

Aus dem Institut für Mineralogie, Kristallographie und Petrologie der Universität Graz

Über die chemische Zusammensetzung von Gneisen und Glimmerschiefern der Koralpe, Steiermark

Von Franz PACHER und Karl RIEPL

Mit 7 Tabellen und 3 Abbildungen (im Text)

Eingelangt am 31. Jänner 1978

Inhalt: Anhand von 22 chemischen Analysen von Gneisen bis Glimmerschiefern, deren Fundpunkte über die südliche Koralpe verteilt sind, wird gezeigt, daß die chemische Variationsbreite der Gesteine auch großräumig gering ist und ihr Mittel durchaus der mittleren Zusammensetzung von Schiefer-tonen entspricht. Die neuerliche chemische Untersuchung einer sogenannten hellen Lage des Plattengneises zeigt, daß die helle Lage keine anatektische Bildung ist. Ferner werden von Granat und Biotit aus Gneisen chemische und physikalische Daten mitgeteilt.

Untersuchungen an Gneisen und Glimmerschiefern

Ein Ziel der Arbeit ist es, einen Überblick über die chemische Variationsbreite der Schiefergneise-Glimmerschiefer der Koralpe zu erhalten. Hinsichtlich der Versuche, den Schiefergneiskomplex in Serien zu gliedern, muß hier der Hinweis auf TOLLMANN 1977 genügen, der auch die gesamte ältere Literatur anführt.

Die Probennahme selbst erfolgte vorwiegend im Raum der südlichen Teile der Koralpe und hatte die Karte von BECK-MANNAGETTA 1975 zur Grundlage. Die Fundpunkte sind in der Karte der Abb. 1 mit den Arbeitsnummern der Probennahme eingetragen; eine kurze Ortsangabe enthält die Tabelle 1. Um Einflüsse der starken Verwitterung, vgl. z. B. KIESLINGER 1927, möglichst zu vermeiden, mußte die Entnahmestelle sehr vorsichtig ausgewählt werden, oft war es auch nötig, große Blöcke zu zerlegen. Es mußte ferner versucht werden, möglichst typische Gesteine zu entnehmen und z. B. quarzitische Entwicklungen auszuschalten.

Tab. 1: Fundpunkte der chemisch analysierten Gneise-Glimmerschiefer; die Nummern sind Arbeitsnummern, die bei der Probennahme gegeben wurden, vgl. Abb. 1.

- 35: bei Gregerhiasl, Rosenkogelstraße bei Stainz
- 27: Steinbruch Prettnner bei Gams, 2 Typen
- 34: westlich von Wildbach
- 25: südlich vom Kumpfkogel, Straße nach Glashütten
- 23: bei Jagdhaus Reihalm
- 150: Sprunghöhe Südhang
- 55: Koralpenspeikgipfel
- 81: Straße Schwanberg-Lenzbauer nahe Straßensackl

- 78: südlich der Gregormichlalm
- 151: Krennkogel-Osthang
- 13: beim Schmuckbauer, westlich von Schwanberg
- 14: bei W. H. Pauritsch, westlich von Schwanberg
- 15: bei Schwanberg
- 11: nördlich von St. Katharina in der Wiel
- 38: Straße Eibiswald-St. Oswald (Staritsch)
- 42: Straße St. Oswald-Soboth, bei Soißnigg
- 43: Straße bei Soboth-Ort, nahe Rajok
- 2: Höllgraben, Straße westlich von Soboth-Ort
- 44: Sobother Bundesstraße, 2 km östlich der Abzweigung Höllgraben
- 1: Höllgraben Mitte, Straße westlich von Soboth-Ort
- 97: östlich von Letschnigg



Abb. 1: In die geographische Skizze der südlichen Koralpe sind die Entnahmestellen der Gneise-Glimmerschiefer eingetragen. Die Nummern sind dieselben wie in Tabelle 1.

Die zur chemischen Analyse vorgesehene Probe wurde mit der Diamantscheibe in Platten geschnitten und je nach Einheitlichkeit des Gesteins mindestens 250 g zu Pulver verarbeitet.

Die chemische Analyse erfolgte nach der üblichen Methode der Silikatanalyse, K_2O und Na_2O wurden flammenphotometrisch bestimmt. Dünnschliffe, meist mehrere von jedem Gestein, ermöglichten die Feststellung der Mineralphasen; dabei zeigte sich eine gewisse Schwierigkeit bei den Feldspäten, die oft bei kleiner Korngröße eine sichere optische Bestimmung nicht zuließen. Die Färbemethode nach BAILEY & STEVENS 1960 an Anschliffen ergibt Gelbfärbung für Kalifeldspat, Rotfärbung für Plagioklas, während Quarz ungefärbt bleibt.

Damit ist ein gut auf die entsprechenden Dünnschliffe übertragbarer Überblick gegeben. Es hat sich als günstig erwiesen, die Poren des Gesteinsanschliffes mit Harz zu verschließen und hernach nicht zu fein zu polieren. Ebenso ist es günstig, dann die Anschliffe nicht im Flußsäuredampf zu ätzen, sondern die Anschliffe 30 Sekunden lang in 40%ige Flußsäure einzulegen.

Das Mittel und die standard deviation von 22 chemischen Analysen von Gneisen und Glimmerschiefern der Koralpe enthält die Tabelle 2 mit den entsprechenden Vergleichswerten nach CLARK aus WICKMANN 1954, PETTIJOHN 1975 und WEDEPOHL 1969.

Tab. 2: Vergleich der chemischen Zusammensetzung des Mittelwertes von 22 Gneisen-Glimmerschiefern der Koralpe mit Schiefertonen (Gewichtsprozente).

	Mittelwert v. 22 Gneisen	Standard deviation	1	2	3
SiO_2	62,70	4,66	65,08	60,15	58,9
TiO_2	0,90	0,18	0,72	0,76	0,78
Al_2O_3	17,10	2,98	17,25	16,45	16,7
Fe_2O_3	3,28	(1,26)	4,50	4,04	2,8
FeO	3,98	(1,27)	2,74	2,90	3,7
MnO	0,12	0,03	—	—	0,09
MgO	2,46	0,53	2,24	2,32	2,6
CaO	1,91	0,77	0,52	1,41	2,2
Na_2O	1,73	0,73	1,46	1,01	1,6
K_2O	3,23	0,78	3,63	3,60	3,6
P_2O_5	0,22	0,18	0,19	0,15	0,16
H_2O^-	0,14	0,08	—	0,89	—
H_2O^+	2,23	0,71	—	3,82	5,0
Misc.	—	—	1,67	0,92	—
CO_2	—	—	—	1,46	1,3
SO_2	—	—	—	0,58	0,24
Summe	100,00	—	100,00	100,46	—
Fe_2O_3 ges.	7,70	1,65	7,55	7,26	6,91

1. Mittlere Zusammensetzung von karbonatfreien Schiefertonen nach CLARK aus WICKMANN 1954.
2. Mittlere Zusammensetzung von mesozoischen und känozoischen Tonschiefern nach PETTIJOHN 1975.
3. Mittlere Zusammensetzung von Tonschiefern, vorwiegend aus Geosynklinalen nach WEDEPOHL 1969.

Die Übereinstimmung des Mittels der Korallengneise mit Tonschiefern und Schiefer-tonen ist gut. Da das Verhältnis von FeO zu Fe₂O₃ sehr wesentlich von der Meta-morphose, von den oft nicht ganz vermeidbaren Einflüssen der Verwitterung des Ge-steins sowie auch von der verschieden starken Oxidation bei den Mahlvorgängen ab-hängt, kann hier zu Vergleichen nur der Fe₂O₃ ges.-Wert herangezogen werden. Er ist der Übersichtlichkeit halber unter der Analysensumme angegeben. Der Fe₂O₃ ges.-Wert der Tone wurde aus den Analysen der Literatur berechnet.

Mehrfache Versuche, eine Abhängigkeit von Wertepaaren der chemischen Analyse graphisch festzustellen, zeigten bald, daß eine deutliche Abhängigkeit nur zwischen SiO₂ einerseits und Al₂O₃ sowie Fe₂O₃ andererseits besteht. Vergleiche Abb. 2.

Zunehmender SiO₂-Wert bedeutet mithin Abnahme von Al₂O₃ beziehungsweise Abnahme von Fe₂O₃, was leicht als Wirkung der Einstreuung von Quarz in das Sedi-ment erklärt werden kann: Das verstärkte Auftreten von Quarz bedeutet Abnahme von aluminiumhaltigen Tonmineralien bzw. auch Fe-haltigen Tonmineralien und/oder Er-zen.

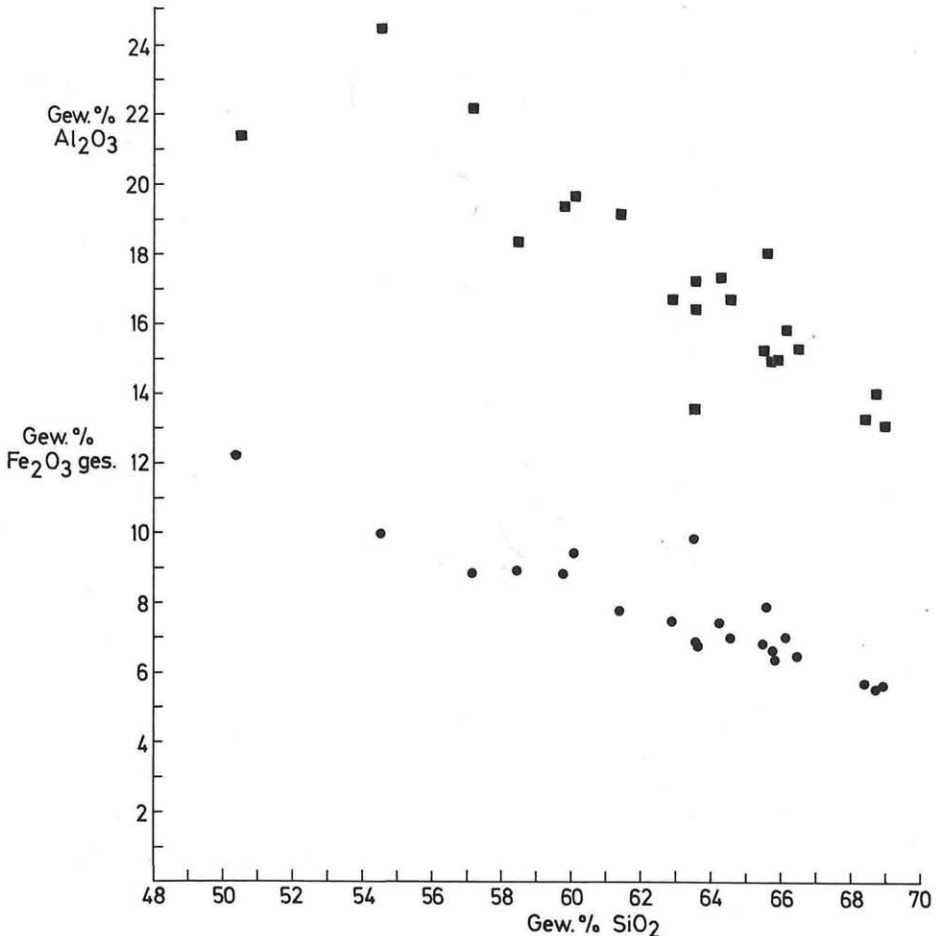


Abb. 2: Die Abhängigkeit von Al₂O₃ und Fe₂O₃ gesamt von SiO₂ in Gewichtsprozenten. Zu-nahme von SiO₂ bedeutet Abnahme von Al₂O₃ bzw. Fe₂O₃ gesamt.

HERITSCH 1964 und PLATEN & HÖLLER 1966 haben gezeigt, daß die hellen Lagen der Plattengneise nicht einer anatektischen Schmelze entsprechen. Nun wird hier neuerdings eine helle Lage, und zwar aus dem Steinbruch Prettnner bei Gams, untersucht. Die Tabelle 3 bringt die chemische Analyse der sorgfältig ausgesuchten Lage. Eine Eintragung der hellen Lagen nach PLATEN & HÖLLER 1966 sowie der hellen Lage vom Steinbruch Prettnner in das Q-Ab-Or-Dreieck (vgl. etwa WINKLER 1976) ist in Abb. 3 wiedergegeben.

In der nun untersuchten Lage (Prettnner) überwiegt deutlich der Albitgehalt, beide liegen jedoch weitab von der kotektischen Linie bzw. vom Maximum der granitischen Gesteine nach WINKLER 1976.

Tab. 3: Chemische Analyse der hellen Lage des Steinbruches Prettnner bei Gams (Analyse F. PACHER).

	Gew.-%
SiO ₂	62,54
TiO ₂	0,05
Al ₂ O ₃	22,81
Fe ₂ O ₃	0,44
FeO	0,14
MnO	0,00
MgO	0,35
CaO	4,35
Na ₂ O	7,17
K ₂ O	1,08
P ₂ O ₅	0,10
H ₂ O ⁻	0,28
H ₂ O ⁺	1,25
Summe	100,56

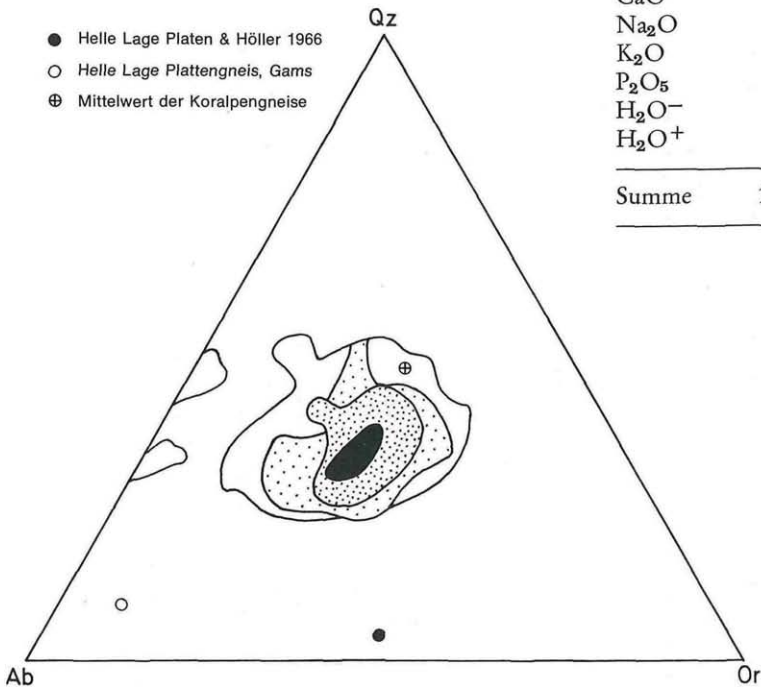


Abb. 3: In das Diagramm Qz-Ab-Or nach WINKLER & PLATEN 1961:256 für granitische Gesteine sind eingetragen: Projektionspunkte einer hellen Lage aus dem Plattengneis von Stainz (PLATEN & HÖLLER 1966), eine helle Lage aus dem Plattengneis von Gams, Tabelle 3, und das Mittel über 22 Gneise bis Glimmerschiefer der Korralpe, Tabelle 2.

Tab. 4: Chemische Analyse des Granates aus dem Plattengneis 27 des Steinbruches Prettnner bei Gams (Analyse F. PACHER).

Gew.-%	Molproportion ohne Verunreinigungen		Pyrop	Andradit	Grossular	Almandin
SiO ₂	40,52	5112	1248	600	490	2718
TiO ₂	1,21					
Al ₂ O ₃	15,87	1504	416		163	906
Fe ₂ O ₃	28,94	1559		200		1359
FeO	n. b.	(2718)				(2718)
MnO	0,40	56				
MgO	5,03	1248	1248			
N ₂ O	0,09					
CaO	6,17	1090		600	490	
K ₂ O	0,36					
P ₂ O ₅	0,04					
H ₂ O ⁺	1,09					
Summe	99,72	Mol.-%	24,41	11,74	9,59	53,16

Als Verunreinigungen wurden in Gewichtsprozenten abgerechnet:
 1,2% Rutil, 0,1% Apatit, 0,7% Albit, 4,1% Biotit, 7,9% Quarz, 2,2% Erz (Fe₂O₃).

Untersuchungen an Granat aus Plattengneisen

Aus dem Plattengneis 27 des Steinbruches Prettner bei Gams wurde versucht, den Granat (Korngröße 0,1–1,2 mm) mit Hilfe des Frantz-Magnetseparators für eine chemische Analyse abzutrennen. Infolge von Verwachsungen und Einschlüssen bis in kleinste Bereiche gelang es jedoch nicht, ein völlig reines Analysenpulver zu erhalten. Diese Schwierigkeit ist besonders bei Granat der Pyralspit-Gruppe allgemein bekannt, DEER et al. 1962a:80. Es mußten daher von der Analyse entsprechende, auch optisch beobachtete Mineralien als Verunreinigungen abgezogen werden, um die chemische Zusammensetzung des Granates zu berechnen. Versuche, FeO analytisch zu bestimmen, scheiterten an dem allgemein bekannten Problem (DEER et al. 1962a:80) der schweren Aufschließbarkeit und der Oxidation bei der Herstellung eines möglichst feinen Pulvers. Es mußte daher die Oxidationsstufe des Eisens für die Berechnung abgeschätzt werden, s. Tabelle 4.

Erwartungsgemäß überwiegt Almandin, jedoch ist auch der Pyropgehalt beträchtlich.

Physikalische Daten des Granates sind in Tabelle 5 ausgewiesen. Die Gitterkonstante ist mit geeichten Diffraktometeraufnahmen ($\text{CuK}\alpha = 1,54178 \text{ \AA}$) bestimmt, die berechnete Gitterkonstante ist nach der Vegardschen Regel aus den Granatendgliedern nach RICKWOOD 1968 und SKINNER 1956 gewonnen. Die experimentelle Bestimmung der Dichte (Pyknometer) ergab $3,86 \text{ g}\cdot\text{cm}^{-3}$ und mußte für die in Tabelle 4 angeführten Verunreinigungen korrigiert werden, was schließlich den Wert $4,01 \text{ g}\cdot\text{cm}^{-3}$ ergibt. Die Berechnung der Dichte sowie des Brechungsquotienten erfolgte an den in Tabelle 4 ausgewiesenen Endgliedern mit den Werten nach RICKWOOD 1968 und SKINNER 1956. Die Übereinstimmung zwischen experimentell bestimmten und berechneten Werten ist gut. Zum Vergleich enthält Tabelle 5 auch experimentell bestimmte Werte für Gitterkonstante, Brechungsquotient und Dichte des Granates aus dem glimmerreichen Gneis (35) bei Gregerhiesl (Rosenkogelstraße bei Stainz). Zur Dichte ist zu bemerken, daß hier natürlich eine Berücksichtigung der Menge der Verunreinigung nicht möglich ist, da hierzu eine chemische Analyse erforderlich wäre. Allerdings stimmen die nicht korrigierten Werte der Dichte gut mit dem Granat aus dem Steinbruch Prettner überein. Es ist also zu erwarten, daß die beiden Granate der Tabelle 5 in ihrer chemischen Zusammensetzung keine großen Unterschiede aufweisen.

Tab. 5: Physikalische Daten von Granat aus dem Plattengneis 27, Steinbruch Prettner bei Gams, und aus dem Gneis 35, bei Gregerhiesl, Rosenkogelstraße bei Stainz. Die eingeklammerten Werte (d_{exp}) bedeuten Dichtebestimmung von Granat mit anhaftenden Verunreinigungen, während $d_{\text{exp, korr}}$ den Einfluß der Verunreinigungen ausschaltet.

	Gneis 27	Gneis 35
a_{exp}	11,56(1)Å	11,593(8)Å
a_{calc}	11,614Å	–
n_{exp}	1,792	1,790
n_{calc}	1,804	–
(d_{exp})	(3,86)	(3,88)
$d_{\text{exp, korr}}$	4,01	–
d_{calc}	4,03	–

Untersuchungen an Biotit aus einem Gneis

Der Biotit aus einem glimmerreichen Gneis (43) an der Straße Soboth-Ort, nahe Rajok, wurde zunächst mit dem Frantz-Magnetseparator abgetrennt; völlig reiner Biotit war durch das Abgleiten des Pulvers über ein rauhes Papierblatt zu erzielen. Zur chemischen Analyse, Tabelle 6, ist nur zu bemerken, daß H_2O^+ aus dem Glühverlust bestimmt ist. Die Berechnung benützt als Basis 24 (O,OH). Ergänzt man die 4-Koordination mit Aluminium auf 8, so ergibt das für die 6-Koordination ein Defizit von 0,40, ein Fall, der häufig bei Biotitanalysen angetroffen wird (vgl. z. B. DEER et al. 1962b). Bemerkenswert ist der hohe Mg-Wert, der in der Nomenklatur nach TRÖGER 1971:107 bzw. 1967:522 die Bezeichnung Meroxen rechtfertigt. Der Biotit hat einen sehr kleinen optischen Achsenwinkel, so daß mit der Immersionsmethode nur $(n\beta + n\gamma)/2$ bestimmt werden kann; dieser Wert wird in Tabelle 7 mit entsprechenden Werten von Biotiten aus anderen Gneisen verglichen.

Tab. 6: Chemische Analyse des Biotits aus dem Plagioklasgneis 43 an der Straße bei Soboth-Ort, nahe Rajok (Analyse K. RIEPL).

SiO ₂	38,03	Berechnung mit der Basis	
TiO ₂	1,81	24 Sauerstoffe	
Al ₂ O ₃	17,37		
Fe ₂ O ₃	4,55	Si	5,671
FeO	13,00	Al	2,329
MnO	0,14		8,000
MgO	11,37	Al	0,724
CaO	0,31	Ti	0,202
Na ₂ O	1,10	Fe ³⁺	0,511
K ₂ O	8,75	Fe ²⁺	1,621
P ₂ O ₅	0,10	Mn	0,018
H ₂ O ⁻	0,01	Mg	2,528
H ₂ O ⁺	3,46		
	100,00	Ca	0,029
		Na	0,317
		K	1,665
		OH	3,442
			3,442

Im Diagramm über die Glimmerfamilie nach TRÖGER 1971:106 ergeben die optischen Daten für die hier beschriebenen Biotite die Bezeichnung Meroxen. Im Diagramm über die Biotitreihe nach TRÖGER 1971:107 folgt aus der chemischen Formel des Biotits in Tabelle 6 ebenfalls ein Projektionspunkt im Meroxenfeld mit $n\gamma = 1,633$. Damit steht der hohe Mg-Wert des Biotits auch im Einklang mit diesen optischen Daten.

In den Gneisen kommt also ein Mg-reicher Biotit mit verhältnismäßig Mg-reichem Granat vor. In der Deutung nach TRÖGER 1967:522, da der Granat „zwar das Eisen, nicht aber beliebig viel Magnesium aufnehmen kann, wird Biotit neben Granat mit zunehmender Intensität der Metamorphose immer phlogopitreicher“. Damit ist für Gneise der Koralpe ebenfalls bestätigt, daß eine sehr intensive Metamorphose vorliegt.

Tab. 7: Vergleich der Brechungsquotienten von Biotiten aus Gneisen-Glimmerschiefern der Koralpe:

	$\frac{n\beta + n\gamma}{2}$
Biotit aus dem Gneis 43	1,623
Biotit aus dem Gneis 27	1,630
Biotit aus dem Gneis 35	1,623
Biotit aus dem Gneis 34	1,628

Sonstige Bestimmungen an Mineralien aus Gneisen

Muskovit im Plattengneis vom Steinbruch Prettnner (27) wurde als $2M_1$ -Typ bestimmt. In Erzanschliffen ist neben Graphit, Rutil und Magnetkies auch Pyrit festzustellen. PLATEN & HÖLLER 1966 haben beobachtet, daß in der von ihnen untersuchten Stainzer Plattengneis-Probe nie Disthen unmittelbar anstoßend an Kalifeldspat vorkommt und daß erst auf Grund eines Lagenbaues eine Einordnung in die Disthen-Almandin-Muskovit-Subfazies der Almandin-Amphibolitfazies erfolgen kann.

Es soll ausdrücklich hervorgehoben werden, daß in den hier bearbeiteten Gneisen-Glimmerschiefern nie Disthen unmittelbar an Kalifeldspat grenzt, daß fast immer Disthen von einer Zone von Muskovit umgeben wird und damit die Beobachtung von PLATEN & HÖLLER 1966 bestätigt ist.

Für die 22 hier bearbeiteten Gesteinsanalysen sind die Analytiker: F. PACHER (8 Analysen), K. RIEPL (7 Analysen) und W. BEKE (7 Analysen) als Angestellter des Institutes für Mineralogie, Kristallographie und Petrologie.

Für die Ausführungen dieser Arbeit standen uns die Einrichtungen des Institutes für Mineralogie, Kristallographie und Petrologie zur Verfügung.

Für die Themenstellung, die dauernde wissenschaftliche Betreuung und die Durchsicht des Manuskriptes gilt unser Dank Herrn Univ.-Prof. Dr. Haymo HERITSCH, dem Vorstand des genannten Institutes.

Literatur

- BAILEY E. H. & STEVENS R. E. 1960. Selective staining of K-Feldspar and Plagioclase on rock slabs and thin sections. – Amer. Min., 45:1020–1025.
- BECK-MANNAGETTA P. 1975. Grundlagen für Wasserversorgungswirtschaftliche Planungen in der Südweststeiermark, 2. Teil Geologie. – Ber. Wasserwirtschaftliche Rahmenplanung, Amt Steierm. Landesregierung, 31:8–41.
- DEER W. A., HOWIE R. A. & ZUSSMAN J. 1962a. Rock-forming Minerals. Vol. 1. – Longmans, London.
- HOWIE R. A. & ZUSSMAN J. 1962b. Rock-forming Minerals. Vol. 3. – Longmans, London.
- HERITSCH H. 1964. Vorbericht über Untersuchungen am Stainzer Plattengneis, Weststeiermark. – Anz. Österr. Akad. Wiss. Wien, math.-naturwiss. Kl., 1964:317–318.
- KIESLINGER A. 1927. Geologie und Petrographie der Koralpe IV. Alte und junge Verwitterung im Koralpengebiet. – Sitz.-Ber. Akad. Wiss. Wien, mathem.-naturwiss. Kl., Abt. I, 136:95–104.

- PLATEN H. v. & HÖLLER H. 1966. Experimentelle Anatexis des Stainzer Plattengneises von der Koralpe, Steiermark, bei 2, 4, 7 und 10 kb H₂O-Druck. – N. Jb. Miner. Abh., 106:106-130.
- PETTIJOHN F. J. 1975. Sedimentary Rocks, 3. Edit. – Harper & Row, New York – Evanston – San Francisco – London.
- RICKWOOD P. C. 1968. On Recasting Analyses of Garnet into End-Member Molecules. – Contr. Miner. Petrol., 18:175-198.
- SKINNER B. J. 1956. Physical properties of end members of the garnet group. – Amer. Min., 41:428-436.
- TOLLMANN A. 1977. Geologie von Österreich., Bd. 1. – Franz Deuticke, Wien.
- TRÖGER W. E. 1967. Optische Bestimmung der gesteinsbildenden Minerale, Teil 2 Textband. – Schweizerbart, Stuttgart.
– 1971. Optische Bestimmung der gesteinsbildenden Minerale. Teil 1 Bestimmungstabellen, 4. Aufl. – Schweizerbart, Stuttgart.
- WEDEPOHL K. H. 1969. Handbook of Geochemistry. Vol. I. – Springer-Verlag, Berlin – Heidelberg – New York.
- WICKMANN F. E. 1954. The „total“ amount of sediments and the composition of the „average igneous rock“. – Geochim. Cosmochim. Acta, 5:97-110.
- WINKLER H. G. F. 1976. Petrogenesis of Metamorphic Rocks. – Springer-Verlag, New York – Heidelberg – Berlin.
– & PLATEN H. v. 1961. Experimentelle Gesteinsmetamorphose V. Experimentelle anatektische Schmelzen und ihre petrogenetische Bedeutung. – Geochim. Cosmochim. Acta, 24:250-259.

Anschrift der Verfasser: Franz PACHER und Karl RIEPL, Institut für Mineralogie, Kristallographie und Petrologie der Universität Graz, Universitätsplatz 2, A-8010 Graz.