

## Vergleich von Perm/Skyth-Profilen des Ober-, Mittel- und Unterostalpins

Von HANNS SYLVESTER\*)

Mit 5 Abbildungen, 4 Tabellen und 3 Tafeln

Österreichische Karte 1 : 50.000  
Blätter 102, 105, 183, 186, 204, 205

*Ostalpin*  
*Perm*  
*Trias*  
*Sedimentologie*  
*Sedimentpetrographie*  
*Tektonik*

### Inhalt

Zusammenfassung .....	791
Abstract .....	791
1. Einleitung .....	792
1.1. Geologischer Rahmen und Bedeutung der Perm/Skyth-Vorkommen .....	792
1.2. Probleme der stratigraphischen Gliederung im Perm/Skyth .....	796
1.3. Auswahl der Profile .....	797
1.4. Untersuchungsmethode .....	798
1.5. Lithostratigraphische Gliederung .....	798
2. Interpretation und Korrelation der Profile .....	803
2.1. Werchzirm-Formation .....	803
2.1.1. Untere Sedimentitgeröll-Abfolge .....	803
2.1.2. Obere Sedimentitgeröll-Abfolge .....	803
2.1.3. Tuffit-Abfolge .....	805
2.2. Gröden-Formation .....	805
2.2.1. Untere Porphyrgeröll-Abfolge .....	805
2.2.2. Obere Porphyrgeröll-Abfolge .....	805
2.3. Alpine Buntsandstein-Formation .....	806
2.3.1. Quarzgeröll- und Grobquarzit-Abfolge .....	806
2.3.2. Sandstein- und Feinquarzit-Abfolge .....	806
2.4. Werfen-Formation .....	807
2.5. Korrelation mit dem Pfannock- und dem Ochsenstand-Profil .....	807
3. Modell des Sedimentationsablaufes .....	807
4. Schlußfolgerungen .....	812
Literatur .....	820

### Zusammenfassung

In ostalpinen Perm/Skyth-Siliklastika werden die im Korngrößenverlauf über die Profilstrecken festgehaltenen Schüttungsenergie-Variationen mit dem Klastenspektrum korreliert und Schüttungsintervalle abgegrenzt. Diese entsprechen lithostratigraphischen Formationen bzw. ihren untergeordneten Abfolgen.

Im Perm erfolgt die Steuerung der terrestrischen Sedimentation weitgehend allozyklisch, vermutlich durch bruchtektonische Verstellung zwischen Becken und Liefergebiet. Erst in der höheren Folge gewinnen Meeresspiegelschwankungen an Einfluß.

Die Korrelation der lithostratigraphischen Einheiten von Profilen aus der ober-, mittel- und unterostalpinen Decke zeigt unterschiedliche Sedimentationsentwicklungen in einem oberostalpinen und einem zentralalpinen Becken an.

Das oberostalpine und das zentralalpine Becken werden vom frühen Perm bis in das Anis durch eine kristalline Hoch-

zone voneinander getrennt. An der Südflanke dieser Hochzone befindet sich das oberostalpine Pfannock-Profil. Das mittelostalpine Ochsenstand-Profil weist enge Bezüge zum nördlich gelegenen, zentralalpinen Sedimentationsraum auf. Die unterschiedliche Ausbildung der beiden, die kristalline Hochzone flankierenden Profile bedingt eine primär größere Distanz zwischen den Profilen, in der das kristalline Liefergebiet des Ochsenstand-Profiles zu vermuten ist. Es ist ein tektonischer Transport des Pfannock-Profiles über die Breite des kristallinen Hinterlands des Ochsenstand-Profiles hinweg anzunehmen.

### Abstract

In the siliciclastic Permian/Skythian of the Eastern Alps the variation of the sediment-input-energy as inferred from the grain-size curve is correlated with the clast-spectrum. This allows a discrimination of input intervals, which are classified as formations and members.

In Permian the allocyclic sedimentation is controlled by faulting tectonism between basin and source rocks. Later increase the effects of sea-level changes.

The correlation of profiles from the Upper, Middle and Lower East-Alpine nappes shows a divergent development of sedimentation in an Upper East-Alpine and a Central East-Alpine basin.

\*) Anschrift des Verfassers: Dr. HANNS SYLVESTER, Geologisch-Paläontologisches Institut und Museum, Westfälische Wilhelms-Universität, Corrensstraße 24, D-4400 Münster; z.Zt. Departamento Ingeniero de Minas, Universidad de Atacama, Casilla 240, Copiaco, Chile.

From early Permian up to Anisian both basins are separated by a crystalline upland. On its southern flank the Upper-Alpine Pfannock-profile is located. On the northern flank the middle-Alpine Ochsenstand-profile shows close connection to the Central East-Alpine basin. The crystalline source rocks of the Ochsenstand-profile are supposed to be in the distance between Pfannock- and Ochsenstand-profile. A tectonic transport of the Pfannock-profile into its today position over the middlealpine Ochsenstand-profile is to presume.

## 1. Einleitung

Die vorliegende Arbeit stellt in kurzgefaßter Form die Ergebnisse einer Dissertation vor, die im Rahmen des DFG-Projekts Th 126/14-1 bis -3 unter der Leitung von Prof. Dr. F. THIEDIG durchgeführt worden ist. Der Deutschen Forschungsgemeinschaft sei hier für die gewährte Sachmittelbeihilfe gedankt.

### 1.1. Geologischer Rahmen und Bedeutung der Perm/Skyth-Vorkommen

Für die Tektogenese der im Ostalpin übereinander gestapelten Einheiten von metamorphem altpaläozoischem Grundgebirge mit permomesozoischem Deckgebirge liegen unterschiedliche Deutungsmodelle vor (u. a. TOLLMANN, 1959 bis 1987; CLAR, 1965; FRANK, 1983, 1987).

Nach TOLLMANN (1959 und folgende) gliedert sich das Ostalpin in die tektonischen Einheiten des Unter-, Mittel- und Oberostalpins (vgl. Abb. 1), die zugleich auch Unterschiede in der faziellen Ausbildung ihrer Permomesozoikums-Bedeckung aufweisen. Diese Faziesunterschiede führen zu paläogeographischen Anordnun-

gen, die einen nordgerichteten Deckenfernschub zur heutigen Position bedingen.

Das geringmächtige unterostalpine Permomesozoikum wurde auf einem schwach metamorphen Grundgebirge abgelagert. Von Süden her überschoben, befindet sich darauf das höher metamorphe Kristallin des Mittelostalpins mit seiner ebenfalls geringmächtigen permomesozoischen Bedeckung. Beide Deckschichtvorkommen weisen nach TOLLMANN typisch zentralalpine Fazies mit Alpinem Verrucano, Semmering-Quarzit und Alpinem Röt auf (vgl. Tab. 1).

Die faziell abweichenden oberostalpinen Deckschichten stammen samt ihrem nicht bis schwach metamorphen Grundgebirge weiter aus dem Süden, aus der Nähe des heutigen Periadriatischen Lineaments. Die Nördlichen Kalkalpen sind im Zuge dieses Deckenschubs aus dem nordoberostalpinen Sedimentationsraum über die heutige Aufdomung des Tauernkristallins und dessen Deckschichten hinweg verfrachtet worden, wobei die kalkalpine Einheit noch der Grauwackenzone vorausseilte. Die Mittelkärntner Anteile, repräsentiert durch die Gurktaler Decke, entstammen dem Zentraloberostalpin, während der Drauzug mit seiner südoberostalpinen Ausbildung zum Südalpin vermittelt. Für die oberostalpine (?Karbono-) Permomesozoikumsabfolge ist nach TOLLMANN (1959 und folgende) unter anderem eine größere Mächtigkeit und das Vorkommen von Werfner Schichten über dem Permoskythsandstein (bzw. Alpinem Buntsandstein und Grödener/Griffener Schichten) und den Unterrotliegend-Basisschichten typisch (vgl. Tab. 3, 4).

Nach TOLLMANN (1959 und folgende) stellen die dekenspezifisch unterschiedlich ausgebildeten Permtriasschichten wichtige Deckenscheider zwischen den Decken und ihren Teildecken dar. Wo diese tektonischen Leitgesteine fehlen, übernehmen nach TOLLMANN Diaphthoresozonen die Markierung der Bewegungsbahnen.

Tabelle 1.

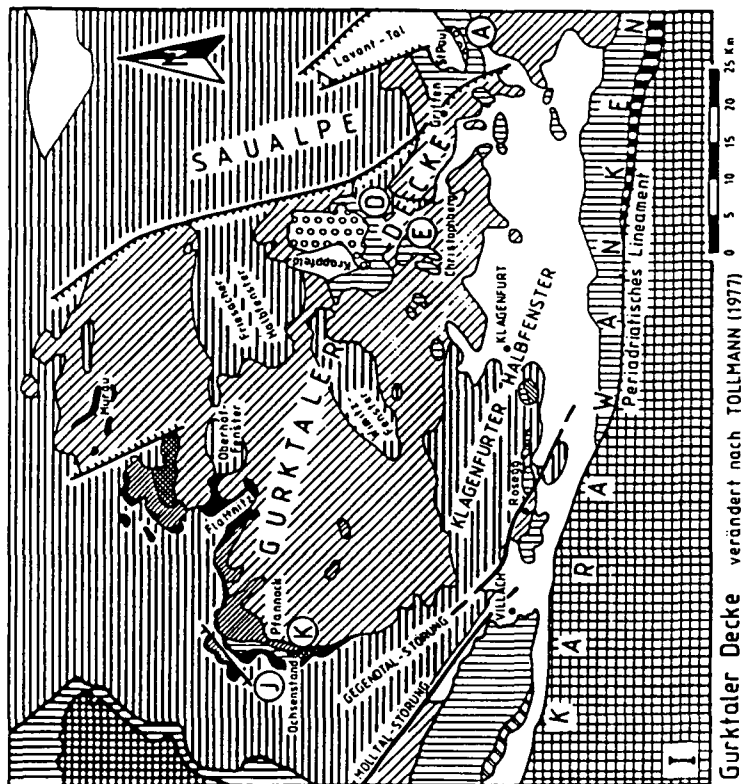
Zentralalpine Perm/Skyth-Schichtfolgen im unterostalpinen Semmering-Profil und im mittelostalpinen Thörl-Aflenz-Profil.

	Schichtenfolge der Semmeringserie nach TOLLMANN (1977)	Die Schichtenfolge des Thörl Zuges b. Thörl/Aflenz nach TOLLMANN (1977)
A N I S	500m Mitteltriasdolomit 200m Bänderkalk m. <i>Encrinus liliiformis</i> (LAM.), <i>Dadocrinus gracilis</i> (Buch) 10m Gutensteiner Basisserie 100m Reichenhaller Rauhwacke	25m Schwarzgrauer Anisdolomit 20m Bänderkalk m. <i>Encrinus liliiformis</i> (LAM.), <i>Dadocrinus gracilis</i> (BUCH), <i>Entrochus silesiacus</i> BEYR. 60m Reichenhaller Rauhwacke
S K Y T H	10m Alpiner Rötschiefer 200m Semmeringquarzit mit Quarzkonglomeratlagen	25m Alpiner Röt: Graue tonige Schiefer des Oberskyth 100m Semmeringquarzit und -arkose
P E R M	150m Alpiner Verrucano: Phengit-, Serizit- und Arkoseschiefer, Brekzien, Porphyroide, Meta-Andesite	mäßig mächtig: Alpiner Verrucano entspricht den Serizitschiefern u. Konglomeraten der Rannach-Tattermann-Serie
	Kristallin der Kernserie	Troiseck-Kristallin

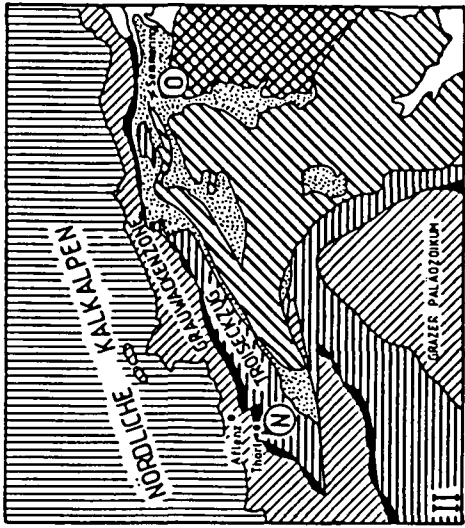
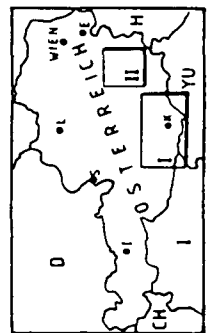
# Lage der untersuchten Profile

- (A) St. Pauler Berge
- (D) Krappfeld
- (J) Ochsenstand
- (K) Pfannock
- (N) Thorl/Aflenz
- (O) Semmering

(E) Zusatzprofil Christophberg

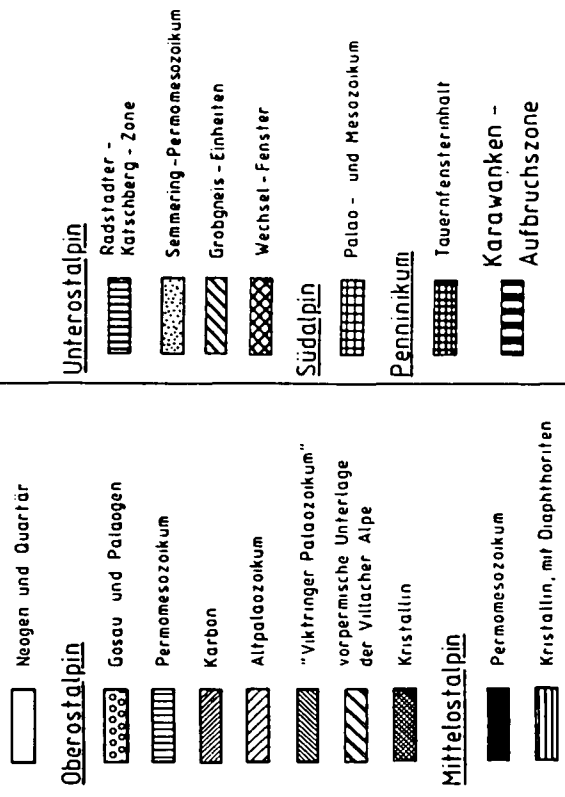


Gurktaler Decke verändert nach TOLLMANN (1977)



Semmering - Wechselsystem verändert nach TOLLMANN (1977)

Abb. 1.  
Lageskizzen der untersuchten Profile.  
I Im Bereich der Gurktaler Decke.  
II Im Semmering-Wechsel-System.



FRANK (1983) kommt durch Messungen von Abkühlungsaltern in den metamorphen Serien des Ostalpins und durch Abschätzungen der Mächtigkeit überlagernder Gesteinsserien zu einer neuen Deutung des ostalpinen Serienstapels. In Anlehnung an Vorstellungen von CLAR (1965) entwickelt er ein Modell, das weitreichende tektonische Transporte durch Deckenbewegung ausschließt. Nach diesem Modell hat das oberostalpine Altpaläozoikum schon primär auf dem von TOLLMANN (1959 und folgende) als Mittelostalpin eingestuftem Kristallin gelegen und ist alpidisch nur untergeordnet be-

wegt worden. Bedeutendere Bewegung stellt nach diesem Modell die südgerichtete Subduktion des Penninikums unter das ostalpine Kristallin dar. Dabei ist ein Teil der Unterlage der Nördlichen Kalkalpen, der Nordrand des ostalpinen Kristallins, subduziert worden. Die Nördlichen Kalkalpen haben nur eine geringe Bewegung von knapp südlich der Linie der Thörl-Rannachserie bis zur heutigen Position durchgeführt. Die Permomesozoikumsvorkommen im Serienstapel werden demnach als eingeschuppte Späne gedeutet.

Tabelle 2.

Lithostratigraphische Gliederung an den Perm/Trias-Vorkommen des Stangalm-Mesozoikums s.l.

	Pfannock-Profil TOLLMANN (1975)	Ochsenstand-Profil TOLLMANN (1977)	Pfannock-Profil FRANK (1983) m. Zitat (LIEGLER, 1973)	Ochsenstand-Profil LIEGLER (1973)
	a n i s i s c h e r			
	D o l o m i t o h n e S i l i z i k l a s t i k a			
A	Anis-Dolomit sandig "Pfannock- Schichten"	10m Reichenhaller Rauhacke	dunkle Dolomit- schiefer m. Quarz und Glimmer; Sdstbänke; Ser-sfr	x Aufschlußblöcke x Dolomit m. Schiefer m. Quarz u. Glimmer Sdstbänke; Ser-sfr
N				
I				
S	skythische Werfener Schicht.	geringmächtiger Alpiner Röt		
?				
S	Permoskythsdst. und Bockbrekzie	10m Semmering- Lantschfeld-Qzt.	Permoskythsdst. mit Konglomeraten Sandsteinen Schiefern	Permoskythquarzit mit Quarzit und Konglomeraten
Y				
T				
H				
?				
P		geringmächtige Serizitquarzite		
E				
R				
M				
	Pfannock-Gneis	Altkristallin	Pfannock-Gneis	diaphth. Gli-sfr.

	Pfannock-Profil KRAINER (1984)	Ochsenstand-Profil KRAINER (1984)	Pfannock-Profil SYLVESTER (1988)	Ochsenstand-Profil SYLVESTER (1988)
	a n i s i s c h e r			
	D o l o m i t o h n e S i l i z i k l a s t i k a			
A	"Pfannock- Schichten" sandiger Dolomit	---	"Pfannock- Schichten"	Karbonatische Abfolge mit Crinoiden
N				
I				
S	skythischer Werfener Horizont	P E 12-13m sandige R Dolomite	Ob. Metamorphit- geröll-Abfolge U. Metamorphit- geröll-Abfolge Porphy- detritus-Abf.	Karbonatische- Metamorphit- geröll-Abfolge Metamorphit- geröll-Abfolge
?				
S	Rotschichten (Bockbrekzie)	M O sandige Quarzite		
Y	50m	S		
T	wenige m Basis- sandstein entspr Permoskythsdst.	K Y Konglomerat- T Quarzite		
H		H		
?				
P				
E				
R				
M				
	Pfannock-Gneis	Gneis	Pfannock-Gneis	Gneis u. Schiefer

In beiden Modellen nehmen die Permomesozoikum-Vorkommen am Nordwestrand der Gurktaler Alpen im Bereich der westlichen Stangalm (Stangalm-Mesozoikum s. l.) eine Schlüsselfunktion ein.

Durch STOWASSER (1956) wurde der Deckenbau in den Gurktaler Alpen erkannt und belegt. Im Stangalm-Mesozoikum s. l. wird von TOLLMANN (1975) zwischen zwei übereinander liegenden Permotrias-Vorkommen eine Deckengrenze gezogen. Das tektonisch tiefere Permotrias-Vorkommen vom Ochsenstand in Auflagerung auf Gneisen stellt nach TOLLMANN (1975) eine typisch mittelostalpine Schichtenfolge dar (Stangalm-Mesozoikum s. str.; Melitzenscholle) (vgl. Tab. 2). Eine Phyllonitzone, die Karlwandschuppe, trennt das Mittelostalpin vom überlagernden Oberostalpin, dessen Permomesozikum am Pfannock durch eine Spezialfaltung in inverser Lagerung vorliegt (Pfannock-Schuppe).

Mit sandigen Anisschichten über Permoskythsandstein zeigt das Pfannock-Profil nach TOLLMANN (1977) deutliche Anklänge an die licische, d. h. an die südostalpine Fazies wie im Drauzug (vgl. Tab. 2). Diese Anordnung setzt einen Deckenferntransport von Süden her für das Pfannock-Permomesozoikum voraus. Dem prädeckentektonisch größeren Zwischenraum zwischen dem Ochsenstand und dem Pfannock-Profil entstammen nach diesem Modell die Nördlichen Kalkalpen und Mittelkärntner Permotriaskomplexe.

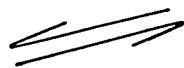
BECHSTÄDT (1978) weist darauf hin, daß die sandige Ausbildung der Anisschichten lediglich als ein Hinweis auf relative Küstennähe gewertet werden darf. Der Schluß von TOLLMANN (1975), daß es sich bei den verschiedenen Vorkommen sandiger Anisschichten um dieselbe Küstenlinie handelt, kann nach BECHSTÄDT (1978) nicht daraus gezogen werden.

FRANK (1983) akzeptiert die Anbindung des Pfannock-Profiles aufgrund seiner sandigen Anis-Karbonatschichten an den Drauzug. Er verknüpft aber unter Bezug auf LIEGLER (1973) auch noch das Ochsenstand-Profil eng mit diesen beiden (vgl. Tab. 2). Nach LIEGLER (1973) werden beide Profile im Bereich der Stangalm von sandigen Anis-Karbonatschichten über Permoskythsandstein aufgebaut. Von LIEGLER (1973) beobachtete Unterschiede sind nach FRANK (1983) allein auf die Plättung der im Klastenbestand identischen Serien zurückzuführen. Die Identität der Profile belegt nach FRANK (1983) eine Sedimentation in enger Nachbarschaft und widerlegt somit die Annahme einer dazwischenliegenden tektonischen Fuge.

Eine neuere Bearbeitung der beiden genannten Profile liefert KRAINER (1984) (vgl. Tab. 2). Das Pfannock-Profil wird demzufolge in den dem Mittelkärntner Permoskythsandstein vergleichbaren Basissandstein, die Rotschichten, den Werfener Horizont und die sandig-karbonatischen Pfannock-Schichten des Anis geglie-

Tabelle 3.

Abgrenzung des Permoskyth-Sandsteins in den Perm/Skyth-Vorkommen des Oberostalpins.

	Christophberg RIEHL-HERWIRSCH (1965)	St. Pauler Berge THIEDIG et al. (1975)	Krappfeld WOLTER et al. (1982)
S K Y T H	Werfener Schichten (Oberskyth)	Werfener Schichten (Oberskyth) Crinoiden Ammoniten	Werfener Schichten mit Crinoiden (Oberskyth)
Z E C H S T	Permoskythsandstein (rote Quarzsandsteine)  bis 300 m mächtig	Permoskyth-Sandstein	Permoskyth-Sandstein (Oberperm-Skyth)
R O T L I E G E N D	tiefrote Serie = Freudenberg-Schichten oben: Tuffe-Tuffite Fanglom. u. Schiefertone basal: Basistuff	Tuffe  Rotliegend-Ton- und -Sandsteine	Tufflage  Unterrotliegend- Fanglomerate bis Tonsteine
K A R B	Graue Oberkarbon- Sandsteine  transgressiv auf	Ton-Sandstein des Oberkarbon  transgressiv auf	
G G	Magdalensbergserie (Silur)	Magdalensbergserie (Ordovizium-Devon, to Ila)	Magdalensbergserie (Ordovizium-Devon, to Ila)

dert. Im Ochsenstand-Profil behält KRAINER (1984) die Bezeichnung Permoskythsandstein für die basalen Schichten bei. Über die Betrachtung des Klasteninhalts und eine Abschätzung möglicher Liefergebiete kommt KRAINER (1984) zu einer Bestätigung der Vorstellungen von FRANK (1983).

TOLLMANN (1986a) weist nochmals auf bestehende Probleme bei den Permomesozoikumsvorkommen in der Stangalm s. l. hin. Die Phyllonitzone der Karlwand-Schuppe stellt nach v. GÖSEN et al. (1985) das verschleifte und ausgedünnte Altpaläozoikum der unteren Decke (Murauer Decke) der Gurktaler Decke dar. Demnach liegt die Pfannock-Schuppe als fremder Span zwischen dieser und der höheren Decke (Stolzalpen Decke) in einem alpidischen Bewegungshorizont. Nach diesen Ergebnissen und aufgrund der sedimentpetrographischen Daten von KRAINER (1984) revidiert TOLLMANN (1986a, 1987) seine Anknüpfungen. Im Sinne der Parallelisierung von FRANK (1983) verlegt er die paläogeographische Position des Pfannock-Profiles aus der Nähe des Drauzuges weit nach Norden an den Südrand des mittelostalpinen Kristallins.

Für FRANK (1987) sind die Arbeiten von KRAINER (1984) und FRIMMEL (1985) weitere Belege für die untergeordnete Bedeutung der Karlwand-Phyllonitzone und damit der primären Nähe der beiden Permotrias-Profile im Stangalm-Mesozoikum s. l.

Nach dem tektonischen Modell von FRANK (1987) ergeben sich für die hier vorgestellte Arbeit folgende neue Zuordnungen. Zum Unterostalpin gehören in diesem Modell von FRANK ebenso wie bei dem Modell nach TOLLMANN die Semmering-Einheit und die Umrahmung des Tauernfensters. Das Mittelostalpin des Modells von FRANK ist in der Verbreitung seiner Kristallin- und Permomesozoikumsanteile stark verringert. Dazu gehört der Troiseck-Floning-Zug mit Kristallin und jüngerem Deckgebirge, von wo aus das Mittelostalpin nach Westen bis in die Seckauer Tauern verläuft. Das Altkristallin der Ostalpen wird in einen nordoberostalpinen Bereich mit ehemaliger Bedeckung durch die Nördlichen Kalkalpen und einen südoberostalpinen Bereich gegliedert. Dem südoberostalpinen Kristallin werden die Permomesozoika auf dem Rücken der Gurktaler Decke (St. Pauler Berge, Krappfeld usw.), die des Stangalm-Mesozoikums s. l. sowie Karawanken und Drauzug zugeordnet.

## 1.2. Probleme der stratigraphischen Gliederung im Perm/Skyth

Die Abfolge zwischen dem variskischen Grundgebirge und den triadischen Werfener Schichten wird erstmals von KAHLER & WOLSEGGGER (1934) im Klagenfurter Becken als Grödener Schichten bezeichnet.

BECK-MANNAGETTA (1953) führt nach Untersuchungen in den St. Pauler Bergen die Bezeichnung Griffener Schichten ein, die den Unterrotliegend- und Perm/Skyth-Abschnitt bis zur Liegendgrenze der Werfener Schichten umfaßt.

Eine weitergehende Untergliederung dieser weitgehend fossilere Serie liefert RIEHL-HERWIRSCH (1965, 1972) nach der Bearbeitung des Christophberg-Vorkommens (vgl. Tab. 3). Er stellt eine Abgrenzung von grauen Oberkarbonschichten, roten Freudenberg-Schichten des Rotliegenden, grobem Permoskythsand-

stein und Werfener Schichten des Skyth durch einen überregionalen Vergleich vor. Diese Gliederung wendeten bis in jüngere Zeit u. a. auch THIEDIG & CHAIR (1974) in den St. Pauler Bergen und WOLTER et al. (1982) in der Ebersteiner Permotrias an (vgl. Tab. 3).

Der Begriff des Permoskythsandsteins wird auch von MOSTLER (1972) bei der Gliederung der postvariskischen Sedimente im westlichen Drauzug verwendet, wo mit Palynomorphen aus zwei kleinen Flözen in einem Sandstein eine Datierung auf höheres Seis bis Campil möglich ist. MOSTLER (1972) unterteilt die Schichtenfolge in Unterrotliegendserie, Permoskythsandstein (Oberrotliegend, Teil des Seis), Sandstein mit palynomorphenführenden Flözen und abschließende, sandige Mergel mit Rauhwackenlagen.

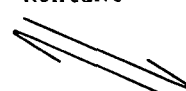
Eine neuere Untergliederung resultiert aus den sedimentpetrographischen Untersuchungen von NIEDERMAYR & SCHERIAU-NIEDERMAYR (1982) im Perm und Skyth des westlichen Drauzugs (vgl. Tab. 4). Nach NIEDERMAYR & SCHERIAU-NIEDERMAYR (1982) sind in der hangenden Folge der fossilführenden Laaser Schichten (Unterrotliegendes) grobklastische Schichten des Oberrotliegenden durch eine Sedimentationsunterbrechung im Niveau der Bellerophon-schichten von skythischen Schichten zu trennen. Der Begriff des Permoskythsandsteins ist nach NIEDERMAYR & SCHERIAU-NIEDERMAYR (1982) aufgrund des Fehlens eines skythischen Anteils hinfällig, und es wird für diese grobklastische Einheit die Bezeichnung Grödner Schichten wieder eingeführt. Oberhalb der Sedimentationsunterbrechung leitet der palynologisch auf Seis datierte feinklastische Alpine Buntsandstein zu den Werfener Schichten über.

Die Beschreibungen des Perm/Skyth der Villacher Alpe durch COLINS & NACHTAMN (1974) und die Untersuchung des Verfassers in dem wahrscheinlich dem Oberostalpin zuzurechnenden Permotrias-Vorkommen von Rosegg (SYLVESTER, 1984; CLAASEN et al., 1987) ließen zu Beginn der hier vorliegenden Arbeit eine Anwendbarkeit der obengenannten Gliederung in den Mittelkärntner Vorkommen erwarten (vgl. Tab. 4).

Diese Annahme wurde durch die zwischenzeitlich erschienenen Arbeiten von KRAINER in den Abschnitten einiger Perm/Skyth-Profile Mittelkärntens (vgl. Tab. 4) bestätigt. KRAINER (1985) stellt eine Faziesinterpretation von Werfener Schichten und Alpinem Buntsandstein in den Profilen von St. Pauler Bergen und Ulrichsberg vor, in der allerdings nur der oberste Abschnitt des Alpinen Buntsandsteins erfaßt wird. In mehreren Profilen des Drauzugs und der Lienzer Dolomiten wird von KRAINER (1985, 1987a) der Alpine Buntsandstein des Skyth vom grobklastischen Perm abgetrennt. Die Unterschiede zwischen Alpinem Buntsandstein und liegenden, permischen Rotsedimenten begründet KRAINER (1987a) mit geänderten Diagenesebedingungen durch einen Klimaumschwung an der Wende Perm/Skyth. Dieser Sedimentationsumschwung macht eine Schichtlücke im Bellerophon-Niveau überflüssig. Deshalb wird der Begriff der Grödener Schichten sensu NIEDERMAYR & SCHERIAU-NIEDERMAYR (1982) von KRAINER (1987a: 65) durch den „provisorischen Oberbegriff „Oberperm““ ersetzt. Der Alpine Buntsandstein ist nach KRAINER (1987a: 82) in zwei Megazyklen mit oben/fein-Trend (fining up sequences) zu gliedern, die durch die Regression des „Campil-Ereignisses“ getrennt sind. Den Beginn der Werfener Schichten markiert demnach die Transgression im Zuge des „Badia-Ereignisses“.

Tabelle 4.

Lithostratigraphische Untergliederung des oberostalpinen Perm/Skyths.

	Westlicher Drauzug NIEDERMAYR et al. (1982)	Faaker See - Rosegg SYLVESTER (1984)	Gurktaler Decke zus.-ge- stellt KRAINER (1985,1987)
S K Y T H	150m Werfener Schichten m.Sporen des Campil	100m Werfener Schichten (Oberskyth)	90m Werfener Schichten
	100m Alpiner Buntsandst. mit Sporen des Seis	70m Quarzit	Alpiner Bunt- sandstein
	---?---	---?---	---?---
Z E C H S T	Schichtlücke im Zechstein	?Schichtlücke?	100m Griffener Schichten
	---?---	---?---	---?---
R O T L I E G E N D	350m Grödener Schichten (Oberrotliegend) mit "Baumstamm v. Laas"	150m Quarzgeröll- Konglomerat	(Oberperm: ?Ob.Saxonien- Thuringien)
	---Quarzporphyrvulkanismus---	110m Porphyrgeröll- Konglomerat	---?---
	150m Laaser Schichten mit Pflanzenresten		Werchzirm-Schichten (Unterperm, ?Autunien)
	basaler, grauer Regolith		55m Vulkanite
	---?---		---100m Konglomerate bis Tonsiltsteine---
K A R B	?	tektonischer Kontakt	?Karbon als Unterrotlieg. eingestuft
	transgressiv auf		
G G	Gailtalkristallin	Altpaläozoikum der Gurktaler Decke	transgressiv auf Magdalensbergserie

Eine sedimentologische Analyse des Perms der Gurktaler Decke von KRAINER (1987b) umfaßt das Perm und basale Skyth der St. Pauler Berge, das basale Perm des Christophberges, das Werchzirmalm-Profil und frühere Bearbeitungen von Teilprofilen in Mittelkärnten (KRAINER, 1985). Dort führt KRAINER (1987b) für die Schichtenfolge des Oberperms den Begriff der Griffener Schichten wieder ein. Zur liegenden Einheit, die als Werchzirm-Schichten des Unterrotliegend (?Autun) bezeichnet wird, besteht nach KRAINER (1987b) eine größere Schichtlücke (Pfälzische Phase).

Aufgrund der Vielzahl unterschiedlicher Gliederungen der postvariskischen Siliziklastika und der verschiedenen Zuordnungen zu den tektonischen Großeinheiten soll diese Untersuchung zuerst eine über die verschiedenen Einheiten korrelierbare, lithostratigraphische Gliederung erbringen.

### 1.3. Auswahl der Profile

Für die dargelegten Fragen war es wichtig, die in einer Schlüsselposition befindlichen Profile im Stangalm-Mesozoikum s. l. aufzunehmen. Dort wurden die schon erwähnten Profile am Pfannock-Nordostgrat und am Ochsenstand untersucht (vgl. Abb. 1).

Zur Ermittlung der typischen oberostalpinen (?Karbon-)Perm/Skyth-Ausbildung konnte in den St. Pauler Bergen ein vollständiges und im Krappfeld ein nahezu vollständiges Profil vom variskischen Grundgebirge bis zur Rauhwacke aufgenommen werden (vgl. Abb. 1). Am Christophberg befindet sich ein zu Vergleichszwecken aufgenommenes Profil, in dem aber die Werfen-Formation durch tektonische Abscherung fehlt.

Für ein möglichst vollständiges Profil im Mittelostalpin wurde die Lokalität Thörl/Aflenz im Troiseckzug ausgewählt, weil diese Lokalität nach TOLLMANN (1977) und FRANK (1987) übereinstimmend dem Mittelostalpin zugeordnet wird (vgl. Abb. 1).

Dem unterostalpinen Ablagerungsraum werden nach beiden tektonischen Modellen wiederum übereinstimmend die Perm/Skyth-Schichten von Semmering zugeordnet. Da für die zentralalpine Fazies überwiegend der Begriff des Semmeringquarzits benutzt wird, kommt dem Vorkommen südlich des Semmering-Passes zudem die Funktion einer Typ-Lokalität zu. Des weiteren erfolgte im Semmeringsystem die Abgrenzung des Alpinen Röts (Skyth) durch KRISTAN & TOLLMANN (1957). Deshalb wurde der Bereich südlich des Sonnwendsteins für die Aufnahme eines unterostalpinen Perm/Skyth-Profils ausgewählt (vgl. Abb. 1). In dem Grenzbereich zwischen unterostalpinem Semmeringsystem

und unterostalpinem Wechselsystem ist nach Geländebefund des Verfassers die Zuordnung einzelner Schuppen zu einem der Systeme nicht zweifelsfrei möglich. Deshalb wurde neben dem Dürrkogel-Profil des Semmeringsystems auch das Weinweg-Profil aufgenommen. Letzteres befindet sich zwar nach FAUPL (1970) im Wechselsystem, stellt aber die Typ-Lokalität für die ABP-Serie (Arkose-Brekzien-Porphyr-D-Serie) sensu FAUPL (1970) dar. Diese Serie wurde untersucht, um die Notwendigkeit dieser neuen abweichenden Benennung zu prüfen.

#### 1.4. Untersuchungsmethode

Obwohl an den oben angegebenen Lokalitäten weitestgehend vollständige Profile mit möglichst guten Aufschlußbedingungen ausgewählt worden sind, sind die einzelnen Profilstrecken durch die tektonische Zerlegung doch recht lückenhaft. Sedimentologisch bedeutende Gefüge sind in den kleinräumigen Aufschlüssen der Profile von nahezu fehlender Metamorphose bis zu grünschieferfazieller Überprägung nur untergeordnet repräsentiert.

Allerdings war es in den St. Pauler Bergen möglich, ein durchgehendes Profil vom altpaläozoischen Grundgebirge bis zur anisischen Rauhwacke aufzunehmen (vgl. Abb. 2). Zusätzlich aufgenommene Teilprofile schließen kleinere Aufschlußlücken und bestätigen die lokale Allgemeingültigkeit der aufgestellten lithologisch-sedimentologischen Abfolgen (vgl. Abb. 2). Die Teilprofile wurden nach markanten Leithorizonten, die im Gelände lateral gut verfolgbar waren, miteinander und mit dem Hauptprofil korreliert. Davon ausgehend konnte an den anderen Lokalitäten die Profilaufnahme ausschließlich in einander überlappenden Teilprofilen durchgeführt werden (vgl. Abb. 3).

Die Abgrenzung lithologischer Einheiten erfolgte durch KRAINER (1984 bis 1987c) im wesentlichen durch Anwendung fluviatiler Faziesmodelle im Sinne von MIALL (1977, 1978) auf die reinen Vertikalprofile. Zum einen ist jedoch seit JACKSON II (1978) an der Ableitung aus Vertikalprofilen Kritik geübt worden und zum anderen ist dieses Verfahren bei den sehr schlechten Aufschlußverhältnissen der Mittelkärntner Profile und in den metamorphen Profilen nicht mehr anzuwenden. Deshalb wurde versucht, mit anderen, auch in den problematischen Profilen anwendbaren Methoden, die von KRAINER (1985 bis 1987c) in guten Aufschlüssen ermittelte Untergliederung nachzuvollziehen.

Die Gegenüberstellung der im Gelände aufgenommenen Korngrößenvariationen über den Profilverlauf, die die Strömungsenergie-Variationen abbilden, mit den an Dünnschliffen ermittelten Klastenvergesellschaftungen ermöglichte unter Einbeziehung sedimentologischer Parameter die Abgrenzung einzelner Schüttungsphasen (Abb. 2, 3). Für die Bezeichnung der Schüttungen werden die Begriffe „Formation“ und „Abfolge“ im Sinne der lithostratigraphischen Nomenklatur von HEDBERG (1976) als Übersetzung von „formation“ und „member“ benutzt. Die Formationen müssen nach HEDBERG (1976) nicht einem festen Zeitabschnitt angehören. Ihre Benennung erfolgt in Anlehnung an bestehende Bezeichnungen, aber mit dem Nachsatz „-Formation“, um Verwechslungen mit den bestehenden Bezeichnungen zu vermeiden.

Für die sedimentpetrographischen Untersuchungen an Dünnschliffen wurde das Spektrum der silikatischen Lithoklasten neu klassifiziert (vgl. Taf. 1, 2). Insbesondere wurde der Detritus aus verschiedenen stark metamorphem Liefergebieten neu gegliedert. Von undulösen, monokristallinen Quarzen und Mylonitquarzen wurden Metamorphit-Bruchstücke aus Phyllit- bis Glimmerschieferliefergebiete (M1-Typ, Taf. 1, Fig. 1) und aus eher gneisigen Liefergebieten abgegrenzt (M2-Typ, Taf. 1, Fig. 2). Porphy Quarze, Porphyfragmente, Plutonite und Sedimentite sowie Feldspäte, Karbonate, Glimmer, opake Substanzen und Schwerminerale wurden in der Auszählung ebenfalls berücksichtigt. Alle Klastentypen konnten auch in den metamorphen Profilen noch erkannt werden (Taf. 1, Fig. 3, 4), wengleich auch durch starke Quarzrekristallisation die Auszählung eingeschränkt wurde (vgl. Taf. 2, Fig. 2; Taf. 3, Fig. 1,2).

Kennzeichnend für eine allozyklische Steuerung der Sedimentation ist der Neueinsatz und die Dominanz von Klastentypen ab Beginn einer sedimentologisch erkannten Neuschüttung. Wichtig ist bei der Gegenüberstellung jeweils der Neueinsatz eines Klastentyps. Das Ausklingen ist nicht signifikant, da einmal erschlossene Liefergebiete vermutlich nicht schlagartig die Sedimentlieferung einstellen, sondern oft noch in untergeordnetem Maße weiterliefern.

In den untersuchten Profilen hält sich das Neuaufreten einer Klastenvergesellschaftung markant an die ermittelten Anfänge von Abfolgen (Abb. 2,3). Damit ist für den tieferen, den terrestrisch sedimentierten Abschnitt der Perm/Skyth-Profile die Abgrenzung von Schüttungsereignissen (= Abfolgen) belegt. Es werden mit neu einsetzender Schüttung auch neue und andersgeartete Liefergebiete erschlossen.

In den höheren Profilabschnitten, d. h. im fluviatilmarinem Bereich, tritt bei Regressionen keine neue Klastenvergesellschaftung auf. Dort werden vermutlich bei neuen Schüttungen keine neuen Liefergebiete erschlossen.

Generell ist in den Profilen von tieferen zu höheren Schichten ein Trend von schwächer zu höher metamorphem Detritus zu erkennen. Der Trend spiegelt einen möglichen metamorphen Stockwerkaufbau des voralpischen Gebirges wider. Da in den neuen Liefergebieten teilweise auch jüngere Gesteine zur Abtragung zur Verfügung stehen, ist eine Veränderung der Reliefenergie durch bruchtektonische Verstellungen zwischen Liefergebiet und Sedimentationsraum wahrscheinlich.

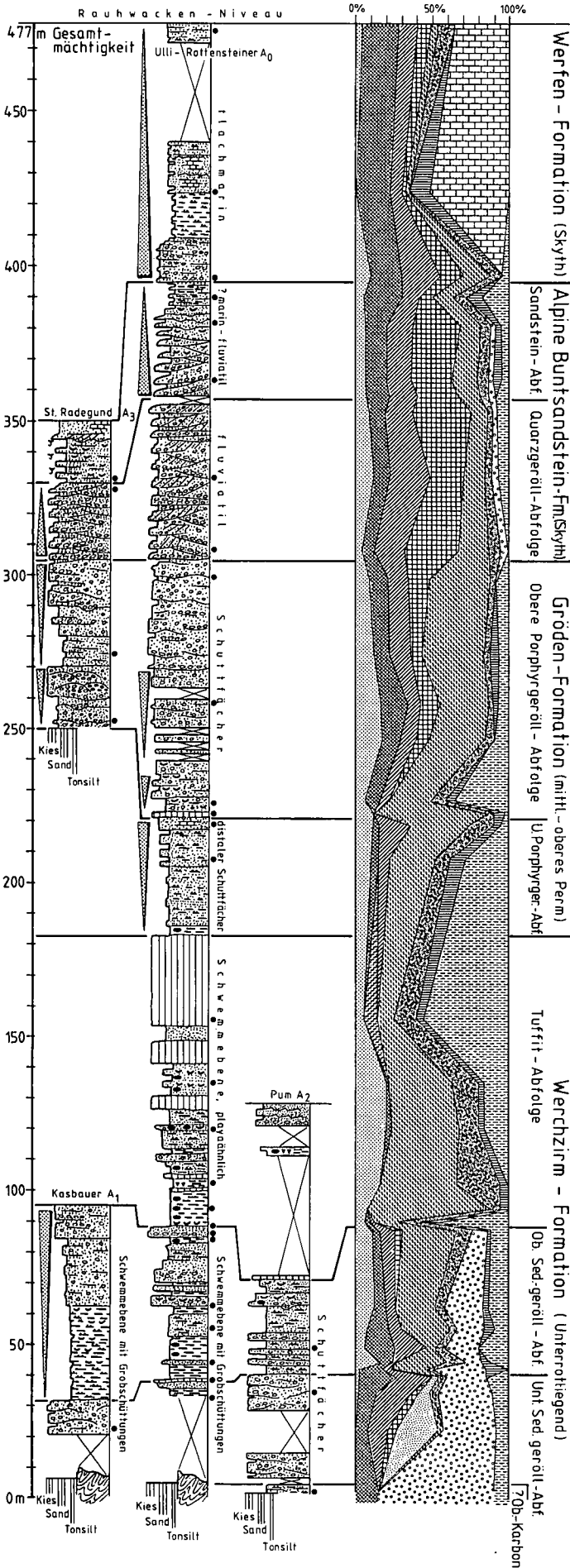
#### 1.5. Lithostratigraphische Gliederung

Während der „Perm-Gespräche 1987“ des Naturwissenschaftlichen Vereins für Kärnten wurde nach einer Absprache zwischen Dr. K. KRAINER, Dr. G. NIEDERMAYR und dem Verfasser ein Vorschlag für die Nomenklatur der lithostratigraphischen Formationen des ostalpinen Perm/Skyth gegeben. Demnach sind die Schichten mit kurz transportiertem, lokalem Schutt im Liegenden der Tuffite der Wende Unterrotliegend – Oberrotliegend als Werchzirm-Formation des Unterrotliegend zu bezeichnen. Diese Bezeichnung erfolgt in Anlehnung an die Erstbenennung vergleichbarer Schichten durch SCHWINNER (1931, 1932) an der Werchzirben-Alm, obwohl sich die am besten aufgeschlossenen Profile im Bereich der St. Pauler Berge befinden. Die Werchzirm-



# St. Pauler Berge

## Oberostalpinisches Becken



# Krappfeld

## Oberostalpinisches Becken

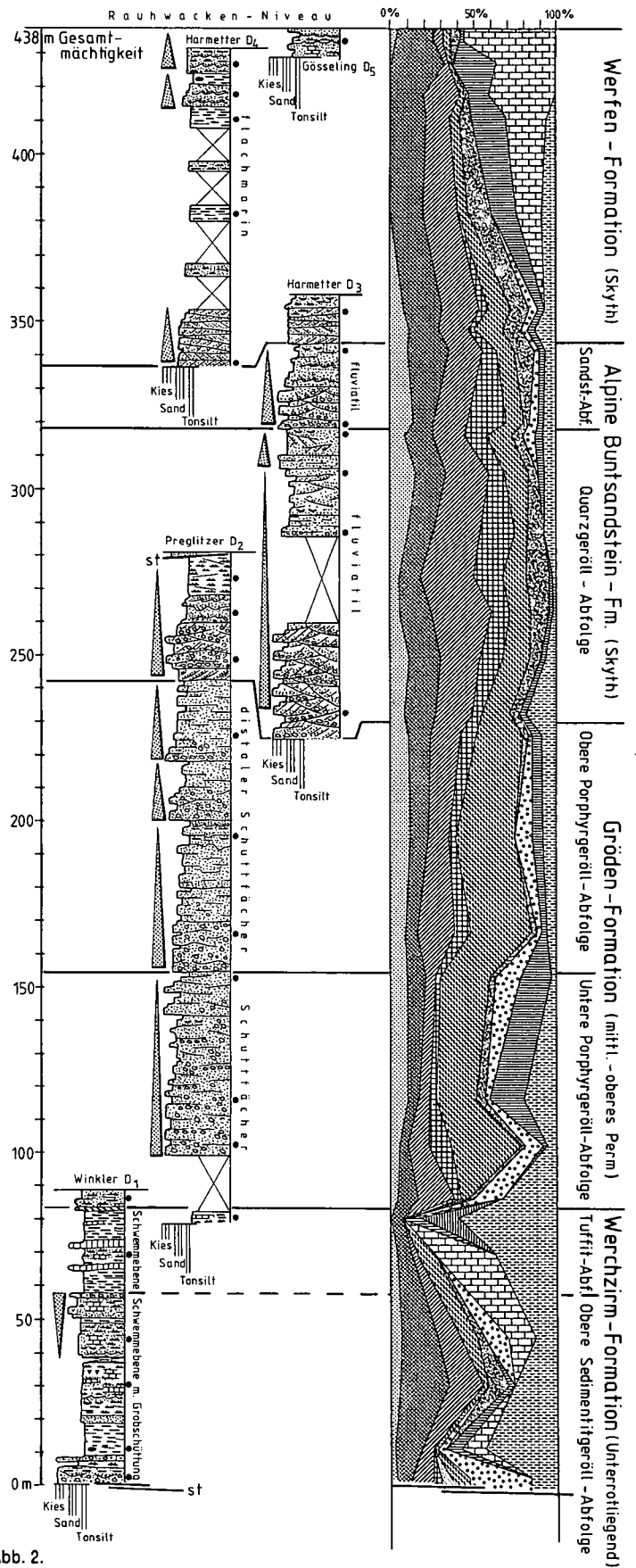


Abb. 2. Lithostratigraphische Untergliederung von oberostalpinen Perm/Skyth-Vorkommen durch Gegenüberstellung von Korngrößentrend und Klastenvergesellschaftung. Legende siehe Abb. 3.

# Thörl / Aflenz

## Zentralalpiner Sedimentationsraum (Mittelostalpin)

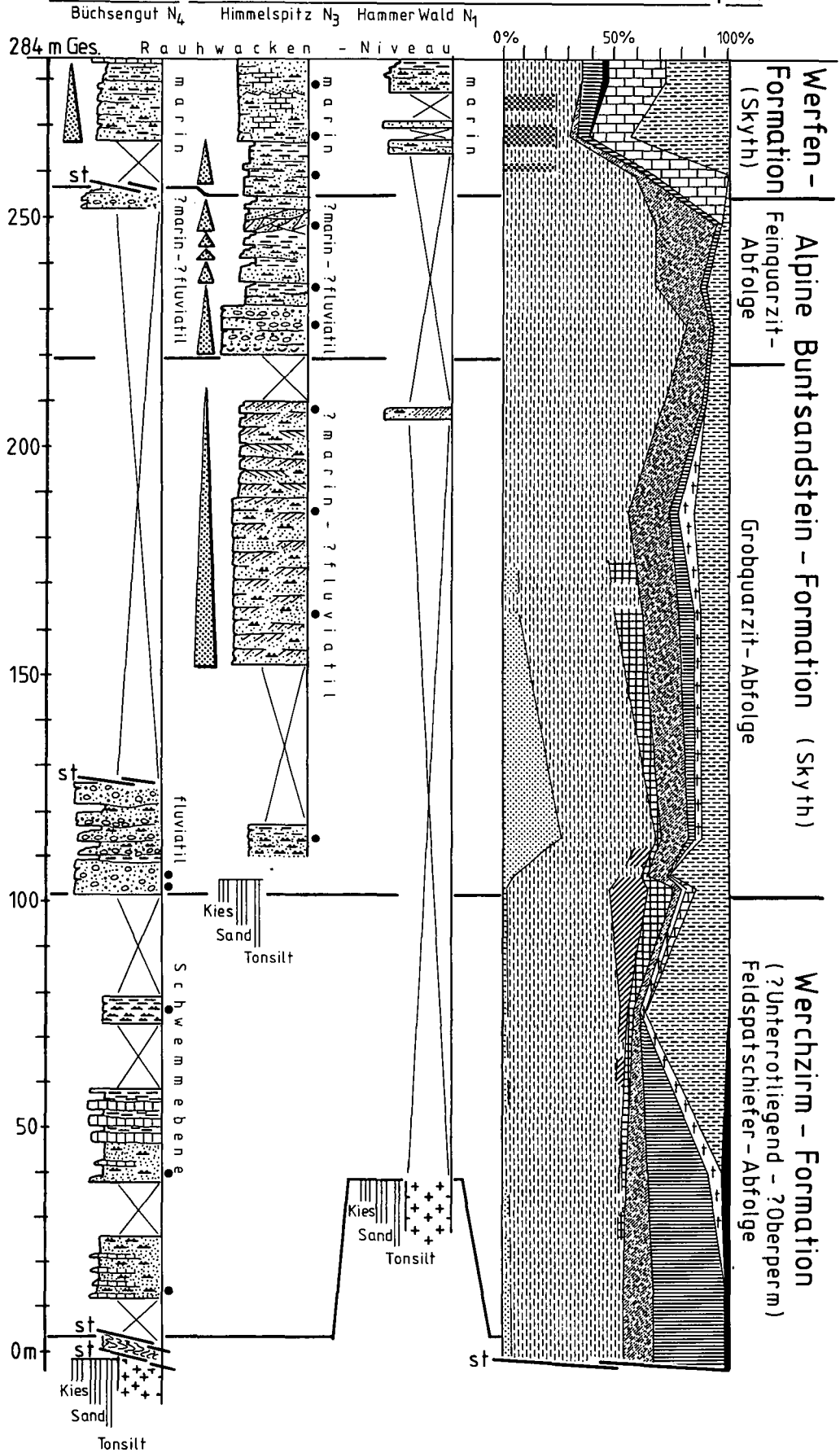
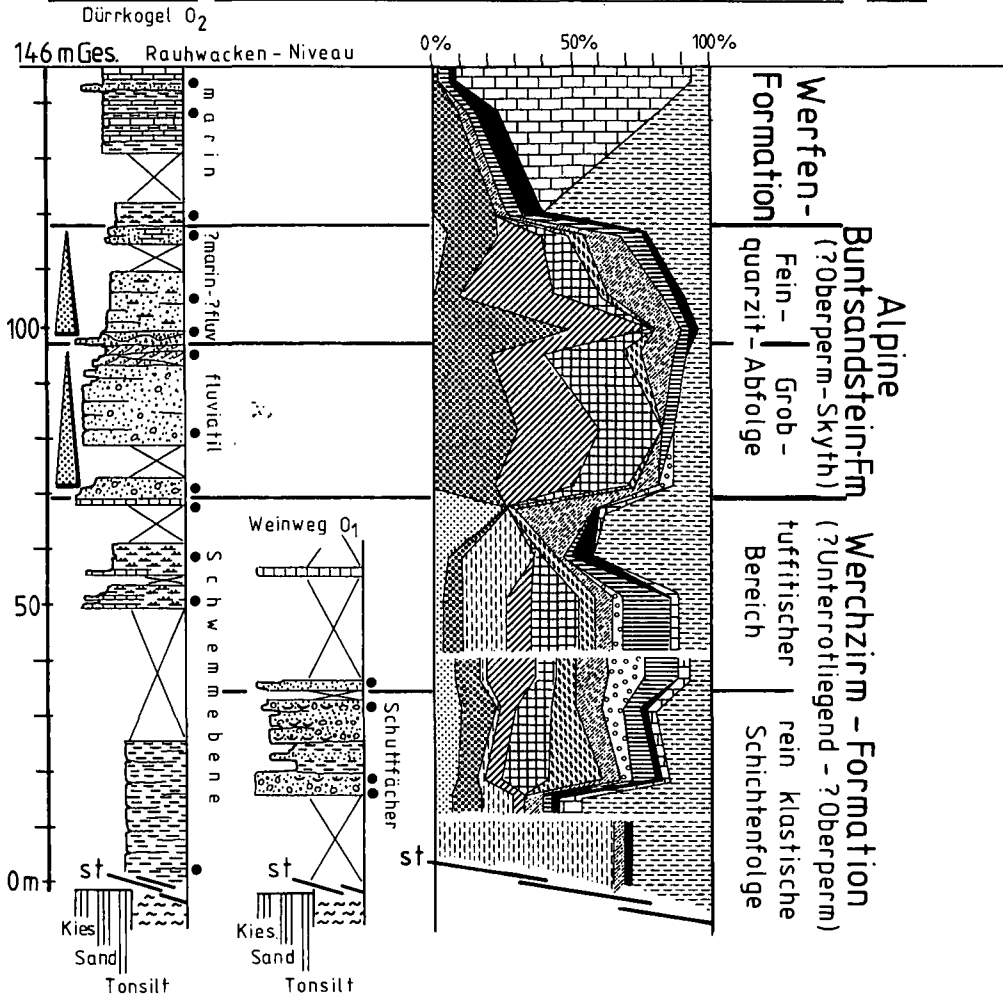


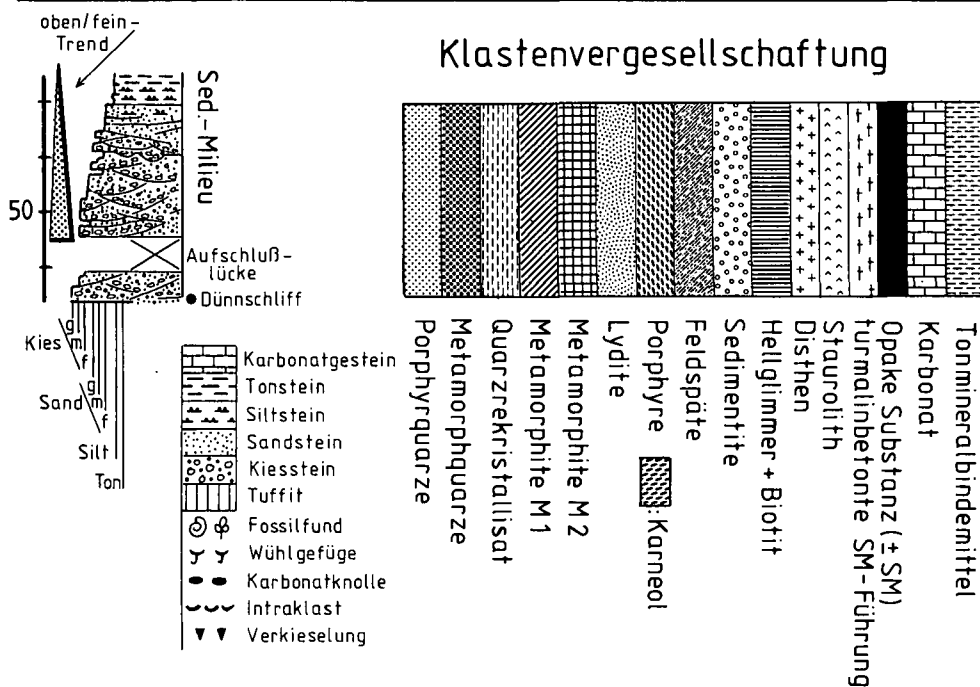
Abb. 3.  
Lithostratigraphische Untergliederung von Perm/Skyth-Vorkommen des Mittel- und Unterostalpins durch Gegenüberstellung von Korngrößentrend und Klastenvergesellschaftung.  
Fortsetzung auf S. 802.

# S e m m e r i n g

## Zentralalpiner Sedimentationsraum (Unterostalpin)

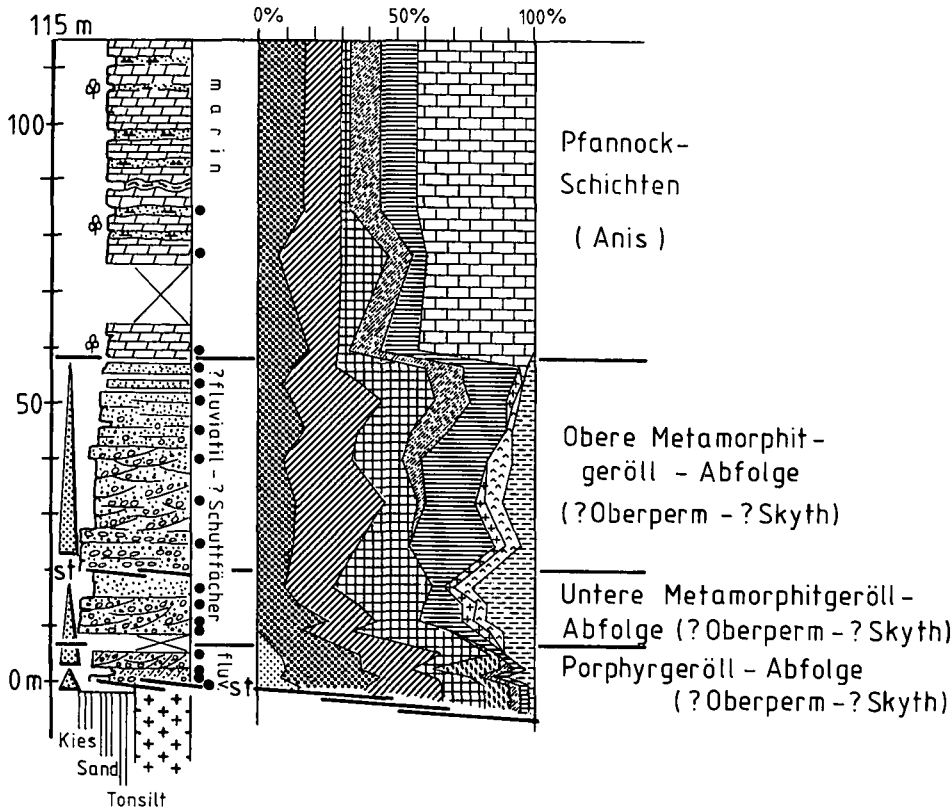


## Legende



# P f a n n o c k

## Nordrand des Oberostalpinen Beckens



# O c h s e n s t a n d

## Südrand des Zentralalpinen Sedimentationsraums

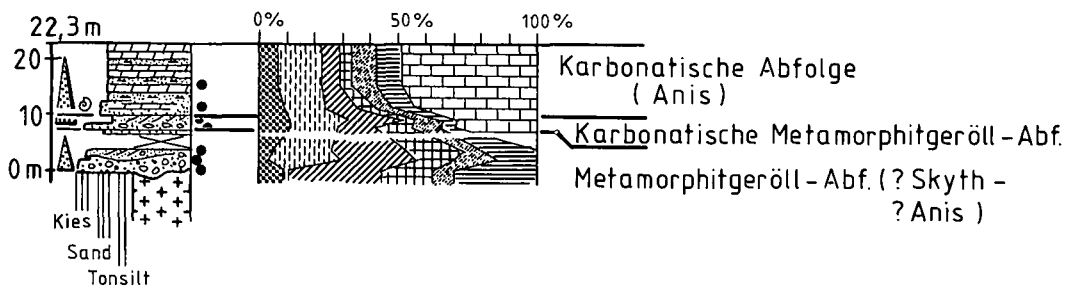


Abb. 3 (Fortsetzung).

Formation kann mit der vorgestellten Vorgehensweise eindeutig abgegrenzt und darüber hinaus in drei untergeordnete Abfolgen untergliedert werden. Sie wird demnach von einer basalen Unteren Sedimentitgeröll-Abfolge, die frei von Porphyrdetritus ist, einer Oberen Sedimentitgeröll-Abfolge mit Porphyrdetritus und einer abschließenden Tuffit-Abfolge aufgebaut.

Die hangend folgenden Rotschichten sind nach der Übereinkunft als Gröden-Formation des Oberperm zu bezeichnen. Sie können mit der vorgestellten Untersuchungsmethode eindeutig vom Liegenden und Hangenden abgegrenzt und in zwei Abfolgen gegliedert werden. Die Untere Porphyngeröll-Abfolge beinhaltet in den Schuttfächersedimenten bei einem Vorherrschen von Porphyngeröllen noch einen deutlichen Einfluß der liegenden Tuffit-Abfolge. In der Obe-

ren Porphyngeröll-Abfolge fehlt in den Ablagerungen eines vergleichbaren Milieus der Tuffitdetritus.

Mit deutlich abweichender Sedimentologie und Lithologie setzt die Sedimentation in einer Formation ein, die übereinkunftsgemäß als Alpine Buntsandstein-Formation des Skyth bezeichnet werden soll. Eine fluviatile Quarzgeröll-Abfolge wird von einer Sandstein-Abfolge überlagert, die zu der marinen Werfen-Formation überleitet. Im Zentralalpin sind diese Abfolgen als Grobquarzit-Abfolge und als höhere Feinquarzit-Abfolge ausgebildet. Die beiden Abfolgen entsprechen einander in der Petrographie, Unterschiede sind nur in der Sedimentologie festzustellen.

Mit einer groben Basisschüttung beginnt die Werfen-Formation, die abgesehen von der Karbonatführung in der Klastenvergesellschaftung dem Liegenden entspricht. Das Ablagerungsmilieu ist deutlich

flachmarin. Eine weitere Untergliederung in Abfolgen ist nicht möglich. Die Werfen-Formation ist biostratigraphisch ins Skyth einzustufen.

In den Profilen am Pfannock und am Ochsenstand befinden sich im Gegensatz zu den übrigen Profilen im Hangenden vermutlich skythischer Einheiten karbonatische Schichten mit einem deutlichen terrigenen Einfluß. Diese Schichten wurden nach dem Vergleich mit biostratigraphisch datierten Schichten, bzw. nach Fossilführung als anisische Einheiten abgegrenzt.

## 2. Interpretation und Korrelation der Profile

Bei der Korrelation der abgegrenzten Schüttungsergebnisse (Abb. 2, 3) von Profil zu Profil (Abb. 4) ermöglicht der Klasteninhalt die Zuordnung der Abfolgen verschiedener Profile. Die Korngrößen und die Sedimentstrukturen der Abfolgen erlauben Abschätzungen der Positionen der Profile zum Zeitpunkt der jeweiligen Schüttungsergebnisse im Sedimentationsraum.

### 2.1. Werchzirm-Formation

#### 2.1.1. Untere Sedimentitgeröll-Abfolge (Werchzirm-Formation)

Im Niveau der Unteren Sedimentitgeröll-Abfolge sind in den St- Pauler Bergen die Ablagerungen hochenergetischer Schuttströme und Schichtfluten sowie niedriger energetischer Sedimentation aufgeschlossen. Diese Schuttströme führen den Detritus des schwachmetamorphen Untergrunds (altpaläozoische Magdalensbergserie) in Form von Metaquarziten, Tonschiefern, Lyditen und typischen Quarzaggregaten von Phylliten und Myloniten. Die Schüttung erfolgte episodisch, wobei während des Transportes des groben Materials feinklastische Sedimente teilweise wieder aufgearbeitet wurden. Die mäßige Klastenrundung und die kräftige Rotfärbung weisen auf einen kurzen Transport mit mehrfacher Umlagerung unter den ariden Klimabedingungen des Unterrotliegenden hin.

KRAINER (1987b) untersuchte in den St. Pauler Bergen beim verfallenen Gehöft Hieslbauer ein Profil 2000 m westlich der hier vorgestellten Profile. Dort befinden sich im Liegenden des Basistuffs (bez. nach RIEHL-HERWIRSCH, 1965) innerhalb von Tonsteinen die erstmals von THIEDIG & CHAIR (1974) beschriebenen Kalklagen. Diese sind nach KRAINER (1987b) in Algenkalke, Caliche und Caliche-Oolithe zu untergliedern und weisen auf limnische bis Playa-artige Sedimentation hin.

Der Basistuff bildet an der Hangendgrenze der Unteren Sedimentitgeröll-Abfolge eine Zeitmarke, die die Korrelation der Füllungen verschiedener Senken ermöglicht. Im Krappfeld-Profil ist die durch das Fehlen von Porphyrdetritus gekennzeichnete Untere Sedimentitgeröll-Abfolge nicht vorhanden. Entweder konnte sie aufgrund eines Paläoreliefs primär nicht sedimentiert werden, oder sie wurde sekundär durch die alpidische Überschiebungstektonik abgeschert.

Am Christophberg befinden sich gleichfalls im Liegenden des Basistuffs Schuttstrom- und Schichtflutenablagerungen ohne Porphyrdetritus.

An den Lokalitäten Pfannock und Ochsenstand sind ähnliche Schichten nicht festgestellt worden. Bei Thörl / Aflenz und am Semmering sind durch den tektonischen Basiskontakt keine entsprechenden Schichten vorhanden.

#### 2.1.2. Obere Sedimentitgeröll-Abfolge

Das Niveau der Oberen Sedimentitgeröll-Abfolge zeigt in den St. Pauler Bergen und im Krappfeld nach recht feinklastischem Einsatz zum Hangenden hin eine Reliefverstärkung mit gröberen Schichten und häufiger Aufarbeitung an.

Zusätzlich zu dem Schutt des schwach metamorphen Grundgebirges wurde nach dem Basistuff auch schlagartig der Detritus von Porphyren angeliefert (vgl. Taf. 2, Fig. 3, 4). Die letztere Komponente verstärkt sich zum Hangenden hin wesentlich. Wie in der liegenden Abfolge zeigen die anhaltend abrupten Wechsel zwischen grob- und feinklastischer Sedimentation episodische Schüttungen. Das von CHAIR (1975) ermittelte Paläoreliefe dürfte auch zu dieser Zeit noch ausgeprägt gewesen sein. Neben der von KRAINER (1987b) ermittelten Playa-ähnlichen Sedimentation im Profil Hieslbauer wurde in den hier untersuchten Profilen überwiegend von Schichtfluten in eine Schwemmebene sedimentiert.

Am Christophberg fand eine Senkenfüllung in mehreren, erlahmenden Schüben durch proximale Fluß- bis distale Schuttfächersedimente statt. Auch dort tritt nach dem Basistuff neu einsetzender Porphyrdetritus bis in die Geröllfraktion auf.

Es wird angenommen, daß die oberostalpinen Tuffite im oberen Bereich der Werchzirm-Formation und die zentralalpiner, vulkanischen Ablagerungen im Liegenden der Alpenen Buntsandstein-Formation zeitlich nicht allzu weit differieren. Deshalb soll die rein klastische Schichtfolge vom Semmering-Profil mit der Oberen Sedimentitgeröll-Abfolge korreliert werden.

Am Semmering-Paß finden sich ebenfalls die Ablagerungen lokaler, unterschiedlich gefüllter Senken. Im Teilprofil Weinweg ist grober Schutt des präpermischen Grundgebirges und nichtdeformierter, vermutlich permischer Porphyrdetritus von Schuttströmen episodisch in eine feinklastische Schwemmebene geschüttet worden. Im Gegensatz zu den oberostalpinen Profilen weisen die Metamorphitbruchstücke eher auf Glimmerschiefer- bis Gneis-Ausgangsgesteine hin. Häufig auftretende Tonsteinfetzen sind wahrscheinlich als Intra-klasten zu interpretieren. Wegen der metamorphen Beanspruchung des Profils kann allerdings nicht ausgeschlossen werden, daß sich unter den gut kristallinen Tonsteinfetzen schon primär Phyllite befanden. Dagegen fehlen die für die oberostalpine Sedimentitgeröll-Abfolge typischen schwach metamorphen Gesteinsbruchstücke wie Sandsteine, Phyllite und Lydite. Im Teilprofil Dürrkogel am Semmering stehen abschließend feinklastische Schwemmebenenablagerungen an.

Die basalen Schichten des Thörl / Aflenz-Profiles können eine feinklastische Sedimentation in diesem Niveau darstellen. Ihre Abgrenzung von der Tuffit-Abfolge ist jedoch nicht exakt durchzuführen.

In den Profilen am Pfannock und am Ochsenstand sind keine vergleichbaren Schichten festgestellt worden.

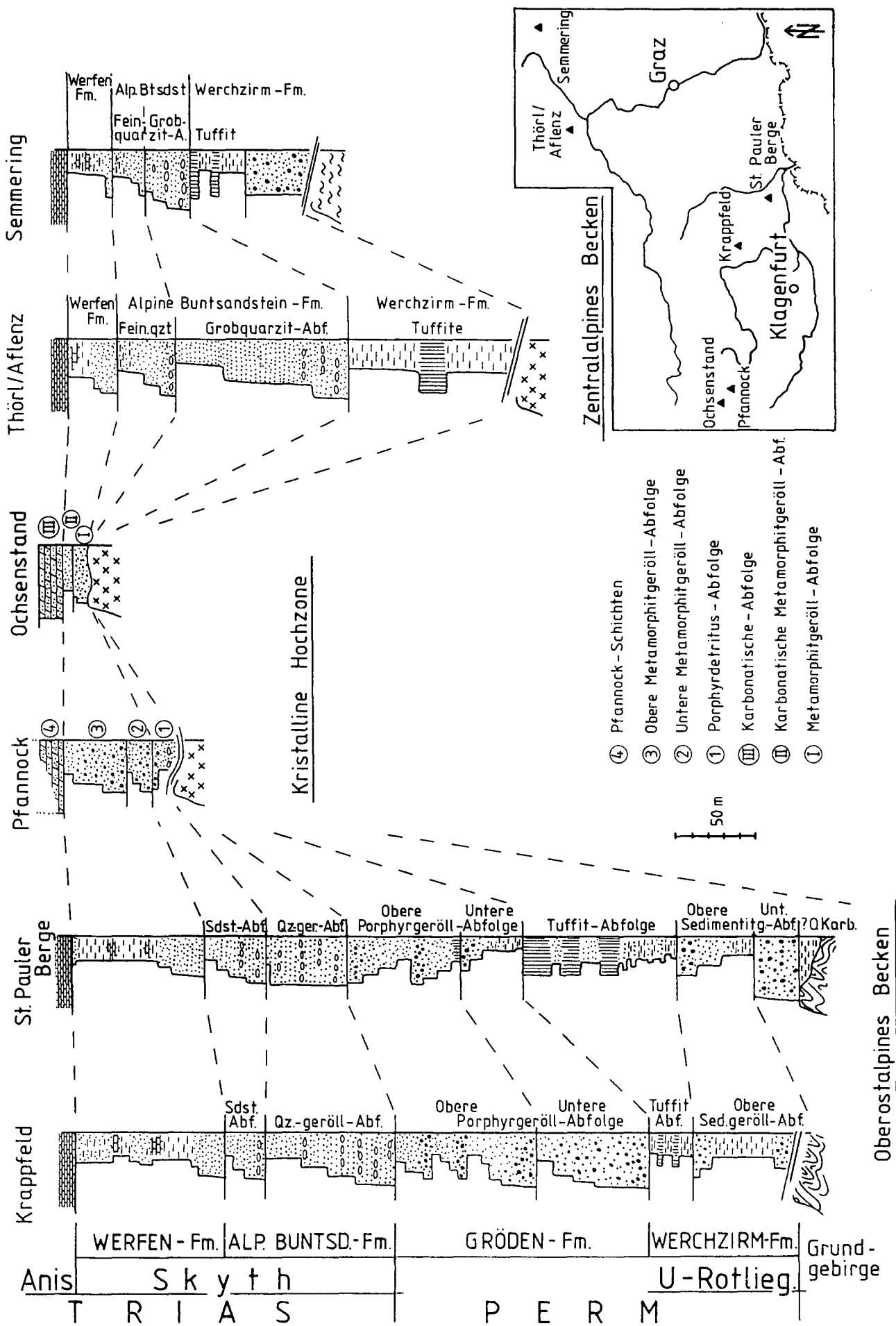


Abb. 4. Korrelation der ermittelten Formationen und Abfolgen über die Profile des Ober-, Mittel- und Unterostalpins.

### 2.1.3. Tuffit-Abfolge

Die Tuffit-Abfolge der Werchzirm-Formation setzt in den Profilen von St. Pauler Bergen und Krappfeld nach dem oben/grob-Trend (coarsening up) der liegenden Abfolge auffällig feinklastisch ein. In diesem niedrig energetischen Milieu lokaler Senken war das Tuffmaterial erhaltungsfähig. Vereinzelte Schichtflutereignisse lieferten im wesentlichen Porphyrdetritus und arbeiteten liegende, feinklastische Schichten auf. Die metamorphen Komponenten treten deutlich zurück. Zu dem auch auch im Liegenden vorkommenden Plagioklas tritt in der Tuffit-Abfolge neu der Orthoklas hinzu, der aus Sanidin hervorgegangen ist. Gelegentliche schichtparallele Verkieselungen sind auf ein reichliches SiO<sub>2</sub>-Angebot zurückzuführen. Die starke Karbonatführung äußert sich sowohl im Bindemittel als auch durch die Führung von Karbonatknollen, die allerdings oft durch Drucklösung stark zersetzt sind. Die Führung isolierter Karbonatknollen folgt der Schichtung und steigert sich am Christophberg bis zu festen Kalkbänken, die ausschließlich aus Knollen gebildet werden. Die teils dolomitischen, teils kalkigen Knollen sind demnach innerhalb des Sedimentes der Playa-ähnlichen Schwemmebene möglicherweise in der phreatischen Zone gebildet worden.

Die Ablagerung des vulkanogenen Materials erfolgte in den zentralalpiner Profilen Thörl/Aflenz und Semmering ebenfalls in einem niedrig energetischen Milieu, in dem es zu gelegentlichen größeren Einschüttungen kam. Zu dem schon im Liegenden vorhandenen Detritus aus einem kristallinen Liefergebiet wird Porphy Quarz und Orthoklas eingebracht. Karbonat spröte in diesen Schichten postdeformativ. Seine Herkunft ist nicht klar, es kann aber wie im vergleichbaren Niveau der oberostalpinen Profile aus Caliche oder Konkretionen der Playa-ähnlichen Sedimentation stammen. Die Liegendgrenze dieser tuffitischen Schichtenfolgen ist nicht zu ermitteln. Deshalb kann keine Aussage über die Reliefenergieveränderung von den liegenden Sedimenten zu dem tuffitischen Bereich für die zentralalpiner Profile getroffen werden.

Schichten aus dem Niveau der Tuffit-Abfolge sind im Pfannock- und im Ochsenstand-Profil nicht anzutreffen.

## 2.2. Gröden-Formation

### 2.2.1. Untere Porphygeröll-Abfolge

Die Untere Porphygeröll-Abfolge der Gröden-Formation setzt in den Profilen von St. Pauler Berge, Krappfeld und Christophberg mit einem nur wenige Meter mächtigen Silt-Sand-Abschnitt ein. Erst anschließend wird die eigentliche Entwicklung des Korngrößentrends erkennbar. Im ersten Profil folgt auf diesen Basisabschnitt eine deutliche oben/grob-Entwicklung (coarsening up), im zweiten ein oben/fein-Trend (fining up) und im dritten eine anhaltend grobe Schüttung. In den St. Pauler Bergen vollzieht sich in diesem Niveau eine Reliefenergie-Verstärkung, die in der Schichtenfolge als gröbere Schichtflutablagerungen über feinklastischen Schwemmebenensedimenten erhalten ist. Diese Ablagerungen eines Schuttfächers zeigen im Klastenspektrum einen starken Bezug zur liegenden Tuffit-Abfolge. Zum Hangenden nimmt der Anteil des Metamorphitdetritus zu, wobei es sich überwie-

gend um Bruchstücke eines eher glimmerschieferähnlichen Gesteins handelt.

Im Krappfeld fand die Ablagerung von Schichtfluten- und in begrenztem Maße auch die von Rinnensedimenten statt. In der Klastenführung unterscheidet sich diese Schichtenfolge deutlich von der des St. Pauler Profils. Wie in der liegenden Tuffit-Abfolge kommt zwar noch Karneol vor, doch neben dem dominierenden Porphyrdetritus erscheint hier Gesteinsbruch, der auf ein Liefergebiet mit Glimmerschiefern bis Gneisen hinweist. Zu den Orthoklasen wie in der Tuffit-Abfolge tritt randlich albitisierter Mikroklin, der auch in den höher metamorphen Quarz-Glimmer-Feldspat-Verwachsungen vorkommt.

Beide Profile zeigen eine deutliche Liefergebietsveränderung von der Werchzirm- zur Gröden-Formation. Der schwach metamorphe Detritus des direkten Untergrunds bleibt aus, und höher metamorpher Gesteinsbruch und vor allem Porphygerölle treten an seinen Stelle. Das Krappfeld- und das St. Pauler Berge-Profil unterscheiden sich in diesem Profilabschnitt untereinander sowohl im Metamorphosegrad des Liefergebietes als auch im Korngrößentrend.

In den Profilen am Pfannock und am Ochsenstand sowie im Thörl/Aflenz- und im Semmering-Profil fehlen die Schichten einer vergleichbaren Abfolge.

### 2.2.2. Obere Porphygeröll-Abfolge (Gröden-Formation)

Die Obere Porphygeröll-Abfolge setzt in den St. Pauler Bergen mit einem schmalen, feinklastischen und besonders stark verkieselten Horizont ein, der erst im Dünnschliff als Tuffit zu erkennen ist. Nach diesem markanten Einsatz folgen zwei ausgeprägte oben/grob-Sequenzen, die intern die Entwicklung von feinklastischen Schichtflutablagerungen zu groben Schuttstromsedimenten aufweisen. Im Gegensatz zu der liegenden Abfolge fehlt in dieser neuen Schüttung aufgearbeitetes Material der Werchzirm-Formation. Neben den weiterhin dominierenden Porphygeröllen (vgl. Taf. 3, Fig. 3) treten neue Metamorphitbruchstücke hinzu, die auf ein Liefergebiet mit Glimmerschiefern und Gneisen hinweisen. Die Feldspäte sind meist noch vulkanischen Ursprungs.

Im Krappfeld-Profil ist ebenfalls eine Obere Porphygeröll-Abfolge abzugrenzen. Sie setzt nicht mit einem Tuffithorizont sondern in markanter Form mit dickbankigen Geröllschichten ein, denen drei oben/fein-Sequenzen folgen. Gegenüber der liegenden Abfolge zeichnet sie sich durch eine generell feinere Fraktion, bessere Sortierung und das Fehlen von aufgearbeitetem Werchzirm-Material aus. In diesem Niveau wurden durch Schichtfluten neben dem dominierenden Porphyrdetritus auch Klasten aus metamorphen Liefergebieten mit Glimmerschiefern und Gneisen abgelagert. Die Mikrokline entstammen geichfalls diesen Metamorphiten, wie es Verwachsungen anzeigen. Im Sediment wurden sie albitisiert. Ein größerer Anteil von monokristallinem Metamorphitdetritus in den feiner klastischen Schichten weisen dem Krappfeld-Profil eine distalere Position als dem St. Pauler Berg-Profil zu, sofern sie zu einem Schüttungssystem gehören.

Am Christophberg beginnt die obere Porphygeröll-Abfolge oberhalb der meist eben geschichteten, liegenden Abfolge markant mit einem Stapel von trog-

förmig schräggeschichteten Geröllbänken. Hangend daran schließen sich Rinnensande an.

Vermutlich liegen im Pfannock- und Ochsenstand-Profil keine Sedimente dieses Niveaus vor. An den Lokalitäten Thörl / Aflenz und Semmering fand ebenfalls keine Ablagerung vergleichbarer Schichten statt.

## 2.3. Alpine Buntsandstein-Formation

### 2.3.1. Quarzgeröll- und Grobquarzit-Abfolge

Mit lateral ausgedehnten Gerölllagen, die intern oft trogförmig schräggeschichtet sind, setzt in den Profilen von St. Pauler Bergen, Krappfeld, und Christophberg die fluviatile Quarzgeröll-Abfolge ein. Die Dominanz der Metamorphite M2 weist auf ein Gneisliefergebiet hin, die glimmerschieferähnlichen Metamorphite M1 treten eher zurück (vgl. Taf. 3, Fig. 4). Bemerkenswert ist das deutliche Vorherrschen des Gneisdetritus auch deswegen, weil die Klasten erst hier so massenhaft auftreten, obwohl dieses grobe Korngrößenspektrum auch schon in liegenden Abfolgen erreicht wird. Auch das gleichzeitige Zurücktreten der Porphyrgerölle weist auf eine Veränderung der Liefergebiete. In diesem Zusammenhang sind auch die in diesem Niveau der Profile der St. Pauler Berge und des Krappfeldes neu einsetzenden, teilweise sehr großen Lyditgerölle bedeutend. Am Christophberg setzt die Führung recht grober Lyditgerölle wieder ein, nachdem diese Klasten in der Gröden-Formation nur in sehr feiner Fraktion vorkamen. Eine Häufung von Klasten verieselter Sandsteine und seltene „doppelte „dust rims“ lassen ferner auf die Aufarbeitung eines älteren Sediments schließen. Diese Schüttung mit abweichender Zusammensetzung und anderen Sedimentationsbedingungen als im Liegenden nimmt im obersten Bereich leicht an Intensität ab. Die Quarzaufwachsung und das authigene Wachsen der Feldspäte bilden ab diesem Niveau die kennzeichnende Zementation (vgl. Taf. 2, Fig. 1). Gelegentlich kommt eine spätere Karbonatzementation hinzu.

Im Profil am Semmeringpaß ist der Untere Alpine Buntsandstein durch eine Grobquarzit-Abfolge mit einer ähnlichen Entwicklung wie in den oberostalpinen Profilen vertreten. Hier stehen fluviatile, geröllführende Ablagerungen an, die mit abnehmender Korngröße und Bankmächtigkeit zum Hangenden eine nachlassende Schüttungsenergie anzeigen. In dieser markant grobklastisch einsetzenden Abfolge verschwindet der vulkanische Detritus nahezu völlig und der Schutt eines metamorphen Liefergebiets beherrscht das Klastenspektrum. Im Profil bei Thörl / Aflenz ist die Abfolge des Unteren Alpinen Buntsandsteins durch eine Grobquarzit-Abfolge vertreten, die einen oben/fein-Trend aufweist. Nach einem mehr fließenden Übergang aus den liegenden Schiefen mit tonigen Konglomeraten folgen dann die Feinkonglomerate der Grobquarzit-Abfolge. Auch hier sind innerhalb des meist feinklastischen und damit überwiegend von monokristallinen Quarzen aufgebauten Sediments gneisähnliche Lithoklasten erkennbar. Die Alkalifeldspatklasten stammen aus einem Liefergebiet mit Metamorphiten, wie es vergleichbare Alkalifeldspäte aus metamorphen Lithoklasten anzeigen. Sie liegen in der für den Alpinen Buntsandstein typischen höheren Konzentration vor.

Die beiden zentralalpinen Profile unterscheiden sich von den oberostalpinen durch das völlige Fehlen von Lydit und eine wesentlich geringere Porphyrgeröll-Führung. Dagegen verfügen die Profile aus dem oberostalpinen und aus dem zentralalpinen Ablagerungsraum an der Basis der Alpinen Buntsandstein-Formation über deutliche Kennzeichen eines fluviatilen Ablagerungsmilieus. Mangels entsprechender Sedimentstrukturen und Fossilspuren kann nicht entschieden werden, ob die Schüttungen des unteren Alpinen Buntsandsteins zum Hangenden in den marinen Sedimentationsbereich geraten.

### 2.3.2. Sandstein- und Feinquarzit-Abfolge

Die Sandstein-Abfolge konnte in den St. Pauler Bergen und im Krappfeld aufgrund eines basalen Niveaus mit Wiederaufarbeitungshinweisen und deutlicher Kornvergrößerung gut von der Quarzgeröll-Abfolge abgegrenzt werden.

Im Profil der St. Pauler Berge zeigen die basalen Schichten einer oben/fein-Sequenz zahlreiche Intraklasten in Form von Tonsteinfetzen oder Bruchstücken gut gerundeter Quarzgerölle. Diese Rinnensedimente werden zum Hangenden durch feinklastische, dünn-schichtige Ablagerungen einer sandigen Schwemmebene ersetzt. Diese Schichten führen Wühlbauten, sie können aber dennoch dem marinen Milieu nicht eindeutig zugeordnet werden. Eine derartig feinklastische Sedimentation wurde in der liegenden Abfolge nicht erreicht. Das Klastenspektrum entspricht dem der liegenden Abfolge. Bedingt durch die feinere Fraktion ergibt sich ein verstärktes Vorkommen von monokristallinen Quarzen und Schichtsilikaten. Die Vorherrschaft des Metamorphitdetritus bleibt erhalten. In dem Diageneseverhalten bleibt ebenso die enge Beziehung zum Liegenden gewahrt.

Im Krappfeld-Profil ist der durch Wiederaufarbeitungsklasten gekennzeichnete Einsatz des Oberen Alpinen Buntsandsteins auch an einer Kornvergrößerung deutlich zu erkennen, da die liegende Abfolge recht feinklastisch endet. Im übrigen gleicht die Entwicklung der Sandstein-Abfolge der aus den St. Pauler Bergen.

Im Profil am Semmeringpaß setzt die Feinquarzit-Abfolge nur mit einer geringmächtigen Grobschicht am Beginn einer undeutlich ausgebildeten oben/fein-Sequenz ein. Diese Basisschicht kann nicht näher als eine Grobschüttung innerhalb der feinklastischen Sedimentation bezeichnet werden. Die Abfolge ist im Vergleich zur entsprechenden des Thörl/Aflenz-Profiles recht monoton ausgebildet. Abgesehen von Korngrößenbedingten Verschiebungen bestehen hinsichtlich diagenetischer Veränderungen und des Klastenspektrums enge Beziehung zum Liegenden.

Das Thörl / Aflenz-Profil weist dagegen in der Feinquarzit-Abfolge in einem generellen oben/fein-Trend mehrere kleinere, untergeordnete oben/fein-Sequenzen auf. Es zeigt mit wiederholten Schüttungseignissen die Entwicklung zu einem niedriger energetischen Milieu an. Bei der einsetzenden Schüttung wurde auch das Liegende aufgearbeitet, wie es zahlreiche Intraklasten anzeigen. Die Schüttungen enden mit Ruhephasen unter stehendem Wasser, das Wellenrippeln an der Sedimentoberfläche erzeugt.



Am Christophberg konnte diese Abfolge nicht aufgenommen werden. Sie ist nach eigenen Aufnahmen tektonisch unterdrückt.

Allen Profilen gemein ist ein von basalen, fluviatilen Grobschüttungen mit Hinweisen auf Wiederaufarbeitungen ausgehender oben/fein-Trend. In allen Fällen fanden sich keine Hinweise auf eine Zuordnung der höheren Feinklastika in den fluviatilen oder marinen Bereich. Vermutlich leiten aber diese feinklastischen Schichten bereits die marine Sedimentation der Werfen-Formation ein.

#### **2.4. Werfen-Formation**

In den Profilen von St. Pauler Bergen, Krappfeld, Thörl / Aflenz und Semmering beginnt die marine Werfen-Formation mit einer groben Basisschüttung. Diese Schichten sind als randmarine, höher energetische Ablagerungen und damit im weiteren Sinne als Transgressionskonglomerate anzusehen, die rasch von der tonig-karbonatischen Sedimentation abgelöst werden.

Die Basisschichten sind in dem St. Pauler Berge-Profil am größten und massig, in den etwa gleich mächtigen Vorkommen am Krappfeld und bei Thörl / Aflenz sandig und gut gebankt, während sie im Semmering-Profil vergleichsweise feinklastisch und nur noch unwesentlich gröber als die hangend folgenden Schichten ausgebildet sind. Im letzteren ist auch die Umstellung von der liegenden Feinquarzit-Abfolge zu dem höheren Teil der Werfen-Formation am geringsten. Ebenso weicht dieses Profil durch einen auffällig hohen Karbonatanteil von den übrigen, noch deutlich stärker von terrigenem Detritus beeinflussten Profilen ab.

Aufgrund der feinen Fraktion treten die Lithoklasten stark zurück, dennoch konnten in den Profilen von St. Pauler Bergen und Krappfeld Porphyrgerölle erkannt werden.

#### **2.5. Korrelation mit dem Pfannock- und dem Ochsenstand-Profil**

Der ermittelte tektonische Kontakt an der Basis des Pfannock-Profiles läßt auf eine nur geringfügige Bewegung der permotriadischen Abfolge über dem Grundgebirge schließen, da in der näheren Umgebung auch sedimentäre Übergänge gefunden wurden. Der nach STOWASSER (1956) transgressive Verband von Oberkarbon und Bockbrekzie in der Kleinkirchheimer Wolitzen kann als sedimentärer Übergang von der Porphyrdetritus-Abfolge in die Metamorphitgeröll-Abfolge bestätigt werden.

Die basale Porphyrdetritus-Abfolge beinhaltet, wie schon von KRAINER (1984) festgestellt, keine Aufarbeitungsprodukte des unterlagernden Pfannock-Gneises. Die Basisschichten lassen sich wegen ihrer Reife und ihrer Lithologie am ehesten mit den Perm/Skyth-Siliziklastika des Oberostalpin vergleichen. Diese Reife, bei einer Führung von feinstem Porphyrdetritus, wird dort nur in den Schichten der Alpenen Buntsandstein-Formation erreicht. Auch das Verhältnis von Porphyrgesteinsbruch zu Metamorphitdetritus weist auf Ähnlichkeiten zu dieser Formation hin. Zusätzlich zu der Klattenvergesellschaftung von Schichten der Alpenen

Buntsandstein-Formation treten hier Stauroolith und Disthen hinzu, die als Hinweis auf das später vorherrschende Liefergebiet zu deuten sind. Noch innerhalb dieser Sedimentationsphase erfolgt eine Umstellung der Sedimentationsbedingungen. Im oberen Bereich der Basisschichten wird eine Reliefverstärkung mit groben und relativ unreifen Sedimenten angezeigt. Sie führt zur Begünstigung der Schüttung aus dem Stauroolith/Disthen-Liefergebiet und zur Unterdrückung des bis dahin aktiven Liefergebiets. Die Anlieferung aus dem neu erschlossenen Liefergebiet erfolgt über eine kürzere Strecke entweder fluviatil oder über einen ausgedehnten Schuttfächer.

Sofern ihnen ein oberpermisch/skythisches Alter zukommt, nehmen die Untere und die Obere Metamorphitgeröll-Abfolge innerhalb gleichalter Schichten des Kärntner Raumes eine abweichende, deutlich liefergebietsnähere Stellung ein. Der grobklastische Schutt stammt ausschließlich aus Liefergebieten mit Phylliten und Gneisen. Diese wird auch durch das Schwermineral-Spektrum angezeigt. Große Stauroolith- und Disthen-Klasten belegen sowohl eine große Bereitstellungsgröße, wie sie nur im höher metamorphen Areal zu erwarten ist, als auch einen relativ kurzen Transport. Möglicherweise ist der in den marinen Pfannock-Schichten nur akzessorisch vorkommende Granat in den Schuttfächer-Sedimenten primär auch vorhanden gewesen, aber unter den Sedimentationsbedingungen eines sauren, oxidierenden Milieus zersetzt worden. Der deutliche oben/fein-Trend entspricht dem Rückzug eines Schuttfächers oder primär proximalen Flusses und leitet zur marinen Anis-Sedimentation über.

Nach der vergleichbaren Ausbildung anisicher Karbonatschichten in Pfannock- und Ochsenstand-Schichten, die aber nicht als Kriterium enger paläogeographischer Nachbarschaft herangezogen werden darf, sind die siliziklastischen Basisschichten des Ochsenstand-Profiles als grobe Ablagerung des Skyth/Anis anzusehen. Fehlende Ähnlichkeit der Ochsenstand-Konglomerate zu oberostalpinen Sedimenten und Anklänge an die zentralalpine Schwermineral-Assoziation ordnen diese Schichten als marginale Ablagerungen dem zentralalpinen Becken zu.





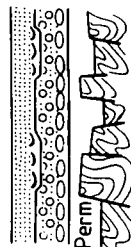
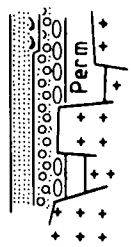
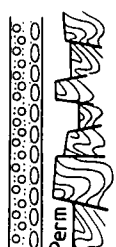
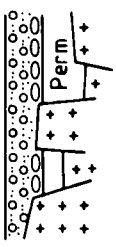


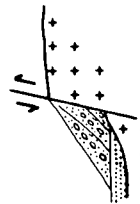
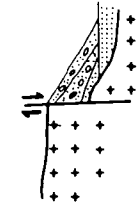
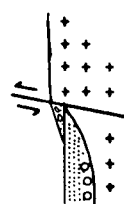
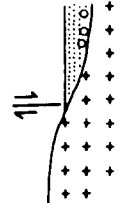


### **3. Modell des Sedimentationsablaufes**

Nach KOSTER & RUST (1984) können die in den terrestrischen Sedimenten von Flüssen, Schuttfächern und Seen vorgefundenen Hinweise auf tektonisch (allozyklisch) verursachte Schüttungen als Subsidenzabfolgen eines Beckens zusammengefaßt und mit den Subsidenzabfolgen anderer Becken korreliert werden. Nachfolgend wird gezeigt, daß diese Korrelation auch über den Perm/Skyth-Ablagerungsraum des Ostalpins möglich ist (Abb. 5).

Im Oberkarbon findet zwischen dem südlich gelegenen oberostalpinen und dem nördlich gelegenen zentralalpinen Becken nahe an und auf einer kristallinen Hochzone grobklastische Sedimentation verschiedener Konglomerate (Königstuhl-, Stangalm-, Turraacher-Karbon) statt.

Im weiter südlich gelegenen Ablagerungsraum der heutigen St. Pauler Berge und des Krappfeldes/Christophberges findet möglicherweise gleichzeitig auf der schwach metamorphen Magdalensberg-Serie in kleine-

Abb. 5.  
Modell des Sedimentationsablaufes in der oberostalpinen Permotrias.  
Darstellung überhöht und ohne Maßstab.

- Formation	- Abfolge	Anis	(z.B. Pfannock-Sch)		Werfen-Formation (Skyth)			Alpine Buntsandstein-Formation (Skyth)	Sandstein-/Fein Quarzit-		Alpine Buntsandstein-Formation (Skyth)	Quarzgeröll-/Grobquarzit-
		<p>rein marine Karbonat sedimentation</p>  <p>kurzzeitige Regression (Evaporite)</p>		<p>rein marine Karbonat sedimentation</p>  <p>kurzzeitige Regression (Evaporite)</p>	<p>flachmarine, karbonatische Sedimentation</p> <p>nach Transgression (Beckenabsenkung?)</p> 		<p>flachmarine, karbonatische Sedimentation</p> <p>nach Transgression (Beckenabsenkung?)</p> 	<p>nach kurzer regressiver Phase fluviatile bis ?marine Sedimentation</p>  <p>Perm</p>		<p>nach kurzer regressiver Phase fluviatile bis ?marine Sedimentation</p>  <p>Perm</p>	<p>flächenhaft ausgedehnte Flüsse bringen Material aus andersgeartetem Liefergebiet</p>  <p>Perm</p>	<p>flächenhaft ausgedehnte Flüsse bringen Material aus andersgeartetem Liefergebiet</p>  <p>Perm</p>
		<p>anhaltender ferrigener Eintrag</p> 		<p>anhaltender ferrigener Eintrag</p> 	<p>tektonisch induzierte Schuttflächersedimentation</p> 		<p>tektonisch induzierte Schuttflächersedimentation</p> 	<p>tektonisch induzierte Schuttflächersedimentation</p> 		<p>tektonisch induzierte Schuttflächersedimentation</p> 	<p>die Sedimentation greift randlich auf die Hochzone über</p> 	<p>die Sedimentation greift randlich auf die Hochzone über</p> 

<p>nach tektonischem Ereignis abweichende, porphyrygerölibetonte Schüttung</p>		<p>nach Bruchtektonik am Ende der Tuffit-Abfolge Sedimentationsunterbrechung</p>
<p>Gröden-Formation (Oberform)</p> <p>Obere Porphyrygeröll-</p>	<p>Bruchtektonik am Ende der Tuffit-Abfolge initiiert die Sedimentation auf weitreichenden Schüttflächen mit Porphyrygeröll-Dominanz</p>	<p>Einbringung von lokalem Schutt und Porphyrydetritus endet mit Tuffitlage</p>
<p>Unterere Porphyrygeröll-</p>	<p>Abschluß einer längeren, ruhigen Sed.-Phase mit Tuffiten; zum Hangenden zunehmende Bodenruhe</p>	<p>Obere Sedimentittigeröll-</p>
<p>Werchzirm-Formation (Unterrotliegend)</p>	<p>tektonische Verstellung mit 'Basisstuf' erschließt neues Liefergebiet (Porphyrygerölle)</p>	<p>bruchtektonisch gegliedertes Becken wird mit lokalem Schutt (Metamorphidetritus) gefüllt</p>
<p>Untere Sedimentittigeröll-</p>	<p>Werchzirm-Sch. Karbon der Gurktaler Decke</p>	<p>?</p>

ren lokalen Senken überwiegend feinklastische Sedimentation mit Pflanzenresten statt. Die Alterszuordnung der aus diesem Sedimentationsabschnitt stammenden Fossilreste ist noch immer offen (vgl. FRITZ & BOERSMA, 1987). Die betonte Qz-Führung der wenigen Konglomeratlagen (KRAINER, 1987c) und ein deutlich metamorphes Schwermineral-Spektrum belegen die Anlieferung aus einem Liefergebiet mit Metamorphiten. Das unmittelbare Grundgebirge, die Magdalensbergserie, kommt als Liefergebiet nicht in Betracht, weil es keinen Staurolith und keinen Granat führt. Dafür wären im oberostalpinen Sedimentationsraum lokale Hochzonen kristallinen Basements zu postulieren. Wahrscheinlicher ist die Einbringung aus einem weiter entfernt gelegenen Liefergebiet. Als Ablagerungsraum ist eine weite und durch ein flaches Relief gegliederte Schwemmebene vorstellbar.

Eine Umstellung erfolgt zur Unteren Sedimentitgeröll-Abfolge, in deren roten, polymikten Konglomeraten reichlich Schutt des lokalen Untergrunds vorkommt. Es ist dafür eine Heraushebung des Untergrunds zu abtragungsfähigen Hochflächen anzunehmen, vor denen sich Schuttfächer aufbauen können. Der Beginn dieser durch tektonische Verstellung initiierten Sedimentation konnte in den St. Pauler Bergen an Lokalitäten außerhalb der untersuchten Profilstrecken mit der direkten Auflagerung grober, roter Konglomerate auf der Magdalensberg-Serie festgestellt werden. Da von CHAIR (1975) ein transgressiver Verband von Permoskyth-Sandsteinen direkt auf der Magdalensberg-Serie ermittelt worden ist, ergibt sich ein ausgeprägtes Relief zur Zeit des Unterrotliegenden. Durch dieses Relief ist sowohl die Schuttbereitstellung von einzelnen Hochschollen des Grundgebirges als auch der Absatz unterschiedlicher Sedimente in kleinräumigen Senken möglich. Dieses Relief erklärt auch den Ausfall der Unteren Sedimentitgeröll-Abfolge im Krappfeld und das Auftreten von sicherlich lokal begrenzten Schuttfächern an weit entfernten Lokalitäten wie St. Pauler Bergen und Christophberg.

Nach der Ablagerung der Unteren Sedimentitgeröll-Abfolge und einer möglichen Sedimentationsunterbrechung bildet eine bruchtektonische Verstellung die Reliefverstärkung, die nachfolgend zur Sedimentation der Oberen Sedimentitgeröll-Abfolge führt. Diese zeitliche Einstufung deckt sich mit der Festlegung eines tektonischen Ereignisses am Beginn einer oben/Grob-Folge eines Schuttfächers nach STEEL et al. (1977). An die Bruchtektonik ist vermutlich ein Vulkanismus gekoppelt, dessen Aschen zu Beginn dieser Abfolge eingeweht werden und als Basistuff vorliegen. Eine bruchtektonische Initiierung eines neuen Schuttfächers ist ferner anzunehmen, weil zusätzlich zu dem Eintrag von Schutt des altpläozoischen Grundgebirges permischer Porphyrdetritus hinzutritt. Diese schlagartige Bereitstellung neuer Liefergebiete, die auch im Schwermineral-Spektrum abgebildet wird, macht eine bruchtektonische Bewegung wahrscheinlich. Das Material wird durch progradierende Schuttfächer in Senken des weiterhin bruchtektonisch gegliederten oberostalpinen Beckens eingebracht. Dabei zeigen häufige Intraklasten an, daß auch ältere Schuttfächer oder liegende Schwemmebenen-Ablagerungen aufgearbeitet werden. In den St. Pauler Bergen führen die Schuttfächer-Sedimente verschiedener Teilprofile unterschiedliche Gewichtungen innerhalb der sonst

gleichen Schwermineral-Spektren und deuten damit unterschiedliche Einzugsgebiete an.

Im oberostalpinen Becken endet die Obere Sedimentitgeröll-Abfolge beispielhaft für eine oben/grob-Folge abrupt. Ein Reliefausgleich ist damit vermutlich weitgehend abgeschlossen.

Nördlich der kristallinen Hochzone, im zentralalpinen Becken, setzt im Semmering-Wechselgebiet die Sedimentation mit der Aufarbeitung des Untergrundes ein. In der Klastenvergesellschaftung und im Schwermineral-Spektrum zeigt sich die zusätzliche Bereitstellung von vulkanischem Schutt im Liefergebiet. Der Sedimenttransport erfolgt über Schuttfächer, neben denen lateral verzahnt, oder durch Relief voneinander getrennt, feinklastische Schwemmebenen existieren. Im Thörl/Aflenz-Profil sind die feinklastischen Schichten im Liegenden der Tuffitlagen eventuell diesem Niveau zuzurechnen. In anderen Bereichen des Troiseck-Zuges sollen nach TOLLMANN (1977) grobklastische Sedimente vorhanden sein, die ein Paläorelief belegen können, sofern sie zeitgleich sind.

Sowohl im Thörl/Aflenz- als auch im Semmering-Profil ist eine genaue Grenzziehung zur hangenden Tuffit-Abfolge jedoch nicht möglich.

Die feinklastischen Schwemmebenen-Sedimente der Tuffit-Abfolge im oberostalpinen Becken belegen eine Zeit relativer tektonischer Ruhe, die vermutlich auch länger andauerte. Die äolisch eingebrachten Tuffe kündigen im mittleren bis oberen Abschnitt der Tuffit-Abfolge eine Krustenbewegung an, die als initiale Tektonik für nachfolgende Schuttfächer mit oben/grob-Trend angesehen werden kann (STEEL et al., 1977).

Nach dieser Tuffit-Ablagerung und einer möglichen Sedimentationspause baut sich in dem St. Pauler Berge-Profil ein Schuttfächer vor dem gehobenen Liefergebiet auf, der durch die oben/grob-Sequenz der Unteren Porphyrgeröll-Abfolge abgebildet wird. Dabei kommt es zur Aufarbeitung liegender Schichten, die demzufolge auch in Teilschollen gehoben sein können. Das Klasten- und das Schwermineral-Spektrum zeigen ein neues Liefergebiet mit reichlich Porphyrddecken an. Diese Schuttfächer-Progradation ist in den St. Pauler Bergen allerdings nur im distalen Schuttfächerbereich abgeschlossen. Im Krappfeld-Profil und am Christophberg zeigt sich in der Unteren Porphyrgeröll-Abfolge nach einem geringmächtigen feinklastischen Bereich eine grobklastische Schuttfächersedimentation mit oben/fein-Trend.

Nach STEEL et al. (1977) entspricht ein oben/fein-Korngrößentrend einem Schuttfächer, der durch rückschreitende Erosion in Richtung des Liefergebiets zurück verlagert wird. Nach den wenigen Schüttungsrichtung-Hinweisen wurde das Material im Krappfeld aus nördlicher und am Christophberg aus westlicher bis nordwestlicher Richtung angeliefert. Bei Annahme eines zurückverlagernden Schuttfächers muß ein schon länger existierendes Porphyrliefergebiet im Norden vermutet werden, das erst zu diesem Zeitpunkt in den Einzugsbereich des Schuttfächers gerät.

Nach Vergleichen mit Darstellungen von HEWARD (1978) kann die oben/fein-Korngrößen-Entwicklung in den Schuttfächersedimenten dieser Profile aber auch ein recht schnelles Vorrücken eines Schuttfächers abbilden, dessen Vorschüttintensität danach kontinuierlich abnimmt.

Da in der hangenden Abfolge zudem noch weitere grobklastische Einschüttungen im Bereich des Krappfeld-Profiles erfolgen, die aufgrund ihrer mehrfachen Wiederholung eher als Schuttfächervorstöße und nicht als -rückzüge zu deuten sind, ist die Interpretationsmöglichkeit nach HEWARD (1978) zu bevorzugen. Damit kann auch angenommen werden, daß nicht nur rückschreitende Erosion, sondern auch tektonische Reliefverteilung zur Erschließung des bisher inaktiven Liefergebiets mit Porphyren führte.

In der Oberen Porphyrgeröll-Abfolge der St. Pauler Berge weisen oben/grob-Sequenzen auf das Vorrücken eines Schuttfächers und damit wieder auf eine tektonische Einleitung der Sedimentation hin. Mit der Verstellung und Reliefverteilung geht vermutlich vulkanische Aktivität einher, wie es durch nur geringfügig umgelagertes Tuffit-Material in der basalen feinklastischen Bank angedeutet wird. Mit dem progradierenden Fächer gelangt ein Klastenspektrum neuartiger Zusammensetzung in den Ablagerungsraum. Innerhalb dieser Schuttanlieferung sind zwei oben/grob-Sequenzen gleicher petrographischer Zusammensetzung abzugrenzen. Es ist nicht zu entscheiden, ob diese Sequenzen allozyklischen oder autozyklischen Folgen entsprechen. Die Obere Porphyrgeröll-Abfolge mit einer Gesamtmächtigkeit von mehr als 80 m entspricht in den St. Pauler Bergen jedoch im Ganzen einer allozyklisch gesteuerten Schüttung, die in relativer Liefergebietsnähe aufgeschlossen ist. In diese proximale Position reichen auch noch die aus nördlicher Richtung eingebrachten Schuttströme hinein.

Im Krappfeld-Profil und am Christophberg sind 2 bzw. 3 oben/fein-Sequenzen in der Oberen Porphyrgeröll-Abfolge aufgeschlossen. Die Sequenzen sollen aufgrund fehlender typisch-fluviatiler Merkmale auch dem Schuttfächerbereich zugeordnet werden. In einer distalen Position auf dem Schuttfächer (-system) erfolgen wiederholt anfangs intensive, aber schnell erlahmende Schüttungen, für die eine Festlegung allo- oder autozyklischer Steuerung nicht möglich ist. Die gesamte obere Porphyrgeröll-Abfolge stellt auch im Krappfeld-Profil die übergeordnete, allozyklisch gesteuerte Sequenz dar. Durch die tektonische Reliefveränderung, die an die Basis gestellt wird, steht über die gesamte Sequenz ein anderes Klastentypen-Spektrum als im Liegenden zur Verfügung. Die oben/fein-Schüttungsabläufe und die etwas geringere Korngröße als im St. Pauler Berge-Profil machen eine vergleichsweise distalere Position auf einem Schuttfächer (-system) wahrscheinlich. Ob die beiden Profile auch zu demselben Schuttfächer (-system) gehören, kann nicht festgestellt werden. Der Sedimenteintrag erfolgt in diesem Niveau im Christophberg-Profil aus südwestlicher bis nordwestlicher Richtung. Für das Krappfeld-Profil konnten keine Schüttungsrichtungen ermittelt werden.

Die Alpine Buntsandstein-Formation des Oberostalpins und die des Zentralalpins weisen den gleichen markanten Einsatz vom Perm abweichender Sedimentations- und Diagenesebedingungen auf. Die permischen Sedimente sind durch ein primäres Tonmineralbindemittel verbacken, das durch dispersen Hämatit intensiv rotbraun gefärbt ist. Der disperse Hämatit wurde durch mehrfache Umlagerung des Schuttfächermaterials aus zerfallenden, eisenreichen Mineralen herausgelöst. Die Feldspäte weisen in den permischen Schichten starke Korrosionserscheinungen auf.

Dagegen zeigen die Schichten der Alpinen Buntsandstein-Formation ein Weiterwachsen der Feldspäte und eine intensive Quarz-Zementation, die ein primäres, helles Tonmineralbindemittel verdrängt. Die Unterschiede in der Zementation weisen, wie KRAINER (1987a) auch am Beispiel des Apatits ausführt, vermutlich auf unterschiedliche Verwitterungs- und Sedimentationsbedingungen hin, die auf klimatische Unterschiede zwischen Perm und Skyth zurückzuführen sind.

Aufgrund dieses zu vermutenden Klima-Umschwungs sollen die Alpinen Buntsandstein-Formationen des oberostalpinen und die des zentralalpinen Beckens zeitlich korreliert werden.

Damit gibt es für die stratigraphische Reichweite der zentralalpinen Werchzirm-Formation zwei Interpretationsmöglichkeiten. Es kann zum einen nach dem Ende der Werchzirm-Formation am ausgehenden Unterrotliegenden bis zum Skyth eine Schichtlücke durch Ausfall der Gröden-Formation vorliegen. Oder es kann die zentralalpine Werchzirm-Formation als Vertretung der Gröden-Formation noch weiter ins mittlere und höhere Perm hinaufreichen. Für keine dieser beiden Versionen konnten eindeutige Belege gefunden werden.

In den oberostalpinen Profilen St. Pauler Berge, Krappfeld und Christophberg wird in der Quarzgeröll-Abfolge in einen flächenhaft großen Ablagerungsraum von Flüssen mit hoher Transportkraft gut gerundeter Detritus metamorpher Liefergebiete eingebracht. Die Erschließung eines neuen Liefergebietes wird durch das Klastenspektrum deutlich angezeigt, wobei die Aufarbeitung eines älteren, groben Konglomerates mit gneisähnlichen Geröllen und Lyditen auf das mögliche Vorhandensein von Karbon-Konglomeraten im Einzugsgebiet hinweist. In den drei Profilen werden die Ablagerungen lateral ausgedehnter Flußsysteme (braided river) vorgefunden, wogegen Randfaziestypen wie z. B. Schuttfächer oder feinklastische Schwemmebenen nicht angetroffen werden. Es ist deshalb für das oberostalpine Becken (soweit durch diese drei Profile dargestellt) insgesamt ein Vorrücken der fluviatilen Sedimentation möglicherweise durch Schollenverstellung anzunehmen, bei der gleichzeitig ein neues Liefergebiet erschlossen wird. Mögliche Übergangssedimente von permischer zu skythischer Ablagerung oder Anzeiger von Sedimentationspausen, wie Bodenbildungen, sind nicht festzustellen. Vermutlich wurden sie vor dem Absatz der Quarzgeröll-Abfolge erodiert. Eine Einschüttung in dieses oberostalpine Becken erfolgte aus nord-nordwestlicher bis westsüdwestlicher Richtung.

Auch im zentralalpinen Becken setzt die fluviatile Fazies nach möglichen Schichtlücken mehr oder weniger markant ein. Die Grobquarzit-Abfolge ist im Thörl/Aflenz-Profil insgesamt mächtiger und feiner klastisch ausgebildet als die vergleichbare Abfolge im Semmering-Profil. Sie nimmt innerhalb ihres Schüttungssystems, das nicht mit dem des Semmering-Profiles ident sein muß, eine distalere Position ein als die Grobquarzit-Abfolge des Semmering-Profiles. Es kann zumindest nach diesen beiden Profilen hier ebenfalls ein beckenweites Vordringen der fluviatilen Sedimentation angenommen werden.

Zwischen diesen beiden Becken befindet sich als trennendes Element eine kristalline Hochzone, an deren Flanken eventuell schon in diesem Niveau die Sedimentation einsetzt. Vor der Ablagerung der basalen

Porphyrdetritus-Abfolge des Pfannock-Profiles wird durch erosive Tätigkeit der sich vom oberostalpinen Becken nähernden fluviatilen Fazies in diesem marginalen Bereich vorhandenes Lockermaterial fortgespült. Unter den klimatischen Bedingungen des vorhergehenden Perm konnte es durch starke Verwitterung eher zur Bedeckung des Pfannock-Kristallins mit einer Schuttdecke als zur Ausbildung von Bodenhorizonten kommen. Diese Schuttdecke konnte aufgrund der wahrscheinlich fehlenden bis geringen Vegetationsdecke leicht bis auf das unverändert Anstehende abgeräumt werden. Die Porphyrdetritus-Abfolge wird aus westlicher Richtung zum Pfannock-Profil geschüttet. Die Umstellung in der Porphyrdetritus-Abfolge auf eine Schüttung aus einem relativ nahegelegenen, metamorphen Liefergebiet ist an eine Reliefversteilung gebunden. Diese wahrscheinlich tektonische Reliefverstärkung könnte in Zusammenhang mit der intraskythischen Regressionsphase in beiden großen Sedimentationsbecken gesehen werden. Nach der tektonischen Initiierung wird der Detritus eines Areals mit Phylliten, Glimmerschiefern und Gneisen aus westlicher Richtung eingebracht.

Das Klastenspektrum der Schichten im Pfannock-Profil wie KRAINER (1984) auf das Altkristallin von Radenthein zu beziehen, führt über die erkennbaren Liefergebietshinweise hinaus. Zwar dominieren Staurolith und Disthen im Schwermineral-Spektrum, aber die Granatführung des Kristallins von Radenthein ist selbst bei Annahme eines für Granaterhaltung ungünstigen Sedimentationsmilieus unterrepräsentiert.

Ganz im Gegensatz dazu stehen die basalen Schichten des Ochsenstand-Profiles. Nach der Art der gneisigen Lithoklasten handelt es sich bei dem Liefergebiet dieser Schichten um ein Kristallinareal, das schon präalpin bis zum kataklastischen Zerschneiden der Feldspäte deformiert und bis zur Ausheilung der Risse mit Albit und Quarz getempert worden ist. Den wenigen Schüttungshinweisen zufolge dürfte das Liefergebiet für das Ochsenstand-Profil nicht wie von KRAINER (1984) vermutet, nördlich bei Innerkrems, sondern eher südlich bis südöstlich zum Profil gelegen haben. Der von KRAINER (1984) postulierte Untergrundsbezug zu staurolithführenden Hellglimmerschiefern der Priedröf-Serie ist wegen der äußerst geringen Staurolith- und Disthen-Führung nicht nachvollziehbar.

Die unterschiedliche Schwermineralführung und der abweichende Klastenbestand weisen dem Pfannock- und dem Ochsenstand-Profil paläogeographische Positionen zu, die durch das südlich des Ochsenstands gelegene Kristallengebiet voneinander getrennt sind. Es festigt sich somit das Bild von einer trennenden Kristallin-Hochzone zwischen oberostalpinem und zentralalpinem Sedimentationsraum.

In den beiden Becken erfolgt innerhalb der Alpinen Buntsandstein-Formation im Zuge des „Campil-Ereignisses“ (KRAINER, 1985) eine Regression. Im Gegensatz zum Drauzug kann für die hier untersuchten Profile nicht ausgesagt werden, ob sich gegen Ende der Quarzgeröll- bzw. Grobquarzit-Abfolge schon marine Verhältnisse einstellen. Jedoch ist das erneute grobklastisch-fluviatile Vordringen durch die Sandstein- bzw. Feinquarzit-Abfolge in allen Profilen an basalen Wiederaufarbeitungshinweisen zu erkennen. Da die Erschließung eines neuen Liefergebietes dabei nicht festzustellen ist, dürfte diese Regression eher Meeresspiegelschwankungen als regionale Tektonik abbilden.

In dieser Abfolge der höheren Alpinen Buntsandstein-Formation stellen sich in beiden Becken vermutlich schon marine Verhältnisse ein. Während im oberostalpinen Becken die Einschüttung aus südlicher bis südöstlicher Richtung erfolgte, weisen die zentralalpinen Profile auf einen Eintrag aus nordöstlicher bis östlicher Richtung hin.

Das „Badia-Transgressions-Ereignis“ (vgl. BRANDNER, 1984) ist in allen untersuchten Profilen aus dem Beckeninneren mit den grobklastischen Basisschichten der Werfen-Formation, den Transgressionskonglomeraten im weiteren Sinne, gut dokumentiert. Während in den beiden Becken unter den flachmarinen Bedingungen der Werfen-Formation sedimentiert wird, findet am Pfannock die Ablagerung des groben Metamorphit-Schutts auf terrestrischen Schuttfächern oder in proximalen Flußsystemen statt. Die Siliziklastika des Ochsenstand-Profiles werden ihrer unsicheren zeitlichen Einstufung zufolge ebenfalls zu diesem Zeitpunkt in einem proximal-fluviatilen Bereich abgesetzt. Die makroskopischen Unterschiede sind mit der unterschiedlich metamorphen, alpinen Beanspruchung zu erklären. Nach v. GOSEN et al. (1987) haben Karbonatschichten aus dem Stangalm-Mesozoikum s. str., zu dem auch das Ochsenstand-Profil gehört, eine epimetamorphe Beanspruchung erfahren. Das Pfannock-Profil weist nach diesen Autoren aber nur anchimetamorphe Prägung auf.

Eine Regression an der Wende Skyth/Anis leitet nach BRANDNER (1984) die Karbonatsedimentation der Mitteltrias ein. In diesen Umschwung sind die Evaporite des basalen Anis zu stellen, die in den hier untersuchten beckeninneren Profilen als Rauhwacken-Niveaus zu erkennen sind. Lediglich in den Profilen von Pfannock und Ochsenstand sind derartige Schichten nicht vorzufinden.

Das Fortbestehen der kristallinen Hochzone noch in das Anis hinein wird durch den hohen terrigenen Einfluß in den Pfannock-Schichten und in der vergleichbaren-Karbonat-Abfolge im Ochsenstand angezeigt. Dagegen weisen die Profile mit zentraler Beckenposition karbonatische Sedimentation weitgehend ohne terrigenen Einfluß auf. Dem Pfannock-Profil kommt also nach seiner Entwicklung für das oberostalpine Becken eine nördliche Randposition, dem Ochsenstand-Profil für das zentralalpine Becken eine südliche Randposition zu. Sie sind nach ihren Klastenvergesellschaftungen und Schwermineral-Assoziationen zu trennen.

#### 4. Schlußfolgerungen

Im permischen terrestrischen Sedimentationsablauf hat sich die Ermittlung allozyklischer Schüttungsserien als sinnvolle Gliederungs- und Korrelationsmöglichkeit erwiesen. Demnach sind im Unterrotliegenden Ablagerungsräume mit enger Faziesverzahnung in relativ kleinräumig gegliedertem Paläorelief anzunehmen. Die eintönigeren Ablagerungen der Gröden-Formation sprechen für ausgedehntere Becken, in denen die morphologische Gliederung weniger ausgeprägt ist. Die Angabe von NILSEN (1982) über die Reichweite terrestrischer Schuttfächer von bis zu 150 km kann eine Vorstellung von den möglichen Ausdehnungen geben. Bei der Analyse der skythischen Sedimentationsabläufe sind zusätzlich die von BRANDNER (1984) angegebenen,

triadischen Meeresspiegelschwankungen neben der möglichen tektonischen Steuerung der Sedimentation zu berücksichtigen.

Die oberostalpine und die zentralalpine Perm/Skyth-Schichtenfolge sind unterschiedlich ausgebildet, es ist von zwei getrennten Sedimentationsräumen auszugehen. In diesem Sinne kann von einer deckenspezifischen Ausbildung im Sinne von TOLLMANN (1959 und folgende) gesprochen werden. Die zentralalpine Beckenfüllung unterscheidet sich durch das Fehlen der Gröden-Formation, das Fehlen von Lyditgeröllen in der Alpinen Buntsandstein-Formation und durch ein abweichendes Schwermineralspektrum von der oberostalpinen Beckenfüllung. Innerhalb des zentralalpiner Beckens können die mittelostalpine und die unterostalpine Perm/Skyth-Abfolge nicht unterschieden werden.

Während des Perm steuern im oberostalpinen Becken bruchtektonische Reliefveränderungen die Sedimentation unter terrestrischen Bedingungen. Im zentralalpiner Becken liegen vergleichbare Sedimentationsbedingungen nur im oberen Unterrotliegend vor. Wie von BECHSTÄDT et al. (1978) dargestellt, führt diese Bruchtektonik jedoch nicht zu einem echten „rifting“, sondern die permotriadischen Schichtenfolgen werden als Ablagerungen eines labilen Schelfs angesehen. Dieser Schelf befand sich im Bereich einer gedünnten Kruste, die jedoch nicht zur Ozeanbildung gelangte („aborted rifting“). Die hier untersuchte Perm/Skyth-Folge stellt eher eine taphrogenetische Beckenfüllung

als eine postvariskische Molasse dar (vgl. WOPFNER, 1984).

Die untersuchten Profile an den Flanken der kristallinen Hochzone sind nicht im Sinne von FRANK (1983) in primär enger Nachbarschaft abgelagert worden. Es ist eine primär größere Distanz anzunehmen. In die heutige Position sind sie durch tektonischen Transport verfrachtet worden. Die genauere paläogeographische Position dieser und der übrigen Profile kann jedoch nicht angegeben werden, da der Bewegungssinn der synsedimentären Bruchtektonik nicht bekannt ist. Neben den vermuteten Vertikalbewegungen können auch Lateralverschiebungen mit möglicherweise erheblichen Beträgen abgelaufen sein. Es liegen durch die postalpidische Erosion zwischen allen Profilen ausgedehnte Bereiche vor, über deren Sedimentationsverlauf im Perm/Skyth nichts bekannt ist. Aufgrund dieser nicht näher zu konkretisierenden paläogeographischen Situation soll hier keine Einbindung in die tektonischen Modelle von TOLLMANN (1987), FRANK (1987) und BECHSTÄDT (1978) erfolgen.

Die deutlich unterschiedliche Perm/Skyth-Ausbildung in Mittelkärnten und im Südalpin läßt eine sedimentologisch-sedimentpetrographische Untersuchung der südlichsten Kärntner Profile (Rosegg, Viktring) vor dem Karawanken-Nordrand hoffnungsvoll erscheinen. Zur weiteren Kenntnis der Sedimentationsabläufe sollte versucht werden, die permischen Vulkanitlagen mittels radiometrischer Altersdatierung zu korrelieren.

## Tafel 1

- Fig. 1: Ein Lithoklast des Metamorphit  $M_1$ -Typs befindet sich in der Bildmitte. Die Glimmer liegen geregelt nach der Schieferung zwischen geplätteten Quarz-Alt Körnern. Der Lithoklast stammt nach der Glimmergröße vermutlich aus einem Liefergebiet mit Glimmerschiefern.  
Untere Porphygeröll-Abfolge des Krappfeldes; Nicols  $\times$ .
- Fig. 2: Der große, gut gerundete Lithoklast in der Bildmitte stellt einen typischen Metamorphit  $M_2$  dar, der aus einem Liefergebiet mit Gneisen stammt. In diesem Klastentyp haben sich die Korngrenzen großer, blockartiger Quarzkristalle von den Glimmern gelöst. Die unregelmäßigen Glimmer sind in den Quarzkristallen meist eingeschlossen.  
Quarzgeröll-Abfolge der St. Pauler Berge; Nicols  $\times$ .
- Fig. 3: Der große Lithoklast im Bildzentrum ist ein Porphygeröll, das in einer hämatitstaubigen, felderigen Quarz-Albit-Grundmasse einen Porphy Quarz-Einsprengling führt.  
Obere Porphygeröll-Abfolge des Krappfeldes; Nicols  $\times$ .
- Fig. 4: Trotz der Quarzdeformation der umgebenden Klasten ist ein Porphygeröll in der Grobquarzit-Abfolge des grünschieferfaziell beanspruchten Thörl/Aflenz-Profiles noch gut zu erkennen.  
Nicols  $\times$ .





1

0,25mm



2

0,5 mm



3

0,25mm

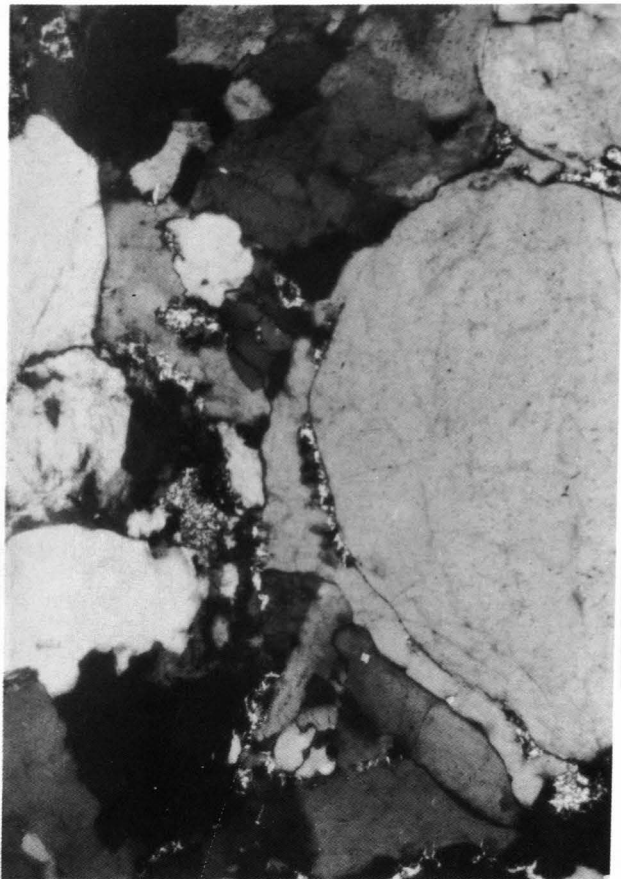


4

0,08mm

## Tafel 2

- Fig. 1: Der „dust rim“ markiert die Korngrenze, auf der sich primäres Tonbindemittel befindet. Spätere Quarzzementation überwächst das Bindemittel bereichsweise.  
Quarzgeröll-Abfolge der St. Pauler Berge; Nicols x.
- Fig. 2: Trotz Undulation und bereichsweiser Rekristallisation von Quarz sind in den Tuffitlagen des Semmering-Profiles die Porphy Quarze noch gut an angedeuteter Idiomorphie und an Lösungsvakuolen zu erkennen.  
Nicols x.
- Fig. 3: Ein Dünnschliff aus der Oberen Sedimentitgeröll-Abfolge zeigt typisch unreife Schichten mit einem deutlichen Anteil von Porphy Quarzen.  
Werchzirm-Formation der St. Pauler Berge; Nicols x.
- Fig. 4: Die Schichten der Werchzirm-Formation im Krappfeld weisen deutliche Durchschieferung mit der Kristallisation von Quarz und Serizit im Druckschatten intakt gebliebener Quarzklasten auf.  
Obere Sedimentitgeröll-Abfolge des Krappfeldes; Nicols x.



1

0,08 mm



2

0,25 mm



3

0,25 mm

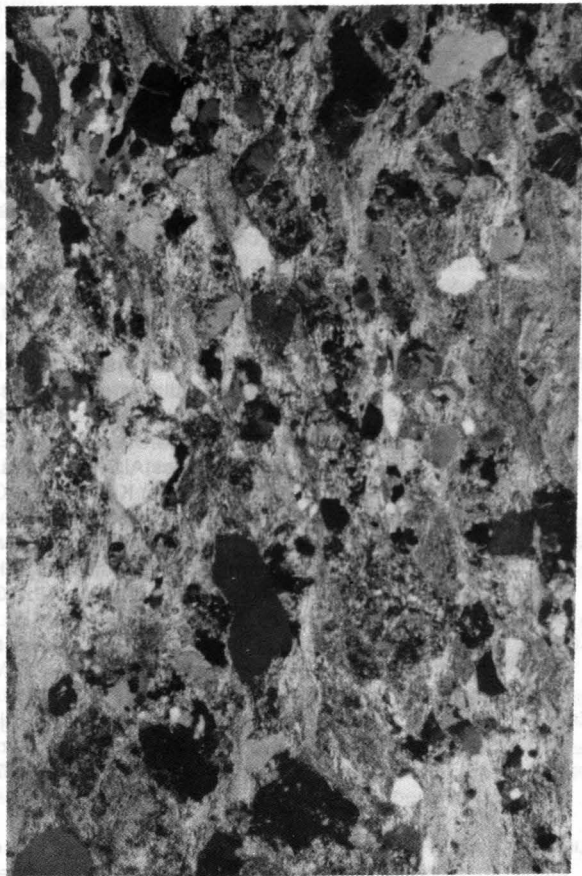


4

0,25 mm

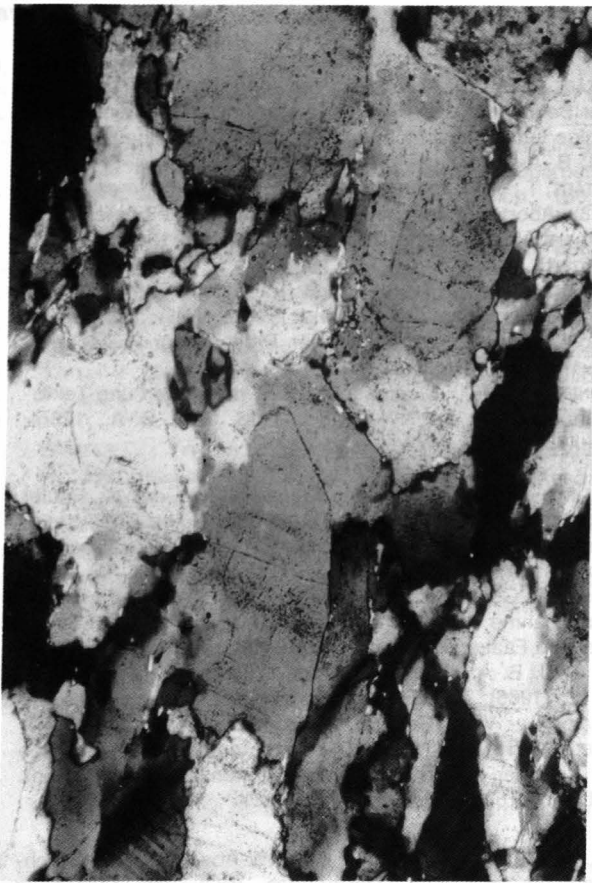
## Tafel 3

- Fig. 1: Eine Gesteinsübersicht aus einem Dünnschliff der Werchzirm-Formation vom Semmering-Profil zeigt ?Sedimentite, scherbige, nicht undulöse Quarze, Feldspäte und M<sub>1</sub>-Metamorphite. Die Blastese geregelter Serizite weist auf die starke Durchschieferung hin.  
Nicols x.
- Fig. 2: Im Dünnschliff der Feinquarzit-Abfolge des Thörl/Aflenz-Profiles ist trotz der Quarzzementation und nachfolgender Suturierung bereichsweise noch der Kornumriß am „dust rim“ zu erkennen. Vermutlich diagenetisch erfolgte die Quarzzementation, bei der das primäre Tonmineralbindemittel in verbleibende Zwickel zusammengeschoben wurde. In der metamorphen Überprägung fand dort das Serizitwachstum statt. Durch Deformation kam es zur Suturierung an Quarzkristallgrenzen, wobei teilweise die „dust rims“ zerstört wurden.
- Fig. 3: Der Dünnschliff aus der Oberen Porphyngeröll-Abfolge der St. Pauler Berge zeigt das für die Gröden-Formation typische Vorherrschen von Porphyngeröllen und von Porphyrquarzen. Die besseren Rundungsgrade der Porphyrquarze sind auf Korrosion in der Schmelze zurückzuführen. Allgemein ist die Zurundung der Klaster eher schlecht.  
Nicols x.
- Fig. 4: Die Dominanz von gut gerundetem Metamorphitdetritus kennzeichnet die Alpine Buntsandstein-Formation. Quarzgeröll-Abfolge der St. Pauler Berge; Nicols x.



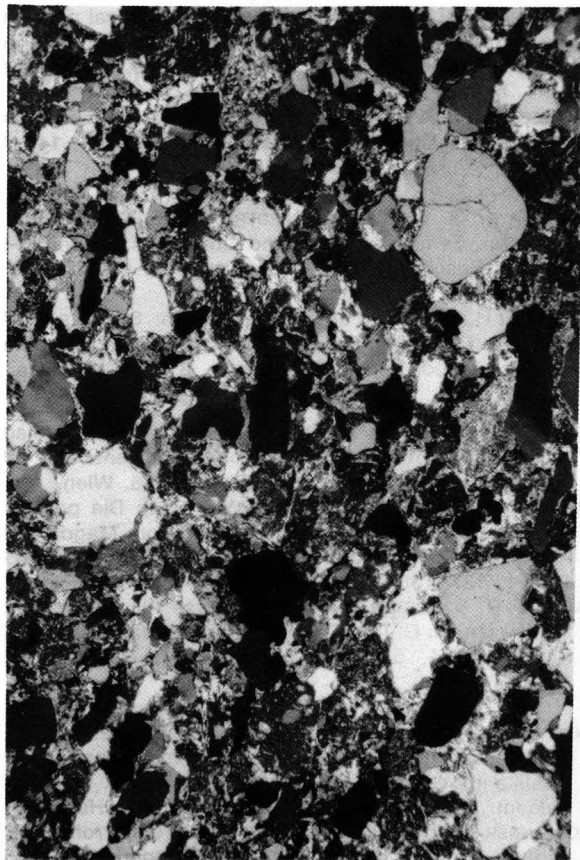
1

0,5mm



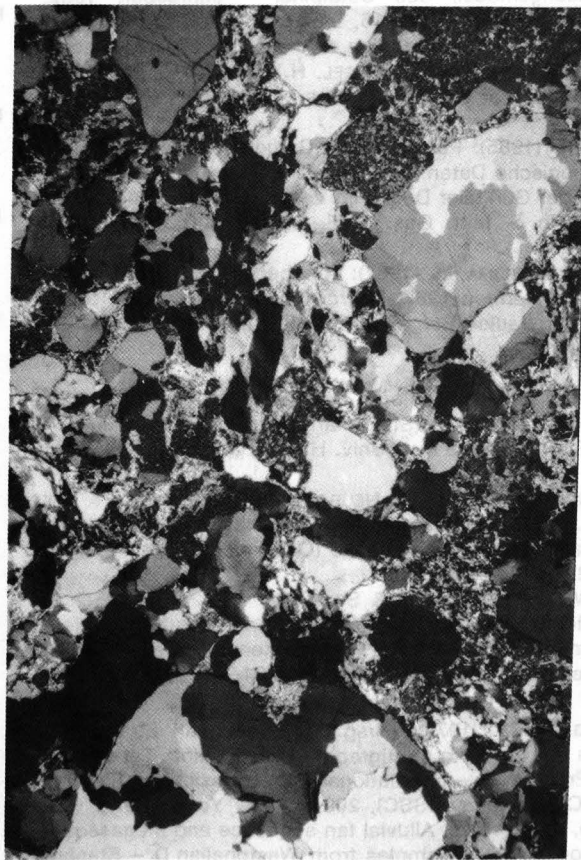
2

0,04mm



3

0,5mm



4

0,5mm

## Literatur

- BECHSTÄDT, T. (1978): Faziesanalyse permischer und triadischer Sedimente des Drauzuges als Hinweis auf eine großräumige Lateralverschiebung innerhalb des Ostalpins. – *Jb. Geol. B.-A.*, **121/1**, 1–121, Wien.
- BECHSTÄDT, T., BRANDNER, R., MOSTLER, H. & SCHMIDT, K. (1978): Aborted Rifting in the Triassic of the Eastern and Southern Alps. – *N. Jb. Geol. Paläont. Abh.*, **156**, 157–178, Stuttgart.
- BECK-MANNAGETTA, P. (1953) mit Beiträgen von ZAPFE, H.: Zur Kenntnis der Trias der Griffener Berge. – In: KÜPPER, H. (Hrsg.): *Skizzen zum Antlitz der Erde (Kober-Festschrift)*, 131–147, Wien (Hollinek).
- BRANDNER, R. (1984): Meeresspiegelschwankungen und Tektonik in der Trias der NW-Tethys. – *Jb. Geol. B.-A.*, **126/4**, 435–476, Wien.
- CHAIR, M. (1975): Geologische Neuaufnahme der St. Pauler Berge zwischen Langenberg-Tunnel und Ruine Rabenstein, Kärnten (Österreich). – Unpubl. Diplomarb. Fachbereich Geowiss. Univ. Hamburg, 98 S., Hamburg.
- CLAASEN, T., GOSEN, W. v., SYLVESTER, H. & THIEDIG, F. (1987): Neuaufnahme des Permomesozoikums und Grundgebirges zwischen Faaker See und Turiawald (Kärnten/Österreich). – *Jb. Geol. B.-A.*, **130/4**, 391–413, Wien.
- CLAR, E. (1965): Zum Bewegungsbild des Gebirgsbaues der Ostalpen. – *Verh. Geol. B.-A., Sdh. G.*, 11–35, Wien.
- COLINS & NACHTMANN (1974): Die permotriadische Schichtfolge der Villacher Alpe (Dobratsch), Kärnten. – *Geol. Paläont. Mitt. Innsbruck*, **4/2**, 1–43, Innsbruck.
- FAUPL, P. (1970): Zur Geologie des NW-Abschnitts des Wechselgebiets zwischen Trattenbach (NÖ) und Fröschnitz (Stmk.) – Österreich. – *Mitt. Ges. Geol. Bergbaustud.*, **19**, 27–69, Wien.
- FRANK, W. (1983): Teilprojekt 15/02: Argumente für ein neues Entwicklungsmodell des Ostalpins. – *Jahresber. 1982*, Hochschulschwerpunkt S 15, 249–262, Graz.
- FRANK, W. (1987): The evolution of the Austroalpine elements in the Cretaceous. – In: FLÜGEL, H. W. & FAUPL, P. (Hrsg.): *Geodynamics of the Eastern Alps*. – 379–406, Wien (Deuticke).
- FRIMMEL, H. (1985): Petrographie, Gefügemerkmale und geochronologische Daten von Kristallingeröllen aus dem Oberkarbon der Gurktaler Decke im Vergleich zum benachbarten Altkristallin. – *Mitt. Ges. Geol. Bergbaustud.*, **32**, 39–65, Wien 1985.
- FRITZ, A. & BOERSMA, M. (1987): Fundbericht über Pflanzenfossilien aus Kärnten 1987, Beitrag 15: Wunderstätten (Unterperm), St. Pauler Berge. – *Carinthia II*, **177/97**, 381–394, Klagenfurt.
- GOSEN, W. v. (1982): Geologie und Tektonik am Nordostrand der Gurktaler Decke (Steiermark/Kärnten – Österreich). – *Mitt. Geol.-Paläont. Inst. Univ. Hamburg*, **53**, 33–149, Hamburg.
- GOSEN, W. v., HAIGES, K. H., NEUBAUER, F., PISTOTNIK, J. & THIEDIG, F. (1985): Die tektonischen Baueinheiten am Nord- und Westrand der Gurktaler Decke (Österreich). – *Jb. Geol. B.-A.*, **127/4**, 693–699, Wien.
- GOSEN, W. v., PISTOTNIK, J. & SCHRAMM, J.-M. (1987): Schwache Metamorphose in den Gesteinsserien des Nockgebietes und im Postvariszikum des Karawankenvorlandes (Ostalpen, Kärnten). – *Jb. Geol. B.-A.*, **130/1**, 31–36, Wien.
- HEDBERG, H. D. (1976) (Hrsg.): *International Stratigraphic Guide – A Guide to stratigraphic Classification, Terminology and Procedure*. – International Subcommission on Stratigraphic Classification (ISSC), 200 p., New York (Wiley).
- HEWARD, A. P. (1978): Alluvial fan sequence and megasequence models: with examples from Westphalian D – Stephanian B coalfields, northern Spain. – In: MIALI, A. D. (Hrsg.): *Fluvial sedimentology*. – *Can. Soc. Petrol. geol. Mem.*, **5**, 669–702, Calgary.
- JACKSON II, R. G. (1978): Preliminary evaluation of lithofacies models for meandering alluvial streams. – In: MIALI, A. D. (Hrsg.): *Fluvial Sedimentology*, *Can. Soc. Petrol. Geol. Mem.*, **5**, 543–576, Calgary.
- KAHLER, F. & WOLSEGGGER, H. (1934): Zur Geologie des Gebietes nördlich von Klagenfurt. – *Carinthia II*, **123/124** (43/44), 1–13, Klagenfurt.
- KRAINER, K. (1984): Sedimentologische Untersuchungen an permischen und untertriadischen Sedimenten des Stangalm-Mesozoikums (Kärnten/Österreich). – *Jb. Geol. B.-A.*, **127/2**, 159–179, Wien.
- KRAINER, K. (1985): Zur Sedimentologie des Alpenen Buntsandsteins und der Werfener Schichten (Skyth) Kärntens. – *Geol. Paläont. Mitt. Innsbruck*, **14/2**, 21–81, Innsbruck.
- KRAINER, K. (1987a): Zusammensetzung und fazielle Entwicklung des Alpenen Buntsandsteins und der Werfener Schichten im westlichen Drauzug (Kärnten/Osttirol). – *Jb. Geol. B.-A.*, **130/1**, 61–91, Wien.
- KRAINER, K. (1987b): Das Perm der Gurktaler Decke: eine sedimentologische Analyse. – *Carinthia II*, **177/97**, 49–92, Klagenfurt.
- KRAINER, K. (1987c): Der geologische Rahmen zu einem jungpaläozoischen Pflanzenfossilvorkommen im Raum Wunderstätten (St. Pauler Berge, Kärnten). – *Carinthia II*, **177/97**, 275–281, Klagenfurt.
- LIEGLER, K. (1973): Zur Geologie des zentralalpinen Mesozoikums im Bereich nördlich Bad Kleinkirchheim/Kärnten. – Unveröff. Diss. Phil. Fak. Univ. Wien, 183 S., Wien.
- MIALI, A. D. (1977): A review of the braided river depositional environment. – *Earth Sci. Rev.*, **13**, 1–62, Amsterdam.
- MIALI, A. D. (1978): Lithofacies types and vertical profile models in braided river deposits: a summary. – In: MIALI, A. D. (Hrsg.): *Fluvial Sedimentology*, *Can. Soc. Petrol. Geol. Mem.*, **5**, 597–604, Calgary.
- MOSTLER, H. (1972): Die permoskythische Transgressionsserie der Gailtaler Alpen. – *Verh. Geol. B.-A.*, **1972/1**, 143–149, Wien.
- NIEDERMAYR, G. & SCHERIAU-NIEDERMAYR, E. (1982): Zur Nomenklatur, Seriengliederung und Lithofazies der permo-skythischen Basisschichten des Drauzuges. – *Verh. Geol. B.-A.*, **1982**, 33–51, Wien.
- NILSEN, T. H.: Alluvial Fan Deposits. – In: SCHOLLE, P. A. & SPEARING, D. (Hrsg.): *Sandstone Depositional Environments*. – *Amer. Assoc. Petrol. Geol.-Mem.*, **31**, 49–86, Tulsa.
- RIEHL-HERWIRSCH, G. (1965): Die postvariszische Transgressionsserie im Bergland östlich vom Magdalensberg. – *Mitt. Ges. Geol. Bergbaustud.*, **14–15**, 229–266, Wien.
- RIEHL-HERWIRSCH, G. & WASCHER, W. (1972): Die postvariszische Transgressionsserie im Bergland vom Magdalensberg (Basis der Krappfeldtrias, Kärnten). – *Verh. Geol. B.-A.*, **1972/1**, 127–138, Wien.
- RUST, B. R. & KOSTER, E. (1984): Coarse Alluvial Deposits. – In: WALKER, R. G. (1984) (ed.): *Facies Models*, *Geosci. Can., Repr. Ser.*, **1**, 53–69. Toronto, Reprint with corrections 1986.
- SCHRAMM, J. M., GOSEN, W. v., SEEGER, M. & THIEDIG, F. (1982): Zur Metamorphose variszischer und postvariszischer Feinklastika in Mittel- und Ostkärnten (Österreich). – *Mitt. Geol.-Paläont. Inst. Univ. Hamburg*, **53**, 169–179, Hamburg.
- SCHWINNER, R. (1931): Geologische Karte und Profile der Umgebung von Turrach im Steyrisch-Kärntnerischen Nockgebiet 1 : 25.000. – 11 S., Graz (Leuschner & Lubensky).

- SCHWINNER, R. (1932): Geologische Aufnahmen bei Turrach (Steiermark). – Verh. Geol. B.-A., **1932/3**, 65–75, Wien.
- STEEL, R. J., MAEHLE, S., NILSON, H., ROE, S. L. & SPINNANGR, A. (1977): Coarsening upward cycles in alluvium of Hornelen Basin, (Devonian) Norway: sedimentary response to tectonic events. – Geol. Soc. Amer. Bull., **88**, 1124–1134, Boulder.
- STOWASSER, H. (1956): Zur Schichtfolge, Verbreitung und Tektonik des Stangalm-Mesozoikums (Gurktaler Alpen). – Jb. Geol. B.-A., Sdbd., **1956**, IC Bd., Heft 1, 76–199, Wien.
- SYLVESTER, H. (1984): Geologische Neukartierung des Mesozoikums zwischen Faaker See und Rosegg (Kärnten/Österreich). – Unpubl. Diplomarb. Fachber. Geowiss. Univ., 121 S., Hamburg.
- SYLVESTER, H. (1988): Vergleichende sedimentologisch-sedimentpetrographische Untersuchungen an den siliziklastischen Perm/Skyth-Vorkommen des Ostalpins (Kärnten/Steiermark, Österreich). – Unpubl. Diss. Fachber. Geowiss. Univ., 122 S., Hamburg.
- THIEDIG, F. & CHAIR, M. (1974): Ausbildung und Verbreitung des Perms in den St. Pauler und Griffener Bergen Ostkärntens/Österreich. – Carinthia II, **164/84**, 104–113, Klagenfurt.
- TOLLMANN, A. (1959): Der Deckenbau der Ostalpen auf Grund der Neuuntersuchung des zentralalpen Mesozoikums. – Mitt. Ges. Geol. Bergbaustud., **10**, 3–62, Wien.
- TOLLMANN, A. (1963): Ostalpensynthese. – 256 S., Wien (Deuticke).
- TOLLMANN, A. (1964): Das Permoskyth in den Ostalpen sowie Alter und Stellung des „Haselgebirges“. – N. Jb. Geol. Paläont. Mh., **1965/5**, 270–299, Stuttgart.
- TOLLMANN, A. (1965): Faziesanalyse der alpidischen Serien der Ostalpen. – Verh. Geol. B.-A., Sdh. **G**, 103–133, Wien.
- TOLLMANN, A. (1968): Beitrag zur Frage der Skyth-Anis-Grenze in der zentralalpinen Fazies der Ostalpen. – Verh. Geol. B.-A., **1968**, 29–45, Wien.
- TOLLMANN, A. (1975): Die Bedeutung des Stangalm-Mesozoikums in Kärnten für die Neugliederung des Oberostalpins in den Ostalpen. – N. Jb. Geol. Paläont. Abh., **150**, 19–43, Stuttgart.
- TOLLMANN, A. (1977): Geologie von Österreich. Band I. Die Zentralalpen. – 766 S., Wien (Deuticke).
- TOLLMANN, A. (1986): Geologie von Österreich. Band 3. Gesamtübersicht. – 718 S., Wien (Deuticke).
- TOLLMANN, A. (1987): The Alpidic evolution of the Eastern Alps. – In: FLÜGEL, H. W. & FAUPL, P. (Hrsg.): Geodynamics of the Eastern Alps. – 361–378, Wien (Deuticke).
- WOLTER, L., THIEDIG, F., PESCH, P., HALAMIC, J. & APPOLD, T. (1982): Geologie und Tektonik des Krappfeld-Mesozoikums (Ebersteiner Trias) in Kärnten/Österreich. – Mitt. Geol. Paläont. Inst. Univ. Hamburg, **53**, 207–248, Hamburg.
- WOPFNER, H. (1984): Permian deposits of the Southern Alps as product of initial alpidic taphrogenesis. – Geol. Rdsch., **73/1**, 259–277, Stuttgart.

Manuskript bei der Schriftleitung eingelangt am 29. Mai 1989.