

STRUKTURELLER WANDEL UND URSACHEN DER FAZIESDIFFERENZIERUNG AN DER ORDOVIZ/SILUR-GRENZE IN DER NÖRDLICHEN GRAUWACKENZONE (ÖSTERREICH)

von

Helfried MOSTLER*

*Herrn Univ.-Prof. Dr. Andreas Thurner, Graz,
zum 75. Geburtstag gewidmet*

S u m m a r y : The "Nördliche Grauwackenzone" represents a partial trough of an originally Caledonian geosyncline whose eugeosynclinal filling (sediments and initial magmatites) of Ordovician age was uplifted at the turn from Ordovician – Silurian.

By the interference of the Taconian phase the partial basin still in the pre-Flysch stage was thus prematurely disturbed in its geosynclinal development without the formation of mountain chains by folding.

According to the present classification of tectonical events this decisive interruption of the development of the Geosyncline cannot be regarded neither as an Alpine-orogenic nor an epigenetic phase. It is considered as an intermediate phase between an Alpine-orogenesis and an increased epigenesis (tectogenesis).

The extrusion of acid magmas which took place immediately after the uplift and can be traced throughout the entire "Grauwackenzone" is also still related to the Caledonian phases, however, sharply divided from initial magmatism; on the contrary a causal relation to the numerous granitoids of that age is taken into consideration.

The effusion of the acid magmas (ignimbrites) created an extensive rigid platform which was broken up by an intense syndimentary block faulting. This process led to the formation of a new Geosyncline (the actual Variscian Geosyncline) which was filled by shallow water sediments, with the block faulting representing a controlling factor of the considerable facies differentiation of the Llandovery and the Lower Wenlock.

* Anschrift des Verfassers: Univ.-Doz. Dr. Helfried Mostler, Institut für Geologie und Paläontologie der Universität Innsbruck, Universitätsstraße 4/II, A-6020 Innsbruck.

Diese Arbeit wurde durch die großzügige Unterstützung der österreichischen Nationalbank (Jubiläumsfond) ermöglicht.

Inhalt:

1. Einleitung
2. Eugeosynkinal-Stadium
3. Heraushebung der Geosynkinalfüllung (takonische Phase)
4. Saurer Vulkanismus (Ignimbrite)
5. Synsedimentäre Bruchtektonik
6. Faziesdifferenzierung
7. Zusammenfassung
Literaturnachweis

1. Einleitung:

Seit 1964 ist der Westabschnitt der Grauwackenzone Gegenstand conodontenstratigraphischer Untersuchungen, verbunden mit einer lithologisch-faziellen Analyse. 1968 gab der Verfasser eine erste Übersicht über die chronologische Einordnung der Sedimente des Ordoviziums und Silurs bzw. über das Wechselspiel von Vulkanismus und Sedimentation. In den letzten 2 Jahren wurden eine Reihe neuer Daten zusammengetragen, die in den folgenden zitierten Arbeiten ihren Niederschlag fanden (AL-HASANI, N. & H. MOSTLER 1969, BAUER, K.F., H. LOACKER & H. MOSTLER 1969, MAVRIDIS, A. & H. MOSTLER 1971 und EMMANUILIDIS, G. & H. MOSTLER 1971).

Es wird daher der Versuch unternommen mit Hilfe aller bisher gewonnenen Daten den Werdegang der variszischen Geosynklinale im Teilabschnitt der Nördlichen Grauwackenzone nachzuspüren. Ein besonderes Anliegen war es, den tieferen Ursachen des Strukturwandels und der plötzlich auftretenden Faziesdifferenzierung nachzugehen.

Jede Geosynklinale hat seine eigene Geschichte; damit soll zum Ausdruck gebracht werden, daß jede Geosynklinale einen ganz speziellen Werdegang durchmacht und somit die Erstellung eines Geosynkinal-Modelles auf enorme Schwierigkeiten stößt; wir sind auch heute von einem solchen noch weit entfernt. Es lassen sich zwar schon viele gemeinsame Züge erkennen, doch bevor wir zu einer Verallgemeinerung schreiten, müssen wir noch viele Geosynkinalen und Teiltröge vom Anbeginn (Absenkung, Sedimentationsgeschichte bis zur letzten Auffaltung bzw. Konsolidierung) bis zum völligen Ausklingen der die Geosynkinalfüllung heraushebenden Kräfte im einzelnen verfolgen.

Für die alpine Geosynklinale hat J. AUBOUIN 1965 ein Modell erstellt, das wiederum streng genommen ein Modell für bestimmte Fälle des mediterranen Troges darstellt. Viele Teiltröge aber mit ihren Schwellen und Randbereichen haben eine eigenständige Entwicklung mitgemacht; so z.B. verschiedenzeitiges Einbeziehen bestimmter Sedimentationsräume in das Geosynkinalstadium, wie dies R. TRÜMPY (1965:5) aufzeigt.

Wenn auch das Modell von J. AUBOUIN 1965 nicht auf alle Teiltröge der Tethys übertragen werden kann – A. TOLLMANN (1968:214) zeigt wie Fehl am Platz die Zuordnung der Nördlichen Kalkalpen zur Miogeosynklinale ist und stellt der Mio- und Eugeosynklinale eine weitere von ihm Aristogeosynklinale genannte gegenüber, die eine vermittelnde Rolle zwischen beiden spielt, – so zeigt es eine Reihe allgemeiner Leitbilder, die man immer wieder, wenn auch in modifizierter Weise in der alpinen Geosynklinale finden kann.

Auf keinen Fall darf man das am Beispiel der Tethys erarbeitete Modell etwa auf kaledonische bzw. variszische Geosynklinalen übertragen, denn auch die Geosynklinalen haben eine Evolution mitgemacht, wie z.B. Änderung der Qualität der eugeosynklinalen Sedimente etc. Unabhängig von dieser im Laufe der letzten 600 Mill. Jahre durchgemachten Entwicklung der Geosynklinalen blieb der initiale Magmatismus; er ist allerdings abhängig von der Art der Absenkung des Beckens, von der Sedimentmächtigkeit, Kontinuität der Sedimentation und von einschneidenden Störungen des innergeosynklinalen Geschehens, wie z.B. plötzliches Einsetzen größerer Hebungen (A. PILGER 1951). J. AUBOUIN (1965:151) hat den geosynklinalen Magmatismus z.T. recht einseitig beleuchtet und zwar hat er speziell die so typischen Ophiolithe der Tethys mit ihrer gesamten Ausscheidungsfolge (vom Peridotit bis zum Spilit mit Pillow-Struktur) dargestellt. Daß diese Art von initialen Magmatismus nicht ohne weiteres auf andere Orthogeosynklinalen übertragen werden darf, wird im folgenden vom Verfasser am Beispiel der Nördlichen Grauwackenzone aufgezeigt.

2. Eugeosynklinal-Stadium:

Die etwa 1000 m mächtigen Wildschönauer Schiefer mit ihren basischen synsedimentären, vulkanischen Einschaltungen stellen eine typisch eugeosynklinal Ablagerung dar. Soweit unsere stratigraphischen Aussagen bisher gediehen sind, handelt es sich um ordovizische Schichtfolgen; oberkambrisches Alter ist zwar unwahrscheinlich, aber nicht mit Sicherheit auszuschließen.

Betrachten wir zunächst die Sedimente. Es handelt sich hierbei vorwiegend um Tonschiefer, untergeordnet Einschaltungen von gröberklastischen (Sandfraktion) Lagen, die nahezu 1/4 der gesamten Sedimentfolge ausmachen können.

a) Tonschiefer:

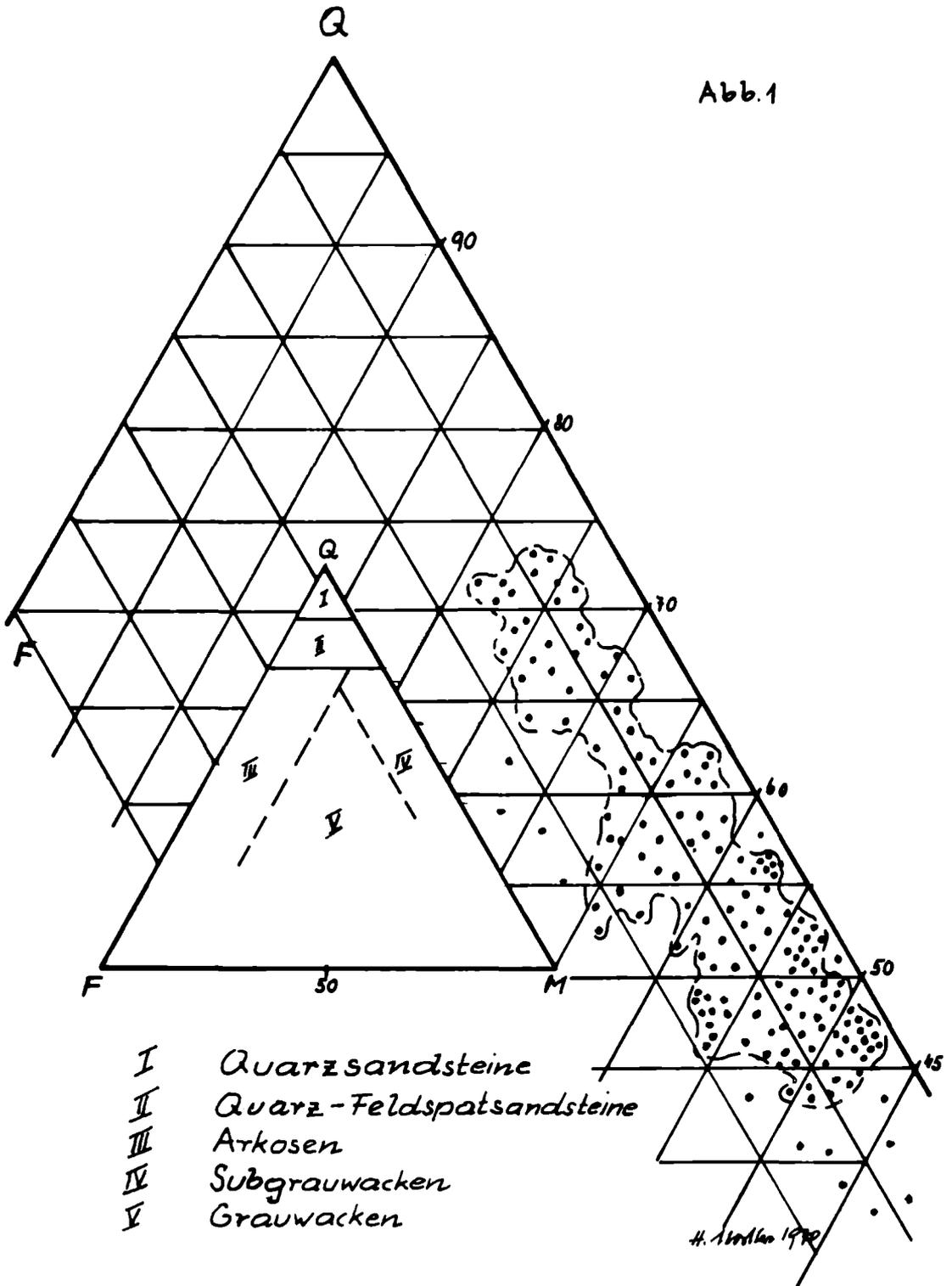
Sie setzen sich aus nahezu 50–70 % Tonmineralien bzw. deren Umwandlungsprodukte zusammen. Serizit (Illit und Hydromuskovit), Chlorit. Die restlichen 30–50 % werden von Quarz und siltischer Korngröße und etwas Feldspat zusammengesetzt. An Schwermineralien finden sich nach Häufigkeit aufgezählt Zirkon (stets vorherrschend), Turmalin und Apatit (wobei einmal der eine, einmal der andere vorherrscht), sowie Rutil.

Der Mineralbestand bleibt durch die 800–1000 m Sediment recht konstant. Änderungen treten nur quantitativ auf.

b) Subgrauwacken:

Bei den gröberklastischen Einschaltungen (Sandfraktion) handelt es sich nahezu ausschließlich um Subgrauwacken. Es wurden über 200 Dünnschliffe integriert und zwar aus den verschiedensten Niveaus der Wildschönauer Schiefer in den Raum Salzburg (Bischofshofen) bis nach Schwaz in Tirol. Die Werte wurden alle in das Diagramm von G. HUCKENHOLZ 1963 (siehe Abb. 1) eingetragen. Daraus kann man deutlich die über 90%-ige Besetzung des Subgrauwackenfeldes erkennen; nur wenige Proben stellten sich als Quarz-Feldspatsandsteine heraus. Die von H. MOSTLER (1968:124) im Feld der Arkosen und Grauwacken eingetragenen Daten stammen, wie es sich später herausstellte, von

Abb.1



tuffogen beeinflussten Sedimenten. Die Mächtigkeit der Subgrauwackenbänke schwankt zwischen 3 cm und 5 m, wobei letzter Wert ein absolutes Maximum darstellt.

Was das Gefüge betrifft, so ist weder eine Kornsortierung noch eine Schichtung angedeutet. Die einzelnen Komponenten sind eckig bis kantengerundet, etwa gleich groß und schwimmen in einer Matrix, die vollkommen denen der Tonschiefer entspricht. Die Komponenten setzen sich aus Quarz und Feldspat zusammen. Der Quarz wurde bisher nicht genauer untersucht (einschlußfreie Quarze, einschlußführende Quarze, Quarze mit starker Trübung und verzahnte Quarzkornaggregate, alle ± undulös könnten weitere Informationen liefern).

Die Feldspäte lassen sich vorwiegend in Plagioklase (stets polysynthetisch verzwilligte Albite bis Oligoalbite) und Kalinatron-Feldspäte aufgliedern. Letztere wiederum setzen sich aus Mikroklin mit flauer und scharfer Gitterung, aus Perthit (Spindel- bis Aderperthit) und schachbrettalbitisierten Feldspäten zusammen.

Der Schwermineralgehalt entspricht in der Häufigkeit völlig denen der Tonschiefer.

Der Verfasser ist sich bewußt, daß dies noch keine sedimentpetrographische Analyse darstellt, sind diese Untersuchungen zunächst oft nur testweise durchgeführt worden, um zu einem raschen Überblick über einen derart großen Raum zu gelangen. Für unsere Betrachtungen genügen diese Daten aber durchaus. Wir können damit doch nachweisen, daß es sich bei den klastischen Sedimenten der Wildschönauer Schiefer (ordovizischen Alters) um sehr einheitliche nicht weiter differenzierte Sedimente handelt. Das Hinterland muß also ein durch lange Zeit anhaltendes, recht einheitlich aufgebautes Einzugsgebiet gestellt haben. Der ± rhythmische Wechsel von feinklastischen und grobklastischen Sedimenten wird durch die Einschaltung basischer Magmatite gestört bzw. örtlich kurzzeitig unterbrochen.

c) basische und ultrabasische Magmatite (initialer Magmatismus):

Für den Großteil der vulkanischen Einschaltungen ist ein mit den Sedimenten gleichzeitiger Ablauf gesichert, so z.B. belegbar durch Übergänge von Spilite in Spilituffe, Spilituffite, Wildschönauer Schiefer. Die Spilite und Diabase bzw. deren verwandte Vulkanite, also besonders die gabbrostämmigen Effusiva herrschen bei weitem vor und nehmen im Durchschnitt 30 % des Wildschönauer Schieferkomplexes ein. Untergeordnet treten auch Typen auf, die in Richtung Keratophyr gehen und damit bereits einen intermediären z.T. schon sauren Einschlag aufweisen.

Betrachten wir das Verhältnis der Tuffe zu den "intrusiven" Diabasen, so herrschen die Tuffe im Kitzbühler Raum bei weitem vor; Laven treten stark zurück, worauf auch das Fehlen von Pillows zurückgehen dürfte; meist sind es, wenn tatsächlich Laven vorliegen, verschieferte Spilite.

Ganz anders liegt allerdings das Verhältnis Lagergänge zu Laven im Gebiet zwischen Saalfelden und Zell am See; dort treten über 80 % Laven auf, die bis 250 m Mächtigkeit erreichen. Diese wiederum wurden nur selten von Sills durchschlagen, die außerdem recht geringmächtig sind (5–10 m mächtig). Durch den Nachweis von Pillows* konnte ein

* Die Pillows, welche übrigens die ersten aus der Grauwackenzone sind, entdeckte Herr Dr. Riehl-Herwirsch anlässlich einer gemeinsamen Begehung.

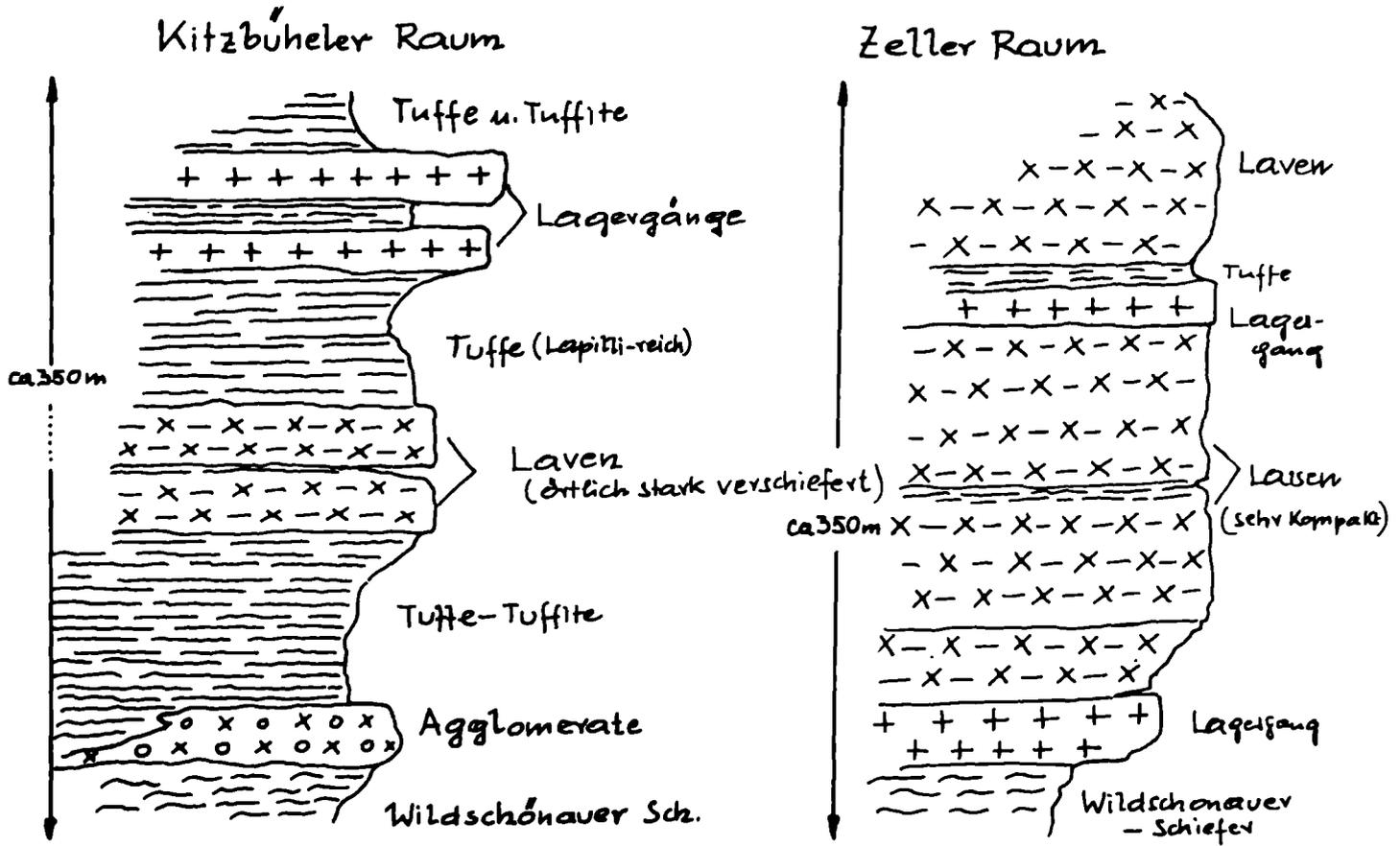


Abb.2

weiterer Beleg eines zeitgleichen Ablaufes von Sedimentation und Magmenförderung im submarinen Bereich erbracht werden.

Die "intrusiven" Diabase sind vorwiegend als Lagergänge in das Tufffolge z.T. in die Laven eingedrungen und allmählich erstarrt (oft sehr grobkörnige Typen). Die Sills sind selten über 20 m mächtig (eine Ausnahme bildet ein 60 m mächtiger Sill im Hartsteinwerk Kitzbühel), können sich aber in einem Grüngesteinsprofil mehrmals wiederholen (Abb. 2). Die Tuffe, die z.T. mit richtigen Explosionsprodukten (Agglomeraten) wechsellagern, halten oft mehrere km an, die Lagergänge hingegen zeigen eine weit geringere laterale Verbreitung. Wichtig sind die Agglomerate, denn sie liefern die einzigen Zeugen über den Geosynklinalboden, der uns sonst in der gesamten Grauwackenzone nirgends zugänglich ist. Es fanden sich vor allem Amphibolite und Granathornblendegneise.

Vorherrschend treten die aus einem gabbroiden Magma ableitbaren Vulkanite auf, seltener sind Ultrabasite wie Serpentine den Wildschönauer Schiefen zwischengeschaltet. Für einen Teil der Serpentine ist nachgewiesen, daß es sich um Gabbros handelte, die serpentinisiert wurden. F. ANGEL 1955 nimmt an, daß sich in den Serpentin Pikrite verbergen. Über die Ultrabasite der Grauwackenzone, speziell die der Umgebung von Hopfgarten läuft derzeit eine petrologische Untersuchung von Frau Dr. Ch. Miller, Institut für Mineralogie und Petrographie Innsbruck.

Daß die intermediären Typen wie Keratophyr-Spilit, Keratophyre, z.T. sogar Typen mit noch stärkeren sauren Einschlag dem basischen eugeosynklinalen Vulkanismus (zur ordovizischer Zeit) angehören und nichts mit dem an der Wende Ordoviz/Silur aufgedrungenen sauren Laven zu tun haben, belegt ein Lagergang, innerhalb des Hartsteinwerkes Kitzbühel aufgeschlossen. Der etwa 60 m mächtige Lagergang zeigt eine Differentiation, die vom Pyroxenit bis zum Keratophyr-Spilit reicht. Das in diesem Fall als Keratophyr-Spilit bezeichnete Gestein weist örtlich einen primären Quarzgehalt auf, der 10 % sogar übersteigt, und damit etwa in Richtung Plagiophyr (F. RONNER 1963:63) tendiert. Der Durchschnittstypus der Keratophyr-Spilit setzt sich aus etwa 30 % Plagioklas (Albite), 45 % Kalinatron-Feldspat, 15 % Quarz-Feldspatverwachsung, 5 % Quarz und 5 % opaken Mineralen zusammen, wobei ein graphisches Implikationsgefüge von Quarz und Kalinatron-Feldspat ein sehr charakteristisches und konstantes Merkmal darstellt. Auch die sich nur aus Albiten zusammensetzenden Gesteine (= Albitite) sind ein Endprodukt einer Differentiationsreihe, die von Proterobasen über Diabas-Spiliten und Albit-Diabasen führt; sie müssen ebenso von den sauren Vulkaniten, den Quarzporphyren, zeitlich wie genetisch streng auseinandergehalten werden.

Fassen wir die Grüngesteine der Grauwackenzone zur Zeit des Ordoviziums zusammen, so haben wir es mit einem Spektrum zu tun, das von Serpentin über Pyroxeniten, Gabbros, Proterobasen, Proterobas-Spiliten, Diabas-Spiliten, Spiliten, Keratophyr-Spiliten, Keratophyren, Albititen reicht. Eine ausführliche Beschreibung über den Mineralbestand der Diabase findet sich bei F. ANGEL 1955, K. F. BAUER, H. LOACKER & H. MOSTLER 1969.

Betrachten wir rückblickend das über dem eugeosynklinalen Abschnitt zusammengetragene Beobachtungsmaterial und versuchen dieses zu interpretieren, so müssen wir davon ausgehen, daß möglicherweise im höheren Kambrium, eher aber im tieferen Ordovizium sich ein Teilbecken herauszubilden begann, das sich rasch vertiefte, in dem schon im Frühstadium, noch während der Absenkung der Geosynklinalen, ein Vulkanismus

einsetzte, der im mittleren bis höheren Ordovizium bereits seinen Höhepunkt erreichte, diesen z.T. schon überschritt.

Die an sich rhythmisch ablaufende Sedimentation (Tonschiefer und Subgrauwacken in Wechsellagerung, wobei die Tonschiefer als feinkörniges Äquivalent der Subgrauwacken in Anlehnung an W.C. KRUMBEIN & L. SLOSS (1956:368) aufgefaßt werden, die während des gesamten Eugeosynkinalstadiums gleich blieben, was wiederum auf konstant gleichförmig physisch geographische Verhältnisse des Einzugsgebietes hinweist) wurde nur durch die Förderung basischer Magmatite und deren Abkömmlinge unterbrochen. Die Äußerungen der eindeutig submarin belegten Magmatite waren nur örtlich, nicht aber zeitlich unterschiedlich abgelaufen. Auf der einen Seite vorherrschend die ejektive Phase (Kitzbühler Raum), auf der anderen Seite die effusive Phase (Zeller Raum), wobei die nachdringenden ("intrusiven") Magmen speziell innerhalb der Tuffserien die Möglichkeit einer stofflichen Differenzierung hatten (Differentiationsspektrum von Pyroxeniten bis Keratophyr-Spiliten). Nachdem jede gravitative Kristallisationsdifferentiation eine mehr oder minder ungestörte Phase durchläuft, – in unserem Falle war es etwa zu Beginn des höheren Ordoviziums – dürfte die Ausgestaltung der Geosynklinale bereits ein Maximum erfahren haben. Die Ablagerung von 1000 m (Sediment und Vulkanite zusammen) im Becken ist verhältnismäßig gering; von einer Auffüllung der Geosynklinale kann daher nicht die Rede sein; es fehlen aber auch jegliche Hinweise auf Flachwasserablagerungen, wie sie etwa aus den Karnischen Alpen (H. SCHÖNLAUB 1970) oder aus der Magdalensberg Serie (G. RIEHL-HERWIRSCH 1970)* zur Zeit des höheren Ordoviziums bekannt gemacht wurden. Die Unterbrechung des eugeosynkinalen Zustandes, die subaerische Förderung von sauren Magmen kann nur durch eine Heraushebung, wie sie im folgenden diskutiert wird, eine Erklärung finden.

3. Heraushebung der Geosynklinalfüllung:

Mit dem Ende des Ordoviziums kam es zu einer gewaltigen Störung der noch nicht lange bestehenden Geosynklinale. Der nur teilweise mit den Sedimenten und Vulkaniten erfüllte eugeosynklinale Teiltrog wurde herausgehoben und gelangte damit außerhalb des Sedimentationsbereiches (siehe Abb. 3). Eine weitere Folge der abrupten Heraushebung war die Unterbindung der basischen Magmenförderung.

Die Ursache dieser strukturellen Umgestaltung kann nur in einer starken Äußerung der takonischen Phase gesehen werden. Auswirkungen einer solchen innerhalb der Ostalpen bestritt man; es gab zunächst keine Hinweise hierfür. G. FLAJS (1964:376) hat die Frage nach der Zugehörigkeit des sauren Magmatismus (Porphyroid) zur kaledonischen Phase diskutiert und damit die Aufmerksamkeit um das Für und Wider einer Wirksamkeit der takonischen Phase initiiert. Mittlerweile bekannten sich dazu die im ostalpinen Paläozoikum arbeitenden Kollegen, wie es sich bei der DGG 1970 in Tübingen herausstellte. Es geht daher z.Z. vielmehr darum abzuklären, wie durchgreifend (strukturell) und wie umfassend die Äußerungen dieser Phase sich auswirkten. Während H.P. SCHÖNLAUB

* Hektographiertes Manuskript anlässlich der DDG Hauptversammlung, Oktober 1970

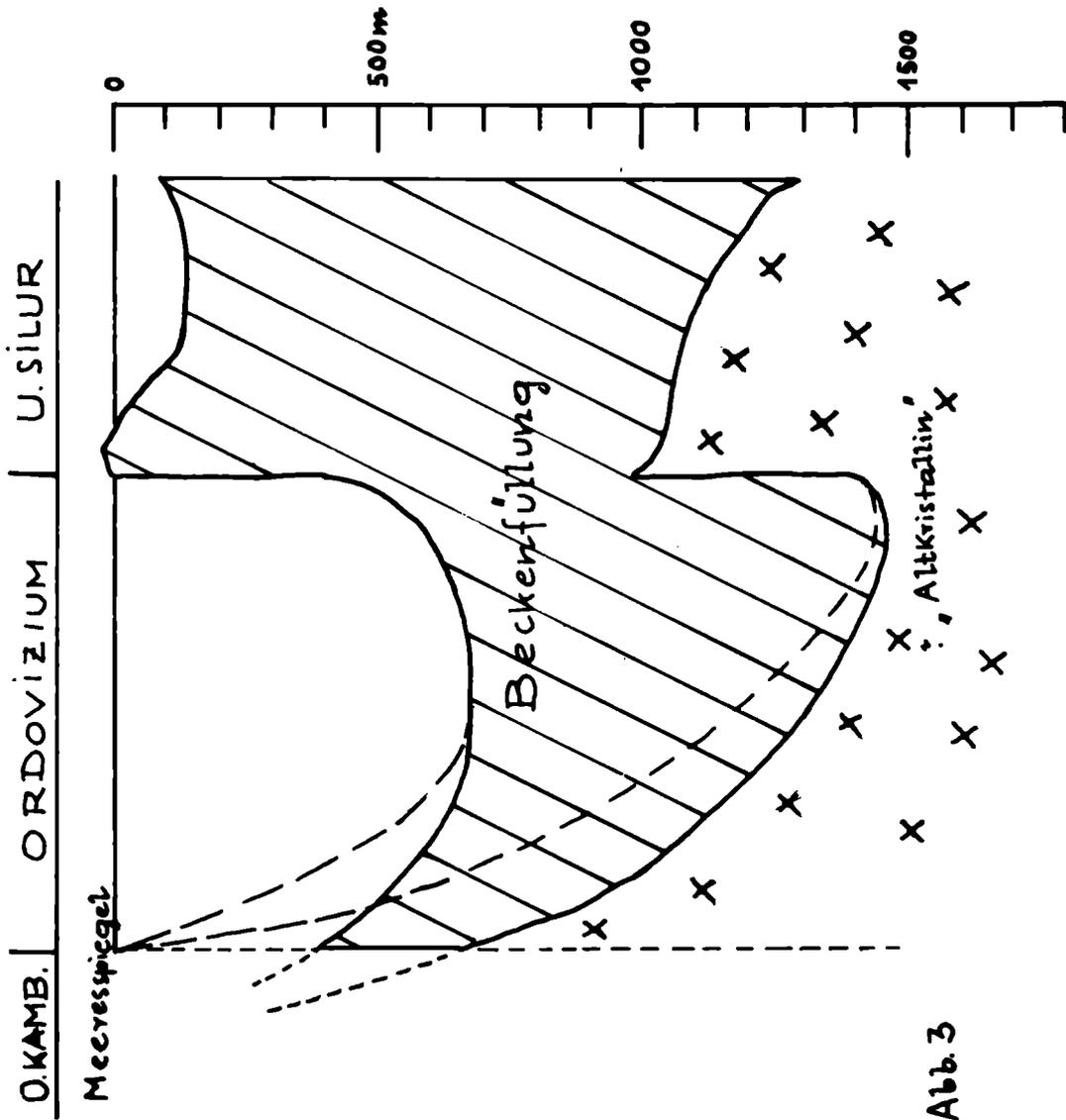


Abb. 3

(1970:35) innerhalb der Karnischen Alpen eine an die takonische Phase gebundene Bruchtektonik (synorogene Bewegungen) feststellte, wurde darüber hinaus vom Verfasser im Westabschnitt der Grauwackenzone die Heraushebung eines Teiltrogas erkannt, die einer wesentlich stärkeren Auswirkung der kaledonischen Bewegung zugeschrieben wird. Wie kann nun dieser gewaltige Eingriff in einem geosynklinalen Ablauf interpretiert werden? Zunächst sei nochmals auf den Sedimentationsraum (Eugeosynklinale) zurückgegriffen. Die Herausgestaltung dürfte im oberen Kambrium bzw. tieferen Ordovizium begonnen haben. Die Sedimentation im Wechselspiel mit dem initialen Vulkanismus gehört eindeutig dem Präflyschstadium im Sinne J. AUBOUIN's (1965 : 112) an. Dieses Präflyschstadium wurde vorzeitig unterbrochen durch das Herausbringen aus dem Sedimentationsbereich. Dies bedeutet praktisch das frühe Ende einer Geosynklinale, die wir als eine kaledonisch angelegte betrachten müssen. Der darauffolgende saure Magmatismus (wird im folgenden Kapitel noch näher behandelt) könnte damit als ein effusives Äquivalent der vielen Granite zu dieser Zeit aufgefaßt werden, womit hervorgestrichen werden soll, daß die Porphyroide, für die eine subaerische Entstehung angenommen wird, **nicht einem geosynklinalen Vulkanismus angehören**, sondern den effusiven Anteil von synorogenen oder postorogenen Granitoiden darstellen bzw. mit einem magmatischen Tiefenvorgang in Verbindung standen.

Es wird also der Versuch unternommen ein Modell zu erstellen, welches eine im Jugendstadium befindliche Geosynklinale durch Heraushebung unterbrochen sieht, ohne daß hiebei ein alpinotypes Orogen entsteht. Dieses Modell läßt erkennen, daß man es hiebei mit einem tektonischen Vorgang zu tun hat, der zwischen dem liegt, was man bisher epirogen und alpinorogen nannte, bzw. es käme z.T. dem Terminus Orogenese von H. STILLE 1924 nahe. Der Verfasser sieht hiebei allerdings ein Zwischenglied, das von einer alpinotypen Orogenese zu einer "verstärkten" Epirogenese, einer sogenannten Tektogenese vermittelt.

4. Saurer Vulkanismus (Ignimbrite):

Im engen Konnex mit der kaledonischen Heraushebung steht die Förderung saurer, effusiver Produkte (Quarzporphyr). Diese sauren Magmen, die im wesentlichen als Glutwolkenabsätze Platz nahmen, sind keinesfalls Differentiate der vorher aus gabbroiden Magmen ausgeschiedenen initialen Vulkanite. Dagegen spricht nicht nur ihre weitaus größere flächen- und räumliche Verbreitung sondern auch ihr einheitlicher Chemismus (stets Quarzporphyr). Vielmehr bietet sich eine Verbindung mit den so häufigen Graniten derselben Zeit in Mitteleuropa an. Hier muß wiederum auf die bereits im vorigen Kapitel angeschnittene Frage zurückgegriffen werden, nämlich die nach synorogenen bzw. postorogenen Graniten. Diese Frage scheint allerdings gar nicht so dringlich, denn wir wissen auf Grund Altersdatierungen (Vortrag von Frau Prof. Dr. E. Jaeger in Innsbruck anlässlich des Kolloquiums zur 300-Jahrfeier), daß es sehr viele Granite zu dieser Zeit gab, die nicht an ein Orogen gebunden sind. Radiometrische Altersdatierungen an Graniten des Ötztaler- und Silvretta-"Altkristallin" passen ebenso hier herein. Eine ursächliche Verbindung zwischen diesen und den Quarzporphyren der Grauwackenzone wäre gar nicht so abwegig. Auch in den eben genannten "Altkristallin"-Arealen fehlen Hinweise für

eine kaledonische Gebirgsbildung. Die Ursachen für eine weltweite Aufschmelzung der Kruste zu dieser Zeit kennen wir nicht, sie fällt gerade in den kaledonischen Zyklus. So finden wir z.B. bei WATZENAUER 1960 einen Versuch in der Richtung, daß eine im wesentlichen magmatische Fazies die orogene Entwicklung vertreten würde. Sobald wir uns mit diesen Gedanken vertraut machen, müssen wir in der kaledonischen "Orogenese" eine Sondersituation sehen und damit die Frage nach synorogen oder postorogen für die "Intrusiva" bzw. deren effusiven Derivate fallen lassen. Der Verfasser sieht daher in den Porphyroiden der Grauwackenzone ein der kaledonischen Gebirgsbildungsphase zugeordnetes, durch Hebung effusiv gewordenes Aufschmelzungsprodukt, das subaerisch in Form von Glutwolken gefordert wurde.

Für die Ignimbrinitatur, der durch die gesamte Grauwackenzone verbreiteten Porphyroide, sprechen folgende Daten: Die Porphyroide weisen eine Ausdehnung von über 250 km EW-Erstreckung und eine NS-Erstreckung von maximal 15 km auf, sie schwanken stark in ihrer Mächtigkeit, was dahingehend gedeutet werden kann, daß sie ein Relief ausfüllten. Der hohe Prozentsatz an Tuffen die alle Übergänge zu "welded tuffs" bzw. Ignimbrüten aufweisen, ist richtungsgebend. Sehr oft sind ausgeprägte eutaxitische Gefüge nachzuweisen.

Die Porphyroide treten nicht nur in der Grauwackenzone, sondern auch in den Karnischen Alpen (Plenge-Fazies) und innerhalb der Magdalensberg-Serie auf. In den Öztaler und Silvretta Kristallin finden wir eine Reihe von Graniten, wie bereits erwähnt, die nach den radiometrischen Altersdatierungen den Porphyroiden zeitgleich sind. Für sie gibt es zwei Möglichkeiten der Entstehung. Entweder sind sie auch aus Quarzporphyren hervorgegangen oder es handelte sich um eine Aufschmelzung, die in der Kruste erstarrte und keine Möglichkeit hatte effusiv zu werden. Trifft letzterer Fall zu, so könnte man in den Porphyroiden der Grauwackenzone Abkömmlinge dieser Granite sehen.

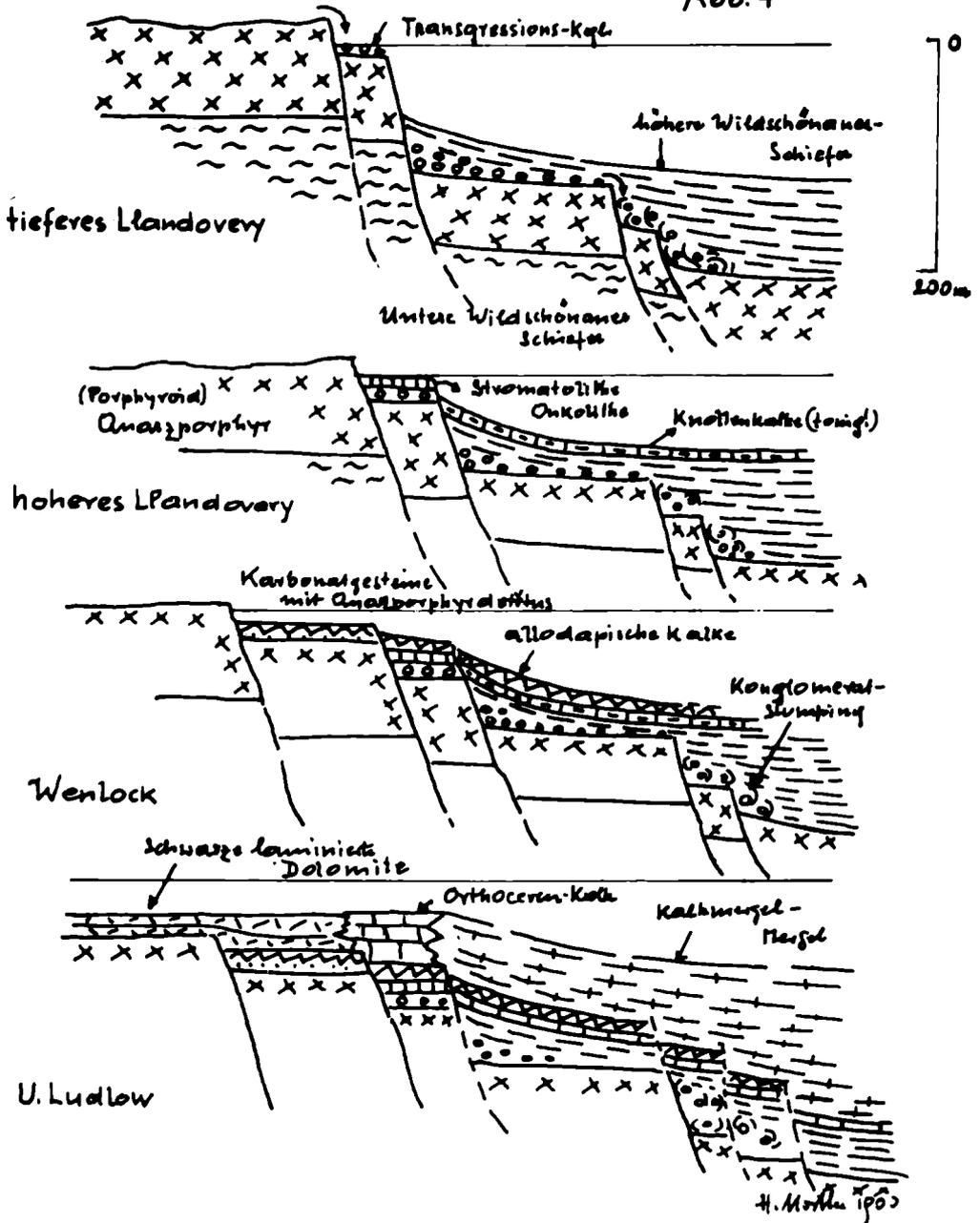
5. Syndimentäre Bruchtektonik:

Mit der Heraushebung außerhalb des marinen Einzugsbereiches und mit der Förderung saurer Magmatite entstand gerade durch letztere eine starre Platte. An dieser subaerisch aufragenden Platte wirkten sogleich exogene Kräfte (Atmosphärien), noch mehr aber endogene Prozesse, die sich in Form von Brüchen äußerten.

Mit dem Niederbrechen der an der Wende Ordoviz/Silur entstandenen Porphyrlatte ist der Startschuß für die Herausbildung eines neuen Troges gefallen, der, wie wir noch später sehen werden, im wesentlichen Flachwassersedimente aufnahm und kaum eine Meerestiefe von 200 m überschritt. Bei dieser Herausgestaltung der Geosynklinale welche schließlich die gesamten variskischen Sedimente birgt, müssen wir uns fragen, ob dieses kaledonische Intermezzo (takonische Phase) nicht gleichzeitig ein Abschluß eines verhinderten alpinorogenen Aktes ist, an dessen Stelle ein verstärkter Magmatismus und Hebungsvorgang wirkte, bzw. einen Beginn der Herausbildung der variszischen Geosynklinale (jungkaledonische Bewegungen konnten bisher innerhalb der Grauwackenzone nicht nachgewiesen werden) darstellt. Für den Fall im Westabschnitt der Grauwackenzone stellt die takonische Phase (zeitlicher Wirkungsbereich höheres Ashgill-höheres Llandovery) sowohl das Ende eines juvenil unterdrückten kaledonischen Teiltroges, als auch den Beginn eines variskischen Troges dar, dem allerdings ein früher geosynklinaler Vulkanis-

Synsedimentäre Bruchtektonik im Silur

Abb. 4



mus fehlt, ein älterer infolge Fehlens von höherem Oberdevon und Unterkarbon nicht nachweisbar ist.

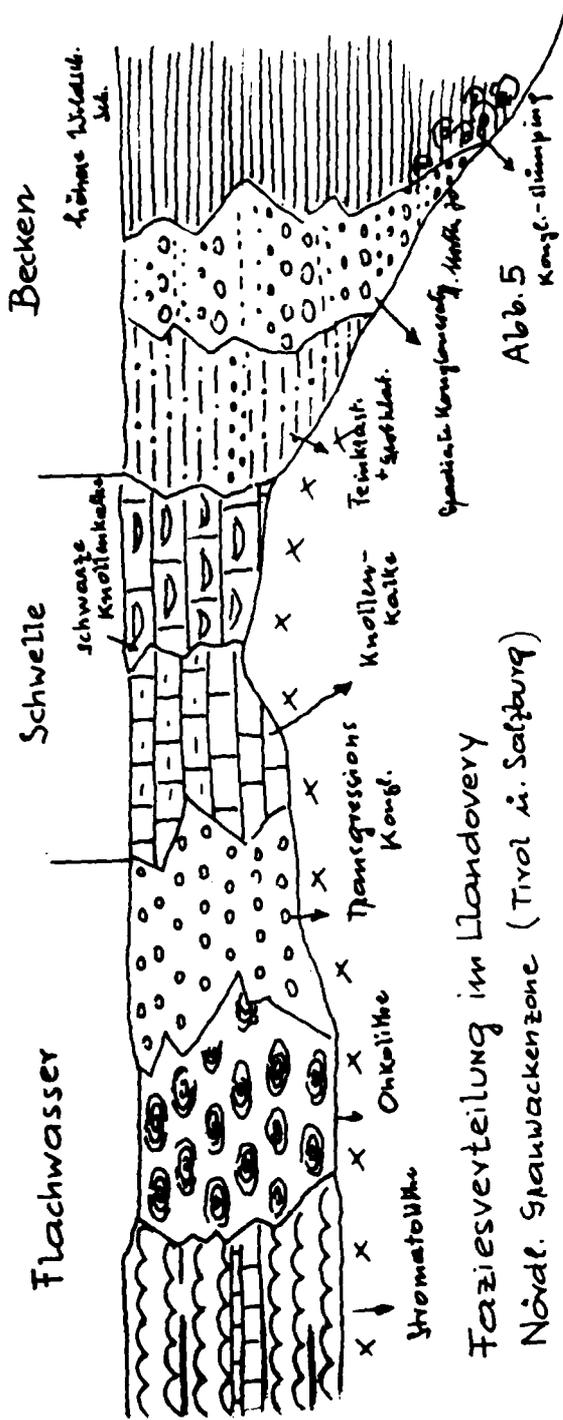
Kehren wir zur zerbrechenden Quarzporphyrplatte zurück, so müssen wir mit dem Absinken der ersten Schollen feststellen, daß bereits Aufarbeitungsprodukte vorliegen, die z.T. wenigstens als Transgressionskonglomerate gedeutet werden können. Diese Transgressionskonglomerate (Abb. 4) gelangten, durch weiteres Zerbrechen der Schollen in tiefere Bereiche und vermengten sich z.T. mit Schlamm (tonig); diese wiederum gelangten in einem weiteren Akt als "Konglomeratsslumping" in noch größere Tiefen. Dadurch erklärt sich das Nebeneinander von Beckenfazies (höhere Wildschönauer Schiefer bzw. Dientner Schiefer) und Konglomerate (mit höherem Tonanteil). Neben dem "Konglomeratsslumping" kommt es sehr häufig zum Abfahren von im Flachwasser bereitgestellten Material (es dürfte sich kaum um mehr als 100 m Höhenunterschied gehandelt haben), das sich, unten angelangt, gravitativ aussaigerte. Wir finden also gerade zur Zeit der intensiven Bruchtektonik alle Sedimente einer unruhigen Ablagerung, wie gradierte Abfolgen (von Konglomeraten bis Siltfraktion), gradierte Konglomerate, "Konglomeratsslumping" und Flaserschichtung.

Die Konglomeratzusammensetzung ist zunächst monomikt; es handelt sich um Quarzporphyrschutt, der eher den Eindruck eines subaerischen Zersatzes erweckt, in dem große nicht völlig verwitterte Quarzporphyrkomponenten stecken; allmählich werden die Konglomerate polymikter (in den höheren Horizonten), d.h. die Komponenten wurden aus einem Erosionsniveau geliefert, das bereits unter dem Quarzporphyr lag. Die vielen von Autor durchgeführten Geröllanalysen haben nicht ein einziges Fremdgestein entdecken lassen; es handelte sich durchwegs um Gesteine des Ordoviziums mit dem breiten Spektrum der Grüngesteine und dem wenig abwechselnden, eintönigen Sedimenten. Die Möglichkeit einer tiefgehenden den kristallinen Untergrund der kaledonischen Teilgeosynklinale erreichende Erosionstätigkeit war nicht gegeben. Dies wäre auch in der verhältnismäßig kurzen Zeit, die zur Verfügung stand, kaum möglich gewesen.

6. Faziesdifferenzierung:

Bedingt durch die synsedimentäre Bruchtektonik, kam es zu einer verstärkten Faziesdifferenzierung, die gerade gegenüber der einheitlichen Fazies im Ordovizium besonders ins Auge springt. Gab es im Ordovizium nur eintönige Beckensedimente, so bewirkte die das Becken herausgestaltende Bruchtektonik eine Gliederung in Flachwasser-, Schwellen- und Beckensedimente (siehe Abb. 5). Diese verstärkte Faziesdifferenzierung reicht in das höhere Llandovery bzw. tiefere Wenlock; schon im mittleren Wenlock besonders im tieferen Ludlow wird sie von einer recht einheitlich entwickelten Fazies abgelöst.

Zur Zeit des Llandovery bilden sich über den Porphyroiden bzw. über deren Aufarbeitungsprodukten im Flachwasser Kalke und Dolomite mit Stromatolithen; diese wechsellagern sowohl lateral wie vertikal mit Onkolithführenden Kalken, die wiederum mit Transgressionskonglomeraten verzahnen. Die Flachwasserkalke sind durch Conodonten der tieferen und höheren *celloni*-Zone bzw. *amorphognathoides*-Zone eindeutig korrelierbar.



Faziesverteilung im Llandoverly
Nördl. Spauwackenzone (Tirol in Salzburg)

Die Sedimente der Schwellenfazies sind durch rote bis schwarze mikritische Kieselknollenkalke, stets reich an Biogenen, charakterisiert. Sie sind äußerst geringmächtig und überschreiten 5 m Mächtigkeit nicht, ganz im Gegensatz zu den 30 m mächtigen Flachwasserkalken.

Bei den Beckensedimenten handelt es sich um graue, siltige Tonschiefer mit grobklastischen Lagen, die Gradierung, Konglomeratsslumping etc. wie bereits erwähnt, aufweisen. Im tieferen Wenlock (nicht mehr auf Abb. 5 dargestellt) treten zu den oben genannten Beckensedimenten allodapische Kalke (biogenreiche Kalkrudite bis Kalkarentite) hinzu.

Abschließend soll zur Faziesdifferenzierung noch erwähnt werden, daß erst mit der Heraushebung des eugeosynklinalen Teiltroges die Möglichkeit für günstige Lebensbedingungen, und damit eine Entfaltung der marinen Organismen gegeben war, wobei festgehalten werden muß, daß die starre Quarzporphyrplatte geradezu prädestiniert war für eine derartige Entwicklung, denn nur dort, wo Quarzporphyr als Unterlage verfügbar war, haben sich biogenreiche Karbonatgesteine gebildet; dort wo sie primär fehlten (gemeint sind die Quarzporphyre), fehlen im tieferen und mittleren Silur auch die Karbonatgesteine.

Nachdem die Quarzporphyrplatte nicht auf einmal zerbrach sondern hierfür den Zeitraum von Llandovery bis ins tiefste Ludlow benötigte, (verstärkte Zerbrechung im Llandovery und tieferen Wenlock) findet man über den Porphyroidschollen verschieden alte Sedimente (siehe Abb. 4), womit man einen Schlüssel zum Verständnis dessen besitzt, was G. FLAJS 1964:377 zunächst dazu geführt hat für das Aufdringen der Quarzporphyre eine Zeitspanne zwischen dem Ashgill und dem unteren Ludlow anzunehmen. Die Blaseneck Porphyroide (Eisenerzer Alpen) drangen zwar an der Grenze Ordoviz/Silur auf, blieben aber bis zum Beginn des unteren Ludlow in Hochlage um dann abzusinken bzw. von Sedimenten des mittleren Ludlows überlagert zu werden.

7. Zusammenfassung:

Die Nördliche Grauwackenzone stellt den Teiltrog einer zunächst kaledonisch angelegten Geosynklinale dar, deren ordovizische eugeosynklinale Füllung (Sedimente und initiale Magmatite) an der Wende Ordovizium/Silur herausgehoben wurde.

Das noch im Präflyschstadium befindliche Teilbecken wurde somit durch die verstärkt zum Ausdruck kommende takonische Phase im geosynklinalen Ablauf frühzeitig gestört, ohne daß hierbei ein Faltengebirge entstand. Dieser gewaltige Eingriff in das geosynklinale Geschehen kann nach dem derzeit bestehenden tektonischen Begriffsinventar weder einem alpin-orogenetischen Ablauf noch einem epirogenen Vorgang zugeordnet werden. In diesem Vorgang wird ein vermittelndes Ereignis zwischen einem alpin-orogen ablaufenden Akt und einer verstärkten Epirogenese (Tektogenese) gesehen.

Die der Heraushebung unmittelbar folgende Förderung von sauren Effusiven, verfolgbar durch die gesamte Grauwackenzone, wird auch noch dem kaledonischen Zyklus zugeordnet, streng getrennt vom initialen Magmatismus; vielmehr wird in ersterer eine ursächliche Verbindung mit den vielen Granitoiden zu dieser Zeit in Betracht gezogen.

Die subaerische Platznahme der sauren Magmen (Ignimbrite) schuf eine flächenmäßig weit ausgedehnte starre Platte, die durch eine verstärkte synsedimentäre Bruchtektonik zerlegt wurde. Dieser Vorgang verursachte die Herausbildung einer neuen, Flachwasser-sedimente aufnehmenden Geosynklinale (eigentliche variszische Geosynklinale), wobei die Bruchtektonik einen kontrollierenden Faktor der starken faziellen Aufspaltung während des Llandovery und tieferen Wenlock darstellte.

Literaturnachweis

- AL-HASANI, N. & H. MOSTLER: Zur Geologie der Spießnägels südlich Kirchberg (Nördliche Grauwackenzone, Tirol). – Veröff. d. Univ. Innsbruck 9, Alpenkundl. Stud. V, Innsbruck 1969.
- ANGEL, F.: Über die spilitisch-diabasische Gesteinsippe in der Grauwackenzone Nordtirols und des Pinzgaues. – Mitt. Geol. Ges. 48, Wien 1955.
- AUBOUIN, J.: Geosynclines. – Developments in Geotectonics 1, Elsevier Verlag, Amsterdam 1965.
- BAUER, F. K., H. LOACKER & H. MOSTLER: Geologisch-tektonische Übersicht des Unterpinzgaues, Salzburg. – Veröff. d. Univ. Innsbruck 13, Alpenkundl. Stud. VI, Innsbruck 1969.
- EMMANUILIDIS, G. & H. MOSTLER: Zur Geologie des Kitzbühler Horns und seiner Umgebung mit einem Beitrag über die Barytvererzung des Spielberg-Dolomites (Nördliche Grauwackenzone, Tirol). – Festschr. d. Geol. Inst. Univ. Innsbruck, Innsbruck 1971.
- FLAJS, G.: Zum Alter des Blasseneck Porphyroides bei Eisenerz (Steiermark, Österreich). – N. Jb. Geol. Pal. Mh., Stuttgart 1964.
- HUCKENHOLZ, G.: Der gegenwärtige Stand in der Sandsteinklassifikation. – Fortschr. Min. 40, 1963.
- KRUMBEIN, W. C. & L. SLOSS: Stratigraphy and Sedimentation. – Freeman and Co., San Francisco 1951.
- MAVRIDIS, A. & H. MOSTLER: Zur Geologie der Umgebung des Spielberghorns mit einem Beitrag über die Magnesitvererzung (Nördliche Grauwackenzone, Tirol). – Festschr. d. Geol. Inst. Universität Innsbruck, Innsbruck 1971.
- MOSTLER, H.: Das Silur im Westabschnitt der Nördlichen Grauwackenzone (Tirol und Salzburg). – Mitt. Ges. Geol. Bergbaustud. 18, 1967, Wien 1968.
- MOSTLER, H.: Der Westabschnitt der Nördlichen Grauwackenzone (Tirol und Salzburg). – Nachr. Deutsch. Geol. Ges., Hannover 1970.
- PILGER, A.: Die tektonischen Probleme des initialen Magnetismus. – Geol. Jb. 1949, 65, Hannover 1951.
- RONNER, F.: Systematische Klassifikation der Massengesteine. – Springer Verlag, Wien 1963.
- SCHÖNLAUB, H. B.: Die Entwicklung des Altpaläozoikums in den Karnischen Alpen. – Nachr. deutsch. Geol. Ges., Hannover 1970.
- STILLE, H.: Grundfragen der vergleichenden Tektonik. – Berlin 1924.
- TOLLMANN, A.: Bemerkungen zur faziellen und tektonischen Problemen des Alpen-Karpaten-Bogens. – Mitt. Ges. Geol. Bergbaustud. 18, 1967, Wien 1968.
- TRÖGER, W. E.: Spezielle Petrographie der Eruptivgesteine. – Berlin 1935.
- TRÜMPY, R.: Der Werdegang der Geosynklinale. – Geol. Resch. 50, 1960.
- WATZENAUER, A.: Die kaledonische Orogenese in Sachsen und Thüringen. – Internat. Geol. Congr. 21, Copenhagen 1960, Rept. Session Norden P 19.

STRUKTURELLER WANDEL UND URSACHEN DER FAZIESDIFFERENZIERUNG AN DER ORDOVIZ/SILUR-GRENZE IN DER NÖRDLICHEN GRAUWACKENZONE (ÖSTERREICH)

von

Helfried MOSTLER*

*Herrn Univ.-Prof. Dr. Andreas Thurner, Graz,
zum 75. Geburtstag gewidmet*

S u m m a r y : The "Nördliche Grauwackenzone" represents a partial trough of an originally Caledonian geosyncline whose eugeosynclinal filling (sediments and initial magmatites) of Ordovician age was uplifted at the turn from Ordovician – Silurian.

By the interference of the Taconian phase the partial basin still in the pre-Flysch stage was thus prematurely disturbed in its geosynclinal development without the formation of mountain chains by folding.

According to the present classification of tectonical events this decisive interruption of the development of the Geosyncline cannot be regarded neither as an Alpine-orogenic nor an epirogenetic phase. It is considered as an intermediate phase between an Alpine-orogenesis and an increased epirogenesis (tectogenesis).

The extrusion of acid magmas which took place immediately after the uplift and can be traced throughout the entire "Grauwackenzone" is also still related to the Caledonian phases, however, sharply divided from initial magmatism; on the contrary a causal relation to the numerous granitoids of that age is taken into consideration.

The effusion of the acid magmas (ignimbrites) created an extensive rigid platform which was broken up by an intense synsedimentary block faulting. This process led to the formation of a new Geosyncline (the actual Variscian Geosyncline) which was filled by shallow water sediments, with the block faulting representing a controlling factor of the considerable facies differentiation of the Llandovery and the Lower Wenlock.

Anschrift des Verfassers: Univ.-Doz. Dr. Helfried Mostler, Institut für Geologie und Paläontologie der Universität Innsbruck, Universitätsstraße 4/II, A-6020 Innsbruck.

Diese Arbeit wurde durch die großzügige Unterstützung der österreichischen Nationalbank (Jubiläumss-fond) ermöglicht.

Inhalt:

1. Einleitung
2. Eugeosynklinal-Stadium
3. Heraushebung der Geosynklinalfüllung (takonische Phase)
4. Saurer Vulkanismus (Ignimbrite)
5. Synsedimentäre Bruchtektonik
6. Faziesdifferenzierung
7. Zusammenfassung
Literaturnachweis

1. Einleitung:

Seit 1964 ist der Westabschnitt der Grauwackenzone Gegenstand conodontenstratigraphischer Untersuchungen, verbunden mit einer lithologisch-faziellen Analyse. 1968 gab der Verfasser eine erste Übersicht über die chronologische Einordnung der Sedimente des Ordoviziums und Silurs bzw. über das Wechselspiel von Vulkanismus und Sedimentation. In den letzten 2 Jahren wurden eine Reihe neuer Daten zusammengetragen, die in den folgenden zitierten Arbeiten ihren Niederschlag fanden (AL-HASANI, N. & H. MOSTLER 1969, BAUER, K.F., H. LOACKER & H. MOSTLER 1969, MAVRIDIS, A. & H. MOSTLER 1971 und EMMANUILIDIS, G. & H. MOSTLER 1971).

Es wird daher der Versuch unternommen mit Hilfe aller bisher gewonnenen Daten den Werdegang der variszischen Geosynklinale im Teilabschnitt der Nördlichen Grauwackenzone nachzuspüren. Ein besonderes Anliegen war es, den tieferen Ursachen des Strukturwandels und der plötzlich auftretenden Faziesdifferenzierung nachzugehen.

Jede Geosynklinale hat seine eigene Geschichte; damit soll zum Ausdruck gebracht werden, daß jede Geosynklinale einen ganz speziellen Werdegang durchmacht und somit die Erstellung eines Geosynklinal-Modelles auf enorme Schwierigkeiten stößt; wir sind auch heute von einem solchen noch weit entfernt. Es lassen sich zwar schon viele gemeinsame Züge erkennen, doch bevor wir zu einer Verallgemeinerung schreiten, müssen wir noch viele Geosynklinalen und Teiltröge vom Anbeginn (Absenkung, Sedimentationsgeschichte bis zur letzten Auffaltung bzw. Konsolidierung) bis zum völligen Ausklingen der die Geosynklinalfüllung heraushebenden Kräfte im einzelnen verfolgen.

Für die alpine Geosynklinale hat J. AUBOUIN 1965 ein Modell erstellt, das wiederum streng genommen ein Modell für bestimmte Fälle des mediterranen Troges darstellt. Viele Teiltröge aber mit ihren Schwellen und Randbereichen haben eine eigenständige Entwicklung mitgemacht; so z.B. verschiedenzeitiges Einbeziehen bestimmter Sedimentationsräume in das Geosynklinalstadium, wie dies R. TRÜMPY (1965:5) aufzeigt.

Wenn auch das Modell von J. AUBOUIN 1965 nicht auf alle Teiltröge der Tethys übertragen werden kann – A. TOLLMANN (1968:214) zeigt wie Fehl am Platz die Zuordnung der Nördlichen Kalkalpen zur Miogeosynklinale ist und stellt der Mio- und Eugeosynklinale eine weitere von ihm Aristogeosynklinale genannte gegenüber, die eine vermittelnde Rolle zwischen beiden spielt, – so zeigt es eine Reihe allgemeiner Leitbilder, die man immer wieder, wenn auch in modifizierter Weise in der alpinen Geosynklinale finden kann.

Auf keinen Fall darf man das am Beispiel der Tethys erarbeitete Modell etwa auf kaledonische bzw. variszische Geosynklinalen übertragen, denn auch die Geosynklinalen haben eine Evolution mitgemacht, wie z.B. Änderung der Qualität der eugeosynklinalen Sedimente etc. Unabhängig von dieser im Laufe der letzten 600 Mill. Jahre durchgemachten Entwicklung der Geosynklinalen blieb der initiale Magmatismus; er ist allerdings abhängig von der Art der Absenkung des Beckens, von der Sedimentmächtigkeit, Kontinuität der Sedimentation und von einschneidenden Störungen des innergeosynklinalen Geschehens, wie z.B. plötzliches Einsetzen größerer Hebungen (A. PILGER 1951). J. AUBOUIN (1965:151) hat den geosynklinalen Magmatismus z.T. recht einseitig beleuchtet und zwar hat er speziell die so typischen Ophiolithe der Tethys mit ihrer gesamten Ausscheidungsfolge (vom Peridotit bis zum Spilit mit Pillow-Struktur) dargestellt. Daß diese Art von initialen Magmatismus nicht ohne weiteres auf andere Orthogeosynklinalen übertragen werden darf, wird im folgenden vom Verfasser am Beispiel der Nördlichen Grauwackenzone aufgezeigt.

2. Eugeosynklinal-Stadium:

Die etwa 1000 m mächtigen Wildschönauer Schiefer mit ihren basischen synsedimentären, vulkanischen Einschaltungen stellen eine typisch eugeosynklinale Ablagerung dar. Soweit unsere stratigraphischen Aussagen bisher gediehen sind, handelt es sich um ordovizische Schichtfolgen; oberkambrisches Alter ist zwar unwahrscheinlich, aber nicht mit Sicherheit auszuschließen.

Betrachten wir zunächst die Sedimente. Es handelt sich hierbei vorwiegend um Tonschiefer, untergeordnet Einschaltungen von gröberklastischen (Sandfraktion) Lagen, die nahezu 1/4 der gesamten Sedimentfolge ausmachen können.

a) Tonschiefer:

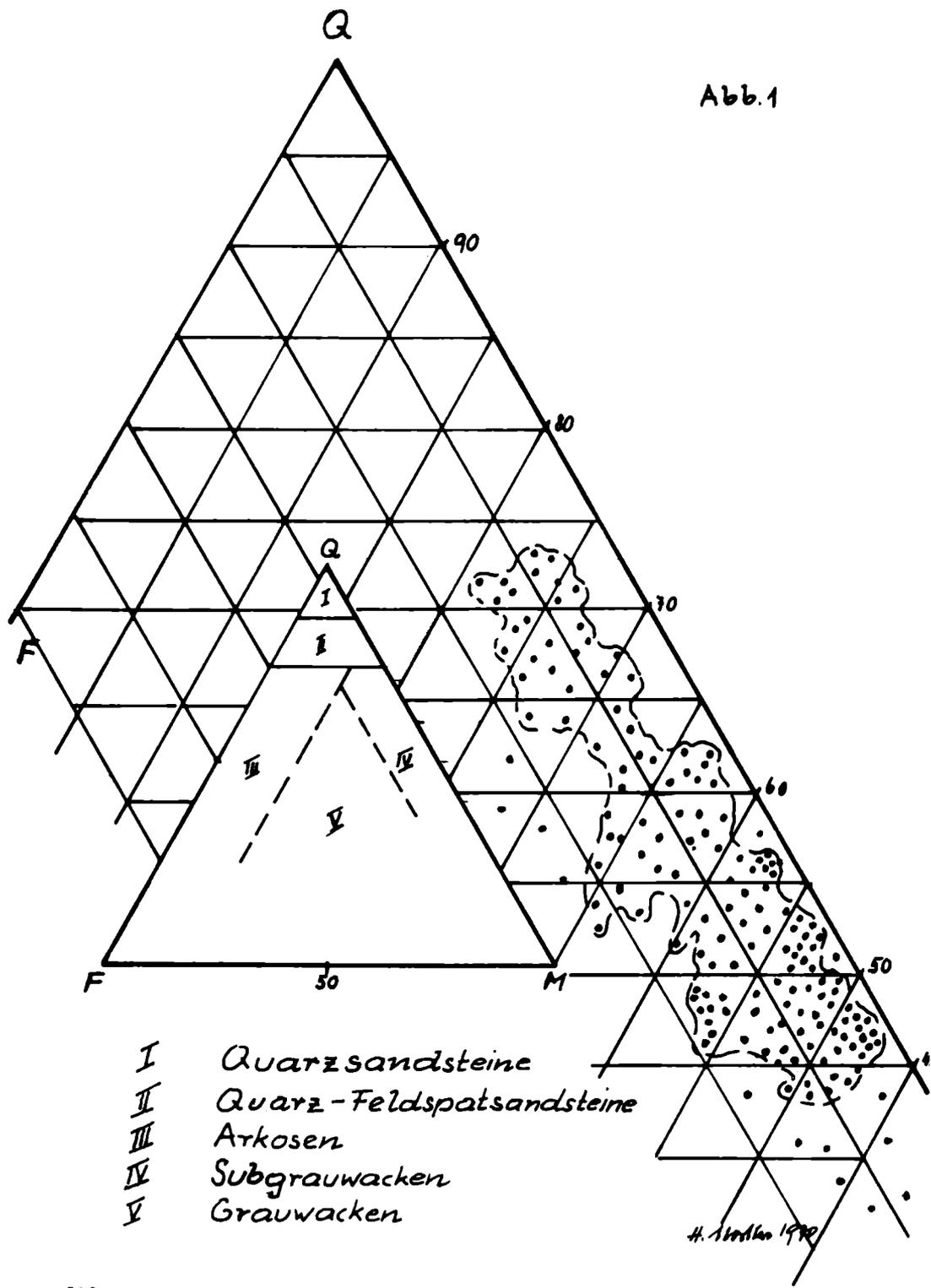
Sie setzen sich aus nahezu 50–70 % Tonmineralien bzw. deren Umwandlungsprodukte zusammen. Serizit (Illit und Hydromuskovit), Chlorit. Die restlichen 30–50 % werden von Quarz und siltischer Korngröße und etwas Feldspat zusammengesetzt. An Schwermineralien finden sich nach Häufigkeit aufgezählt Zirkon (stets vorherrschend), Turmalin und Apatit (wobei einmal der eine, einmal der andere vorherrscht), sowie Rutil.

Der Mineralbestand bleibt durch die 800–1000 m Sediment recht konstant. Änderungen treten nur quantitativ auf.

b) Subgrauwacken:

Bei den gröberklastischen Einschaltungen (Sandfraktion) handelt es sich nahezu ausschließlich um Subgrauwacken. Es wurden über 200 Dünnschliffe integriert und zwar aus den verschiedensten Niveaus der Wildschönauer Schiefer in den Raum Salzburg (Bischofshofen) bis nach Schwaz in Tirol. Die Werte wurden alle in das Diagramm von G. HUCKENHOLZ 1963 (siehe Abb. 1) eingetragen. Daraus kann man deutlich die über 90%-ige Besetzung des Subgrauwackenfeldes erkennen; nur wenige Proben stellten sich als Quarz-Feldspatsandsteine heraus. Die von H. MOSTLER (1968:124) im Feld der Arkosen und Grauwacken eingetragenen Daten stammen, wie es sich später herausstellte, von

Abb. 1



- I Quarzsandsteine
- II Quarz-Feldspatsandsteine
- III Arkosen
- IV Subgrauwacken
- V Grauwacken

tuffogen beeinflussten Sedimenten. Die Mächtigkeit der Subgrauwackenbänke schwankt zwischen 3 cm und 5 m, wobei letzter Wert ein absolutes Maximum darstellt.

Was das Gefüge betrifft, so ist weder eine Kornsortierung noch eine Schichtung angedeutet. Die einzelnen Komponenten sind eckig bis kantengerundet, etwa gleich groß und schwimmen in einer Matrix, die vollkommen denen der Tonschiefer entspricht. Die Komponenten setzen sich aus Quarz und Feldspat zusammen. Der Quarz wurde bisher nicht genauer untersucht (einschlußfreie Quarze, einschlußführende Quarze, Quarze mit starker Trübung und verzahnte Quarzkornaggregate, alle ± undulös könnten weitere Informationen liefern).

Die Feldspäte lassen sich vorwiegend in Plagioklase (stets polysynthetisch verzwilligte Albite bis Oligoalbite) und Kalinatron-Feldspäte aufgliedern. Letztere wiederum setzen sich aus Mikroklin mit flauer und scharfer Gitterung, aus Perthit (Spindel- bis Aderperthit) und schachbrettalbitisierten Feldspäten zusammen.

Der Schwermineralgehalt entspricht in der Häufigkeit völlig denen der Tonschiefer.

Der Verfasser ist sich bewußt, daß dies noch keine sedimentpetrographische Analyse darstellt, sind diese Untersuchungen zunächst oft nur testweise durchgeführt worden, um zu einem raschen Überblick über einen derart großen Raum zu gelangen. Für unsere Betrachtungen genügen diese Daten aber durchaus. Wir können damit doch nachweisen, daß es sich bei den klastischen Sedimenten der Wildschönauer Schiefer (ordovizischen Alters) um sehr einheitliche nicht weiter differenzierte Sedimente handelt. Das Hinterland muß also ein durch lange Zeit anhaltendes, recht einheitlich aufgebautes Einzugsgebiet gestellt haben. Der ± rhythmische Wechsel von feinklastischen und grobklastischen Sedimenten wird durch die Einschaltung basischer Magmatite gestört bzw. örtlich kurzzeitig unterbrochen.

c) basische und ultrabasische Magmatite (initialer Magmatismus):

Für den Großteil der vulkanischen Einschaltungen ist ein mit den Sedimenten gleichzeitiger Ablauf gesichert, so z.B. belegbar durch Übergänge von Spilite in Spilituffe, Spilituffite, Wildschönauer Schiefer. Die Spilite und Diabase bzw. deren verwandte Vulkanite, also besonders die gabbrostämmigen Effusiva herrschen bei weitem vor und nehmen im Durchschnitt 30 % des Wildschönauer Schieferkomplexes ein. Untergeordnet treten auch Typen auf, die in Richtung Keratophyr gehen und damit bereits einen intermediären z.T. schon sauren Einschlag aufweisen.

Betrachten wir das Verhältnis der Tuffe zu den "intrusiven" Diabasen, so herrschen die Tuffe im Kitzbühler Raum bei weitem vor; Laven treten stark zurück, worauf auch das Fehlen von Pillows zurückgehen dürfte; meist sind es, wenn tatsächlich Laven vorliegen, verschieferte Spilite.

Ganz anders liegt allerdings das Verhältnis Lagergänge zu Laven im Gebiet zwischen Saalfelden und Zell am See; dort treten über 80 % Laven auf, die bis 250 m Mächtigkeit erreichen. Diese wiederum wurden nur selten von Silts durchschlagen, die außerdem recht geringmächtig sind (5--10 m mächtig). Durch den Nachweis von Pillows* konnte ein

* Die Pillows, welche übrigens die ersten aus der Grauwackenzone sind, entdeckte Herr Dr. Riehl-Herwisch anlässlich einer gemeinsamen Begehung.

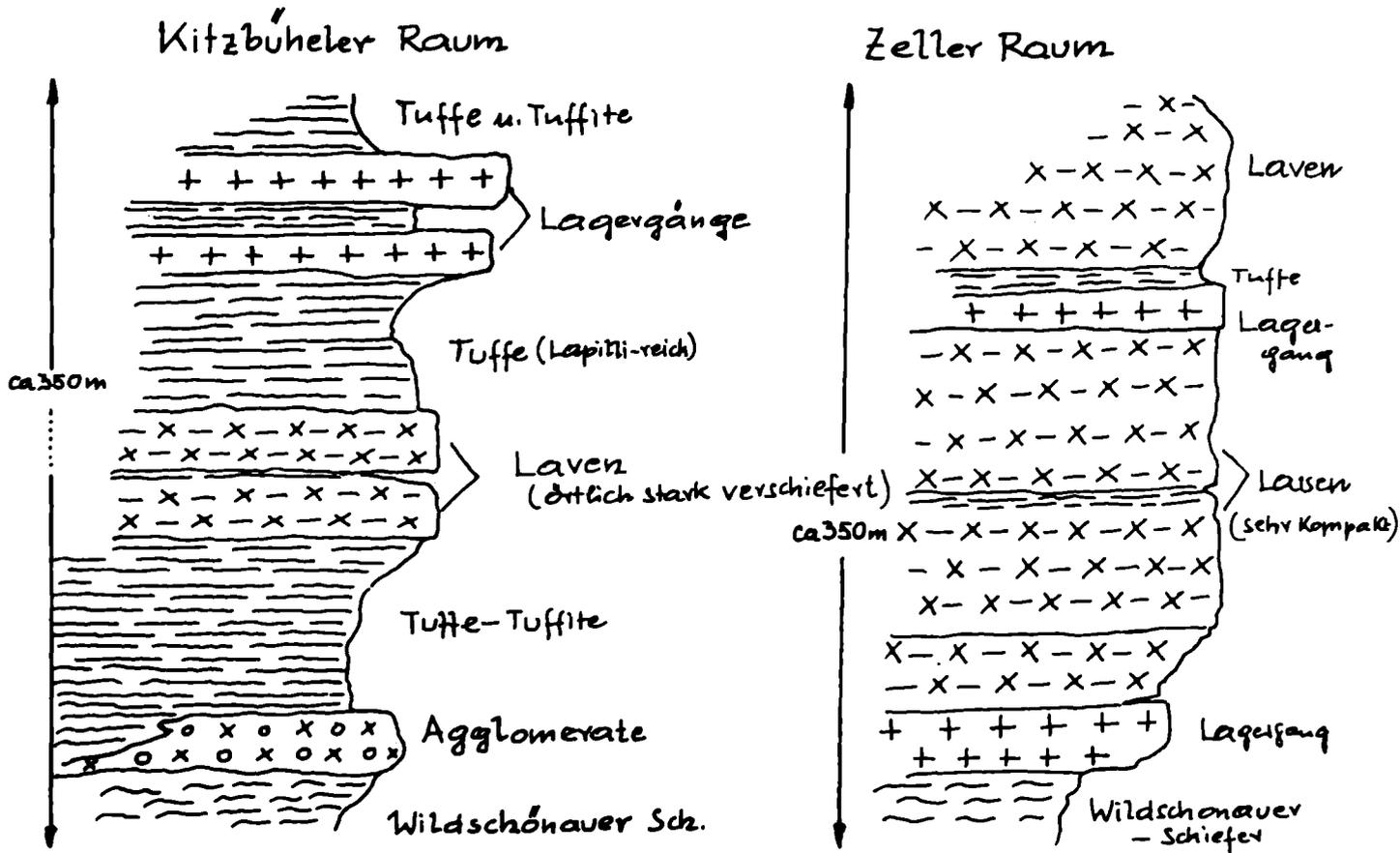


Abb.2

weiterer Beleg eines zeitgleichen Ablaufes von Sedimentation und Magmenförderung im submarinen Bereich erbracht werden.

Die "intrusiven" Diabase sind vorwiegend als Lagergänge in das Tufffolge z.T. in die Laven eingedrungen und allmählich erstarrt (oft sehr grobkörnige Typen). Die Sills sind selten über 20 m mächtig (eine Ausnahme bildet ein 60 m mächtiger Sill im Hartsteinwerk Kitzbühel), können sich aber in einem Grüngesteinsprofil mehrmals wiederholen (Abb. 2). Die Tuffe, die z.T. mit richtigen Explosionsprodukten (Agglomerat~~en~~) wechsellagern, halten oft mehrere km an, die Lagergänge hingegen zeigen eine weit geringere laterale Verbreitung. Wichtig sind die Agglomerate, denn sie liefern die einzigen Zeugen über den Geosynklinalboden, der uns sonst in der gesamten Grauwackenzone nirgends zugänglich ist. Es fanden sich vor allem Amphibolite und Granathornblendegneise.

Vorherrschend treten die aus einem gabbroiden Magma ableitbaren Vulkanite auf, seltener sind Ultrabasite wie Serpentine den Wildschöner Schieferen zwischengeschaltet. Für einen Teil der Serpentine ist nachgewiesen, daß es sich um Gabbros handelte, die serpentinisiert wurden. F. ANGEL 1955 nimmt an, daß sich in den Serpentinien Pikrite verbergen. Über die Ultrabasite der Grauwackenzone, speziell die der Umgebung von Hopfgarten läuft derzeit eine petrologische Untersuchung von Frau Dr. Ch. Miller, Institut für Mineralogie und Petrographie Innsbruck.

Daß die intermediären Typen wie Keratophyr-Spiliten, Keratophyre, z.T. sogar Typen mit noch stärkeren sauren Einschlag dem basischen eugeosynklinalen Vulkanismus (zur ordovizischer Zeit) angehören und nichts mit dem an der Wende Ordoviz/Silur aufgedrungenen sauren Laven zu tun haben, belegt ein Lagergang, innerhalb des Hartsteinwerkes Kitzbühel aufgeschlossen. Der etwa 60 m mächtige Lagergang zeigt eine Differentiation, die vom Pyroxenit bis zum Keratophyr-Spilit reicht. Das in diesem Fall als Keratophyr-Spilit bezeichnete Gestein weist örtlich einen primären Quarzgehalt auf, der 10 % sogar übersteigt, und damit etwa in Richtung Plagiophyr (F. RONNER 1963:63) tendiert. Der Durchschnittstypus der Keratophyr-Spiliten setzt sich aus etwa 30 % Plagioklas (Albite), 45 % Kalinatron-Feldspat, 15 % Quarz-Feldspatverwachsung, 5 % Quarz und 5 % opaken Mineralen zusammen, wobei ein graphisches Implikationsgefüge von Quarz und Kalinatron-Feldspat ein sehr charakteristisches und konstantes Merkmal darstellt. Auch die sich nur aus Albiten zusammensetzenden Gesteine (= Albitite) sind ein Endprodukt einer Differentiationsreihe, die von Proterobasen über Diabas-Spiliten und Albit-Diabasen führt; sie müssen ebenso von den sauren Vulkaniten, den Quarzporphyren, zeitlich wie genetisch streng auseinandergehalten werden.

Fassen wir die Grüngesteine der Grauwackenzone zur Zeit des Ordoviziums zusammen, so haben wir es mit einem Spektrum zu tun, das von Serpentinien über Pyroxeniten, Gabbros, Proterobasen, Proterobas-Spiliten, Diabas-Spiliten, Spiliten, Keratophyr-Spiliten, Keratophyren, Albititen reicht. Eine ausführliche Beschreibung über den Mineralbestand der Diabase findet sich bei F. ANGEL 1955, K. F. BAUER, H. LOACKER & H. MOSTLER 1969.

Betrachten wir rückblickend das über dem eugeosynklinalen Abschnitt zusammengetragene Beobachtungsmaterial und versuchen dieses zu interpretieren, so müssen wir davon ausgehen, daß möglicherweise im höheren Kambrium, eher aber im tieferen Ordovizium sich ein Teilbecken herauszubilden begann, das sich rasch vertiefte, in dem schon im Frühstadium, noch während der Absenkung der Geosynklinalen, ein Vulkanismus

einsetzte, der im mittleren bis höheren Ordovizium bereits seinen Höhepunkt erreichte, diesen z.T. schon überschritt.

Die an sich rhythmisch ablaufende Sedimentation (Tonschiefer und Subgrauwacken in Wechsellagerung, wobei die Tonschiefer als feinkörniges Äquivalent der Subgrauwacken in Anlehnung an W.C. KRUMBEIN & L. SLOSS (1956:368) aufgefaßt werden, die während des gesamten Eugeosynkinalstadiums gleich blieben, was wiederum auf konstant gleichförmig physisch geographische Verhältnisse des Einzugsgebietes hinweist) wurde nur durch die Förderung basischer Magmatite und deren Abkömmlinge unterbrochen. Die Äußerungen der eindeutig submarin belegten Magmatite waren nur örtlich, nicht aber zeitlich unterschiedlich abgelaufen. Auf der einen Seite vorherrschend die ejektive Phase (Kitzbühler Raum), auf der anderen Seite die effusive Phase (Zeller Raum), wobei die nachdringenden ("intrusiven") Magmen speziell innerhalb der Tuffserien die Möglichkeit einer stofflichen Differenzierung hatten (Differentiationsspektrum von Pyroxeniten bis Keratophyr-Spiliten). Nachdem jede gravitative Kristallisationsdifferenzierung eine mehr oder minder ungestörte Phase durchläuft, – in unserem Falle war es etwa zu Beginn des höheren Ordoviziums – dürfte die Ausgestaltung der Geosynklinale bereits ein Maximum erfahren haben. Die Ablagerung von 1000 m (Sediment und Vulkanite zusammen) im Becken ist verhältnismäßig gering; von einer Auffüllung der Geosynklinale kann daher nicht die Rede sein; es fehlen aber auch jegliche Hinweise auf Flachwasserablagerungen, wie sie etwa aus den Karnischen Alpen (H. SCHÖNLAUB 1970) oder aus der Magdalensberg Serie (G. RIEHL-HERWIRSCH 1970)* zur Zeit des höheren Ordoviziums bekannt gemacht wurden. Die Unterbrechung des eugeosynkinalen Zustandes, die subaerische Förderung von sauren Magmen kann nur durch eine Heraushebung, wie sie im folgenden diskutiert wird, eine Erklärung finden.

3. Heraushebung der Geosynkinalfüllung:

Mit dem Ende des Ordoviziums kam es zu einer gewaltigen Störung der noch nicht lange bestehenden Geosynklinale. Der nur teilweise mit den Sedimenten und Vulkaniten erfüllte eugeosynklinale Teiltrog wurde herausgehoben und gelangte damit außerhalb des Sedimentationsbereiches (siehe Abb. 3). Eine weitere Folge der abrupten Heraushebung war die Unterbindung der basischen Magmenförderung.

Die Ursache dieser strukturellen Umgestaltung kann nur in einer starken Äußerung der takonischen Phase gesehen werden. Auswirkungen einer solchen innerhalb der Ostalpen bestritt man; es gab zunächst keine Hinweise hierfür. G. FLAJS (1964:376) hat die Frage nach der Zugehörigkeit des sauren Magmatismus (Porphyroid) zur kaledonischen Phase diskutiert und damit die Aufmerksamkeit um das Für und Wider einer Wirksamkeit der takonischen Phase initiiert. Mittlerweile bekannten sich dazu die im ostalpinen Paläozoikum arbeitenden Kollegen, wie es sich bei der DGG 1970 in Tübingen herausstellte. Es geht daher z.Z. vielmehr darum abzuklären, wie durchgreifend (strukturell) und wie umfassend die Äußerungen dieser Phase sich auswirkten. Während H.P. SCHÖNLAUB

* Hektographiertes Manuskript anlässlich der DDG Hauptversammlung, Oktober 1970

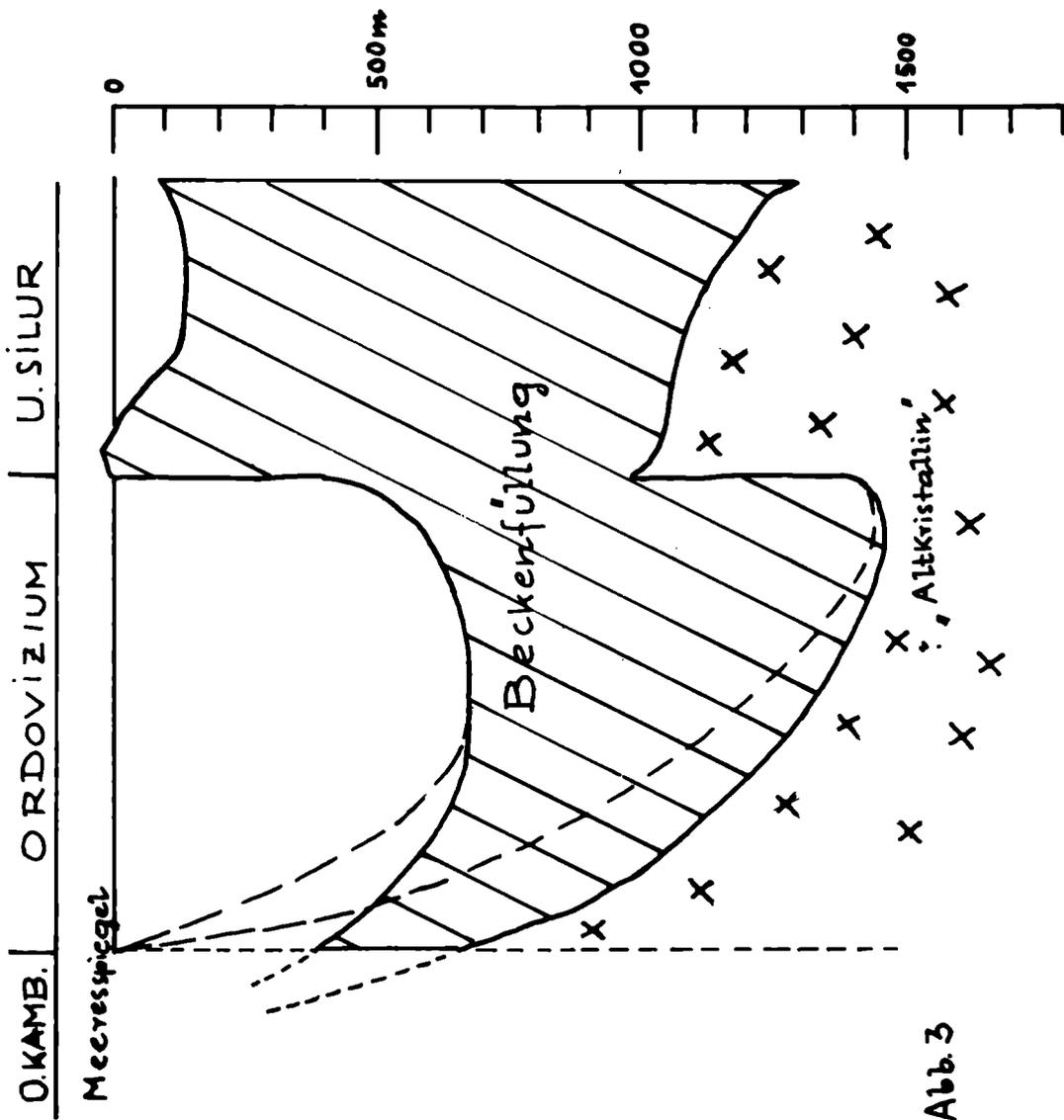


Abb. 3

(1970:35) innerhalb der Karnischen Alpen eine an die takonische Phase gebundene Bruchtektonik (synorogene Bewegungen) feststellte, wurde darüber hinaus vom Verfasser im Westabschnitt der Grauwackenzone die Heraushebung eines Teiltrogas erkannt, die einer wesentlich stärkeren Auswirkung der kaledonischen Bewegung zugeschrieben wird. Wie kann nun dieser gewaltige Eingriff in einem geosynklinalen Ablauf interpretiert werden? Zunächst sei nochmals auf den Sedimentationsraum (Eugeosynklinale) zurückgegriffen. Die Herausgestaltung dürfte im oberen Kambrium bzw. tieferen Ordovizium begonnen haben. Die Sedimentation im Wechselspiel mit dem initialen Vulkanismus gehört eindeutig dem Präflyschstadium im Sinne J. AUBOUIN's (1965 112) an. Dieses Präflyschstadium wurde vorzeitig unterbrochen durch das Herausbringen aus dem Sedimentationsbereich. Dies bedeutet praktisch das frühe Ende einer Geosynklinale, die wir als eine kaledonisch angelegte betrachten müssen. Der darauffolgende saure Magmatismus (wird im folgenden Kapitel noch näher behandelt) könnte damit als ein effusives Äquivalent der vielen Granite zu dieser Zeit aufgefaßt werden, womit hervorgestrichen werden soll, daß die Porphyroide, für die eine subaerische Entstehung angenommen wird, **nicht einem geosynklinalen Vulkanismus angehören**, sondern den effusiven Anteil von synorogenen oder postorogenen Granitoiden darstellen bzw. mit einem magmatischen Tiefenvorgang in Verbindung standen.

Es wird also der Versuch unternommen ein Modell zu erstellen, welches eine im Jugendstadium befindliche Geosynklinale durch Heraushebung unterbrochen sieht, ohne daß hiebei ein alpinotypes Orogen entsteht. Dieses Modell läßt erkennen, daß man es hiebei mit einem tektonischen Vorgang zu tun hat, der zwischen dem liegt, was man bisher epirogen und alpinorogen nannte, bzw. es käme z.T. dem Terminus Orogenese von H. STILLE 1924 nahe. Der Verfasser sieht hiebei allerdings ein Zwischenglied, das von einer alpinotypen Orogenese zu einer "verstärkten" Epirogenese, einer sogenannten Tektogenese vermittelt.

4. Saurer Vulkanismus (Ignimbrite):

Im engen Konnex mit der kaledonischen Heraushebung steht die Förderung saurer, effusiver Produkte (Quarzporphyr). Diese sauren Magmen, die im wesentlichen als Glutwolkenabsätze Platz nahmen, sind keinesfalls Differentiate der vorher aus gabbroiden Magmen ausgeschiedenen initialen Vulkanite. Dagegen spricht nicht nur ihre weitaus größere flächen- und räumliche Verbreitung sondern auch ihr einheitlicher Chemismus (stets Quarzporphyr). Vielmehr bietet sich eine Verbindung mit den so häufigen Graniten derselben Zeit in Mitteleuropa an. Hier muß wiederum auf die bereits im vorigen Kapitel angeschnittene Frage zurückgegriffen werden, nämlich die nach synorogenen bzw. postorogenen Graniten. Diese Frage scheint allerdings gar nicht so dringlich, denn wir wissen auf Grund Altersdatierungen (Vortrag von Frau Prof. Dr. E. Jaeger in Innsbruck anlässlich des Kolloquiums zur 300-Jahrfeier), daß es sehr viele Granite zu dieser Zeit gab, die nicht an ein Orogen gebunden sind. Radiometrische Altersdatierungen an Graniten des Ötztaler- und Silvretta-"Altkristallin" passen ebenso hier herein. Eine ursächliche Verbindung zwischen diesen und den Quarzporphyren der Grauwackenzone wäre gar nicht so abwegig. Auch in den eben genannten "Altkristallin"-Arealen fehlen Hinweise für

eine kaledonische Gebirgsbildung. Die Ursachen für eine weltweite Aufschmelzung der Kruste zu dieser Zeit kennen wir nicht, sie fällt gerade in den kaledonischen Zyklus. So finden wir z.B. bei WATZENAUER 1960 einen Versuch in der Richtung, daß eine im wesentlichen magmatische Fazies die orogene Entwicklung vertreten würde. Sobald wir uns mit diesen Gedanken vertraut machen, müssen wir in der kaledonischen "Orogenese" eine Sondersituation sehen und damit die Frage nach synorogen oder postorogen für die "Intrusiva" bzw. deren effusiven Derivate fallen lassen. Der Verfasser sieht daher in den Porphyroiden der Grauwackenzone ein der kaledonischen Gebirgsbildungsphase zugeordnetes, durch Hebung effusiv gewordenes Aufschmelzungsprodukt, das subaerisch in Form von Glutwolken gefordert wurde.

Für die Ignimbritnatur, der durch die gesamte Grauwackenzone verbreiteten Porphyroide, sprechen folgendende Daten: Die Porphyroide weisen eine Ausdehnung von über 250 km EW-Erstreckung und eine NS-Erstreckung von maximal 15 km auf, sie schwanken stark in ihrer Mächtigkeit, was dahingehend gedeutet werden kann, daß sie ein Relief ausfüllten. Der hohe Prozentsatz an Tuffen die alle Übergänge zu "welded tuffs" bzw. Ignimbriten aufweisen, ist richtungsgebend. Sehr oft sind ausgeprägte eutaxitische Gefüge nachzuweisen.

Die Porphyroide treten nicht nur in der Grauwackenzone, sondern auch in den Karnischen Alpen (Plenge-Fazies) und innerhalb der Magdalensberg-Serie auf. In den Öztaler und Silvretta Kristallin finden wir eine Reihe von Graniten, wie bereits erwähnt, die nach den radiometrischen Altersdatierungen den Porphyroiden zeitgleich sind. Für sie gibt es zwei Möglichkeiten der Entstehung. Entweder sind sie auch aus Quarzporphyren hervorgegangen oder es handelte sich um eine Aufschmelzung, die in der Kruste erstarrte und keine Möglichkeit hatte effusiv zu werden. Trifft letzterer Fall zu, so könnte man in den Porphyroiden der Grauwackenzone Abkömmlinge dieser Granite sehen.

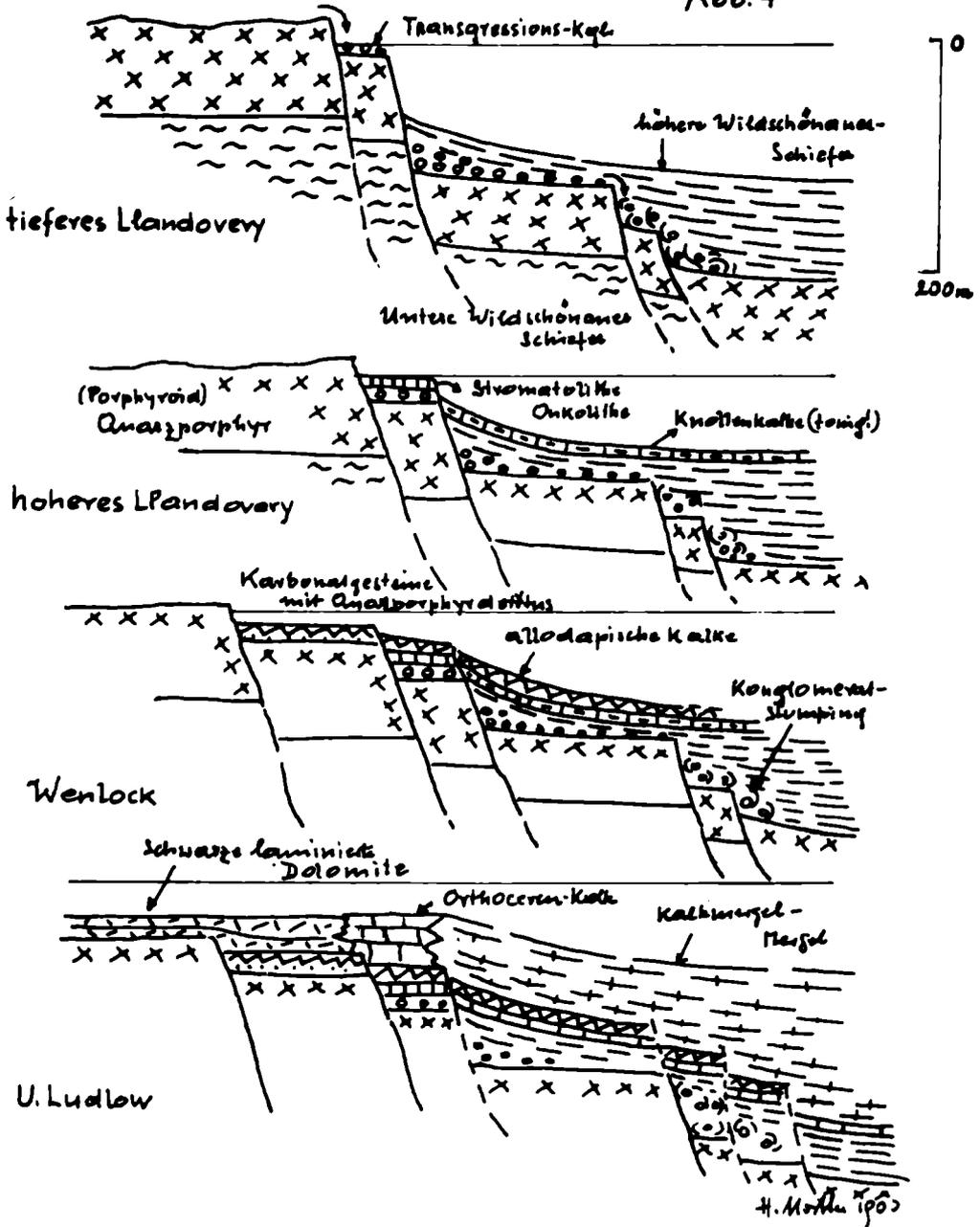
5. Synsedimentäre Bruchtektonik:

Mit der Heraushebung außerhalb des marinen Einzugsbereiches und mit der Förderung saurer Magmatite entstand gerade durch letztere eine starre Platte. An dieser subaerisch aufragenden Platte wirkten sogleich exogene Kräfte (Atmosphärien), noch mehr aber endogene Prozesse, die sich in Form von Brüchen äußerten.

Mit dem Niederbrechen der an der Wende Ordoviz/Silur entstandenen Porphyrplatte ist der Startschuß für die Herausbildung eines neuen Troges gefallen, der, wie wir noch später sehen werden, im wesentlichen Flachwassersedimente aufnahm und kaum eine Meerestiefe von 200 m überschritt. Bei dieser Herausgestaltung der Geosynklinale welche schließlich die gesamten variskischen Sedimente birgt, müssen wir uns fragen, ob dieses kaledonische Intermezzo (takonische Phase) nicht gleichzeitig ein Abschluß eines verhinderten alpinorogenen Aktes ist, an dessen Stelle ein verstärkter Magmatismus und Hebungsvorgang wirkte, bzw. einen Beginn der Herausbildung der variszischen Geosynklinale (jungkaledonische Bewegungen konnten bisher innerhalb der Grauwackenzone nicht nachgewiesen werden) darstellt. Für den Fall im Westabschnitt der Grauwackenzone stellt die takonische Phase (zeitlicher Wirkungsbereich höheres Ashgill-höheres Llandovery) sowohl das Ende eines juvenil unterdrückten kaledonischen Teiltroges, als auch den Beginn eines variskischen Troges dar, dem allerdings ein früher geosynklinaler Vulkanis-

Synsedimentäre Bruchtektonik im Silur

Abb. 4



mus fehlt, ein älterer infolge Fehlens von höherem Oberdevon und Unterkarbon nicht nachweisbar ist.

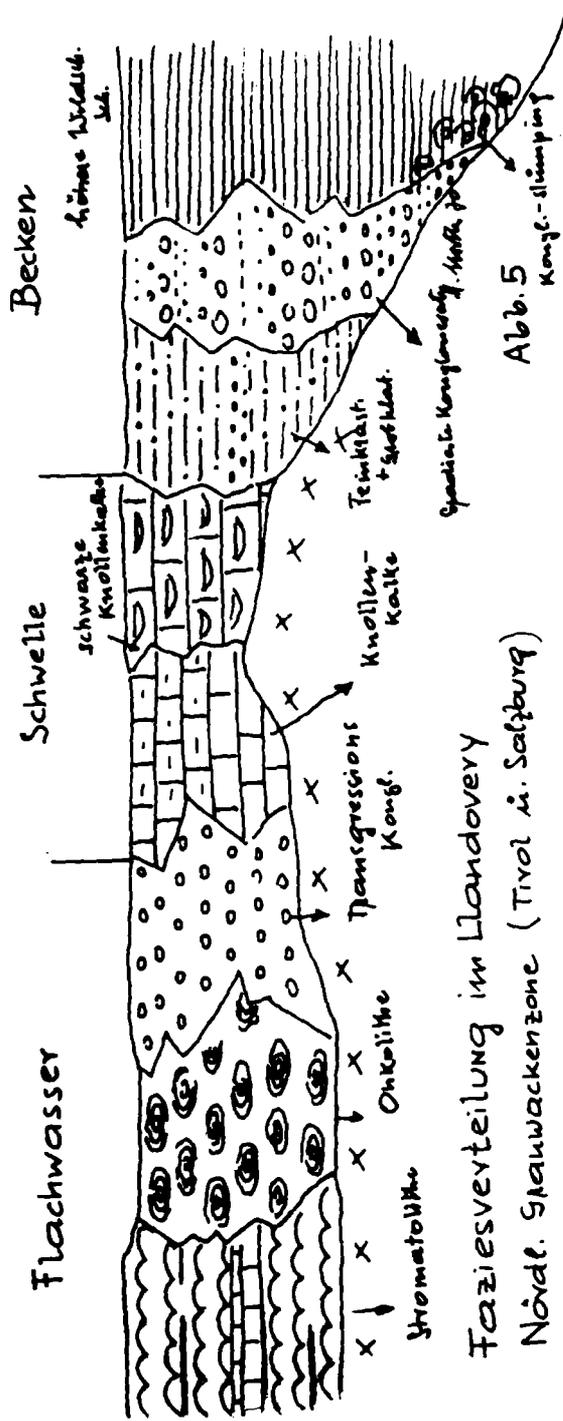
Kehren wir zur zerbrechenden Quarzporphyrplatte zurück, so müssen wir mit dem Absinken der ersten Schollen feststellen, daß bereits Aufarbeitungsprodukte vorliegen, die z.T. wenigstens als Transgressionskonglomerate gedeutet werden können. Diese Transgressionskonglomerate (Abb. 4) gelangten, durch weiteres Zerbrechen der Schollen in tiefere Bereiche und vermengten sich z.T. mit Schlamm (tonig); diese wiederum gelangten in einem weiteren Akt als "Konglomeratsslumping" in noch größere Tiefen. Dadurch erklärt sich aus das Nebeneinander von Beckenfazies (höhere Wildschönauer Schiefer bzw. Dientner Schiefer) und Konglomerate (mit höherem Tonanteil). Neben dem "Konglomeratsslumping" kommt es sehr häufig zum Abfahren von im Flachwasser bereitgestellten Material (es dürfte sich kaum um mehr als 100 m Höhenunterschied gehandelt haben), das sich, unten angelangt, gravitativ aussaigerte. Wir finden also gerade zur Zeit der intensiven Bruchtektonik alle Sedimente einer unruhigen Ablagerung, wie gradierte Abfolgen (von Konglomeraten bis Siltfraktion), gradierte Konglomerate, "Konglomeratsslumping" und Flaserschichtung.

Die Konglomeratzusammensetzung ist zunächst monomikt; es handelt sich um Quarzporphyrschutt, der eher den Eindruck eines subaerischen Zersatzes erweckt, in dem große nicht völlig verwitterte Quarzporphyrkomponenten stecken; allmählich werden die Konglomerate polymikter (in den höheren Horizonten), d.h. die Komponenten wurden aus einem Erosionsniveau geliefert, das bereits unter dem Quarzporphyr lag. Die vielen von Autor durchgeführten Geröllanalysen haben nicht ein einziges Fremdgestein entdecken lassen; es handelte sich durchwegs um Gesteine des Ordoviziums mit dem breiten Spektrum der Grüngesteine und dem wenig abwechselnden, eintönigen Sedimenten. Die Möglichkeit einer tiefgehenden den kristallinen Untergrund der kaledonischen Teilgeosynklinale erreichende Erosionstätigkeit war nicht gegeben. Dies wäre auch in der verhältnismäßig kurzen Zeit, die zur Verfügung stand, kaum möglich gewesen.

6. Faziesdifferenzierung:

Bedingt durch die synsedimentäre Bruchtektonik, kam es zu einer verstärkten Faziesdifferenzierung, die gerade gegenüber der einheitlichen Fazies im Ordovizium besonders ins Auge springt. Gab es im Ordovizium nur eintönige Beckensedimente, so bewirkte die das Becken herausgestaltende Bruchtektonik eine Gliederung in Flachwasser-, Schwellen- und Beckensedimente (siehe Abb. 5). Diese verstärkte Faziesdifferenzierung reicht in das höhere Llandovery bzw. tiefere Wenlock; schon im mittleren Wenlock besonders im tieferen Ludlow wird sie von einer recht einheitlich entwickelten Fazies abgelöst.

Zur Zeit des Llandovery bilden sich über den Porphyroiden bzw. über deren Aufarbeitungsprodukten im Flachwasser Kalke und Dolomite mit Stromatolithen; diese wechsellagern sowohl lateral wie vertikal mit Onkolithführenden Kalken, die wiederum mit Transgressionskonglomeraten verzahnen. Die Flachwasserkalke sind durch Conodonten der tieferen und höheren *celloni*-Zone bzw. *amorphognathoides*-Zone eindeutig korrelierbar.



Faziesverteilung im Llandoverly
Nördl. Spauwackenzone (Tirolo in Salzburg)

Die Sedimente der Schwellenfazies sind durch rote bis schwarze mikritische Kieselknollenkalke, stets reich an Biogenen, charakterisiert. Sie sind äußerst geringmächtig und überschreiten 5 m Mächtigkeit nicht, ganz im Gegensatz zu den 30 m mächtigen Flachwasserkalken.

Bei den Beckensedimenten handelt es sich um graue, siltige Tonschiefer mit grobklastischen Lagen, die Gradierung, Konglomeratsslumping etc. wie bereits erwähnt, aufweisen. Im tieferen Wenlock (nicht mehr auf Abb. 5 dargestellt) treten zu den oben genannten Beckensedimenten allodapische Kalke (biogenreiche Kalkrudite bis Kalkarentite) hinzu.

Abschließend soll zur Faziesdifferenzierung noch erwähnt werden, daß erst mit der Heraushebung des eugeosynklinalen Teiltroges die Möglichkeit für günstige Lebensbedingungen, und damit eine Entfaltung der marinen Organismen gegeben war, wobei festgehalten werden muß, daß die starre Quarzporphyrplatte geradezu prädestiniert war für eine derartige Entwicklung, denn nur dort, wo Quarzporphyr als Unterlage verfügbar war, haben sich biogenreiche Karbonatgesteine gebildet; dort wo sie primär fehlten (gemeint sind die Quarzporphyre), fehlen im tieferen und mittleren Silur auch die Karbonatgesteine.

Nachdem die Quarzporphyrplatte nicht auf einmal zerbrach sondern hierfür den Zeitraum von Llandovery bis ins tiefste Ludlow benötigte, (verstärkte Zerbrechung im Llandovery und tieferen Wenlock) findet man über den Porphyroidschollen verschieden alte Sedimente (siehe Abb. 4), womit man einen Schlüssel zum Verständnis dessen besitzt, was G. FLAJS 1964:377 zunächst dazu geführt hat für das Aufdringen der Quarzporphyre eine Zeitspanne zwischen dem Ashgill und dem unteren Ludlow anzunehmen. Die Blaseneck Porphyroide (Eisenerzer Alpen) drangen zwar an der Grenze Ordoviz/Silur auf, blieben aber bis zum Beginn des unteren Ludlow in Hochlage um dann abzusinken bzw. von Sedimenten des mittleren Ludlows überlagert zu werden.

7. Zusammenfassung:

Die Nördliche Grauwackenzone stellt den Teiltrog einer zunächst kaledonisch angelegten Geosynklinale dar, deren ordovizische eugeosynklinale Füllung (Sedimente und initiale Magmatite) an der Wende Ordovizium/Silur herausgehoben wurde.

Das noch im Präflyschstadium befindliche Teilbecken wurde somit durch die verstärkt zum Ausdruck kommende takonische Phase im geosynklinalen Ablauf frühzeitig gestört, ohne daß hierbei ein Faltengebirge entstand. Dieser gewaltige Eingriff in das geosynklinale Geschehen kann nach dem derzeit bestehenden tektonischen Begriffsinventar weder einem alpin-orogenetischen Ablauf noch einem epirogenen Vorgang zugeordnet werden. In diesem Vorgang wird ein vermittelndes Ereignis zwischen einem alpin-orogen ablaufenden Akt und einer verstärkten Epirogenese (Tektogenese) gesehen.

Die der Heraushebung unmittelbar folgende Förderung von sauren Effusiven, verfolgt durch die gesamte Grauwackenzone, wird auch noch dem kaledonischen Zyklus zugeordnet, streng getrennt vom initialen Magmatismus; vielmehr wird in ersterer eine ursächliche Verbindung mit den vielen Granitoiden zu dieser Zeit in Betracht gezogen.

Die subaerische Platznahme der sauren Magmen (Ignimbrite) schuf eine flächenmäßig weit ausgedehnte starre Platte, die durch eine verstärkte synsedimentäre Bruchtektonik zerlegt wurde. Dieser Vorgang verursachte die Herausbildung einer neuen, Flachwasser-sedimente aufnehmenden Geosynklinale (eigentliche variszische Geosynklinale), wobei die Bruchtektonik einen kontrollierenden Faktor der starken faziellen Aufspaltung während des Llandovery und tieferen Wenlock darstellte.

Literaturnachweis

- AL-HASANI, N. & H. MOSTLER: Zur Geologie der Spießnägels südlich Kirchberg (Nördliche Grauwackenzone, Tirol). – Veröff. d. Univ. Innsbruck 9, Alpenkundl. Stud. V, Innsbruck 1969.
- ANGEL, F.: Über die spilitisch-diabasische Gesteinsippe in der Grauwackenzone Nordtirols und des Pinzgaus. – Mitt. Geol. Ges. 48, Wien 1955.
- AUBOUIN, J.: Geosynclines. – Developments in Geotectonics 1, Elsevier Verlag, Amsterdam 1965.
- BAUER, F. K., H. LOACKER & H. MOSTLER: Geologisch-tektonische Übersicht des Unterpinzgaus, Salzburg. – Veröff. d. Univ. Innsbruck 13, Alpenkundl. Stud. VI, Innsbruck 1969.
- EMMANUILIDIS, G. & H. MOSTLER: Zur Geologie des Kitzbühler Horns und seiner Umgebung mit einem Beitrag über die Barytvererzung des Spielberg-Dolomites (Nördliche Grauwackenzone, Tirol). – Festschr. d. Geol. Inst. Univ. Innsbruck, Innsbruck 1971.
- FLAJS, G.: Zum Alter des Blasseneck Porphyroides bei Eisenerz (Steiermark, Österreich). – N. Jb. Geol. Pal. Mh., Stuttgart 1964.
- HUCKENHOLZ, G.: Der gegenwärtige Stand in der Sandsteinklassifikation. – Fortschr. Min. 40, 1963.
- KRUMBEIN, W. C. & L. SLOSS: Stratigraphy and Sedimentation. – Freeman and Co., San Francisco 1951.
- MAVRIDIS, A. & H. MOSTLER: Zur Geologie der Umgebung des Spielberghorns mit einem Beitrag über die Magnesitvererzung (Nördliche Grauwackenzone, Tirol). – Festschr. d. Geol. Inst. Universität Innsbruck, Innsbruck 1971.
- MOSTLER, H.: Das Silur im Westabschnitt der Nördlichen Grauwackenzone (Tirol und Salzburg). – Mitt. Ges. Geol. Bergbaustud. 18, 1967, Wien 1968.
- MOSTLER, H.: Der Westabschnitt der Nördlichen Grauwackenzone (Tirol und Salzburg). – Nachr. Deutsch. Geol. Ges., Hannover 1970.
- PILGER, A.: Die tektonischen Probleme des initialen Magnetismus. – Geol. Jb. 1949, 65, Hannover 1951.
- RONNER, F.: Systematische Klassifikation der Massengesteine. – Springer Verlag, Wien 1963.
- SCHÖNLAUB, H. B.: Die Entwicklung des Altpaläozoikums in den Karnischen Alpen. – Nachr. deutsch. Geol. Ges., Hannover 1970.
- STILLE, H.: Grundfragen der vergleichenden Tektonik. – Berlin 1924.
- TOLLMANN, A.: Bemerkungen zur faziellen und tektonischen Problemen des Alpen-Karpaten-Bogens. – Mitt. Ges. Geol. Bergbaustud. 18, 1967, Wien 1968.
- TRÖGER, W. E.: Spezielle Petrographie der Eruptivgesteine. – Berlin 1935.
- TRÜMPY, R.: Der Werdegang der Geosynklinale. – Geol. Resch. 50, 1960.
- WATZENAUER, A.: Die kaledonische Orogenese in Sachsen und Thüringen. – Internat. Geol. Congr. 21. Copenhagen 1960, Rept. Session Norden P 19.