaren im älteren Gersdorffit. Gelnická Huta. Anschliff mit HNO_3 (1 : 1) geätzt. 55 X vergr. Photo L. Osvald.

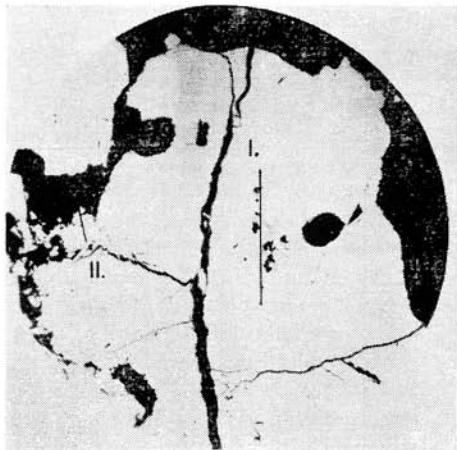


Abb. 5. Kataklasiertes Gersdorffitkorn (ca. 1×2 mm) in Siderit und Quarz. Gelnická Huta. Anschliff. $55 \times$ vergr. Photo L. Osvald. I, II — Linien jener Profile in welchen der laufende Chemismus, das Reflexionsvermögen und die Mikrohärte bestimmt wurden.

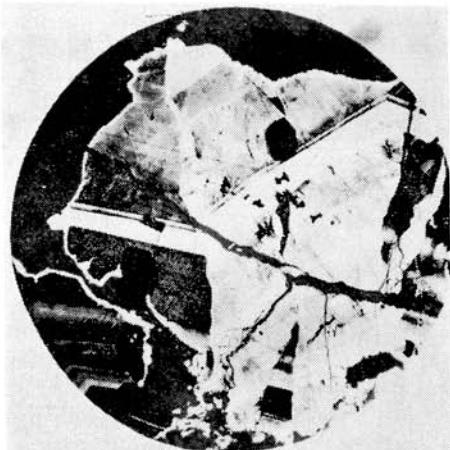


Abb. 6. Detto. Geätzt mit HNO_3 (1 : 1), wodurch der zonare Bau des Gersdorffits betont wurde. Photo L. Osvald.

Bei Beobachtung im reflektierten Licht hat das studierte Mineral verschiedene Schattierungen lichtgrauer und weißer Farbe. Es ist isotrop. Es wurden vom Verfasser zwei Generationen Gersdorffits unterschieden, welche auch röntgenometrisch identifiziert wurden:

1. Die Grundmasse des Gersdorffits I., welches einsteils körnige Aggregate mit Anzeichen von Idiomorphismus der einzelnen Körner und kubischer Spaltbarkeit (Abb. 1, 2) und anderenteils ein globulares, teilweise rekristallisiertes kollomorphes Aggregat mit kranzförmiger Anordnung der Körner (Abb. 3) bildet.

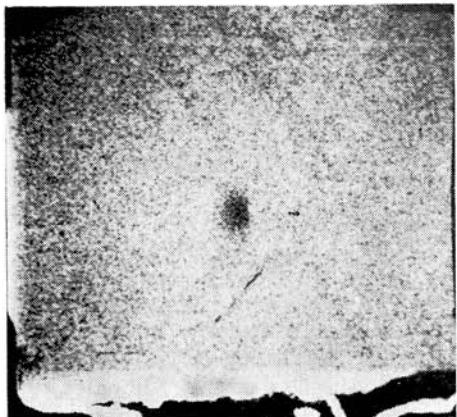


Abb. 7. Elektronenbild $\text{NiK}\alpha$ des Gersdorffits in Abb. 5. Detail, $200 \times$ vergr. Photo P. Maaskant.



Abb. 8. Elektronenbild $\text{FeK}\alpha$ des Gersdorffits in Abb. 5. Detail, $200 \times$ vergr. Photo P. Maaskant.

T a b e l l e 1
Röntgenometrische Identifikation der Gersdorffite

Nr. 1.	Gersdorffit I. Mäsiarka		Gersdorffit II. Mäsiarka		Gersdorffit Berry-Thompson, 1962		
	d	I	d	I	d	I	hkl
1	—	—	3,25	4	—	—	111
2	2,83	8	2,82	8	2,83	6	002
3	2,56	10	2,52	10	2,53	9	012
4	2,34	9	2,30	8	2,31	8	112
5	2,02	5	1,995	5	2,00	3	002
6	1,727	9	1,701	9	1,706	10	113
7	1,652	1	1,630	2	1,633	2	222
8	1,554	5	1,566	6	1,570	6	022
9	1,530	6	1,508	7	1,513	7	123
10	1,431	2	1,409	2	1,415	2	004
11	—	—	—	—	1,373	0,5	223
12	—	—	—	—	1,334	0,5	114
							033
13	1,281	1	1,293	0,5	1,298	4	133
14	1,247	4	1,263	2	1,265	2	024
15	1,221	3	1,231	4	1,235	4	124
16	—	—	1,202	2	1,207	2	233
17	1,170	1	1,151	2	1,155	3	224

2. Die jüngere Generation des Gersdorffits II., welches häufig am Rande des Aggregates, auch am Rande der einzelnen Gersdorffit I.-Körner „anwächst“ und in Form von kapillarartigen Äderchen in die Grundmasse des Gersdorffits eindringt. Die xenomorphe Struktur des Gersdorffits II. kommt besser nach Anätzen des Aggregats im Anschliff mit HNO_3 (1:1) zur Geltung, da Gersdorffit II. gegen die Ätzung „resistent“ ist (Abb. 4).

Der unterschiedlichen Eigenschaften von Gersdorffit I. und II. halber, welche in der Folge noch besprochen werden sollen, wurde deren röntgenometrische Identifikation durchgeführt. Das Material für die Analyse beider Gersdorffite wurde anhand eines Diamant-Mikrobohrers direkt aus dem Anschliff gewonnen.

Bedingungen: Debye-Scherrer-Kammer der Fa. Philips vom Durchmesser 114,83, Diffraktionsgenerator vom Typ PW 1008, Straumanis-Lage des Films, Cu-Antikathode, Ni-Filter, 1 mm-Kollimator, Spannung 40 kV, Intensität 24 mA, Expositionsdauer 5 Std.

Die gemessenen „d“-Werte und die Intensitäten der entsprechenden Linien zeigen gute Übereinstimmung mit den Tabellenwerten (Tab. 1). Beim Gersdorffit II. wurde auch die Gitterkonstante a_0 5,640 Å 0,005 durch Extrapolation für alle Reflexionen im Gebiet 30–90° errechnet.

Bei der überwiegenden Mehrheit der Gersdorffitkörner ist der zonale Bau der Körner und ganzer Gersdorffitaggregate ziemlich auffällig und in der Immersion noch besser zu beobachten. Die einzelnen Zonen unterscheiden sich von einander durch Farbe, Reflexionsvermögen und Härte. Noch besser tritt dieser Bau nach dem Anätzen des Anschliffes mit 1:1 HNO_3 oder mit Bromdämpfen zutage, wobei die dunkler gefärbten Zonen intensiver angeätzt werden als die lichteren, bei welchen die Reaktion schwächer, auch negativer ist (Abb. 4, 6). Einen ähnlichen zonalen Bau, gegenseitige Durch-

wachstum und Farbschattierungen beschreiben beim Gerdorffit auch P. R a m d o h r (1962), C. V a r ě k (1963), D. D. K l e m m (1965), H. J. G i e s (1969), G. H a l a h y j o v á - A n d r u s o v o v á (1972)..

D. D. K l e m m (l. c.) stellte fest, dass die Zonalität des Gersdorffits durch die unterschiedlichen Gehalte an isomorphem Eisen und Kobalt in dessen Gitter verursacht wird.-Diese Tatsache wurde auch von H. J. G i e s (1968, 1969) bestätigt, welcher auf Grund von Vergleichen der Elektronenbilder der Verteilung von Fe, Ni, Co und Sb und von mikroskopischen Beobachtungen anführt, dass in den Zonen mit niedrigerem Reflexionsvermögen der Eisen- und Kobaltgehalt höher und der des Nickels verhältnismässig niedriger, und in den Zonen mit höherem Reflexionsvermögen der Eisen- und Kobaltgehalt minimal ist.

Auf Grund dieser Erkenntnisse wurde hier ein Gersdorffitkorn, von der Grösse 1×2 mm einem detaillierten Studium unterworfen.

1. An der Elektronenstrahlmikrosonde GEOSCAN wurden einige Photographien von Elektronenbildern der Verteilung von Ni und Fe und der Komposition des verfolgten Aggregates angefertigt. Die beigefügten Mikrophotographien (Abb. 5-8) zeigen die Mikrophotographie des ursprünglichen Kernes, jene der angeätzten Oberfläche und die Elektronenbilder von Ni und Fe einer der erforschten Zonen des Kernes. An ihnen kann der zonale Bau des Gersdorffits I. und Gersdorffits II. in Form von jungen Äderchen beobachtet werden. Bei jenen Zonen, welche höheres Reflexionsvermögen aufweisen und nicht angeätzt sind, kann maximaler Ni- und minimaler Fe- Gehalt bemerkt werden. Hingegen entspricht in den Zonen mit niedrigerem Reflexionsvermögen dem maximalen Eisengehalt ein schwaches, jedoch deutlich wahrnehmbares Minimum des Gehaltes an Ni. Jüngerer Gersdorffit unterscheidet sich von älterem durch niedrigen Eisengehalt. Aus den Beobachtungen der angeätzten Kornoberfläche mit den Bildern von Ni und Fe kann festgestellt werden, dass jene Zonen Gersdorffits mit höherem Ni-Gehalt gegen Ätzung widerstandsfähiger sind als Zonen mit niedrigem Ni-Gehalt.

2. Zur Verfolgung der Änderungen des Reflexionsvermögens und der Mikrohärte in Bezug zu den höher angeführten Änderungen der chemischen Zusammensetzung des Gersdorffits, wurden an dem ermittelten Korn an den gleichen Stellen (17 Punkte) das Reflexionsvermögen, die Mikrohärte und anhand quantitativer Punkt-Mikroanalysen auch die chemische Zusammensetzung gemessen.

Das Reflexionsvermögen des Gersdorffits wurde an dem Gerät Microscop-Photometer MPH der Fa. LEITZ mit einem Photovervielfältiger MFK der Fa Knott Electronic an einem Polarisationsmikroskop ORTHOLUX unter Standardbedingungen gemessen, bei den offiziellen C. O. M.-Wellenlängen (470 nm, 546 nm, 589 nm, 650 nm). Als Standart wurde Silicon (NPL, N. 2538.40) verwendet.

T a b e l l e 2

Nr.	A n a l y s e (0/0)						Ni/Fe	R (0/0)				VHN ₅₀ kp/mm ²
	Fe	Ni	Co	As	Sb	S		470nm	546nm	589nm	650nm	
11	3,7	26,7	0,3	60,0	0,04	9,4	7,2 : 1	52,3	52,9	53,3	53,9	753
13	3,9	26,8	0,3	59,8	0,2	9,0	6,8 : 1	52,3	52,7	53,4	54,0	750
7	5,2	26,0	0,2	56,2	0,04	12,4	5 : 1	50,6	50,2	51,9	52,8	785
4	6,3	25,2	0,4	52,8	0,04	15,3	4 : 1	48,4	49,2	49,1	50,4	820
2	6,4	24,8	0,3	56,2	0,04	12,1	3,9 : 1	49,5	50,1	50,2	51,2	773
6	9,1	23,0	0,7	52,0	0,04	16,2	2,9 : 1	48,4	49,1	49,6	50,1	835
10	8,8	22,8	0,4	53,0	0,04	15,0	2,6 : 1	50,0	50,4	51,0	52,0	812
12	11,3	21,5	1,7	47,3	0,1	18,1	1,9 : 1	46,2	46,7	47,5	48,6	874

Die Mikrohärte des Gersdorffits wurde am Gerät Durimet-pol bei Anwendung einer Vickers-Diamantpyramide mit quadratischer Basis beim Druck 100 p gemessen.

Für die Punkt-Emissionsmikroanalysen wurde die Elektronenstrahlmikrosonde GEOSCAN (die Analysen wurden von Drs. P. M a a s k a n t vom „Instituut voor Aardwetenschappen der Vrije Universiteit“ in Amsterdam durchgeführt) verwendet. Zur quantitativen Bestimmung des Gehaltes an einzelnen Elementen wurden folgende Standards verwendet: Fe — Fe-Metall (25 kV), Co — Co-Metall (25 kV), Ni — Ni-Metall (25 kV), As — As-Metall (25 kV), Sb — Antimonit (15 kV), S — Pyrit von Elba (15 kV). Die analytischen Daten wurden auf „background“ und Totzeit des Rechners korrigiert. Die Berechnungen der perzentuellen Gehalte an Elementen wurden gemäss Programm KF 22 (B. Springer 1967) korrigiert.

Die Ergebnisse der Mikroanalysen mit der Umberechnung auf 100 %, das Gehaltsverhältnis Ni/Fe, die Werte des Reflexionsvermögens für die Wellenlängen 470 nm, 546 nm, 589 nm, 650 nm, und die an den selben Stellen des erforschten Gersdorffitkörneres ermittelten Werte der Mikrohärte (VHN₁₀₀) werden in Tabelle 2 angeführt.

Die Gesamtstreuung der ermittelten Werte bewegt sich innerhalb folgender Intervalle:

Ni	—	21,55	—	26,80 %
Fe	—	3,63	—	11,27 %
Co	—	0,2	—	1,68 %
As	—	47,3	—	60,00 %
Sb	—	0,04	—	0,20 %
S	—	8,97	—	18,09 %
Ni/Fe	—	1,9:1	—	7,3:1
R _{546 nm}	—	46,7	—	52,9 %
VHN ₁₀₀	—	753	—	874 kp/mm ²

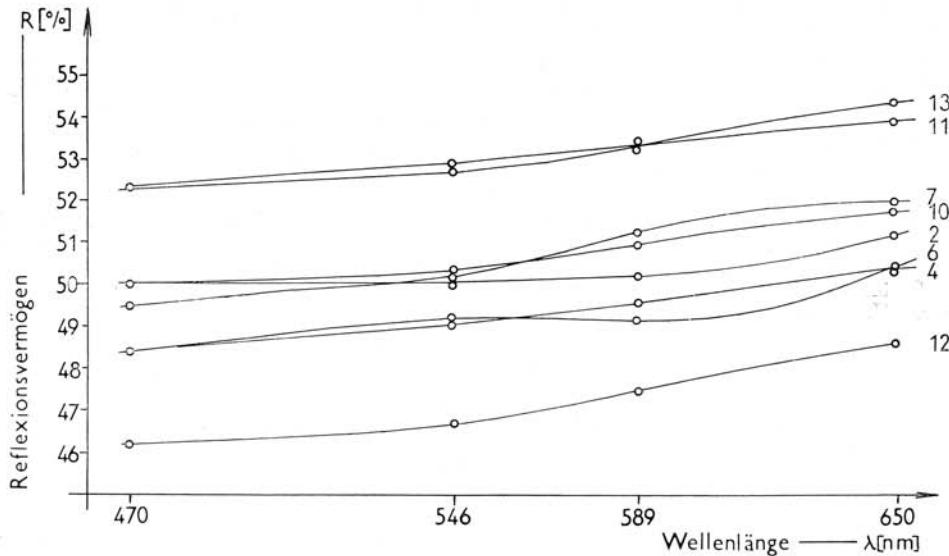


Abb. 9. Dispersionskurven des Reflexionsvermögens von Gersdorffit aus Gelnická Huta. Die Nummern bei den Kurven entsprechen den Analysennummern in Tabelle 2. (Standard — Silicon.)

In Abb. 9 werden die charakteristischen Dispersionskurven des Reflexionsvermögens für alle gemessenen Punkte angeführt. Es ist zu bemerken, dass die Kurven ein bestimmtes Streuungsfeld ausfüllen, dessen Grösse von den Veränderungen der Gehalte an Nickel und Eisen beeinflusst wird. Darauf deutet auch die Verhältniskurve von Reflexionsvermögen und dem Verhältnis Ni/Fe in Abb. 10 hin.

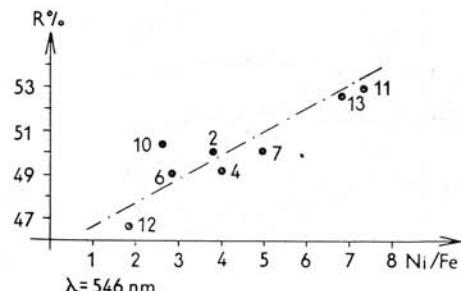


Abb. 10. Abhängigkeit des Reflexionsvermögens des Gersdorffits vom Verhältnis der Gehalte Ni/Fe.

Der Tabelle und den oben angeführten Abbildungen nach kann ein eindeutiges Verhältnis der studierten Eigenschaften zu den Gehalten an Nickel, Eisen, Kobalt, Arsen und Schwefel im Gitter des Gersdorffits konstatiert werden. Je höher der Nickelgehalt des Gersdorffits ist, desto höher ist auch sein Arsengehalt, höher sein Reflexionsvermögen und niedriger seine Mikrohärte. Je höher der Eisen- und Kobaltgehalt ist, umso höher ist der Schwefelgehalt, niedriger ist das Reflexionsvermögen, die Mikrohärte erreicht jedoch Maximalwerte.

3. Kontinuierlich lässt sich dieses Verhältnis der Veränderungen an zwei Profilen durch den zonalen Gersdorffit, welche in der Abbildung 5 verzeichnet sind beobachten. An den Linien wurden die quantitativen Veränderungen der Gehalte an Ni, Co, Fe, As und S, kontinuierlich das Reflexionsvermögen ($R_{546 \text{ nm}}$) und nach Möglichkeit auch die Mikrohärte (VHN_{50}) ermittelt. Die Ergebnisse des Studiums werden in den Abb. 11 a, b angeführt. Es kann auch festgestellt werden, dass die Zonen mit hohen Gehalten an Ni und As, und niedrigen Fe-, Co- und S-Gehalten höheres Reflexionsvermögen und eine gesenkten Mikrohärte haben (obzwar diese im Hinblick auf das verwendete niedrigere Gewicht und die bemerkenswerte Nähe der Abdrücke nicht so ausgeprägt ist). In Profil 11b wurde auch quantitativ der maximale und minimale Gehalt an Ni, Fe und Co ermittelt: Ni — 21,0—28,5 %, Fe — 4,5—10,5 %, Co — 0,4—1,9 %.

Die Ergebnisse dieser Forschungen stehen in guter Übereinstimmungen mit den vordem angeführten Ergebnissen von H. J. Gies (1968). Sie unterscheiden sich jedoch von jenen Ergebnissen, welche G. Halahyjová - Andrusovová (1972) anführt. Genannte Autorin fand bei der Erforschung von Gersdorffit aus dem Gebiet von Dobšiná, dass sich das Reflexionsvermögen bei stabilem Nickelgehalt des Gersdorffits mit zunehmenden Gehalten an Kobalt und Eisen in dessen Zusammensetzung steigert. Leider führt die Autorin in ihrer Arbeit nur die Durchschnittsgehalte an Ni, Co, As und S, nicht aber die Gehalte an Fe an, so dass es nicht gut möglich ist, gerade die Veränderungen des Reflexionsvermögens im Verhältnis zur chemischen Zusammensetzung zu verfolgen. Aus unseren, aber auch aus Forschungsergebnissen anderer Autoren folgt, dass für die, die Veränderungen der physikalischen Eigenschaften des Gersdorffits entscheidende Bedeutung gerade die, und dies auch häufig auch die lokale, Veränderung der Gehalte an Eisen in dessen Kristallgitter hat. Es ist nicht

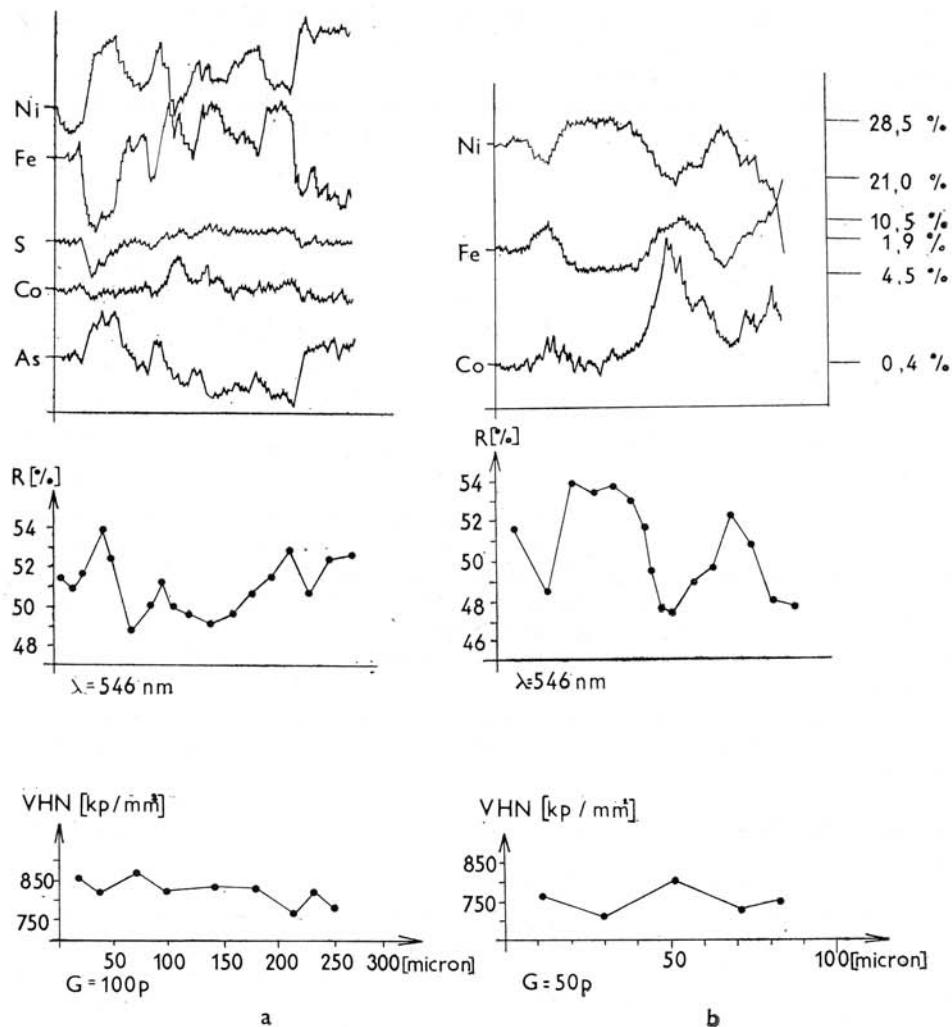


Abb. 11 a, b. Laufende Änderungen der chemischen Zusammensetzung, des Reflexionsvermögens und der Mikrohärte an den Profilen I. (a) und II. (b) durch den zonaren Gersdorffit, eingezeichnet in Abb. 5.

auszuschliessen, dass auf diese Veränderungen auch die Gehaltsveränderungen des isomorphen Co, As und Sb Einfluss nehmen.

Dankesbezeugung. Abschliessend möchte der Verfasser Herrn Drs. P. Maaskant vom Instituut voor Aardwetenschappen der Vrije Universiteit in Amsterdam für die Hilfe bei der Durchführung der Analysen an der Elektronenstrahlmikroskopie, und Herrn E. A. J. Burke vom selben Institut für die freundliche Durchführung der Röntgenanalysen danken.

Übersetzt von E. WALZEL.

SCHRIFTTUM

- BERNARD, J. H., 1961: Mineralogicko-geochemický výzkum rudních žil Spiško-gemerského rudoohři. Geofond, Bratislava (Manuskript), S. 87.
- BERNARD, J. H., 1962: Gersdorffit z Gelnické Huty na Slovensku. Časopis pri mineralogii a geologii, 1, 101–103 (Prag).
- BERRY, L. G. — THOMPSON, R. M., 1962: X-ray powder data for ore minerals. The Peacock atlas, New York, S. 85.
- GIES, H. J., 1968: Zur Paragese von Gersdorffit und Ullmanit — ein Vergleich von mikroskopischen und Mikrosonde-Untersuchungen. Freiberg Forschungsk. C 230 (Freiberg), Mineralogie — Lagerstättenlehre, S. 367–376.
- GIES, H. J., 1969: Relations between reflectivity, microhardness and element-contents regarding gersdorffite and ullmanite. Their Annual Regional Conference, Copenhagen, S. 367–376.
- HÁBER, M., 1971: Mineralogicko-geochemický a paragenetický výskum hydrotermálnych žil v oblasti medzi Prakovcami a Kojšovom. Kandidats-Dissertationsarbeit (Manuskript), 367 S.
- HALAHYJOVÁ-ANDRUSOVOVÁ, G., 1972: Reflectivity of Gersdorffite from Dobšiná. Geol. zb. SAV, Geologica Carpathica XXIII, 1, S. 55–61 (Bratislava).
- KLEMM, D. D., 1965: Untersuchungen mit der Elektronenmikrosonde über die natürlichen Mischkristallbereiche der Skutterudite. Beitr. Min. und Petrogr. (Stuttgart), 11, S. 323–333.
- RAMDOHR, P., 1962: Rudnyje mineraly i ich srastanija. Izdat. I. L., Moskau, S. 1158.
- SPRINGER, B., 1967: Die Berechnung von Korrekturen für die quantitative Elektronenstrahl-Mikroanalyse. Fortschr. Miner. 45, 1 (Berlin), S. 103–124.
- VARČEK, Č., 1963: Ni-minerály v Nižnej Slanej. Acta geol. et geogr. UC, Geologica, 8, S. 39–60 (Bratislava).
- ZEPHAROVICH von, V. R., 1859: Mineralogisches Lexicon für das Kaiserthum Österreich. Wien, S. 320.
- ZEUSCHNER, L., 1850: Beschreibung der plutonischen und metamorphen Felsarten und der Erzgänge in der Tatra und den benachbarten Gebirgsketten. Jahresschr. d. Krakauer Gelehr. Gesellsch., Jahr. 1850, 3 (Krakau), S. 3–40.
- ZIPSER, C. A., 1856: Briefliche Mitteilungen über neuere Mineral-Vorkommen in Ungarn (Februar, März u. Dezember 1856), Wien, S. 20–85.

Zur Veröffentlichung empfohlen von I. ROJKOVIČ.