

## Petrographisch-petrochemische Berichte über einige Gesteinstypen der Umgebung von Graz

Franz ANGEL, Graz

In den Jahren ab 1934 sammelte ich zwecks Anlage einer Belegstück-zusammenstellung Gesteine der Grazer Umgebung. Meine damaligen Mitarbeiter J. GIPTNER und H. HÜBL († 1946) übernahmen dazu eine Reihe besonders petrochemischer Bearbeitungen und lieferten mir die Unterlagen für die nun vorgelegte Studie. Ich habe diese Unterlagen neu bearbeitet und mache damit die bisher unveröffentlichten Ergebnisse dieser Arbeiten zugänglich; in einem ergab sich auch Gelegenheit zu einer Überarbeitung eines Chloritoidschiefers unserer Umgebung.

Vergl. dazu Lit. (1), (10), (11), (12).

Für die petrochemische Neubearbeitung stellt C. BURRI (2) ein überlegen brauchbares, methodisches Werkzeug bereit; es erwies sich ergänzend dazu tauglich die Aufstellung einer „Paragonit-Norm“ als Variante zur Standard-Epinorm BURRIS.

In Symbolik und Methodik hielt ich mich an BURRIS Werk. Einzelergebnisse habe ich an den zuständigen Textstellen vermerkt.

### Bearbeitete Gesteinstypen und -vorkommen

1) Blauer Tegel, nur zeitweise sichtbares Liegend der Ziegeltonne am Eingang ins Peterstal, Südende des Ziegeleibereichs Eustachio. Bergfeucht entnommen tiefintennblau, trocken hellbläulichgrau. Sarmat (9).

2) T o n s a n d - B ä n k e r, polymikt. Östlich Lustbüchl, Steilwand am nördlichen Straßenrand zwischen Hirschen- und Weberwirt, vor Hohenrain. Panon (9).

3) Schwarzer Tonschiefer. Im weiteren Dult-Bereich, nördlich Höchwirt-Höchkogel, Gebiet der Hohen Rannach (4).

4) Chlorit-Serizit-Phyllit, zwischen Rossegg und Annagraben (Einödgraben). Vormitteldevonischer „Taschenschiefer“ (3) und (5).

5) Chlorit-Serizit-Schiefer. Plattenkuppe, Böschung am Fahrweg des nordwestlichen Kuppenhanges. Vormitteldevonischer „Taschenschiefer“, ein anderer petrographischer Typus, (3) und (4).

6) Chloritoid-Phyllit, Lineck-Kuppenbereich und nördlich Punkt 698 m, ferner transportierte Grobblecke im Steingraben. In (1) und (12) wurde als Fundortbereich „Platte“ angegeben; das ist zu berichtigen; weder auf der Platte noch auch am Pfangberg wurden bisher Chloritoidschiefer gefunden. Vormitteldevon (3), (4) und (9). Wieder eine andere Gesteinsart innerhalb der „Taschenschiefer“.

7) Granat-Phyllit, kleiner Steinbruch und Wegaufschlüsse zwischen Klein-Tivoli und Schnurrer, SSO von Rinegg. Zum Radegunder Kristallin gehörig, Alter unbestimmt. Ein weit verbreiteter, sehr gleichmäßig beständiger Gesteinstypus; genau denselben Typus sieht man südwärts der Ruine Ehrenfels im Steinbruch an der Fahrstraße nach Radegund.

8) Tiefgründig verwitterter Granatphyllit, Hohlweg-Anschnitte am Fahrweg Ortschaft Niederschöckel-Klein-Tivoli.

ANALYSEN-AUTOREN: Für No. 1, 2, 3, 4, 6 J. GIPTNER (11), für No.

5) F. MACHATSCHKI an schwer zugänglicher Stelle (12) und für No. 8) 8a) 8b) H. HÜBL (10).

### Bemerkungen zu den einzelnen Gesteinen

1)

Korngrößen über 0,1 mm: Albit, Oligoklas 20 An, Mikroklin (vereinzelt), Muskowit, Biotit, Chlorit, Staurolith (ein Korn), Ilmenit, Dolomit (wenige Körnchen), Tonmineralflocken.

Körnung 0,1 mm bis 0,05 mm: Zoisit, Granat, Quarz, Chlorit, Chloritoid (wenige Körnchen), Rutilnadeln, wenige graphitoide Krümel.

Körnung 0,05 bis 0,01 mm: splitterige Quarze, Goethit- und etwas Glaukonitkrümel, graphitoide Krümel, reichlich Tonmineralflocken.

Körnung 0,01 bis 0,002 mm: erkennbar nur noch Quarz, Tonmineralflocken blättriger Natur.

Eine Schätzung im harzsuspendierten Pulverpräparat: 16 Vol. % farbige Kornsorten und graphitoide Substanz. Kein Pyrit. Die Färbung kombiniert sich aus feinst verteilter organischer Substanz („graphitoider Substanz“), die damals nicht bestimmt wurde, und den genannten farbigen Kornsorten.

Diese Menge färbender Kornsorten ergibt sich auch aus den beiden Epinormen No. 1, Tab. 5 und 6. Der ausgewiesene normative „Zo“ steckt modal als Anorthitanteil in Plagioklas, die Höhe des Tonmineralanteils spiegelt sich besonders in der Paragonitvariante 1). — Würde dieses Gestein in der Epizone umkristallisieren, so ergäbe sich ein Chlorit-Serizit-Schiefer. Mesozonal: Glimmerschiefer.

2)

Hellgelbgrau, ohne organisches Pigment, polymikt. Bezeichnung nach (8). Locker diagenetisch gebunden. Korn z. T. feinsandig (200 bis 20  $\mu$ ), z. T. grobtonig (20 bis 2  $\mu$ ). Kornsorten: Quarz, Muskowit, Biotit, Oligoklas, Klinozoisit, Epidot, Zoisit, Chloritoid, Kalkspat, Uvit, Disthen, Ilmenit, Rutil, Magnetit, Goethit.

Der modale Bestand ist erheblich bunter, als die epizonalen Normativbestände anzeigen; diese nähern sich aber in quantitativer Hinsicht immerhin dem modalen. Bei vollständiger epizonaler Metamorphose würde ein Chlorit-Serizitschiefer resultieren, wie ihn wiederum die Paragonitvariante Tab. 6, besser charakterisiert, als die Standard-Epinorm.

3)

Solche tiefgrauschwarze, mild schimmernde karbonische Tonschiefer bieten großes Interesse. Es genügt schon ein Graphitgehalt von 1,08%, vergl. Analyse Tab. 1, um den Farbton so zu verdunkeln, obgleich wohl auch ein relativ

eisenreicher Chlorit, vergl. Paragonitnorm, Tab. 6, mitwirkt. Unvermüdet ist der hohe Calcit-Anteil.

Sehr ähnlich konstituierte Tonschiefer mit Calcitgehalten, z. T. in Kalktonschiefer übergehend, habe ich in Grauwackenbereichen in breitesten Ausmaßen beobachtet, z. T. ist die Farbe etwas heller, „mausgraue Tonschiefer“; ich fand sie im Bereich von Tux (Zillertal), Fieberbrunn-Hochfilzen im Bereich der Magnesitlagerstätten, Leogang-Inschlagalpe, bei Saalfelden, im Bereich zwischen Alm und Hundstein, Goldegg und Schwarzenbach und im Bereich von Lassing bei Selzthal, immer mit den Magnesiten in Verbindung. Sicher sind das nicht alle karbonische Schiefer, sondern auch ältere, aber der Gesteinstypus ist durch das Beispiel aus der Dult gut charakterisiert.

Der Kornsortenbestand ist gegenüber den chemisch ähnlich konstituierten Sedimentgesteinen 1) und 2) beträchtlich vereinfacht; Quarz ( $10\mu$  und kleiner, splittrig), Serizitfz ( $50 \times 8\mu$ ) und kleiner, Prochlorit ( $40 \times 4\mu$ ) und kleiner, „Tonschiefernädelchen“ (Rutil), Goethit, z. T. nach Ankerit, Kalkspat und Dolomit ( $30\mu$ ); Pyrit fehlt, kann aber goethitisiert sein. Neben Quarz wurden gelegentlich Albitkörnchen optisch erkannt.

Die Paragonitvariante gibt den Kornbestand auch quantitativ gut wieder, besser als die Standard-Epinorm. — In mesozonaler Metamorphose ergäbe sich bei gleichem Chemismus ein Typ Plagioklasschiefer mit Biotit und Granat, wie im Gleinalmbereich!

Kohlenstoff färbt in geringer Menge; man ist geneigt, dem Augenschein nach den graphitoiden Anteil zu überschätzen und dann z. B. von „Kohlenstoff-Phylliten“ zu schreiben. Es wäre für die Petrographie zu wünschen, daß eine solche Bezeichnungsweise nur angewendet wird, wenn das im Vorsatz betonte Mineral durch seine Menge in den Rang bestimmender oder mitbestimmender Kornsorten eintritt; das ist bei den erwähnten Tonschiefern und bei vielen „Kohlenstoff“-Phylliten, -Quarziten usw., nicht der Fall. Man sollte dafür lieber sagen: kohlenstoffführender oder graphitführender Phyllit, Glimmerschiefer, Quarzit, oder auch: Kohlig, graphitoid, graphitisch pigmentierter Phyllit etc.

4) und 5)

Beide Muster von „Taschenschiefern“ sind petrographisch von gleicher Fazies: Serizit, Feinchlorit, kleinstkörniger Quarz, Rutil (Tonschiefernädelchen), etwas Uvit, etwas Ilmenit, Apatit, Goethit; Karbonate nur spurenhaf; sehr seltene Relikte: Albit, ein Granatkorn.

In No. 4) ist der Chlorit (Prochlorit) in den Serizitfz eingeflochten, in No. 5) bildet er (ebenfalls Prochlorit) kleine vielblättrige Knötchen, die aussehen wie Pseudomorphosen nach ?. Die Körnung ist in beiden Schiefen wieder sehr fein: Chlorite  $20 \times 7\mu$ , Serizite ebenso, doch gibt es porphyroklastisch aussehende gröbere Schuppen bis  $170 \times 20\mu$ , meist viel kleiner; Quarz  $20-10\mu$  und kleiner, Tonschiefernädelchen einzeln  $6 \times 0,2$  bis  $0,3\mu$ , Uvit  $40\mu$ , Ilmenit  $20 \times 4\mu$ , Albitrelikt  $100 \times 40\mu$ , Granatrelikt  $210 \times 80\mu$ , beide in 4). — Graphitoider Staub, entsprechend 0,14 und 0,27 Gew. % C; das macht die grün-graue Gesteinsfarbe nur um wenig düsterer.

Während die Standard-Epinorm den modalen Kornsortenbeständen wenig entspricht: Albit kommt ja kaum vor, Chloritoide fehlen, desgleichen Zoisit-Epidot, und die Chloritzusammensetzung paßt nicht, gibt die Paragonit-Variante wieder ein sehr gut passendes Bild; nun hat der Serizit im Verein mit

Paragonit das modale Gewicht, der Chlorit wird in 4) prochloritisch und Chloritoid verschwindet in der Norm, unstimmtig ist in 4) noch der normative Zo, der z. T. vielleicht als An in Plagioklasrelikten steckt. — Unstimmtig ist in 5) noch der normative Rest von Chloritoid; im Schriff gabs keinen Chloritoid; auch der Chlorit in 5) hat keine entsprechende Zusammensetzung; angesichts solcher Fälle muß getrachtet werden, das Rezept zur Epinorm-Variantenbildung zu verbessern. Der Chloritoid in 5), der modal fehlt, müßte in den Chlorit eingebaut werden, dann erhielte letzterer die richtige Mengenziffer. Recht gut kommt heraus, daß No. 4 — mit seiner geringen  $Q = 4,41\%$ -Paragonitvariante — ein vollkommener Serizitphyllit ist, hingegen 5) mit  $43,7\%$  Q (Paragonitvariante) ein typischer Serizitschiefer. Die Chloritgehalte sind hoch. Vergl. dazu übrigens (14), besonders b) und c).

6)

Seit 1924 wurde im Lineck-Plattenbereich kein derart auffallendes Muster solcher Chloritoid-Schiefer gefunden. Auch diese gehören zu den „Taschenschiefern“, die somit petrographisch beachtlich variieren und zu einer eingehenderen petrographischen Bearbeitung anregen.

Meine Neuberechnung der MACHATSCHKISCHEN Vollanalyse 6), Tab. 1 und 2, führte auf eine Standard-Epinorm 6), Tab. 5, welche nicht gut zu den Modalverhältnissen paßt; es ist zuviel Albit, zuwenig glimmeriger Anteil, verblüffend wenig Quarz, und es wird Kaolinit bzw. Pyrophyllit ausgewiesen, den MACHATSCHKI zwar in Erwägung zog, aber nicht nachweisen konnte. — Auch die Paragonit-Variante 6), Tab. 6) befriedigt nicht, es ist nun zuviel an Glimmern, zuwenig an Chloritoid, ein eisenreicher aber konstituiv unwahrscheinlicher Chlorit mit 16 Normprozenten, der dem Daphnit nahekäme; **Chlorit wurde aber überhaupt nicht gefunden**; der Quarzgehalt läge besser. Es kann sich hier wohl um eine heteromorphe Gesteinsform handeln, aber sie ist in diesen Schieferbereichen unbekannt. Die Epinorm-Variante 6a) entspricht besser; sie ist eine chloritfreie Chloritoid-Hellglimmer-Albit-Epinorm, der Chloritoid hat die ihm zukommende Betragshöhe von nahe an 30 normativen Prozenten, der Albit ist stärker vertreten als der Quarz, die Summe der Hellglimmer Ms-Pg liegt um 45 Normprozent. 6b) führt die von MACHATSCHKI aus Schriffbeobachtung und Analyse getätigten gewichtsprozentischen Bestände vor, und diese passen wieder nicht zu 6a): Es ist zwar die Chloritoid-Betragshöhe mit 30,08 Gew.% nahe der normativen in 6a), aber die Hellglimmer liegen um 5% höher, der Quarz gar um 7%. Chlorit fehlt hier wie dort. — Zur Kontrolle wurde eine Hellglimmer-Albit-Chloritoid-Normvarietät direkt aus den Atomproportionen der Analyse 6) aufgebaut und berechnet. Tab. 6, Fall 6c). Sie stimmt mit 6a), Tab. 6, sehr genau zusammen. Der Chloritoidgehalt ist praktisch den Angaben MACHATSCHKIS entsprechend, Chlorit fehlt, aber der Quarzgehalt ist wieder niedrig, und um Albit als Kornsorte kommt man nicht herum.

Die Besonderheiten dieses wegen der hohen Glimmerquote gegenüber niederm Quarzgehalt richtig als **Chloritoid-Phyllit** zu klassifizierenden Gesteins sind: Mangel an Chloriten, die sonst häufig den Chloritoid begleiten, und ein etwas auffällig hoher Albitgehalt, der wegen der Kornangleichung an Quarz nur schwierig und mühsam in seiner wahren Höhe erkannt werden kann, und seinerzeit nicht richtig zu ermitteln war. Das ist nunmehr berichtigt und erledigt worden.

Der Granatphyllit von Klein-Tivoli bot wieder eine Auswahl an Sonderproblemen. Die Unterlagen sind in den Tabellen 1 bis 9 enthalten. Das Verhältnis der entwickelten heteromorphen Varianten ist in Tab. 9 besonders deutlich gemacht. Würde der gleiche Gesteinschemismus epizonal kristallisiert haben, so wäre ein zoisit- (oder klinozoisit-) führender und auch etwa albit-hältiger Chlorit-Serizitphyllit entstanden, wie ihn die Paragonit-Variante vorführt, Tab. 9, II. — Ziel war die Gewinnung einer den modalen Verhältnissen möglichst nahe entsprechenden Mesonorm, mit den Kornsorten Biotit, Mischgranat mit Almandinvormacht, Muskowit/Paragonit, etwas Albit oder Oligoklas sowie eine ganz kleine Menge von Staurolith, der von GIPTNER und mir im Schliiff festgestellt wurde.

Die Entwicklung zur Mesonorm geht von der Standard-Katanorm III aus, das wäre eine als Paragneis einzustellende heteromorphe Variante von kinzigitischem Charakter, cordieritreich und quarzarm. Die Weiterentwicklung über IV ist bloß rechnerische Übergangsgestaltung zur Mesonorm, keine mögliche heteromorphe Gesteinsform des gleichen Chemismus. Die weitere Entwicklung nimmt Ausgang von der Biotitvariante, wo Biotit mit rund acht Normprozenten angesetzt wird, der Physiographie entsprechend. — Dann ergibt sich zwangsläufig der Mischgranat, zu welchem eine Granatanalyse GIPTNERS die Kontrolle liefert. Es hat sich herausgestellt, daß in so komplexen Paragenesen die Aus- teilung von Fe<sup>+++</sup> und Fe<sup>++</sup> leider nicht schematisch erfolgen darf; im gegebenen Fall hat man an Ilmenit und Goethit, deren Beträge aus Schliiff und Analyse feststellbar waren, die Möglichkeit, dabei verfügbar gewordenes Fe<sup>+++</sup> für den Fe<sup>++</sup>-Bedarf zu ergänzen. Damit erhält man ein sehr befriedigendes Bild des Gesteinsaufbaues aus Kornsorten, und Details über die Kornsorten selber, die mit beträchtlicher Sicherheit abgeleitet werden können. Man kann — wie ich es getan habe — auch die Mesonorm direkt aus den Atomproportionen aufbauen, VI und VII in Tab. 9. Die Leistungsfähigkeit der Äquivalentnormen-Methode ist sehr befriedigend.

Die Tab. 7 und 8 behandeln den Granatphyllit in Gegenüberstellung mit den Produkten seiner tiefgründigen Zersetzung. Die Behandlung der Zersetzungsprobleme mittels Epinormen gibt einen willkommenen Einblick in die internen Stoffverschiebungen von Edukt und Produkt, besonders für das Verhalten der Alkalien, Fe und Mg, die Steigerung der Vertonung in den Feinstfraktionen und das Verhalten von Quarz. So ist die Methode der Äquivalentnormen auch in solcher Hinsicht ein methodisches Hilfsmittel.

### Tabellen

Tabelle 1: Die analytischen Unterlagen

No.	1)	2)	3)	4)	5)	6)	7)
SiO <sub>2</sub>	60,53	60,81	49,04	42,88	61,81	45,39	54,70
TiO <sub>2</sub>	1,72	1,41	1,01	2,56	0,87	1,47	1,44
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	15,46	16,64	19,58	30,80	18,84	31,70	21,60
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	3,21	3,12	3,04	2,16	4,94	1,48	4,96
FeO	1,71	2,29	3,78	4,36	2,45	6,90	4,17

Fortsetzung zu Tabelle 1:

No.	1)	2)	3)	4)	5)	6)	7)
MnO	0,10	0,00	0,12	0,03	Sp	Sp	0,34
MgO	2,62	2,94	2,52	2,82	2,23	1,01	1,97
CaO	3,06	2,27	5,48	0,98	0,00	0,63	1,36
Na <sub>2</sub> O	1,37	1,36	1,27	1,99	0,64	2,52	1,51
K <sub>2</sub> O	2,57	3,05	3,59	5,15	3,11	4,01	4,25
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0,38	nb	0,33	0,38	0,21	Sp	0,13
B <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	nb	nb	nb	0,20	nb	nb	nb
CO <sub>2</sub>	1,92	1,47	4,86	0,35	0,08	0,44	0,05
C	nb	0,00	1,08	0,14	0,27	0,65	0,79
H <sub>2</sub> O +	4,00	3,23	3,67	5,48	4,32	4,09	2,53
H <sub>2</sub> O —	1,60	1,16	0,30	0,29	0,55	0,20	0,21
	100,25	99,75	100,07	100,57	100,32	100,49	100,01
Sp.Gew.	—	—	2,99	2,83	—	2,88	—

Analytiker: Für 6) F. MACHATSCHKI, die übrigen J. GIPTNER.

Tabelle 2: NIGLISCHE Basiswerte zu 1) bis 7), nach Berechnung ANGEL 1965

No.	Cp	Cc	Mgs	Kp	Ne	Cal	Sp	H <sub>z</sub>	C	Fs	Ru	Q
1)	0,92	2,65	—	10,00	8,15	0,37	12,01	4,63	1,29	3,70	1,35	54,93
2)	—	2,00	—	11,81	7,99	1,45	13,27	5,08	(0,37)	3,58	1,09	53,36
3)	0,81	6,08	0,81	14,28	7,70	—	9,20	10,33	3,76	3,57	0,81	42,65
4)	0,88	0,17	(2,70)	19,18	11,44	0,88	11,79	10,38	9,56	2,40	1,88	28,74
5)	0,48	—	0,12	11,95	3,81	—	9,61	6,16	6,58	5,61	0,67	55,01
6)	—	0,58	—	14,88	14,34	0,17	4,38	16,80	12,31	1,70	1,05	33,79
7)	0,20	0,06	—	15,96	8,69	3,55	8,69	11,17	1,24	5,49	1,06	43,80

Anmerkung: Symbole und Entwicklung in der Reihenfolge wie bei BURRI (2). — In Zeile 2) bedeutet (0,37) = Fa! in Zeile 4) bedeutet (2,70) = Uvit (Turmalin). — Beachte: „C“ in der Basis ist Corund, nicht Kohlenstoff, welcher nur in den obigen Analysen unter C ausgewiesen ist. — Zu einer Pyritberechnung war kein Anlaß.

Tabelle 3: Verwitterter Granatphyllit Klein-Tivoli mit zwei Tonfraktionen, Analytiker H. HÜBL

SiO <sub>2</sub>	68,17	65,87	58,28	CO <sub>2</sub>	Sp	Sp	Sp
TiO <sub>2</sub>	1,10	0,91	1,02	H <sub>2</sub> O+	3,76	5,72	6,49
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	16,96	18,10	21,69	H <sub>2</sub> O—	0,56	3,04	5,01
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	1,63	1,15	3,27				
FeO	1,61	0,37	0,27		100,21	100,14	100,34
MnO	0,05	Sp	Sp				
MgO	1,35	0,19	0,24				
CaO	1,22	1,42	1,12				
Na <sub>2</sub> O	0,98	1,01	0,67				
K <sub>2</sub> O	2,77	2,36	2,28				
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0,05	—	—				

8) Unsortiertes Gesamtprodukt  
8a) daraus Grobton  $\phi$  = bis 20  $\mu$   
8b) Feintonfraktion,  $\phi$  von 2  $\mu$  abwärts.  
(Pipettierverfahren)

Tabelle 4: Erfolg der tiefgründigen Verwitterung am Granatphyllit von Kleintivoli im Spiegel der NIGGLischen Basiswerte

No.	Cp	Cc	Kp	Ne	Cal	Sp	H <sub>z</sub>	C	Es	Ru	Q
7 )	0,29	0,06	15,96	8,69	3,55	8,69	11,17	1,24	5,49	1,06	43,80
8 )	0,18	—	10,43	5,57	3,24	5,93	4,13	5,81	1,80	0,84	62,07
8a)	—	—	9,34	5,97	4,67	0,93	0,93	12,63	1,31	1,49	62,73
8b)	—	—	9,49	4,26	3,87	1,16	0,77	19,03	3,93	0,87	56,65

Tabelle 5: Standard-Epinormen der Sedimente 1) und 2), Tonschiefer 3), Phyllit 4), Seritztschiefer 5), Chloritoidphyllit 6) und Granatphyllit 7)

No.	Ab	Ms	Zo	At	FeAt	Ant	FeAnt	Ot	MgOt	Kaol	Q
1)	13,59	23,35	0,49	6,16	7,12	—	—	0,92	—	—	40,98
				13,28							
2)	13,32	27,56	1,94	11,06	0,44	—	3,53	—	—	—	36,67
				15,03							
3)	12,80	33,32	—	2,81	—	—	3,86	4,48	7,79	—	24,05
				6,67				12,27			
4)	19,06	44,36	1,17	7,20	—	—	—	13,84	4,20	—	2,94
								18,04			
5)	6,35	27,88	—	3,47	—	—	—	8,22	7,27	—	41,80
								15,49			
6)	23,90	34,72	0,22	—	—	—	—	22,40	5,84	4,84	5,32
								28,24		(7,26)	(2,90)
7)	14,48	37,23	4,74	7,24	3,83	—	3,65	—	—	—	23,76
				14,72							

Fortsetzung zu Tabelle 5:

No.	Hm	Ru	Cc	Mgs	Cp
1)	2,47	1,35	2,65	—	0,92
2)	2,39	1,09	2,00	—	—
				Dol	
3)	2,38	0,81	5,27	1,62	0,81
				Turm.	
4)	1,60	1,88	0,17	2,70	0,88
				Mgs	
5)	3,74	0,67	—	0,12	0,48
6)	1,13	1,05	0,58	—	—
7)	3,66	1,06	0,06	—	0,29

Tabelle 6: Paragonit-Varianten zu den Standard-Epinormen der Gesteine 1)–7)

No.	Ms	Pg	ZO (Ab)	At	FeAt	Ant	FeAnt	Ot	MgOt	Q
1 )	23,35	19,03	0,49	0,85	—	6,22	2,57	—	—	40,10
	42,38			9,64						
2 )	27,55	15,26	1,93	0,60	—	7,39	2,82	—	—	36,55
	42,81			10,81						
3 )	33,32	17,95	—	5,32	—	1,56	5,75	—	—	25,21
	51,27			12,63						
4 )	44,35	26,80	1,17	4,91	5,28	3,17	2,68	—	—	4,41
	71,15			16,04						
5 )	27,88	8,90	—	8,02	1,77	—	—	5,35	—	43,07
	36,78			9,79						
6 )	34,72	32,13	0,23	3,65	12,50	—	—	2,37	—	11,64
	66,85			16,15						
6a)	34,72	9,37	(16,54)	—	—	—	—	22,40	5,84	8,37
	44,09							28,24		
6b)	50,30							30,08		15,31
6c)	33,84	8,21	(15,84)	—	—	—	—	24,19	5,51	8,04
	42,05							29,70		
7 )	37,23	13,44	4,74	1,48	—	3,85	6,20	—	—	24,08
	50,67			11,53						

Anmerkung: Nebenkornsorten genau wie Fortsetzung zu Tab. 5, ausgenommen 6 b):

(nach F. MACHATSCHKI [12]) statt Hm kommt 1,48 Gew.0% „Limonit“, Cc = 1,00 Gew.0%, Ru 1,47 Gew.0% und bei 6c (alle Werte aus der Analyse direkt gerechnete Gew.0%, Nebenkornsorten sind 0,12 Apatit, 1,00% Cc, 1,47% Ru und 1,65% Goethit.

Tabelle 7: Standard-Epinormen von Granatphyllit 7) und seinen tiefgründigen Verwitterungsprodukten 8), 8a) und 8b)

No	Ab	Ms	Zo	At	FeAt	Ant	FeAnt	Ot	MgOt	Kaol	Q
7 )	14,48	37,23	4,74	7,24	3,83	—	3,65	—	—	—	23,76
8 )	9,28	24,34	4,32	1,52	—	—	—	5,51	5,48	—	47,33
8a)	9,95	21,80	6,32	—	—	—	—	1,24	1,24	14,36	42,82
8b)	7,10	22,13	5,16	—	—	—	—	1,03	1,55	26,71	32,86

Fortsetzung zu Tabelle 7:

	No	Hm	Ru	Cc	Cp
7 )	3,66	1,06	0,06	0,29	
8 )	1,20	0,84	0,00	0,18	
8a)	0,87	1,49	—	—	
8b)	2,62	0,84	—	—	

Tabelle 8: Paragonit-Varianten der Standard-Epinormen der Gesteine und Verwitterungsprodukte wie in Tab. 7

No	Ms	Pg	Zo (Ab)	At	FeAt	Ant	FeAnt	Ot	MgOt	Kaol	Q
7 )	37,23	13,44	4,74	1,48	—	3,85	6,20	—	—	—	24,08
	50,67		(3,91)	11,53							
8 )	24,34	13,00	4,32	4,95	1,03	—	1,60	—	—	—	48,54
	37,34			7,58							
8a)	21,80	13,93	6,23	—	—	—	—	1,24	1,24	6,40	46,80
	35,73							2,48			
8b)	22,13	9,94	5,16	—	—	—	—	1,03	1,55	21,03	35,70
	32,07							2,58			

Anmerkung: Nebenkornsorten genau wie oben in der Fortsetzung der Tab. 7.

Tabelle 9: Granatphyllit von Klein-Tivoli, No. 7, seine normative Heteromorphie bis zur modalen Mesonorm, dargestellt mittels der NIGGLI'schen Äquivalent-Normen

a) Der modale und normative Granat des Gesteins:

	Alm	Spess	Pyp	Gross
GIPPTNER, 1940, am isolierten Granat des Gesteins	63,00	7,20	9,80	20,00
	70,20			
ANGEL, 1965, direkt aus der Gesteinsanalyse 7)	63,64	6,06	9,09	21,21
	69,70			
ANGEL, direkt aus der Mesonorm von 7), entwickelt aus den Atomproportionen	63,71	6,03	9,06	21,20
	69,74			
ANGEL, 1965, aus Mesonorm-Aufbau nach BURRI-NIGGLI über die „Basis“	69,70		9,00	21,30

b) Der normative Aufbau des Biotites in den Biotitvarianten des Gesteinschemismus:

$$\text{Na/Na+K} = 11,1 \text{ Atomprozente}$$

$$\text{Fe/Fe+Mg} = 26,0 \text{ Atomprozente}$$

c) I. Standard-Epinorm. — II. Paragonitvariante. — III. Standard-Katanorm. — IV. Biotitvariante über III, und Cordierit-Auflösung als Vorbereitung zum Aufbau einer Mesonorm. — V. Mesonorm als Variante mit Biotit, Mischgranat und Hellglimmer. — VI. Gleichartige Mesonorm, direkt gewonnen aus den Atomproportionen der Gesteinsanalyse 7). — VII. Modalbestand, aus der Analyse in Gew.0/0 berechnet, ausgehend von der GIPTRER'schen Granatanalyse und Dünnschliff-Beobachtung. — VIII. Zum Vergleich: Gew.0/0 der Kornsorten nach GIPTRER's Versuch 1940:

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
Cc	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,10	0,10
Cp	0,29	0,29	0,29	0,29	0,29	0,29	0,30	0,30
Ru	1,06	1,06	—	—	—	—	—	—
Ilm	—	—	2,12	2,12	2,12	2,12	2,16	2,16
Hm	3,66	3,66	1,84	1,84	1,84	1,36	2,06	2,04
Ms	37,23	37,23	—	—	30,24	30,60	29,45	} 39,90
Pg	—	13,44	—	—	15,75	13,02	12,03	
Or	—	3,91	26,60	21,60	—	—	—	—
Ab	14,84	—	14,84	14,84	3,23	4,58	4,05	6,55
An	—	—	5,92	5,92	—	—	—	—
Zo	4,74	4,74	—	—	—	—	—	—
At	7,24	1,48	—	—	—	—	—	—
FeAt	3,83	—	—	—	—	—	—	—
Ant	—	3,85	—	—	—	—	—	—
FeAnt	3,65	6,20	—	—	—	—	—	—
Cord	—	—	15,93	—	—	—	—	—
FeCord	—	—	23,89	—	—	—	—	—
Hy	—	—	0,28	—	—	—	—	—
Fo	—	—	—	0,95	—	—	—	—
Fa	—	—	—	5,62	—	—	—	—
C	—	—	—	14,48	—	—	—	—
Bio	—	—	—	8,00	8,00	8,50	8,50	7,60

Granat:

Groß	—	—	—	—	3,16	3,30	3,15	} 18,24
Pyp	—	—	—	—	1,33	1,41	1,21	
Spess	—	—	—	—	—	0,94	0,99	
Alm	—	—	—	—	10,35	9,92	10,45	
Staur	—	—	—	—	—	0,82	0,81	—
Q	23,76	24,08	8,59	23,63	23,63	23,08	23,40	22,33
Graphit	—	—	—	—	—	—	—	0,78

**Anmerkung:** Epi- und Katanorm Standards wurden nach den Rezepten von BURRI 1959 aufgebaut. Die Paragonitvariante habe ich (ANGEL) eingerichtet; nach Empfehlung BURRIS wurde für den Aufbau der Mesonorm von der Vorkonstruktion der Standard-Katanorm ausgegangen, und sodann wurden jene Varianten schrittweise entwickelt, die zur Mesonorm, eingerichtet nach dem modalen Bestand, hinführt. Diese Mesonorm wurde durch direkt entwickelte, gewichtsprozentische und daraus abgeleitete Äquivalentnorm-Bestände kontrolliert. Gewichtsprozente sind nur in Ausnahmefällen von

gleichen Beträgen wie die aufgebauten Normbestände, aber sie sind sehr gut vergleichbar, man muß nur den kleinen Betragsdifferenzen die richtige Bedeutung beimessen. — Graphit wurde von GIPTNER direkt bestimmt; bei den Normberechnungen und Vergleichen wurde er ausgeschaltet.

#### Lesestoff

- (1) ANGEL, F.: Gesteine der Steiermark. Mitt. Natw. V. Steiermark 60, B. Wiss. Abh. Graz, 1924, 1—302, Speziell 217 u. 219.
- (2) BURRI, C.: Petrochemische Berechnungsmethoden auf äquivalenter Grundlage. (Methoden von Paul NIGGLI. Birkhäuser-Basel, 1959, 1—334. Speziell 107, 116, 121, 206, 214/5, 258, 272/3, 274/9 und Tabellen 280—317.)
- (3) CLAR, E.: Zur Geologie des Schöckelgebietes bei Graz. Jb. Geol. B. A. Wien 83, 1933, H. 1/2, 113—136, speziell 114.
- (4) CLAR, E.: Der Bau des Gebietes der Hohen Rannach bei Graz. Mitt. Natw. V. Steiermark 70, 1933, 1—23 und geol. Kte. Speziell 9.
- (5) CLAR, E.: Vom Bau des Grazer Paläozoikums östlich der Mur. N. Jb. Miner. etc. BB 74 B, 1935, 1—39. Speziell geol. Kte. zu 2 und 5.
- (6) FISCHER, G.: Über Begriff und Wortbildung in der Geologie. Sitzb. Preuß. Geol. LA. Berlin 1931, H. 6, 31—38.
- (7) FISCHER G.: Gedanken zur Gesteinssystematik. Jb. Preuß. Geol. LA. 54, 1933, 553—584.
- (8) FISCHER, G. & UDLUFT, H.: Einheitliche Benennung der Sedimentgesteine. Jb. Preuß. Geol. LA. 56, 1935, 517—583, speziell 531.
- (9) FLÜGEL, H.: Die Geologie des Grazer Berglandes. Mitt. Mus. Bergbau, Geol. u. Technik, Joanneum, Mitteilungsheft 23, Graz 1961, 1—212, speziell 153.  
Dazu FLÜGEL, H.: Geologische Wanderkarte des Grazer Berglandes. Verlag Geol. BA. Wien 1960.
- (10) HÜBL H. (†): Analysensammlung 1929. Unveröff. Manuskript, als Materialsammlung für Prof. ANGEL.
- (11) GIPTNER, J.: Chemisch-petrographische Studien an Ostalpengesteinen. Ein Beitrag zur Kenntnis der Beziehungen heteromorpher Gesteine. Unveröff. Diss. Phil. Fak. Univ. Graz, 1940, 1—116.
- (12) MACHATSCHKI, F.: Steirische Chloritoidschiefer. Geol. Archiv. 1924 (Königsberg). 188—206, speziell 201.
- (13) NIGGLI, P.: Über Molekularnormen zur Gesteinsberechnung. Schweiz. Min. Petr. Mitt. XVI, 1936, 295—317.
- (14) CARNEGIE INSTITUTION OF WASHINGTON: YEAR BOOK 63, 1964, 58—289.
  - a) FAWCETT, J. J.: Upper Stability Limits of Magnesian Chlorites, 136.
  - b) The Muscovite-Chlorite-Quarz Assemblage. 137.
  - c) VELDE, B.: Low-grade Metamorphism of Micas in Pelitic Rocks. 143.

# ZOBODAT - [www.zobodat.at](http://www.zobodat.at)

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Mitteilungen der Abteilung für Mineralogie am Landesmuseum Joanneum](#)

Jahr/Year: 1965

Band/Volume: [1 1965](#)

Autor(en)/Author(s): Angel Franz

Artikel/Article: [Petrographisch-petrochemische Berichte über einige Gesteinstypen der Umgebung von Graz 1-11](#)