

Bemerkungen zur Geologie um Radmer (Nördliche Grauwackenzone, Steiermark*)

VON GERD FLAJS & HANS PETER SCHÖNLAUB¹⁾

Mit 5 Abbildungen

Schlüsselwörter

Nördliche Grauwackenzone
Steiermark
Silur
Conodonten
Konglomerate

Zusammenfassung

Im bisher fossilereichen Paläozoikum der Radmer W Eisenerz werden erstmals silurische Conodonten nachgewiesen. Ihre Position hangend zu Porphyroiden läßt a) einen Normalverband zwischen Porphyroid und Conodonten-führenden Kalken und Schiefen im Gegensatz zur Annahme einer „Radmer-Störung“ vermuten, b) ein post-Wenlock-Alter der darüber folgenden Vulkanit/Schiefer-Folge möglich erscheinen.

Im westlichen Arbeitsgebiet wird eine Meta-Konglomerat-Folge von den Grauwackenschiefen abgetrennt und als transgressive jüngere Bildung aufgefaßt. Das Auftreten von Fe-Dolomit-Geröllen innerhalb der Konglomerate wird kurz diskutiert.

Summary

In the Paleozoic of Radmer (Northern Graywackezone, Austria), up to now considered to be free of fossils, Silurian conodonts have been found for the first time. Their position on the top of the so called "Porphyroid" indicates

a) a normal sequence of porphyroid and conodont-bearing limestones and schists in contradiction to the hypothesis of a "Radmer-fault",

b) the probability that the volcanitic-schistous-series lying above might be of post-Wenlockian age.

In the western part of the area studied a meta-conglomerate-series is separated from the Graywacke-schists and interpreted as a younger transgressive formation. The occurrence of iron-dolomite boulders in the conglomerates is discussed.

Einleitung

Stratigraphische Neuaufnahmen im Ostteil der Nördlichen Grauwackenzone beschränkten sich bisher auf den Raum um Eisenerz. Hier gelang es einem der Autoren in einer Reihe von Veröffentlichungen, den stratigraphischen Umfang von

*) Publikation Nr. 5 des Forschungsvorhabens 1588 des Fonds zur Förderung der wissenschaftlichen Forschung.

¹⁾ Anschrift der Autoren: Dr. G. FLAJS, Institut für Paläontologie der Universität Bonn, Nußallee 8, D-53 Bonn; Dr. HANS PETER SCHÖNLAUB, Geologische Bundesanstalt, Rasumofskygasse 23, A-1031 Wien.

Kalken mittels Conodonten weitgehend zu erfassen bzw. zu gliedern. Diese Untersuchungen hatten zwangsläufig auch ein modifiziertes tektonisches Konzept zur Folge, da sie, erstmals auf biostratigraphische Daten begründet, einen variszischen Deckenbau nachweisen konnten, daneben aber auch Konsequenzen bezüglich der „Radmer-Störung“ (HIESSLEITNER, 1931) aufzeigten.

Die Radmer-Störung, nach HIESSLEITNER, 1931, der — infolge einer E-W-gerichteten Überfaltung und Aufschiebung — zerschuppte, NNW-SSE-streichende Ostrand des Finstergraben-Porphryoids, geht auf die prostratigraphische Vorstellung einer im Raum Eisenerz—Radmer verbreiteten, tieferen und höheren Tonschiefergruppe (Ordovizium) im Liegenden des Porphyroids (Ordovizium-Silur) und des „Erzführenden Kalkes“ (Devon) zurück (HIESSLEITNER, 1931, u. a., vgl. FLAJS, 1967 a: 160 ff.). Die tieferen Tonschiefer sollten weiters noch Kiesel-schiefer und Vulkanite beinhalten und durch Kalke von den höheren Tonschiefern getrennt sein. HIESSLEITNER, 1931 : 69, schränkte allerdings selbst ein „... daß die Altersdeutung der Kalke (= tiefere Donnersalpkalke) durch diese Auffassung der Lagerungsverhältnisse im besonderen Maße berührt erscheint und künftige Fossilfunde erst die Beweiskette schließen können“.

Erste Bedenken gegen die von HIESSLEITNER vermutete Abfolge deuteten sich durch den Nachweis von Devon (-Fossilien) in den tieferen Donnersalpkalken und deren Überlagerung durch Silur-Kiesel-schiefer und -Kalke an (FLAJS, 1967 a). Weitere biostratigraphische Daten, insbesondere aus der tieferen Schiefer/Vulkanit-Folge, die zu einer Klärung über Ausmaß und Wirkung der „Radmer-Störung“ beitragen könnten, fehlten dagegen vorerst. Eine intensive Überprüfung sämtlicher Gesteine machte zudem einen direkten Vergleich mit den aus dem Eisenerzer Gebiet bekannten Schichtgliedern (mit Ausnahme des Porphyroids) meist problematisch.

Im Folgenden werden erste Ergebnisse einer Neuaufnahme des Paläozoikums um Radmer mitgeteilt. Diese Neuaufnahme schließt an die Westgrenze der kartenmäßigen Darstellung bei FLAJS, 1967 a, an und umfaßt im wesentlichen den von HIESSLEITNER, 1931, kartierten Raum. Sie ist Teil einer systematischen Neubearbeitung des steirischen Anteils der Nördlichen Grauwackenzone.

Diese Untersuchungen wurden im Rahmen des Forschungsvorhabens Nr. 1588 des Fonds zur Förderung der wissenschaftlichen Forschung Österreichs durchgeführt. Für Aufnahmegelder sei gedankt. Herzlich danken möchten die Verfasser auch Frau Dr. S. SCHARBERT, Geol. Bundesanstalt Wien, für die freundliche Überlassung erster Laborergebnisse von Karbonatgeröllen. Nicht zuletzt gebührt unser Dank Herrn Dipl.-Ing. TROMPLER von der Hohenberg'schen Forstverwaltung Radmer für die Erlaubnis zur Befahrung der ausgedehnten Güterwege.

Der Raum östlich des Finstergraben-Porphryoids

Nach HIESSLEITNER, 1931, erscheint hier, bedingt durch das Bruchsystem am Ostrand des Porphyroids, tieferer Untergrund, d. h. die von Grünschiefern, Diabasen und Hornblende-Plagioklasgesteinen durchzogenen tieferen Ton- und Kiesel-schiefer. Sie sollen sich scheinbar normal dem Porphyroid auflagern und hangend in Kiesel-schiefer und Kalke überleiten, die als Äquivalente der tieferen Donnersalpkalke anzusehen sind (Abb. 1).

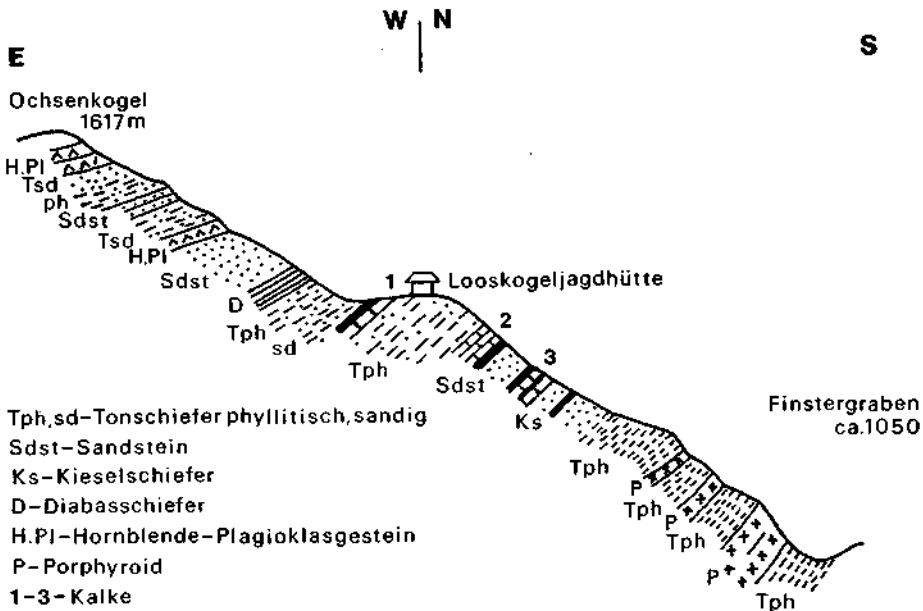


Abb. 1. Schematisches Profil Finstergraben—Ochsenkogel (nach HIESSLEITNER, 1931, ergänzt).
1, 2, 3 neu aufgefundene Kalke in den Schiefen.

Im Verlaufe der Neuaufnahme dieses Gebietes wurden sowohl die von HIESSLEITNER ausgeschiedenen Kalke als auch neu aufgefundene Kalkvorkommen auf Conodonten getestet. Diese zusätzlichen, meist nur wenige Meter mächtigen Kalke innerhalb der Schiefer fanden sich am neu angelegten Güterweg, der in einer durchschnittlichen Höhe von 1400 m vom Radmerhals zur Looskogel-Jagdhütte und Kohlleitentaln in den Talschluß des Finstergrabens führt. Mit Ausnahme der Vorkommen im oberen Mitterriedelgraben verliefen die bisherigen Testbeobachtungen negativ. Die im Vergleich zu Eisenerz ungleich stärkere Umkristallisation der Kalke scheint zu weit vorgeschritten.

Der oben angeführte Güterweg quert in einer Höhe von 1440 m den Mitterriedelgraben. Dabei werden gegen das Liegende einer ca. 30 m mächtigen, NE-fallenden Graphit- und Kieselschieferfolge einzelne dunkle, bis 30 cm mächtige, z. T. gebänderte Kalkbänke aufgeschlossen, die besonders im Grabenbereich dominieren. In der Fortsetzung des Weges nach Süden folgen mit geänderter Lagerung grünliche phyllitische Schiefer.

Die bisher vorliegenden Conodonten stufen die Kalke und damit die Basis der Kieselschiefer in die amorphognathoides-Zone nach der Silur-Conodonten-Chronologie WALLISERS (1964) ein, d. h. in das basale Wenlock nach JAEGER & SCHÖNLAUB, 1970. Die Conodontenfauna ist im Vergleich zu Eisenerz relativ individuenreich, wenn auch die meisten Exemplare korrodiert und meistens deformiert sind. Wie in altersgleichen Faunen aus den Karnischen Alpen, dominiert *Pterospathodus amorphognathoides* WALLISER über *Ozarkodina gaertneri* WALLISER.

Der Nachweis von älterem Silur im Hangenden des Porphyroids zwingt zu einer Änderung der älteren Auffassungen, bestätigt aber wiederum die aus dem Raum von Eisenerz und aus der westlichen Grauwackenzone gewonnenen Ergebnisse. Danach wird die Ergußperiode in den Zeitraum Oberordovizium bis basales Silur eingeeengt (FLAJS, 1967 b; HAJEK, 1966, vermutet ein örtliches Hinaufreichen des Quarzkeratophyr-Vulkanismus bis ins Devon, was nach neueren Daten aus dem ostalpinen Paläozoikum nicht auszuschließen ist. Die Lückenhaftigkeit des ostalpinen Silurs einerseits, die ungenaue Kenntnis der stratigraphischen Position der Eruptiva HAJEKS andererseits, erschweren zur Zeit jedoch einen direkten Vergleich mit Devon-Vulkaniten). Die Nähe der Kalke und Kiesel-schiefer im Mitterriedelgraben zur Oberkante des Finstergraben-Porphryoids machen daher im Gegensatz zur Ansicht von HIESSELEITNER einen primären, unge-störten Schichtverband Porphyroid – phyllitische Tonschiefer – Kalke und Kiesel-schiefer des Wenlock wahrscheinlich. Auch die von HIESSELEITNER, 1931 : 54, 57, bereits beschriebenen und als zumindest teilweise primär sedimentär gedeuteten „Mischzonen von Porphyroid und Tonschiefermaterial“ an der Hangendgrenze des Finstergraben-Porphryoids scheinen uns für eine normale Auflagerung der Schieferserie auf den Porphyroid zu sprechen.

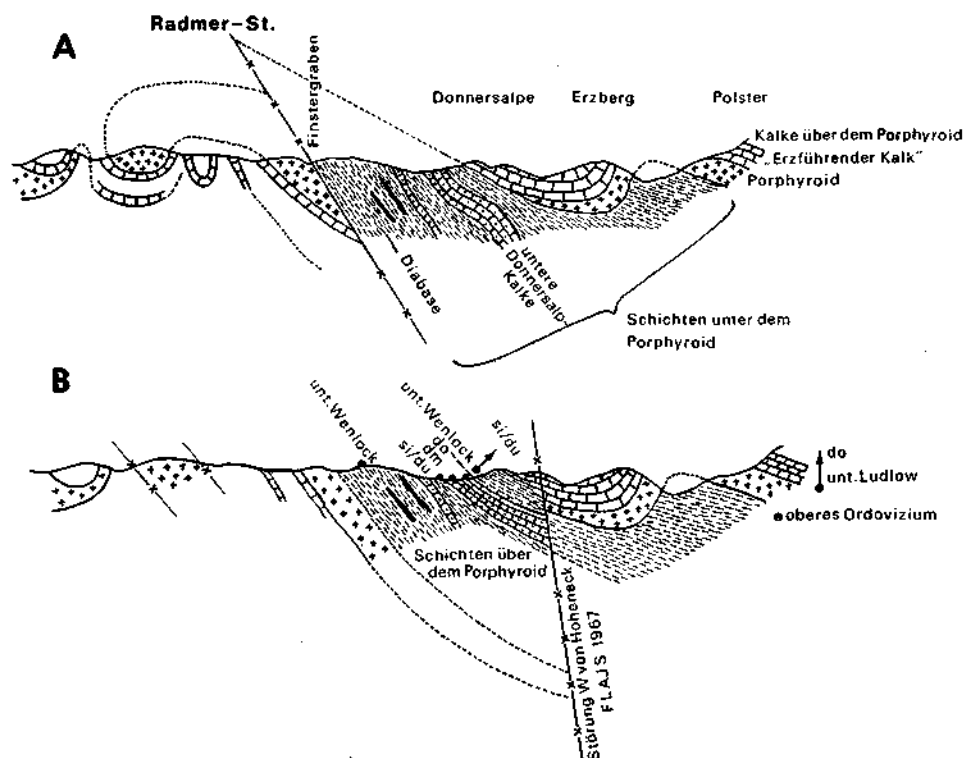


Abb. 2. Schematisches Profil durch den Raum Eisenerz—Radmer. A nach HIESSELEITNER, 1929, 1931; B nach FLAJS, 1967, und neuen Conodontenfunden.

Hangend zu den genannten Kieselschiefern mit Kalken des Silurs folgen am Güterweg stark verwitterte, erdige Schiefer und Lydite. 300 m südlich der Kohlleitenalm gehen diese in etwa 20 m mächtige, massige sowie tonreiche Bänderkalke im Liegenden eines 10 bis 20 m mächtigen Diabas-Grünschieferbandes über, das vom Ochsenkogel über die Kohlleitenalm zum Kragelschinken zu verfolgen ist. Erste Tests dieser höheren Kalke auf Conodonten blieben bisher ergebnislos. Daher können auch noch keine präzisen Altersangaben für die oben erwähnten Vulkanite gemacht werden, die bei Annahme einer \pm ungestörten Schichtfolge jünger als unteres Wenlock sein müßten. Dies steht vorerst in Widerspruch zu Ergebnissen aus der westlichen Grauwackenzone (Wildschönauer Schiefer), wo derartige vulkanisch beeinflusste Schiefererien ausschließlich dem Ordovizium zugeordnet werden (vgl. MOSTLER, 1970; FLÜGEL & SCHÖNLAUB, 1972 b).

Die Quarzkonglomerate des Gscheidegg—Pleschkogel

Die ausgedehnten Schieferareale westlich des Finstergrabens rechnet HIESS-LEITNER, 1931, der höheren Tonschiefergruppe (unter dem Porphyroid) zu. Eingeschuppte Kalke und Porphyroid-Schollen weisen allerdings hier auf lokal sehr komplizierte tektonische Verhältnisse. Örtlich finden sich innerhalb dieser

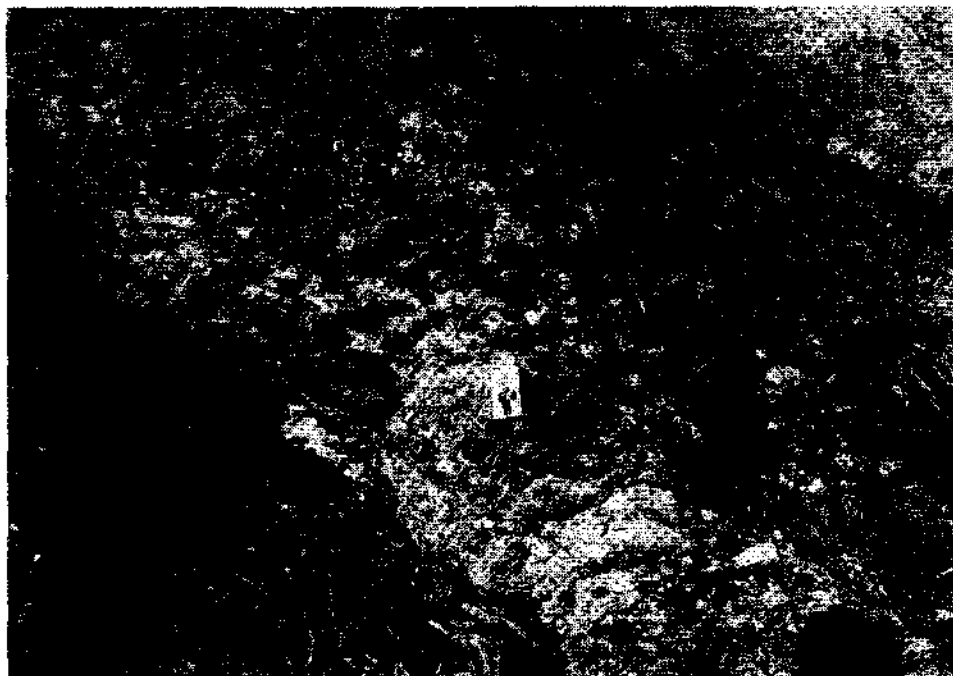


Abb. 3. Dicht gepackte Quarzkonglomerate am Ochsenriedel.

eintönigen Schiefermasse auch Konglomerathorizonte. So erwähnen bereits REDLICH & SELLNER, 1922, Konglomerate vom Pleschkogel, während HIESSLEITNER, 1931, weitere Vorkommen westlich des Schlagriedel anführt. Alle Konglomerate sind nach Meinung der Autoren mit Grauwackenschiefern verbunden und daher nicht von diesen abtrennbar.

Wie die Neubegehungen im Gebiet der Hinterradmer bisher zeigten, kommt den Konglomeraten vom Pleschkogel-Gscheidegg eine flächenmäßig größere Verbreitung zu als bei HIESSLEITNER angegeben. Sie sind zwar vorwiegend auf den Kammbereich des Gscheidegg-Pleschkogel-Höhenzuges beschränkt, finden sich aber auch entlang des gesamten Ochsenriedel und reichen hier talwärts bis in die Höhe der Loferalm (Jagdhütte). Ihre Nordgrenze ist durch einen Sporn altpaläozoischer Kalke N der Pleschalm gegeben.

Der gesamte klastische Komplex erreicht im genannten Gebiet eine Mächtigkeit von 200 bis 300 m und fällt flach (20 bis 25°) gegen Norden. Hinsichtlich des Metamorphosegrades scheinen kaum Unterschiede gegenüber den phyllitischen Nachbargesteinen zu bestehen. Die Hauptmasse dieser Folge bilden mehrere Meta-Quarzkonglomeratkörper mit Mächtigkeiten im 10-m-Bereich. Zwischengeschaltet finden sich Sandsteine und Quarzite mit wenigen Metern Mächtigkeiten, in denen Gerölle fehlen oder stark zurücktreten. Innerhalb dieser sandig-quarzitischen Zwischenschichten ist das Auftreten von vererzten Karbonatlinsen unterschiedlicher Größe bemerkenswert.

Die Quarzkonglomerate (Detailuntersuchungen stehen noch aus) führen als Gerölle überwiegend Restquarze, daneben sandige Schiefer, helle und dunkle Quarzite und Karbonate. Dunkle Lydite treten hingegen sehr zurück. Auffallend ist eine stark wechselnde Geröll-Packungsdichte (Abb. 4, 5) innerhalb der z. T. verschieferten Grundmasse, schlechte Sortierung und die im Vergleich zu den Karbonatgeröllen geringe Korngröße der Quarze. Während die Quarzkomponenten geschätzte mittlere Korngrößen um 5 cm erreichen und meistens gut gerundet sind, sind die Gerölle der Klastika und die Dolomite in der Regel größer und häufig abgeplattet. Größere Karbonatgerölle können außerdem ausgeschwänzt sein und sich in ss-parallele Klüfte fortsetzen. Mit Quarz verheilte senkrechte Klüfte sind selten. Sedimentäre Gefüge, wie Feinschichtung, Sedimentstrukturen usw., sind weitgehend zerstört. Ebenso fehlen Fossilien.

Innerhalb der im Gelände als Rippen hervortretenden Meta-Konglomerate können Bereiche mit auffallend gehäuften Auftreten von Karbonatgeröllen von solchen mit stark zurücktretenden oder über mehrere Meter fehlenden Karbonatgeröllen unterschieden werden. Erstere zeichnen sich durch schlechte Sortierung aus und sind stets an die Basis eines Konglomeratkörpers gebunden. Die bisherigen Beobachtungen sprechen dafür, daß auch die von HIESSLEITNER ausgeschiedenen, z. T. hausgroßen „Rohwandrundlinge“ dieser metamorphen Konglomeratfolge zuzuordnen sind.

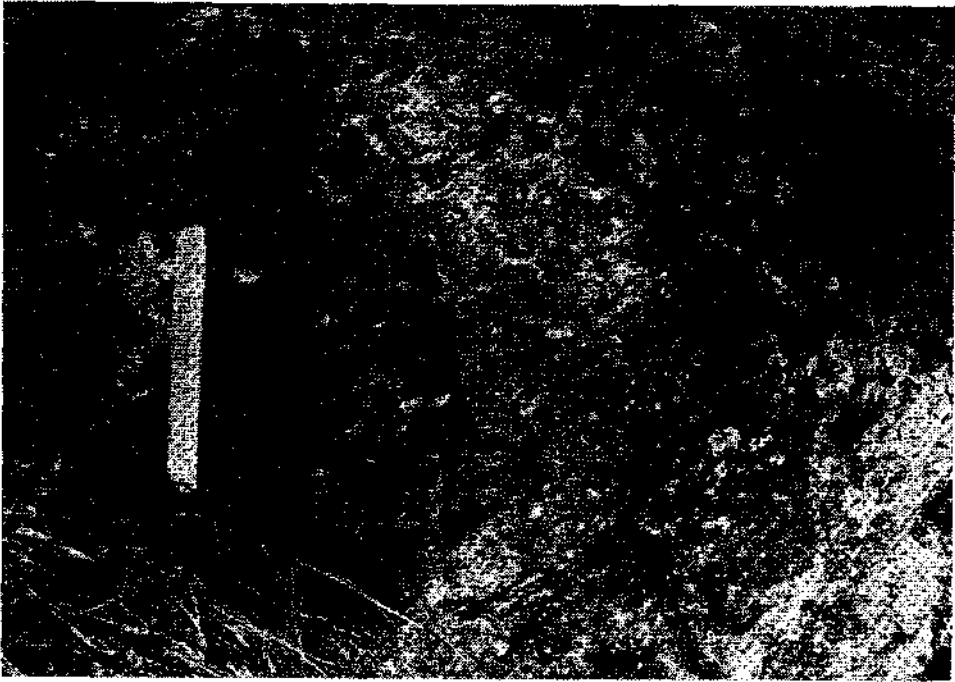


Abb. 4. Schlecht sortiertes Meta-Konglomerat am Ochsenriedel.

Chemische Teilanalysen und Röntgendiffraktometeraufnahmen (Dr. S. SCHARBERT) einiger Proben aus den Konglomeraten ergeben den nachstehend angeführten Befund:

Röntgenbefund: Die Proben 1, 3 und 4 enthalten Dolomit und sehr wenig Quarz. Probe 2 besteht ausschließlich aus Quarz (heller Quarzit). Fe-Mineralien sind in keiner Probe röntgenographisch nachweisbar. Ebenso ist die Unterscheidung zwischen Dolomit und eisenschüssigem Dolomit (Ankerit) auf diese Weise kaum exakt möglich.

Chemischer Befund:

Probe Nr.	1	2	3	4
Fe ₂ O ₃ Gew. %	5,94	0,95	9,20	4,40
CaO	27,28	0,21	27,10	27,49
MgO	17,67	0,20	14,34	17,28
Säure unslf.	3,06	97,06	9,15	4,07
Glühverlust	43,63	0,83	39,48	43,62

Die Umrechnung auf Karbonate ergibt, daß in Probe 1 und 4 das gesamte Eisen im Karbonat gebunden vorliegt, in Probe 2 und 3 etwa zur Hälfte, der Rest ist limonitisches Material.

Die Zusammensetzung des Karbonatanteiles der Proben ist wie folgt:

Probe 1: etwa 9% FeCO₃, 51,5% CaCO₃, 39 % MgCO₃

Probe 3: etwa 8% FeCO₃, 57 % CaCO₃, 35 % MgCO₃

Probe 4: etwa 7% FeCO₃, 53,5% CaCO₃, 39,5% MgCO₃

Diese Berechnung läßt sich bei Probe 2 wegen des geringen Fe,Ca und Mg-Gehaltes nicht durchführen.

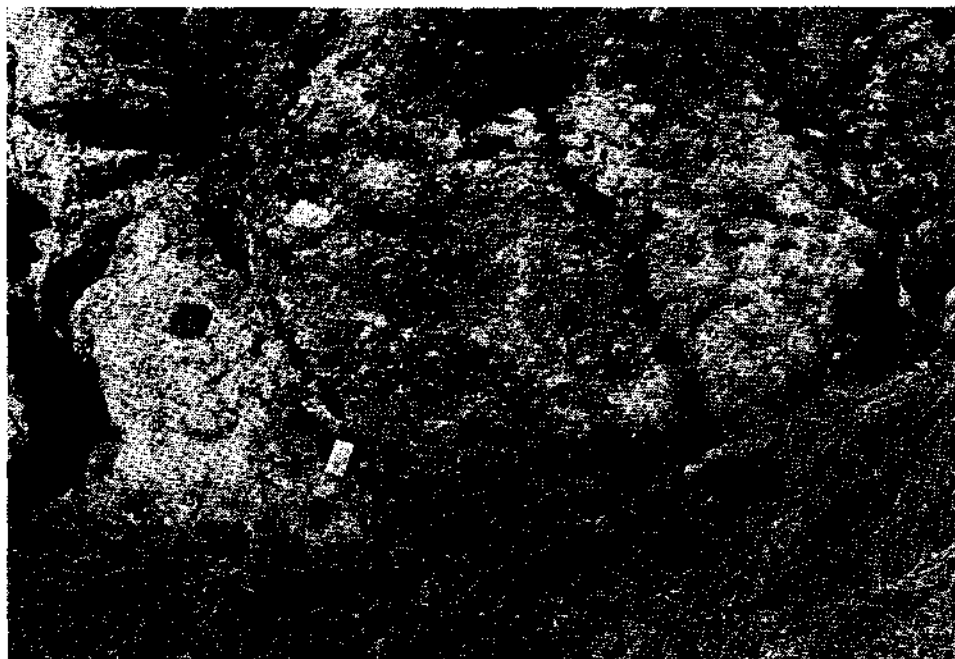


Abb. 5. Locker gepacktes Meta-Konglomerat am Ochsenriedel. Dunkle Komponenten sind Fe-Dolomit-Gerölle.

Deutung und Probleme

Die oben mitgeteilten Beobachtungen zur Geologie des Paläozoikums um Radmer machen eine teilweise Revision der Stratigraphie und Tektonik dieses Raumes notwendig. Der Nachweis von Silur im Hangenden des Porphyroids und die daraus erfolgte Ableitung einer konkordanten Schichtfolge zwischen Porphyroid und Schiefem am Osthang des Finstergrabens erübrigen unserer Ansicht nach eine eigene „Radmer-Störung“ im Sinne HIESSLEITNERS, zumal diese Störung ursprünglich auf Grund einer Stratigraphie postuliert wurde, die sich auf keinerlei Fossilien stützen konnte (vgl. HIESSLEITNER, 1935 : 87, Fußnote).

Mit der Eliminierung der Radmer-Störung fällt gleichzeitig eines der Hauptargumente für eine vortriadische Schuppentektonik im Gebiet der Radmer weg. Andererseits konnte FLAJS, 1967 a, im angrenzenden Eisenerz sichere Belege für einen variszischen Deckenbau finden.

Die Datierung der Vulkanite (Diabase, Hornblende-Plagioklasgesteine) fehlt bisher. Sie wäre um so wichtiger, als diese Folge in der älteren Literatur aus tektonischen Gründen ins Liegende des Porphyroids (Ordovizium) gestellt wurde, bei Annahme einer ungestörten Schichtfolge hingegen ein post-Wenlock-Alter anzunehmen wäre. Diese Vorstellung ist zwar in Übereinstimmung mit einigen datierten Vulkaniten aus verschiedenen ostalpinen Paläozoikums-Vorkommen (FLÜGEL & SCHÖNLAUB, 1972 a; KUPSCH et al., 1971; AUFERBAUER, 1972), steht aber in deutlichem Widerspruch zu Ergebnissen aus dem Westteil der Nördlicher Grauwackenzone (MOSTLER, 1970), Mittelkärnten (RIEHL-HERWIRSCH, 1970) und den Karawanken (KUPSCH et al., 1971): Hier wird die freilich nicht durch Fossilien belegte Hauptverbreitung der basischen Vulkanite im älteren Ordovizium angenommen.

Wiederholt wurde in der Vergangenheit die Problematik des Auftretens brecciöser und konglomeratischer Partien innerhalb der Grauwackenschiefer erörtert (vgl. SCHWINNER, 1929; HAMMER, 1932; CORNELIUS, 1941). Erst in jüngster Zeit scheint sich aus Aufnahmen westlich unseres Arbeitsgebietes die Auffassung durchzusetzen, daß durch Detailkartierung nicht nur eine Abtrennung von den umgebenden Schiefnern möglich sei, sondern darüber hinaus diesem Komplex eine transgressive Lagerung über älteren Gesteinen zukomme. Eine Deutung als Basalbildung der kalkalpinen Schichtfolge drängt sich demnach auf (CLAR, 1972).

Die erwähnten Konglomerate des Gscheidegg-Pleschkogel-Höhenzuges weichen von typischen Prebichl-Schichten erheblich ab. Von den Mächtigkeiten abgesehen, lassen sie sich lithologisch auch nicht mit dem von BÜCHNER, 1970, näher bekannt gemachten breccienreichen Komplex des Salberges bei Liezen und des Dürrenschöberl bei Admont vergleichen. Ihre transgressive Lagerung erscheint jedoch erwiesen: Sie kommt einerseits durch flaches N-Fallen der Konglomerate gegenüber mittelsteilem NE-Einfallen der Grauwackenschiefer zum Ausdruck, andererseits spricht auch das Auftreten von Geröllen veretzter Kalke, die dem „Erzführenden Kalk“ (Unter- bis Mitteldevon) oder noch jüngeren Kalken entstammen könnten (siehe unten!) gegen eine Verzahnung mit Porphyroid-führenden Grauwackenschiefern (Grenze Ordoviz/Silur) am neu angelegten Güterweg von Hinterradmer zur Pleschalm. Die Nähe dieser Folge zum Südrand der Kalkalpen und den Werfener Schichten fügt sich der Vorstellung einer jüngeren, transgressiven Bildung gut ein.

Wie angedeutet, bieten sich für die Herleitung der Karbonatgerölle in der Konglomeratfolge sowohl die erzführenden Kalke des Devon (A), als auch jüngere Kalke (B) an. Während im Fall A ein durch die variszische Orogenese erzeugtes, kräftiges Relief und eine altpaläozoische bzw. variszische Fe-Zufuhr zu fordern ist (HAJEK, 1966), führt die Möglichkeit B zur Vorstellung eines den Auernig-Schichten der Karnischen Alpen (Oberkarbon) vergleichbaren Sedimenttypus mit postvariszischer Fe-Zufuhr. Es sei darauf hingewiesen, daß in diesem Fall der üblicherweise chronostratigraphisch verwendete Terminus „Erzführender Kalk“ zur Kennzeichnung der Karbonatgerölle in den Konglomeraten nicht zulässig ist.

Die Zwischenschaltung von Fe-Dolomit-Linsen, die bereits im Gelände erkennbare schlechte Sortierung, Rundung und geringe Sphärizität der Karbonat-Komponenten sprechen ebenso wie die oben angeführten annähernd gleichen Fe-Werte für extrem geringe Transportwege der Gerölle und damit eher für die letztere Hypothese. Wir sind uns aber bewußt, daß zur endgültigen Klärung der angeführten Probleme Detailuntersuchungen der Konglomerate unerlässlich sind.

Literatur

- AUFERBAUER, H.: Zur Kenntnis der Silur-Devon-Folge von Pessendellach (Kärnten). — Verh. Geol. B.-A., 1972, 214—224, Wien 1972.
- BÜCHNER, K. H.: Geologie der nördlichen und südwestlichen Gesäuseberge. — Diss. Univ. Marburg, 118 S., Marburg/Lahn 1970.
- CLAR, E.: Anmerkung über weitere Vorkommen von Prebichlschichten. — Verh. Geol. B.-A., 1972, 123—125, Wien 1972.
- CORNELIUS, H. P.: Zur Deutung der Konglomerate des Salberg bei Liezen und der Flaserkalkbreccien am Dürrenschöberl. — Ber. R.-A. Bodenforsch., 1941, 111—114, Wien 1941.
- FLAJS, G.: Conodontenstratigraphische Untersuchungen im Raum von Eisenerz, Nördliche Grauwackenzone. — Mitt. Geol. Ges. Wien, 59, 157—212, Wien 1967 a.
- FLAJS, G.: Ergänzende Bemerkungen zur Alterseinstufung des Blasseneck-Porphyroids bei Eisenerz. — Anz. Akad. Wiss. Wien, mathem.-naturwiss. Kl., 1967, 127—132, Wien 1967 b.
- FLÜGEL, H. W., & SCHÖNLAUB, H. P.: Nachweis von tieferem Unterdevon und höherem Silur in der Rannach-Facies des Grazer Paläozoikums. — Mitt. Geol. Ges. Wien, 63, 142—148, Wien 1972 a.
- FLÜGEL, H. W., & SCHÖNLAUB, H. P.: Geleitworte zur stratigraphischen Tabelle des Paläozoikums von Österreich. — Verh. Geol. B.-A., 1972, 187—198, Wien 1972 b.
- HAJEK, H.: Über das Auftreten Roteisen-führender Porphyroid-Horizonte im Steirischen Erzberg. — Arch. Lagerstättenforsch., 4, 3—36, Leoben 1966.
- HAMMER, W.: Die Grauwackenzone zwischen Enns- und Palental. — Jb. Geol. B.-A., 82, 127—161, Wien 1932.
- HISSLLEITNER, G.: Zur Geologie der Erz führenden Grauwackenzone von Radmer bei Hieflau. — Jb. Geol.-A., 81, 49—80, Wien 1931.
- HISSLLEITNER, G.: Zur Geologie der Erz führenden Grauwackenzone des Johnsbachtales. — Jb. Geol. B.-A., 85, 81—100, Wien 1935.
- JAEGER, H., & SCHÖNLAUB, H. P.: Ein Beitrag zum Verhältnis Conodonten-Parachronologie/Graptolithen-Orthochronologie im älteren Silur. — Anz. Akad. Wiss., mathem.-naturwiss. Kl., 1970, 85—90, Wien 1970.
- KUPSCH, F., ROLSER, J. & SCHÖNENBERG, R.: Das Altpaläozoikum der Ostkarawanken. — Z. Deutsch. Geol.Ges., 122, 89—96, Hannover 1971.
- MOSTLER, H.: Struktureller Wandel und Ursachen der Faziesdifferenzierung an der Ordoviz/Silur-Grenze in der Nördlichen Grauwackenzone (Österreich). — Festbd. 300-Jahr-Feier Univ. Innsbruck, 507—522, Innsbruck 1970.
- RIEHL-HERWIRSCH, G.: Zur Altersstellung der Magdalensbergerserie Mittelkärntens, Österreich. — Mitt. Ges. Geol. Bergbaustud., 19, 195—214, Wien 1970.
- REDLICH, K. A. & SELLMER, F.: Die Radmer. In: Der Erzzug Vordernberg-Johnsbachtal. — Mitt. Geol. Ges. Wien, 15, 267—304, Wien 1922.
- SCHWINNER, R.: Geröllführende Schiefer und andere Trümmergesteine aus der Zentralzone der Ostalpen. — Geol. Rdsch., 20, 211—244, Berlin 1929.
- WALLISER, O. H.: Conodonten des Silurs. — Abh. hess. L. Amt Bodenforsch., 41, 106 S., Wiesbaden 1964.