©Geol. Bundesanstalt, Wien; download unter www.geologie.ac.at

Verh. Geol. B.-A. | Jahrgang 1976 | Heft 2 | S. 191—206 | Wien, Oktober 1976

Schwermineraluntersuchungen im Variszikum der Karnischen Alpen (Österreich und Italien)

Von Wolfgang Schnabel [1])

Mit 4 Abbildungen und 2 Tabellen

Österreichische Karte
1 : 50.000
Blätter 196, 197, 198

Schlüsselwörter
Flyschfazies
Schwerminerale
Karnische Alpen
Variszikum
Paläozoikum
Ordovizium
Silur
Karbon
Hochwipfelflysch
Sandsteine

Inhalt

Zusammenfassung
Abstract
Einleitung — Problematik
Arbeitsmethodik
Auswahl der Profile
Einzelergebnisse und Interpretation
Vergleich und Ausblick
Literatur

Zusammenfassung

10 Profile durch klastische Serien des Variszikums der Karnischen Alpen wurden schwermineralogisch untersucht. Die Sandsteine des Ordoviz bis Untersilur zeigen weitgehend übereinstimmende Schwermineralführung von Zirkon, Turmalin, Rutil und Apatit, letzterer als Maximum in der vulkanoklastischen Serie der Kreuzleitenhöhe. Granat fehlt fast ganz, an der Grenze Ordoviz-Silur sind Spuren von Chromspinell erwähnenswert. Die Profile durch Folgen des oberkarbonen Hochwipfelflysches zeigen deutliche vertikale Differenzierung. An der Basis ist eine Assoziation vorhanden, die sich von den ordovizischen Serien durch eine deutliche Chromspinellführung (— 7%) unterscheidet. Im Mittelabschnitt nimmt die Granatführung zu, die im oberen Teil dominiert (um 90%), daneben ist Epidot, Titanit und Orthit vertreten.

[1]) Anschrift des Verfassers: Dr. Wolfgang Schnabel, Geologische Bundesanstalt, Postfach 154, Rasumofskygasse 23, A-1031 Wien.

©Geol. Bundesanstalt, Wien; download unter www.geologie.ac.at

Im Ordoviz lieferte ein Abtragungsraum, in dem granitoide Gesteine vorgeherrscht haben. Der gleiche oder ein ähnlicher Raum schüttete auch im tieferen Oberkarbon (Namur), es machen sich hier aber Ultrabasite stärker bemerkbar. Gegen das Hangende tritt allmählich ein mesometamorpher Schieferkomplex hervor, der in der höheren Hochwipfelflyschzeit (Westfal) intensiv der Abtragung unterliegt, wobei sedimentäre Strukturen auf einen Materialtransport aus westlicher Richtung schließen lassen.

Abstract

By means of 10 selected sections through paleozoic series of the Carnic Alps (Austria and Italy), Heavy-mineral-investigations were carried out. The sandstones of ordovician and upper silurian age show an unique content of zircon, turmalin, rutil and some apatite, which shows to a granitic source-zone. At the ordovician-silurian border ("Untere Schichten", Cellonrinne) some chromite is mentionable.

During the sedimentation of the upper carboniferous ("Hochwipfelflysch") the heavy-mineral-spectrum varies. In the basal series the same minerals as in the ordovician series are found (zircon, turmalin, rutil, apatite) with a considerable content of chromite (up to 6%). In the upper part garnet with epidote and titanite becomes predominant, indicating a vehement erosion of a metamorphic rock massiv, whereby the transport took place from west to east, as flute-casts demonstrate.

Einleitung — Problematik

Die Schwermineralführung klastischer Gesteine des Mesozoikums und Tertiärs der Ostalpen ist in den vergangenen 20 Jahren intensiv untersucht worden. Es würde den Rahmen dieser Arbeit sprengen, auch nur auszugsweise Arbeiten anzuführen, nur die systematischen Beprobungen von G. Woletz im Zuge der Landesaufnahme der Geologischen Bundesanstalt sollen erwähnt sein. Neben der stratigraphischen Charakterisierung der Gesteine war dabei eine der wichtigsten Fragestellungen, zusätzliche Hinweise auf Einzugsgebiete zu erhalten, um dadurch von sedimentpetrographischer Seite her zur Klärung der paläogeographischen Situation und — abgeleitet — der Tektonik beizutragen. Dies ist in vielen Fällen gelungen und eine erschöpfende Diskussion und Erforschung des alpidischen tektonischen Geschehens ist ohne die Einbeziehung der schwermineralogischen Kriterien nicht mehr möglich.

Wohl aus Gründen der metamorphen Überprägung und der in vielen Fällen fraglichen Altersstellung paläozoischer Gesteine der Ostalpen, die eine Auswertung der Schwermineralführung im oben erwähnten Sinn erschweren oder unmöglich machen, sind solche Untersuchungen im Paläozoikum noch spärlich. Hier beschränken sie sich im wesentlichen auf permische Serien, voralpidische Gesteine sind mit wenigen Ausnahmen unbeprobt. Von Woletz (unveröffentlicht) sind Analysen aus einigen Schichtgliedern des Perm der Nord- und Südalpen vor-

©Geol. Bundesanstalt, Wien; download unter www.geologie.ac.at

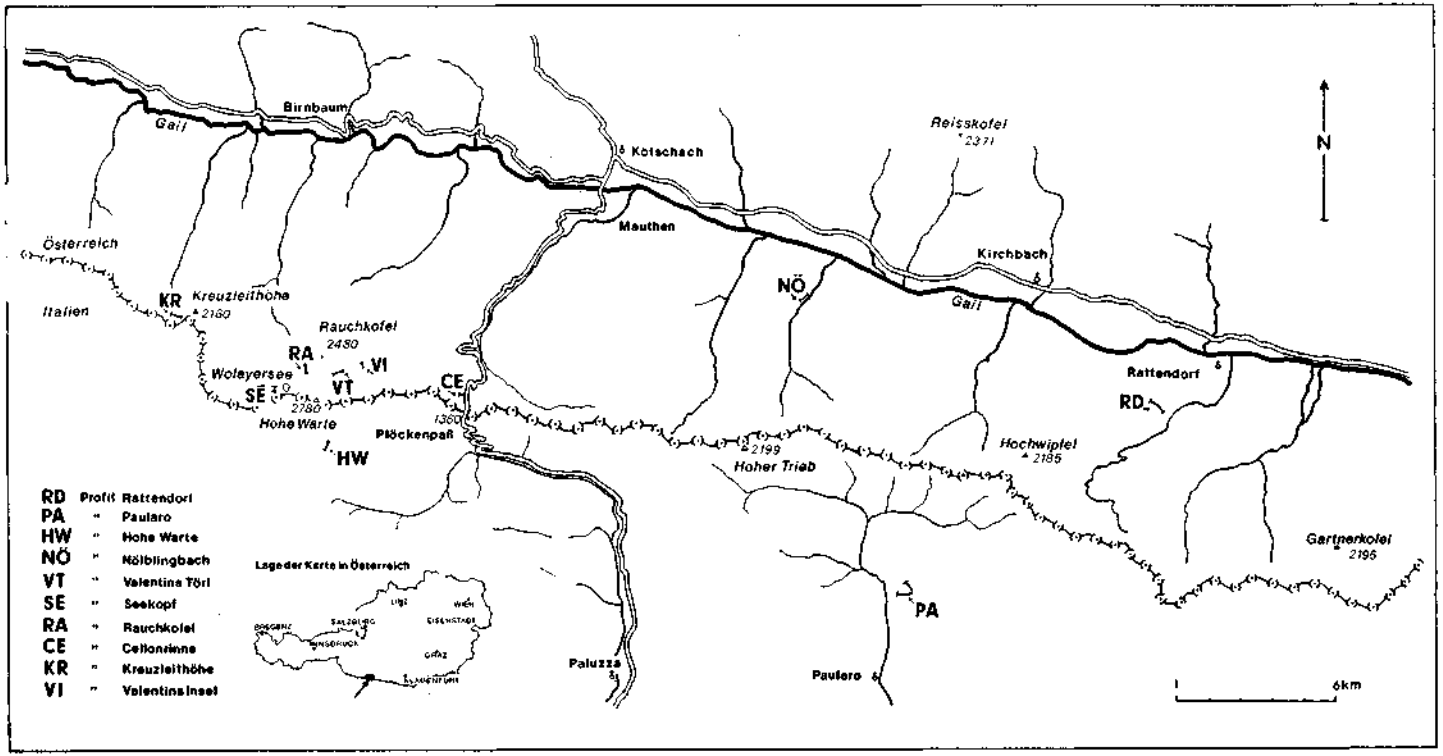


Abb. 1. Topographische Lagenskizze der beprobten Profile (Grundlage: Österreichische Karte 1 : 50.000).

©Geol. Bundesanstalt, Wien; download unter www.geologie.ac.at

handen, sie stammen aus fraglichen Anteilen der Werfener Schichten und aus Grödener Sandsteinen.

Aus denselben Serien hat SCHERIAU-NIEDERMAYR & NIEDERMAYR (1973) aus dem Raum Kötschach Analysen veröffentlicht.

In jüngster Zeit sind aus dem Karbon von Nötsch (KODSI & FLÜGEL, 1970) und aus den Grenzlandbänken des Unterperm (TIETZ, 1974) umfangreichere Untersuchungen publiziert worden.

Die wichtigsten Ergebnisse dieser Arbeiten seien hier kurz angeführt, um die bisher bekannten Verhältnisse im Südabschnitt der Ostalpen aufzuzeigen [1]):

Werfener Schichten, Kötschach (SCH-N. & N.) [2]):	Zi, Tu, Ap.
Werfener Schichten, Langenbergtunnel (WOLETZ):	Zi, Tu, Ru, Ap.
Werfener Schichten, Christofberg (WOLETZ):	Zi, Tu, Ru, Ap.
Grödener Sandstein, Langenbergtunnel (WOLETZ):	Zi, Tu, Ru.
Grödener Sandstein, Trogkofel (WOLETZ):	Zi, Tu, Ru.
Grödener Sandstein, Laas (WOLETZ):	Zi, Tu, Ru.
Postvariszische Transgressionsserie, Kötschach (SCH-N. & N.) [2]) Hangende Serie:	(Gr), Zi, Tu.
Liegende Serie:	Gr, Zi, Tu.
Grenzlandbänke, Rattendorfer Sattel (TIETZ) oben:	Zi, Tu, Ru, At.
unten:	Gr, Zi, Tu, Ru.
Auernig Schichten, Naßfeld (WOLETZ):	Zi, Tu, At, Br.
Karbon-Perm, Meleschnik-Sattel (WOLETZ):	Gr (— 84%!).
Hochwipfelflysch, Oselitzbach (WOLETZ):	Gr, Zi, Tu, Ap.
Karbon von Nötsch (WOLETZ):	Gr, Zi, Tu.
Karbon von Nötsch (KODSI & FLÜGEL) Pölland-Gruppe:	Gr, Cd, Hb.
Nötschgraben-Gruppe:	Zi, Tu, Ru.

Auf diese Analysen wird zusammenfassend noch im Kapitel: Vergleich und Ausblick eingegangen.

Aus älteren Serien sind praktisch keine Schwermineralführungen untersucht.

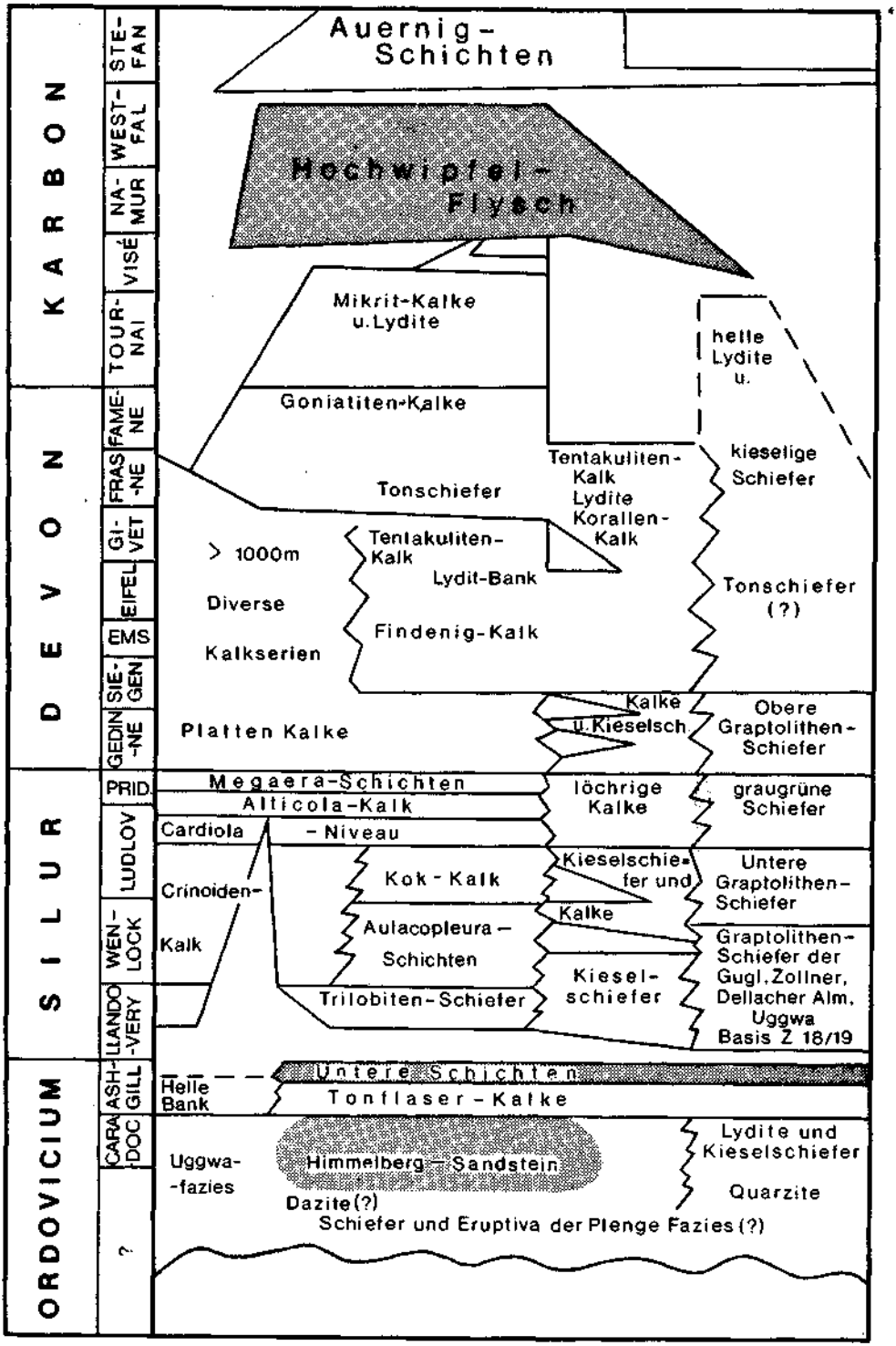
Die intensiven Forschungen in den Karnischen Alpen durch die Abteilung für Paläontologie und Historische Geologie der Universität Graz (FENNINGER, FLÜGEL, SCHÖNLAUB) und anderen Arbeitsgruppen (ab etwa 1960), haben weitgehend präzise Alterseinstufungen im südalpinen Paläozoikum gebracht und damit auch in variszischen Serien Voraussetzungen für eine gezielte Schwermineralbeprobung geschaffen, die auch eine vorsichtige paläogeographische Interpretation gestatten.

[1]) Gr = Granat, Zi = Zirkon, Tu = Turmalin, Ru = Rutil, Ap = Apatit, At = Anatas, Br = Brookit, Cd = Chloritoid, Hb = Hornblende. Minerale in Spuren sind nicht angeführt, ebenso wie Biotit, Chlorit, Baryt u. ähnl., die als „nicht relevant" gelten.

[2]) SCH-N. & N. = SCHERIAU-NIEDERMAYR & NIEDERMAYR.

Abb. 2. Das Paläozoikum der Karnischen Alpen (Auszug aus FENNINGER & SCHÖNLAUB 1972, Tab. 1). Die beprobten Serien sind punktiert hervorgehoben.

©Geol. Bundesanstalt, Wien; download unter www.geologie.ac.at



©Geol. Bundesanstalt, Wien; download unter www.geologie.ac.at

Die hier vorliegende Arbeit wurde über Vermittlung von Prof. Dr. H. FLÜGEL (Universität Graz) durch eine Unterstützung im Rahmen von Projekt 1588 („Korrelation des Prä-Variszikums von Österreich und SE-Europa") des Fonds zur Förderung der wissenschaftlichen Forschung Österreichs gefördert. Die Geländebegehungen wurden unter der Führung von Herrn Dr. H. SCHÖNLAUB durchgeführt, dem hiefür sowie für seine stete Beratung herzlich gedankt sei. Besonders gedankt sei auch Frau Dr. G. WOLETZ für die Erlaubnis, die noch nicht veröffentlichten Analysen in diese Arbeit einbeziehen zu dürfen.

Arbeitsmethodik

Bei den hier analysierten Proben wurde die Arbeitsmethodik angewendet, die bei SCHNABEL (in FAUPL et al., 1970) ausführlich beschrieben ist. Die statistische Auswertung erfolgte nach der Methode von WOLETZ (1950), wobei Opake, Biotit, Chlorit, Baryt, Glaukonit und schweres Karbonat nicht in das engere Spektrum der „relevanten Schwerminerale" einbezogen werden, sondern getrennt verrechnet werden. Der weite Korngrößenbereich von 0,4—0,063 mm Korndurchmesser wurde gewählt, um Spektren zu erhalten, die nicht durch korngrößenbedingte Sortierung einzelner Minerale verzerrt sind (siehe auch FÜCHTBAUER & MÜLLER, 1970, S. 29). Der Anteil der relevanten Minerale gegenüber den oben angeführten war in den meisten Fällen hoch genug, um die statistisch geforderte Menge von 200 Körnern zählen zu können. In einzelnen Proben (besonders im Ordoviz), in denen der opake Anteil sehr hoch war, wurde mit dem Magnetscheider eine Anreicherung der durchsichtigen Schwerminerale vorgenommen, doch wurde die Abrechnung auf die gesamte Probe bezogen.

Die Analysen wurden zum Aufbau einer Probendatei auf EDV-Grundlage herangezogen, die Präparate sind an der Geologischen Bundesanstalt Wien unter der Nummer 1974/01 inventarisiert.

Auswahl der Profile

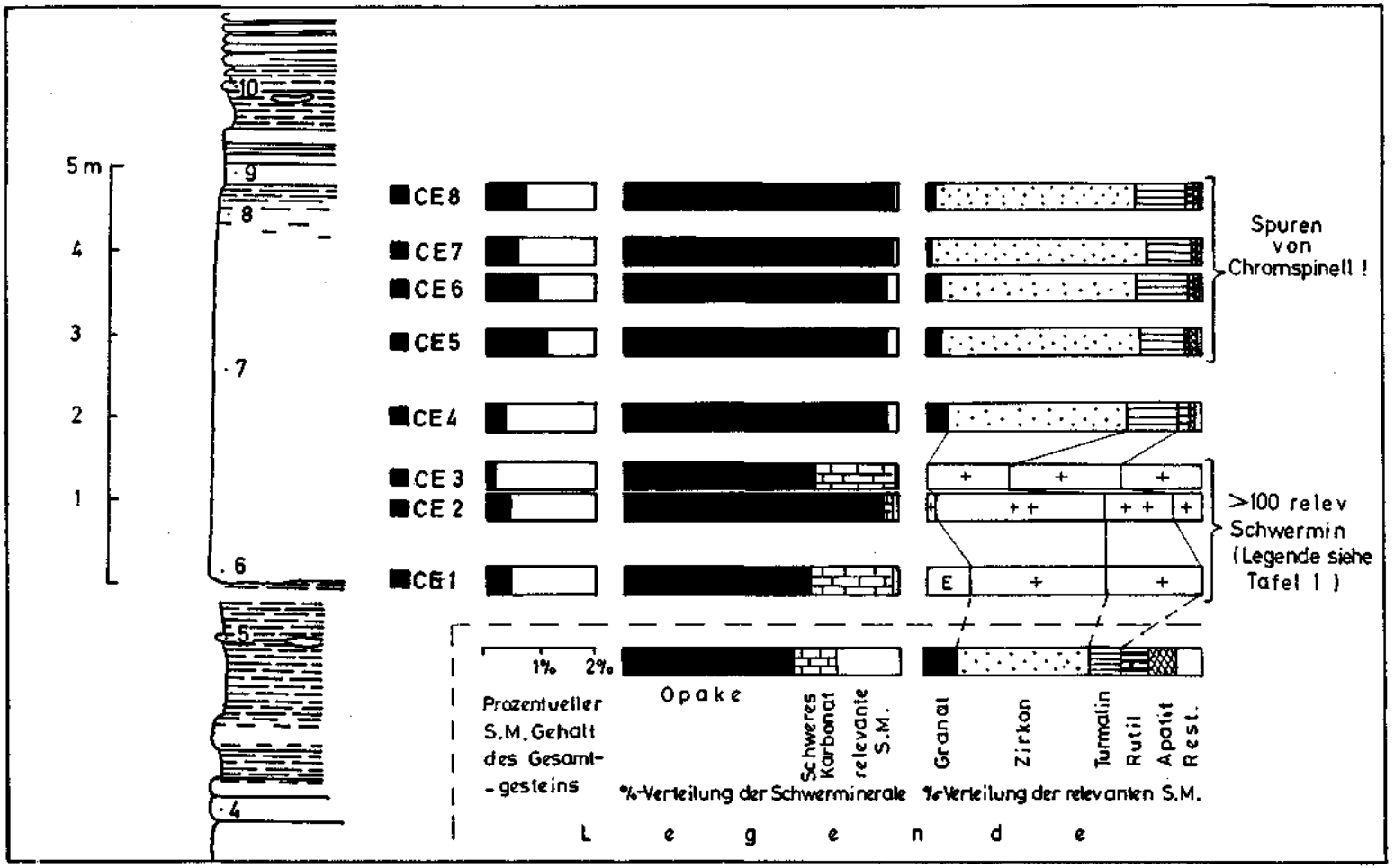
Die örtliche Lage der beprobten Profile kann aus Abb. 1 ersehen werden.

Bei der Auswahl der Profile wurde getrachtet, zeitlich gut eingestufte klastische Serien zu beproben. Klastika aus dem psammitischen Bereich, die für Schwermineralanalysen besonders gut geeignet sind, finden sich einerseits im Oberordoviz, andererseits im oberkarbonen Hochwipfelflysch (siehe Abb. 2).

Silurisch-devonische klastische Serien wie etwa in der Zollnergruppe oder in den höheren Teilen der Colendiaulgruppe (LEDITZKY, 1973) sind sehr feinkörnig und tonig oder bisher z. T. noch nicht sicher eingestuft und wurden daher bei den hier vorgenommenen Untersuchungen nicht berücksichtigt.

Abb. 3. Die Lage der Proben in den „Unteren Schichten" im Profil der Cellonrinne. Das Säulenprofil mit der Schichtennummerierung 4—10 ist von WALLISER & SCHÖNLAUB (1971) übernommen.

©Geol. Bundesanstalt, Wien; download unter www.geologie.ac.at



©Geol. Bundesanstalt, Wien; download unter www.geologie.ac.at

Die 10 beprobten Profile sind im folgenden genauer beschrieben:

a) Serien des Ordoviz - U-Silur

Profil „Valentinsinsel (VI)": Eine etwa 9 m mächtige Serie von dunkelroten, massigen Quarzsandsteinen des Oberordoviz. Die 4 Proben sind gleichmäßig über die Folge verteilt, die von SCHÖNLAUB (1970, S. 308) genau beschrieben und in einem Säulenprofil (Taf. 1, Prof. 2 — Valentingletscher) skizziert ist.

Profil „Kreuzleitenhöhe (KR)": Eine vulkanoklastische Serie des Oberordoviz (laut mündlicher Mitteilung von SCHÖNLAUB) aus rötlichen und grünlichen, mittel- bis feingeschichteten Tonen und Sandsteinen mit einer Mächtigkeit von mindestens 50 m. Diese Serie ist möglicherweise älter als die der Valentinsinsel.

Profil „Rauchkofel (RA)": Eine über 100 m mächtige sandig-siltige, mittel- bis feinrhythmische Serie des Ordoviz (analog Himmelberger Fazies). Das Profil ist in SCHÖNLAUB, 1971 (S. 99), genauer beschrieben, ein Säulenprofil findet sich in derselben Arbeit (S. 101, Profil Rauchkofel-Boden). Die 7 hier untersuchten Proben sind über das ganze Profil verteilt.

Profil „Cellonrinne (CE)": Die Unteren Schichten, eine hier 5 m mächtige Serie dunkelgrauer, karbonatischer Sandsteine bis Grauwacken und dunkler Tonschiefer der Ordoviz-Silur-Grenze. Die Proben stammen aus dem Profil der Cellon-Lawinenrinne, das wiederholt beschrieben wurde (z. B. v. GAERNTNER, 1931, FLÜGEL, 1965, WALLISER& SCHÖNLAUB, 1971). Die Entnahmestellen der hier untersuchten Proben im Profil können aus Abb. 3 ersehen werden, der das Säulenprofil aus WALLISER & SCHÖNLAUB (1971) zugrunde liegt.

b) Serien des oberkarbonen Hochwipfelflysch

Profil „Hohe Warte (HW)": Eine etwa 150 m mächtige Folge von mittelrhythmischen Sandstein- bis Tonbänken des Basisanteiles des Hochwipfelflysches (Namur). Im Liegenden der Folge sind Unterkarbonkalke und Lydite aufgeschlossen, im Hangenden folgt mehrere 100 m mächtiger Hochwipfelflysch (siehe auch VAI, 1963). Die Folge ist als mittelrhythmischer Flysch zu charakterisieren, in dem die BOUMA'schen Bankmodelle teilweise vollständig ausgebildet sind (Bereiche A bis E der gradierten Abfolgen nach BOUMA, 1962, Sedimente des mittleren Fächerbereiches — „Mid-Fan" — nach WALKER & MUTTI, 1973).

Profil „Valentintörl (VT)": Eine verfaltete Folge von feinrhythmischen Sandstein- bis Tonbänken, die Gesamtmächtigkeit ist wegen der intensiven Verfaltung nicht anzugeben. Die Folge ist ebenfalls dem Basisanteil des Hochwipfelflysches zuzurechnen, im Liegenden finden sich Oberdevonkalke mit einem Hinweis auf eine stratigraphische Lücke, das Hangende dürfte tektonisch abgeschnitten sein. Die Folge kann als feinrhythmischer Flysch des mittleren bis distalen Fächerbereiches charakterisiert werden.

Profil „Nölblinggraben (NÖ)": Die Aufschlüsse am neuen Güterweg des Kraftwerkes entlang dem Unterlauf des Nölblingbaches zeigen eine dunkle Sandstein- bis Tonserie, die teilweise mächtig gebankt ist. Sie ist dem mittleren

©Geol. Bundesanstalt, Wien; download unter www.geologie.ac.at

Hochwipfelflysch (etwa Ober-Namur) zuzuordnen. Am ehesten handelt es sich um ein Sediment des mittleren, vielleicht inneren bis mittleren Fächerbereiches.

Profil „Paularo (PA)": Eine Serie größerer Mächtigkeit mit z. T. mächtigen Sandstein- bis Tonschieferrhythmen des höheren Anteils des Hochwipfelflysches (Westfal). Im Hangenden folgt die Serie von Dimon (Westfal-Vulkanite). Sedimentologisch ist die Serie am ehesten wieder dem mittleren Fächerbereich zuzurechnen.

Profil „Rattendorf ((RD)": Eine über 100 m mächtige Folge aus mächtigen Rhythmen von grob- bis mittelkörnigen Bänken aus dem höheren Anteil des Hochwipfelflysches mit reichlich Flyschstrukturen. Die stratigraphische Position ist aus tektonischen Gründen nicht genau anzugeben, die Stellung zum Profil Paularo ist unklar. Es handelt sich hier um ein typisches proximales Flyschsediment, z. T. mit Fluxoturbiditen, des inneren Fächerbereiches nach WALKER & MUTTI, 1973. Die Umlegung der Fließstrukturen an der Unterseite einer Bank lassen auf eine Transportrichtung von Westen nach Osten schließen.

Profil „Seekopf (SE)": Eine gegen 100 m mächtige feinrhythmische Serie von sandigen Schiefern bis Tonschiefern mit noch ungeklärter stratigraphischer Stellung, nach den Kartierungsbefunden nach SCHÖNLAUB dürfte es sich am ehesten um einen Anteil der Hochwipfelschichten handeln. Das Hangende ist durch eine Störung abgeschnitten, das Liegende nicht aufgeschlossen. Sedimentologisch kann die Serie als Flyschsediment gedeutet werden, in dem nur die Bereiche D und E (lammelierter Silt und Ton) der BOUMA'schen Bankbereiche ausgebildet sind, nach der Modellvorstellung von WALKER & MUTTI (1973) also als ein distaler Flysch des äußeren Fächerbereiches anzusprechen wäre.

Einzelergebnisse und Interpretation

Im Folgenden wird neben der Beschreibung der Schwermineralassoziationen und deren Deutung im Hinblick auf die Ablagerungskriterien auch auf die Zusammensetzung des Liefergebietes geschlossen werden. Dabei sollen bekannte geologische Körper des nordalpinen Bereiches, die auf Grund der Analysen eventuell als Liefergebiete in Frage kämen, nicht diskutiert werden. Für eine paläozoische Schichtfolge, die in variszische und alpidische Tektonik einbezogen ist, deren Liefergebiete gänzlich erodiert oder deren Reste nachträglich metamorph überprägt sein können und die durch die alpin-dinarische Naht mit fraglichen Bewegungs- und Richtungsbeträgen unmittelbar von ihrem nördlichen Einzugsgebiet abgeschnitten ist, ist eine solche Deutung derzeit wohl noch mit zu vielen Unsicherheitsfaktoren belastet. Nur für die in Frage kommenden südalpinen Bereiche sei eine vorsichtige Überlegung angestellt.

Bei den aufgefundenen Schwermineralen handelt es sich bei fast allen Profilen um eine stabile Auslese, sie sind darüber hinaus meist sehr gut gerundet, die mechanische Beanspruchung war entsprechend hoch. Dies gilt besonders für die ordovizischen Serien, im Hochwipfelflysch sind ähnliche Aussagen zu machen, Aus-

©Geol. Bundesanstalt, Wien; download unter www.geologie.ac.at

nahmen werden unten diskutiert. Biotit und Chlorit mit ihren abweichenden Transportmechanismen — teils schwebend — müssen hier als Ausnahme gelten.

Im folgenden werden nur diese Minerale diskutiert, die über die erodierten Liefergebiete Auskunft geben können. Die opaken werden nicht behandelt, Leukoxen (auch Anatas und Brookit) ist als Umwandlungsprodukt von Ilmenit

Proben-Nr.	Schwermineralgehalt (%)	%-Verteilung der schweren Fraktion								%-Verteilung der relevanten Schwerminerale														
		Opak	Leukoxen	Biotit	Chlorit	Glaukonit	Baryt	schweres Karb.	relev. SM.	Chromspinell	Granat	Staurolith	Zirkon	Turmalin	Rutil	Apatit	Epidot-Zoisit	Hornblende	Augit	Chloritoid	Titanit	Anatas	Brookit	? Orthit
Profil Cellonrinne (CE), Untere Schichten - Grenze Ordoviz-Silur.																								
197/CE8	0.71	99	-	X	X	-	-	-	1	E	3	-	73	18	3	2	-	E	-	-	-	-	-	-
197/CE7	0.59	99	-	-	-	-	-	-	1	-	2	-	78	16	2	2	-	-	-	-	-	E	-	-
197/CE6	0.90	96	-	X	X	-	-	-	4	E	5	-	72	20	E	1	1	-	-	-	-	-	-	-
197/CE5	1.10	96	-	X	X	-	-	-	4	E	6	-	72	16	2	3	X	-	-	-	-	-	E	-
197/CE4	0.35	96	-	X	X	-	-	-	4	-	8	E	65	18	6	2	E	-	-	E	-	E	-	-
197/CE3	0.19	59	-	-	-	-	-	41	X	-	-	-	+	+	-	E	E	-	-	-	-	-	-	-
197/CE2	0.44	93	-	X	-	-	-	5	2	-	+	-	++	++	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-
197/CE1	0.43	68	-	1	X	-	-	30	X	-	E	-	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Profil Kreuzleithöhe (KR), Rote Serie - Oberordoviz.																								
196/KR9	5.48	99	-	E	X	-	-	-	1	-	E	-	39	6	4	50	-	E	-	-	-	-	-	-
196/KR8	3.86	98	-	E	-	-	-	-	2	-	-	-	++	+	+	++	-	-	-	-	-	-	-	-
196/KR7	3.07	98	-	E	E	-	-	-	2	-	1	-	21	18	2	54	-	4	-	-	-	-	-	-
196/KR6	3.64	98	-	-	X	-	-	-	2	-	-	-	33	4	2	61	-	-	-	-	-	-	-	-
196/KR5	5.08	99	-	-	X	-	-	-	1	-	-	-	11	10	2	77	-	-	-	-	-	-	-	-
196/KR4	4.42	99	-	-	X	-	-	-	1	-	1	E	17	12	2	67	-	-	-	-	-	-	E	-
Profil Kreuzleithöhe (KR), Grüne Serie - Oberordoviz.																								
196/KR3	1.48	93	-	-	3	-	-	-	4	-	6	E	12	24	2	54	-	-	-	-	-	1	E	-
196/KR2	0.45	86	-	-	6	1	-	-	7	-	1	-	11	22	3	63	-	-	-	-	-	E	-	-
196/KR1	2.10	99	-	-	X	X	-	-	1	-	1	-	25	15	E	57	-	-	-	-	-	E	E	-
Profil Rauchkofel (RA), Oberordoviz.																								
197/RA7	0.02	81	-	X	14	-	-	-	5	-	+	-	++	++	+	-	-	-	-	E	-	-	-	-
197/RA6	0.16	84	-	-	X	-	-	-	16	-	1	-	47	40	10	2	-	-	-	-	-	-	-	-
197/RA5	0.11	72	-	3	-	-	-	-	25	-	13	-	57	26	2	2	-	-	-	-	-	-	-	-
197/RA4	0.83	92	-	1	X	-	-	-	7	-	-	-	54	42	3	1	-	-	-	-	-	-	-	-
197/RA3	2.08	98	-	X	X	-	-	-	1	1	2	-	38	56	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-
197/RA2	0.20	78	E	X	16	-	-	-	6	-	1	-	70	26	2	1	-	-	-	-	-	-	-	-
197/RA1	0.15	75	-	1	9	-	-	-	15	-	3	-	55	35	6	1	-	-	-	-	-	-	-	-
Profil Valentinsinsel (VI), Oberordoviz.																								
197/VI4	1.12	97	-	-	-	-	-	-	3	-	2	-	59	25	10	4	-	-	-	-	-	-	-	-
197/VI3	4.54	99	-	E	-	-	-	-	1	-	-	-	77	9	12	2	-	-	-	-	-	-	-	-
197/VI2	7.08	99	-	X	X	-	X	-	1	-	-	-	82	12	5	1	-	-	-	-	-	-	-	-
197/VI1	8.06	100	-	X	X	-	-	-	X	-	-	-	62	19	6	13	-	-	-	-	-	-	-	-

X = vorhanden unter 0,5 %, E = Einzelfund,
++ = häufig vorhanden, + = selten vorhanden (wenn Gesamtmenge der relev.SM unter 100).

Tab. 1. Die Einzelergebnisse der Schwermineralanalysen aus den ordovizischen Serien.

(z. T. diagenetisch, auf alle Fälle in situ im Sediment gebildet) aufzufassen. Baryt ist an sekundär gebildete Klüfte gebunden. Schweres Karbonat wird nicht näher diskutiert. Apatit tritt z. T. in hohen Prozentsätzen auf, seine Herkunft ist aber nicht verläßlich auszudeuten.

©Geol. Bundesanstalt, Wien; download unter www.geologie.ac.at

a) Die vordevonen Serien

Die Einzelergebnisse können aus Tabelle 1 ersehen werden.

Die Schwermineralführung der Profile „Valentinsinsel" und „Rauchkofel" ist weitgehend ident, wenn auch deren petrographische Beschaffenheit (massige rote Sandsteine im Profil Valentinsinsel und graue bis grünliche, feinere, geschichtete Sandsteine und Tone im Profil Rauchkofel) und damit deren Sedimentationsmechanismus deutlich unterschieden ist (der unterschiedliche Gehalt an Biotit und vor allem Chlorit ist sicherlich darin begründet). Die Dominanz der Zirkon-Turmalin-Rutil-Gruppe bei weitgehendem Zurücktreten oder gänzlichem Fehlen von Granat spricht eindeutig für ein Liefergebiet, in dem saure Plutonite bzw. deren Pegmatite oder Effusivformen (granitoide Gesteine allgemein) vorherrschten.

Das Profil „Kreuzleitenhöhe" läßt auf ein ähnliches Liefergebiet schließen, wenn auch der hohe Apatitgehalt (— 77%) diese Spektren deutlich von denen der anderen Profile unterscheidet. Granat, Hornblende und Staurolithspuren als mesometamorphe Indikatoren sind nur geringfügig vertreten (— 8%). Der verhältnismäßig hohe Hornblendegehalt (grüne Hornblende) von 4% in Probe KR 7 ist insofern bemerkenswert, als es sich dabei um ein sehr instabiles Mineral handelt.

Im Profil „Cellonrinne" (Untere Schichten) der Ordoviz-Silur-Grenze läßt die Vorherrschaft der Zirkon-Turmalin-Rutil-Assoziation wieder die Abtragung des granitoiden Liefergebitees erkennen. Granat mit etwas Epidot bleiben unter 10%. Hervorzuheben sind die wiederholt auftretenden Chromspinellkörner, die eine schwache Beteiligung ultrabasitischer Körper im Hinterland aufzeigen.

Allen ordovizischen Proben ist der hohe Gehalt an opaken Körnern gemeinsam. Im Profil „Rauchkofel" ist der schwere Anteil insgesamt so gering, daß auch hier die relevanten Minerale — bezogen auf das Gesamtgestein — nur verschwindend niedrige Prozentsätze ergeben. Zieht man den durchwegs hohen Rundungsgrad mit in die Überlegung, erhebt sich die Frage, inwieweit überhaupt noch auf ein Muttergestein im unmittelbaren Einzugsbereich hingewiesen wird und ob es sich hier nicht in hohem Maße um Minerale auf tertiärer Lagerstätte handelt, die aus Klastika wiederaufgearbeitet sind.

b) Die karbonen Serien

Die Einzelergebnisse können aus Tabelle 2 ersehen werden. Die beprobten Profile stammen alle aus dem Hochwipfelflysch, dessen Schwermineralführung graphisch in Abb. 4 zusammengefaßt ist.

Aus dem basalen oder unteren Bereich des bis 800 m mächtigen Flyschkomplexes stammen die Profile „Hohe Warte" und „Valentintörl". Übereinstimmend liefern sie von Zirkon, Turmalin, Rutil und Apatit dominierte Spektren, die zeigen, daß sich das Hinterland während der Sedimentation der silurisch-devonischen Karbonatplattform nicht wesentlich geändert haben dürfte. Das granitische Hinterland liefert nun größere Mengen Material in eine Vortiefe, wobei höherer Chromspinellgehalt (— 7%) auf einen größeren Anteil ultrabasitischer Körper hinweist.

©Geol. Bundesanstalt, Wien; download unter www.geologie.ac.at

Aus dem Mittelabschnitt des Hochwipfelflysches stammt das Profil „Nölblinggraben". Es dominiert zwar noch, besonders im unteren Teil, die Zirkon-Turmalin-Rutil-Apatit-Gruppe, doch nehmen im Hangenden die Granate deutlich zu (— 44%!). Im gesamten Profil sind erhebliche Mengen Chromspinell (— 6%) stets vertreten. Das granitische Hinterland mit ultrabasitischen Körpern ist zwar noch dominierend, doch macht sich ein (meso)metamorphes Liefergebiet stark bemerkbar.

Aus dem oberen Teil des Hochwipfelflysches stammen die Profile „Rattendorf" und „Paularo". Ihre genaue stratigraphische Position sowie ihre Beziehung zueinander ist noch nicht klar (siehe Kap.: Auswahl der Profile), doch dürfte auf Grund der bisherigen Kartierungsbefunde das Profil „Paularo" stratigraphisch höher liegen. Ihr Schwermineralgehalt unterscheidet sich gänzlich von den oben beschriebenen Serien. Im Profil Rattendorf dominiert Granat mit über 90% in fast allen Proben, daneben ist Epidot-Zoisit mit bis zu 13% (!) sowie kleinere Mengen grüner Hornblende, Titanit und Orthit (?) hervorzuheben. Die Zirkon-Turmalin-Rutil-Gruppe ist kaum vertreten. Der hohe Gehalt an durchsichtigen Mineralen gegenüber den opaken bei hohen Prozentsätzen an schwerem Anteil (1—2%) unterstreicht diese Ergebnisse noch. Da der Rundungsgrad besonders der metamorphen Abkömmlinge geringer ist und mit Epidot und Hornblende transportinstabile Minerale stark vertreten sind, kann angenommen werden, daß das hier intensiv der Abtragung unterlegene mesometamorphe Kristallin nicht allzuweit entfernt gelegen sein kann. Daß es aus Westen geschüttet ist, zeigen sedimentäre Strukturen. Diese Richtungen stimmen nicht mit den im Hochwipfelflysch der Karawanken von TESSENSOHN (1971) gemessenen überein.

Etwas anders liegen die Verhältnisse im Profil Paularo. Hier ist die Zirkon-Turmalin-Rutil-Assoziation stärker vertreten, wobei Granat aber mit bis 52% hohe Anteile aufweist. Apatit ist hier das vorherrschende Schwermineral, das für paläogeographische Schlußfolgerungen aber wenig geeignet ist.

Bei der Ausdeutung dieser Profile ist die starke Korngrößenabhängigkeit des Granates in die Überlegung einzubeziehen (FÜCHTBAUER & MÜLLER, 1970, S. 29), die sich nicht nur in vertikal-gradierten Bankprofilen, sondern auch in der horizontalen Erstreckung von Turbiditen im Sinne einer abnehmenden Korngröße gegen den äußeren Fächerbereich zu bemerkbar machen muß. Daher soll der besonders hohe Granatanteil im Profil Rattendorf hier nicht überschätzt werden, der im „Inneren Fächerbereich", in einer grobkörnigen, fluxoturbiditischen Canyonfüllung korngrößenbedingt angereichert sein kann. Der gegenteilige Effekt ist demgegenüber im Profil „Paularo" (mittlerer Fächer) zu erwarten.

Es steht trotzdem außer Zweifel, daß zur Zeit des höheren Hochwipfelflysches mit einem vorherrschend mesozonalem Kristallin ein gegenüber den früher erodierten Gesteinen gänzlich anderes Liefergebiet der Abtragung unter-

Tab. 2. Die Einzelergebnisse der Schwermineralanalysen aus dem Hochwipfelflysch.

©Geol. Bundesanstalt, Wien; download unter www.geologie.ac.at

Proben-Nr.	Schwerminerale-gehalt (%)	%-Verteilung der schweren Fraktion								%-Verteilung der relevanten Schwerminerale														
		Opak	Leukoxen	Biotit	Chlorit	Glaukonit	Baryt	schweres Karb.	relev. SM.	Chromspinell	Granat	Staurolith	Zirkon	Turmalin	Rutil	Apatit	Epidot-Zoisit	Hornblende	Augit	Chloritoid	Titanit	Anatas	Brookit	? Orthit
Profil Paularo (PA), Hochwipfelflysch - Oberkarbon.																								
198/PA12	0.21	51	-	23	10	-	1	-	15	-	5	1	14	7	1	70	2	-	-	-	-	-	-	-
198/PA11	1.56	58	E	4	4	-	-	-	19	-	5	-	34	5	1	55	-	-	-	-	-	-	-	-
198/PA10	0.08	19	-	60	9	-	-	-	12	-	17	-	24	2	-	57	-	-	-	-	-	-	-	-
198/PA9	0.12	51	-	8	3	-	2	-	36	-	25	-	18	3	1	53	-	-	-	-	-	-	-	-
198/PA8	0.04	27	E	50	6	-	1	-	16	-	5	-	16	2	E	76	-	-	-	-	E	-	-	-
198/PA7	0.37	59	-	3	3	-	-	-	35	-	1	-	22	5	1	71	-	-	-	-	-	-	-	-
198/PA6	0.15	43	-	20	5	-	-	-	32	-	2	E	25	5	1	66	-	-	-	E	-	-	-	-
198/PA5	0,07	73	-	2	3	-	-	15	7	2	17	-	37	11	6	27	-	-	-	-	-	-	-	-
198/PA4	0.16	78	-	9	4	-	X	-	9	-	50	-	21	4	2	18	4	-	-	-	1	-	-	-
198/PA3	0.55	42	-	5	3	-	-	46	4	-	4	-	42	45	5	4	-	-	-	-	-	-	-	-
198/PA2	0.36	93	-	3	1	-	-	-	3	-	52	-	20	3	1	24	-	-	-	-	-	-	-	-
198/PA1	1.14	44	X	3	2	-	-	49	2	2	E	-	48	11	6	32	-	-	-	-	-	E	-	-
Profil Rattendorf (RD), Hochwipfelflysch - Oberkarbon.																								
198/RD13	1.69	31	-	2	1	-	-	-	66	-	83	-	1	X	E	1	13	-	-	-	1	-	-	1
198/RD12	1.83	45	-	1	1	-	-	-	53	-	91	-	1	1	X	2	4	-	-	-	X	-	-	-
198/RD11	2.37	57	-	1	1	-	-	-	41	-	85	-	4	-	X	2	8	-	-	-	-	-	-	1
198/RD10	1.59	37	-	2	2	-	-	-	59	-	88	-	3	X	X	2	4	-	-	-	1	-	-	1
198/RD9	1.63	27	-	E	X	-	-	-	72	-	93	-	1	1	-	3	1	-	-	-	1	-	-	X
197/RD8	1.59	39	-	2	2	-	-	-	57	-	92	-	2	X	-	2	4	-	-	-	-	-	-	-
198/RD7	2.05	32	-	1	1	-	-	-	66	-	89	-	2	X	E	2	6	-	-	-	X	-	-	X
198/RD6	1.02	34	-	1	2	-	-	-	63	-	89	-	2	1	X	5	E	-	-	-	2	-	-	-
198/RD5	1.39	38	-	2	2	-	-	-	50	-	89	-	4	1	E	3	2	1	-	-	-	-	-	-
198/RD4	1.52	45	-	2	1	-	-	-	52	-	85	E	2	1	1	2	6	1	-	-	1	-	-	1
198/RD3	1.31	54	-	2	1	-	-	-	43	-	83	1	3	1	E	3	5	3	-	-	-	-	-	1
198/RD2	1.12	44	-	18	2	-	-	-	36	-	91	-	1	1	-	2	5	-	-	-	-	-	-	-
198/RD1	0.68	38	-	-	1	-	-	-	61	-	89	-	5	X	E	4	1	-	-	-	1	-	-	-
Profil Nölblingbach (NÖ), Hochwipfelflysch - Älteres Oberkarbon.																								
197/NÖ1	0.37	84	-	4	6	-	-	-	6	5	11	-	41	12	3	27	E	-	-	-	-	E	-	-
197/NÖ2	0.64	84	-	2	2	-	-	-	12	5	44	-	34	4	2	11	-	-	-	-	-	-	-	-
197/NÖ3	0.28	84	-	5	4	-	-	-	7	3	3	-	58	17	6	13	-	-	-	-	-	-	-	-
197/NÖ4	0.54	59	-	2	2	-	-	34	3	5	5	-	56	9	3	22	-	-	-	-	-	-	-	-
197/NÖ5	0.17	76	-	6	7	-	X	-	11	6	E	-	54	13	5	22	-	-	-	-	-	-	-	-
197/NÖ6	0.67	35	-	-	X	-	-	64	X	E	+	-	++	E	+	E	-	-	-	-	-	-	-	-
Profil Hohe Warte (HW), Basis Hochwipfelflysch - Älteres Oberkarbon.																								
197/HW1	0.31	92	-	2	2	-	-	-	4	-	30	-	22	9	2	23	9	5	-	-	-	-	-	-
197/HW2	0.24	87	-	5	1	E	-	-	7	1	2	-	50	8	3	36	E	-	-	-	-	-	-	-
197/HW3	0.11	85	X	4	2	-	-	-	9	2	1	-	48	5	5	39	-	-	-	-	-	-	-	-
197/HW4	0.38	85	X	9	2	-	-	-	4	1	3	-	52	7	1	35	-	-	-	-	-	-	1	-
197/HW5	0.24	88	-	3	1	E	-	-	8	4	-	-	38	5	4	49	-	-	-	-	-	-	-	-
197/HW6	1.28	60	E	1	X	-	-	38	1	2	3	-	51	9	3	32	-	-	-	-	-	-	E	-
197/HW7	0.60	69	-	5	4	-	-	16	6	4	2	-	54	13	5	22	-	-	-	E	-	-	-	-
197/HW8	0.17	66	-	10	6	-	-	-	18	4	-	-	40	8	5	42	-	-	-	-	-	-	1	-
197/HW9	0.22	78	-	2	3	-	-	-	17	3	E	-	40	8	2	47	-	-	-	-	-	-	-	-
Profil Valentinstörl (VT), Basis Hochwipfelflysch - Älteres Oberkarbon.																								
197/VT1	0.23	70	-	11	11	-	-	-	8	-	-	-	73	4	3	20	-	-	-	-	-	-	-	-
197/VT2	0.10	75	-	8	10	-	-	-	7	E	E	-	43	11	6	38	-	-	-	-	E	-	-	-
197/VT3	0.14	84	X	3	8	-	-	-	5	4	6	-	62	7	5	16	-	-	-	-	-	-	-	-
197/VT4	0.23	72	-	11	10	-	-	-	7	-	E	-	65	5	9	21	-	-	-	-	-	-	-	-
197/VT5	0.10	69	-	12	13	-	-	-	6	1	6	-	54	5	5	29	-	-	-	-	-	-	-	-
197/VT6	0.20	70	E	9	8	-	-	-	13	E	-	-	45	7	5	43	-	-	-	-	-	-	-	-
197/VT7	0.11	78	-	3	4	-	-	-	15	3	1	E	50	4	5	37	-	-	-	-	-	-	-	-
197/VT8	0.15	89	-	4	3	-	-	-	4	1	2	-	65	7	6	19	-	-	-	-	-	-	-	-
197/VT9	0.22	79	-	3	3	-	-	-	15	7	E	-	65	3	3	21	E	E	-	-	-	-	-	-
197/VT10	0.40	84	-	3	3	-	-	-	10	2	-	-	78	3	2	15	-	-	-	-	-	-	-	-
Profil Seekopf (SE), ? Hochwipfelflysch.																								
197/SE1	0.15	94	-	3	1	-	-	-	2	-	8	-	23	22	9	31	4	3	-	-	-	-	-	-
197/SE2	0.03	73	-	11	1	-	-	-	15	-	3	-	20	46	10	21	-	-	-	-	-	-	-	-
197/SE3	0.05	68	E	9	1	X	-	-	22	-	-	-	15	62	6	16	-	-	-	-	-	1	-	-
197/SE4	0.11	71	-	17	1	-	-	-	11	-	11	2	9	43	8	11	8	8	E	-	-	-	-	-
197/SE5	0.18	80	-	X	X	-	-	-	20	-	-	-	47	44	4	5	-	-	-	-	-	-	-	-
197/SE6	0.02	60	-	19	X	-	-	-	21	-	1	-	10	64	11	14	-	-	-	-	-	-	-	-

X = vorhanden unter 0,5 %, E = Einzelfund,
++ = häufig vorhanden, + = selten vorhanden (wenn Gesamtmenge der relev.SM unter 100).

©Geol. Bundesanstalt, Wien; download unter www.geologie.ac.at

l i e g t. Ob sich das Granitgebiet durch Erosion oder durch tektonisches Geschehen verändert hat oder aber die Schüttungsrichtung, ist nicht zu sagen.

Eine graphische Darstellung der Verhältnisse im Hochwipfelflysch zeigt die Abb. 4. Daraus ist der Wechsel der distributiven Provinz von einer von granitoiden Gesteinen i. w. S beherrschten zu einer metamorphen im Zeitraum Namur-Westfal deutlich zu sehen. Es sei hier auf die präpermische Erosionsfläche des

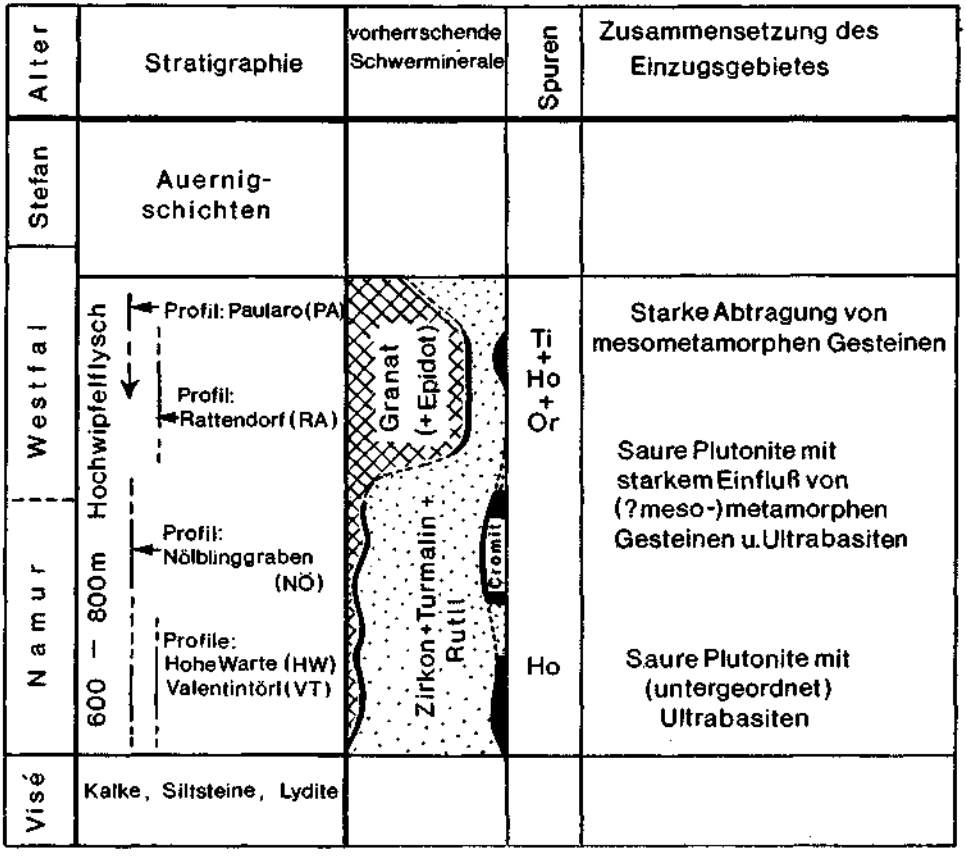


Abb. 4. Veränderungen des Schwermineralbestandes im Hochwipfelflysch (Ti = Titanit, Ho = Hornblende, Or = fraglicher Orthonit).

Variszikums südlich des periadriatischen Lineaments hingewiesen (FLÜGEL, 1975), in der gegen Westen zu immer höher metamorphe Folgen angeschnitten werden. Mit den Granatphylliten der Morbegno-Schiefer etwa wäre ein Gebiet vorhanden, das die intensiv granatführende Folge des Profils Rattendorf beliefert haben könnte.

Die 6 Proben des Profiles „S e e k o p f" (stratigraphisch derzeit noch fraglich, wahrscheinlich Hochwipfelflysch) zeigen eine Zirkon-Turmalin-Rutil-Vormacht, gegenüber der Granat mit bis zu 12% stark oder ganz zurücktritt. Apatit ist stark

©Geol. Bundesanstalt, Wien; download unter www.geologie.ac.at

vertreten (— 20%), Epidot und Hornblende sind bemerkenswert. Bei der Auslegung dieser Ergebnisse muß die Feinkörnigkeit dieser Serie betont werden, es handelt sich um ein siltig-toniges, distales flyschoides Sediment, welches nur die Abschnitte D und E der gradierten Abfolge nach BOUMA (1962) enthält. Die niedrigen Prozentsätze des gesamten schweren Anteils (— 0,2% des Gesamtgesteins), dessen größter Teil gravitativ ausgeschieden ist, passen in dieses Bild. In derartigen Sedimenten sind entsprechend der oben erwähnten Korngrößensortierung die kleinen Zirkon-, Turmalin- und Rutilkörner gegenüber dem Granat bedeutend angereichert, der im Liefergebiet sicher eine bedeutendere Rolle gespielt haben dürfte. Unter Berücksichtigung des Epidot- und Hornblendebestandes ist es wahrscheinlich, daß hier ein distales Sediment des Hochwipfelflysches vorliegt. Der verhältnismäßig hohe Biotitgehalt ergänzt diese Vermutung, er ist durch einen weiten, teilweise schwebenden Transport zu erklären.

Vergleich und Ausblick

Für die altpaläozoischen Anteile können noch keine Vergleiche angestellt werden, doch stellt man die nun hier vorliegenden Ergebnisse aus jungpaläozoischen Serien den bisher aus diesem Raum schon vorhandenen gegenüber, so zeigt sich, daß die Schwermineralführung der südlichen Ostalpen beiderseits der alpindinarischen Narbenzone weitgehend ähnlich ist. Besonders die Verhältnisse des Karbons von Nötsch und des Hochwipfelflysches zeigen Parallelen. So ist die Nötschgraben-Gruppe (Oberes Unterkarbon) noch granatfrei, sie weist ähnliche Verhältnisse auf wie die basalen Serien im Hochwipfelflysch. Die Pölland-Gruppe (Namur-Westfal) wieder ist ebenso wie die hangenden (Westfal-)Serien des Hochwipfelflysches durch die starke Granatführung charakterisiert (KODSI & FLÜGEL, 1970).

Durch die variszische Gebirgsbildung werden gänzlich neue paläo-geographische Verhältnisse geschaffen, das mesometamorphe Kristallin wird als Schuttlieferant ausgeschaltet. In den postvariszischen Transgressionsserien sind die Quarzporphyrdecken der beherrschende Schuttlieferant für kristallines Material (z. B. RIEHL-HERWIRSCH, 1972, NIEDERMAYER, 1975).

Die Untersuchungen haben gezeigt, daß durch gezielte Schwermineralbeprobungen auch im Altpaläozoikum differenzierte Ergebnisse zu erhalten sind. Im Bereich des südalpinen Raumes wären zusätzliche Hinweise auf die Schwermineralführung der Karawanken nötig, wo die bisher bekannten Strömungsverhältnisse im Hochwipfelflysch von denen der Karnischen Alpen abweichen (TESSENSOHN, 1971).

Auch auf die schwermineralogisch noch nicht untersuchten Serien der Grauwackenzone sei aufmerksam gemacht.

Literatur

BOUMA, A. H.: Sedimentology of some Flysch Deposits. — 168 S., Elsevier Publ. Comp., Amsterdam-New York 1962.

FAUPL, P., GRÜN, W., LAUER, G., MAURER, R., PAPP, A., SCHNABEL, W., & STURM, M.: Zur Typisierung der Sieveringer Schichten im Flysch des Wienerwaldes. — Jb. Geol. B.-A., *113*, 73—158, Wien 1970.

©Geol. Bundesanstalt, Wien; download unter www.geologie.ac.at

FENNINGER, A., & SCHÖNLAUB, H. P.: Das Paläozoikum der Karnischen Alpen. — Exk.-Führer Tagung Paläont. Ges. 1972, 18—60, Graz 1972.

FLÜGEL, H.: Vorbericht über mikrofazielle Untersuchungen des Silurs des Cellon-Lawinenrisses (Karnische Alpen). — Anz. Akad. Wiss. Wien, mathem.-naturwiss. Kl., 289—297, Wien 1965.

FLÜGEL, H.: Einige Probleme des Variszikums von Neo-Europa. — Geol. Rundschau *64*, 1, 1—62, Stuttgart 1975.

FÜCHTBAUER, H., & MÜLLER, G.: Sedimente und Sedimentgesteine. Sediment-Petrologie Teil II. — 762 S., Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung, Stuttgart 1970.

GAERTNER, H. R. von: Geologie der Zentralkarnischen Alpen. — Denkschr. Akad. Wiss. Wien, mathem.-naturwiss. Kl., *102*, 113—199, Wien 1931.

KODSI, M. G., & FLÜGEL, H. W.: Lithofazies und Gliederung des Karbons von Nötsch. — Carinthia II, *160/80*, 7—17, Klagenfurt 1970.

LEDITZKY, H. P.: Die stratigraphische Gliederung des Gebietes zwischen Zollnerhöhe und Zollnersee in den Karnischen Alpen (Österreich). — Carinthia II, *163/83*, 169—177, Klagenfurt 1973.

NIEDERMAYR, G.: Gedanken zur lithofaziellen Gliederung der postvariszischen Transgressions-Serie der westlichen Gailtaler Alpen, Österreich. — Mitt. Geol. Ges. Wien, *66—67*, 105—126, Wien 1975.

RIEHL-HERWIRSCH, G.: Vorstellung zur Paläogeographie — Verrucano. — Verh. Geol. B.-A., 97—106, Wien 1972.

SCHERIAU-NIEDERMAYR, E., & NIEDERMAYR, G.: — Vorläufiger Bericht über die, durch neue Pflanzenfunde belegte, postvariszische Transgressions-Serie aus dem Raum Kötschach in den Gailtaler Alpen, Kärnten. — Ann. Naturhistor. Mus. Wien, *77*, 115—123, Wien 1973.

SCHÖNLAUB, H. P.: Vorläufige Mitteilung über die Neuaufnahme der silurischen Karbonatfazies der Zentralen Karnischen Alpen (Österreich). — Verh. Geol. B.-A., 306—315, Wien 1970.

SCHÖNLAUB, H. P.: Die fazielle Entwicklung im Altpaläozoikum und Unterkarbon der Karnischen Alpen. — Z. Deutsch. Geol. Ges., *122*, 97—111, Hannover 1971.

TESSENSOHN, F.: Der Flysch-Trog und seine Randbereiche im Karbon der Karawanken. — N. Jb. Geol. Paläont. Abh., *138*, 2, 169—220, Stuttgart 1971.

TIETZ, G. F.: Die Schwermineralgehalte in den Grenzlandbänken. — Carinthia II, *164/84*, 115 bis 124, Klagenfurt 1974.

VAI, G. B.: Ricerche geologiche nel gruppo del M. Coglians e nella zona di Volaia (Alpi Carniche). — Giorn. Geol., *30*, 137—198, Bologna 1963.

WALKER, R. G., & MUTTI, E.: Turbidite Facies and Facies Associations. — Soc. econom. Palaeontol. Mineralog. (SEPM), Pacific section short course, Turbidites and Deep water sedimentation, Anaheim 1973.

WALLISER, O. H., & SCHÖNLAUB, H. P.: Guide-book for the field trip to the Carnic Alps, Sept. 4.—12., 1971, Symposium on Conodont Taxonomy, Marburg/Göttingen, Sept. 4.—18., 1971.

WOLETZ, G.: Schwermineralien aus klastischen Gesteinen aus dem Bereich des Wienerwaldes. — Jb. Geol. B.-A., *94*, 167—194, Wien 1950.

Manuskript eingereicht im März 1976

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Verhandlungen der Geologischen Bundesanstalt

Jahr/Year: 1976

Band/Volume: 1976

Autor(en)/Author(s): Schnabel Wolfgang

Artikel/Article: Schwermineraluntersuchungen im Variszikum der Karnischen Alpen (Österreich und Italien) 191-206