

# Ergebnisse paläontologisch-stratigraphischer Untersuchungen in der Grenzbitumenzone (Mittlere Trias) des Monte San Giorgio (Kanton Tessin, Schweiz)

Autor(en): **Rieber, Hans**

Objekttyp: **Article**

Zeitschrift: **Eclogae Geologicae Helvetiae**

Band (Jahr): **66 (1973)**

Heft 3

PDF erstellt am: **21.07.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-164212>

## **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.

Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.

Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

## **Haftungsausschluss**

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

Eclogae geol. Helv.	Vol. 66/3	Seiten 667–685	8 Figuren und 4 Tabellen im Text	Basel, Dez. 1973
---------------------	-----------	----------------	-------------------------------------	------------------

# Ergebnisse paläontologisch-stratigraphischer Untersuchungen in der Grenzbitumenzone (Mittlere Trias) des Monte San Giorgio (Kanton Tessin, Schweiz)

Von HANS RIEBER, Zürich<sup>1)</sup>

Mit 8 Textfiguren und 4 Tabellen

*Meinem Vater zum achtzigsten  
Geburtstag in Dankbarkeit gewidmet*

## ZUSAMMENFASSUNG

In der Grenzbitumenzone (Mittlere Trias der Tessiner Kalkalpen) kommen neben den vielen bekannten Wirbeltieren auch Reste von Wirbellosen vor. Diese Wirbellosenreste sind auf die Dolomitbänke beschränkt. Häufig sind Bivalvia der Gattungen *Daonella* und *Posidonia* sowie Cephalopoden, und zwar am häufigsten Vertreter der Ammonoidea. Selten sind Orthocerida und Coleoidea.

Die stratigraphische Auswertung der Daonellen und Ammonoideen ergab, dass die Grenze Anis–Ladin mitten durch die Grenzbitumenzone verläuft. Der anisische Teil der Grenzbitumenzone gehört nicht in die *Trinodosus*-, sondern in die jüngere *Polymorphus*zone.

Die Grenzbitumenzone entstand in einem Meeresbecken, das von Riff-Lagunen-Komplexen umgeben war und an dessen Grund Sauerstoff fehlte. Der San Salvatore ist ein Rest eines solchen Komplexes. Entsprechende Faziesheteropien wie in den Tessiner Kalkalpen sind seit über hundert Jahren aus den Südtiroler Dolomiten bekannt.

Die Ceratiten des germanischen Muschelkalks stammen höchstwahrscheinlich von Ceratitiden aus dem höchsten Anis und nicht von *Paraceratites binodosus* (HAUER) aus dem tieferen Anis ab. Der Vergleich der Faunenelemente der alpinen und der germanischen Mitteltrias lässt den Schluss zu, dass ein Teil des Buntsandsteins der unteren alpinen Mitteltrias entspricht.

## ABSTRACT

Besides the great number of the famous vertebrates there were also found many remains of invertebrates in the "Grenzbitumenzone" (Middle Triassic of the Limestone Alps of Ticino). These remains of invertebrates are restricted to the dolomit-layers. Bivalvia belonging to the genera *Daonella* and *Posidonia* are abundant in several layers of the whole Grenzbitumenzone. The Ammonoidea especially representatives of the Ceratitidae are abundant in some layers of the lower part of the Grenzbitumenzone. Moreover there were found few representatives of the Coleoidea.

The investigation of *Daonella* and the Ammonoidea has given the result, that the boundary Anisian–Ladinian is situated within the Grenzbitumenzone. The anisian part of the Grenzbitumenzone does not belong to the *trinodosus*-zone but to the younger *polymorphus*-zone.

The Grenzbitumenzone was deposited in a basin, which was surrounded by reefs with their lagoons. In this basin there was lacking oxygen on the sea-bottom. The San Salvatore is a relic of

<sup>1)</sup> Anschrift des Verfassers: Prof. Dr. Hans Rieber, Paläontologisches Institut und Museum der Universität Zürich, Künstlergasse 16, CH-8006 Zürich.

such a reef and its lagoon. Corresponding differences of the facies as now stated in the Middle Triassic of the Limestone Alps of Ticino are known since more than hundred years from the Dolomites of Southern Tirol (Italy).

The Ceratites of the germanic "Muschelkalk" don't derive from *Paraceratites binodosus* (HAUER) but from the Ceratitids of the uppermost Anisian. The comparison of some elements of the faunas of the alpine and germanic Middle Triassic suggest that a part of the "Buntsandstein" of the germanic basin corresponds to the lower part of the alpine Middle Triassic.

### Einleitung

Der grosse Reichtum an fossilen Fischen und Reptilien einiger bituminöser Schichtpakete der Mittleren Trias des Südtessins war entdeckt worden, als man in den dreissiger Jahren des vorigen Jahrhunderts für die Gewinnung von Gas für eine Beleuchtung von Mailand diese Gesteine bei Besano auf italienischem Boden industriell abbaute.

Bereits 1863 und 1878 fanden daraufhin unter Leitung von Antonio STOPPANI vom Mailänder Museum aus in Besano systematische Grabungen nach fossilen Wirbeltieren statt. Seit 1924 der damalige Privatdozent Bernhard PEYER die Wirbeltiere aus der Mittleren Trias des Südtessins zu seinem Arbeitsfeld wählte, bildet die Untersuchung dieser reichen Faunen die Hauptaufgabe der Zürcher Paläontologen. Ziel einer Reihe kleiner und grösserer Grabungen im Gebiet des Monte San Giorgio war es zunächst, möglichst viele guterhaltene Wirbeltierreste zu bergen. Diese Grabungen<sup>2)</sup> waren so erfolgreich, dass der Monte San Giorgio heute als wichtigste Fundstelle mariner Saurier und Fische der Mittleren Trias der Erde gilt.

Die Wirbeltiere finden sich in verschiedenen bituminösen Schichtpaketen; am formen- und individuenreichsten treten sie jedoch in der sogenannten *Grenzbitumenzone* auf. Neben den eindrucksvollen Sauriern und Fischen kommen in der Grenzbitumenzone auch Reste von Wirbellosen vor. Da diese jedoch meist schlecht erhalten und unscheinbar sind und da zunächst die Wirbeltiere im Brennpunkt der Forschung der Zürcher Paläontologen standen, schenkte man diesen Wirbellosen anfänglich nur wenig Beachtung. Mit der Zeit erkannte man jedoch, dass die Wirbellose über die Entstehung der Grenzbitumenzone als überaus reiche Lagerstätte mehr aussagen können als noch so viele und schöne Wirbeltierskelette und dass nur mit ihnen das genaue stratigraphische Alter der Grenzbitumenzone ermittelt werden kann. Bei der 1950 auf Punkt 902 des Monte San Giorgio begonnenen und 1968 abgeschlossenen, grossangelegten und flächenhaften Grabung, die unter Leitung von Prof. Dr. E. KUHN-SCHNYDER (Zürich) stand, wurde deshalb neben den Wirbeltieren auch den Wirbellosen, den Pflanzen und dem Gestein vermehrte Aufmerksamkeit geschenkt.

Dem Verfasser wurden von Prof. Dr. E. KUHN-SCHNYDER die Wirbellosen dieser und der vorhergehenden Grabungen zur Untersuchung überlassen. Dafür und für das ständige Interesse am Fortgang dieser Arbeiten möchte ich ihm auch hier aufrichtig danken. Während Dozent Dr. H. ZORN (Frankfurt) vom Paläontologischen Institut der Universität Zürich aus den Salvatore-Dolomit untersuchte (H. ZORN 1971),

<sup>2)</sup> Die Grabungen des Paläontologischen Instituts der Universität Zürich in der Trias des Monte San Giorgio (Kt. Tessin) wurden während vieler Jahre durch grosszügige Subventionen der Georges und Antoine Claraz-Schenkung und seit 1954 durch den Schweizerischen Nationalfonds zur Förderung der wissenschaftlichen Forschung ermöglicht. Dafür sei auch an dieser Stelle den beiden genannten Institutionen der wärmste Dank ausgesprochen.

diskutierten wir viel über die Entstehung der Grenzbitumenzone und andere Probleme, die sich bei den Untersuchungen in der Mittleren Trias der Tessiner Kalkalpen ergaben. Für diese anregende Zusammenarbeit möchte ich H. ZORN auch an dieser Stelle danken. Die Vorlagen zu den Abbildungen 6–8 zeichnete mein Vater, wofür ich ihm auch hier herzlich danken möchte. O. GARRAUX (Basel) verdanke ich die Zeichnungen für die restlichen Abbildungsvorlagen.

### Die Grenzbitumenzone

Bei der Grenzbitumenzone der Tessiner Kalkalpen handelt es sich um eine Wechselagerung von bituminösen, mehr oder weniger feingeschichteten Dolomiten mit bituminösen Tonschiefern und einigen vulkanogenen Lagen. Auf Punkt 902 des Monte San Giorgio ist die Grenzbitumenzone 15,8 m mächtig, wobei die Dolomitbänke mit fast sieben Achtel der Mächtigkeit der Grenzbitumenzone den Hauptanteil stellen. Die bituminösen Tonschiefer machen schwach ein Achtel und die vulkanogenen Lagen etwa ein Vierzigstel der Gesamtmächtigkeit aus. Für die systematische Grabung auf Punkt 902 wurden die Schichten numeriert.

Da bisher weder von A. FRAUENFELDER (1916) noch von W. MÜLLER (1969) der Umfang der Grenzbitumenzone genau definiert worden war, konnten auf Punkt 902 die Unter- und Obergrenze nach lithologischen Gesichtspunkten gewählt werden (RIEBER 1973, S. 9). Für die Obergrenze bot sich die Unterkante von Bank 187, eine 90 bis 130 cm mächtige Dolomitbank, an. Mit der feingeschichteten Dolomitbank Nr. 3, die über dem mehr oder weniger massigen, anisichen Dolomit (= Mendoladolomit bei FRAUENFELDER) folgt, beginnt die Grenzbitumenzone auf Punkt 902 im Liegenden. Der seinerzeit bei Tre Fontane für die Gewinnung von Saurol (pharmazeutisches Präparat) bergmännisch abgebaute Teil der Grenzbitumenzone, die Schichten 72–132, besitzt auf Punkt 902 eine Mächtigkeit von 3,9 m. Die Grenzbitumenzone kann grob untergliedert werden in die obere (Schichten 133–186), die mittlere (Schichten 54–132) und untere Grenzbitumenzone (Schichten 3–53).

### Fossilinhalt der Grenzbitumenzone

Am bekanntesten sind die Wirbeltiere der Grenzbitumenzone. Nach den Arbeiten von E. KUHN-SCHNYDER (1963 und 1964) sind in Tabelle 1 sowie Figuren 1 und 2 die Fische und Reptilien zusammengestellt.

Tabelle 1. Wirbeltiere der Grenzbitumenzone (nach E. KUHN-SCHNYDER 1964).

<i>Fische</i>	
Chondrichthyes	
Elasmobranchii	
Selachii:	<i>Acrodus tuberculatus</i> (BELLOTTI)
	<i>Acrodus</i> sp.
Osteichthyes	
Actinopterygii	
Chondrostei	
Palaeoniscoidea:	<i>Birgeria</i>
Subholostei:	<i>Colobodus</i>
	<i>Perleidus</i>
	<i>Meridensia</i>

	<i>Pholidopleurus</i>
	<i>Saurichthys</i>
	<i>Peltopleurus</i>
	<i>Placopleurus</i>
	<i>Luganoia</i>
	<i>Besania</i>
	<i>Aetheodontus</i>
	<i>Platisiagum</i>
	<i>Cephaloxenus</i>
Holostei	
Semionotoidea:	<i>Semionotus?</i>
	<i>Eoeugnathus?</i>
	<i>Ptycholepsis</i>
Crossopterygii:	Coelacanthide gen. et sp. indet.

*Reptilien*

Ichthyosauria:	<i>Mixosaurus cornalianus</i> (BASSANI 1886)
	Ichthyosauria gen. et sp. indet. 1
	Ichthyosauria gen. et sp. indet. 2
Placodontia:	<i>Paraplacodus broilii</i> PEYER 1931
	<i>Cyamodus hildegardis</i> PEYER 1931
?Placodontia:	<i>Helveticosaurus zollingeri</i> PEYER 1955
Rhynchocephalia:	<i>Clarazia schinzi</i> PEYER 1936
	<i>Hescheleria rübeli</i> PEYER 1936
Prolacertilia:	<i>Macrocnemus bassanii</i> NOPCSA 1930
	<i>Tanystropheus longobardicus</i> (BASSANI 1886)
Eosuchia:	<i>Askeptosaurus italicus</i> NOPCSA 1925
Sauropterygia:	<i>Paranothosaurus amsleri</i> PEYER 1939
	Nothosauride gen. et sp. indet.
	<i>Pachypleurosaurus aff. edwardsi</i> (CORNALIA 1854)
Thecodontia:	<i>Ticinosuchus ferox</i> KREBS 1965

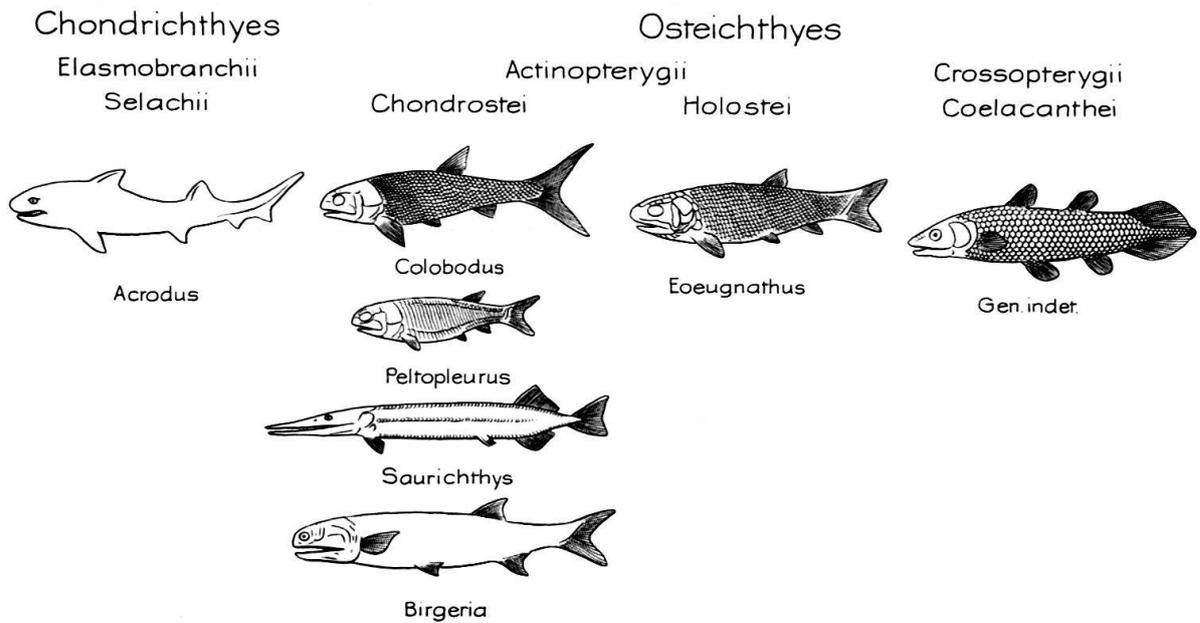


Fig. 1. Fische der Grenzbitumenzone. Grössen einander angeglichen.

*Fische:* Reste von Selachiern sind ziemlich selten. Die Actinopterygii sind dagegen durch eine grosse Zahl verschiedener Chondrostei vertreten. Einerseits sind es grosse Schmelzschupper, wie der 60–80 cm lange *Colobodus*, andererseits kleine, 5–12 cm lange Fische wie *Peltopleurus*, *Luganoia* und andere. Diese kleinen Formen haben wahrscheinlich an Riffen, vergleichbar den heutigen Korallenfischen, gelebt. Sehr häufig ist der schlanke *Saurichthys* mit einer Länge bis zu 60–80 cm, während der Hochseefisch *Birgeria* – Länge der gefundenen Stücke 120–150 cm – selten ist. Die moderneren Holostei sind durch einige Formen wie z.B. *Eoeugnathus* vertreten. Selten wurden Reste der Crossopterygii gefunden. Alle vorkommenden Fische sind Meeresfische.

*Reptilien:* Von den Reptilien sind die Ichthyosauria zahlenmässig am stärksten vertreten, und zwar durch die Gattung *Mixosaurus*, deren Vertreter eine Länge um 1 bis 1,2 m erreichen. Daneben kommt noch eine weitere Gattung, deren Vertreter erheblich grösser werden, selten vor. Auch die für die Trias typischen Placodontier sind vorhanden, allerdings ziemlich selten. Von den Gattungen *Clarazia* und *Hescheleria* wurde je nur ein Individuum gefunden. *Helveticosaurus*, *Macrocnemus* und *Tanystropheus* sowie *Askeptosaurus* sind nur durch wenige Exemplare belegt. Sehr selten sind die Nothosauriden unter den Sauropterygiern, während *Pachypleurosaurus* im obersten Teil der Grenzbitumenzone recht häufig auftritt. Alle genannten Reptilien haben im Meer und an dessen Küste gelebt. Der Thecodontier *Ticinosuchus* war dagegen ein Bewohner des Festlandes. Von ihm liegt ein vollständiges Skelett und ein kleines Fragment der Wirbelsäule vor.

Um ein Mass für das zahlenmässige Vorkommen der Wirbeltiere zu geben, ist im folgenden der Fossilinhalt von Schicht 113, in der die meisten Wirbeltierreste festgestellt wurden, zusammengestellt. Bei Schicht 113, dem «Minerale grosso», handelt es sich um eine 7,8–9,5 cm mächtige Lage aus «fettem» (mit sehr hohem Gehalt an organischer Substanz), bituminösem Tonschiefer mit einem 1–2 cm dicken Dolomit-

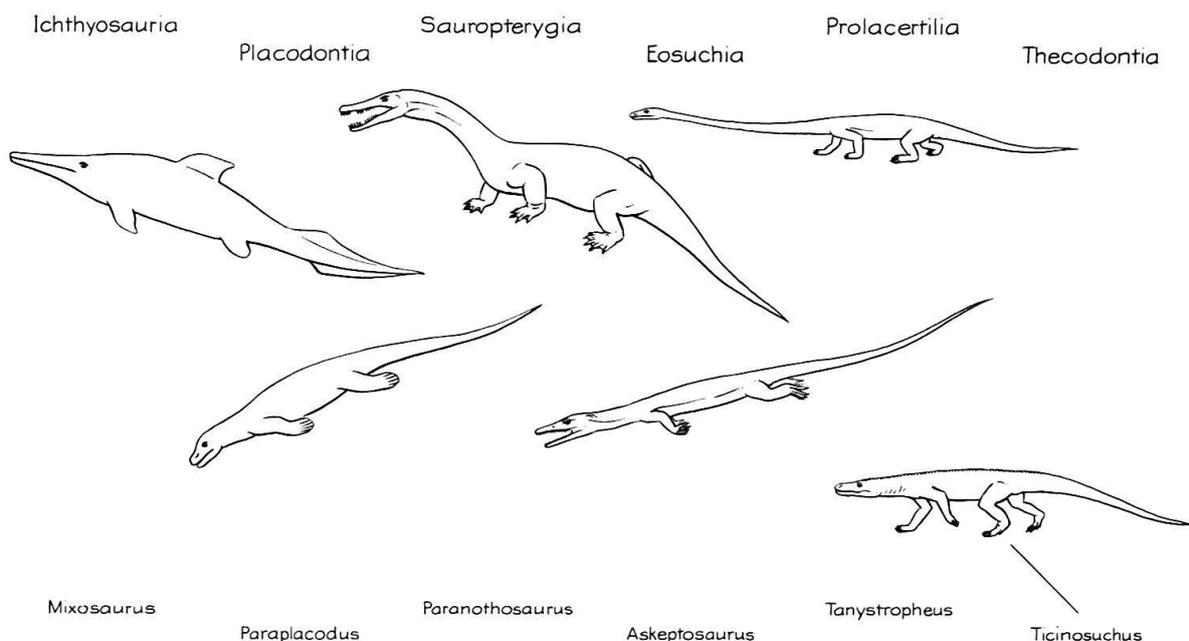


Fig. 2. Reptilien der Grenzbitumenzone. Grössen einander angeglichen.

bänkchen in der oberen Hälfte. Auf der Fläche von etwa 240 m<sup>2</sup> wurden in dieser Schicht Reste oder ganze Skelette gefunden von (KUHN-SCHNYDER 1964, S. 409):

Anzahl	Fossilgruppe
62	<i>Mixosaurus</i>
1	grosser Ichthyosaurier
79	kleine Ganoiden
59	<i>Saurichthys</i>
20	<i>Colobodus</i>
1	<i>Birgeria</i>
5	Coelacanthiden
2	Knochen von nicht näher bestimmten Reptilien
96	Koprolithen
1	? <i>Voltzia</i>

*Wirbellose*: Während die Fische und Reptilien sowohl in den bituminösen Ton-schiefern als auch in den Dolomitbänken vorkommen, sind die Reste von Wirbellosen auf die Dolomitbänke beschränkt. Die in der Grenzbitumenzone gefundenen Wirbellosen sind in Tabelle 2 und Figur 3 zusammengestellt.

Tabelle 2. Wirbellose und Pflanzen der Grenzbitumenzone.

Organismengruppe		Häufigkeit	Zugehörigkeit zur Lebensgemeinschaft
<b>Tiere</b>			
Bivalvia:	<i>Daonella</i>	massenhaft	Pseudoplankton
	<i>Posidonia</i>	massenhaft	Pseudoplankton
Gastropoda:	Gen. et sp. indet., klein	massenhaft	Pseudoplankton
	Gen. et sp. indet., gross	vereinzelt	Benthos
Cephalopoda:	Orthocerida	vereinzelt	Nekton
	Nautilida	sehr selten	Nekton
	Ammonoidea	häufig	Nekton
	Coleoidea	vereinzelt	Nekton
Brachiopoda:	? <i>Coenothyris</i>	sehr selten	Benthos
Echinodermata:	Seeigelstachel	sehr selten	Benthos
Conodontophorida:	<i>Gondolella</i> , ? <i>Prioniodina</i>	vereinzelt	?
<b>Pflanzen</b>			
Dasycladaceae:	<i>Diplopora</i>	vereinzelt	Benthos
Conifera:	? <i>Voltzia</i>	vereinzelt	vom Festland
Unbestimmte grössere Pflanzen		sehr selten	vom Festland

Die *Muscheln* sind vertreten durch verschiedene Arten der Gattung *Daonella* und durch bisher nicht näher bestimmte Posidonien. Daneben kommen noch selten Vertreter von ein paar anderen Gattungen vor. In manchen Dolomitbänken treten die Daonellen und/oder die Posidonien sehr häufig in Form von Pflastern und Luma-chellen auf. Grössere *Gastropoden* sind Seltenheiten; dagegen kommen kleine, 2–3 mm hohe, nicht näher bestimmbare Formen in manchen Bänken zu Tausenden vor. Von den Cephalopoden sind nur die Ammonoidea in einzelnen Bänken, besonders der unteren Grenzbitumenzone, häufig vertreten. Die *Brachiopoda* sind durch vier frag-

liche Reste und die *Echinodermata* sogar nur durch einen Seeigelstachel belegt. Einige *Conodonten* wurden von W. MÜLLER (1964) aus einer vulkanogenen Lage beschrieben.

Die *Pflanzen* sind vertreten durch wenige Reste von *Dasycladaceen*, und zwar auffallend lange Thalli der Gattung *Diplopora*. In einigen, zum Teil stark bituminösen Bänken wurden vereinzelt Zweige von *?Voltzia* oder einer nahe verwandten Koniferengattung gefunden.

Von den Wirbellosen wurden bisher die *Daonellen* (RIEBER 1968 und 1969) und die *Cephalopoden* (RIEBER 1970 und 1973) eingehender untersucht. *Daonellen*: Kommen in der ganzen Grenzbitumenzone vor, doch schwankt ihre Häufigkeit von Dolomitbank zu Dolomitbank sehr stark. Alle *Daonellen* sind als Abdrücke erhalten, und fast alle sind besonders gegen den ventralen Klappenrand hin plattgedrückt und zerbrochen. An den Bruchstellen passen die radialen Rippen und Furchen nicht genau aufeinander, weil die Skulptur auf kurze Distanz dachziegelartig überschoben ist. Daraus kann abgeleitet werden, dass die Schale bei der Setzung des Sediments noch vorhanden war und erst später – vermutlich während der Dolomitisierung des ursprünglichen Kalks – weggelöst wurde.

Da dank der flächenhaften Grabung aus manchen Bänken eine grosse Zahl ganzer *Daonellen* vorlag, konnten Untersuchungen über den Klappenriss und die Skulptur angestellt werden (RIEBER 1968). Es ergab sich dabei, dass der Klappenriss und sein ontogenetischer Werdegang für die Bestimmung der *Daonellen* wichtiger ist als die ziemlich variable Skulptur. Auf Grund des Klappenrisses und der Skulptur konnten 12 *Daonellen*arten unterschieden werden, mit denen die Grenzbitumenzone gut gegliedert werden kann (RIEBER 1969, S. 678). Fünf dieser *Daonellen*arten wurden als Glieder einer Entwicklungsreihe erkannt, die mit *Daonellen*, die einen ovalen Klappenriss aufweisen, beginnt und über vorn verlängerte zu vorn stabartig ausgezogenen *Daonellen* führt (RIEBER 1968, S. 54).

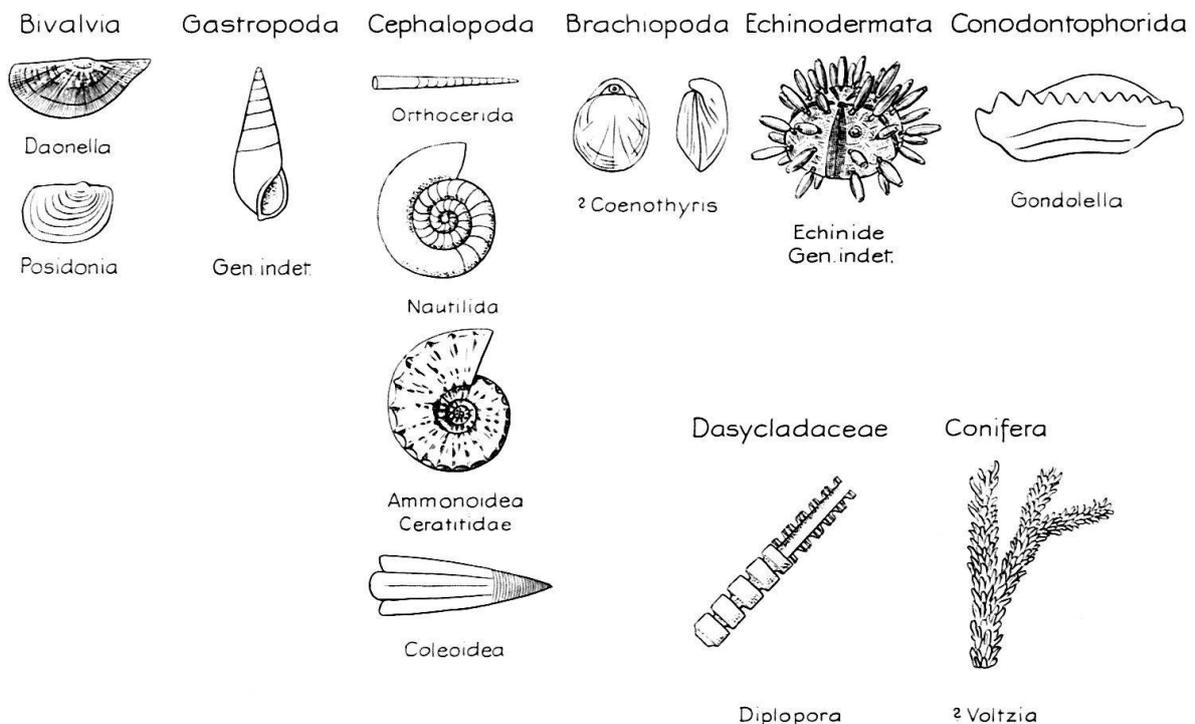


Fig. 3. Wirbellose und Pflanzen der Grenzbitumenzone. Grössen einander angeglichen.

Diese fünf Daonellenarten liegen in einem Schichtpaket von nur 4 m Mächtigkeit übereinander. Die Sedimente dieses Schichtpakets zeigen keinerlei Aufarbeitungsspuren, und ihre Feinschichtung ist nirgends unterbrochen, so dass mit einer kontinuierlichen Sedimentation gerechnet werden kann. Ausserdem erscheinen die aufeinanderfolgenden Arten in etwa gleichen Mächtigkeitsabständen, was ebenfalls für gleichbleibende Sedimentationsverhältnisse spricht. Die Ablagerungszeit des 4 m mächtigen Schichtpakets (Schichten 41–76 auf Punkt 902) entspricht somit zeitlich der Entwicklungszeit und Lebensdauer der vier darin enthaltenen Arten. Selbst wenn man den Daonellen eine sehr hohe Entwicklungsgeschwindigkeit zubilligt, ergibt sich für die Grenzbitumenzone eine sehr geringe Sedimentationsrate. Dabei gibt es Hinweise, wie schräg eingebettete Michelinoceren und Ammonoideen, dass die Dolomitbänke ziemlich schnell abgelagert worden sind. Sehr viel Zeit muss demnach in den Lagen aus bituminösem Tonschiefer stecken.

Mit Hilfe der Daonellen ist eine genaue stratigraphische Einstufung der Grenzbitumenzone möglich. In den « Unteren Bänderkalken » unterhalb der Buchensteiner Knollenkalke konnten in der Pufelser Schlucht und an der Seceda (Grödner Tal, Südtiroler Dolomiten, Italien) dieselben Daonellen wie in der Grenzbitumenzone in derselben Abfolge nachgewiesen werden. Da die Untergrenze des Ladins, das von A. BITTNER 1882 eingeführt wurde, durch die Untergrenze der Buchensteiner Knollenkalke definiert ist, wobei sich BITTNER hauptsächlich auf das Profil in der Pufelser Schlucht stützte, verläuft die Grenze Anis–Ladin mitten durch die Grenzbitumenzone.

Die *Ammonoideen* der Grenzbitumenzone sind je nach Gesteinsbeschaffenheit unterschiedlich erhalten geblieben. In den undeutlich feingeschichteten, schwach bituminösen Dolomitbänken ist der Phragmokon als nahezu unkomprimierte Hohlform und die Wohnkammer oder mindestens deren vorderer Teil als Steinkern erhalten. Die Hohlformen sind stets mit einer Tapete aus Dolomit- und/oder Quarzkristallen ausgekleidet, wobei die Kristalle im unteren Teil gröber als im oberen sind. In den stärker bituminösen und deutlich feingeschichteten Dolomitbänken sind die Ammonoideen mehr oder weniger stark komprimiert oder liegen als einseitige Sedimentabdrücke vor (RIEBER 1973, S. 12). Für eine paläontologische Bearbeitung eigneten sich nur die als vollkörperliche Hohlformen erhaltenen Ammonoideen aus den schwach bituminösen Dolomiten. Um sie besser untersuchen zu können, wurden von ihnen Ausgüsse mit grau gefärbtem Silikonkautschuk hergestellt.

Die Häufigkeit der Ammonoideen schwankt von Bank zu Bank sehr stark. Besonders in der unteren und mittleren Grenzbitumenzone gibt es Dolomitbänke mit vielen Ammonoideen. In der Ammonoideenfauna der Grenzbitumenzone (Fig. 4) dominieren hinsichtlich Arten und Individuenzahl die Vertreter der Familie der Ceratitidae eindeutig. Im oberen Teil des Profils – im Ladin – sind in manchen Bänken Trachyceraten ziemlich häufig. *Longobardites* tritt nur in einer Bank (Schicht 57) gehäuft, sonst nur vereinzelt auf. Ptychiten kommen im unteren Teil, Arcesten und Noriten im unteren und oberen Teil der Grenzbitumenzone selten vor. Aplococeren wurden in mehreren Bänken der gesamten Schichtenfolge mit jeweils wenigen Exemplaren festgestellt. Von *Gymnites* liegen insgesamt 3 und von *Monophyllites* liegt sogar nur ein Rest vor.

Auf Grund des umfangreichen, genau horizontierten Materials liessen sich die einzelnen Ceratitidenarten der Grenzbitumenzone recht gut gegeneinander abgrenzen.

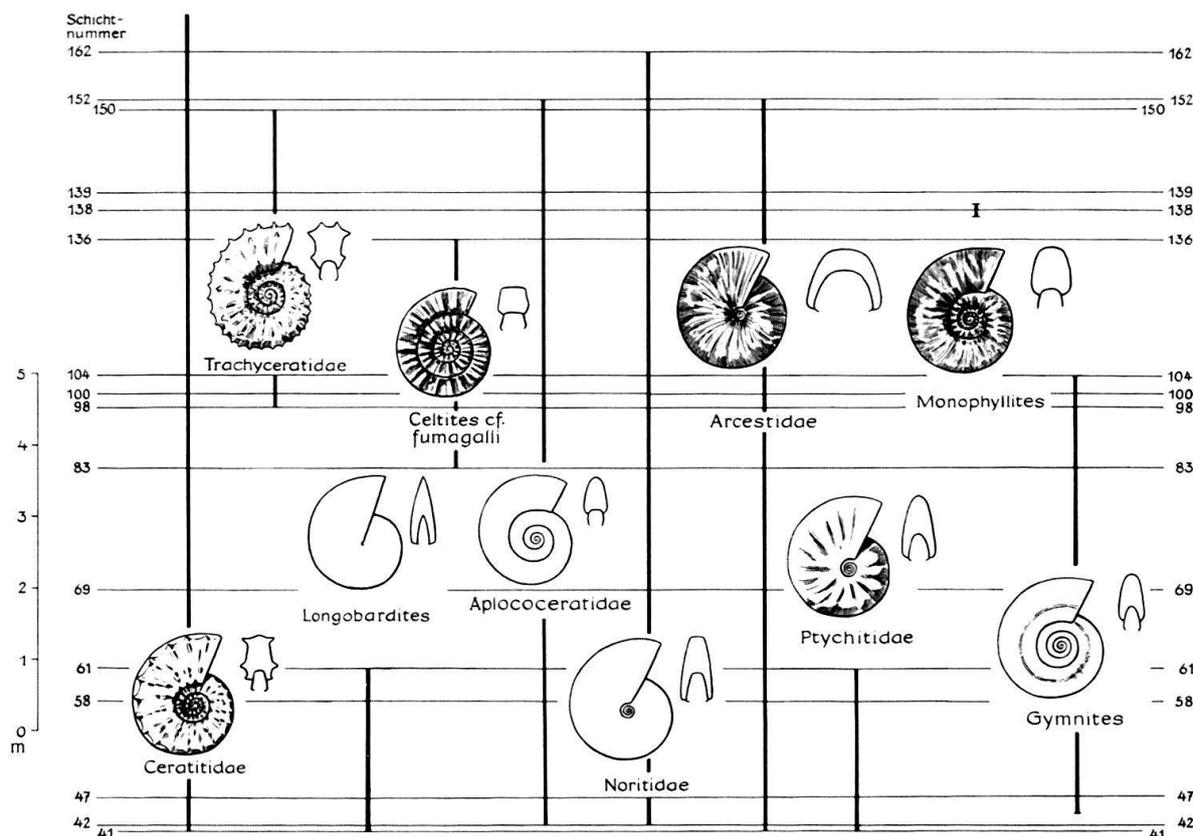


Fig. 4. In der Grenzbitumenzone des Monte San Giorgio festgestellte Ammonoideen und ihre zeitliche Verbreitung. Die Vertreter der einzelnen Gruppen kommen jeweils nur in einer oder wenigen Dolomitbänken vor. Vertreter der Noritidae und Arcestidae wurden z.B. nur im unteren und höchsten Teil der Grenzbitumenzone gefunden. Grössen der Ammonoideen einander angeglichen. Weitere Erläuterungen im Text.

Dagegen war es nicht möglich, alle Arten den bisher bestehenden Gattungen zuzuweisen, da bei manchen Formen an demselben Gehäuse Merkmale vereinigt sind, die bisher zur Unterscheidung von Gattungen dienten. Deshalb erwies sich die Aufstellung von fünf Gattungen (*Parakellnerites*, *Stoppaniceras*, *Repossia*, *Serpianites* und *Ticinites*) als notwendig. Nur ein Teil der in der Grenzbitumenzone des Monte San Giorgio gefundenen Ammonoideen konnte zu schon bekannten Arten gestellt werden. Für den Rest mussten neue Arten und Unterarten eingeführt werden.

Für die einzelnen Arten ergab sich eine erstaunlich grosse Variabilität der Skulptur und des Windungsquerschnitts. Die extremen Varianten der einzelnen Arten sind so verschieden, dass man sie früher mindestens artlich, wenn nicht gar generisch getrennt hätte. Dank des umfangreichen, genau horizontalen Materials, wie es nur bei flächenhaften Grabungen gewonnen werden kann, besteht kein Zweifel, dass es sich jeweils nur um verschiedene Varianten, Morphotypen, einer Art handelt. Verteilt man sämtliche (80 Exemplare) in Schicht 69 gefundenen Ceratitiden – *Repossia acutenodosa* RIEBER – entsprechend ihrer Skulptur auf einem viereckigen Feld, dessen Ecken durch die vier extremen Varianten gegeben sind (Fig. 5), so kommen die meisten Exemplare in den mittleren Teil des Feldes zu liegen. Die vier extremen Varianten sind dann durch zahlreiche Übergänge untereinander verbunden, und es

ist unmöglich, das Feld irgendwo durch eine Grenze, sei es eine Gattungs, Art- oder Unterartgrenze, zu unterteilen.

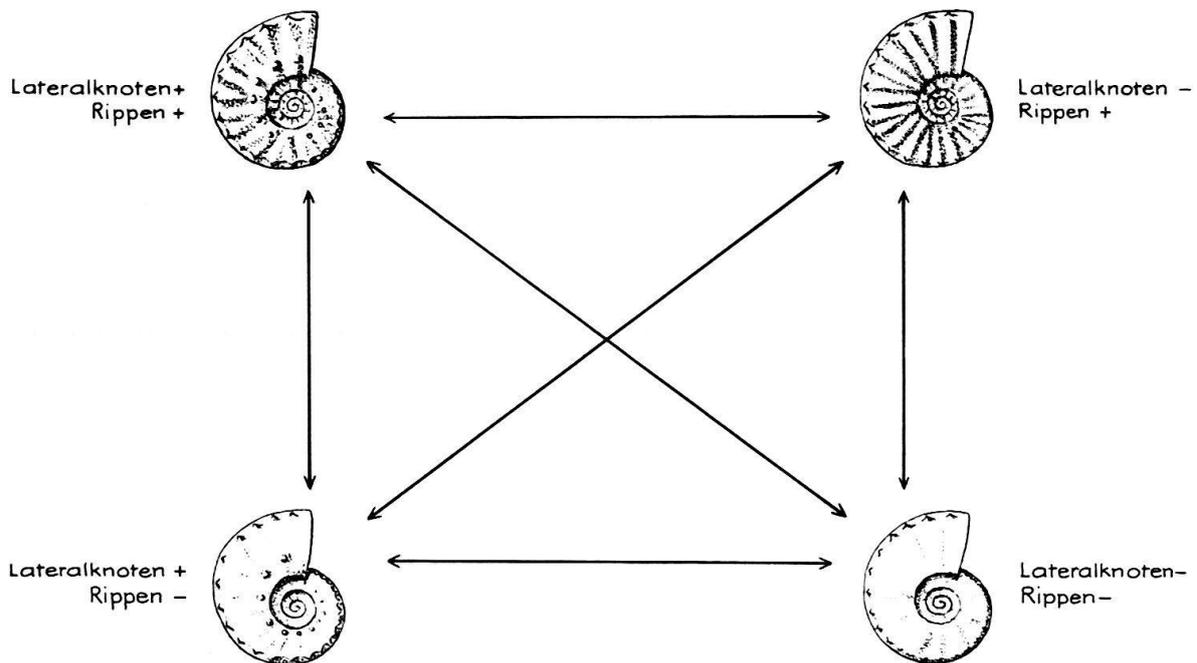


Fig. 5. Variabilität der Skulptur bei *Repossia acutenodosa* RIEBER aus Schicht 69. Die extremen Skulpturvarianten von *Repossia acutenodosa* sind, bei Berücksichtigung aller 80 aus Schicht 69 vorliegender Exemplare, durch zahlreiche Formen verbunden, die ihrer Skulptur nach vorwiegend im mittleren Teil des Rechteckes zu plazieren sind. Das Rechteck kann dann durch keine Grenze – Art- oder Unterartgrenze – unterteilt werden.

Zusätzlich zu dieser grossen Variabilität der Skulptur und des Windungsquerschnitts weisen manche Arten beim einzelnen Individuum einen grossen Formwandel im Verlauf der Ontogenese auf. Bei *Serpianites serpiensis* (AIRAGHI) aus Schicht 106 sind die Gehäuse bis zu einem Durchmesser um 25–30 mm engnabelig, hochmündig und schmal und besitzen auf der dachförmigen Externseite eine scharfe mediane Kante. Die Flanken tragen nur sehr flache, undeutliche Rippen. Grosse Gehäuse ab etwa 40 mm Durchmesser sind relativ breit und besitzen sehr kräftige Lateral- und Marginalknoten, eine niedrig dachförmige oder gleichmässig gewölbte Externseite und einen mässig engen Nabel.

Zahlreiche in der Grenzbitumenzone vorkommenden Ammonoideenarten besitzen eine so grosse intraspezifische Variabilität, wie sie unter den Trias-Ammonoideen bisher nur bei *Hungarites waageni* MOJS. von S. BUBNOFF (1921, S. 457) beschrieben wurde. Da das Material früherer Bearbeiter zum grössten Teil aus nicht genau horizontalen Einzelstücken von verschiedenen Fundpunkten bestand, waren derartige Erkenntnisse gar nicht möglich.

Die Ammonoideen bestätigen und ergänzen die auf den Daonellen beruhende Datierung der Grenzbitumenzone. Die für das Ladin typischen Trachyceraten beginnen in der Grenzbitumenzone mit Schicht 98.

Die *Coleoidea* sind in der Grenzbitumenzone nur durch wenige Reste belegt. Aus den tiefsten Schichten stammt der Rest eines kleinen Phragmoteuthiden (*Phragmo-*

*teuthis? ticinensis* RIEBER), bei dem die Häkchen der zehn Fangarme, die Kiefer und der Tintenbeutel erhalten sind (RIEBER 1970). Ausserdem wurden in mehreren Dolomitbänken einige stumpf-konische Hohlformen gefunden, deren Deutung zunächst Schwierigkeiten bereitete. Es handelt sich dabei um herausgelöste Phragmokone von *Breviconoteuthis breviconus* (REIS). Die Hohlkegel sind unten – vorne – durch den Abdruck des letzten Septums begrenzt. Auf diesem erkennt man randlich den Ausguss des vordersten Siphonalabschnitts. Da auch Bruchstücke von Proostraka, die von denselben Formen stammen dürften, gefunden wurden, konnte eine Rekonstruktion des ganzen Skeletts von *Breviconoteuthis breviconus* (REIS) gegeben werden (RIEBER 1973, S. 78). Ferner wurden Hohlformen von Coleoidea mit spitz-konischen Phragmokonen gefunden. Dabei handelt es sich um Vertreter der Gattung *Mojsisovicsteuthis* JELETZKY 1966.

### Stratigraphie

Obwohl für die Ammonoideen sowie Daonellen der Grenzbitumenzone oberanisisches und unterladinisches Alter gesichert ist, besitzt die Fauna des anisischen Teils der Grenzbitumenzone nur wenig gemeinsame Elemente mit den bekannten Faunen der *Trinodosus*zone, die bisher meist als jüngste Ammonitenzone des Anis angesehen wurde. Die Untersuchungen der Ammonoideen und Daonellen der Grenzbitumenzone ergaben, dass die *Trinodosus*zone nicht dem obersten Anis entspricht, sondern tiefer einzustufen und damit älter als die Grenzbitumenzone ist.

Ammonoideenführende Sedimente aus diesem jüngsten Abschnitt des Anis sind in den Alpen nur von wenigen Lokalitäten bekannt. Wichtige Fundpunkte sind die Friccaschlucht und das Val Gola in den Tridentinischen Alpen. Der Zeitabschnitt, der dem anisischen Teil der Grenzbitumenzone entspricht, ist ziemlich lang und umfasst mindestens eine Zone. R. ASSERETO (1969), der diese Lücke im Zonenschema der Mittleren Trias ebenfalls festgestellt hatte, fügte zwischen die *Trinodosus*zone und die *Reitz*zone die *Avisianus*zone ein. Da für den Bereich der Tessiner Kalkalpen dieser Zonenbegriff aus mehreren Gründen ungeeignet ist, wurde dafür der Begriff *Polymorphus*zone nach *Ticinites polymorphus* RIEBER eingeführt (RIEBER 1973, S. 81). Diese Zone ist eine Faunenzone, das heisst, dass nicht nur *Ticinites polymorphus*, sondern alle im anisischen Teil der Grenzbitumenzone vorkommenden kurzlebigen Ammonoideenarten für diese Zone typisch sind.

### Entstehung der Grenzbitumenzone

Für die Entstehung der Grenzbitumenzone liefern die Wirbellosenfauna und das Sediment zahlreiche Anhaltspunkte. In Tabelle 2 ist für die wirbellosen Tiere und Pflanzen neben der Häufigkeit auch die Lebensgemeinschaft, der diese Organismen angehören, angegeben. Das Benthos tritt gegenüber dem Nekton vollkommen zurück.

Das Fehlen von auf und in dem Sediment lebenden Organismen spricht für Bedingungen am Meeresboden, die für höhere Lebewesen lebensfeindlich waren. Es war nahe dem Meeresboden wenig oder kein Sauerstoff vorhanden, sonst wäre die organische Substanz (in «fetten» bituminösen Tonschiefern beträgt der Gehalt an organischer Substanz bis zu 55 Gewichtsprozenten) nicht erhalten geblieben. Vermutlich waren die bodennahen Wasserschichten durch Schwefelwasserstoff vergiftet, worauf der feinverteilte Pyrit hinweist. Sauerstoffmangel herrschte, weil das Wasser

nahe dem Meeresboden stagnierte und deshalb kein Gasaustausch stattfinden konnte. Die ungestörte Feinschichtung und die vollständig erhaltenen Wirbeltierskelette weisen ebenfalls darauf hin, dass das Wasser nahe dem Meeresboden ruhig war.

Die Untersuchungen von H. ZORN (1971) ergaben, dass der San Salvatore der Rest eines mitteltriassischen Riff-Lagunen-Komplexes ist, der das Meeresbecken, in dem die Grenzbitumenzone abgelagert wurde, im Norden begrenzte. Sichere Flachwasserablagerungen des San Salvatore und typische Grenzbitumenzone bei Ciona sind höchstens 1000 m voneinander entfernt. Wäre das Becken, in dem die Grenzbitumenzone zur Ablagerung kam, tief gewesen, der Abfall vom Riff-Lagunen-Komplex also steil, so wäre am Rand des Beckens mit entsprechenden grobkörnigen Sedimenten zu rechnen. Dafür konnten jedoch keine Anhaltspunkte gefunden werden. Ferner befinden sich am Monte San Giorgio im Liegenden und Hangenden Flachwasserablagerungen, so dass die Grenzbitumenzone dazwischen auch eine Bildung im flacheren Wasser sein dürfte. ZORN (1971, S. 52) nimmt auf Grund von mikrofaziellen Untersuchungen an, dass die Grenzbitumenzone eine Bildung des flacheren Wassers ist, und spricht von 30 bis 100 m Wassertiefe.

Man kann sich die Entstehung der Grenzbitumenzone etwa wie folgt vorstellen (Fig. 6): In einem flachen Meeresbecken (in Fig. 6 linke Bildhälfte), das von Riff-Lagunen-Komplexen (rechte Bildhälfte) begrenzt war, herrschte am Boden infolge fehlender Wasserzirkulation Sauerstoffmangel. Die aus den oberen, sauerstoffreichen, belebten Wasserschichten absinkende, organische Substanz konnte höchstens teilweise abgebaut werden. Das führte zur Bildung von Faulschlamm, der heute als bituminöser Tonschiefer vorliegt. Die zu Boden gesunkenen Wirbeltierleichen verfaulten, und ihre Skelette wurden in dem feinen Schlamm ungestört von Strömungen, Wellenschlag und Bodenbewohnern vorzüglich konserviert. Weil die Sedimentation nur sehr langsam vor sich ging, konnten sich in geringmächtigen Schichten viele Skelette ansammeln.

In diesem Meeresbecken wechselten längere Zeiten, in denen nur Tontrübe und organische Substanz zur Ablagerung kamen, mit kurzen Zeiten, in denen zusätzlich viel Kalk zur Abscheidung gelangte. Hin und wieder kam es irgendwo in der Umgebung zu Vulkanausbrüchen, deren Aschen in kurzen Zeiten millimeter- bis zentimeterdicke Tuffitlagen bildeten.

Da die bodennahen Wasserschichten sauerstofffrei und durch Schwefelwasserstoff vergiftet waren, war in diesem Meeresbecken nur nektonisches und planktonisches bzw. pseudoplanktonisches Leben möglich. In den oberflächennahen, sauerstoffreichen Wasserschichten schwebten, an Tangen und anderem Treibgut festgeheftet, viele Daonellen, Posidonien sowie kleine Gastropoden, und dazwischen schwammen Fische, Reptilien und Ammonoideen. Von Zeit zu Zeit wurden von den naheliegenden Riff-Lagunen-Komplexen Reste von Benthonten, wie grössere Schnecken, Brachiopoden, Seeigel und Kalkalgen, eingeschwemmt.

Das Meeresbecken, in dem die Gesteine der Grenzbitumenzone zur Ablagerung kamen, fügt sich gut in das Gesamtbild der südalpinen Mitteltrias ein. Durch die klassischen Arbeiten Wiener Geologen (MOJSISOVICS 1879) weiss man seit über 100 Jahren, dass in den Südtiroler Dolomiten in der Mittleren Trias dieselben Faziesheteropien vorliegen, wie sie jetzt in den Tessiner Kalkalpen festgestellt wurden. Im Gegensatz zu den Tessiner Kalkalpen, wo von dem ursprünglichen Becken und seiner



Fig. 6. Rekonstruktion des Bildungsraumes der Tessiner Kalkalpen an der Wende Anis-Ladin (Mittlere Trias). Linke Bildhälfte: Meeresbecken, an dessen Grund die Sedimente und Fossilien der Grenzbitumenzone abgelagert wurden; rechte Bildhälfte: Riff-Lagunen-Komplex, Bildungsort des Salvatore dolomits; im Hintergrund ein Vulkan, Lieferant der vulkanischen Aschen in der Grenzbitumenzone. Zeichnung: A. RIEBER.

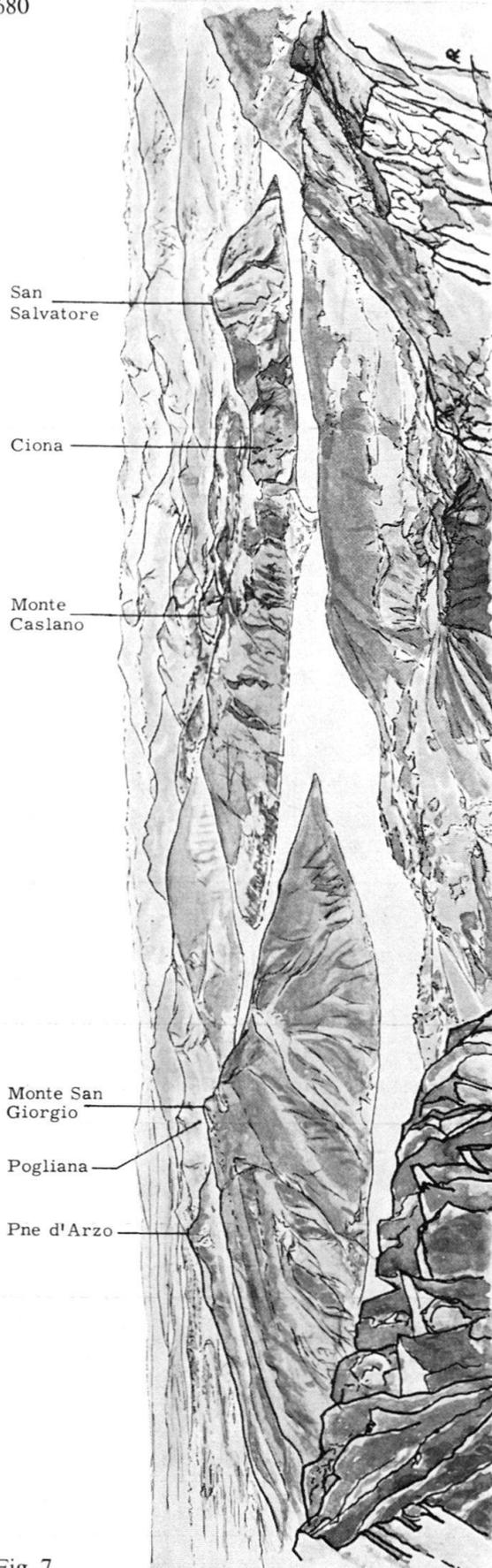


Fig. 7

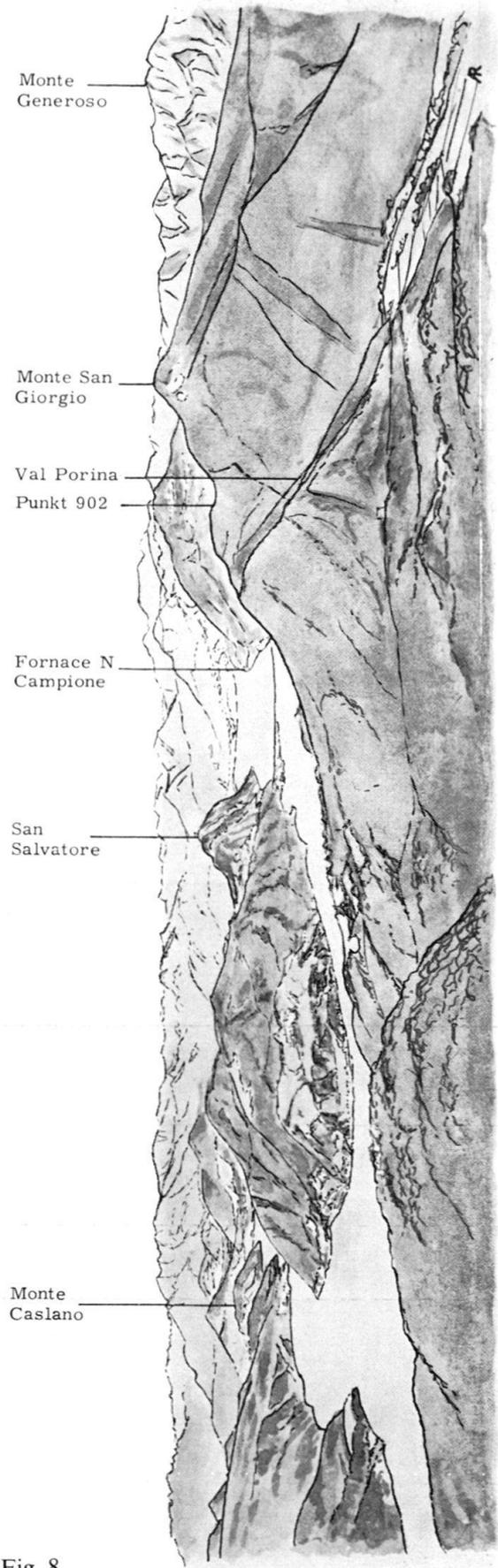


Fig. 8

Fig. 7. Blick vom Monte Generoso in westlicher Richtung. Am Westabfall des Pne d'Arzo (bei Besano), bei Pogliana, am Monte San Giorgio und bei Ciona steht die Grenzbitumenzone an, während der Monte Caslano und der San Salvatore aus Salvatoredolomit aufgebaut sind.

Fig. 8. Blick vom Pne d'Arzo in nördlicher Richtung. Der Monte Caslano, der San Salvatore und die Felsen bei Fornace N Campione bestehen aus Salvatoredolomit. Bei Punkt 902 und in der Val Porina am Südfall des Monte San Giorgio fanden ausgedehnte Grabungen in der Grenzbitumenzone statt.

Umrandung nur sehr wenig überliefert ist (Fig. 7 und 8), sind in den Südtiroler Dolomiten zahlreiche Becken mit begrenzenden Riff-Lagunen-Komplexen erhalten geblieben und von der Erosion nachträglich wieder freigelegt worden, so dass bei weiteren Untersuchungen der spärlichen Aufschlüsse in den Tessiner Kalkalpen Vergleiche mit den grossartigen Aufschlüssen in den Südtiroler weiterhelfen können.

Aus den Panoramen vom Monte Generoso (Fig. 7) und vom Pne d'Arzo lässt sich die heutige geographische Verteilung des Salvatoredolomits, des Riff-Lagunen-Sediments und der Grenzbitumenzone, des Beckensediments, entnehmen. Die Blickrichtung ist bei Figur 7 und Figur 6 etwa dieselbe, so dass dem Mittelgrund von Figur 7 (San Salvatore, Monte Caslano, Monte San Giorgio) der Anschnitt im unteren Teil von Figur 6 entspricht. Die beiden Figuren geben, was die Mittlere Trias des Südtessins anbetrifft, den momentanen Befund (Fig. 7) und seine Deutung (Fig. 6) wieder.

### **Bedeutung der Trias des Monte San Giorgio für die germanische Trias**

In der Grenzbitumenzone kommen Ammonoideen vor, es sind Arten der Gattung *Serpianites*, die der Skulptur und dem Gehäusequerschnitt nach den tiefsten Progonoceratiten aus dem Hauptmuschelkalk sehr nahestehen. Gleich wie die Progonoceratiten besitzen sie nur zwei Knotenspiralen (Lateral- und Marginalknoten) sowie einen gerundeten Nabelrand. Im Gegensatz zu *Progonoceratites*, der eine gerundete, ungekielte Externseite besitzt, ist bei *Serpianites* auf den innern Umgängen ein Kiel oder mindestens eine Kante auf der Externseite ausgebildet. Die Externseite des vordersten Umgangs ausgewachsener *Serpianiten* ist ebenfalls gerundet. Wegen dieser grossen Ähnlichkeit einiger *Serpianiten* und Progonoceratiten halte ich es für viel wahrscheinlicher, dass sich die Ceratiten des oberen Muschelkalks von Vertretern der Gattung *Serpianites* und nicht von dem stratigraphisch viel älteren *Paraceratites binodosus* (HAUER) ableiten. Bisher (R. WENGER 1957, S. 105) wurde meist *Paraceratites binodosus* als Stammform angesehen, weil keine ähnlichen, jüngeren binodosen Ceratitiden aus dem alpinen Bereich bekannt waren. Zwar hatte ARTHABER (1916) binodose Ceratitiden aus der Friccaschlucht und dem Val Gola beschrieben, doch wurden diese Formen fälschlicherweise zu tief eingestuft. Für die Parallelsierung der alpinen mit der germanischen Trias ist ein Vergleich von Faunen und Faunenelementen beider Bereiche nötig. Von der alpinen Trias erscheinen mir die Faunen aus der Grenzbitumenzone der Tessiner Kalkalpen, aus der *Trinodosus*zone der Südalpen (Prezzo und Dosso dei Morti in Judikarien, Contrada Gobbia im Val Camonica sowie Lenna im Valle Brembana) und der Nordalpen (Fundpunkt Kapelle bei Grossreifling, in H. SUMMESBERGER & L. WAGNER 1972) für einen Vergleich von besonderer Bedeutung. Von den stratigraphisch älteren Faunen halte ich jene von den beiden Fundpunkten Tiefengraben und Rahnbauerkogel (beide bei Grossreifling, Steiermark), die von ARTHABER (1896) beschrieben und deren stratigraphische Position von H. SUMMESBERGER, & L. WAGNER (1972) neu untersucht wurde, für wesentlich.

Von der germanischen Trias erachte ich für einen solchen Vergleich alle Ammonoideen des Unteren Muschelkalks und der tiefsten Nodosusschichten für wichtig. Ausserdem die Reptilien *Macrocnemus* aus dem Röt sowie *Tanytropheus* aus dem Röt und dem Hauptmuschelkalk. Mit Einschränkung sind dafür auch die Chirotherienfährten aus dem Oberen Buntsandstein von Belang.

Tabelle 3. Faunen der alpinen Mittleren Trias, die für einen Vergleich mit der germanischen Trias von Bedeutung sind.

Hauptstufen	Stufen	Faunen der unteren Mitteltrias der Alpen
Ladin	Cordevol	Grenzbitumenzone mit: <i>Serpianites</i> , <i>Ticinites</i> , <i>Stoppaniceras</i> , <i>Parakellnerites</i> <i>Ticinosuchus</i> , <i>Macrocnemus</i> , <i>Tanytropheus</i>
	Langobard	
	Fassan ≅ <i>Recubariensis-</i> <i>und Reitzzone</i>	
Anis	<i>Polymorphuszone</i>	Faunen der <i>Trinodosuszone</i> der Südalpen und der «Kapelle» bei Grossreifling mit: <i>Paraceratites trinodosus</i> , <i>Semiornites</i> und <i>Piarorhynchia trinodosi</i> Fauna des Tiefengrabens bei Grossreifling mit: <i>Paraceratites binodosus</i> , <i>Bulogites zoldianus</i>
	«Illyr» ≅ <i>Trinodosuszone</i>	
	«Pelson» ≅ <i>Binodosuszone</i>	
(Hydasp)	«Hydasp»	Fauna des Rahnbauerkogels bei Grossreifling mit: <i>Balatoniten</i> , <i>Acrochordiceras</i>
Skyth		

Im Unteren Muschelkalk von Grosshartmannsdorf (Niederschlesien) sind eine Reihe von Balatoniten gefunden worden, die mit den Balatoniten der Fundstelle Rahnbauerkogel sehr enge Beziehungen aufweisen, so dass angenommen werden darf, dass die beiden Fundhorizonte etwa gleich alt sind. Mit der Fauna des Rahnbauerkogels wollen neuerdings SUMMESBERGER & WAGNER (1972) die Untergrenze der *Binodosuszone* definieren. Nach der ursprünglichen Definition des Anis wäre dies gleichzeitig die Untergrenze des Anis. Das Hydasp wurde von MOJSISOVIC, WAAGEN & DIENER (1895) als gleichrangig mit dem Anis, also als Stufe, betrachtet, von späteren Autoren jedoch meist als Unterstufe zum Anis gezogen. Der Stufen- oder Unterstufenbegriff Hydasp kann ja ohnehin in seiner ursprünglichen Form, nämlich als Äquivalent der Zone des *Stephanites superbus* WAAGEN, nicht aufrecht erhalten werden. *Stephanites superbus* umfasst in der Salt Range einen Faunenbereich, der älter ist als die alpine Oberskythfauna. Deshalb wurde in Tabelle 4 Hydasp in Anführungszeichen gesetzt.

Aus dem oberen Unteren Muschelkalk, der Schaumkalkgruppe, von Thüringen sind Arniotiten bekannt, die am ehesten mit den Judicariten der südalpinen *Trinodosuszone* vergleichbar sind. Die Serpianiten der Grenzbitumenzone sind, wie oben ausgeführt wurde, sehr nahe mit den Progonoceratiten der unteren Nodosusschichten verwandt.

Mit einiger Vorsicht kann daraus der Schluss gezogen werden, dass die Grenze Anis–Ladin der alpinen Trias mit der Grenze Mittlerer–Oberer Muschelkalk im

Tabelle 4. Vergleich einiger Faunen der alpinen und germanischen Mitteltrias. Gr = Grosseifling, Sa = Südalpen, T = Tessin. Weitere Erläuterungen im Text.

Alpine Trias		Germanische Trias		Faunenelemente
Zonen	Faunen	Schichtenfolge bei Grosseifling		
Ladin		Reiflinger Kalk	Semipartitusschichten mo Nodosusschichten Trochitenkalk	<b>S</b> <i>Serpianites-Progonoceratites</i>
	Grenzbitumenzone (T)		mm Anhydritgruppe	
	<i>avistianus-</i> bzw. <i>polymorphus</i>			
Anis	Kapelle (Gr) Prezzo (Sa)		Schaumkalkgruppe	<b>J</b> <i>Judicaries-Arniotites</i>
	Tiefengraben (Gr) Rahnbauerkogel (Gr)	Gutensteiner Kalk 115m	Wellenkalkgruppe	<b>B</b> <i>Balatonites</i>
		Steinalmkalk 35 m	So Röt	<b>M</b> <i>Macrocnemus</i>
«Hydasp»	<i>Dadocrinus gracilis</i> (Gr)	Werfenerschichten	MT	<b>T</b> <i>Tanystropheus</i>
Skyth	<i>Tirolites cassianus</i>			

Germanischen Becken zusammenfällt. Diese Parallelisierung der alpinen und germanischen Mitteltrias ist seit PIA (1930) allgemein anerkannt, obwohl bisher der stratigraphisch alte *Paraceratites binodosus* (HAUER) als Stammform der Ceratiten der Nodosusschichten galt, was eher als Hinweis auf eine tiefere Lage der Grenze Anis–Ladin in der germanischen Trias hätte gewertet werden müssen. J. PIA (1930) legte die Grenze Anis–Ladin in den Mittleren Muschelkalk, die Anhydritgruppe.

Aus der Gegenüberstellung der Faunen der alpinen und germanischen Mitteltrias lässt sich ferner ableiten, dass der Beginn der *Trinodosus*zone etwa in die Schaumkalkgruppe, also in den höheren Unteren Muschelkalk, fällt und dass die *Binodosus*zone Teilen der Wellenkalkgruppe entspricht. Für das «Hydasp» bleibt bei dieser Parallelisierung nicht mehr viel Zeit im Unteren Muschelkalk. Deshalb wird vermutet, dass es zeitlich teilweise dem Oberen Buntsandstein entspricht. Fasst man das Anis wie PIA (1930), also mit Einschluss des Hydasp, so liegt die Grenze Skyth–Anis und damit der Beginn der alpinen Mitteltrias irgendwo im Oberen Buntsandstein. Wird das Hydasp dagegen, wie ursprünglich, als selbständige Stufe betrachtet, so fällt die Grenze Hydasp–Anis in den unteren Abschnitt des Unteren Muschelkalks.

Das Vorkommen von *Macrocnemus* und *Tanystropheus* im Röt und in der Grenzbitumenzone zeigt meines Erachtens, dass der zeitliche Abstand zwischen dem Oberen Buntsandstein und der Grenzbitumenzone nicht sehr gross sein kann. Denselben Hinweis liefert die Tatsache, dass das die Chirotherienfährten erzeugende Reptil aus dem Oberen Buntsandstein sicher sehr nahe mit dem in der Grenzbitumenzone gefundenen *Ticinosuchus* verwandt ist (KREBS 1969, S. 711). Ist jedoch der Zeitabschnitt zwischen Oberem Buntsandstein und Grenzbitumenzone relativ kurz, so spricht das wiederum dafür, dass ein Teil des Buntsandsteins der alpinen unteren Mitteltrias entspricht.

#### LITERATURVERZEICHNIS

- ARTHABER, G. v. (1896): *Die Cephalopoden der Reiflinger Kalke, I. Abtheilung*. Beitr. Paläont. Geol. Öst.-Ung. 10/1–2, 1–112, 10 Abb., Tf. 1–10.  
 – (1896): *Die Cephalopoden der Reiflinger Kalke, II. Abtheilung*. Beitr. Paläont. Geol. Öst.-Ung. 10/4, 192–242, 2 Abb., Tf. 13–17.
- ASSERETO, R. (1969): *Sul significato stratigrafico della «Zona ad Avisianus» del Trias medio delle Alpi*. Boll. Soc. geol. ital. 88/1, 123–145, 2 Abb., 1 Tab.  
 – (1971): *Die Binodosus-Zone. Ein Jahrhundert wissenschaftlicher Gegensätze*. Sber. Österr. Akad. Wiss. math.-nat. Kl. Abt. I. 179. Bd., S. 25–53, 5 Abb.
- BUBNOFF, S. v. (1921): *Die ladinische Fauna von Forno (Mezzovalle) bei Predazzo*. Verh. naturhist.-med. Ver. Heidelberg [N.F.] 14, 257–635, 18 Abb., Tf. 10–12.
- FRAUENFELDER, A. (1916): *Beiträge zur Geologie der Tessiner Kalkalpen*. Eclogae geol. Helv. 14/2, 247–371, 5 Abb., Tf. 5–8, 3 Tab.
- KREBS, B. (1969): *Ctenosauriscus koeneni (v. Huene), die Pseudosuchia und die Buntsandstein-Reptilien*. Eclogae geol. Helv. 61/2, 697–714, 2 Abb., Tf. 1–2.
- KUHN-SCHNYDER, E. (1963): *I Sauri del Monte San Giorgio*. Arch. Stor. ticinese 16, 811–854, 31 Abb., Tf. 1–10.  
 – (1964): *Die Wirbeltierfauna der Trias der Tessiner Kalkalpen*. Geol. Rsch. 53/1, 393–412, 7 Abb., 2 Texttf.
- MOJSISOVICS, E. v. (1879): *Die Dolomit-Riffe von Südtirol und Venetien*. In: *Beiträge zur Bildungsgeschichte der Alpen*. 552 S., 30 Tf., 6 Karten, 110 Abb., Wien (A. Hölder).
- MOJSISOVICS, E. v., WAAGEN, W., & DIENER, C. (1895): *Entwurf einer Gliederung der pelagischen Sedimente des Trias-Systems*. Sber. Akad. Wiss. math.-nat. Kl. 104/1, 1271–1302, 1 Tab., Wien.

- MÜLLER, W. (1964): *Conodonten aus der mittleren Trias der Tessiner Kalkalpen*. *Eclogae geol. Helv.* 57/2, 747–753, 1 Abb.
- (1969): *Beitrag zur Sedimentologie der Grenzbitumenzone vom Monte San Giorgio (Kt. Tessin) mit Rücksicht auf die Beziehung Fossil–Sediment*. 8 S. (Kurzfassung der Dissertation), Riehen.
- PEYER, B. (1944): 1924–1944. *Die Reptilien vom Monte San Giorgio*. *Neujahrsbl. d. Naturf. Ges. in Zürich*, 1944, 146. Stück, 95 S., 63 Abb.
- PIA, J. (1930): *Grundbegriffe der Stratigraphie mit ausführlicher Anwendung auf die europäische Mitteltrias*. 252 S., 3 Abb. (F. Deuticke, Leipzig und Wien).
- RIEBER, H. (1967): *Über die Grenze Anis–Ladin in den Südalpen*. *Eclogae geol. Helv.* 60/2, 611–614.
- (1968): *Die Artengruppe der Daonella elongata Mojs. aus der Grenzbitumenzone der mittleren Trias des Monte San Giorgio (Kt. Tessin, Schweiz)*. *Paläont. Z.* 42/1–2, 3–3–61, 12 Abb., Tf. 2–3.
- (1969): *Daonellen aus der Grenzbitumenzone der mittleren Trias des Monte San Giorgio (Kt. Tessin, Schweiz)*. *Eclogae geol. Helv.* 62/2, 657–683, 7 Abb., Tf. 1–4.
- (1970): *Phragmoteuthis? ticinensis n. sp., ein Coleoidea-Rest aus der Grenzbitumenzone (Mittlere Trias) des Monte San Giorgio (Kt. Tessin, Schweiz)*. *Paläont. Z.* 44, 32–40, 3 Abb., Tf. 3–4.
- (1973): *Cephalopoden aus der Grenzbitumenzone (Mittlere Trias) des Monte San Giorgio (Kanton Tessin, Schweiz)*. *Schweiz. Paläont. Abh.* 93, 1–96, 22 Abb., 13 Tab., Tf. 1–17.
- ROSSI, D. (1959): *La scogliera del Sassolungo (con alcune considerazioni sul Trias delle Dolomiti Occidentali)*. *Studi Trent. Sci. nat.* 36/1, 10–48, 21 Abb.
- SUMMESBERGER, H., & WAGNER, L. (1972): *Der Stratotypus des Anis, Trias. Geologische Beschreibung des Profils von Grossreifling (Steiermark)*. *Ann. Naturhist. Mus. Wien* 76, 515–538, 4 Abb., 1 Tf., 1 Profiltf.
- WENGER, R. (1957): *Die germanischen Ceratiten*. *Paleaontographica (A)* 108, 57–129, 44 Abb., Tf. 8–20.
- WILD, R. (1972): *Die Wirbeltierfaunen der fränkischen und südalpinen Mitteltrias (ein Vergleich)*. *Z. Dt. Geol. Ges.* 123, 229–234, 1 Tab.
- ZORN, H. (1971): *Paläontologische, stratigraphische und sedimentologische Untersuchungen des Salvatoredolomits (Mitteltrias) der Tessiner Kalkalpen*. *Schweiz. Paläont. Abh.* 91, 1–90, 52 Abb., 13 Tab., Tf. 1–17.

