

Carinthia II	164./84. Jahrgang	S. 115—124	Klagenfurt 1974
--------------	-------------------	------------	-----------------

FORSCHUNGSERGEBNISSE IM OST- UND SÜDALPINEN PERM

## Die Schwermineralgehalte in den Grenzlandbänken

(UNTERPERM DER KARNISCHEN ALPEN, STANDARD-  
PROFIL RATTENDORFER SATTEL)

Von Gerd Friedrich TIETZ

(Mit 1 Abbildung und 1 Tabelle)

Die unterpermischen Grenzlandbänke bestehen vorwiegend aus klastischen Sedimenten wie  $\pm$  schiefrigen Siltsteinen, Fein-Mittelsandsteinen und aus Konglomeratbänken. Kalke und sandige Kalke treten nur in der oberen Profilhälfte vereinzelt auf (KAHLER & PREY, 1963, HOMANN, 1970). Im Rahmen des Geodynamik-Programmes der DEUTSCHEN FORSCHUNGSGEMEINSCHAFT wurde versucht, mit sedimentpetrographischen Parametern Aussagen über Bildung und Herkunft dieser klastischen Schichten zu gewinnen. Ein besonderes Interesse galt hierbei der Untersuchung der Schwermineralgesellschaft.

Insgesamt wurden 53 Proben untersucht (darunter 3 Kalke, Nr. 28, 29, 41; 1 Kalksand, Nr. 19).

Nach vorsichtiger, mechanischer Zerkleinerung in einer Mörsermühle wurde das Material gesiebt. Aus der Fraktion 0,09 bis 0,315 mm wurden die Schwerminerale durch Zentrifugen mit Tetra-bromäthan abgetrennt und in Streupräparaten untersucht.

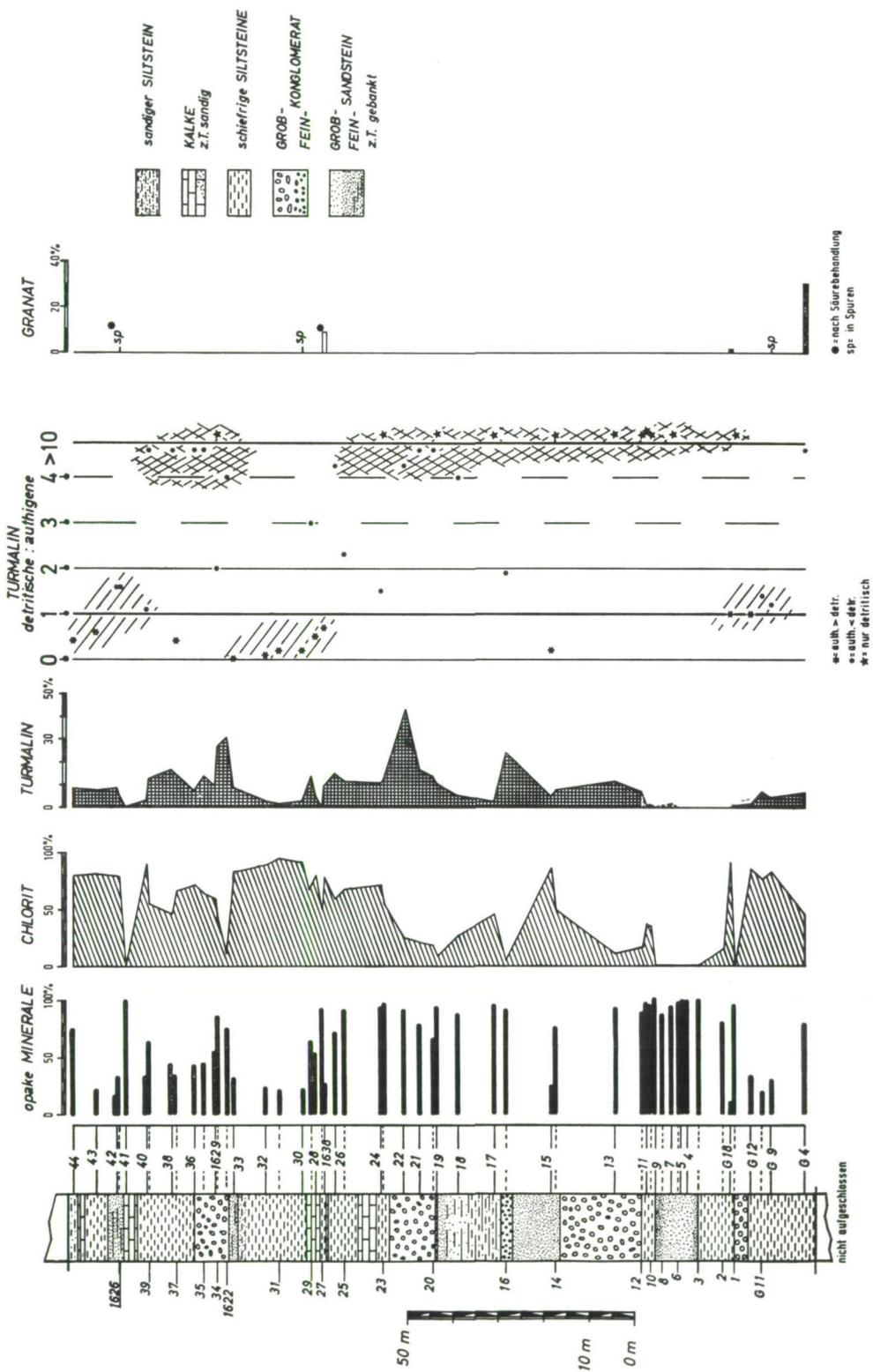
### ERGEBNISSE

Durchschnittlich beträgt der Gehalt an Schwermineralen etwa 2 bis 4 Gew.-% der Gesamtprobe. Das Schwermineralspektrum enthält: nicht bestimmbar opake Körner, Pyrit, Chlorit, Biotit, Turmalin, Zirkon, Rutil, Anatas, Granat, Epidot, Aktinolith, Apatit und Chloritoid.

#### OPAKE MINERAL-KÖRNER:

35 Proben (= 66 %) enthielten mehr als 50 % opake Körner, 20 Proben (= 38 %) sogar mehr als 90 %.

# PROFIL durch die GRENZLANDBÄNKE am RATTENDORFER SATTEL



**MINERALSPEKTRUM der GRENZLANDBÄNKE (Rattendorfer Sattel)**

Probe Nr.	opake Körner	durchsichtige Schwerminerale	CHLORIT	BIOTIT	ZIRKON	ZIRKON idiomorph	TURMALIN aolithen	TURMALIN detritisch	detritisch aolithen	RUTIL	ANATAS	GRANAT	KARBONAT vorhanden x überwiegend xx	EPIDOT	AKTINOLITH	opake, meist idiomorph	opake an- verwittert	APATIT	K - FELDSPAT	Na - FELDSPAT	QUARZ
44	75	25	80	5	4	-	6	2	0,4	3	-	-	-	-	-	xx	x	-	nb	nb	nb
43	22	78	78	3	7	-	5	2	0,6	2	3	-	-	-	-	-	x	-	"	"	"
42	17	83	80	1	2	4	3	5	1,6	3	2	-	-	-	-	-	x	-	nb	nb	nb
1626	33	67	78	1	8	-	2	4	1,6	5	2	-	-	-	-	(x)	x	-	-	-	-
41	100	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	xx	-	"	"	"
40	31	69	90	1	-	3	1	2	1,1	2	1	-	-	-	-	-	x	-	-	-	-
39	65	35	55	4	9	5	1	12	8,7	6	8	-	-	-	-	-	x	-	nb	nb	nb
38	44	56	46	5	11	7	2	16	8,8	7	6	-	-	-	-	-	xx	-	-	-	-
37	28	72	66	3	6	2	11	4	0,4	4	4	-	-	-	-	-	x	-	"	"	"
36	48	52	70	8	6	-	1	7	9,2	5	3	-	-	-	-	-	x	(x)	-	-	-
35	46	54	64	4	-	8	2	13	8,7	5	4	-	-	-	-	-	x	-	nb	nb	nb
1629	55	45	60	8	11	-	3	6	2,0	6	6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
34	88	12	43	16	5	-	-	27	-	4	5	-	-	-	-	-	-	-	"	"	"
1622	75	25	11	6	26	8	6	25	4,0	15	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
33	33	67	82	2	1	3	7	-	8	3	2	-	-	-	-	-	-	-	nb	nb	nb
32	24	76	90	3	x	2	3	x	0,1	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
31	22	78	95	1	x	1	2	2	0,2	1	x	-	-	-	-	-	-	x	-	-	-
30	22	78	90	1	-	3	3	1	0,2	1	1	x	-	-	-	-	(x)	x	-	x(XX)	(x)
29	65	35	68	13	1	-	3	10	3,2	2	3	-	x	-	-	-	x	-	Sp	-	xx
28	54	46	77	12	2	1	3	2	0,5	1	2	-	x	-	-	-	-	x	-	-	xx
27	93	7	50	28	13	-	-	-	-	6	3	-	-	-	-	-	(x)	x	-	xx	-
1638	27	73	79	3	5	-	5	4	0,7	2	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
26	72	28	58	4	6	-	3	15	5,8	5	5	-	x	-	-	-	-	x	4	x	(x)
25	91	9	67	-	2	6	5	11	2,3	6	3	-	x	-	-	-	-	x	-	x	xxx
24	94	6	70	8	-	5	5	6	1,5	3	3	-	-	-	-	-	-	x	-	x	xxxx
23	98	2	56	32	-	-	-	12	-	-	-	-	-	-	-	-	-	xx	-	-	-
22	91	9	25	21	4	-	8	35	5,5	1	6	-	-	-	-	-	(x)	x	-	-	xxxxx
21	80	20	22	40	2	5	1	17	11,7	4	9	-	x	-	-	-	-	x	-	-	xxxxx
20	68	32	18	56	2	-	2	11	8,0	3	8	-	x	-	-	-	-	x	-	-	xxxxx
19	93	7	9	60	6	-	-	11	-	2	10	-	xx	-	-	-	-	-	x	2	-
18	89	11	27	52	7	-	1	4	4,0	3	5	-	-	-	-	-	-	x	1	Sp	xxxxx
17	95	5	46	50	3	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	x	-	xxxx
16	92	8	5	50	15	-	10	14	1,4	3	3	-	-	-	-	-	-	x	-	-	xxxxx
15	25	75	87	2	2	1	4	1	0,2	x	x	-	x	-	-	-	-	x	-	x	xxxx
14	76	24	51	18	7	-	-	7	-	4	13	-	-	-	-	-	-	x	-	(x)	xxxx
13	93	7	12	23	19	-	-	11	-	10	25	-	-	-	-	-	-	x	-	-	xxxxx
12	90	10	17	63	3	-	-	7	-	-	10	-	-	-	-	-	-	-	x	-	(x)
11	99	1	37	-	18	-	-	36	-	9	-	-	-	-	-	-	-	-	x	-	xxx
10	97	3	36	38	11	-	-	11	-	-	-	-	-	-	-	-	-	xx	-	-	-
9	100	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	xx	-	-	-
8	87	13	-	89	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6	5	(x)	x	-	nb	nb	nb
7	96	4	-	71	-	-	-	29	-	-	-	-	x	-	-	-	-	x	-	-	-
6	99	1	-	x	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	(x)	x	-	-
5	99	1	-	x	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	x	-	-
4	99	1	-	x	-	-	-	-	-	-	-	-	-	x	-	-	-	-	x	-	-
3	100	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	x	-	-
2	80	20	15	77	-	-	-	x	-	-	-	-	-	8	-	-	-	-	x	-	-
G 18	10	90	91	4	x	2	x	x	1,0	1	1	1	-	-	-	-	-	(x)	x	-	-
1	96	4	-	80	-	-	-	20	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	x	-	-
G 12	34	66	85	6	4	x	x	1	1,0	3	1	-	x	-	-	-	-	-	x	-	-
G 11	19	81	77	4	3	x	3	4	1,4	1	1	-	7	-	-	-	-	-	x	-	-
G 9	30	70	82	5	5	x	2	2	1,14	2	1	1	-	-	-	-	-	-	x	-	-
G 4	80	20	45	12	3	x	1	5	7,0	3	-	31	-	-	-	-	-	-	x	-	-

Die opaken Körner lassen sich in drei Gruppen einteilen:

1.  $\pm$ idiomorphe Mineralkörner (Pyrit, Würfel und Pentagondodekaeder; würfeliges Hämatit);
2. eckige Bruchstücke, meist zerbrochene Pyritkristalle, teilweise mit Fe-Hydroxidüberzügen und Limonitblättchen;
3. sehr stark angewitterte Körner, die meist randlich von Glimmersäumen umwachsen sind. Als Herkunft werden zersetzte Biotite, Amphibole und eventuell Pyroxene angenommen (häufig wachsen Anataskriställchen in diesen Glimmersäumen).

Aus Tabelle 1 läßt sich ersehen, daß allgemein im oberen Profilabschnitt die Gruppen 1 und 2 sind, im unteren Profilabschnitt dagegen hauptsächlich die Gruppe 3 vertreten ist.

## DURCHSICHTIGE SCHWERMINERALE:

### Chlorit

Das häufigste Schwermineral ist Chlorit (Mg · Fe-Chlorit). In 28 Proben (= 53 %) bestehen die durchsichtigen Schwerminerale zu mehr als 50 % aus Chlorit, in 5 Proben (= 9 %) sogar zu 90 % (Abb. 1).

Einschränkend muß gesagt werden, daß ein Teil Chlorit (und Biotit) wohl während der mechanischen Aufbereitung zerrieben wurde und nun im Streupräparat einen höheren Korn-Prozentanteil vortäuscht.

### Biotit

Das zweithäufigste durchsichtige Schwermineral ist  $\pm$  angewitterter Biotit, der besonders im unteren Profilabschnitt sehr häufig ist (bis 89 % in Probe 8). Im oberen Profilabschnitt tritt Biotit zugunsten von Chlorit zurück.

### Turmalin

Das nächsthäufige Mineral ist Turmalin, meistens von grün-grauer-grünbrauner Farbe. In 20 Proben (= 38 %) beträgt der Turmalinanteil mehr als 10 %. Es lassen sich detritisch angelieferte, d. h. verrundete oder zerbrochene Turmaline von authigenen (s. u.) Turmalinen unterscheiden. Die authigenen Turmaline liegen größtmäßig an der unteren Fraktionsgrenze (0,09 bis 0,1 mm) und sind stets idiomorph bis hypidiomorph ausgebildet. Häufig enthalten sie nicht bestimmbare, dunkle Einschlüsse.

Durch das Verhältnis detritisch/authigen lassen sich fünf Bereiche unterscheiden (Abb. 1): In Konglomerat- und Sandsteinbereichen (untere Mitte und oberes Profildrittel) überwiegend detritische, in Siltsteinen dagegen authigen gebildete Turmaline.

## Zirkon

Nur in neun Proben (= 17 %) beträgt der Zirkongehalt mehr als 10 %. Die Korngröße der Zirkone schwankt stark: neben Einschlüssen in Glimmern (etwa 0,03 mm) finden sich längliche Zirkonkristalle bis zu 0,15 mm Länge. Idiomorphe, nicht verrundete Zirkone sind nicht häufig und meist auf Einschlüsse beschränkt. Zwar wurden überwiegend idiomorphe Kristalle (d. h. mit noch erkennbaren Flächen) von völlig verrundeten unterschieden, aber eine Aussage aufgrund der Kornform ist nicht zu machen.

## Rutil, Anatas

Rutil und Anatas erreichen nur zwei- bzw. viermal die 10 %-Grenze und dann auch nur in überwiegend opaken Proben.

Während Rutil außer als Einfluß auch ähnlich wie Zirkon als Einzelkorn auftritt (bis zu einer Größe von 0,2 mm) ist Anatas meistens in den Glimmersäumen um opake Körner zu finden.

## Granat

Granat ist nur in insgesamt vier Proben gefunden worden, erreicht jedoch in der untersten Probe im Profil einen Gehalt von 31 %. Epidot und Aktinolith finden sich nur in drei bzw. einer Probe im unteren Profildrittel.

Apatit ist nur im mittleren Profilabschnitt zu finden und erreicht nur maximal 4 %.

Chloritoid tritt nur in der oberen Profilhälfte auf, bleibt aber stets unter 1 %. Bestimmung unsicher, da nur sehr kleine Körner zu beobachten sind.

## DISKUSSION DER ERGEBNISSE

Hier muß darauf hingewiesen werden, daß weder ein Übergang der liegenden UPK-Schichten\* zu den GB, noch der Übergang GB zu den hangenden OPK-Schichten aufgeschlossen ist. Das Profil stellt also nur einen Ausschnitt der GB dar. Die Befürchtung, daß das Profil außerdem noch tektonisch bedingte Schichtwiederholungen enthalten könnte, kann jetzt mit Sicherheit verneint werden. Es sind keinerlei Wiederholungen in der Schwermineralführung zu beobachten.

### Abschnitt 1.

Mit den untersten Profilproben (G 4 bis G 18) ist gerade noch ein Bereich mit — nach oben hin abnehmender — Granatführung

\* UPK = Unterer Pseudoschwagerinenkalk; GB = Grenzlandbänke; OPK = Oberer Pseudoschwagerinenkalk.

erfaßt. Dies deutet einwandfrei auf ein Liefergebiet in metamorphen Gesteinen hin (mindestens höhere Grünschiefer — bis Almandin-Amphibolit-Fazies).

## Abschnitt 2.

Der nach oben hin anschließende Bereich (Proben 1 bis 12) ist durch den hohen Gehalt ( $\phi$  95 %) an  $\pm$  stark verwitterten opaken Körnern gekennzeichnet. Epidot und Aktinolith (1 Korn!) sind in diesem Bereich wohl als Ausklingen der Sedimentförderung aus stärker metamorphen Gesteinen anzusehen. Außerdem ist vermutlich in den angewitterten bis verwitterten opaken Körnern ein Teil metamorph gebildeter Schwerminerale verborgen.

Bei einem Anteil von nur 5 % durchsichtiger Schwerminerale ist eine Prozentangabe einzelner Minerale etwas irreführend. Trotzdem ist das Fehlen von Chlorit auffällig. Es ist am ehesten mit einer intensiven Durchbewegung des noch lockeren Materials während und nach der Anlieferung zu deuten: durch mechanische Bewegungen wurden die Chloritblättchen unter die erfaßte Kornfraktionsgrenze zerkleinert; in Tonmineralpräparaten ist nämlich eindeutig Chlorit nachzuweisen.

Damit kann das Fehlen von Chlorit im Streupräparat (nur in diesem Profilabschnitt vorkommend; Probe 41 ist ein Sonderfall: aus einer Kalkbank ließen sich nur traubig-niedrig geformte Limonitblättchen gewinnen) als Beweis angesehen werden, daß zumindest ein großer Teil Chlorit detritisch angeliefert wurde.

Nach HELGESON & al. (1969) ist Chlorit in allen marinen Bereichen stabil, mußte also im Küsten- bis Strandbereich der Grenzlandschichten erhalten bleiben.

Dieser Profilabschnitt enthält demnach Sedimente aus metamorphen Gesteinen der unteren bis mittleren Grünschieferfazies (Chlorit, Biotit).

## Abschnitt 3.

Mit dem Einsetzen von größeren Konglomeratmengen (ab Probe 13) wechselt der Gehalt an opaken Körnern ständig (98 bis 22 %), gegen den höheren Profilabschnitt treten immer häufiger idiomorphe Pyrite und vereinzelt Hämatite auf.

Auffällig sind ferner die starken Schwankungen im Chloritgehalt: von 5 bis 87 % mit einem Mittelwert von 48 %. Das Gleiche gilt für den Biotitanteil: Gehalte zwischen 1 und 60 % mit einem Durchschnitt von 25 %.

Daneben sind nur sehr stabile Schwerminerale (Anatas, Rutil, Zirkon und Turmalin) zu finden. Granat tritt nur in Probe 30

(1 Korn = 0,05 %) auf. Bei KAHLER & PREY (1963) werden von PREY Quarzporphyrbruchstücke aus einem anderen Profil der GB beschrieben; sie konnten jedoch im hier untersuchten Material nicht eindeutig nachgewiesen werden. Ein kleiner Hinweis in diese Richtung wird durch einige „embayed“ Zirkone geliefert, die nach HOPPE (1962) auf Wachstumsbehinderungen während der Kristallisation in Quarzporphyr hindeuten.

Ferner ist in diesem Profilabschnitt Apatit (max. 4 %) zu finden. Nach RIEHL-HERWIRSCH (1965) darf angenommen werden, daß dieser Apatit zu den Quarzporphyrbruchstücken bzw. den „embayed“ Zirkonen gehört, also ebenfalls aus Quarzporphyren stammt. Andererseits ist aber Apatit auch ein typisches Schwermineral der Granite und deren Pegmatite.

Aus diesen Überlegungen ist zu folgern, daß der Profilabschnitt zwischen den Proben 13 und 30 Sedimentmaterial aus zwei, möglicherweise auch aus drei verschiedenen Liefergebieten enthält:

1. metamorphe Gesteine der unteren bis mittleren Grünschieferfazies;

2. saures Kristallin (etwa Granit);

- mit Vorsicht geschlossen: 3. saure Effusivgesteine (Quarzporphyr).

Das abwechselnde Übereinander von Sedimenten verschiedener Liefergebiete dürfte wohl auf wechselnde Transportarten und/oder Transportgeschwindigkeiten hindeuten.

#### Abschnitt 4.

Der obere Profilabschnitt (etwa ab Proben 31 bis 44) ist geprägt von relativ geringen Gehalten an opaken Körnern ( $\phi$  44 %), die nach oben hin immer häufiger als idiomorphe Pyrite identifiziert werden können. Daneben steigt der Chloritgehalt im Mittel wieder auf 68 %, während der Biotitgehalt im Durchschnitt auf 4 % absinkt.

Daneben sind wieder die — für dieses Profil üblichen — Schwerminerale Anatas, Rutil, Zirkon und Turmalin vorhanden. Zirkon tritt häufiger in unzerbrochenen, unverrundeten Kristallen auf. Der Anteil authigener Turmaline ist ziemlich hoch (einsetzend etwa ab Probe 30).

Autochthon, d. h. direkt im Profilgebiet entstanden, dürften nur die völlig idiomorphen Kristallnadeln sein. Da nämlich eine authigene Neubildung von Turmalin sowohl im Bereich der Diagenese als auch (sogar leider) im metamorphen Bereich (etwa ab seichter Grünschieferfazies) erfolgen kann, muß damit gerechnet werden, daß ein Teil der hypidiomorphen, d. h. meist in der Mitte durchgebrochenen Nadeln zumindest einen kurzen Transportweg hinter sich hat.

Somit passen die kurz transportierten „authigenen“ Turmaline gut zu den hohen Chloritgehalten im Profilabschnitt: Da in den eingelagerten Kalken die Fossilien nicht erkennbar deformiert wurden, muß angenommen werden, daß Chlorit in solch großen Mengen ( $\phi$  68 %) nicht authigen entstanden ist. Eine autochthone Bildung von Chlorit müßte auch den Bereich der Tonminerale (kleiner als 0,002 mm) erfassen, doch gerade in den Tonen lassen sich nur Spuren von Chlorit nachweisen.

Chloritführung und „authigene“ Turmaline weisen nun auf ein sehr nahe gelegenes Liefergebiet mit vorherrschend schwach metamorphen Gesteinen der seichteren Grünschieferfazies (Quarz—Albit—Muscovit—Chlorit-Subfazies) hin.

Das Liefergebiet muß recht nahe gewesen sein, da sonst die hypidiomorphen (in der Mitte durchgebrochenen) Turmalinnadeln wohl völlig zerbrochen und/oder zerrieben worden wären. Ebenso wäre es dem Großteil der Chloritblättchen ergangen.

Die Konglomeratfolge in diesem Profilabschnitt (Probe 1622, 34 bis 36) dürfte entsprechend der Abfolge im liegenden Profilabschnitt aus sauren Kristallingesteinen (Granit) stammen.

## ZUSAMMENFASSUNG

Ergebnisse der Schwermineralanalysen und ergänzender Untersuchungen in den Grenzlandbänken:

1. Das untersuchte Profil ist nicht durch tektonisch bedingte Schichtwiederholungen ausgeweitet.

2. Bei den Schwermineralen ist der hohe Anteil an Chlorit und — mit Ausnahme von Granat — das Fehlen von  $\pm$  typischen metamorphen Schwermineralen auffallend. Im Bereich der heutigen Grenzlandbänke hat keine diaphthoritische Umwandlung vielleicht vorhandener Schwerminerale stattgefunden, da in den Kalken Fossilien und Spuren fossilen Lebens nicht zerstört wurden.

3. Anfärbeversuche auf Feldspäte an einigen Proben (Tabelle 1) haben gezeigt, daß der K-Feldspatgehalt mit abnehmender Korngröße ansteigt. Albit — als Vertreter metamorpher Gesteine erwünscht — war nur in untergeordneter Menge zu erkennen. Daraus folgt: Konglomerat- und gröbere Sandsteinlagen repräsentieren ein reifes Sediment aus stabilen Komponenten = langer und/oder langdauernder Transport.

Siltsteine und Feinsandsteine enthalten dagegen noch verwitterungsanfällige Mineralkomponenten, haben also einen wesentlich kürzeren Transportweg gehabt. Dies wird auch durch die Kornform einzelner Schwerminerale (hypidiomorphe Turmaline) bestätigt.

4. Aus der Verteilung der opaken Körner, aus der Höhe des Chlorit- und Biotitanteils und aus dem Auftreten weniger, aber typischer Minerale (Granat, Epidot, Apatit) ergeben sich nachstehende Liefergesteine für bestimmte Profilabschnitte der Grenzlandbänke:

Hangend: nicht aufgeschlossener Übergang GB zu OPK.

Abschnitt 4: seichte Grünschieferfazies (Quarz—Albit—Muskovit — Chlorit [Proben 31 bis 44]-Subfazies, WINKLER 1965).

Für die Konglomeratlagen wird auf Abschnitt 3 b hingewiesen.

Abschnitt 3: Aufteilung in möglicherweise drei Liefergesteine (Proben 13 bis 30): a) untere bis mittlere Grünschieferfazies (Abschnitt 2); b) saures Kristallin (Granit) für Quarzkonglomerat — Grobsandlagen; c) eventuell geringe Anlieferung aus Quarzporphyrgebieten.

Abschnitt 2: untere bis mittlere Grünschieferfazies (Quarz—Albit—Muskovit [Proben 1 bis 12] — Chlorit-Subfazies bis zu Quarz—Albit—Epidot—Biotit-Subfazies).

Abschnitt 1: höhere Grünschiefer (Quarz—Albit—Epidot—Almandin-Subfazies) bis untere Amphibolitfazies (Staurolith — Almandin-Subfazies).

5. Auf der Suche nach möglichen Liefergebieten dieser Gesteine fallen die Kristallingesteine des Gailtales ins Auge; genauere Angaben werden sich hoffentlich nach Auswertung von Sedimentstrukturen und Schüttungsrichtungen innerhalb der Grenzlandbänke machen lassen (LEITZ, in Bearbeitung).

## L I T E R A T U R

- HELGESON, H. C., GARRELS, R. M., & MACKENZIE, F. T. (1969): Evaluation of irreversible reactions in geochemical processes involving minerals and aqueous solutions. — II Applications, *Geochim. Cosmochim. Acta*, 33:455—481.
- HOMANN, W. (1970): Litho- und biofazielle Gliederung der Rattendorfer Schichten (Rattendorfer Stufe, Unter-Perm) in den Karnischen Alpen unter besonderer Berücksichtigung der Kalkalgen-Flora und Korallen-Fauna. — Unveröff. Diss. TH. Darmstadt, 316 S., 3 Taf., 48 Abb., 12 Foto-Taf., 45 Tab., Darmstadt.
- HOPPE, G. (1962): Petrogenetisch auswertbare morphologische Erscheinungen an akzessorischen Zirkonen. — *N. Jb. Mineral., Abh.*, 98:35—50.
- KAHLER, F., & PREY, S. (1963): Erläuterungen zur geologischen Karte des Naßfeld—Gartnerkofel-Gebietes in den Karnischen Alpen. — *Geol. Bundesanstalt Wien*, 115 S., 5 Taf., 25 Abb., 3 Tab.
- LEITZ, F. (Arbeitstitel): Strömungsmarken, Spurenfossilien und Schüttungsrichtungen in den klastischen Serien der Rattendorfer Stufe. — In Vorbereitung.

- RIEHL-HERWIRSCH, G. (1965): Die postvariscische Transgressionsserie im Bergland östlich vom Magdalensberg (Umgebung des Christophberges, Kärnten — Österreich). — Mitt. Ges. Geol. Bergbaustud., 14/15:229—266, 3 Abb., 10 Taf.
- WINKLER, H. G. F. (1965): Die Genese der metamorphen Gesteine, 218 S., 40 Fig., 13 Tab., Berlin, Heidelberg, New York.

Anschrift des Verfassers: Dr. Gerd Friedrich TIETZ, Paläontologisches Institut der Universität Erlangen-Nürnberg, D-8520 Erlangen, Loewenichstraße 28.