

**Stratigraphie und Mikrofazies des Anis und Ladin
der westlichen Karnischen Alpen (Italien)**

von
Giulio Pisa

Anschrift:

Dr. Giulio Pisa
Istituto di Geologia e Paleontologia
della Università di Bologna,
Bologna 40127.

Mitt. Ges. Geol. Bergbaustud.	21. Bd.	S.193–224	Innsbruck, 1972
-------------------------------	---------	-----------	-----------------

Inhalt

Einleitung	197
Stratigraphie	197
Milieufolgerungen	209
Vergleiche mit den Nachbargebieten	211
Schlußfolgerungen	215

Zusammenfassung

Neue Untersuchungen erlauben folgende stratigraphische Einteilung der Anis- und Ladinstufe der westlichen karnischen Alpen: a) Geschichtete und zellige Dolomite („Rauhwacken“) (Unteranis); b) Massige Dolomite (Unteranis – tiefes Oberanis); c) M. Bivera-Schichten (tiefes bis hohes Oberanis); d) Massige Dolomite (hohes Oberanis); e) Schwarze Kalke mit verkieselter Zwergfauna (hohes Oberanis); f) M. Tiarfin-dolomitische Kalke (? hohes Oberanis-Ladin); g) Rote Ammonitenkalke (Oberladin); h) „Buchensteiner Schichten“ (Oberladin); i) Basalt und Jaloclastit (Oberladin); j) Wengener Schichten (Oberladin-Unterkarn).

Die Einheiten b – f entsprechen dem Sarldolomit, welcher von früheren Autoren nur dem Oberanis zugeschrieben wurde. Auch die Datierung der „Buchensteiner Schichten“ in diesem Gebiet ist neu.

Die microfazielle Analyse dieser Einheiten zeigt: 1) evaporitische- und „tidal flat“-Merkmale innerhalb eines Teiles des Unteranis; 2) „tidal flat“ abwechselnd mit offenem Meer bis teils ins obere Unteranis; 3) Algen-Lagune bis ins tiefe Oberanis, aber nur im NW-Teil des Gebietes; 4) pelagische Bedingungen mit starker feinklastischer Zufuhr im Oberanis; 5) kurze Rückkehr zu einer kalkig-dolomitischen Ablagerung, dann Einsetzen eines internen Beckens mit kalk-konglomeratischer und seltener tuffitischer Sedimentation (Erhebungen in Nachbargebieten); 6) „carbonatic shelf“ mehr oder weniger tief und turbulent bis ins gesamte Unterladin; 7) flaches pelagisches Meer, dann Zunahme der Subsidenz mit Basalt- Extrusionen, Jaloclastiten und terrigenen Turbiditen bis ins Unterkarn.

Die Sedimentationsverhältnisse in Nachbargebieten deuten auf wesentliche Unterschiede mit denen in den Karnischen Alpen hin.

Im SW-Teil des Karnisch-Bellunesischen Beckens findet man innerhalb des Anis „carbonatic shelf“-Bedingungen im Cadore Gebiet, während im Zoldano-Gebiet feinklastische Sedimentation offenen Meeres herrscht. Am Ende des Unterladins treten im gesamten Becken offene Meeresbedingungen auf mit sauer-tuffitischen Ablagerungen, die im Oberladin in basische Tuffite und terrigene-tuffitische Turbidite (mit „slump“-Horizonten und kalkigen Olistholithen) übergehen.

In der Etschtaler Plattform dagegen, dauert im Anis und Ladin ein strukturelles und topographisches Hoch fort.

Östlich von T. But (Tolmezzo) zeigt das Anis mergelige Ablagerung offenen Meeres bis zu Pontafel, wo die Julische Plattform anfängt.

So hat das Karnische Becken s. s. im Vergleich mit den Nachbargebieten stärkere Subsidenz im Anis und Unterladin (mit mächtigen Karbonat-Ablagerungen); vom untersten Oberladin hat man hier auch dieselben pelagischen Bedingungen des Belluneser Beckens und der Etschtaler und Julischen Plattformen.

Schließlich zeigt die Sedimentationsgeschichte von Anis und Ladin der Karnischen Alpen 1) eine tektonische Phase, welche die Sedimentation an der Grenze Skyth-Anis beeinflusst; 2) Erhebungen und möglicherweise Emersion im Oberanis; 3) erste mesozoische Vulkanite schon im Oberanis; 4) mächtige kalk-dolomitische Ablagerung innerhalb des größten Teiles des Unterladins.

Summary

On the basis of recent research the Anisian and Ladinian terrains of the Western Carnian Alps can be subdivided, from bottom to top, as follows: a) dolomites, cavernous dolomites and well bedded dolomites (Lower Anisian); b) massive dolomites (Lower Anisian and lowermost Upper Anisian); c) M. Bivera beds (lower Upper Anisian to Upper Anisian); d) massive dolomites (uppermost Upper Anisian); e) dark limestones with silicized dwarf fauna (uppermost Upper Anisian); f) limestones and dolomitic limestones of M. Tiarfin (upper Upper Anisian? – Lower and Upper Ladinian); g) red ammonitic limestones (Upper Ladinian); h) „Buchenstein Formation (Upper Ladinian); i) basalts and jalo-clastites (Upper Ladinian); j) Wengen Formation (Upper Ladinian-Lower Carnian).

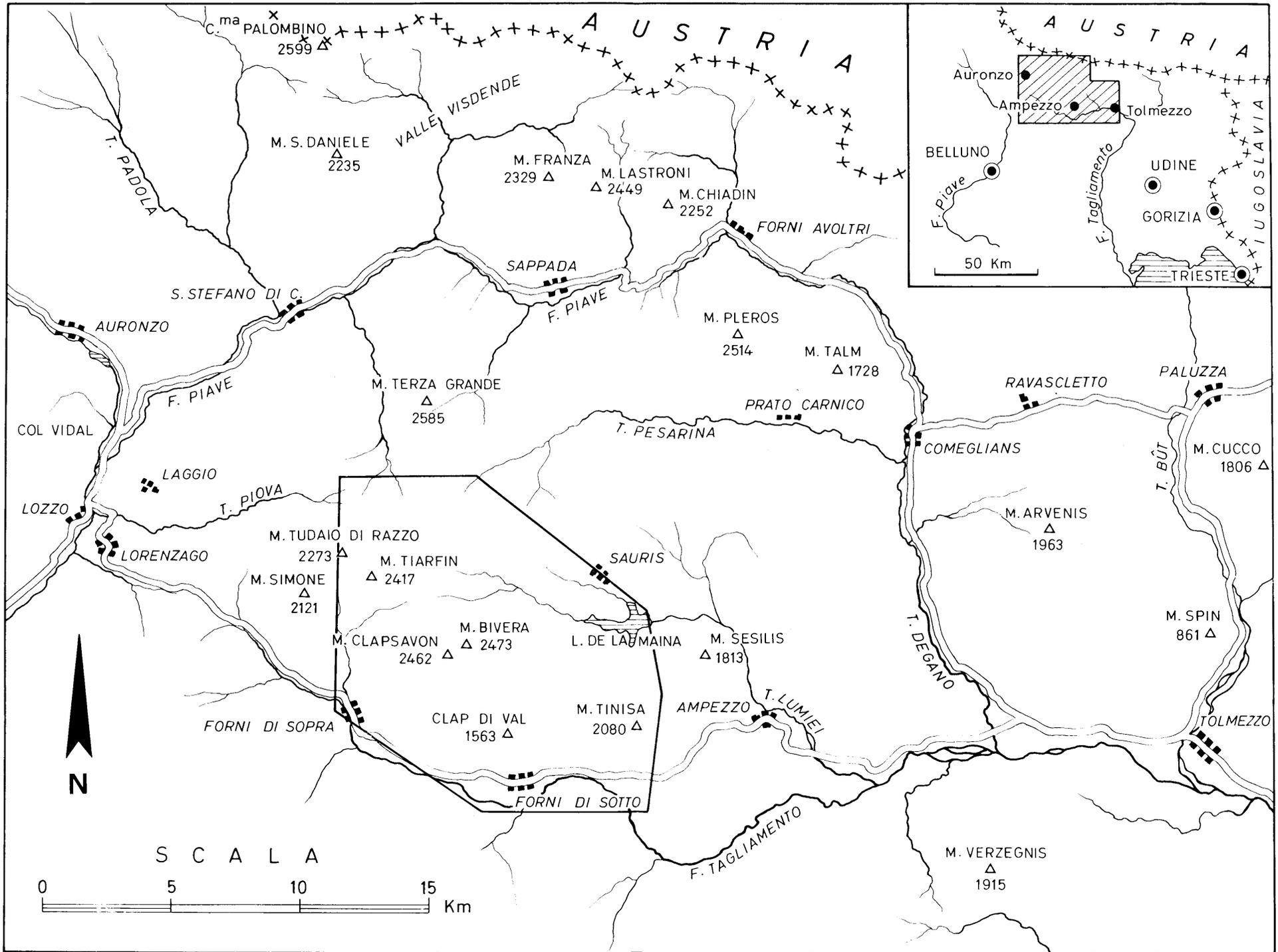
The units b) to f) represent the Serla Dolomites auct.; previously it was referred to the Upper Anisian only. The age of the „Buchenstein Formation“ has been redated also.

By analyzing the microfazies of such units an environmental sequence can be reconstructed (from bottom to top); 1) hypersaline condition of tidal flat during the Lower Anisian p. p.; 2) tidal flats alternating to open sea till the part of the uppermost lower Anisian; 3) similar environments in the eastern area; lagoons with algal faunas in the northwestern area up to the lower Upper Anisian; 4) pelagic condition with eventual fine clastic supply during the Upper Anisian; 5) temporary reestablishment of calcareous conglomerates (in relation with uplifted neighbouring areas) and sporadic tuffites supply; 6) carbonatic shelf with shallow areas of turbulence passing laterally to deeper and more protected areas, till the whole Lower Ladinian; 7) pelagic overall environment of shallow waters with basaltic lava flows and at times jalo-clastites; it follows an increasing subsidence with deposition of arenaceous turbidites during the Lower Carnian. The sedimentary condition of the surrounding areas show noticeable differences in respect with those of the area described. In the western part of the Barnian-Belluno basin conditions of carbonatic shelf occurred in Cadore and of quite deep and open sea with fine clastic sedimentation in Zoldan district; during the Lower Ladinian conditions of open sea were established all over the basin; acid tuffites were also deposited at the time; in the Upper Ladinian deposition was of basic tuffs, arenaceous turbidites and tuffites, with slumping horizons and calcareous olistolites. However in the Adige platform the structural and often topographic height has continued during the Anisian and Ladinian stages.

To the east of the But R. (Tolmezzo), the whole Anisian is represented by mainly sediments of open sea as far as Pontebba, where the Julian platform began.

The Carnian Basin s. s., with respect of the surrounding areas, was characterized by a more active subsidence during the Anisian and the Lower Ladinian and by a thick accumulation of carbonatic rocks; since the beginning of the Upper Ladinian pelagic condition had been established in similarity with those of the Belluno Basin and of the Adige and Julian platforms; later, during the uppermost Upper Ladinian and the Carnian the subsidence was reestablished actively.

In conclusion, the sedimentary history of the Anisian and Ladinian stages in the Carnian Alps is made of: 1) an orogenetic phase affecting the sedimentation at the Scythian-Anisian passage, as in the Dolomites and in the Julian Alps; 2) uplifting and probable local emergences during the Upper Anisian; 3) the beginning of a volcanic stage



during the Upper Anisian; 4) thick carbonatic deposition during most of the Lower Ladinian.

Einleitung

Es werden die Ergebnisse der Forschungen über Stratigraphie und Mikrofazies der anisischen und ladinischen Gesteine der westlichen Karnischen Alpen vorgelegt, die der Verfasser von 1960 bis heute in dem Gebiet zwischen dem Pesarina-Tal, dem Lumiei-Tal und dem Fluß Tagliamento durchgeführt hat. Es wird auch versucht, die paläogeographischen und paläoökologischen Bedingungen im Anis-Ladin der Nachbarregionen zu rekonstruieren. Hinsichtlich der westlich der But-Chiarso gelegenen Karnischen Alpen hat man sich auf die Forschungen gestützt, die anlässlich der Aufnahme des neuen F. 4c-13 Monte Cavallino-Ampezzo der Geologischen Karte Italiens durchgeführt und von verschiedenen Verfassern des geologischen Instituts der Universität Bologna in veröffentlichten und nicht veröffentlichten Arbeiten festgehalten wurden. Bei den Gebieten zwischen dem Piave-Tal und dem Cordevole-Tal (wo annäherungsweise die Grenze zwischen dem Belluneser Becken und dem Etsch-Plateau gezogen wurde) ist man von den Beobachtungen ausgegangen, die vom Verfasser sowie von ASSERETO 1971 gemacht wurden.

Stratigraphie

Dolomite, zellige Dolomite und Breccien – Unteres Anis (Hydasp)⁽¹⁾

Es handelt sich um meist helle und eng (5-20 cm) geschichtete Dolomite, in denen sich verschiedene Mikrofazies erkennen lassen:

- dolomitisierte Siltsteine mit Pellets und Peloids, mit *Glomospirella*
- dolomitisierte Calcarenite mit Pellets und Peloids
- dolomitisierte Calcarenite mit Bioklasten und häufigen mikritischen Elementen, wahrscheinlich krypto- algalischen Ursprungs (AITKEN 1967) und Peloids.

Diese wechseln ab mit bituminösen Dolomiten, feingeschichteten Dolomiten und Mergeln, die alle Schichten von 3-5 cm aufweisen, sowie mit weißlichen zelligen dolomitischen Breccien und zelligen Dolomiten in Schichten und Bänken. Die beiden letztgenannten Lithotypen werden auf lagunäre, oft evaporitische Zustände zurückgeführt, während die Breccienbildung, vorwiegend in situ, Vorgängen der Oberflächen-austrocknung aufgrund vorübergehender und gelegentlicher Emersionsphasen zuzuschreiben ist. Die übrigen Dolomite und Mergel lassen sich auf innere karbonatische Plateau- Bedingungen, d. h. lagunären Typs, zurückführen.

(1) Obwohl man der Ansicht ist, daß die Ausdrücke „Hydasp, Fassan, Langobard“ etc., die 1895 von MOJSISOVICS, WAAGEN und DIENER geprägt wurden, sowie die im Jahre 1930 von PIA eingeführten, keine chronostratigraphische Bedeutung haben, sondern vielmehr Synonyme von Biozonen sind, werden sie auch in diesem Text in chronostratigraphischem Sinne benutzt, uzw. der Bequemlichkeit halber sowie zur besseren Verständlichkeit der Ausführungen für die deutschsprachigen Autoren, bei denen sie schon lange allgemein gebräuchlich sind.

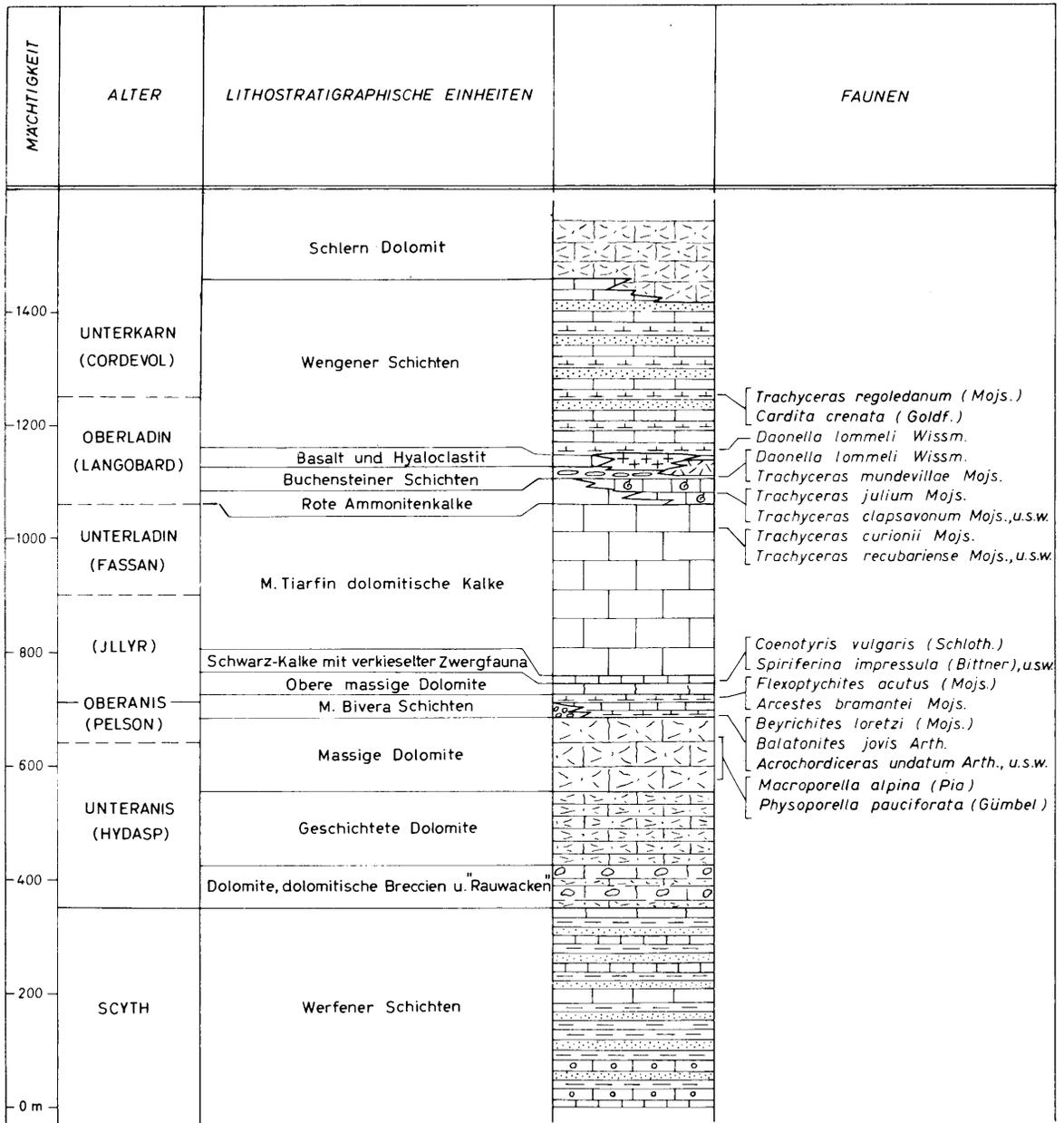


Abb. 2 Stratigraphisches Schema der Anis-Ladinischen Einheiten des untersuchten Gebietes

Diese Einheit hat eine Mächtigkeit von 35-85 m. Sie liegt zwischen den *Werfener Schichten* und den *geschichteten Dolomiten* in dem gesamten Gebiet um den Monte Bivera und den Monte Tinisa. In der Nähe der Gruppe Monte Tiarfin – Tudai di Razzo und außerhalb des untersuchten Gebietes, manchmal im Pesarina-Tal, findet man anstelle der *geschichteten Dolomite*, *massige Dolomite*, so daß die untersuchte Einheit direkt zwischen letztgenannten und den *Werfener Schichten* liegt.

Entsprechend der üblichen Einstufung wurde die Einheit dem unteren Anis zugeordnet.

Geschichtete Dolomite – Unteres Anis⁽²⁾ (Hydasp)

Helle oder graue Kalkdolomite in Schichten zu 5-40 cm, manchmal im Wechsel mit feinen, kalkigen Breccien; es gibt verschiedene Mikrofazies:

- dolomitisierte Calcisiltite mit Pellets und *Glomospirella* sp.;
- dolomitisierte Calcisiltite mit Pellets und mikritischer Grundmasse mit Austrocknungshöhlen;
- dolomitisierte Calcarenite mit groben, teils eckigen Intraklasten;
- Calcarenite mit groben Bioklasten, bestehend aus Kryptoalgen- und Algenresten (*Boueina*-Typ), Crinoiden-Bruchstücken, Ostracoden und Pellets. Die Matrix ist mikritisch.
- oolithische Calcarenite mit Peloids und echten Oolithen, stark recrystallisiert mit Microspatit.

Alle diese Gesteine weisen eine recht frühe Dolomitisierung auf. Für die oben genannte Mikrofazies wird die Einheit einem karbonatischen Plateau mit vorwiegend subtidalen, epineritischen Bedingungen zugerechnet, die von echten lagunären Episoden bis zu solchen höherer Energie (oolithische oder calcarenitisch-intraklastische Bänke) reichen und bis zum Eintreten von Zuständen einer intertidalen Ebene, in denen sich Phänomene früher Diagenese (noch vor der Lithifizierung unter Einfluß von Oberflächenwässern) zeigten; dies waren die Ursprungsgebiete der Intraklaste, die als Ablagerungen in den umgebenden Lagunenräumen zu finden sind.

In dem untersuchten Gebiet liegt die Einheit zwischen *Dolomiten*, *zelligen Dolomiten* und *Breccien* und *massigen Dolomiten*. Stellenweise geht sie in der Gruppe M. Tiarfin – Tudai di Razzo heteropisch in *massigen Dolomit* über; außerhalb des hier untersuchten Gebietes (M. Schiaron, M. Tuglia, Val Lumiei, M. Arvenis) mag sie seitlich die *Dolomite*, *zelligen Dolomite* und *Breccien* ersetzen.

Die Einheit gehört zum unteren Anis.

Massige Dolomite – Unteres und Oberes Anis (Hydasp-Pelson)

In den Karnischen Alpen, oberhalb der Einheiten des unteren Anis (oder manchmal direkt auf den *Werfener Schichten*) und unterhalb der *Buchensteiner Schichten* befindet sich eine kalkige oder dolomitische Einheit, die bisher von allen Verfassern in Analogie zum Cadore und zu den Dolomiten als *Sarl-Dolomit* bezeichnet wurde. Dieser entsprechen in dem hier untersuchten Gebiet, von unten gerechnet: 1) *massige Dolomite*

(2) Für die Einteilung des Anis wurde in diesem Text die 1930 von PIA vorgeschlagene Zweiteilung in unteres Anis (Hydasp) und oberes Anis (Pelson-Illyr) angewandt.

2) *M. Bivera-Schichten*, 3) *ob. massige Dolomite*, 4) *schwarze Kalke mit verkieselter Zwergfauna*, 5) *dolomitische Kalke des Monte Tiarfin*.

Es gibt also zwei Karbonatgruppen (*massige Dolomite* und *dolomitische Kalke des M. Tiarfin*), die auch eine klare morphologische Evidenz aufweisen; diese werden von den Niveaus 2-3-4 getrennt, oder (da 4 im zentralen Teil des untersuchten Gebietes nicht immer vorhanden ist), nur von den *M. Bivera-Schichten* (Niveau 2). In den Gebieten, in denen die Niveaus 2 oder 4 nicht vorhanden oder nicht aufgefunden sind (Pesarina-Hochtal, Lumiei-Tal, Piave-Hochtal, Berge nordwestlich von Forni Avoltri)⁽³⁾, gibt es eine einzige, ungeteilte Dolomit-Masse (*Sarl-Dolomit*).

Die *massigen Dolomite* bestehen in dem untersuchten Gebiet aus weißlichem, grauem und schwärzlichem Dolomit. Im östlichen Teil der untersuchten Zone gibt es reinen und meist massigen Dolomit (*Col Montovó Fazies*), während es im Gebiet der Tudai di Razzo graue oder weißliche, geschichtete Dolomite gibt, die sich mit gebankten (2-7 m) dolomitischen Kalken mit Dasycladaceen abwechseln (*Tudai di Razzo Fazies*). Die *Col Montovó Fazies* zeichnet sich durch eine Mikrofazies aus, die derjenigen der darunterliegenden *geschichteten Dolomite* ähnelt, während in der *Tudai di Razzo Fazies* vorkommen:

- oolithische dolomitisierte Calcarenite;
- dolomitisierte Calcarenite mit Dasycladaceen;
- Biocalcarene mit mikritischer Matrix, mit Fragmenten von Dasycladaceen und Lamellibranchiata, Foraminiferen (*Meandrospira dinarica* KOCHANSKI-DEVIDE & PANTIC, *Pilamina* sp.) und stark abgerundete Intraklasten. Anhand dieser Mikrofazies-Typen wurde in diesem Gebiet an der Basis der untersuchten Einheit das Vorhandensein von Plateauzonen mit erheblicher Wasserturbulenz (oolithische Bänke) erkannt, auf die Perioden einer Algen-Untiefe gefolgt sind, die über das ganze Alter angehalten haben; dieselben standen im Wechsel mit geschützteren (lagunären) Zuständen. Erwähnung verdienen auch die Algen-Untiefen, bei denen es eine Ablagerung epineritisch-supratidalen Typs mit periodischen, temporären inter- und supratidalen Phasen gab, welche zur Erklärung der frühen Diagenese dieser Anhäufungen erforderlich sind. Dieses bezeugen: 1) die stalaktitischen Zemente „Mikrostalaktiten und Drusen“ (PURSER 1969); 2) mechanische Anhäufungen innen in den Aushöhlungen (im Wesentlichen entstanden durch chemische Zersetzung) von roten, weit dolomitisierten Peliten; 3) das Auftreten von eisenbildenden Krusten, hervorgehend aus Veränderungen in karbonatischen Böden; 4) das ausgedehnte Eindringen in diese Gesteine von prismatischen und strahlenförmigen Spatiten.

Die *massigen Dolomite* haben eine Mächtigkeit von 80-140 m; unter ihnen befinden sich die *geschichteten Dolomite* und in der Gruppe des M. Tiarfin *Dolomite*, *zellige Dolomite* und *Breccien*; über ihnen liegen stets die *M. Bivera-Schichten*.

E. OTT (4) hat unter den Algen des M. Tudai di Razzo bestimmt:

- (3) Diese Daten wurden den Erhebungen entnommen, die CARLONI, CREMONINI, ELMI, MONESI für die Geologische Karte Italiens F. 4 c-13 M. Cavallino-Ampezzo, 1971 durchgeführt haben.
- (4) Ich schulde meinem Freund Dr. OTT, München, Dank für diese äußerst nützlichen Bestimmungen, die er an dem von mir gesammelten Material vorgenommen hat.

- *Physoporella pauciforata* (GÜMBEL),
 - *Macroporella alpina* (PIA),
- welche für das Anis sprechen.

Hinsichtlich des Vorhandenseins einer Ammoniten-Fauna in den untersten *M. Bivera-Schichten*, (die dem oberen Anis (Pelson) zugerechnet wurden) darf angenommen werden, daß, zumindest in dem untersuchten Gebiet, die Einheit dem unteren Anis und untersten Oberanis (Pelson) angehört.

M. Bivera-Schichten⁽⁵⁾ – Oberanis (Pelson-Illyr)

Die Einheit besteht an der Basis aus schwärzlichen Siltsteinen mit Kohleanteilen und deformierten Ammoniten, die sich mit schwarzem Kalk abwechseln. Es folgt ein Wechsel von Mergeln, und Tonmergeln, Kalken und knolligen Mergelkalken bunter Färbung in Schichten zu 2-10 cm. Im allgemeinen sind sie dunkelgrau, unten grünlichgrau und sodann vorwiegend violett und ziegelrot. Am Hangenden gibt es gelegentlich geringe Mächtigkeiten violetter Glimmer-Sandsteine. Bei den Tudai di Razzo gibt es in ca. 5 m Höhe von der Basis auch eine Breccien-Schicht von 40 cm, mit Klusten aus hellem Dolomitkalk und aus Fragmenten der darunter liegenden dunklen und rötlichen Kalke. Am Südhang des M. Clapsavon, an der Stelle, wo die *M. Bivera-Schichten* an den dolomitischen Plattformkalken Halt zu machen scheinen, werden in Mächtigkeiten von ca. 10-12 m Konglomerate mit Klastdurchmessern von 50 oder 60 cm aufgefunden, die aus Dolomit und weißlichem Dolomitkalk in rötlicher mergelkalkiger Matrix bestehen. Geringere Mächtigkeiten kommen auch beim M. Rancolin und bei den Tudai di Razzo vor.

Die Kalke weisen folgende Mikrofazies auf:

- Calcilutite mit grauem oder rotem Mikrit mit Radiolarien, Schwammspiculae und seltenen Crinoidenresten;
- Calcilutite mit grauem oder rotem Mikrit mit Radiolarien und pelagischen Lamellibranchiata;
- Calcilutite mit pelagischen Lamellibranchiata und Foraminiferen (Nodosariidae, Emarginulinae, etc.);
- detritische Calcisiltite mit mikritischer Matrix; neben den Radiolarien kommen große, kantige Plagioklas-Klaste vor;
- Siltsteine mit Quarz und Glimmermatrix, laminiert.

Diese sind bei ca. 4,6 m des Hangenden der Einheit auch durchsetzt mit:

- Biocalcareneniten mit spatitischem Zement mit Bioklasten (Gastropoden, Lamellibranchiata, Echiniden, Foraminiferen), Peloids, Pellets und reichlicher sandiger Fraktion; die Körner weisen „micrite envelops“ BATHURST oder „algal crustations“ WOLF auf oder sind wirkliche umhüllte Körner; unregelmäßige Stücke rötlicher Mikrite mit pelagischen Lamellibranchiata sind vorhanden;

(5) Als diese Arbeit schon im Druck war, haben gemeinsame Besprechungen mit R. ASSERETO gezeigt, daß die Benennung *M. Bivera Schichten* nur für die bunten Mergel und knolligen Mergelkalke (die den *roten und grünen Mergeln und Kalken* ASSERETO 1971 entsprechen) zu verwenden ist; für die basalen schwarzen Kalke (die den *braunen mergeligen Kalken* ASSERETO 1971 entsprechen) kann man die Benennung *Dontkalke* MOJSISOVICS 1879 gebrauchen.

– Biocalcarenen mit mikritischer Matrix mit Gastropoden, Lamellibranchiata, Fragmenten von *Globochaeten* und einigen Foraminiferen (*Frondicularia*) und Radiolarien.

Aufgrund ihrer größeren Mächtigkeit läßt sich die Einheit auf pelagische Verhältnisse, jedoch bescheidener Tiefe, zurückführen; die pelagischen Verhältnisse werden bezeugt durch die große Anzahl der Radiolarien, der Fragmente pelagischer Lamellibranchiata und Schwammspiculae; daß es sich meistens um eine gemäßigte Tiefe (höchstens 100 m) handelt, geht aus dem häufigen Vorkommen von Crinoidenresten hervor. An der Spitze der Einheit gibt es einen Übergang zu entschieden weniger tiefen Verhältnissen (Vorkommen von Gastropoden, Echiniden, Crinoiden und der „micrite envelops“), die der Rückkehr zur karbonatischen Plattform vorausgehen.

Die *M. Bivera-Schichten* haben unterschiedliche Mächtigkeiten: 18,80 m bei den Tudai di Razzo, 31,20 m beim M. Bivera, 20-22 m nördlich von Forni di sotto; wenige Meter finden sich am Hang südlich des M. Clapsavon und des M. Rancolin; die Einheit liegt zwischen den *massigen Dolomiten* und den *oberen massigen Dolomiten*, und falls keine *schwarzen Kalke mit verkieselter Zwergfauna* aufgefunden wurden, so liegt sie unmittelbar unter dem *dolomitischen Kalk des M. Tiarfin*. Die Einheit wurde vom Piova-Hochtal bis östlich des M. Tinisa bemerkt. Einige meistens diskontinuierliche und manchmal in unregelmäßigen Furchen (M. S. Daniele) auftretenden Aufschlüsse wurden auch nördlich von Sappada angezeigt (M. Lastroni, M. Franza, M. Rinaldo) sowie im Visdende-Tal (M. San Daniele). LAGNY (1967, 1968a, 1968b) hat herausgestellt, daß die dolomitischen Kalke an ihrer Spitze, unterhalb der *M. Bivera-Schichten*, von schwärzlichen kieseligen und dolomitischen Krusten mit ockerfarbener Patina, (von reichlich Pyrit herrührend) bedeckt und von tiefen Paläokarsten durchzogen sind. LAGNY führt diese Phänomene auf Emersionsphasen zurück. Die Einheit kann vielleicht mit einem Teil jener kalkigen und mergelkalkigen Niveaus in Zusammenhang gebracht werden, die in ähnlicher stratigraphischer Position im Pesarina-Tal (ELMI & MONESI 1967) vorkommen.

Beim M. Bivera wurden in den schwärzlichen Grundkalken aufgefunden:

- *Beyrichites loretzi* (MOJS.)
- *Beyrichites petersi* (MOJS.)
- *Balatonites iovis* ARTH.
- *Balatonites transfuga* ARTH. ecc.

und etwa 3 m oberhalb von diesen:

- *Acrochordiceras undatum* ARTH.

und an der Spitze der Einheit (ca. 30 m von der Basis entfernt)

- *Flexoptychites acutus* (MOJS.)
- *Proarcestes quadrilabiatus* HAUER

Nach Ansicht des Verfassers dürfte die erste Fauna für das tiefe Pelson sprechen und könnte nach Ansicht von R. ASSERETO in das Niveau I von ASSERETO 1971 fallen, das die Faunen des Rahnbauerkogels (Großreifling), Köveskalla, Meneshely (Balaton) umfaßt. Die Fauna mit *Proarcestes* und *Flexoptychites* dürfte für das Illyr sprechen und zur Fauna des Niveaus 4 von ASSERETO 1971 oder zu einer jüngeren gehören.

Obere massige Dolomite – Oberanis (Illyr)

Die Einheit setzt sich zusammen aus massigen, makrokristallinen Dolomiten (im

Südteil des untersuchten Gebietes) sowie aus dolomitischen Kalken (im Westen und Nordwesten); hier wurden Calcarenite mit mehr oder weniger groben und abgerundeten Klasten und mikritischer Matrix aufgefunden, die für karbonatische Plattformverhältnisse sprechen.

Die Mächtigkeiten betragen ca. 25 m beim M. Bivera, 15 m bei den Tudai di Razzo und nur 1 m am Südhang des M. Clapsavon. Die Einheit liegt zwischen den *M. Bivera-Schichten* und den *schwarzen Kalken mit verkieselter Zwergfauna*; fehlen letztgenannte, so wird sie eingeschlossen von den *dolomitischen Kalken des M. Tiarfin*. Was ihr Alter betrifft, so ist sie nur auf das Oberanis (Illyr) beschränkt.

Schwarze Kalke mit verkieselter Zwergfauna – Oberanis (Illyr)

Es handelt sich um meist schwärzliche Kalke, die manchmal Kohlelinsen und oft verkieselte Zwergformen (vor allem Brachiopoden, Bryozoen und untergeordnet Lamellibranchiaten und Gastropoden) aufweisen. Sie sind stets deutlich geschichtet (5-20 oder 30-50 cm), manchmal in Knollenschichten. Diese werden einmal häufiger und einmal seltener, von Mergeln, schwärzlichen Tonmergeln und grünlichgrauen Sandsteinen abgelöst; in einigen Fällen besteht der untere Teil der Einheit vorwiegend aus Mergeln, Sandsteinmergeln, Sandsteinen mit reichlichen Kohleteilchen, die alle fein geschichtet sind. In der Gruppe des M. Bivera-Clapsavon tritt am Grund der Einheit ein 4-5 m mächtiges Konglomerat auf, dessen Gerölle meist aus hellem Dolomitskalk bestehen, sehr abgerundet sind und Durchmesser von 2 bis 15 cm aufweisen; dieses ist mit Hebungen und vielleicht auch Emersionen in den umgebenden Gebieten in Zusammenhang zu bringen. Nördlich von Forni di sotto, sind Breccien-Niveaus auf etwa halber Höhe der Schichtenfolge anzutreffen; hier gibt es auch einige 20-80 cm mächtige Schichten mit bräunlichen und grünlichen tuffitischen Sandsteinen, die die ältesten vulkanischen Phasen bezeugen sollen, welche bisher in der mittleren Trias der Karnischen Alpen festgestellt wurden.

In den Kalken ließen sich folgende Mikrofaziestypen erkennen:

– Biocalcarene mit Algen (Dasycladaceen, Codiaceen, Solenoporaceen), Mollusca, Crinoiden, Echiniden, mit sowohl kantigen als auch abgerundeten Intraklasten. In einigen Fällen sind auch grobe Körner mit „vadosi pisoide“ (vergleiche DUNHAM 1969, CASTELLARIN & SARTORI 1972) vorhanden.

– Biocalcarene mit stark abgerundeten Klasten, mit Quarzkörnern und Plagioklasen mit spatitischem Zement;

– Biocalcarene (Algen, Echiniden, Ostracoden) mit heterogener Körnung, subkantigen Klasten mit spatitischem Zement;

– detritischer Calcisiltit (Quarz- und Feldspatkörner mit mikritischer Matrix).

Auch anhand der Merkmale, die sich an den übrigen Lithotypen feststellen lassen, würde die Einheit ein internes Randbecken, in Hinblick auf Algen-Untiefen, und (jedoch außerhalb des untersuchten Gebietes liegenden) Riffzonen darstellen mit geringer Tiefe und wechselnder Wasserturbulenz, bei dem die terrigene Zufuhr manchmal sehr reichlich ist.

Die Einheit hat eine zwischen 7 und 29 m schwankende Mächtigkeit; sie liegt zwischen den *oberen massigen Dolomiten* und den *dolomitischen Kalken des M. Tiarfin*. Auch im

Bereich des untersuchten Gebietes weist diese Einheit keine große Kontinuität auf und wird manchmal (M. Rancolin) von den *dolomitischen Kalken des M. Tiarfin* abgelöst. In den übrigen Karnischen Alpen ist sie in Zusammenhang zu bringen mit Knollenkalken, mergeligen oder bituminösen und mit Mergeln wechselnden Kalken, die manchmal bis zu 72 m mächtig sind, wie von ELMI & MONESI 1967 im Pesarina-Tal aufgezeigt wurde.

Unter der reichen Makrofauna hat A. FERRARI bestimmt:

- *Euractinella trisulcata* (BITTNER)
- *Bittnerula zitteli* (BITTNER)
- *Spiriferina impressula* (BITTNER)
- *Coenotyris vulgaris* (SCHLTH.)
- „*Terebratula*“ *marmontinensis* BONI
- *Neoretia* sp.

Diese Formen gestatten die allgemeine Zuordnung zum Anis, obwohl die drei ersten Formen bisher nur im Unterkarn gefunden wurden. Anhand der stratigraphischen Lage (über einer illyrischen Fauna mit *Proarcestes* und *Flexoptychites* und weit unterhalb der Faunen mit *Trachyceras* des Unterladin) ist es jedoch wahrscheinlich, daß die Einheit noch zum Oberanis gehört.

Dolomitische Kalke des M. Tiarfin – Oberes Anis? – Unteres und Oberes Ladin (Illyr – Fassan und Langobard)

Es handelt sich um Kalke und weißliche oder graue dolomitische Kalke mit Einschlüssen weißer kristallinischer Dolomite; dieselben sind meist massig und stellenweise deutlich geschichtet (15-25 cm).

In den Kalken wurden folgende Mikrofaziestypen festgestellt:

- fein- und grobkörnige Calcarenite mit kantigen Klasten und spatitischem Zement;
- grob- und feinkörnige Biocalcarenite (Echiniden, Mollusca, Dasycladaceen und große kryptoalgale Fragmente) mit spatitischem Zement;
- Calcisiltite, Biocalcisiltite mit Bioklasten: Fragmente von Mollusken und Echiniden;
- Biocalcilutite mit Pellets;
- Biocalcilutite mit pelagischen Lamellibranchiata.

Die Calcilutite und Biocalcilutite sprechen für geringe Energie und Wasserturbulenz bei gemäßigter Tiefe, jedoch beeinflußt durch die Verbindung zum offenen Meere. Sie sind in der ganzen Einheit stark verbreitet, vor allem aber im mittleren Teil. Die spatitischen Calcarenite und Biocalcarenite sprechen hingegen für ein höheres Energieniveau bei geringer Tiefe des Beckens sowie stellenweise für die Nähe von Algenuntiefen; sie sind im unteren und manchmal im oberen Teil der Einheit vertreten. Mit anderen Worten: obwohl innerhalb karbonatischer Plattformverhältnisse gelegen, wurden in dem untersuchten Gebiet echte Bioherm-Bedingungen nicht festgestellt; wenn man vielleicht ein Vorkommen am M. Tudalo 2273, an der Basis der Einheit ausschließt. Im oberen Teil der Formation, beim Übergang zu den *roten Ammonitenkalken*, werden Kalke beobachtet, die manchmal kieselige oder eisenbildende bräunliche oder dunkle Krusten ähnlich den „*hard grounds*“ aufweisen. Diese hellen Kalke gehen seitlich, u. zw. auch im Umkreis weniger Zentimeter, in rötliche Kalke über; beide sind gekennzeichnet durch eine typische Mikrofazies mit pelagischen Lamellibranchiata (der Art der *Lumachella* mit *Posidonia*

alpina des venezianischen Mesozoikums); die Gehäuse der pelagischen Lamellibranchiaten übergreifen sich oft dachziegelförmig. An der Spitze dieser Einheit wird sodann ein Übergang zu ausgesprochen pelagischen Verhältnissen mit wesentlicher Abnahme der Subsidenz beobachtet; die Tiefe bleibt jedoch im allgemeinen bescheiden.

Die Mächtigkeit beträgt ca. 330-350 m.

Die Einheit liegt über den *schwarzen Kalken mit verkieselter Zwergfauna* ⁽⁶⁾ und wird von den *roten Ammonitenkalken* bedeckt oder, falls diese fehlen sollten, von den *Buchensteiner Schichten*. Die *dolomitischen Kalke des M. Tiarfin* und die *roten Ammonitenkalke* können sich nicht nur überlagern, sondern es bestehen auch seitliche Übergänge; wie bereits erwähnt, haben nämlich die grauen Kalke mit pelagischen Lamellibranchiaten, die sich an der Spitze der Einheit befinden, die gleiche Mikrofazies wie die Basis der *roten Ammonitenkalke*.

Die *dolomitischen Kalke des M. Tiarfin* entsprechen in stratigraphischer Hinsicht: 1) den dolomitischen Kalken und dem massigen Dolomit, der im tiefen Pesarina-Tal über den grauen Knollenkalken (ELMI & MONESI 1967) gefunden wurde; 2) jenen ungeteilten karbonatischen Massen (*Sarl-Dolomit*, AUCT.), die sich im hohen Pesarina-Tal, in den Bergen nördlich und nordwestlich von Forni Avoltri und im Lumiei-Tal finden lassen; 3) vielleicht könnten sie auch einen Teil der karbonatischen Masse entsprechen, die nördlich von Sappada und im Visdende-Tal vorkommt, obwohl, auch nach den neuesten Arbeiten von LAGNY, Ungewißheit über die Größe des karbonatischen Anteils besteht, der über den *M. Bivera-Schichten* liegt.

Die Einheit hat verschiedene Makrofaunen geliefert. Die wichtigste, circa 40 m vom Hangenden, enthält zahlreiche Ammoniten, darunter (PISA 1966, 1972):

- *Trachyceras curionii* MOJS.
- *Trachyceras grederleri* MOJS.
- *Trachyceras recubariense* MOJS.
- *Trachyceras wahrmani* PARNES etc.;

aus der Zone mit *Tr. recubariense*, die für das Unterladin spricht.

Der oberste Teil der Einheit mit seitlichem Fazies-Übergang zu den *roten Ammonitenkalken* gehört bereits zum Oberladin. Die gesamte Einheit würde sich über den Zeitraum vom Oberanis (Illyr) bis zur Basis des Oberladins erstrecken.

Rote Ammonitenkalke – Oberladin (Langobard)

Die Einheit besteht aus roten oder weinroten Kalken, die manchmal knollig sind und oft vertikal und seitlich in rötliche oder graue Kalke übergehen und auch oft reich an Fossilien wie Ammoniten, Lamellibranchiaten, Gastropoden und manchmal Echiniden sind. An der Basis der Einheit befinden sich manchmal Breccien bescheidener Mächtigkeit mit Klasten, die meistens aus Kalkfragmenten der darunterliegenden Einheit bestehen, die eckig oder fast abgerundet sind, Durchmesser von 4-25 cm aufweisen, und in einer biomikritischen rötlichen Matrix liegen. Sie sollen auf Anhäufungen infolge von Rutschungen zurückzuführen sein, die wahrscheinlich durch Ablösungen von sub-

(6) Sollten diese fehlen, so liegen die *dolomitischen Kalke des M. Tiarfin* direkt über den *M. Bivera-Schichten*.

vertikalen Wänden entstanden sind. Da die Matrix dieser Breccien aus pelagischen Elementen besteht, wird wohl die Vermutung, daß es sich um Transgressionsmaterial handle, auszuschließen sein.

Es wurden folgende Mikrofazies erkannt:

- Calcilutite mit pelagischen Lamellibranchiaten; die Gehäuse liegen oft übereinandergestapelt (dachziegelförmig) oder deuten eine kreuzweise Laminierung an;
- Biocalculite und Biocalcisiltite mit Radiolarien und pelagischen Lamellibranchiaten in mikritischer Matrix;
- Biocalcarenite mit groben Bioklasten (Fragmente von Gastropoden, Lamellibranchiaten, Ammoniten, Crinoiden, Echiniden) und Biosomata (Lagenidae und Radiolarien) in mikritischer Matrix;
- Calcisiltite und Biocalcisiltite mit Pellets;
- Calcilutite und sandige Calcisiltite mit reichlichen Quarz- und Feldspatkörnern.

In der Umgebung von Forni di sotto gibt es auch:

- Biocalcarenite mit vorwiegenden Echiniden- und Crinoiden-Fragmenten; Matrix sowohl mikritisch als auch aus spatitischem Zement bestehend;
- oolithische Calcarenite mit vorwiegenden Oberflächen-Oolithen in mikritischer Matrix.

Die Einheit kann immer auf pelagische Verhältnisse mit ruhiger Sedimentation und geringer Energie zurückgeführt werden. Das an der Basis der Einheit manchmal reichliche Vorkommen (nördlich Forni di sotto) von organischem Leben, das an Bodenverhältnisse gebunden ist (Crinoiden, Echiniden, Gastropoden) und das Vorkommen einiger oolithischer Kalke würde beweisen, daß die Tiefenverhältnisse im allgemeinen bescheiden waren.

Die Einheit liegt im allgemeinen über dem *dolomitischen Kalk des M. Tiarfin*, zu dem sie jedoch keine regelmäßige und vor allem hinsichtlich der Mächtigkeit keine homogene Decke bildet. Die Einheit ist nämlich nur an einigen Stellen erhalten und von besonderer Mächtigkeit; diese entsprechen denjenigen Zonen der Untiefe, welche am meisten vor der Wirkung der pelagischen Strömungen geschützt waren und wo sich, dank deren Tätigkeit, die noch inkohärenten Sedimente am leichtesten anhäufen.

Die roten Kalke sind beschränkt auf das Hangende der *Buchensteiner Schichten*. Die Mächtigkeit reicht in dem untersuchten Gebiet von 0 bis 45 m nördlich von Forni di sotto; die größten Mächtigkeiten (nach CARLONI & GHIRETTI 1966 ca. 170 m) gibt es jedoch im östlichen Cadore in der Ortschaft Valdepena. Die Aufschlüsse dieser Ortschaft, zu denen noch einige kleinere im Piova-Tal und bei Laggio di Cadore kommen, sowie die in dem hier untersuchten Gebiet (in der Nähe der Chiansavei Alm, M. Clapsavon, West- und Südwesthang, nördlich von Forni di sotto) festgestellten sind die einzigen, die in den Karnischen Alpen für diese Einheit gefunden wurden. Aus ihr stammen die reichen Ammonitenfaunen, die von MOJSISOVICS 1882, MARIANI 1883, TOMMASI 1899, 1903, LONGHI 1899-1902, PISA 1966, 1972 untersucht wurden und im großen Überfluß *Trachyceras* (*Tr. archelaus* LAUBE, *Tr. pseudoarchelaus* BOECKH., *Tr. julium* MOJS., *Tr. clapsovovum* MOJS.), *Arpadites*, *Arcestes*, *Proarcestes*, *Procladiscites*, *Gymnites*, *Sturia* etc. enthalten. Die aufgefundenen Faunen gehören meisten zu der Zone mit *Trachyceras archelaus*; es ist jedoch wahrscheinlich, daß die Kalke in dem gesamten Aufschlußgebiet nicht immer gleichen Alters sind und daß vor allem bei Valdepena viel-

leicht auch ältere Zonen, z. B. die *Zone mit Trachyceras recubariense* vertreten sein mögen.

Buchensteiner Schichten – Oberladin (Langobard)

Die Einheit besteht aus der gutbekannten Abfolge von Sandsteinen, tuffartigen Feldspat-Sandsteinen, sauren Aschentuffiten grüner oder olivgrüner Färbung („pietra verde“), quarzhaltigen und mergeligen schwarzen Calcisiltiten, Kieselkalken, grauen Mergeln, weißlichen oder grünlichen tuffartigen Mergeln, grauen oder rosa kieseligen Lutiten, grauen Kalken in mehr oder weniger großen Knollen im Inneren der Calcisiltite und der grauen Mergeln; manchmal gibt es auch große Bänke mit tuffartigen Sandsteinen oder grünlichen bis weißlichen Feldspat-Tuffen mit grobem Geröll oder Fragmenten (mit oft korrodierten Rändern) von hellem dolomitischen Kalk. Nördlich von Forni di sotto schalten sich in diese Einheit einige Lagen mit explosiven, paraexplosiven und sedimentären Tuffiten basaltischer Zusammensetzung ein. Von besonderem Interesse sind die zahlreichen „Facoiden“ (VOIGT 1962) und die Calcisiltit- und Kalkzungen, die Abrutschungen unterlegen sind infolge der beachtlichen Instabilität des Beckens während dieser Periode. Die grauen Knollenkalke weisen folgende Mikrofazies auf:

– Calcilutite mit pelagischen Lamellibranchiaten und Radiolarien mit reichlicher mikritischer Matrix;

– Calcilutite mit Radiolarien.

Die Kalkknollen weisen saubere und scharfe Umriss und manchmal Durchdringungen mit den umgebenden Calcisiltiten auf und zeigen deutlich an, daß sie plastisch deformiert sind. Daraus wird geschlossen, daß sich die Knollen, wenigstens zum Teil, unter Lasteinwirkungen gebildet haben.

Die Calcisiltite weisen eine mergelig-mikritische Mikrofazies auf, mit mehr oder weniger reichlicher Zufuhr von Siltdeitriten (Quarz, Feldspat) und sehr vielen Radiolarien. Die oben beschriebenen Mikrofazies sind alle auf pelagische Verhältnisse zurückzuführen. Da die Knollenkalke und die Calcisiltite über die ganze Mächtigkeit der Einheit verteilt sind, ist diese voll und ganz auf pelagische Verhältnisse zurückzuführen.

Die Einheit liegt über den *roten Ammonitenkalken* oder direkt über dem *dolomitischen Kalk des M. Tiarfin*; sie liegt unter den *Basalten* oder den *Hyaloklastiten* oder direkt unter den *Wengener Schichten*.

In dem untersuchten Gebiet haben die *Buchensteiner Schichten* äußerst bescheidene Mächtigkeiten (18-30 m), im Vergleich zu den übrigen Karnischen Alpen: 75 m bei Sappada (CARLONI & CREMONINI 1970), 120 m im Lumiei-Tal. In beiden Orten kommt die charakteristische „pietra verde“ in reichlichem Maße vor, und in beiden weisen LAGNY 1967 (für Sappada) und PISA 1971 (für das Lumiei-Tal) oberhalb des *dolomitischen Kalkes des M. Tiarfin* Konglomerate bzw. Breccien oder feine Breccien (ca. 2 m Mächtigkeit bei Sappada) mit Fragmenten von Kalk, hellen oder dunkelgrauen Dolomitkalken der darunterliegenden Einheit nach, die mit einer groben, grünen, sandig-tuffartigen Matrix oder mit „pietra verde“ zementiert sind.

Die *Buchensteiner Schichten* sind auch im Pesarina-Tal und bei Cima Sappada recht ausgedehnt.

In Richtung Westen des untersuchten Gebietes sind die *Buchensteiner Schichten* nicht mehr anzutreffen, sondern werden nach LARGAIOLLI & SEMENZA 1966 und

CARLONI & GHIRETTI 1966 von den *Wengener Schichten* abgelöst.

Aufgrund des Fundes von:

– *Daonella lommeli* WISSM.)

– *Daonella loczyi* KITTL

– *Daonella reticulata* MOJS.

– *Trachyceras mundevillae* MOJS. etc.

in unterschiedlichen Höhen und in der ganzen Einheit kann bestätigt werden, daß die Einheit immer zum Oberladin gehört. Das könnte auch (entgegen den noch vor kurzem vom Verfasser aufgestellten Behauptungen: PISA 1971 in BRAGA et Al.) für die Zone von Sappada gelten, wenn die mit pyritischem Dolomit bedeckte Oberfläche (HIRSCH & LAGNY 1970)⁽⁷⁾ zwischen den Schichten mit GEYER-Fauna und den *Buchensteiner Schichten* von einer Sedimentationslücke beachtlichen Ausmaßes begleitet ist.

Basalte und Hyaloklastite – Oberladin (Langobard)

In dem untersuchten Gebiet gibt es nördlich von Forni di sopra und Forni di sotto stellenweise einige Vorkommen massigen Basaltes oder basaltischer Breccien, die innig mit Vulkaniten und kieselig-kalkigem „Schlamm“ aus verschiedenen Höhen (Genese siehe CASTELLARIN & PISA 1972) vermengt sind. Nordöstlich von Forni di sotto gibt es dagegen Hyaloklastite. Die Basalte haben nördlich von Forni di sotto eine maximale Mächtigkeit von 23 m und nordöstlich von Forni di sopra von über 100 m. Die Basalte liegen zwischen den *Buchensteiner* und den *Wengener Schichten*; die Hyaloklastite zwischen den *Buchensteiner Schichten* und dem *Schlern-Dolomit*; tatsächlich verjüngen sich die *Wengener Schichten* östlich von Forni di sotto erheblich und verschwinden stellenweise vollkommen (PISA 1971 in BRAGA et Al.).

Dieses sind die einzigen basischen Vulkanerscheinungen des Ladins in den Karnischen Alpen westlich der But-Chiarso. Sowohl die *Basalte* als auch die *Hyaloklastite* wurden im Oberladin gebildet; beide liegen nämlich über den *Buchensteiner Schichten*, und die Basalte sind mit einer 30-40 cm starken Schicht aus schwärzlichen oder rötlichen kieseligen Lutiten bedeckt, die stellenweise *Daonella lommeli* (WISSM.) und einige *Trachyceras* des Oberladins enthalten.

Wengener Schichten – Oberladin-Unterkarn (Langobard-Cordevol)

Der untere Teil besteht aus Kalken und Mergelkalken, stellenweise mit Mergeln und Tonmergeln abwechselnd; die übrigen Drittel der Einheit werden vertreten durch einen Wechsel von Kalken, Mergeln, verschiedenen grauen Quarz-Siltiten und Sandsteinen, oft gradiereten, turbiditischen Anhäufungen; stellenweise gibt es in den letzten 20 m der Einheit Calcarenite und Mergel-Sandsteine mit Kohleteilchen, welche von oolithischen Calcareniten und Kalken mit Korallen in Lebensstellung abgelöst werden.

In den Kalken wurden folgende Mikrofaziestypen unterschieden:

(7) Diese könnte auf Emersionen beruhen, wie von HIRSCH & LAGNY 1970 vorge schlagen, oder auch auf einem Fehlen von Sedimentation mit Bildung von oberflächenähnlichen „hard grounds“ im Zusammenhang mit der verringerten Subsidenz.

- Calcilutite, Biocalcilitite mit pelagischen Lamellibranchiaten und Ostracoden;
- Calcarenite mit abgerundeten bis subkantigen Klasten in mikritischer Matrix oder mit spatitischem Zement;
- Biocalcarenite mit Lamellibranchiaten, Echiniden und Foraminiferen in mikritischer Matrix oder mit spatitischem Zement;
- Oolithische Biocalcarenite mit spatitischem Zement, vorwiegend Oolithe mit Oberflächenumkrustung; Vorkommen einiger Algen-Pisolithe (Oncolithe); Vorkommen von Bioklasten (Fragmente von Solenoporaceen, Lamellibranchiaten, Echiniden) und Biosomata (*Trocholina*).

Die Ablagerungen des unteren Teils erfolgten mit allgemein normaler Sedimentation bei offenen Meeresbedingungen, auf die eine vorwiegend turbiditische Sedimentation im mittleren und oberen Mittelteil der Einheit gefolgt ist; im obersten Teil bildete sich ein inneres Becken mit Lagunen oder eine karbonatische Plattform, wobei auch kleine Korallenriffe wachsen konnten.

Aufgrund der beachtlichen Unterschiede in der Mächtigkeit (8) und der Lithologie (9) wurde angenommen, daß die Wengener Schichten erhebliche Diskontinuitäten und Unregelmäßigkeiten im Becken bestanden haben müssen, so daß die Sedimentation an einigen Stellen begünstigt war (M. Simone, östlich des M. Clapsavon, Sappada-Mulde), an deren anderen hingegen benachteiligt (nördlich von Forni di sotto, östlich des M. Sesilis).

Die Einheit liegt über den *Buchensteiner Schichten* oder den kieseligen Lutiten am Hangenden der Vulkanite; sie liegt unter dem *Schlern-Dolomit*.

Die größte Mächtigkeit, die in dem untersuchten Gebiet angetroffen werden kann, beträgt 300-330 m. Die Einheit ist in den ganzen Karnischen Alpen westlich und nördlich des untersuchten Gebietes weit verbreitet, wenig hingegen östlich von Forni di sotto; östlich des Lumiei-Tal wurde sie nicht aufgefunden. Die Funde von *Daonella lommeli* (WISSM.) im unteren Teil und von *Trachyceras cf. aon* (MÜNSTER) sowie *Tr. regoledanum* (MOJS.) und *Cardita crenata* (GOLDF.) im oberen Teil erlauben es, den erstgenannten dem Oberladin und den zweitgenannten dem Unterkarn zuzurechnen.

Milieufolgerungen

Es ergibt sich, daß in diesem Teil der Karnischen Alpen seit Beginn des Anis karbonatische Plattform-Bedingungen geherrscht haben. Im Unteranis (Hydasp) lassen sich oft interne, vielleicht manchmal vorübergehend evaporitische Lagunenverhältnisse beobachten. Oft wechselten diese mit Zeiten höherer Energie (oolithische oder calcarenitisch-intraklastische Bänke) oder „Intertidal“-Bedingungen mit Emersion und früher Diagenese der Sedimente. Im obersten Teil des Unteranis kann in der Gruppe der

-
- (8) Von den 330-350 m im Südwestteil des untersuchten Gebietes geht die Einheit in Richtung Osten nach ca. 5 km auf 30 m zurück (nördlich von Forni di sotto), dann verschwindet sie rasch. Einige sporadische Aufschlüsse lassen sich zwischen M. Tinisa und M. Sesilis beobachten; im Osten des letztgenannten verschwindet sie endgültig bis zum But-Tal.
 - (9) Es wird eine nach Gebieten unterschiedliche Häufigkeit der Kalke, Sandsteine und Mergel und ein unterschiedliches Verhältnis: Sandsteine- Mergel festgestellt.

Tudai di Razzo die Entstehung ausgedehnter Algenuntiefen (Dasycladaceen) beobachtet werden, die bis zum unteren Pelson reichen, während weiter südlich die Verhältnisse gleichbleiben. Diese Bedingungen werden unterbrochen von einer beachtlichen feinklastischen Sedimentation (*M. Bivera-Schichten*), wie sie derjenigen des offenen Meeres, von wahrscheinlich nicht sehr großer Tiefe, entspricht. Diese Verhältnisse bestanden bis zum unteren Illyr. An der Stelle, wo die *M. Bivera-Schichten* am dolomitischen Plattformkalk zu enden scheinen, gibt es Breccien mit rötlicher Matrix, stellenweise von erheblicher Mächtigkeit (10-12 m), die sich, anhand der bisher gesammelten Daten, als Rutschmasse eines submarinen Hanges interpretieren lassen könnten, d. h. sich durch Ablösungen von vertikalen oder subvertikalen Wänden gebildet haben mögen. Darauf folgten wieder karbonatische Plattformbedingungen für eine längere Zeit, die wahrscheinlich von Zone zu Zone verschieden lang angehalten haben. Im Oberanis (Illyr) gab es in einem großen Teil des untersuchten Gebietes⁽¹⁰⁾ Ansammlungen von Mergelkalk, organogenen Calcarenitiden und tonigen Sand- und Siltsteinen mit 1) Durchsetzungen von Konglomeraten aus Kalkelementen und dolomitischen Kalken des Anis; 2) geringfügiger Zufuhr von Tuffen. Alle diese Materialien sind in den *schwarzen Kalken mit verkieselter Zwergfauna* gut vertreten. Der Komplex dieser Ablagerungen würde dafür sprechen, daß sich in einem großen Teil des untersuchten Gebietes ein internes Becken gebildet hat, das von der karbonatischen Plattform (anzutreffen im Piova-Tal, dem Pesarina-Hochtal, dem Lumiei-Tal und den Bergen nordwestlich von Forni Avoltri) abgegrenzt wurde und in dem die Sedimentation in weitem Maße von der terrigenen Zufuhr abhing. Die Konglomerate setzen die Möglichkeit von Hebungen (vielleicht manchmal lokal stattfindenden Emerisionen) der Plattform voraus sowie von lokal eintretenden Senkungen derselben. Die Tuffkomponenten deutet schließlich auf die ersten triadischen vulkanischen Tätigkeiten in den westlichen Karnischen Alpen hin.

Auf die mergelkalkige und feinklastische Sedimentation des inneren Beckens (*schwarze Kalke mit verkieselter Zwergfauna*) folgten sodann seit dem oberen Anis karbonatische Plattformbedingungen (*dolomitische Kalke des M. Tiarfin*), während derer sich geschütztere tiefere Zonen mit Zonen größerer Wasserturbulenz und geringerer Tiefe abwechselten. Am Ende des unteren oder an der Basis des oberen Ladins gibt es im Inneren der *dolomitischen Kalke des M. Tiarfin* einen Übergang zu pelagischen Riffbedingungen infolge verringerter Subsidenz und Abnahme der Sedimentation. Unter diesen Bedingungen haben sich einige *hard grounds* gebildet.

Im unteren Teil des Oberladins herrschten pelagische Bedingungen mit kalkigen Ablagerungen reich an Radiolarien, pelagischen Lamellibranchiaten und Ammoniten und mit Ablagerung von rötlichen Kalkschlamm (*rote Ammonitenkalke*); am Grunde dieser Einheit gibt es unzusammenhängende Breccien-Niveaus, die wahrscheinlich auf Rutschungen subvertikaler Wände zurückgehen. Die Sedimentation der *roten Ammonitenkalke* wurde unterbrochen durch eine größere Zufuhr von feinklastischem Detritus in das Becken, die vielleicht auch mit der beträchtlichen Zufuhr von saurem, tuffitischem Material zusammenhängt, das später die „pietra verde“ bilden sollte – eine Folgeer-

(10) Wie bereits oben vermutet, ist wahrscheinlich nicht das gesamte Gebiet von den Mergelkalkablagerungen der *M. Bivera-Schichten* und den *schwarzen Kalken mit verkieselter Zwergfauna* bedeckt gewesen.

scheinung der intensiven Explosionsphänomene in bisher noch unbekanntem Gebieten. Die sprunghaft vorkommende Kalkablagerung ist pelagischen Typs mit Calciliten mit Radiolarien und pelagischen Lamellibranchiaten. Diese stärkere Zufuhr von klastischem und tuffitischem Material entspricht den Gesteinen der *Buchensteiner Schichten*.

Im Oberladin gibt es vulkanische Episoden mit Basalt-Lava- und Hyaloklastitausbrüchen, die von einigen explosiven Phasen (basische Tuffite im Inneren der *Buchensteiner Schichten*) angekündigt werden und denen unmittelbar nach Erstarrung der Lava ein Abrutschen oder Verrutschen (auch in größerem Maße) der Platten gefolgt ist, mit Breccienbildung der Lava und ihrer vorwiegend aderförmigen (Sedimentgänge) Vermischung mit den anliegenden Schlämmen (CASTELLARIN & PISA 1972).

Am Ende der Ergüsse gibt es im Oberladin wieder eine kieselige-feinklastische Sedimentation, deren Ende abgelöst wird von Mergel- und Mergelkalkablagerungen am Grunde der *Wengener Schichten*, und außerdem, in Übereinstimmung mit dem Aufleben der Subsidenz, einer Ablagerung von Calcareniten und turbidischen Sandsteinen, dieselben halten bis zum unteren Karn an. Sodann treten echte Korallenriff-Bedingungen ein, und es bildet sich wieder eine karbonatische Plattform, die sich auch über einen Teil des mittleren Karn erstreckt hat (Schlern Dolomit).

Vergleiche mit den Nachbargebieten

Wie bereits erwähnt, findet sich die bisher aufgezeigte Schichtenfolge nicht in den ganzen westlich der But-Chiarso gelegenen Karnischen Alpen. Die wichtigsten Unterschiede betreffen 1) die Einheiten des unteren Anis, die sich gegenseitig ablösen und manchmal in den *Sarl-Dolomit* (AUCT.) übergehen; 2) die *M. Bivera-Schichten* und die *schwarzen Kalke mit verkieselter Zwergfauna* sind nicht immer vorhanden oder erkenntlich, weshalb sich der *Sarl-Dolomit* (AUCT.) nicht immer in zwei verschiedene Teile gliedern läßt.

Jetzt sollen insbesondere Vergleiche zu den Gebieten nördlich, westlich und östlich des von uns untersuchten Raumes gezogen werden.

Vergleiche mit der nördlich benachbarten Zone

CARLONI & CREMONINI 1970 zeigen östlich der Cima Sappada, oberhalb der *Werfener Schichten*, das Vorkommen einer 40-50m mächtigen Linse mit Konglomeraten aus Elementen der *Werfener Schichten* an (*Konglomerat des Col dei Mirtilli*), die ganz denen der *Ugovizza-Breccie* gleichen. Sie beweisen eine tektonische Phase in den Karnischen Alpen zwischen Untertrias-Mitteltrias oder schon im Anis (Hydasp) mit Emersion und intensiver Erosion. In dem gesamten Gebiet zwischen Cima Sappada und Forni Avoltri wäre also, nach Aussagen dieser Autoren, das Anis vom *Sarl-Dolomit* mit typisch biohermalem Aussehen vertreten, über dem direkt die *Buchensteiner Schichten* in geringer Mächtigkeit liegen, manchmal auch in unregelmäßigen Taschen (M. Chiadin).

Im Sappada-Gebiet zeigen HIRSCH und LAGNY 1970 das Vorhandensein von Zonen auf, die sich im Anis-Ladin anders verhalten haben: 1) Nordwestlich von Sappada und westlich der Cresta del Ferro gibt es (LAGNY 1967-1968a) ein Gebiet, in dem der

Schlern-Dolomit direkt den *Sarl-Dolomit*⁽¹¹⁾ überlagert, d. h. ohne Zwischenlagerung der *Buchensteiner und Wengener Schichten*; dies wird auf eine Emersion zurückgeführt, die vom Oberanis bis zum Oberladin gedauert haben soll. 2) In dem Gebiet M. San Daniele – M. Lastroni soll es zwei „Emersionsoberflächen“ geben, von denen die Verfasser eine dem Oberanis zwischen *Sarl-Dolomit* und *M. Bivera Schichten*⁽¹²⁾ (von den Verfassern irrtümlicherweise den *Buchensteiner Schichten* zugeordnet) und die andere dem Hangenden der *M. Bivera-Schichten* des M. Franza oder zwischen *M. Bivera-Schichten* und Konglomerat des M. San Daniele zurechnen. Die Verfasser setzen das Alter dieses Konglomerates nicht fest, sie bringen es vielmehr in Beziehung zu der „Emersionsoberfläche“ des Oberladins, die in der Sappada-Mulde⁽¹³⁾ (R. Lerpa) aufgefunden werden kann. 3) Gebiet der Sappada-Mulde östlich der Cresta del Ferro mit Emersionsoberflächen zwischen *Sarl-Dolomit* und *Buchensteiner Schichten*, zurückgehend auf das Unterladin. Hier wird nicht über das Problem der Emersionen gesprochen, auch wenn unserer Meinung nach nicht auszuschließen ist, daß die Lücken auch submarinen Ursprungs sind, d. h. an Oberflächen von *hard grounds* gebunden sind, wie es anhand der pelagischen Kalke den Anschein hat, welche sie am Hangenden abgrenzen, und des weiteren: daß die Aushöhlungen der Unterschicht Sedimentfäden entsprechen und nicht „Paläo-Karsten“. Hingegen möchte ich die Alter der Oberflächen selbst herausstellen sowie die der Fauna des Rio Lerpa, die 1898 von GEYER beschrieben wurde.

Wie 1898 von GEYER und 1970 von HIRSCH und LAGNY aufgezeigt wurde, enthalten die roten Knollenkalke vom M. Franza und M. San Daniele eine Fauna mit *Balatonites*, *Ceratites*, *Ptychites* etc., die ganz derjenigen ähnelt, welche vom Verfasser am M. Bivera (PISA 1972) gefunden wurde. Daher wird angenommen, daß die Diskontinuitätsfläche, die zwischen *Sarl-Dolomit* und *Bivera Schichten* angetroffen wird, auf das tiefe Oberanis (Pelson) zurückgeht; die Diskontinuitätsfläche zwischen *Sarl-Dolomit* und *Buchensteiner Schichten* in der Sappada-Mulde sollte höchstens auf das höchste Unterladin und nicht, wie von HIRSCH & LAGNY 1970 angenommen, auf das Oberladin zurückgehen. In der Fauna von GEYER 1898 sind die wichtigsten Exemplare primitive *Trachyceras* (*Tr. recubariense*, *Tr. chiesense*, *Tr. aff. tetranodosum* aff. oder *reitzii*). Die Formen, die Zonen angehören, welche sich von denjenigen mit *Tr. recubariense*

-
- (11) Der *Sarl-Dolomit* der Umgebung von Sappada besteht aus Dolomit und Algenkalk, oft mit stromatactisartiger Struktur, was für Algenlagunen spricht (HIRSCH & LAGNY 1970).
- (12) Beim M. San Daniele liegen sie in einer tiefen (10-30 m) Erosionsrinne des *Sarl-Dolomits*, die von steilen Vertikalwänden begrenzt wird. Diese Rinne soll weniger einer subaerischen als vielmehr einer submarinen Erosion zugeschrieben werden.
- (13) Nach Auffassung des Verfassers ist diese Beziehung völlig falsch. Das Konglomerat des M. San Daniele soll (PISA 1972) mit demjenigen in Korrelation zu bringen sein, das sich am Monte Bivera am Grunde der *schwarzen Kalke mit verkieselter Zwergfauna* befindet. Das Alter der Erosionsoberfläche unter dem Konglomerat würde somit, wie jene im Hangenden der Knollenkalke des M. Franza in das obere Anis (Illyr) fallen und nicht ins obere Ladin (Langobard).

unterscheiden, kommen entweder aus anderen Einheiten oder sind nicht mit Gewißheit bestimmbar oder sind nicht bedeutend (z. B. die *Arcestes*).

Es besteht Evidenz, usw. auch anhand der Kartierungen, die 1962-1964 von COLANTONI, CREMONINI, ELMI, MONESI des Geologischen Instituts von Bologna für die Geologische Karte Italiens F. 4C-13 M. Cavallino-Ampezzo gemacht wurden, daß das Gebiet nördlich des Sappada und des Visdende-Tals über das ganze Perm und die Trias eine topographisch hochgelegene Zone war und wahrscheinlich während der Trias den nördlichen Rand des Karnischen Beckens gebildet hat. Tatsächlich haben die Perm-Einheiten und die *Werfener Schichten* an einigen Stellen äußerst geringe Mächtigkeit und weisen progressive Verdünnung gegen Nord auf; auch die Anis- und Ladin-Einheiten würden das Vorhandensein von submarinen Reliefs mit stellenweiser Emersion oder pelagischen Untiefen bezeugen, vor allem im Ladin, so daß sich die vulkanisch-klastischen und sandigen Sedimente nur an einigen tiefergelegenen Gebieten (Sappada-Mulde; Gebiet 4 von HIRSCH & LAGNY 1970) abgelagert haben würden.

Vergleiche mit dem Pesarina-Tal

Im Pesarina-Tal (ELMI & MONESI 1967) gibt es oberhalb der *Werfener Schichten* erhebliche Entwicklungen evaporitischer und intertidaler Bedingungen, auf die massiver Dolomit in geringer (21-35 m) Mächtigkeit folgen kann. Über diesem ja manchmal direkt auf den evaporitischen Einheiten, gibt es 5-13 m mächtige Breccien mit *Werfener* Elementen, die in Quarz-Feldspat-Sandsteine und rötliche Siltsteine übergehen. Dieses Niveau kann entweder mit dem *Konglomerat des Col dei Mirilli* (CARLONI & CREMONINI 1970) in Korrelation gebracht werden oder mit der Basis der *M. Bivera-Schichten*, von denen es eine seitliche Variante darstellen würde. Darüber gibt es ein Gemisch aus: manchmal bituminösen Kalken, Mergelkalken, Sandsteinen, Mergeln, Siltsteinen, knolligen Mergelkalken mit *Myophoria elegans* und *Encrinus liliformis* und bituminösen Kalken, die mit den *M. Bivera Schichten* p. p. und mit den *schwarzen Kalken mit verkieselter Zwergfauna* in Korrelation gebracht werden können. Auch hier würde es sich, wie bei dem von mir untersuchten Gebiet, um eine vorwiegend klastische Ablagerung in einem geschützten Becken handeln, welche die karbonatische Plattform-sedimentation unterbrochen hat. Diese letztere, bei der auch echte organogene Riffe entstanden sein mögen, soll dann später wieder eingesetzt und lange ange dauert haben (vielleicht auch bis in einen Teil des Unterladin), was der ca. 1 000 m mächtige *Sarl-Dolomit* bezeugen soll; das übrige Ladin soll von den *Buchensteiner und Wengener Schichten* vertreten sein.

Vergleiche mit dem Westgebiet

Die stratigraphische Situation des untersuchten Gebietes reicht bis zum Col Vidal, nördlich von Lozzo di Cadore im Piave-Tal, wo es unterhalb der *Buchensteiner Schichten* noch zwei karbonatische Einheiten gibt, die von einer Einheit getrennt werden, welche zu den *M. Bivera-Schichten* in Korrelation gesetzt werden kann.

Die Unterschiede im Anis sind unbedeutend: 1) Die dem *massiven Dolomit* entsprechende Einheit ist hier kalkiger und hat eine weit erheblichere Mächtigkeit. 2) Die *M. Bivera-Schichten* werden überlagert von einem mächtigen Wechsel zwischen manchmal turbidischen Clacareniten und grauen Mergeln und bilden somit einen

Übergang zu den *trinodosus*-Schichten des Cadore und Zoldano. 3) Es fehlen die schwarzen Kalke mit verkieselter Zwergfauna, wahrscheinlich bereits ab Piave-Tal, und erweisen sich somit als lokale Fazies. Das Gebiet des Col Cervera-Col Vidal bildet eine Schlüsselzone für das Ladin, denn oberhalb der dolomitischen Kalke des *M. Tiarfin* gibt es die *Buchensteiner Schichten*, die eine (20-40 m mächtige) Zunge der *Wengener Schichten* mit Sandsteinturbiditen in zwei separate Niveaus unterteilt. Das untere Niveau der *Buchensteiner Schichten* mit Knollenkalken und hier untergeordneten „pietra verde“-Lagen (grünlichem Tuffit) erstreckt sich wahrscheinlich nach Westen, wo es die *Buchensteiner Schichten* des Cadore und der Dolomiten vielleicht bilden könnte; vermutlich gehört es nur zum unteren Ladin. Das obere Niveau mit reichlicher „pietra verde“ dehnt sich nur östlich des Col Vidal aus und könnte die *Buchensteiner Schichten* der Karnischen Alpen bilden. Die Kalke, die die *M. Bivera-Schichten* überlagern in Richtung Westen, nehmen rasch an Mächtigkeit ab; westlich von Lozzo bis zum M. Rite gibt es während des Anis eine einzige und meist geringmächtige Kalkeinheit, die mit dünnlagigen grünen und rötlichen Siltcalcareniten bedeckt ist, die Merkmale der Schichten des Col Vidal und der *trinodosus*-Schichten des Zoldano zeigen; diesen folgen unmittelbar die *Buchensteiner Schichten*. Am M. Rite ist die Kalkmasse mächtiger, und an ihrem Hangenden gibt es Unregelmäßigkeiten und nach ASSERETO 1971 ein „Karst-relief“ und submarine Spalten in die Knollenmergel und Kalke mit Brachiopoden- und Ammonitenfauna eindringen (AIRAGHI 1905, DE TONI 1912, LEONARDI 1938, ASSERETO 1971).

Westlich des M. Rite bis zu den Rändern der Etschplattform ist das Anis vorwiegend (14) mit Knollenkalken, Mergeln, Siltsteinen (*Dont-Kalk* und *trinodosus*-Schichten mit den berühmten Ammoniten-Faunen) vertreten, auf die (im Val Inferna) rötliche Mergel ähnlich den *M. Bivera-Schichten* folgen sowie *Daonella-Mergel*, in die (LEONARDI 1938, PANZACCHI 1968, ASSERETO 1971) die anis-ladinische Grenze fallen soll.

Das Ladin ist in dem gesamten Gebiet westlich von Lozzo vertreten mit den *Buchensteiner* und *Wengener Schichten*. Letztgenannte Einheit beginnt im Zoldano mit einer Bank basischer Tuffite, auf denen ein „Agglomeraten“-Niveau mit Geröllen basaltischer Lava und Blöcken *Buchensteiner*, *Wengener Schichten* und der darunterliegenden Kalke aufgelagert ist; es folgt danach eine mächtige, sandige und tuffitische, oft turbiditische Folge mit Trümmerniveaus und häufigen chaotischen Ansammlungen infolge submariner Rutschungen (VIEL 1972). Große ladinische und karnische Kalkolistolite werden außerdem oft in den *Wengener Ablagerungen* gefunden. Im Zoldo Gebiet sind die ersten karbonatischen Ablagerungen durch oolithische und organogene Kalkarenite dargestellt, die manchmal Korallen aufzeigen und schon cordevolisches Alter besitzen.

Vergleiche mit dem Gebiet M. Cucco – M. Tersadia

Dieses Gebiet entspricht dem in diesem Text untersuchten in ganz beachtlichem Maße. Das Unteranis besteht nämlich aus etwa 100 m mächtigen Dolomiten sowie gebankten,

- (14) Im allgemeinen treten bis 60-90 m von der Basis an über den *Wengener-Schichten*, laminierte dolomitische Kalke, feine Breccien intertidaler Verhältnisse auf, über denen sprunghaft knappe Episoden mit biohermalem Kalk des Pelson folgen (Spiz dell' Agnellessa, Crep di Dont).

Literatur

- AIRAGHI C., 1905: *Ammoniti triassici (Muschelkalk) del M. Rite in Cadore*. Boll. Soc. Geol. It., vol. XXIV, pp. 237-255, tav. VIII, Roma.
- AITKEN D., 1967: *Classification and environmental significance of cryptoalgal limestones and dolomites, with illustrations from the Cambrian and Ordovician of Southwestern Alberta*. Journ. of Sed. Petr. vol. 37, u. 4, pp. 1163-1178, 22 fig., Tulsa.
- ARTHABER G., 1912: *Über die Horizontierung der Fossilfunde am M. Cucco (Italienische Carnia) und über die systematische Stellung von Cuccoceras Dien*. J. k. k. geol. R. Anstalt, Bd. 62, Heft 2, pp. 333-360, fig. 2, tav. 16-17, Wien.
- ASSERETO R., 1969: *Sul significato stratigrafico della „Zona ad Avisianus“ del Trias medio delle Alpi*. Boll. Soc. Geol. It., vol. LXXXVIII, pp. 123-145, fig. 1-2, tab. I, Roma.
- ASSERETO R., 1971: *Die Binodosus-Zone. Ein Jahrhundert Wissenschaftlicher Gegensätze*. Sitz. O. Akad. Wiss. m. n. kl., Bd. 179, Heft I., pp. 25-53, fig. 1-5, Wien.
- ASSERETO R., DESIO A., DI COLBERTALDO D. & PASSERI L. D., 1968: *Note illustrative della Carta Geologica d'Italia. Foglio 14, A, Tarvisio*. pp. 70, fig. 12, Ercolano (Napoli).
- BATHURST R. G. C., 1959: *The cavernous structure of some Mississippian Stromatactis reefs in Lancashire, England*. Jour. Geology, vol. 67, pp. 506-521, 4 fig., Chicago.
- BATHURST R. G. C., 1971: *Carbonate sediments and their diagenesis*. Elsevier Publishing Company, XIX-620 pp., 359 fig., XXIV tab., Amsterdam.
- BECHSTÄDT T. & BRANDNER R., 1970: *Das Anis zwischen St. Vigil und dem Höhlensteintal (Prager-und Olang Dolomiten, Südtirol)*. Beiträge zur Mikrofazies und Stratigraphie von Tirol und Vorarlberg. (Festb. Geol. Inst., 300-J. Feier Univ. Innsbruck) pp. 9-103, fig. 1-4, tav. 1-18, 1 tab., 1 carta geol. 1:22.500 a colori e sezioni, Innsbruck.
- BORONI V., 1964: *Rilevamento geologico della valle del T. Piova in Cadore*. – Tesi di Laurea inedita, Bologna
- BOSELLINI A., 1965 a: *Analisi petrografica della „Dolomia Principale“ nel gruppo di Sella (Regione Dolomitica)*. Mem. Geopal. Univ. Ferrara, vol. I, fasc. 2, n. 3, pp. 49-109, fig. 1-37, tav. I-V, Ferrara.
- BOSELLINI A., 1965 b: *Lineamenti strutturali delle Alpi meridionali durante il Permo-Trias e alcune considerazioni sui possibili rapporti con la tettonica alpidica*. Mem. Museo St. Nat. Ven. Trident., vol. XV, fasc. 3, 72 pp., 21 fig. tav. I-II, Trento.
- BOSELLINI A., 1967: *La tematica deposizionale della Dolomia Principale (Dolomiti e Prealpi Venete)*. Boll. Soc. Geol. It., vol. LXXXVI, fasc. 2, pp. 133-169, fig. 1-26, Roma.
- BRAGA & AL., 1971: *Note illustrative della Carta Geologica d'Italia. Foglio 4 c-13, M. Cavallino-Ampezzo*. pp. 108, fig. 1-7, tab. 1, Roma.
- CALLEGARI E. & MONESE A., 1964: *Il chimismo della „pietra verde“ degli strati di Livinallongo (Dolomiti). Contributo allo studio petrogenetico della „pietra verde“*

- ladinica*. St. Trent. Sc. Nat. Sez. A, vol. XLI, fasc. 1, pp. 45-71, fig. 1-5, tab. 1-6, Trento.
- CANTELLI & AL. 1971: *Carta geologica d'Italia. Foglio 4 c-13, M. Cavallino-Ampezzo*. Bergamo
- CARLONI G. C. & CREMONINI G. 1970: *La geologia dell'Alta Valle del Piave*. Giorn. Geol., s. 2, vol. XXXIV, fasc. II, pp. 543-562, fig. 1, tav. LXVI-LXVII, Bologna.
- CARLONI G. C. & GHIRETTI N. 1966: *Geologia della Val del Piova (Cadore)*. Giorn. Geol., s. 2, vol. XXXIII, fasc. II, pp. 569-593, fig. 1, tav. LXVII-LXVIII, Bologna.
- CASTELLARIN A., 1966: *I tufi eocenici a struttura caotica dei dintorni di Rovereto (Trentino meridionale). Il problema delle tufiti*. Giorn. Geol., s. 2, vol. XXXIII, fasc. II, pp. 417-440, tav. LV-LVII, tab. 1-2, Bologna.
- CASTELLARIN A., 1972: *Evoluzione paleotettonica sinsedimentaria del limite tra „piattaforma veneta“ e bacino lombardo a Nord di Riva del Garda*. Giorn. Geol., s. 2, vol. XXXVIII, fasc. I, pp. 11-212, tav. I-XX, Bologna.
- CASTELLARIN A. & SARTORI R., 1972: *Ciclotemi carbonatici dei calcari grigi a S. Massenza (Trentino)*. Giorn. Geol., in stampa.
- CASTELLARIN A. & PISA G., 1972: *Le vulcaniti ladiniche di Forni di sopra (Carnia occidentale)*. Giorn. Geol. in stampa, Bologna.
- DE TONI A., 1912: *Brachiopodi della zona a Ceratites trinodosus di M. Rite in Cadore*. Mem. Ist. Geol. Univ. Padova, vol. I, pp. 319-351, tav. I, Padova.
- DE TONI A., 1914: *Illustrazione della fauna triassica di Valdepena (Cadore)*. Mem. Ist. Geol. Univ. Padova, vol. II, pp. 113-194, fig. 8, tav. X-XV, Padova.
- DI COLBERTALDO D., 1955: *Le manifestazioni a fluorite, blenda e galena della Val d'Aupa nelle Alpi Carniche*. Atti I Conv. Friul. Sc. Nat., pp. 92-127, fig. 1-15, tav. I-VIII, Udine.
- DUNHAM R. J., 1969: *Vadose pisolite in the Capitan Reef (Permian), New Mexico and Texas*. Soc. Econ. Paleont. Miner., spec. Pap., vol. 14, pp. 182-191, 26 fig., Tulsa.
- ELMI C. & MONESI A., 1967: *Ricerche geologiche nella tavoletta Prato Carnico*. Giorn. Geol., s. 2, vol. XXXIV, fasc. I, pp. 241-257, tav. XXVII-XXIX, Bologna.
- FARABEGOLI E., 1970: *Rilevamento geologico dello Spiz Agnellessa (Zoldo Alto-Belluno)*. Tesi di laurea inedita, Bologna.
- FISCHER A. G., 1965: *The Lofer Cyclothems of the Alpine Triassic*. Kansas Geol. Surv. Bull., vol. 169, pp. 107-149, fig. 1-38, Kansas City.
- FOLK R., 1959: *Practical Petrographic classification of limestones*. Am. Ass. Petr. Geol. Bull., vol. 43, n. 1, pp. 1-38, 5 tav., 40 fig., Tulsa.
- FRASCARI SPANO F., 1969: *Ricerche tettoniche nel gruppo montuoso dell'Arvenis (Carnia)*. Giorn. Geol., s. 2, vol. XXXVI, fasc. I, pp. 101-126, fig. 1-6, tav. V-VII, Bologna.
- GEYER G., 1898: *Ueber ein neues Cephalopodenvorkommen aus dem Niveau der Buchensteiner Schichten bei Sappada (Bladen) im Bellunesischen*. Verh. d. k. k. Geol. R. Anstalt, n. 5 und 6, pp. 132-143, fig. 1, Wien.
- GEYER G., 1900: *Zur Kenntniss der Triasbildungen von Sappada, San Stefano und Auronzo in Cadore*. Verh. d. k. k. Geol. R. Anstalt, n. 15 und 16, pp. 119-141, profili I-II, Wien.

- GORTANI M., DE TONI A. & ZENARI S., 1933: *Carta geologica delle Tre Venezie. Foglio 13, Ampezzo*. Scala 1 : 100 000. Ufficio Idrograf. Magistr. Acque di Venezia, Firenze.
- HARADA T., 1883: *Ein Beitrag zur Geologie des Comelico und Westlichen Carnia*. J. d. k. k. geol. R. Anstalt, Bd. 33, Heft 1, pp. 151-188, fig. 8, tav. I-II, Wien.
- HIRSCH F. & LAGNY P., 1970: *Sur l'âge de la formation de Livinallongo (Buchenstein) – Trias moyen – et des émerSION contemporaines, dans la région de Sappada (Alpes Carniques occidentales – Italie)*. R. des Seances S. P. H. N. Geneve, n. s., vol. V, fasc. I, pp. 102-122, fig. 2, tab. 3, Geneve.
- LAGNY P., 1967: *Sur quelques aspects sédimentologiques et lithologiques d'une émerSION récifale*. C. R. Acad. Sc. Paris, ser. D., t. 265, pp. 858-861, Paris.
- LAGNY P., 1968 a: *Émersions successives et instabilité tectonique en Trias moyen dans la région de Sappada (province de Belluno, Italie)*. C. R. Acad. Sc. Paris, ser. D, t. 267, pp. 1918-1920, Paris.
- LAGNY P., 1968 b: *La formation de Buchenstein, ou Livinallongo (Trias moyen des Alpes Italiennes orientales): quelques réflexions en vue d'une meilleur définition de sa répartition dans l'espace et dans le temps*. C. R. Acad. Sc. Paris, ser. D. t. 267, pp. 2065-2068, Paris.
- LEONARDI G., 1964: *Note stratigrafico-sédimentologiche sul Ladinico della Conca di Sappada (Belluno)*. Ann. Univ. di Ferrara Sez. 9, vol. III, fasc. 10, pp. 187-209, fig. 2, tav. I-IX, Ferrara.
- LEONARDI P., 1938: *Geologia dei monti di Zoldo e territori circostanti (Dolomiti orientali)*. Mem. Ist. Geol. Univ. Padova, vol. XII, pp. 77, fig. 7, tav. I-X, 1 carta geol. 1 : 25 000 a colori, Padova.
- LEONARDI P., 1968: *Le Dolomiti, Geologia dei monti tra Isarco e Piave*. pp. 1019, fig. 519, tav. LXXIV (di cui 1 carta geol. 1 : 100 000 a colori), Rovereto.
- LONGHI P., 1899: *Di alcune Gymnites della nuova fauna triassica di Valdepena presso Lorenzago (prov. Belluno) nota prelim.* Atti Soc. Ven. Trent. Sc. Nat. s. 2, vol. IV, pp. 3-31, tav. I-IV, Padova.
- LONGHI P., 1902: *Cefalopodi della fauna triassica di Valdepena presso Lorenzago*. Riv. It. Pal., vol. VIII, pp. 53-61, tav. III-IV, Bologna.
- LUQUE V., 1970: *Geologia dei monti a S di Auronzo di Cadore*. Tesi di Laurea inedita, Bologna.
- MARIANI E., 1893: *Note paleontologiche sul Trias superiore della Carnia Occidentale*. Ann. R. Ist. Tecn. A. Zanon, Udine, s. II, vol. IX, pp. 13-35, tav. I-II, con profili, Udine.
- MOJSISOVICS VON E., 1879: *Die Dolomit-Riffe von Süd-Tirol und Venetien. Beiträge zur Bildungsgeschichte der Alpen*. pp. 552, Wien.
- MOJSISOVICS VON E., 1880: *Der Monte Clapsavon in Friaul*. Verh. d. k. k. Geol. R. Anstalt, n. 12, pp. 221-223, Wien.
- MOJSISOVICS VON E., 1882: *Die Cephalopoden der Mediterranen Triasprovinz*. Abhandl. d. k. k. Geol. R. Anstalt, Bd. X, pp. 1-322, tav. I-XCIV, Wien.
- MOJSISOVICS VON E., WAAGEN W. & DIENER C., 1895: *Entwurf einer Gliederung der pelagischen Sedimente der Trias System*. Sitz. Math. Nat. Akad. Wiss., Bd. CIV, pp. 1271-1279, Wien.

- PANTIC S., 1967: *Trijaski mikrofosili severozapadne Crne Gore*. Bull. Geol. Inst. Geol. Montenegro. vol. V, pp. 89-99, fig. 2, tav. I-V, Titograd.
- PANTIC S., 1968: *Micropaleontological characteristic of middle and upper Triassic of Tara Mountain (Western Serbia)*. Ves. Zav. Geol. Geof. Istr., s. A, n. 24-25, pp. 245-253, fig. I, tav. I-VIII, Beograd.
- PANTIC S., DIMITRIJEVIC M., RADOICIC R. & STEFANOVSKA D., 1969: *Lithostratigraphie and biostratigraphie Mesozoic Columns in the Gacko-Sutjeska-Drina Region*. Zav. Geol. Geof. Istr., s. A, n. 26, pp. 35-114, fig. 1-4, tav. I-XXIV, Beograd.
- PANZACCHI M., 1968: *Rilevamento geologico della parte orientale della conca agordina (Agordo-Dolomiti)*. Tesi di Laurea inedita, Bologna.
- PIA J., 1930: *Grundbegriffe der Stratigraphie*. pp. 252, fig. 3, Leipzig und Wien.
- PIA J., 1937: *Stratigraphie und Tektonik der Pragser Dolomiten in Südtirol*. pp. 248, fig. 17, tav. 14, (tra cui I carta geol. 1 : 50 000 a colori), tab. 6, Wien.
- PISA G., 1966: *Ammoniti ladiniche dell'alta valle del Tagliamento (Alpi Carniche)*. Giorn. Geol., s. 2, vol. XXXIII, fasc. II, pp. 617-685, fig. 1-4, tav. LXX-LXXVII, 1 tav. nel testo, Bologna.
- PISA G., 1971 in BRAGA & AL., *Note illustrative della carta Geologica d'Italia. Foglio 4c-13, M. Cavallino-Ampezzo*. pp. 108, fig. 1-7, Roma.
- PISA G., 1972: *Geologia dei Monti a N di Forni di sotto (Carnia occidentale)*. Giorn. Geol., s. 2, vol. XXXVIII, in stampa, Bologna.
- PREMOLI SILVA I., 1964: *Citaella iulia n. gen. n. sp. del Trias inferiore della Carnia*. Riv. It. Pal. Str., vol. 70, n. 4, pp. 657-670, tav. 48-51, Milano.
- ROSENBERG G., 1959: *Geleitworte zu den Tabellen der Nord- und Südalpinen Trias der Ostalpen*. Jb. d. Geol. Bundesanst., Bd. 102, Heft 3, pp. 477-479, tav. XVI-XVIII, Wien.
- ROSSI D., 1957: *Lo studio degli strati di Livinallongo, nuova base per l'interpretazione paleogeografica delle scogliere coralline triassiche delle Dolomiti*. Atti Ist. Veneto Sc. Lett. Arti, classe sc. Mat. e Nat., vol. CXV, pp. 85-89, tav. I-II, Venezia.
- ROSSI D., 1962: *Geologia della parte meridionale del gruppo della Marmolada*. Mem. Museo St. Nat. Ven. Trident., vol. XIV, fasc. I/B, pp. 190, fig. 72, 1 carta geol. 1 : 12 500 a colori, sez. e profili, Trento.
- SELLI R., 1963: *Schema geologico delle Alpi Carniche e Giulie Occidentali*. Giorn. Geol., s. 2, vol. XXX, pp. 1-121, tav. I-VII (tra cui 1 carta geol. 1 : 100 000 a colori), Bologna.
- SELLI R., 1964: *Cenni stratigrafici e tettonici sulle Alpi Carniche e Giulie Occidentali*. Boll. Soc. Geol. It., vol. LXXXIII, fasc. 3, pp. 349-365, 1 carta tettonica 1 : 250 000, Roma.
- SEMENZA E., 1965: *La tettonica del fianco sinistro della Valle del Piave fra Lozzo e Pieve di Cadore*. Mem. Geopal. Univ. Ferrara, vol. I, fasc. 2, pp. 113-139, fig. 1-18, tav. I-III, Ferrara.
- SEMENZA E. & LARGAIOLLI T., 1966: *Studi geologici sulla zona della Giunzione Cadorina (Cadore Orientale)*. St. Trent. Sc. Nat., Sez. A, vol. XLIII, fasc. I, pp. 157-199, fig. 1-34, con carta geol. 1 : 25 000 schematica, profili e carta tettonica, Trento.

- SHINN E. A., 1968: *Practical significance of birds-eye structures in carbonate rocks*. Jour. Sed. Petr., vol. 38, n. 1, pp. 215-223, 13 fig., Tulsa.
- TOMMASI A., 1899: *La fauna dei calcari rossi e grigi del Monte Clapsavon nella Carnia Occ.* Paleont. It., vol. V, pp. 1-54, fig. 1-8, tav. I-VII, Pisa.
- TOMMASI A., 1903: *Sull'estensione laterale dei calcari rossi e grigi a Cefalopodi del M. Clapsavon*. Rend. R. Ist. Lomb. Sc. lett., s. 2, vol. XXXVI, pp. 431-439, Milano.
- VIEL G., 1972: *Geologia dell'alta Valle Zoldana fra Pelmo e Civetta (Belluno)*. Tesi di laurea inedita, Bologna.
- VINK B. W., 1968: *Gravity tectonics in eastern Cadore and western Carnia, (respectively provinces of Belluno and Udine) N-E Italy*. Geologica Ultraiectina, vol. 15, pp. 64, fig. 41, tav. 3, Rotterdam.
- VOIGT E., 1962: *Früh diagenetische Deformation der turonen Plänerkalke bei Halle (Westfalen) als Folge einer Großgleitung unter besonderer Berücksichtigung des Phacoid Problem*. Mitteil. Geol. Staats-Institut in Hamburg, H. 31, pp. 146-275, 33 tav., 34 fig., Hamburg.
- WOLF K. H., 1965: *Littoral environment indicated by openspace structures in algal limestones*. Paleogeograf. Paleoclimat. Paleocol., vol. 1, pp. 183-223, 10 tav. 6 fig., 8 tab., Amsterdam.

Erläuterungen zur Tafel I

- Abb. 1 Oolithische Kalke mit häufig vorkommenden Peloids; die Verschalungen der Oolithe sind größtenteils schwer zu unterscheiden, bzw. aufgrund einer allgemeinen Mikrospatitisierung, die das Gestein erlitten hat; x 11
Geschichtete Dolomite; Rio Marodia
- Abb. 2 Biocalcarenite mikritischer Matrix mit Resten von Dasycladaceen, Lamelli-branchiaten und einigen *Pilamina* sp. Man beachte die unregelmäßigen „birdeyes“-Aushöhlungen; x 11
Massige Dolomite; Tudai di Razzo
- Abb. 3 Biocalcilitite mit Radiolarien und Schwammspiculae und einigen Crinoidenresten; x 11
M. Bivera-Schichten; Pian delle Streghe (M. Bivera)
- Abb. 4 Biocalcarenite mit pelagischen Lamellibranchiaten und Crinoidenresten; man achte auf die Intraklaste (z. B. der große oben rechts) von Calcilitit, die der Matrix ähneln, jedoch dunkler sind; x 11
M. Bivera-Schichten; M. Punta dell'Uccel.

Erläuterungen zur Tafel II

- Abb. 1 Biocalcilitit mit Radiolarien und pelagischen Lamellibranchiaten; x 8
Rote Ammonitenkalke; M. Clapsavon, Westhang
- Abb. 2 „Lumachelle“ mit pelagischen Lamellibranchiaten; x 4,5
Rote Ammonitenkalke (Basis-Teil); M. Clapsavon.

Abb. 3 Calcilitit mit Radiolarien und pelagischen Lamellibranchiaten, vertikal und seitlich in Siltsteine mit tonig-chloritischer Matrix („pietra verde“) übergehend, mit Kalk- und Quarzkörnern, Radiolarien und Gehäusen von Lamellibranchiaten. Man beachte die Durchdringung zwischen den Biocalcilititen und den darüber oder darunter liegenden Siltsteinen, die wahrscheinlich auf das Phänomen der Einspritzung der Siltsteine unter Druckeinwirkung zurückzuführen sind; solche Phänomene sind wahrscheinlich während der Verschüttung des Sediments eingetreten; x 8

Buchensteiner Schichten; M. Clapsavon Südwesthang

Abb. 4 Calcilitit mit pelagischen Lamellibranchiaten, mit „umbrella structure“; Übergang über die Zwischenstufe einer unregelmäßigen Fläche, zur Basis mit Biocalcilsiltit (Radiolarien und pelagische Lamellibranchiaten) mit rötlicher, mikritisch-toniger Matrix; x 4

Buchensteiner Schichten; M. Clapsavon Südwesthang

Beilagen

Abb. 1 Lage des untersuchten Gebietes

Abb. 3 Geologische Profile der Anis-Einheiten der westlichen karnischen Alpen.

(Große Falttafel)

Zeichenerklärung:

1 - Werfener Schichten; 2 - Dolomite, zellige Dolomite und Breccien; 3 - Geschichtete Dolomite; 4 - Massige Dolomite; 5 - M. Bivera-Schichten; 5 a - Konglomerate und Sandsteine des Pesarina-Tals; 5 b - Mergelkalke und Mergel des Pesarina-Tals; 6 - Obere massige Dolomite; 7 - Schwarze Kalke mit verkieselter Zwergfauna; 7 a - Schwarze Kalke mit mergelig-tonigen Einschlüssen des Pesarina-Tals; 7 b - Bituminöse Knollenkalke und Mergel; 8 - Dolomitische Kalke des M. Tiarfin und Sarl-Dolomit nach ELMI & MONESI 1967; 9 - Sarl-Dolomit AUCT. a) Lithostratigraphische Korrelationen – Spalte I wurde anhand der Daten von CARLONI & CREMONINI 1970 aufgestellt; Spalte II, X, anhand der Daten von C. ELMI; Spalte III-IV-V-VI anhand der Daten von G. PISA; Spalte VII-VIII-IX nach ELMI & MONESI 1967.

M. CHIADIN
vers. N

M. S. DANIELE

M. TUDAI DI RAZZO

M. BIVERA
vers. E

V. D'AUZA - CIMA AVRONI
Forni di sotto

M. TINISA
vers. N

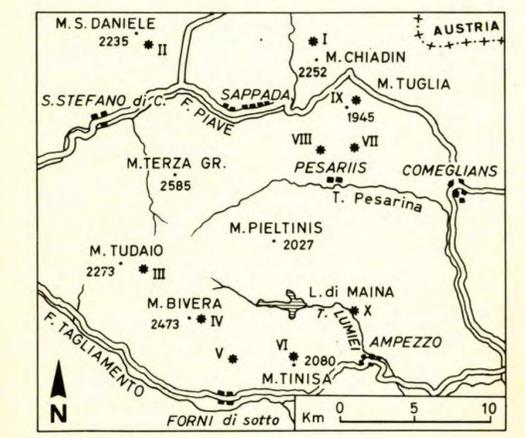
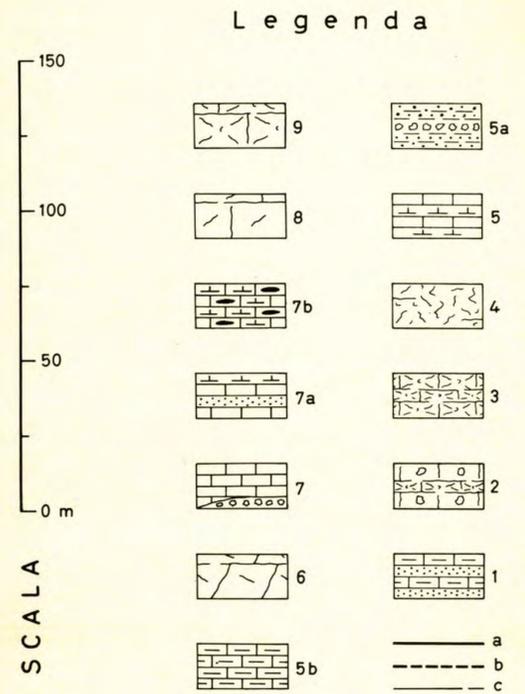
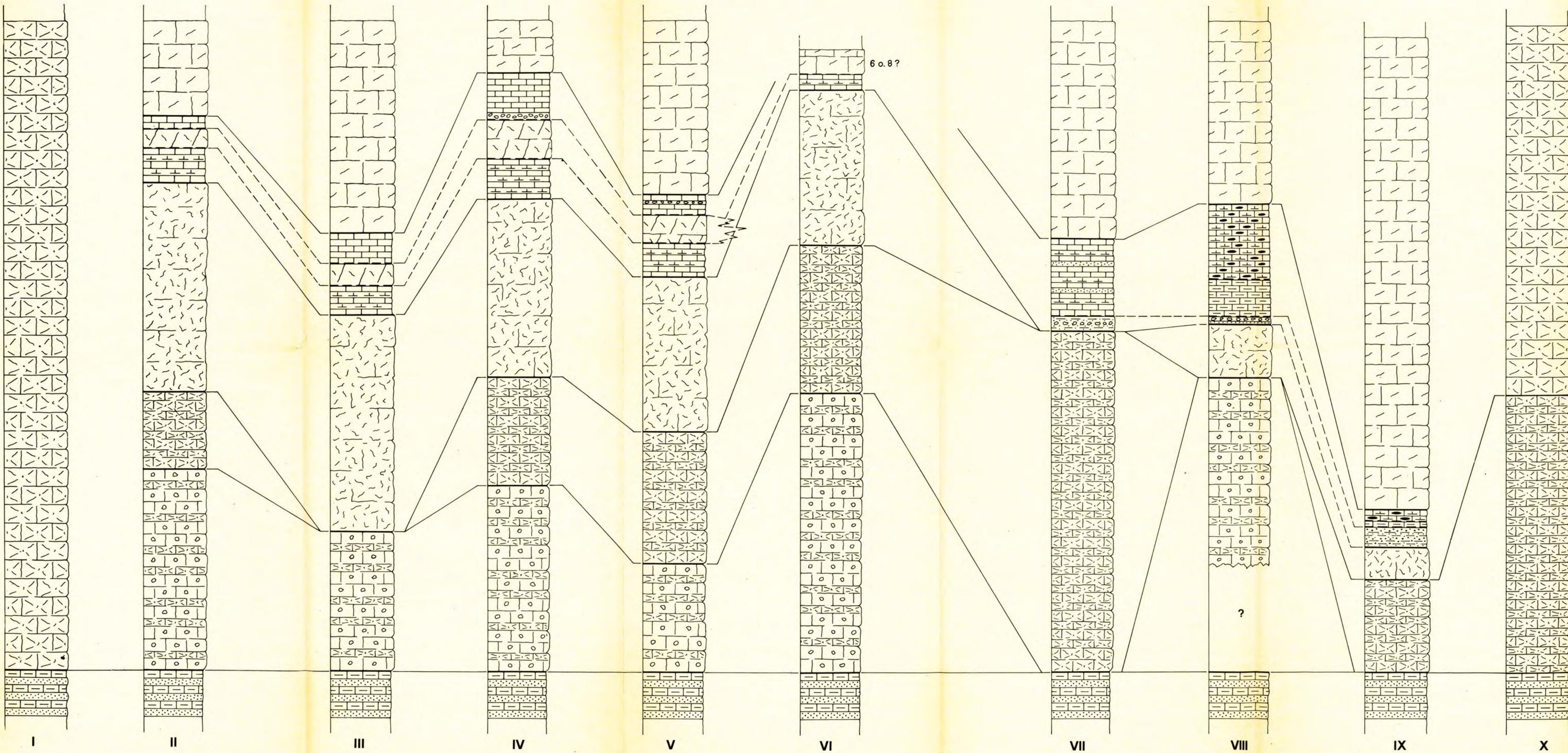
VAL PESARINA

R. FUINA

R. POSSAL

M. TUGLIA

T. LUMIEI



Tafel I.



Abb.1

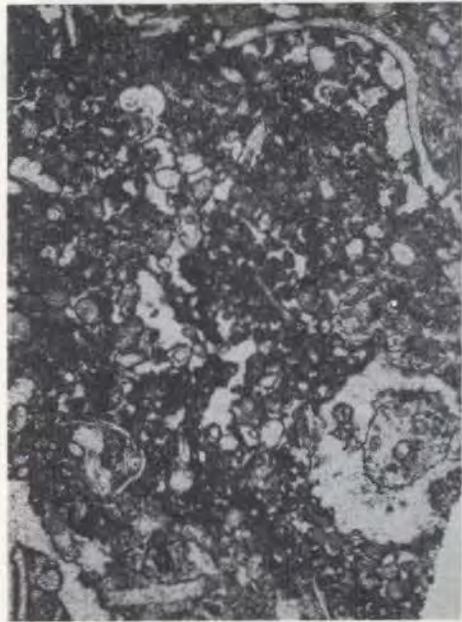


Abb.2



Abb.3



Abb.4

Tafel II.



Abb.1

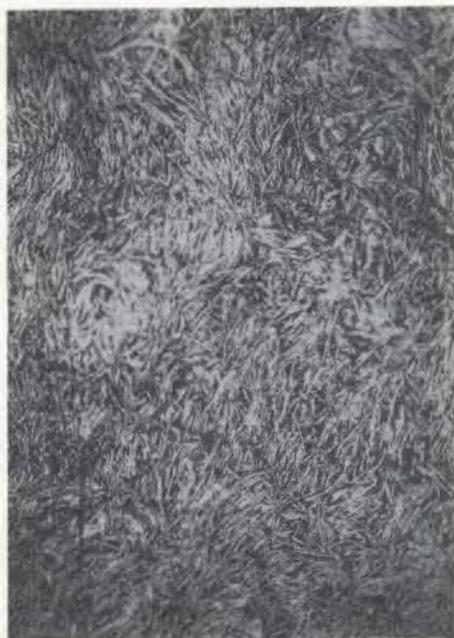


Abb.2

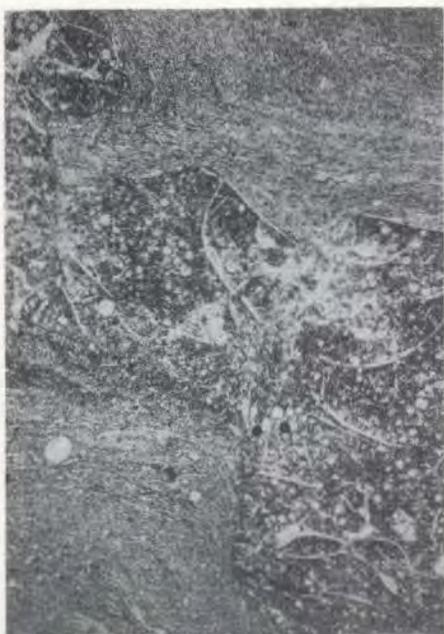


Abb.3



Abb.4