

**Zeitschrift:** Schweizerische mineralogische und petrographische Mitteilungen = Bulletin suisse de minéralogie et pétrographie

**Band:** 68 (1988)

**Heft:** 3: Geodynamik des eurpäischen Variszikums : Kaledonisch-Variszische Strukturen in den Alpen

**Artikel:** Hinweise auf die Existenz eines passiven Kontinentalrandes im Altpaläozoikum der nördlichen Grauwackerzone, Ostalpen

**Autor:** Heinisch, Helmut

**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-52078>

### **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

### **Conditions d'utilisation**

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

### **Terms of use**

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

**Download PDF:** 14.01.2026

**ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>**

# Hinweise auf die Existenz eines passiven Kontinentalrandes im Altpaläozoikum der Nördlichen Grauwackenzone – Ostalpen

von *Helmut Heinisch*<sup>1</sup>

## Abstract

Detailed geological mapping combined with investigations concerning stratigraphy, sedimentology, petrography, volcanology, geochemistry and tectonics were carried out within the Kitzbühel Greywacke Zone. The new data require a revision of the well known geotectonical models for the Alpine Paleozoic. In contradiction to the theories favoured up to now, no proofs are found for consuming plate boundaries existing in the working area during Ordovician, Silurian and lower Devonian times. On the contrary extensional tectonics prevailed which triggered the formation of a passive continental margin.

A continent, metamorphically zoned, intruded by granitoids and deeply eroded, supplied detritus to a marginal basin during the whole period. There, submarine fans developed by means of turbidite mechanisms with distal and proximal parts, interfingering at small distances. Layers of breccias with components made up of metamorphic and plutonic rocks prove together with the petrographical composition of sandstones a continental source area.

The Upper Ordovician acid volcanics partly extruded as subaerial ignimbrites. This gives an additional hint on the existence of a continental land surface. At the same time a neighbouring marine environment of presumably epicontinental type existed. The Devonian marine basaltic volcanism is predominantly of within-plate type. The existence of an ophiolite association in the sense of oceanic crust, produced at a mid ocean ridge, can be excluded for the Kitzbühel Greywacke Zone.

It is unlikely that a Caledonian collisional orogeny affected the Eastern Alps. The angular unconformity, which must be postulated at the base of the Paleozoic sequences, is evidently older than upper Ordovician and therefore possibly equivalent to the Panafrican angular unconformity. A position of the Paleozoic sequences bordering the Gondwana continent seems possible. As regarding the paleomagnetical reconstructions, the Adriatic plate is considered to be linked arbitrarily to the northern rim of Gondwana or the southern rim of the European plate.

**Keywords:** Eastern Alps, Paleozoic, passive margin, plate tectonics, Caledonian event.

## Zusammenfassung

In der Kitzbüheler Grauwackenzone wurden detaillierte geologische Kartierungen, gekoppelt mit Untersuchungen zur Stratigraphie, Sedimentologie, Petrographie, Vulkanologie, Geochemie und Tektonik durchgeführt. Die neuen Daten erfordern eine Revision der bekannten Modelle zur Geotektonik des alpinen Paläozoikums. Entgegen den bisher vorherrschenden Vorstellungen lassen sich im Arbeitsgebiet keine Belege für die Existenz konsumierender Plattengrenzen im Ordovizium, Silur und Unterdevon finden. Vielmehr herrschte Dehnungstektonik, die zur Ausbildung eines passiven Kontinentalrandes führte.

Ein metamorph zonierter, von Granitoiden durchsetzter, tief erodierter Kontinent lieferte während des gesamten Zeitraums Detritus in ein Randbecken. Dort entwickelten sich durch Turbiditmechanismen kleinräumig verzahnende, marine Rinnenfächer mit distalen und proximalen Anteilen. Brekzienlagen mit Komponenten metamorpher und plutonischer Gesteine belegen gemeinsam mit der petrographischen Zusammensetzung der Sandsteine ein kontinentales Liefergebiet.

<sup>1</sup> Institut für Allgemeine und Angewandte Geologie der Universität, Luisenstr. 37, D-8000 München 2.

Die oberordovizischen sauren Vulkanite wurden zum Teil als subaerische Ignimbrite gefördert. Dies gibt einen weiteren Hinweis auf die Existenz einer kontinentalen Landoberfläche. Gleichzeitig existierte in Nachbarschaft ein vermutlich epikontinentales Flachmeer. Der devonische, marine Basaltvulkanismus ist weitgehend vom Intraplatten-Typ. Die Existenz einer Ophiolithsequenz im Sinne einer am mittelozeanischen Rücken gebildeten ozeanischen Kruste lässt sich für die Kitzbüheler Grauwackenzone ausschliessen.

Es ist unwahrscheinlich, dass in den Ostalpen eine kaledonische Kollisions-Orogenese ablief. Die an der Basis der paläozoischen Ablagerungen zu findende Diskordanz ist nachweislich älter als Oberordovizium und damit möglicherweise der Panafrikanischen Diskordanz gleichzusetzen. Eine Randposition der paläozoischen Serien zum Gondwana-Kontinent erscheint als möglich, da in den vorliegenden paläomagnetischen Rekonstruktionen die Adriatische Platte wahlweise dem Nordrand Gondwanas oder dem Südrand der Europäischen Platte zugeordnet wird.

## 1. Einführung

Für die Entschlüsselung der paläozoischen Geotektonik im alpin-mediterranen Raum stehen innerhalb des Basements der Alpen zwei verschiedene Bereiche zur Verfügung. Es handelt sich zum einen um höher metamorphe Kristalline Gebiete, das sogenannte «Altkristallin», zum anderen um schwachgradig metamorphe, zumindest lokal noch biostratigraphisch datierbare paläozoische Gesteinsfolgen. Das Arbeitsgebiet liegt im Westteil der Nördlichen Grauwackenzone, einem der grössten Verbreitungsgebiete ostalpinen Paläozoikums, und umfasst Teile der Kitzbüheler Alpen («Kitzbüheler Grauwackenzone», Abb. 1). Tektonisch ist die Kitzbüheler Grauwackenzone dem Oberostalpin sensu TOLLMANN (1973) zuzurechnen. Sie wird im Norden winkeldiskordant von den

permomesozoischen Abfolgen der Nördlichen Kalkalpen überlagert (Abb. 2). Die Kitzbüheler Grauwackenzone ist gekennzeichnet durch mächtige Abfolgen siliziklastischer Gesteine, die als Wildschönauer Schiefer bekannt sind. Darin treten Einschaltungen von basischen Vulkaniten und Gängen sowie sauren Vulkaniten (Porphyroide) auf. Im Nordteil des Arbeitsgebietes dominieren mächtige Karbonatgesteins-Abfolgen.

Auf der Basis umfangreicher conodonten-stratigraphischer Untersuchungen wurde von einer Innsbrucker Arbeitsgruppe ein stratigraphisch-fazielles Entwicklungsschema entworfen, welches den Kenntnisstand zu Beginn unserer Arbeit gut dokumentiert (MOSTLER, 1968, 1970; MAVRIDIS und MOSTLER, 1970; OBERHAUSER, 1980). Demnach akkumulieren ab dem tieferen Ordovizium oder ausgehenden Kam-

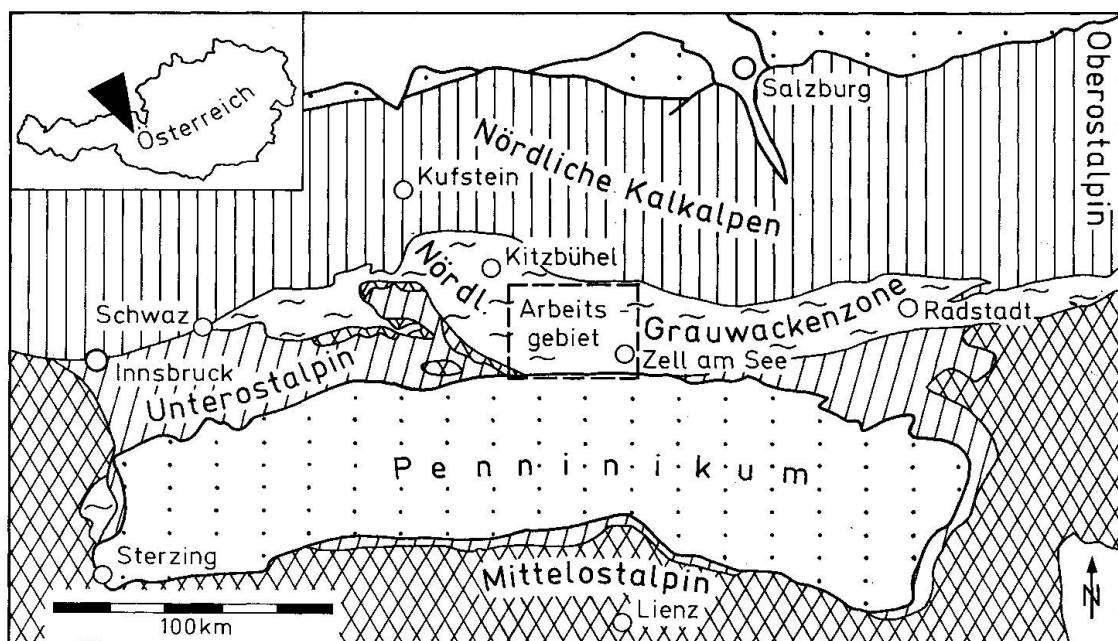


Abb. 1 Lage des Arbeitsgebietes innerhalb des Westabschnitts der Nördlichen Grauwackenzone (Oberostalpin).

brium mächtige, klastische «tiefere Wildschönauer Schiefer». Sie enthalten konkordant basische Vulkanite (COLINS et al., 1980). Der basische Magmatismus wird von MOSTLER (1984) als komplette Ophiolithfolge einer ordovizischen Ozeankruste interpretiert. Im Oberordovizium überlagern subaerische Quarzporphyre («Blasseneckporphyroide») die ozeanischen Sedimente. Nach einem Niederbrechen der Porphyryplattform folgen einerseits wenige 100 m mächtige «höhere Wildschönauer Schiefer», zum anderen faziell vielfältige Karbonat-sedimente, welche die Schichtfolge abschliessen. Die conodonten-stratigraphischen Daten beschränkten sich naturgemäss auf das Verbreitungsgebiet der Karbonatgesteine. Hingegen galten grosse Areale, die von monotonen Wildschönauer Schiefer eingeklappt werden, bisher als fossilleer.

## 2. Bestehende geotektonische Modellvorstellungen

In den 70er-Jahren wurde von einer italienischen Arbeitsgruppe für das Altkristallin südlich des Tauernfensters die Existenz einer Kaledonischen Winkeldiskordanz gefordert (SASSI und ZANFERRARI, 1972; SASSI et al., 1974). Für die publizierten Lokalitäten (Thurntaler Quarzphyllit, Gailtal-Quarzphyllite) konnte in der Folgezeit die Diskordanz-Hypothese widerlegt werden (HEINISCH und SCHMIDT, 1976; HEINISCH et al., 1983). Es handelte sich jeweils um tektonische Kontakte zwischen verschieden hoch metamorphen Serien. Die fraglichen Geröllhorizonte fanden ihre Erklärung als boudinierte, zerscherte Quarzgänge in kataklastischen Scherzonen.

Von FRISCH et al. (1984) und NEUBAUER (1985) wurde in der Norischen Decke im Ostteil der Nördlichen Grauwackenzone eine basale Winkeldiskordanz beschrieben. Daher stellt sich erneut die Frage nach der Wirksamkeit einer «Kaledonischen Gebirgsbildung». Hier stehen sich generell zwei unterschiedliche Auffassungen gegenüber:

- Thermisches Kaledonisches Ereignis sensu SCHMIDT (1976) mit verstärkter magmatischer Aktivität.
- Kaledonische Plattenkollision mit Ablauf eines vollständigen Orogenzyklus (FRISCH et al., 1984).

Beim Versuch, die Erkenntnisse der Plattentektonik auf das Paläozoikum der Ostalpen zu übertragen, stand methodisch die Geochemie der Vulkanite im Vordergrund. Die Autoren gelangten zu sehr unterschiedlichen Aussagen.

Von LOESCHKE (1977) wurde der ordovizisch-silurische Vulkanismus des Paläozoikums der Karawanken und Kärntens als Inselbogen-Vulkanismus gedeutet. Er forderte eine nach Süden abtauchende Subduktionszone. HÖLL und MAUCHER (1976) leiteten aus der Verteilung der metallogenetischen Zonen in den Ostalpen und ihrer Beziehung zu den Vulkaniten ein ordovizisch-silurisches Subduktionssystem mit back-arc spreading ab, welches eine nach Norden unter den Südrand der Böhmisches Masse abtauchende Subduktionszone beinhaltet. KOLMER (1978) diskutierte für Metavulkanite der Steiermark das Modell eines Intraplatten-Vulkanismus.

Schliesslich stellten COLINS et al. (1980) sowie MOSTLER (1984) für die Kitzbüheler Grauwackenzone ein Gesamtkonzept vor, das von einer intrakontinentalen Grabenbruch-Tektonik ausgeht, welche über Rifting-Prozesse zur Bildung einer echten ozeanischen Kruste führt.

Während die bisher genannten Modelle von einfachen plattentektonischen Zustandsbildern ausgingen, legten FRISCH et al. (1984) ein synoptisches Modell wechselnder plattentektonischer Konfigurationen vor. Hiernach fand zwischen dem ausgehenden Präkambrium und dem Oberkarbon ein mehrfacher Wechsel zwischen Plattenkonvergenz und Plattendivergenz statt. Insbesondere schliesst das Modell eine komplette kaledonische Kollisionsorogenese ein. Damit ist das Panoptikum der denkbaren plattentektonischen Möglichkeiten weitgehend erschöpft. Folgenden Schlüsselfragen ist zur Beurteilung der alternativen Hypothesen nachzugehen:

- Kam es zur Ozeanbodenbildung, dokumentiert in Resten von Ophiolithfolgen?
- Wo verläuft die Suture der geforderten kaledonischen Plattenkollision?
- Wo verläuft die Suture der variszischen Plattenkollision?
- Wann begann und endete die Sedimentation in den Teilräumen des Proto-Tethys-Meeres?
- Wie war die Krustenstruktur unter den paläozoischen Sedimentationsräumen beschaffen?



- Wo finden sich sichere Evidenzen einer überregional verfolgbaren Diskordanz an der Basis der paläozoischen Sedimentationsräume?
- Welche paläogeographischen Randbedingungen lassen sich für die Geotektonik des alpin-mediterranen Paläozoikums ableiten?

### 3. Tektonische und stratigraphisch-fazielle Neugliederung der Kitzbüheler Grauwackenzone

Aufgrund des guten Erhaltungszustandes der Gesteine, insbesondere auch der basischen

und sauren Vulkanite, war die Kitzbüheler Grauwackenzone entweder direkt Ausgangspunkt für geotektonische Hypothesen oder wurde entscheidend mit in die Modelle einbezogen. Es lag daher nahe, in diesem Gebiet detaillierte geologische Untersuchungen durchzuführen. In langjähriger Zusammenarbeit mit der Geologischen Bundesanstalt Wien wurde der Bereich zwischen Kitzbühel und Zell am See im Maßstab 1:10000 neu aufgenommen (Abb. 2) und unter anderem nach stratigraphischen, petrographisch-sedimentologischen sowie geochemisch-vulkanologischen Gesichtspunkten untersucht. Die Daten wurden im Rahmen von zahlreichen Diplomarbeiten, ei-

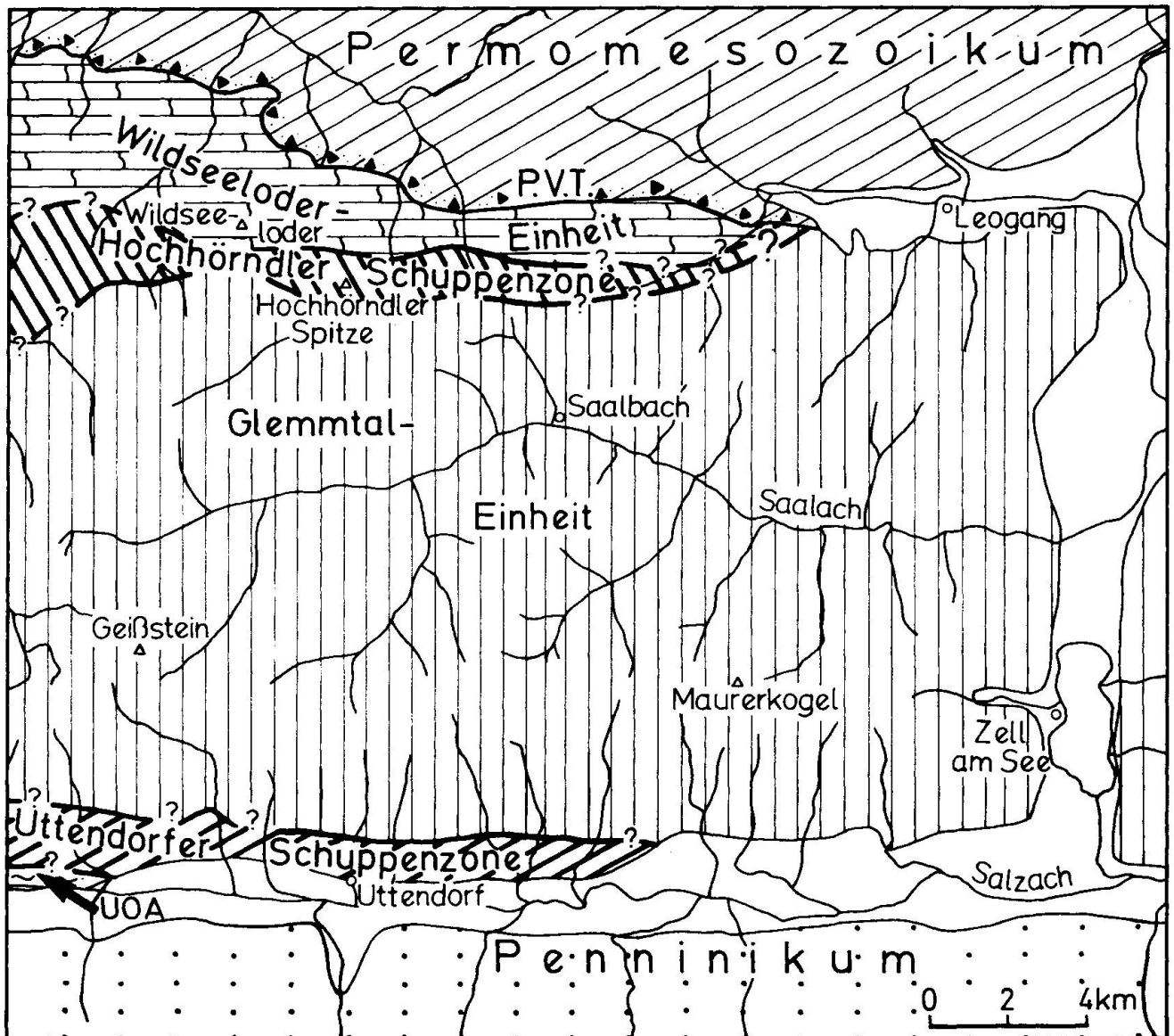


Abb. 2 Deckentektonische Gliederung des Arbeitsgebietes nach neuen Daten und seine Abgrenzung zum geologischen Rahmen (P. V. T. = Postvariszische Transgressionsserie, UOA = Unterostalpin des Innsbrucker Quarzphyllits, ? = Grenzverlauf vermutet).

ner Dissertation (SCHLAEGEL, 1988) und eigenen Untersuchungen des Autors erarbeitet. Die ersten Neuergebnisse machen eine grundlegende Revision der genannten geotektonischen Konzepte notwendig. Sie werden trotz des vorläufigen und bruchstückhaften Charakters der Datenbasis hier vorgestellt, um eine rasche Diskussion der neuen Informationen zu stimulieren.

Im Arbeitsgebiet wurden zwei tektonische Deckeneinheiten definiert, die sich auch in fazieller Hinsicht deutlich unterscheiden und damit den Charakter von Fazies-Ferndecken im Sinne von TOLLMANN haben dürften. Um Verwechslungen mit deckentektonischen Gliederungen früherer Bearbeiter zu vermeiden, wurden die Einheiten als *Wildseeloder-Einheit* und *Glemmtal-Einheit* benannt. Trennendes Element ist ein breiter tektonischer Schollentepich, die *Hochhörndler Schuppenzone* (Abb. 2). Auf eine weitere tektonische Melangezone am Südrand des Arbeitsgebietes (Uttendorfer Schuppenzone) wird in dieser Arbeit nicht eingegangen (vgl. HEINISCH, 1986).

Die *Wildseeloder-Einheit* umfasst den Nordteil des Arbeitsgebietes und wird von der Postvariszischen Transgressionsserie überlagert (Abb. 3). Im Oberordovizium treten hier mächtige Porphyroide auf, die als subaerische Ignimbrite abgelagert wurden (vgl. Kap. 6). Ihre primäre Unterlage ist tektonisch abgeschert. Auf dieser Porphyryplattform entwickelt sich im Silur und Devon die bereits durch frühere Bearbeiter ausführlich untersuchte Karbonatplattform mit Flachwasserdolomiten und Riffgesteinen.

Die *Glemmtal-Einheit* beinhaltet im wesentlichen mächtige Sequenzen siliziklastischer Wildschönauer Schiefer. Hinzu treten geringmächtige, pelagische Karbonat- und Lyditfolgen. Aller Wahrscheinlichkeit nach zeitgleich mit den Ignimbriten der Wildseeloder-Einheit tritt auch hier Porphyrmateriale auf, jedoch in Form geringmächtiger, umgelagerter Vulkaniklastika. Der basische Magmatismus ist ein wesentliches Merkmal der Glemmtal-Einheit (vgl. Kap. 7).

Pauschal lässt sich also die Plattform-Fazies der Wildseeloder-Einheit einer Beckenfazies in der Glemmtal-Einheit gegenüberstellen. Die neuen stratigraphischen Daten (HEINISCH et al., 1987) zeigen, dass entgegen der bisherigen Annahme der Hauptteil der Wildschönauer Schiefer nicht das stratigraphisch Liegende der

Porphyroide und der Karbonatplattform darstellt. Die Abfolgen der Glemmtal-Einheit sind zeitgleich und paläogeographisch benachbart entstanden (Abb. 3).

Innerhalb der Glemmtal-Einheit war es möglich, nach faziellen Kriterien drei Teilräume abzugrenzen:

- Die Schattberg-Formation als Zone proximaler Turbiditsequenzen mit grossen Sedimentmächtigkeiten.
- Die Löhnersbach-Formation als Zone distaler Turbiditsequenzen mit ebenfalls grossen Sedimentmächtigkeiten.
- Die Klingler Kar-Formation als pelagische Tiefschwelle mit geringmächtigen Karbonat-Lydit-Abfolgen.

Der basaltische Vulkanismus stellt nach den wenigen bisher biostratigraphisch datierten Profilen (HEINISCH et al., 1987) ein relativ kurzzeitiges Ereignis dar. Die vulkanische Fazies greift lateral über die drei Fazies-Teilräume hinweg und beendet die Existenz der Tiefschwellen-Fazies. Damit kommt den basischen Vulkaniten innerhalb der fazies-heteropen Glemmtal-Einheit die wichtige Bedeutung einer Zeitmarke zu. Im Gegensatz zur bisher geltenden Auffassung hat der basische Vulkanismus ein devonisches Alter (vgl. Kap. 7).

#### 4. Sedimentologische Merkmale der Wildschönauer Schiefer

Hinter dem Begriff «Wildschönauer Schiefer» verbirgt sich eine monotone Wechselfolge aus schwachgradig metamorphen Tonschiefern, Siltsteinen und Sandsteinen. Trotz der Ausbildung verschiedener Foliationen finden sich lokal sedimentäre Reliktgefüge:

- In Tonschiefern rhythmische Bänderungen und Mikrogradierungen.
- In Siltsteinen und Sandsteinen Gradierungen, ripple cross lamination, plane parallel lamination, convolute lamination, convolute bedding (MIDDLETON und HAMPTON, 1973).
- In Gesamtsequenzen komplett oder teilweise erhaltene BOUMA-Zyklen (MIDDLETON und HAMPTON, 1973).

Damit lassen sich Turbidit-Mechanismen zur Erklärung der sedimentologischen Kennzeichen der mehrere 1000 m mächtigen Wildschönauer Schiefer heranziehen. Als Kriterium für die Kartierung von Formationen in diesen

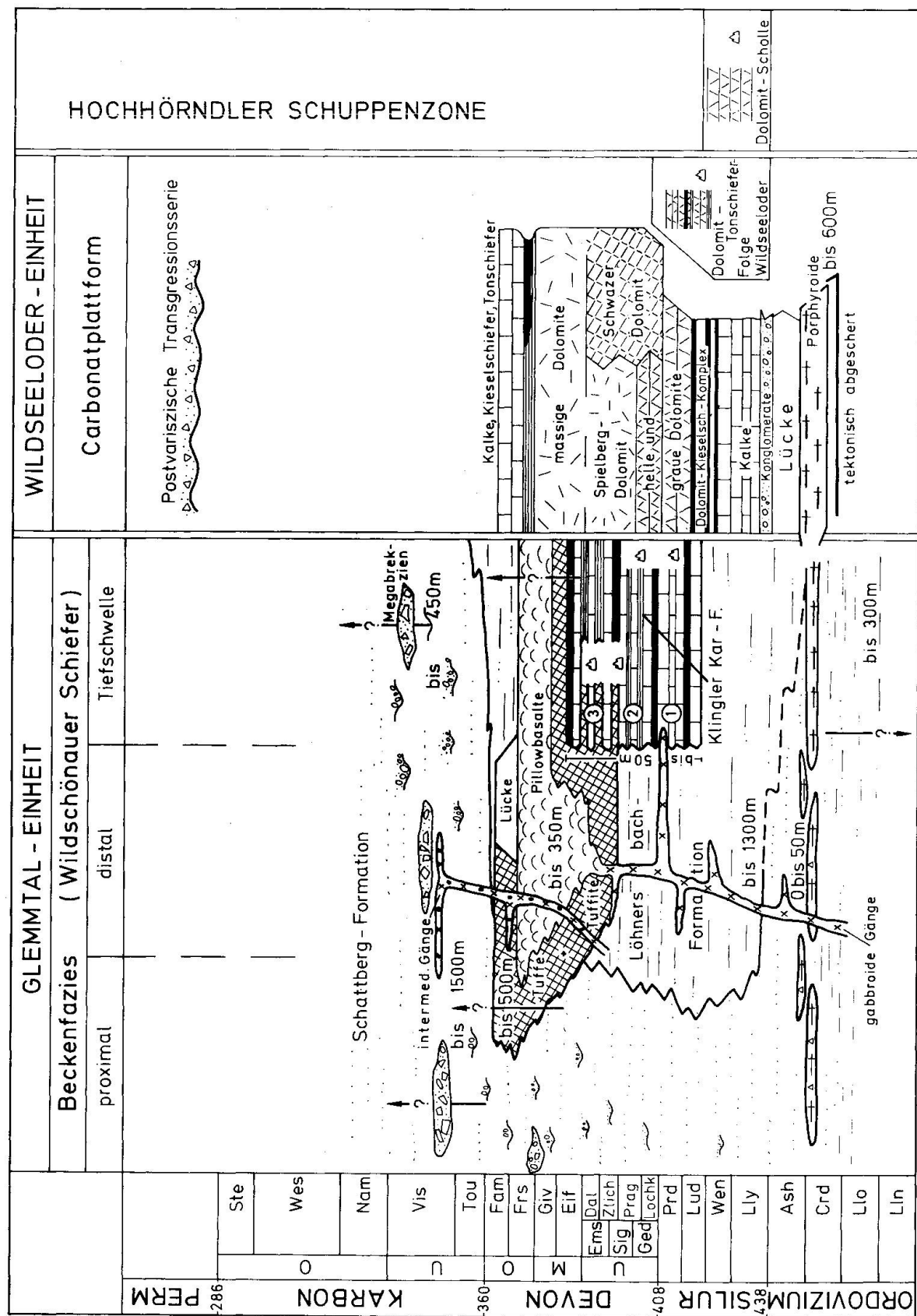


Abb. 3 Stratigraphisch-fazielle Neugliederung der Kitzbüheler Grauwackenzone; Stratigraphie der Wildseeloder-Einheit unter Einbeziehung von Literaturdaten (SCHÖNLAUB, 1979), Zeitskala nach HARLAND et al. (1982); lithologische Gliederung innerhalb der Klingler Kar-Formation: ① Kalkmarmor-Lydit-Wechselfolge, ② Kalkmarmor-Tonschiefer-Wechselfolge, ③ Kalkmarmor-Tuffitschiefer-Wechselfolge.

ausserordentlich monotonen Abfolgen erwies sich das klassische Gliederungsschema nach WALKER und MUTTI (1973) als praktikabel (Mengenverhältnis Sand/Ton sowie Bankmächtigkeiten). So wurde es durch die Kartierung möglich, die Hauptverbreitungsgebiete proximaler und distaler Turbiditfazies zu unterscheiden (Abb. 4). Diese Faziestypen verzahnen engräumig miteinander und sind in erster Linie als diachron aufzufassen.

Allerdings zeichnet sich innerhalb der Gesamtsequenz recht deutlich ein «coarsening upwards» ab, im Zuge dessen die proximale Turbiditfazies alle übrigen Faziesräume der Glemmtal-Einheit überwältigt (Abb. 3).

Als weitere Besonderheiten fanden sich konkordante Einschaltungen von Mikrokonglomeraten, Konglomeraten und Brekzien. Die Aufschlussgeometrie dieser extrem seltenen Grobklastika liess ihre Interpretation als Rinnensedimente zu. Daneben treten Megabrekzienkörper auf, die nicht den Charakter rinnengeführter Sedimente haben. Es handelt sich hierbei um synsedimentäre, olistholithische Rutschbrekzien.

Die geröllanalytische Auswertung ergab ein ausserordentlich buntes Geröllspektrum, welches von Lage zu Lage stark variiert (HEINISCH, 1986). Einerseits treten Komponenten auf, die aus dem Faziesraum der Glemmtal-Einheit selbst bekannt sind (Sandsteine, Siltsteine, Tonschiefer, Lydite, Basaltlaven, Vulkaniklastika, Ganggesteine). Dies belegt Resedimentationsvorgänge, verknüpft mit synsedimentärer Tektonik. Andere Brekzienkörper enthalten exotische Komponenten (Granatgneise, Granat-Hornblendegneise, Amphibolite, Hornblendite, Quarzite, Serizitgneise, Granitoide). Damit ist als distributive Provinz ein metamorph zonierte, von Plutonen durchsetzte Kontinentgebiet nachweisbar, das offensichtlich tiefgründig erodiert wurde.

Die Auswertung der Sandsteinpetrographie ergab ein vollkommen analoges Ergebnis. Die Sandsteine liegen überwiegend im Feld der Subgrauwacken (PETTJOHN, 1949). Quarz dominiert bei weitem im Mineralbestand. Weitere detritische Minerale sind Plagioklas, Hellglimmer, Biotit, Hornblende, Granat, Chlorit, Apatit, Rutil, Zirkon, Turmalin. Bei Anwendung

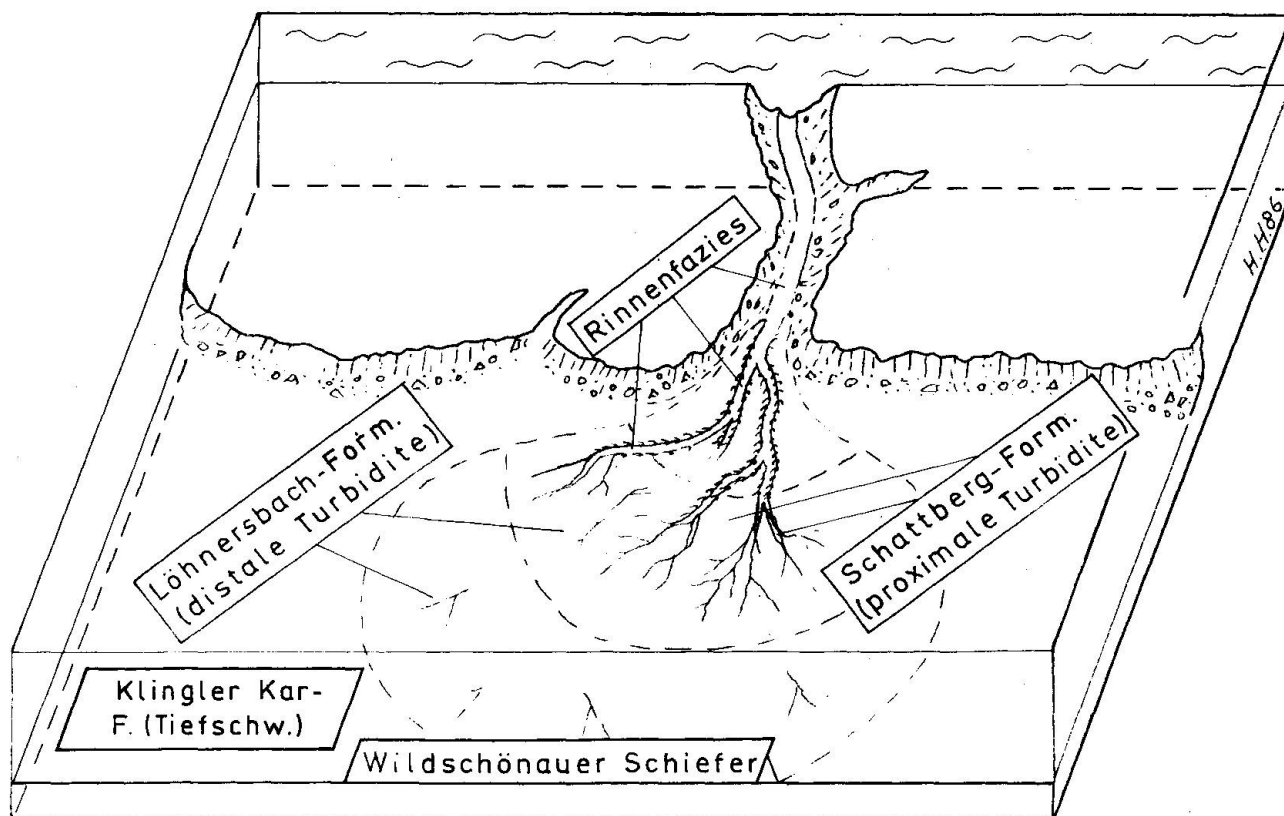


Abb. 4 Sedimentologische Interpretation der Wildschönauer Schiefer als Produkte proximaler und distaler Turbidite, abgelagert auf marinen Rinnenfächern.

von Klassifikationsdiagrammen nach DICKINSON und SUCZEK (1979) zeigt sich eindeutig als distributive Provinz ein kontinentales Hinterland. Vulkanische Inselbögen lassen sich als Liefergebiet ausschliessen. Die Zufuhr vulkanogenen Materials beschränkt sich auf dünne Lagen von Porphyroidmaterial und umgelagerten Abtragungsschutt aus der basaltischen Vulkanprovinz.

Für die Fazies der Wildschönauer Schiefer ergibt sich somit das Bild kleinräumig untereinander verzahnender, mariner Rinnenfächer mit distalen und proximalen Anteilen. Die genannten gröber klastischen Einschaltungen sind als channel fills im proximalen Teil der Fächersysteme zu verstehen. Insgesamt waren Mächtigkeiten bis zu 1500 m für die Schattberg-Formation und bis zu 1300 m für die Löhnersbach-Formation rekonstruierbar. Bathymetrische Angaben lassen sich hieraus nicht gewinnen. Eine Volumenabschätzung zeigt, dass über 90% des gesamten Detritus terrigen sind (HEINISCH, 1986). Die Kitzbüheler Grauwackenzone nahm also über lange erdgeschichtliche Zeiträume die Position eines Randbeckens in Nachbarschaft eines Kontinents ein, aus dem über Trübestrom-Mechanismen und Canyonsysteme grosse Mengen von Detritus angeliefert wurden.

### 5. Die Bedeutung der Klingler Kar-Formation

Lateral neben den Bereichen, die von den Turbiditen der Wildschönauer Schiefer beherrscht wurden, existierte ab dem Obersilur bis etwa in das Mitteldevon eine Tiefschwelle. Auf dieser wurden kondensierte Cephalopodenkalke, Mergelfolgen, Tonschiefer, Lydite und Schwarzschiefer abgelagert. Die Mächtigkeiten erreichen maximal 50 m. Durch die Verfolgung dieses fossilführenden, lithologisch markanten Leithorizontes gelang eine grobe stratigraphische Untergliederung der Gesamtfolgen. Die Beschreibung der stratigraphischen Detailprofile und der Conodontenfaunen findet sich in HEINISCH et al. (1987).

Im Hangenden verzahnen dünne fossilführende Karbonatbänke mit basischen Vulkaniten. Die vulkanische Fazies setzt mit Tuffit-schiefern ein. Darüber folgen Pillowlaven und pyroklastische Brekzien. Der Zeitpunkt des Einsetzens des basischen Vulkanismus wird

damit relativ genau als höchstes Unterdevon datierbar. Offen bleibt bisher die stratigraphische Obergrenze des basischen Vulkanismus. Das in der Literatur angenommene tiefordovizische Alter konnte nicht bestätigt werden.

### 6. Die Bedeutung des sauren Vulkanismus

Aufgrund lithologischer Vergleiche mit dem Steirischen Blasseneck-Porphyroid ist für die Porphyroide des Arbeitsgebietes ein oberordovizisches Alter anzunehmen (SCHÖNLAUB, 1979). Direkte stratigraphische Datierungen waren in der Kitzbüheler Grauwackenzone bisher nicht möglich. Nur die Porphyroide überschreiten die fundamentale Fazies- und Deckengrenze zwischen Wildseeloder- und Glemmtal-Einheit (Abb. 2), allerdings sind zwei faziell völlig verschiedene Ausbildungen zu unterscheiden.

In der Wildseeloder-Einheit treten bis 600 m mächtige Ignimbritstapel auf. Es fehlen Sedimentzwischenschaltungen, die Abfolgen sind durchgehend verschweisst. Eine Vielzahl vulkanologischer Detailbeobachtungen belegt die Ignimbritnatur dieser Abfolgen (HEINISCH, 1981; MOSTLER, 1984). Eine subaerische Platznahme der Ignimbrite ist sehr wahrscheinlich. Beim Vergleich mit rezent beobachteten Ignimbritsequenzen (FISHER und SCHMINCKE, 1984) liesse sich allenfalls die Alternative einer Förderposition in einem epikontinentalen Flachmeer diskutieren. Dadurch ergibt sich ein weiteres Indiz für die Existenz eines Kontinentgebietes.

Die Porphyroide der Glemmtal-Einheit liegen innerhalb klastischer, mariner Sedimente. Hier umfasst der vulkanogen beeinflusste Bereich wenige Zehnermeter oder Dezimeter Mächtigkeit. Es dominieren vulkanogene Grauwacken, die intensiv mit terrigen-detritischem Material wechsellagern. Diese Porphyräquivalente sind als allochthoner Abtragungsschutt der Porphyryplattformen zu interpretieren, der über Turbiditmechanismen in das Sedimentbecken gelangte (HEINISCH, 1986).

Die geochemische Untersuchung der Porphyroide zeigte für die Kitzbüheler Grauwackenzone ausschliesslich Rhyolith- und Alkali-rhyolith-Chemie (HEINISCH, 1981). Diese Gesteine lassen sich daher nicht als Beleg für ein kalkalkalisches Inselbogensystem verwenden.



## 7. Die Bedeutung des basischen Vulkanismus

Der basische Vulkanismus ist Gegenstand umfangreicher Untersuchungen (SCHLAEGEL, 1988 – Beitrag in diesem Band). Die vulkanologische Profilaufnahme belegte eine bunte Petrographie (Pillowlaven und Schichtlaven, gabbroide und intermediäre Sills, Pyroxenite, Pyroklastika, gravitativ umgelagerte Vulkaniklastika). Für einen Teil der Abfolgen machen Hinweise auf Auftauchphasen (hochblasige Bimsfetzen, Strandgerölle) eine Seamount- oder Ozeaninsel-Förderposition wahrscheinlich. Geochemisch stimmt der Hauptteil der Basalte mit «transitional basalts» bzw. Alkalibasalten Ozeanischer Inseln überein (SCHLAEGEL, 1988).

Der basische Vulkanismus ist ein weitgehend horizontgebundenes, eigenständiges geotektonisches Ereignis. Wegen der geringen Mächtigkeit (maximal 400 m, meist nur Zehnermeter), dem Fehlen von Serpentiniten und aus vielfältigen anderen vulkanologisch-geochemischen Gründen scheidet eine Ophiolithsequenz als Erklärung aus, ebenso eine Inselbogenassoziation. Die basaltischen Vulkanite hatten eine Intraplatten-Position.

## 8. Schlussfolgerungen

Auf der Basis dieser Informationen lässt sich folgende geotektonische Entwicklungsgeschichte für das Arbeitsgebiet skizzieren:

- 1. Auf einer kratonisierten, kontinentalen Kruste bildet sich ein epikontinentales Randmeer durch einsetzende Dehnungstektonik aus. Kontinentale Kruste schmilzt anatektisch auf («Kaledonisches Ereignis»). Orthogneise im Altkristallin mit Intrusionsaltern um 450 Ma (OBERHAUSER, 1980; SÖLLNER und HANSEN, 1987) belegen diese Situation.

- 2. An der Wende Caradoc-Ashgill dringen saure Schmelzen an die Oberfläche vor, es bilden sich weitverbreitet subaerische Ignimbritplateaus (Blasseneck-Porphyroide).

- 3. Kurz darauf (Wende Ordoviz/Silur) wird die Porphyryplattform abgetragen, es entstehen lokal Schichtlücken und Transgressionen. Anhaltende Dehnung und Subsidenz führt zu Faziesdifferenzierung.

- 4. Im Silur und tieferen Unterdevon ist die grösste Faziesheteropie erreicht. In der

Wildseeloder-Einheit bildet sich eine Karbonatplattform aus. Die Glemmtal-Einheit liegt einem Kontinent benachbart; es entstehen marine Rinnenfächersysteme mit proximaler und distaler Fazies sowie die Tiefschwelle der Klingler Kar-Formation.

- 5. Im höheren Unterdevon dringen basaltische Schmelzen auf und bilden temporäre Vulkaninseln. Äquivalente des basischen Magmatismus finden sich in allen drei Fazies-Teilräumen der Glemmtal-Einheit, jedoch nicht im Bereich der Karbonatplattform.

- 6. Im stratigraphisch Hangenden der basischen Vulkanite mehrten sich die Olistholithe, gleichzeitig greift die proximale Turbiditfazies über die übrigen Fazieszonen der Glemmtal-Einheit hinweg. Es kommt zur Umlagerung der gesamten Beckenfüllung. Möglicherweise signalisiert dies die Umgestaltung eines passiven Kontinentalrandes zu einem orogenen Flyschbecken (höheres Devon?, Karbon?).

Wesentlich an diesem Konzept ist der Nachweis eines über lange erdgeschichtliche Zeiträume stabilen, passiven Kontinentalrandes. Recht eindeutig lässt sich hierbei die enge paläogeographische Nachbarschaft der Faziesräume innerhalb der Glemmtal-Einheit untereinander und zu einem kontinentalen Liefergebiet belegen. Unklar bleibt die Beziehung zur Karbonatplattform (Abb. 5). Damit ist auch die Bedeutung der tektonischen Schollenzone (Hochhörndler Schuppenzone) offen, die heute Wildseeloder-Einheit und Glemmtal-Einheit trennt.

Die Gesteine der Kitzbüheler Grauwackenzone sind nicht als ozeanische Sedimente eines paläozoischen Ozeanbodens interpretierbar. Damit bleibt der Verlauf einer hypothetischen Proto-Tethys-Sutur offen, ebenso wie der genaue Zeitpunkt von Beginn und Ende der Sedimentation in den Faziesräumen, mangels genügend dichter stratigraphischer Informationen.

Für den beschriebenen Zeitraum gibt es keinerlei Hinweise auf Einengungstektonik (Faltung, Detachment, Deckenstapelung) oder die Ausbildung von Akkretionsprismen. Eine kaledonische Kollisions-Orogenese im Sinne von FRISCH et al. (1984) ist daher nicht zu belegen. Dies gilt ebenso für die Annahme altpaläozoischer Subduktionsvorgänge in der Kitzbüheler Grauwackenzone.

Bei vorsichtiger Interpretation der lückenhaften neuen Datenbasis aus der Kitzbüheler

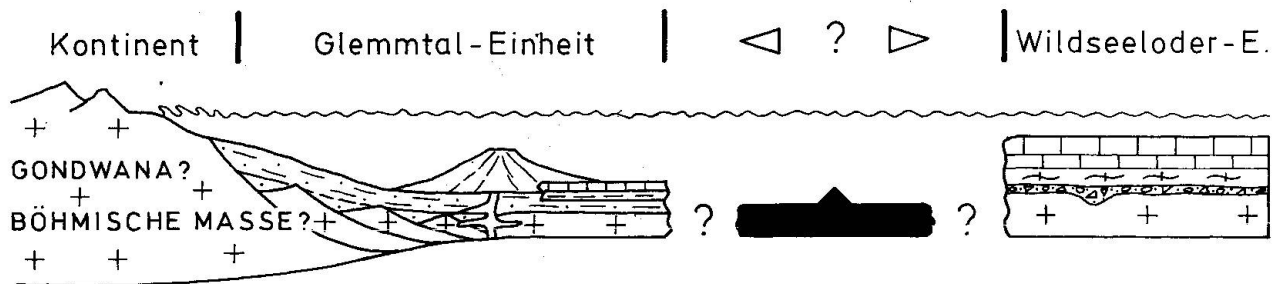


Abb. 5 Schemabild der paläogeographischen Gesamtsituation: Die Glemmtal-Einheit bildet einen passiven Kontinentalrand mit proximalen und distalen Rinnenfächer-Sedimenten, einer landferneren Tiefschwelle und faziesübergreifendem basischem Vulkanismus. Die Karbonatplattform der Wildseeloder-Einheit zeigt keine paläogeographischen Beziehungen zur Glemmtal-Einheit. Es lassen sich derzeit weder die geographische Paläo-Position noch die Orientierung der Schemaskizze angeben.

Grauwackenzone zeichnet sich eine Dreiteilung der geotektonischen Entwicklung ab:

- Zerbrechen eines bereits prä-oberordovizisch kratonisierten Basements.
- Ausbildung eines über lange Zeitabschnitte des Paläozoikums stabilen, passiven Kontinentalrandes.
- Spätere Umgestaltung des Ablagerungsraumes zu einem orogenen Flyschbecken im Zusammenhang mit der variszischen Plattenkonvergenz und Kollision.

Beim Versuch, das neu erkannte Bruchstück eines paläozoischen Kontinentalrandes einem bestimmten Kontinent zuzuweisen, kann man, den klassischen paläogeographischen Skizzen folgend, eine Position am Südrand der Böhmi-schen Masse als Bestandteil des europäischen Kontinents vorsehen (SCHÖNLAUB, 1979). In paläo-magnetischen Weltkarten des Paläozoikums werden Ostalpin und Dinariden alternativ nördlich der Proto-Tethys-Sutur (KASANEWICH et al., 1978) oder südlich der Proto-Tethys-Sutur angeordnet (SMITH et al., 1982). Eine Interpretation als eigenständige, intraozeanische Mikroplatte nach ZIEGLER (1982) ist aufgrund der vorliegenden Daten auszuschließen.

Eine basale Diskordanz unter den Sedimenten der Kitzbüheler Grauwackenzone war nicht direkt nachweisbar, ist aber aus folgenden Gründen zwingend zu fordern:

- Über einem tektonischen Abscherhorizont treten subaerische Ignimbrite auf.
- Die Sandstein-Petrographie und das Geröllspektrum der Brekzien belegen eine kontinentale distributive Provinz.

- Die Kitzbüheler Grauwackenzone hatte über lange erdgeschichtliche Zeiträume eine Kontinentalrand-Position.

Analog zu den von NEUBAUER (1985) beschriebenen Verhältnissen im Ostteil der Nördlichen Grauwackenzone muss die basale Diskordanz auf jeden Fall älter als Oberordovizium sein. Sie sollte allerdings nicht mit dem Begriff «Kaledonische Winkeldiskordanz» in Verbindung gebracht werden. Es besteht keine zeitliche Koppelung, denn die Schließung des Iapetus erfolgte erst im späten Silur. Bis zu diesem Zeitpunkt liefen in den Kaledoniden Subduktionsvorgänge mit Inselbogenvulkanismus ab (LOESCHKE, 1985). Ein Molassestadium mit der Ausbildung des Old Red wird für den Bereich der Schottischen Kaledoniden erst im Downton (Höchstes Silur bis tiefstes Devon, CRAIG, 1970; HARLAND et al., 1982), für die Norwegischen Kaledoniden ebenfalls im Devon erreicht (LOESCHKE, 1977). Im alpinen Paläozoikum herrschte im Vergleichs-Zeitraum Dehnungstektonik.

Es wäre daher empfehlenswert, die Ereignisse im alpinen Paläozoikum als eigenständige Entwicklung zu sehen. Sollte sich eine Position des Ostalpins am Nordrand Gondwanas bewahrheiten (SMITH et al., 1982), so wäre die zu erwartende basale Diskordanz zwanglos als Panafrikanisch zu erklären. Dies gilt gleichermaßen für das «Kaledonische thermische Ereignis», für das gegebenenfalls der Name «Panafrikanisches Ereignis» in Frage käme, falls die Fortführung der STILLE'schen Phasenlehre im Zeitalter der Plattentektonik noch als sinnvoll erscheint.

### Verdankungen

Die ausführlichen Geländearbeiten waren nur aufgrund der finanziellen Unterstützung der Arbeitsgruppe durch die Geologische Bundesanstalt Wien möglich. Die Deutsche Forschungsgemeinschaft förderte über drei Jahre die Untersuchungen zum basischen Vulkanismus im Rahmen einer Sachbeihilfe.

### Literaturverzeichnis

- COLINS, E., HOSCHEK, E. und MOSTLER, H. (1980): Geologische Entwicklung und Metamorphose im Westabschnitt der Nördlichen Grauwackenzone unter besonderer Berücksichtigung der Metabasite. Mitt. österr. geol. Ges., 71/72, 343–378.
- CRAIG, G. Y. (1970): The Geology of Scotland. 556 p., Oliver and Boyd, Edinburgh.
- DICKINSON, W. R. and SUCZEK, C. A. (1979): Plate tectonics and sandstone composition. Bull. amer. Assoc. Petroleum Geol., 63/12, 2164–2182.
- FISHER, R. V. and SCHMINCKE, H.-U. (1984): Pyroclastic Rocks. 472 S., Springer, Berlin.
- FRISCH, W., NEUBAUER, F. and SATIR, M. (1984): Concepts of the evolution of the Austroalpine basement complex (Eastern Alps) during the Caledonian-Variscan cycle. Geol. Rdsch., 73/1, 47–68.
- HÖLL, R. and MAUCHER, A. (1976): The strata-bound ore deposits in the Eastern Alps. In: WOLF, K. H. (ed.): Handbook of strata-bound and stratiform ore deposits, 1–36, Elsevier, Amsterdam.
- HARLAND, W. B., COX, A. V., LLEWELLYN, P. G., PICKTON, C. A. G., SMITH, A. G. and WALTERS, R. (1982): A geologic time scale, 131 p., Cambridge University Press, Cambridge.
- HEINISCH, H. und SCHMIDT, K. (1976): Zur kaledonischen Orogenese in den Ostalpen. Geol. Rdsch., 65, 459–482.
- HEINISCH, H. (1981): Zum ordovizischen «Porphyroid»-Vulkanismus der Ost- und Südalpen – Stratigraphie, Petrographie, Geochemie. Jb. Geol. B.-A., 124/1, 1–109.
- HEINISCH, H. (1986): Die Geologie der Nördlichen Grauwackenzone zwischen Kitzbühel und Zell am See und ihre Bedeutung für die Rekonstruktion der altpaläozoischen Geodynamik des Ostalpenraumes. Unveröff. Habilitationsschrift, Fak. f. Geowiss. Univ. München, 291 S., München.
- HEINISCH, H., SCHMIDT, K. und SCHUH, H. (1983): Zur geologischen Geschichte des Gailtal-Kristallins im unteren Lesachtal westlich von Kötschbach-Mauthen (Kärnten, Österreich). Jb. Geol. B.-A., 126, 477–486.
- HEINISCH, H., SPRENGER, W. und WEDDIGE, K. (1987): Neue Daten zur Altersstellung der Wildschönauer Schiefer und des Basaltvulkanismus im ostalpinen Paläozoikum der Kitzbüheler Grauwackenzone (Österreich). Jb. Geol. B.-A., 130, 163–173.
- KASANEWICH, E. R., HAVSKOV, J. and EVANS, M. E. (1978): Plate tectonics in the Phanerozoic. Canad. J. Earth Sci., 15, 919–955.
- KOLMER, H. (1978): Die Verteilung von Ti, Sr, Y und Zr in spilitischen Gesteinen der Steiermark. Mitt. natw. Ver. Steiermark, 108, 31–43.
- LOESCHKE, J. (1977): Kaledonischer eugeosynklinaler Vulkanismus Norwegens und der Ostalpen im Vergleich mit rezentem Vulkanismus unterschiedlicher geotektonischer Positionen: Eine Arbeitshypothese. Z. dtsch. geol. Ges., 128, 185–207.
- LOESCHKE, J. (1985): Geochemistry of acidic volcanic clasts in Silurian conglomerates of the Midland Valley of Scotland: Implications on the Caledonian orogeny. Geol. Rdsch., 74/3, 537–546.
- MAVRIDIS, A. und MOSTLER, H. (1970): Zur Geologie der Umgebung des Spielberghorns mit einem Beitrag über die Magnesitvererzung. Festbd. Geol. Inst. 300 J.-Feier Univ. Innsbruck, 523–546, Innsbruck.
- MIDDLETON, G. V. and HAMPTON, M. A. (1973): Mechanics of flow and deposition: I. Turbidites and deep water sedimentation. SEPM Pacific Short Course, 1–38, Los Angeles.
- MOSTLER, H. (1968): Das Silur im Westabschnitt der Nördlichen Grauwackenzone (Tirol und Salzburg). Mitt. Ges. Geol. u. Bergbaustud. Wien, 18, 89–150.
- MOSTLER, H. (1970): Struktureller Wandel und Ursachen der Faziesdifferenzierung and der Ordoviz/Silur-Grenze in der Nördlichen Grauwackenzone (Österreich). Festbd. Geol. Inst. 300 J.-Feier Univ. Innsbruck, 507–522, Innsbruck.
- MOSTLER, H. (1984): Erfassung basischer Massengesteine im Raum Mittersill – Zell am See – Salzburg. Arch. f. Lagerst. forsch. Geol. B.-A., 5, 105–115.
- NEUBAUER, F. (1985): Eine präoberordovizische Transgression in der Grauwackenzone (Ostalpen) und ihre Bedeutung für paläozoische Geodynamik und alpidischen Deckenbau. N. Jb. Geol. Paläont. Mh., 1985, 46–64.
- OBERHAUSER, R. (ed., 1980): Der Geologische Aufbau Österreichs. XIX+699 S., Springer, Wien.
- PETTJOHN, F. J. (1949): Sedimentary Rocks. 526 p., Harper and Brother, New York.
- SÖLLNER, F. und HANSEN, B. T. (1987): «Pan-afrikanisches» und «kaledonisches» Ereignis im Ötztal-Kristallin der Ostalpen: Rb-Sr- und U-Pb-Altersbestimmungen an Migmatiten und Metamorphiten. Jb. Geol. B.-A., 130/4, 529–569.
- SASSI, F. P. e ZANFERRARI, A. (1972): Il significato geologico del Complesso der Thurntaler (Pusteria), con particolare riguardo alla successione di eventi metamorfici prealpini nel basamento austriaco dell'Alpi Orientali. Boll. Soc. geol. ital., 91, 533–557.
- SASSI, F. P., ZANFERRARI, A. and ZIRPOLI, G. (1974): Some considerations on the South-Alpine basement of the Eastern Alps. N. Jb. Geol. Paläont. Mh., 10, 609–624.
- SCHÖNLAUB, H. P. (1979): Das Paläozoikum in Österreich. Abh. Geol. B.-A., 33, 124 S.
- SCHLAEGEL, P. (1988): Geotektonische Neuinterpretation des basischen Magmatismus der Nördlichen Grauwackenzone, Ostalpen – ein Überblick. Schweiz. mineral. petrogr. Mitt. 3/68, 419–432.

- SCHMIDT, K. (1976): Das «kaledonische Ereignis» in Mittel- und Südwesteuropa – KOSSMAT-Symposium 1974. Nova acta Leopoldina, 224, Halle.
- SMITH, A. G., HURLEY, A. M. und BRIDEN, J. C. (1982): Paläokontinentale Weltkarten des Phanerozoikums. 102 S., Enke, Stuttgart.
- TOLLMANN, A. (1973): Grundprinzipien der alpinen Deckentektonik. XXIII+404 S., Deuticke, Wien.
- WALKER, R. G. and MUTTI, E. (1973): Turbidite facies and facies associations. SEPM Pacific short course. 119–158, Los Angeles.
- ZIEGLER, P. A. (1982): Geological Atlas of Western and Central Europe. 130 p., Shell, The Hague.
- Manuskript eingegangen 19. April 1988, Manuskript angenommen 18. Mai 1988.