

Das Paläozoikum in den RAG-Bohrungen Blumau 1, 1a und Arnwiesen 1 (Oststeirisches Tertiärbecken)

Von FRITZ EBNER*)

Mit 4 Abbildungen

*Oststeiermark
Paläozoikum
Tertiär
Stratigraphie
Beckenuntergrund
Basisbrekzien
Geröllanalysen*

*Österreichische Karte 1 : 50.000
Blätter 164, 165, 166, 167, 191, 192, 207, 208*

Inhalt

Zusammenfassung	563
Abstract	563
1. Einleitung	563
2. Bohrungen Blumau 1, 1a	565
2.1. Kurzprofile, Untersuchungsmaterial, Methodik	565
2.2. Karbonate aus den Tertiärbasisbrekzien	566
2.3. Das paläozoische Grundgebirge in der Bohrung Blumau 1a	568
3. Bohrung Arnwiesen 1	569
3.1. Kurzprofil, Untersuchungsmaterial	569
3.2. Paläozoisches Grundgebirge in der Bohrung Arnwiesen 1	569
4. Regionaler Vergleich des in den Bohrungen angetroffenen Paläozoikums	570
Literatur	572

Zusammenfassung

Im paläozoischen Untergrund des NE Oststeirischen Tertiärbeckens scheinen Karbonate über vulkanoklastischen Gesteinen eine weite Verbreitung zu besitzen. Die stratigraphisch/fazielle wie auch tektonische Position dieser Einheiten wird im Vergleich mit den Schichtfolgen des Grazer Paläozoikums und der Südburgenländischen Schwelle diskutiert.

Die RAG-Bohrung Arnwiesen 1 erschloß im Teufenbereich 340,6–951,7 m paläozoische Karbonate, von denen die hangendsten Anteile (340,6–409 m) mit Conodonten dem Oberdevon und ? Mitteldevon zuzuordnen sind und mit den Steinbergkalken bzw. ? den Kanzelkalken der Rannach-Gruppe des Grazer Paläozoikums korrelierbar sind. Darunter folgen möglicherweise in einer tieferen tektonischen Einheit (? Schöckel-Decke) schwarze Schiefer (409,0–497,2 m) und Dolomite (497,2–951,7 m).

In den Tertiärbasisbrekzien der RAG-Bohrungen Blumau 1, 1a konnten 12 verschiedene Dolomit- und 9 Kalktypen unterschieden werden. Altersmäßig konnte ein Kalktyp (Crinoidenmikrit) dem Unterdevon und ein roter mikritischer, pelagischer Kalk dem höheren Devon – ? Unterkarbon zugeordnet werden. Die Herkunft der Gerölle ist unbekannt.

Im paläozoischen Grundgebirge von Blumau 1a (2664,2 – 3046,2 m) wurden hauptsächlich Dolomite angetroffen, die faziell mit der peritidalen dolomitischen Küstenentwicklung der Dolomit-Sandsteinfolge des Grazer Paläozoikums vergleichbar sind.

Abstract

Paleozoic carbonatic rocks above volcanoclastic units are widely distributed in the basement of the NE part of the "Ost-

steirisches Tertiärbecken" (Styria, Austria). The position of these units is discussed in a stratigraphic/facial as well as tectonic point of view and in comparison with sequences of the Graz Paleozoic and of the "Südburgenländische Schwelle".

Borehole Arnwiesen 1 (RAG) showed ? Middle – Upper Devonian limestones (409,0–340,6 m) comparable with the ? Kanzelkalk-Fm. and Steinbergkalk-Fm. of the Rannach-Group of the Graz Paleozoic. The underlying black shales (409,0–497,2 m) and dolomites (497,2–951,7 m) belong possibly to a deeper tectonic unit (Schöckel-Nappe of the Graz Paleozoic).

In the Tertiary basal breccia/conglomerates of the boreholes Blumau 1, 1a (RAG) 12 dolomitic and 9 calcareous lithotypes of unknown origin were recognized.

Only two types were dated by means of conodonts.

- crinoidal biomicritic limestone: Lower Devonian
- red pelagic micritic limestone: higher Devonian – ? Lower Carboniferous.

The unreworked Paleozoic of borehole Blumau 1a (2664,2–3046,2 m) is mainly composed of dolomites comparable with the peritidal coastal environment of the Dolomite Sandstone Group of the Graz Paleozoic.

1. Einleitung

Eine Reihe von Erdölaufschlußbohrungen in den Konzeptionsgebieten der RAG und ÖMV haben im Untergrund des Oststeirischen Tertiärbeckens paläozoische Schichten erbohrt. Räumlich liegt dieses „Oststeirische“ Paläozoikum zwischen den obertägigen Paläozoikumsvorkommen von Graz, Sausal/Remschnigg und der Südburgenländischen Schwelle. Zu welchen dieser

*) Anschrift des Verfassers: Univ.-Prof. Dr. FRITZ EBNER, Institut für Geowissenschaften der Montanuniversität, A-8700 Leoben.

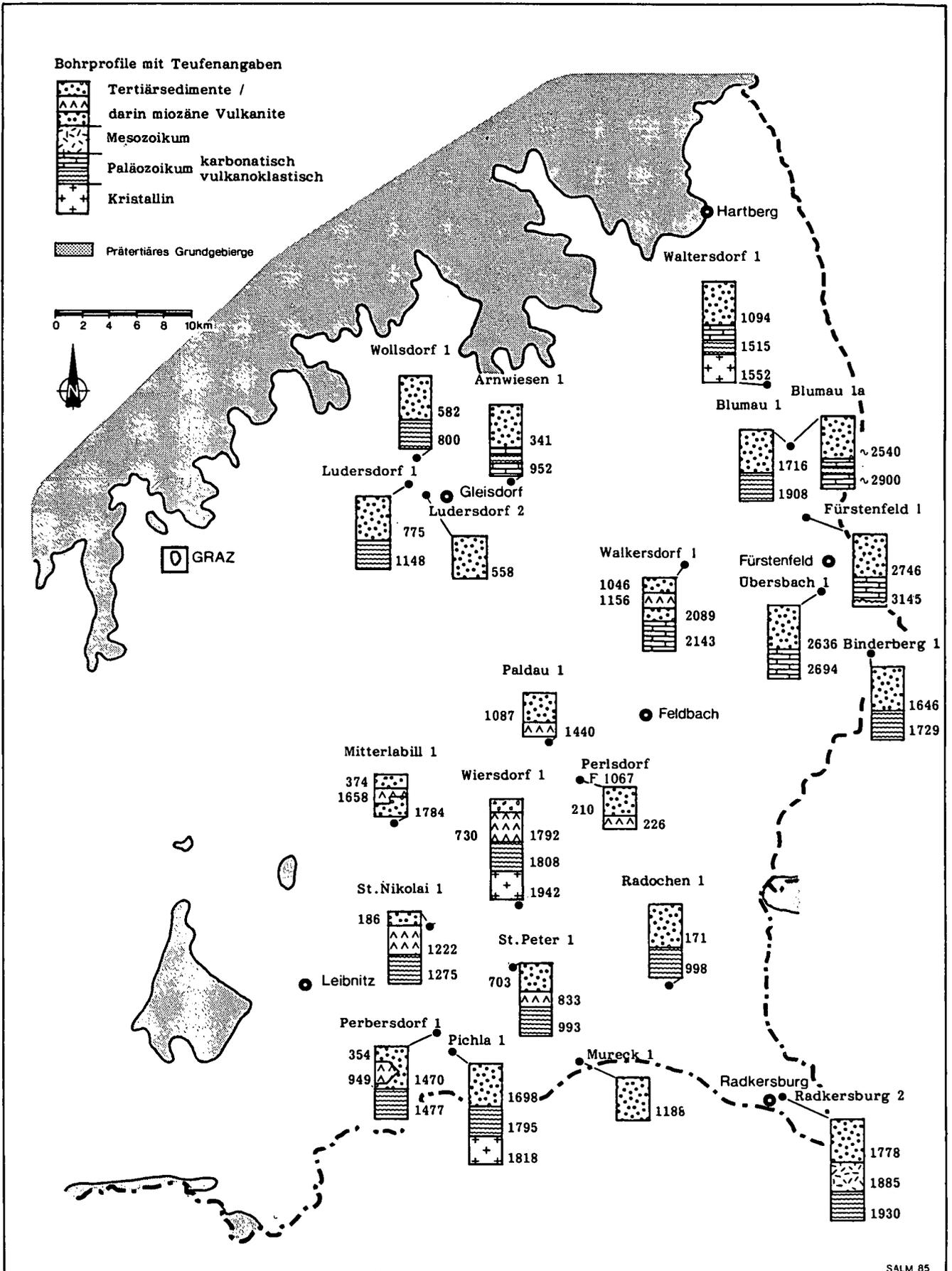


Abb. 1. Lage und vereinfachte Bohrprofile der Tiefbohrungen im Oststeirischen Tertiärbecken.

Vorkommen das Oststeirische Paläozoikum faziell gehört, ist ebenso unbekannt wie seine tektonische Position.

Altersdaten (Unterdevon) lieferten bis jetzt nur Dolomite der 1975 abgeteufte RAG-Bohrung Waltersdorf 1 (EBNER, 1978). Weitere paläozoische Karbonate wurden in den RAG-Bohrungen Walkersdorf 1 (1964), Übersbach 1 (1958/59), Blumau 1a (1979), Arnwiesen 1 (1984) sowie der Geothermiebohrung Fürstenfeld 1 (1984/85) erbohrt.

Dadurch deutet sich im NE im Untergrund des Oststeirischen Tertiärbeckens eine Dominanz paläozoischer Karbonate über vulkanoklastischen Gesteinen an, während in den zentralen und südlichen Teilen paläozoische Phyllite zu dominieren scheinen (Abb. 1).

Die durchgeführten mikrofaziellen und mikropaläontologischen Untersuchungen an paläozoischen Karbonaten aus den RAG-Bohrungen Blumau 1, 1a und Arnwiesen 1 stellen einen Beitrag zur stratigraphisch/faziellen Kenntnis des Oststeirischen Paläozoikums dar.

Eine zunehmende Kenntnis des Paläozoikums im Untergrund des Fürstenfelder Beckens und der Söchauer Schwelle ist aber auch aus der Sicht einer geothermischen und fremdenverkehrsmäßigen Nutzung (Heilthermen) dieses Raumes von Bedeutung. Die Beispiele Waltersdorf 1 (jetzt als Therme genutzt) und Blumau 1a haben gezeigt, daß im verkarsteten karbonatischen Paläozoikum durchaus mit nutzungswürdigen Thermalwasservorkommen zu rechnen ist. Die Geothermiebohrung Fürstenfeld 1 förderte aus dem Paläozoikum hingegen keine in diesem Zusammenhang nennenswerten Wassermengen (GOLDBRUNNER & ZÖTL, 1985).

Die vorliegenden Untersuchungen wurden im Auftrag der Rohölaufsuchungsgesellschaft durchgeführt. Der Vermittlung von Herrn Dr. H. POLESNY und Dr. L. WAGNER verdanke ich, daß ich diese Untersuchungen durchführen und publizieren konnte.

Ziel dieser Studien, die an den paläozoischen Karbonatmaterialien der Bohrungen Blumau 1, 1a und Arnwiesen 1 durchgeführt wurden, waren:

- 1) Alterseinstufung und fazielle Charakterisierung der erbohrten paläozoischen Schichten.
- 2) Hinweise auf das Liefergebiet der paläozoischen Komponenten der Tertiär-Basisschichten.
- 3) Regionalgeologische Eingliederung des erbohrten Paläozoikums und Vergleich mit benachbarten Obertagsvorkommen (Grazer Paläozoikum, Sausal/Remschnigg, Südburgenländische Schwelle).

Das Belegmaterial zu diesen Bearbeitungen befindet sich in der Abteilung für Geologie, Paläontologie und Bergbau am Landesmuseum Joanneum, Graz.

2. Bohrung Blumau 1, 1a

2.1. Kurzprofile, Untersuchungsmaterial, Methodik

Kurzprofil Blumau 1

- 9 m Quartär
- 1716 m Tertiär
(Pannon 86,6 m; Sarmat 912,6 m; Baden 708 m)
- 1908,2 m Paläozoikum
(Vulkanoklastika 192,2 m)

Die Basis des Baden ist in Form 8 m mächtiger Konglomerate/Brekzien mit Paläozoikumsgeröllen ausgebildet.

Untersuchtes Material

Kern 4: 1708–1719 m

1708,0 m	Tuffitschieferbrekzie
1710,0 m	
1710,4 m	Karbonatbrekzien mit einigen Tuffitschiefer- und Tonschiefergeröllen, keine Kristallingerölle!
1711,0 m	
1712,0 m	
1713,0 m	
1715,0 m	
1715,25 m	Transgressionskonglomerat auf rötlichvioletten Tuffitschiefern

Kurzprofil Blumau 1a

- 1001,5 m Ident mit Blumau 1, dann Ablenkung
- 2664,2 m Tertiär
(Baden, Karpat 1714,2 m)
- 3046,3 m Paläozoikum
(Karbonate, Phyllite 382,1 m)

Das Karpat und die Basis des Baden sind in Form von Konglomeraten/Brekzien (Konglomeratische Serie) mit Paläozoikums- und Kristallingeröllen ausgebildet.

Untersuchtes Material

Kern 1: 1837–1846 m

1837,0 m	
1839,0 m	Karbonatbrekzien
1846,0 m	

Kern 2: 1846–1855 m

1846,0 m	Karbonatbrekzie
----------	-----------------

Kern 3: 1957–1968 m

1959,0 m	Karbonat-Grünschiefer-Kristallin-Brekzie
----------	--

Kern 5: 2212–2221 m

2214,0 m	Kristallin-Dolomit-Brekzie
----------	----------------------------

Kern 7: 2438–2447 m

2441,0 m	Karbonatbrekzie
----------	-----------------

Kern 8: 2666–2672 m

2666,3 m	Probe S/7
2670,8 m	Probe S/6

Kern 9: 2752–2757 m

2752,0 m	
2755,75 m	Probe S/5
2756,4 m	Probe S/4

Kern 10: 2945–2949 m

2945,9 m	Probe S/3
2947,9 m	Probe S/2
2949,0 m	Probe S/1

Die Kerne 8 bis 10 stammen aus dem paläozoischen Grundgebirge.

2.2.1. Untersuchungsmethodik

Von den zur Untersuchung zur Verfügung stehenden halben Kernstrecken der Konglomeratpartien wurden der Länge nach 1 cm dicke Scheiben heruntergeschnitten und anpoliert. Der Kernrest wurde gebrochen und die dabei anfallenden Gerölle nach makroskopischen Gesichtspunkten sortiert. Von den so unterschiedenen Typen wurden

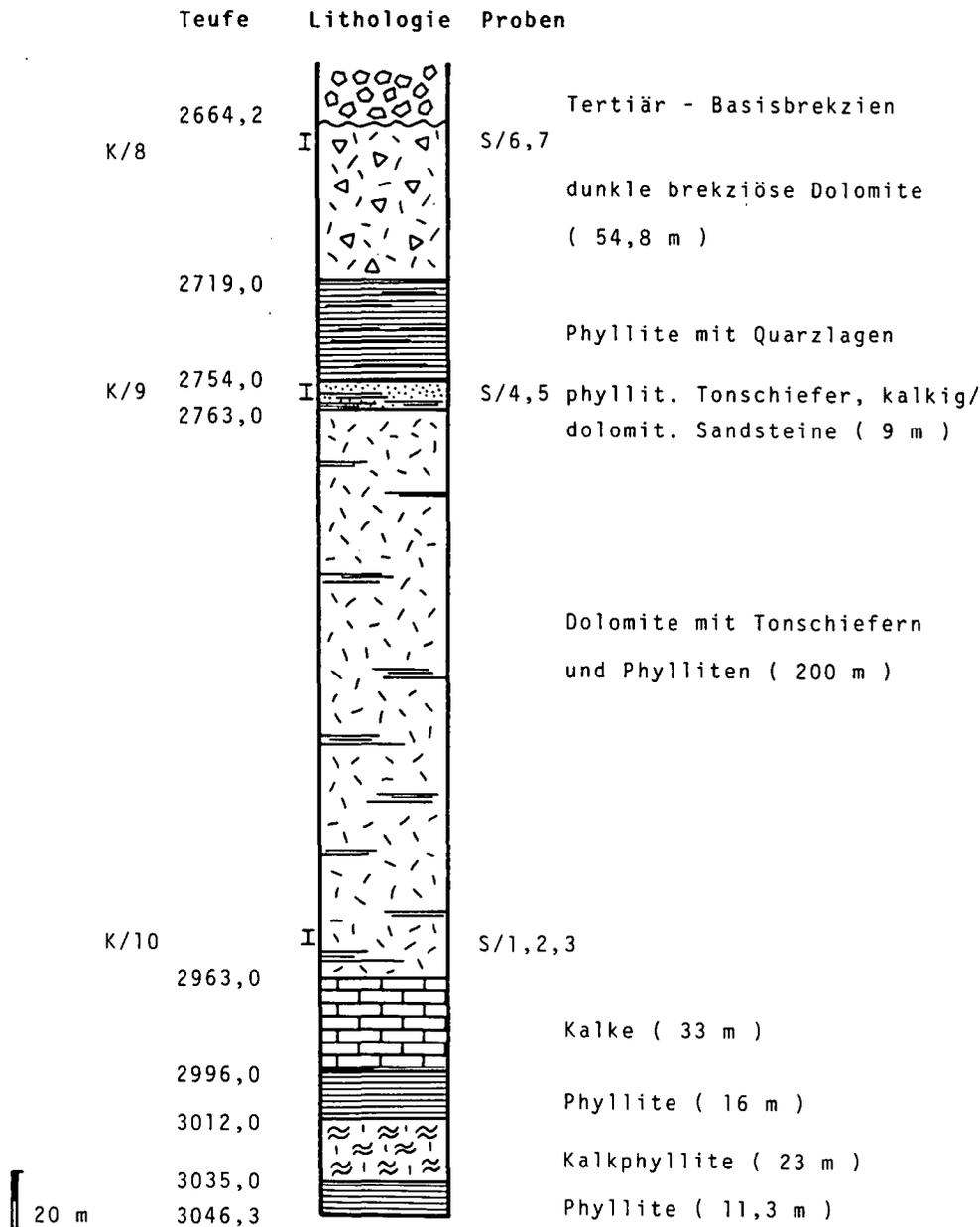


Abb. 2.
Schematisches Profil des in Bohrung
Blumau 1a angetroffenen paläozoischen Grundgebirges.

- 1) Dünnschliffe zur mikrofaziellen Ansprache und
- 2) Anschliffe zum Vergleich mit den polierten Kernstrecken

angefertigt. Die Unterscheidung in Kalk- und Dolomitgerölle erfolgte mit einem einfachen Salzsäuretest. Der verbliebene Rest der einzelnen Karbonattypen wurde mit verdünnter Essigsäure aufbereitet und auf Mikrofossilien untersucht.

Die Farbklassifizierung erfolgte zweierlei:

- 1) Verbale Ansprache mit sprachüblichen Farbbezeichnungen,
- 2) Klassifizierung der Farbbereiche nach der Rock-Color-Chart.

Von den zur Untersuchung verfügbaren Kernstrecken des nicht aufgearbeiteten Paläozoikums wurden Dünnschliffe angefertigt und ein Teil der Proben auf Mikrofossilien (allerdings mit negativem Ergebnis) getestet.

2.2. Karbonate aus den Tertiärbasisbrekzien

Lithologische Charakterisierung der Brekzien/Konglomerate:

- Matrix: Gelbbraun - rötlichgrau - rotbraun; kaum karbonatisch.
- Komponentengröße: Durchschnittlich um 3 cm; Maximum der Dolomitgerölle >8 cm, der der Kalkgerölle bei ca. 6 cm. Karbonatkomponenten in Sandkorngröße auch innerhalb der tonigen Matrix.
- Rundung: Subrounded/rounded - well rounded.
- Zusammensetzung: Brekzien aus der Bohrung Blumau 1a unterscheiden sich von denen der Bohrung Blumau 1 nur durch ihre örtliche, nicht näher untersuchte Führung von Kristallingerollen.

Das im Verhältnis zur Gesamtmächtigkeit der Brekzien nur in geringem Ausmaß zur Untersuchung vorliegende Material stellt nur einen kleinen Ausschnitt der Brekzienentwicklung dar und kann hinsichtlich Komponentenverteilung keinen Anspruch auf Vollständigkeit erheben. Es zeigt sich jedoch, daß in der Verteilung der paläozoischen Karbonate weder zwischen den Bohrungen Blumau 1 und Blumau 1a noch zwischen einzelnen Teufenbereichen gravierende Unterschiede bestehen.

Die Brekzie von Blumau 1 enthält mit den Tuffitschiefern auch Komponenten des unmittelbaren Untergrundes, während in Blumau 1a Fremdkomponenten zu dominieren scheinen. Mit der vorhin genannten Untersuchungsmethodik konnten in den Karbonatgeröllen 12 Dolomit- und 9 Kalktypen unterschieden werden.

Dolomittypen (D)	Kalktypen (K)
- Dolosparite D/1 mit Untertypen D/1a, D/1b	- Mikrite K/1 mit Untertypen K/1a-e
- Dolomikrospare D/2 mit Untertypen D/2a, D/2b	- Crinoidenmikrite – Mikrospare K/2a,b
- Dolomikrite D/3 mit Untertypen D/3a – D/3f	- Mikrospare K/3
- Peldolomite D/4 mit Untertypen D/4a – D/4b	- Sparite K/4

Dolosparite (D/1)

D/1a: Einheitliche dunkelgraue (5YR2/1, 5YR3/1, 10YR7/4, 10R3/4) Dolomite. Größe der Dolomitekristalle 0,10–0,20 mm. Klüfte mit Dolomit, Kalzit und Quarz gefüllt.

Schliff Nr. 2

Blumau 1: 1711,0 m;

Blumau 1a: 1837,0 m.

D/1b: Gelblichbraun – rötlichbraun (10YR5/4, 10R3/4) gefleckte Dolomite. Größe der Dolomitekristalle um 0,1 mm. Vereinzelt authigener Quarz.

Blumau 1 : Schliff 17 (1710,0 m)

Blumau 1a: Schliff 34 (1837,0 m).

Dolomikrospare (D/2)

D/2a: Einheitlich hellgrauer (N8) mikrosparitischer Dolomit. Größe der Dolomitekristalle bis 0,03 mm. Klüftchen bis 0,4 mm dick und mit Quarz gefüllt.

Blumau 1: Schliff 20 (1711,0 m)

D/2b: Hellgrau bis violettrot (5YR6/1–5RP6/2) gefleckter Mikrodolosparit. Größe der Kristalle bis 0,08 mm. Für die Fleckung ist eine schlierenförmige Verteilung feinst rotbrauner opaker Stäubchen (max. Größe 0,02 mm) verantwortlich.

Blumau 1: Schliff 15 (1712,0 m).

Dolomikrite (D/3)

D/3a: Verschiedenfarbige (hellgraue, cremefarben 5YR8/1, olivgrau 5Y5/2, braungrau 5YR5/1, 5YR7/1) strukturlose, homogene Dolomikrite. Klüftchen teilweise mit Quarz und Kalzit verfüllt.

Blumau 1 : Schliff 19,25 (1715,0 m), Schliff 18 (1710,0 m)

Blumau 1a: Schliff 31 (1837,0 m)

D/3b: Blaßgelbliche – gelblichbraune (5Y7/4, 10YR6/4 – 10YR6/2) Dolomikrite mit Andeutung einer Schichtung bzw. Lamination.

Blumau 1 : Schliff 25a (1715,0 m)

Blumau 1a: Schliff 35 (1837,0 m)

D/3c: Gelblichbraune – dunkelrot (10YR8/6–5R3/4) gefleckte Dolomikrite mit Kalzitklüften.

Blumau 1: Schliffe 13, 13/14, 14 (1713,0 m).

D/3d: Licht – dunkelgrau (N7, N3) gefleckte Dolomikrite. Die dunkleren Partien gehen ohne scharfe Grenzen in die helleren über. Sie erscheinen lediglich stärker pigmentiert.

Blumau 1: Schliff 24a (1713,0 m).

D/3e: Graurosa (5YR7/2) bis rot (5R5/4) gefleckter Dolomikrit. Quarz in Klüften und Nestern angereichert.

Blumau 1: Schliff 12 (1712,0 m)

D/3f: Dunkelgraue (N4) von rotbraunen (5YR4/4) Rissen durchzogene Dolomikrite. Der dunkelgraue Mikrit ist entlang feinsten Risse von rotbrauner opaker Substanz durchstäubt. Quarzklüfte bis 5 mm stark.

Blumau 1: Schliff 4 (1715,0 m)

Peldolomite D/4

D/4a: Dunkelgraue – dunkelrote (5R2/2, 10YR2/2, 10YR3/2) Peldolomite. In einer mikritischen bis mikrosparitischen Grundmasse (maximale Kristallgröße 0,08 mm) finden sich phantomartige, dunkle Ringstrukturen und dunkle Kügelchen (Pellets). Nestartig sind Quarze angereichert. Verhältnis von Grundmasse, Komponenten und Quarznestern ist starken Schwankungen unterworfen. Kalzitklüfte.

Blumau 1: Schliffe 7, 22a, 23a (1713,0 m).

D/4b: Rosarote (10R4/2) Intrapeldolomite. In einer mikrosparitischen Grundmasse finden sich mikritische Intraklaste und Pellets. Kalzitklüfte führen vereinzelt auch Quarz.

Blumau 1: Schliff 21 (1711,0 m)

Mikrite (K/1)

K/1a: Verschiedenfarbige (blaßgrau, licht-dunkelgrau, rötlichgrau, gelblichbraun, rot: N3, N5, N6, 5YR6/2, 10YR7/4, 5R5/4, 5YR7/1, 10YR8/2, 5R5/4) homogene mikritische bis örtlich mikrosparitische Kalke ohne weitere Sedimentstrukturen. Klüftung und Klüftfüllung sind unterschiedlich ausgebildet.

Blumau 1 : Schliff 16 (1710,0 m), Schliff 3 (1711,0 m).

Blumau 1a: Schliff 32, 33 (1837,0 m), Schliff 11, 27 (1839,0 m).

K/1b: Rötlich-gelblichbraun-grauer gefleckter Mikrit.

Blumau 1: Schliff 5x (1712,0 m)

K/1c: Blaßgelblicher Mikrit, der von grauem Mikrit ummantelt ist.

Blumau 1: Schliff 23 (1711,0 m).

K/1d: Gelbliche bis graue Mikrite (10YR7/6, N5, 10YR7/4, 5YR6/2), die als gemeinsames Merkmal Quarz als dominante Kluff- bzw. Nestfüllung aufweisen. Weiters treten in der mikritischen Matrix punkt- und nesterförmig angereichert braunrote opake Stäubchen auf, die ein Fleckung des Gesteins hervorufen.

Blumau 1 : Schliff 22 (1711,0 m)

Blumau 1a: Schliff 1a, 30 (1837,0 m), Schliff 24 (1838,0 m), Schliff 28 (1846,0 m).

K/1e: Rötlichgraue (10R6/2) mikritische bis mikrosparitische Kalke, die reich an authigenen Quarzen sind (Größe bis 0,1 mm). Kalzitklüfte gelblich (10YR7/3).

Blumau 1a: Schliff 3? (1839 m).

Crinoidenmikrite – Crinoidenmikrospare (K/2)

K/2a: Crinoidenführende graue (N5–N6) teilweise gefleckte Mikrite, die örtlich mikrosparitisch ausgebildet sind.

Blumau 1a: Schliff 9 (1839,0 m), Schliff 8 (1846,0 m).

K/2b: Hellgraue – rötlichgraue (N7, 5YR6/1), leicht gebänderte Crinoiden führende mikritische bis mikrosparitische Kalke.

Blumau 1: Schliff 1a (1710,4 m), Schliff 1 (1712,0 m).

Mikrospare (K/3)

K/3: Blaßrosa – violettrote (5YR7/2–5YR5/2) gefleckte Mikrospare mit weißen Kalzitklüften.

Blumau 1a: Schliff 29 (1837,0 m), Schliff 5? (1839,9 m).

Sparite (K/4)

K/4: Gelbgraue bis lichtgraue Sparite (5Y8/2, N6, N7). Teilweise kann durch Grauschattierungen eine Bänderung angedeutet sein.

Blumau 1 : Schliff 25 (1713,0 m).

Blumau 1a: Schliff 6 (1846,0 m).

Eine altersmäßige Einstufung der Gerölle gelang nur in zwei Fällen:

- Typ K/2a: Crinoidenmikrit (Material von Schliff 9 Blumau 1a 1839,0 m):
 2 Conodonten: *Icriodus curvicauda* CARLS & GANDEL 1969
 indet. Einzahnconodont
 Einstufung: Unterdevon (unteres Siegen – unteres Ems)
- Typ K/1a: roter mikritischer Kalk (Material von Schliff 32 Blumau 1a 1837,0 m):
Polygnathus sp.
 2 indet. Blattconodonten.
 Mögliche Einstufung aufgrund von *Polygnathus* sp. Unterdevon (ob. Unterems) – Unterkarbon (ob. Tournai).

In den untersuchten Geröllen befinden sich in lithologischer Hinsicht keine Typen, die nach dem derzeitigen Kenntnisstand eindeutig auf eine Anlieferung aus dem Grazer Paläozoikum hinweisen.

Die fossilführenden Crinoidenmikrite (Typ K/2a) besitzen im Grazer Paläozoikum in den Crinoidenschichten ein ± zeitgleiches Äquivalent. Letztere umfassen als Formation jedoch mehrere Lithotypen (plattige Kalke, Crinoidenkalke, Flaserkalke, Kalkschiefer, Grünschiefer, Diabase, Dolomite und sandige Gesteine).

Bei den roten mikritischen Kalken des Typs K/1a mit einer möglichen Einstufung vom oberen Unterdevon – Unterkarbon handelt es sich um einen roten, pelagischen Kalk. Fazielle Äquivalente sind im Grazer Paläozoikum hauptsächlich in den Steinbergkalken (Oberdevon) und Kalken der Sanzenkogelschichten (Unterkarbon – Namur A) zu suchen. Vereinzelt treten jedoch auch im Mitteldevon rotgefärbte pelagische Kalke auf. Die fragmentarisch erhaltene Fauna des Gerölls vom Typ K/1a schließt ein Oberdevon bis Unterkarbon-Alter nicht aus.

Von den Dolomitgeröllen sind aus den Bohrungen Blumau 1 und Blumau 1a besonders die zahlenmäßig überwiegenden bunten Dolomikrite (Typ D/3a, 3c–3f) auffällig. Derartige Dolomite besitzen im Grazer Paläozoikum kein weitverbreitetes Äquivalent. Bei den dort auftretenden Dolomiten der Dolomitsandstein-Folge sind neben mengenmäßig überwiegenden zuckerkörnigen spätdiagenetischen Dolomiten auch fröhdiagenetische, feinkörnige Typen vorhanden, die die mikrofazialen Merkmale (Aufarbeitungshorizonte, Stromatolithlagen) eines karbonatischen Flachwasser-Küstenraumes zeigen. Derartigen Bereichen könnten lediglich die Dolomittypen D/3b (laminierte Dolomite) und Typ D/4 (Peldolomite) der Bohrung Blumau 1 und Blumau 1a entsprechen.

Bemerkenswert ist vor allem, daß Karbonattypen, wie sie im nicht aufgearbeiteten Paläozoikum der Bohrung Blumau 1a (2664,4–3046,3) auftreten, in den Geröllen nicht angetroffen werden.

2.3. Das paläozoische Grundgebirge in der Bohrung Blumau 1a

Abb. 2 zeigt ein Säulenprofil durch das in der Bohrung Blumau 1a im Teufenbereich 2664,2–3046,3 angetroffene paläozoische Grundgebirge. Die dargestellte Mächtigkeit ist eine scheinbare, da die Schichtneigungen (zwischen 10 und 60°) und auch die Schräglage der abgelenkten Bohrung nicht berücksichtigt wurden.

Hangend: Tertiär

2719,0–2664,2 m: 54,8 m massige brekziöse dunkle Dolomite

Proben: S/7 2666,3 m
 S/6 2670,8 m

Dunkelgraue, brekziöse Dolomite. Größe der Einzelkomponenten bis zu 1 cm im Durchmesser. Klüfte und Poren dolomitisch/kalzitisch (weiß) verheilt. Teilweise offene Poren.

Schliff: Dolomitpflaster (Dolosparit) mit größtem Durchmesser der Dolomitekristalle bis 0,2 mm.

2 Conodontenproben negativ.

Vergleich: am ehesten mit den Devondolomiten von Waltersdorf 1.

2719,0–2754,0 m: 35 m Phyllit mit Quarzlagen

2754,0–2763,0 m: 9 m Tonschiefer mit kalkigen z. T. dolomitischen Sandsteinen

Proben: S/5 2755,75 m
 S/4 2756,4 m

Gelbbraune phyllitische Tonschiefer mit Einschaltung synsedimentär-fröhdiagenetisch zerbrochener karbonatischer (kalkig/dolomitisch zementierter) Quarzsandsteine. Größter Durchmesser der angularen bis subrounded Sandsteinkomponenten bis 10 mm. Tonige Matrix „umfließt“ öfters die Sandsteinkomponenten. Kornkontakte bisweilen stylolithisch überprägt.

2 Conodontenproben negativ.

2763,0–2963,0 m: 200 m Dolomit mit Tonschiefern und Phylliten

Proben: S/3 2945,9 m
 S/3 2947,9 m
 S/2 2949,0 m

S/3 2945,9 m:

Schwarze, graphitisch/kohlige Grundmasse mit Pyritkristallen. Darin aufgearbeitet subangulare bis subrounded, gelbbraune mitunter gefaserte Dolomit- und Sandstein-Komponenten bis 2 cm Größe.

S/2 2947,9 m:

Gelbbraune Dolomit/Sandsteinbrekzie; Matrix: gelbbraun, phyllitisch; Komponenten: grau, angular.

S/1 2949,0 m:

Grauer gefasertes, dolomitisch verkitteter Quarzsandstein, bei dem die max. 1 cm mächtigen Einzellagen synsedimentär zerbrochen sind. Dazwischen geringmächtiges phyllitisches Material.

3 Conodontentests (S/1–3) negativ.

Vergleich: Faziell eventuell als peritidale dolomitische Küsten-Lagunenentwicklung zu interpretieren. Vergleichbar eventuell mit der Dolomitsandstein-Folge des Grazer Paläozoikums, in der ebenfalls immer wieder synsedimentäre Aufarbeitungshorizonte und Einschaltungen von dolomitischen Quarzsandsteinen auftreten (FENNINGER & HOLZER, 1978; EBNER et al., 1980). Weiterführend für fazielle Vergleiche wären sedimentologische Untersuchungen an größeren Kernstrecken und ein Vergleich der Schwermineralspektren der in Blumau 1a angetroffenen Dolomitsandsteine mit denen der Dolomit-sandstein-Folge des Grazer Paläozoikums.

2963,0–2996,0 m: 33 m Kalke

Kein Probenmaterial zur Verfügung. Conodontentests wären angebracht, da kalkige Entwicklungen für Conodonten einen wesentlich günstigeren Lebensraum boten als dolomitische Flachwasser-Lagunenentwicklungen, die auch aus dem Grazer Paläozoikum nahezu keine Conodontenfaunen erbrachten.

2996,0–3012,0 m: 16 m Phyllite

Kein Probenmaterial zur Verfügung (Spülverlust)

3012,0–3035,0 m: 23 m Kalkphyllite

Kein Probenmaterial zur Verfügung (Spülverlust)

3035,0–3046,3 m: 11,3 m Phyllite

Kein Probenmaterial zur Verfügung (Spülverlust).

3. Bohrung Arnwiesen 1

3.1. Kurzprofil, Untersuchungsmaterial

Kurzprofil:

-340,6 m Tertiär
(Sarmat 312,8 m, Baden 27,8 m)
-951,7 m Paläozoikum 611,1 m.

An der Basis des Tertiärs ist eine 1 m mächtige gelblichgrau gefärbte, karbonatisch zementierte Brekzie ausgebildet. An Komponenten enthält diese Kalke, die aus der direkten Paläozoikumsunterlage zu beziehen sind.

Untersuchungsmaterial	Probenbezeichnung	
Kern 3 339,0 -339,90 m	A/1	Basisbrekzie
Kern 4 349,0 -340,25 m	A/2	
342,4 -342,7 m	A/3	
344,15-344,45 m	A/4	
348,3 -348,50 m	A/5	
Kern 5 351,10-352,00 m	A/6	Paläozoisches Grundgebirge
Kern 6 463,8 m	A/7	
512,35-512,55 m	A/8	
Kern 7 513,45-513,75 m	A/9	
Kern 8 947,3 -947,5 m	A/10	
948,1 m	A/11	
950,5 m	A/12	

Cuttings der Teufenbereiche: 380-382, 400, 510, 546, 570, 580, 590, 600, 610, 620, 630, 640, 650, 660, 670, 680, 690, 700, 710, 720, 730, 740, 750, 760, 770, 780, 790, 800, 810, 820, 830, 840, 850, 860, 870, 880, 890, 900, 910, 920, 930, 940 m.

3.2. Das paläozoische Grundgebirge in der Bohrung Arnwiesen 1

Grundgebirgsprofil: 340,6-951,7 m (611,1 m)
 340,6-409,0 m: 68,4 m gelblich-graue, teilw. geflaserte Kalke (Proben A/3-A/6)
 409,0-497,2 m: 88,2 m schwarze Schiefer (Probe A/7)
 497,2-951,7 m: 454,5 m Dolomite, untergeordnet Kalke (Probe A/8-12).
 340,6-409,0 m: 68,4 m gelblich-graue geflaserte Kalke
 Hellgraue-gelblich gefleckte, teilweise geflaserte mikritische Kalke mit spärlicher Crinoidenführung, die im Teufenbereich von ca. 370-380 m in hellgraue Kalke übergehen.
 Schliffbefund: Homogene Mikrite, die vereinzelt örtlich Andeutung einer Schichtung zeigen. Einige kleine runde bis ovale Nester können auf kalzitische Zementation von Lösungshohlräumen nach Fossilien rückführbar sein. Klüfte: Kalziterfüllt.
 Conodontentests: A/3-A/6: +
 Cuttingproben 380-382 m: +
 400 m: -

A/3: 342,4-342,7 m
indet. Conodontenfragmente

A/4: 344,15-344,45 m
Palmatolepis gracilis BRANSON & MEHL, 1934 ssp. indet.
Palmatolepis sp.
Palmatolepis ex. gr. *nodocostatus* BRANSON & MEHL, 1934.
Scaphignathus sp.
 Einstufung: Oberdevon, untere *velifer* - mittlere *styriacus*-Zone (do IIIβ-do V).

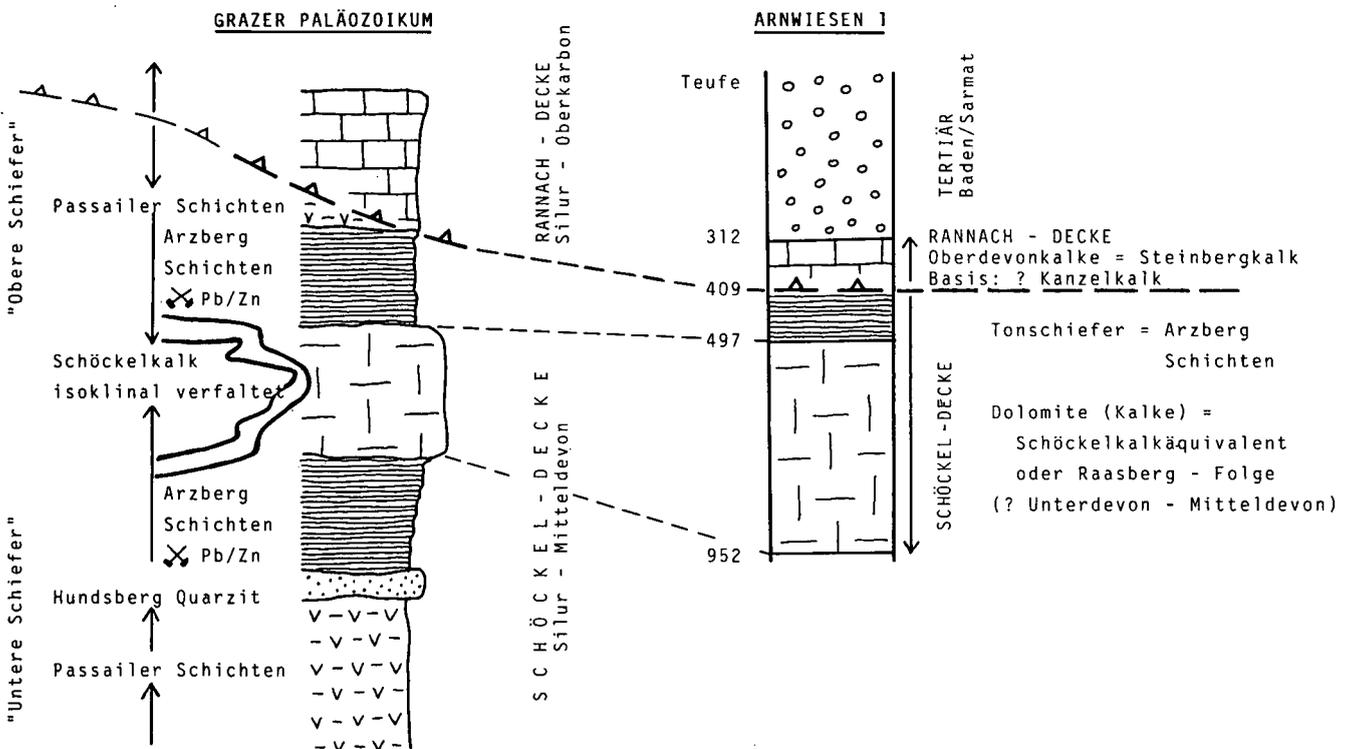


Abb. 3. Korrelation der Bohrung Arnwiesen 1 mit dem Grazer Paläozoikum bei Annahme einer tektonischen Trennfläche in einer Teufe von 409 m. Die Pfeile weisen in das stratigraphisch Hangende der Deckeneinheiten.

A/5: 348,3–348,5 m

Palmatolepis glabra ULRICH & BASSLER, 1936 ssp. indet.

Palmatolepis marginifera marginifera HELMS, 1959.

Palmatolepis rhomboidea SANNEMANN, 1955

Palmatolepis sp.

indet. Bruchstücke von agglutinierten röhrenförmigen Foraminiferen (?Hyperammina sp.)

Einstufung: Oberdevon, untere *marginifera*-Zone (do IIIß).

A/6: 351,1–352,0 m

Palmatolepis: 351,1–352,0 m

Palmatolepis glabra prima ZIEGLER & HUDDLE, 1969

Palmatolepis glabra pectinata ZIEGLER, 1962

Polygnathus sp.

Polylophodonta sp.

Einstufung: Oberdevon, *rhomboidea* – *marginifera*-Zone (do IIß).

Cuttingprobe 380–382 m:

indet. Conodontenfragment

Polygnathus sp.

Einstufung: Aufgrund der kleinen Basalgrubenentwicklung bei *Polygnathus* sp. und dem Fehlen jeglicher *Palmatolepis*-Formen ?? Mitteldevon.

409,0–497,2 m: 88,2 m schwarze Schiefer:

Kaum karbonatisch, Probe A/7.

497,2–951,7 m: 454,5 m Dolomite, untergeordnet Kalke

Der liegende Karbonatkomplex beginnt im Hangenden nach Cutting- und Kernbefunden mit einem hangenden Kalkkomplex (Probe A/8–9, Cuttings der Bereiche 520, 546 m) bestehend aus hellgrauen Kalken (A/9), weißen Kalken (A/8) und gelbbraunen Kalken/Kalkschiefern.

Schliff- und Kernbefund A / 8 (512,35–512,55 m): Hellgrau bis weißer spätiger, Quarzdetritus führender dolomitischer Kalk. In der Matrix sind die dolomitischen Anteile sparitisch, die feinkörnigen kalkig ausgebildet. Der Anteil der undulös auslöschenden, eckigen Quarze beträgt bis zu 40–50 Volumsprozenten.

Schliff- und Kernbefund A / 9 (513,45–513,75 m): Hellgrau dichter Kalk. Im fleckigen grauen verwühlten Mikrit finden sich Gänge und Nester, die mit Kalkspatit und authigenen Quarzen (Verhältnis 1:1) erfüllt sind. Der unlösliche Rückstand besteht ebenfalls nur aus authigenem Quarz.

Mächtigkeit: Mindestens 48,8 m; Liegendgrenze nicht erfaßbar, da zwischen 546 und 570 m kein Untersuchungsmaterial zur Verfügung steht.

Conodontentests:

Proben A/8–9, Cuttings 510, 546 m: –

Darunter schließt ein mindestens 10 m mächtiger Bereich von hell-dunkelgrauen Kalken und dunkelgrauen Dolomiten an.

Cuttingproben: 570, 580 m

Conodontentests: Cutting 580 m: –

Das Liegende bildet ein monotoner Dolomitkomplex bestehend aus hell-dunkelgrauen, teilweise zuckerförmigen Dolomiten. Im Bereich von 610 m sind die Cuttings im geringen Ausmaß zusätzlich mit schwarzen Kalkschiefern (Phylliten) vermengt. Die dunkelgrauen Dolomittypen treten dabei gemeinsam mit hellgrauen Dolomiten in den Cuttingbereichen 590–620 m, 880–940 m auf. Auf die Cuttingbereiche 630–790 m und 810–880 m entfallen nur hellgraue Dolomite.

Schliff- und Kernbefund A / 10 (947,3–947,5 m): Brekziöser dunkelgrauer Dolomit. In einer dunkelgrauen bis schwarzen Matrix befinden sich cm-große Dolomitkomponenten, die reichlich feinkörnigen detritären Quarz führen.

Kernbefund A / 11 (948,10 m):

dunkelgrauer brekziöser Dolomit.

Kernbefund A / 12 (950,5 m):

Dunkelgrauer brekziöser Dolomit.

Conodontentests:

Cuttings 600, 650, 700, 750, 800, 850, 900, 940: –

A/10–12: –

4. Regionaler Vergleich des in den Bohrungen angetroffenen Paläozoikums

Die im Kern 8 der Bohrung Blumau 1a angetroffenen dunklen Dolomitbrekzien entsprechen etwa den Dolomiten von Waltersdorf 1, die ein Unterdevon-Alter (EBNER, 1978) lieferten, und den brekziös ausgebildeten Dolomiten von Arnwiesen 1 (A 10). Alle anderen Karbonattypen von Blumau 1a sind mit den bisher erbohrten und bekannten Karbonaten aus dem Untergrund des Oststeirischen Beckens nicht vergleichbar. Die nur lückenhafte Information kann sich bei der Beurteilung dieser Frage allerdings nachteilig auswirken. Möglicherweise entsprechen die dolomitischen Sandsteine von Blumau 1a einem Teil der paläozoischen Gesteine, die in der Thermalwasserbohrung Fürstenfeld 1 angetroffen wurden (freundl. Mitteilung von Dr. W. TSCHELAUT: FENNINGER & TSCHELAUT in GOLDBRUNNER & ZÖTL, 1985).

Generell ist im Fürstenfelder Becken eine lithologische Zweiteilung des paläozoischen Untergrundes in einem karbonatischen (meist dolomitischen Hangendkomplex) und vulkanoklastischen Liegendkomplex anzutreffen. Altersdatierungen ergeben sich für die Basisanteile des Hangendkomplexes aus den Mikrofossilfunden von Waltersdorf 1 mit Unterdevon (EBNER, 1978). Möglicherweise sind Teile der vulkanoklastischen Abfolge (mit Karbonateinschaltungen) in den Obertagsaufschlüssen von Sulz/Güssing dem Obersilur zuzuordnen (SCHÖNLAUB, 1984).

In Fürstenfeld 1 sind in den liegenden Dolomitpartien Phyllite eingeschaltet, in Blumau 1a werden sie von Kalken, Kalkphylliten und Phylliten unterlagert.

Inwieweit die erbohrten Dolomite mit denen der Bohrungen Bachselten, Mischendorf, Harmisch und Edlitz (Sowjetische Mineralölverwaltung 1945–1948) und in weiterer Verfolgung mit dem Obertagspaläozoikum von Hannersdorf ident sind, kann mangels geeigneten Probenmaterials und fehlender Untersuchungen nicht gesagt werden.

Besteht zwischen den genannten Vorkommen ein stratigraphischer Verband, so könnte sich der dolomitische Hangendkomplex in Hannersdorf bis in das Mitteldevon (Makrofossilfunde von TOULA, 1878; POLLAK, 1962) fortsetzen. Die bei Hannersdorf etwa 250–300 m mächtigen devonischen Karbonate werden nach POLLAK (1962, unveröff. Diss. Univ. Wien) von einer etwa 150 m mächtigen Schieferfolge (Tonschiefer, Grünschiefer, Mergel, sandige Schichten) überlagert. Aus einer angenommenen aufrechten Lagerung resultiert ein höher mitteldevones oder jüngerer Alter dieser Schiefer.

Für die Interpretation der in Arnwiesen 1 erbohrten Schichtfolgen ergeben sich zwei Möglichkeiten:

- 1) Verbindung mit dem Grazer Paläozoikum; bei Annahme einer tektonischen Trennfläche im Hangenden der Tonschiefer (Abb. 3).
- 2) Verbindung mit dem übrigen im Untergrund des Oststeirischen Beckens erbohrten Paläozoikums und des Paläozoikums der Südburgenländischen Schwelle bei Annahme eines stratigraphischen Verbandes (Abb. 4).

Abb. 3 zeigt die erstgenannte Korrelationsmöglichkeit. Die Conodontenfunde in den Proben A/3–A/6 ordnen dabei die hangenden gelblich-grauen Kalke der pelagischen Entwicklung der Steinbergkalke (Rannach-

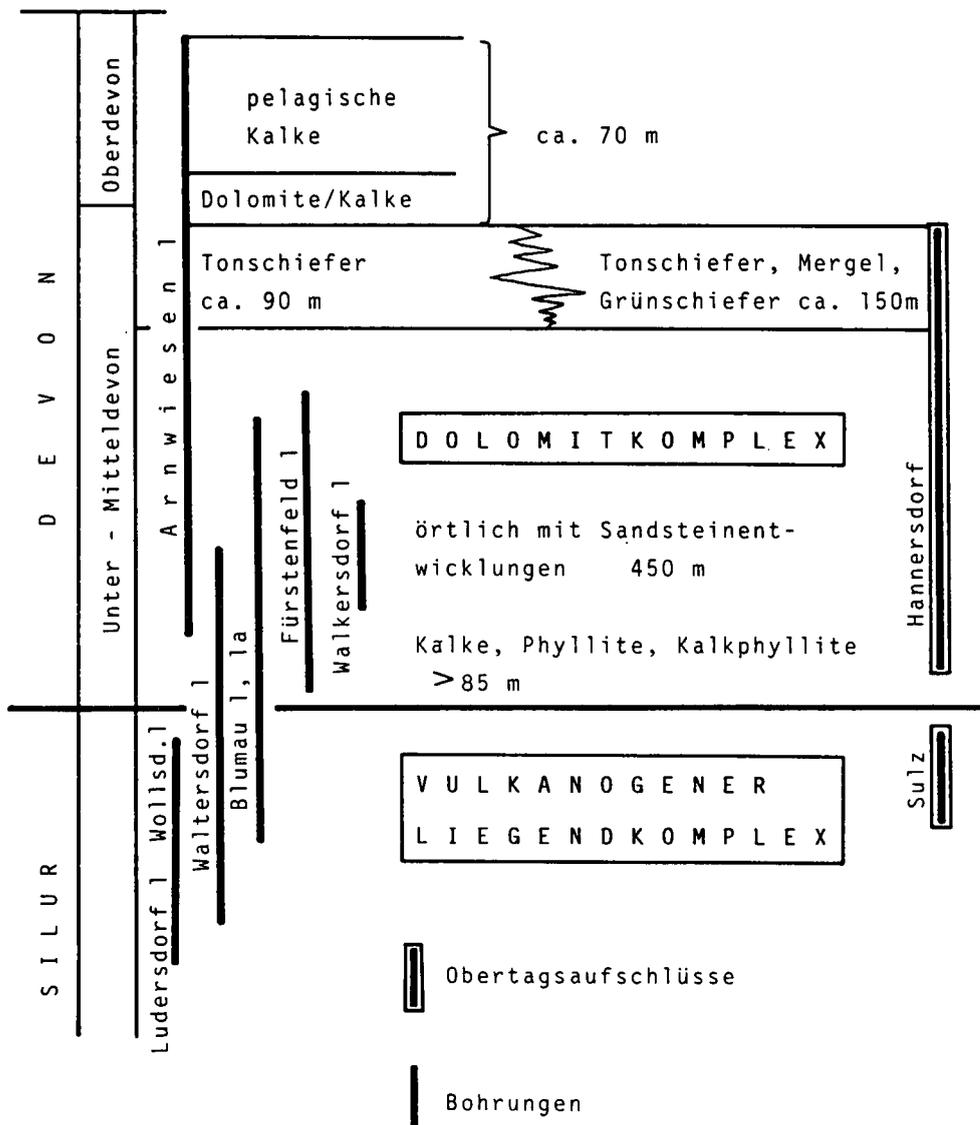


Abb. 4.
Hypothetisch rekonstruierte Schichtfolge im paläozoischen Grundgebirge des Oststeirischen Tertiärbekens und der Südburgenländischen Schwelle. Die senkrechten Balken geben die stratigraphische Position der Bohrungen bzw. der Obertagsaufschlüsse an.

Decke) zu. Der Bereich der Cutting-Proben 380–382 m könnte eventuell ein Äquivalent des mitteldevonen Kanzelkalkes, der die Steinbergkalke unterlagert, darstellen.

Darunter liegt die invers gelagerte Schöckel-Decke, beginnend mit Arzberg-Schichten (schwarze Tonschiefer), die von Äquivalenten der Schöckelkalke unterlagert werden. Gegen diese Interpretation spricht:

- Die Karbonatfreiheit der dunklen Schiefer
- Die große Mächtigkeit der Schöckelkalk-Äquivalente, obwohl aufgrund der Isoklinalverfaltung mit Schichtverdoppelungen zu rechnen ist.
- In der Lithologie entsprechen die Karbonate nicht den Schöckelkalken. Es fehlen die typischen hellgrau/dunkelgrau gebänderten Kalktypen. Die Dolomite sind zu dominant ausgebildet.
- Der reduzierte Schichtumfang der Deckenstockwerke.
- Die Schöckel-Decke reicht obertags in ihren hangenden Anteilen meist bis in die grüngesteinsbetonten Passailer Schichten; die Rannach-Decke setzt meist mit obersilurischen – unterdevonischen Schichtgliedern ein. Bei Annahme eines derartigen Deckenbaues müßte sowohl das Hangende der isoklinal verfalteten liegenden Schöckel-Decke wie auch das Liegende der Rannach-Decke amputiert sein.

Die zweite Interpretationsmöglichkeit wird in Abb. 4 gezeigt. Dabei sind die liegenden Dolomite von Arnwiesen 1 mit dem über dem Grünschiefer-Komplex des Oststeirischen Beckenuntergrundes liegenden Dolomitkomplex zu korrelieren. Bereichsweise (Blumau 1a, Fürstenfeld 1) sind innerhalb dieses Dolomitkomplexes peritidale Küstenentwicklungen analog der Dolomitsandstein-Folge des Grazer Paläozoikums anzutreffen. Die Kalke, Kalkphyllite und Phyllite in den tiefen Bohrprofilanteilen von Fürstenfeld 1 und Blumau 1a könnten zeitgleiche (Obersilur/Unterdevon) Äquivalente der Crionidenschichten bzw. oberen Schichten von Kehr der Rannach-Gruppe darstellen, die im Grazer Paläozoikum ebenfalls Vulkanoklastika (Untere Schichten von Kehr) überlagern (vgl. dazu auch FENNINGER & TSCHLAUT in GOLDBRUNNER & ZÖTL, 1985). Altersmäßig würden dann nach unten die Obertagsaufschlüsse von Sulz (SCHÖNLAUB, 1984) bzw. die vulkanogenen Gesteine der Bohrungen Waltersdorf 1 und Blumau 1 anschließen.

Der Dolomitkomplex vertritt zeitlich Unterdevon (Waltersdorf 1, EBNER, 1978) bis Mitteldevon (Hannersdorf), wobei im Mitteldevon teilweise ?vulkanogen beeinflusste Schieferentwicklungen ausgebildet sein können. Das Hangende dieser hypothetisch rekonstruierten Schichtfolge bilden dann die Kalke/Dolomite der Cuttingprobe

380–382 m von Arnwiesen 1 mit höherem Mitteldevon und die pelagischen Oberdevonkalke der Bohrung Arnwiesen 1.

Immer wieder wird die Frage einer Verbindung des Paläozoikums aus dem Bereich der Südburgenländischen Schwelle und des Oststeirischen Beckenuntergrundes mit dem Grazer Paläozoikum diskutiert. Die in Abb. 4 hypothetisch zusammengefaßte Entwicklung deutet nun gewisse stratigraphisch/fazielle Beziehungen zum Grazer Paläozoikum (Rannach-Gruppe) an, ohne daß jedoch einzelne Schichtglieder des Grazer Paläozoikums (Ausnahme Oberdevon von Arnwiesen 1) in Lithologie wie auch Fauna eindeutig wieder zu erkennen sind:

- Wenig signifikant ist die vulkanogene Liegendfolge, da im Zeitraum Ordoviciu/Silur in allen ostalpinen Paläozoikumsvorkommen, allerdings mit unterschiedlichen Mächtigkeiten, derartige Gesteine anzutreffen sind.
- Starke Bezug zum Grazer Paläozoikum deuten die mächtigen Dolomite an, die im Unter-Mitteldevon auftreten und örtlich (Blumau 1a, ?Fürstenfeld 1) Dolomitsandsteine als Küsten-Flachwasserbildungen beinhalten. Derart mächtige Dolomite dieses Zeitraumes sind aus dem ostalpinen Paläozoikum nur aus dem Grazer Paläozoikum bekannt.
- Oberdevonische pelagische Kalke sind ebenfalls aus dem Grazer Paläozoikum bekannt. Der Umschlag der Flachwasserfazies zur pelagischen Entwicklung erfolgt im dm/do-Grenzbereich.

Zu den bisher als Schöckelkalke bezeichneten Gesteinen des Oststeirischen Tertiärbecken-Untergrundes (z. B. Übersbach 1) ist zu bemerken, daß diese Gesteine in ihrer Lithologie zur Zeit nicht näher zuordenbar sind. Die entsprechend Abb. 3 als zur Schöckel-Decke gehörigen Dolomite von Arnwiesen 1 könnten eventuell auch mit Dolomiten der Raasberg-Folge korreliert werden, die nach FLÜGEL & NEUBAUER (1984) ebenfalls an die Schöckelkalkentwicklung gebunden sind.

Eine Anlieferung der paläozoischen Gerölle in den Tertiär-Basisbrekzien aus dem obertägig bekannten Grazer Paläozoikum kann aufgrund des Fehlens signifikanter Lithotypen nicht zwingend gefordert werden. Besonders auffallend ist in den Basalbrekzien die Dominanz von bunten mikritischen Dolomiten, die im Grazer Paläozoikum keine größere Verbreitung besitzen.

Die tertiäre Entwicklungsgeschichte des steirisch/pannonischen Raumes mit Einbruch des Pannonischen Beckens erst im jüngsten Tertiär läßt andererseits auch die Anlieferung des Geröllmaterials aus dem Südosten, aus heute obertags nicht bekannten Paläozoikumsarealen jenseits der Südburgenländischen Schwelle, zu.

Die ÖMV-Bohrungen Wollsdorf 1 und Ludersdorf 1 sind mit ihren paläozoischen Anteilen (Grüngesteine) nur schwer zuzuordnen. Speziell die in relativ steiler Lagerung angetroffenen Grüngestein/Marmor-Brekzien finden nach FLÜGEL & NEUBAUER (1984) im Grazer Paläozoikum kein Äquivalent. Möglicherweise gehören diese Abfolgen dem vulkanogenen Basiskomplex des oststeirischen Beckenuntergrundes an und würden somit entsprechend der zweiten zuvor genannten Interpretationsmöglichkeit unter den Karbonaten von Arnwiesen 1 zu erwarten sein.

Das im Bereich des südlichen Gnaser Beckens ange-troffene phyllitische Paläozoikum (ÖMV-Bohrungen

Wiersdorf 1, St. Peter 1, St. Nikolai 1, Perbersdorf 1, Pichla 1) ist am ehesten mit dem Paläozoikum der Mittelsteirischen Schwelle (Sausal) zu verbinden.

Tiefenaufschlüsse aus dem südlichen Anteil der Südburgenländischen Schwelle (ÖMV-Bohrung Radochchen 1) und dem durch die Thermalwasserbohrung Radkersburg 2 auf steirischem Gebiet liegenden westpannonischen Becken zeigen eher Verbindungen mit dem Remschnigg-Paläozoikum. Hinweise dazu sind triadische Schichten und permoskythische Griffener Schichten in Radkersburg 2 und mächtige dunkle Schiefer, die nach FLÜGEL & NEUBAUER (1984) dem Karbon angehören könnten.

Abschließend noch einige Bemerkungen zur Tektonik. Das allgemein gültige tektonische Schema des Grazer Paläozoikums ist u. a. dadurch gekennzeichnet, daß unter der hangenden Rannach-Decke die isoklinal verfaltete Schöckel-Decke angetroffen wird. Aus einer Gleichsetzung der paläozoischen Karbonate des oststeirischen Beckenuntergrundes mit der Rannach-Decke ergeben sich folgende Konsequenzen:

- 1) Bei einem stratigraphischen Kontakt zwischen Dolomit- und liegendem Grünschiefer-Komplex wäre erst darunter die Schöckel-Decke zu erwarten, die dann aber, wie Waltersdorf 1 zeigt, nicht angetroffen wurde. Es wäre dann im oststeirischen Beckenuntergrund mit tektonischen Komplikationen zu rechnen, die zum Ausfall ganzer Deckeneinheiten führen. In Waltersdorf 1 liegt entsprechend dieser Interpretation die Rannach-Decke unter Ausfall tieferer paläozoischer Deckeneinheiten und auch des mittelostalpinen Stockwerks direkt auf unterostalpinem Kristallin (Zuordnung der metamorphen Basisschichten der Bohrung Waltersdorf 1 entsprechend RAG-Profil).
- 2) Eine tektonische Trennung von Karbonat- (Rannach-Decke) und liegendem Grünschiefer-Komplex (Schöckel-Decke) bedeutet, daß in Waltersdorf 1 unter den Dolomiten nur Grünschiefer-Anteile der Schöckel-Decke aufgeschlossen sind (vgl. Abb. 3). Auch bei Annahme dieser Interpretation ist damit zu rechnen, daß im oststeirischen Beckenuntergrund für das Grazer Paläozoikum signifikante tektonische Elemente fehlen oder mit stark reduziertem Umfang auftreten.

Aus beiden Interpretationsmöglichkeiten kann abgeleitet werden, daß das tektonische Bauschema des Grazer Paläozoikums mit seiner mittelostalpinen Kristallinunterlage für den praetertiären Untergrund des oststeirischen Beckens nicht unmodifiziert Anwendung finden darf. Weitere Schwierigkeiten bringt zusätzlich das noch ungeklärte Ausmaß der jungtertiären Bruchtektonik im Beckenuntergrund mit sich.

Literatur

- EBNER, F.: Der paläozoische Untergrund in der Bohrung Waltersdorf 1 (S Hartberg, Oststeiermark). – Mitt. Österr. Geol. Ges., **68**, 5–11, Wien 1978.
- EBNER, F., FENNINGER, A. & HOLZER, H. L.: Die Rannach-Fazies des Grazer Paläozoikums. – Mitt. Abt. Geol. Paläont. Bergb. Landesmus. Joanneum, **41**, 49–65, Graz 1980.
- FENNINGER, A. & HOLZER, H. L.: Die Genese der Dolomitsandstein-Folge des Grazer Paläozoikums. – Mitt. Österr. Geol. Ges., **69**, 109–162, Wien 1978.
- FLÜGEL, H. W. & NEUBAUER, F.: Steiermark – Geologie der österreichischen Bundesländer in kurzgefaßten Einzeldarstellungen. – 127 S., Wien (Geol. B.-A.) 1984.

GOLDBRUNNER, J. E. & ZÖTL, J. G.: Bohrung Fürstenfeld Thermal 1 – Abschlußbericht der geologischen Bauaufsicht. – Unveröff. Ber., 24 S., Graz (Forschungsgesellschaft Joanneum) 1985.

SCHÖNLAUB, H. P.: Das Paläozoikum von Sulz bei Güssing in Südburgenland. – Jb. Geol. B.-A., **127**, 501–505, Wien 1984.

TOULA, F.: Über Devon-Fossilien aus dem Eisenberger Comitae. – Verh. k.k. Geol. R.-A., **1878**, 47–52, Wien 1978.

Manuskript bei der Schriftleitung eingelangt am 19. Oktober 1988.