Zeitschrift: Bulletin der Vereinigung Schweiz. Petroleum-Geologen und -Ingenieure

Herausgeber: Vereinigung Schweizerischer Petroleum-Geologen und -Ingenieure

Band: 35 (1968-1969)

Heft: 87

Artikel: Zur Entstehung der Grenzbitumenzone der Mittleren Trias der Tessiner Kalkalpen

Autor: Rieber, Hans

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-195941

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 15.07.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, https://www.e-periodica.ch

Bull. Ver. Schweiz. Petrol.-Geol. u. -Ing., Vol. 35, Nr. 87, Oktober 1968, S. 55–62

Zur Entstehung der Grenzbitumenzone der Mittleren Trias der Tessiner Kalkalpen

von Hans Rieber, Zürich[1])

Seit langer Zeit ist die Grenzbitumenzone der Mittleren Trias der Tessiner Kalkalpen durch ihren grossen Reichtum an marinen Fischen und Reptilien bekannt. Bereits 1863 und 1878 wurde vom Mailänder Museum aus unter Leitung von Antonio Stoppani auf italienischem Boden bei Besano in diesen Schichten nach fossilen Wirbeltieren systematisch gegraben. Seit 1924 bildet die Untersuchung der Wirbeltierfauna der Grenzbitumenzone eine der Hauptaufgaben der Zürcher Paläontologie. Das reiche Untersuchungsmaterial dazu stammt von mehreren Fossilgrabungen im Gebiet des Monte San Giorgio und aus dem industriellen Abbau der Grenzbitumenzone bei Tre Fontane.

Neben den rein paläontologischen und vergleichend-anatomischen Problemen, die von den vielen Wirbeltierresten gestellt wurden, gewann im Verlauf der Zeit die Frage nach Ort und Zeit der Bildung der Grenzbitumenzone sowie nach den Ursachen des Zustandekommens dieser reichen Wirbeltierlagerstätte mehr und mehr an Interesse. Ziel einer 1950 begonnenen, grossangelegten Grabung in der Grenzbitumenzone auf Punkt 902 des Monte San Giorgio war und ist es deshalb, den gesamten Fossilinhalt, Wirbeltiere, Wirbellose und Pflanzen qualitativ und quantitativ zu erfassen sowie die Sedimente zu untersuchen, um daraus Rückschlüsse auf die Paläogeographie, Stratigraphie und die reichen Wirbeltiervorkommen der Grenzbitumenzone ziehen zu können[2]).

Obwohl heute nicht mehr auf die Gesteinsbank genau beurteilt werden kann, welche Schichten A. Frauenfelder (1916) zu seiner Grenzbitumenzone rechnete, kann festgestellt werden, dass die Wechsellagerung von Dolomit- und Bitumenbänken auf Punkt 902 nicht nur 5, sondern mindestens 12 m mächtig ist. Der seinerzeit bei Tre Fontane industriell ausgebeutete obere Teil umfasst etwa 4 m und dürfte A. Frauenfelder zu seiner Mächtigkeitsangabe verleitet haben.

Die Dolomitbänke, die den grössten Teil der Schichtfolge stellen, sind untereinander lithologisch sehr verschieden. Zwischen undeutlich oder nicht feingeschichteten, angewittert hellen, oftmals leicht kavernösen und nur schwach bituminösen Dolomiten und dunklen, deutlich feingeschichteten Dolomiten mit einem grossen Anteil an organischer Substanz kommen sämtliche Übergänge vor. Aus der Erhaltung der Muschel- und Ammonitenschalen darf geschlossen werden, dass die Dolomitisierung erst nach der Verfestigung des ursprünglichen Kalkes stattfand. Auch das meist grobe Korn weist auf sekundären Dolomit hin. Kieselsäure kommt in den Bänken sehr häufig vor. Am auffälligsten ist sie als Hohlraumauskleidung bei Ammoniten und auf Klüften anzutreffen. In vielen Bänken tritt sie mehr oder weniger gleichmässig fein verteilt auf; in einigen Bänken konnten schichtparallele, fladenartige Anreicherungen beobachtet werden. Auch

[1]) Paläontologisches Institut und Museum der Universität Zürich, CH-8006 Zürich, Künstlergasse 16.

[2]) Die Kosten der seit 1950 laufenden Grabung werden seit 1954 vom Schweizerischen Nationalfonds zur Förderung der wissenschaftlichen Forschung getragen, die Herausgabe der Veröffentlichungen wird durch Zuwendungen der Georges und Antoine Claraz-Schenkung ermöglicht. Den beiden Institutionen sei auch an dieser Stelle aufrichtig gedankt.

flache, schichtparallele Hohlräume unbekannter Entstehung sind teilweise mit kristalliner Kieselsäure ausgekleidet. Während die Kieselsäure in den Ammonitenhohlformen und auf den Klüften eine postdiagenetische Bildung ist, dürften die übrigen Kieselsäureanreicherungen bei der Sedimentation und während der Diagenese entstanden sein.

Etwa ein Achtel der Gesamtmächtigkeit der Grenzbitumenzone ist bituminöser Tonschiefer, dessen Bitumengehalt von Schicht zu Schicht starken Schwankungen unterworfen ist. A. FRAUENFELDER (1916, S. 265) gibt bis zu 58% organische Substanz an, während nach E. RICKENBACH (1947, S. 58) «Bitumengehalte von über 20%, wie sie in der Literatur erwähnt werden, jedenfalls keine Mittelwerte darstellen.» Nach W. HELLER (1966, S. 560) schwankt der Gehalt an organischer Substanz in der Grenzbitumenzone zwischen 22 und 55% und der Gehalt des darin enthaltenen Bitumens zwischen 12 und 20%. Den stets deutlich feingeschichteten bituminösen Schiefern fehlen Karbonate weitgehend, dagegen sind Spurenelemente wie Phosphor, Vanadium, Titan, Mangan, Nickel, Molybdän und Uran angereichert. In der organischen Substanz konnten Porphyrine, Chlorophyll- und Häminderivate festgestellt werden. Auch geringe Mengen von Chlorinen wurden beobachtet. M. BLUMER & G. S. OMENN (1961) erklären sie als sekundär aus den Porphyrinen entstanden. In den Reptilknochen wies W. HELLER (1965) Peptide und Aminosäuren nach, die Abbauprodukte des ursprünglichen Kollagens der Knochen sind. Das während der Diagenese in den Knochen einwandernde Bitumen, das sich gleichzeitig wie ein Schutzfilm um den Knochen legte, verhinderte das Auswandern des Kollagens bzw. dessen Abbauprodukte, so dass diese erhalten bleiben konnten. Ferner konnte W. HELLER zeigen, dass das in die Knochen eingewanderte Bitumen absorptiv gebunden ist. Wo die Knochen einen engmaschigen Aufbau aufweisen, ist mehr Bitumen angelagert als dort, wo sie weitmaschig gebaut sind.

Den geringsten Teil der Gesamtmächtigkeit, etwa ein Vierzigstel, nehmen millimeter- bis zentimeterdicke, meist hellgraue oder ockerbraune, tonige oder grobkristalline harte Lagen vulkanogener Herkunft ein. Nach W. MÜLLER, R. SCHMID & P. VOGT (1964) sind es saure Tuffe und Tuffite mit dolomitischen Zuschüssen. Die Grundmasse besteht hauptsächlich aus Montmorillonit, etwas Quarz und Kalifeldspat, in der Grosskörner aus Sanidin, Quarz und Biotit liegen. Petrographische und sedimentologische Merkmale weisen darauf hin, dass die Tuffe äolisch transportiert und unter marinen Bedingungen in einem sehr ruhigen Milieu abgelagert wurden.

Nirgends lassen Dolomit, bituminöser Tonschiefer und vulkanogene Lagen sichere Anzeichen von Turbulenz während der Ablagerung erkennen. Die fast überall vorhandene, ununterbrochene Feinschichtung deutet vielmehr auf äusserst ruhige Sedimentation.

Dokumente für den Ablagerungsmodus und -raum bilden jedoch nicht nur die Sedimente, sondern auch die in ihnen eingeschlossenen Fossilien pflanzlicher und tierischer Herkunft. Bei den Wirbeltieren handelt es sich um zahlreiche an das Leben im Meer angepasste Reptilien (Ichthyosaurier, Placodontier, Sauropterygier und Askeptosaurus), um einige mehr oder weniger amphibisch lebende Reptilien (*Tanystropheus*, *Macrocnemus*, *Clarazia* und *Hescheleria*) und um nur zwei Reste eines auf dem Festland lebenden Sauriers (*Ticinosuchus*). Die Fische waren alles Meeresbewohner: Selachier, sehr viele kleine und wenige grosse Actinopterygier nebst seltenen Crossopterygiern. Die überwiegende Zahl der Reptilien- und Fischskelette ist vollständig erhalten, das heisst, dass alle Knochen, Zähne und Schuppen vorhanden sind. Von einem reichen Wirbeltierleben zeugen ferner auch die vielen kleinen und grossen Koprolithen. Reste von Wirbeltieren liegen in den bituminösen Tonschiefern wie auch in den Dolomitbänken vor. Ihre Häufigkeit schwankt von Schicht zu Schicht sehr stark, doch hat man durchschnittlich in den Bitumenlagen pro Zentimeter Schichtmächtigkeit etwas mehr Wirbeltierreste als in den Do-

Organismengruppe		Häufigkeit	Zugehörigkeit zur Lebensgemeinschaft
Tiere			
Protozoa:	Radiolarien, Foraminiferen	?	Plankton
Lamellibranchiata:	Daonella, Posidonia, Gervilleia, Modiolus, Mytilus	Daonella massenhaft	Pseudoplankton
Gastropoda:	kleine (1–2 mm hoch) Gastropoden	massenhaft	Pseudoplankton
	grosse Gastropoden	vereinzelt	Benthos
Cephalopoda:	gestreckte Nautiloidea (Orthoceridae)	vereinzelt	Nekton ± bodenbezogen
	eingerollte Nautiloidea (Nautilida)	sehr selten	Nekton ± bodenbezogen
	Ammonoidea (Ceratitina)	häufig	Nekton ± bodenbezogen
Brachiopoda:	Genus indet.	sehr selten	Benthos
Echinodermata:	Seeigelstachel	sehr selten	Benthos
Pflanzen			
Dasycladaceen:	Diplopora	vereinzelt	Benthos
Conifera:	? Voltzia	vereinzelt	vom Festland
Unbestimmte grössere Pflanzenreste		sehr selten	? vom Festland
Zugehörigkeit nicht bekannt			
Conodonten:	Gondolella, ? Prioniodina	?	unbekannt, marin

Tab. 1: Wirbellose und Pflanzen der Grenzbitumenzone des Monte San Giorgio.

lomitbänken. Sämtliche Wirbeltierreste sind plattgedrückt, in den Bitumenlagen erheblich stärker als in den Dolomitbänken.

Reste von Wirbellosen und Pflanzen wurden bisher nur in den Dolomitbänken und in den mageren bituminösen Tonschiefern beobachtet. In den tiefschwarzen, fetten Schiefern fehlen sie vermutlich infolge ungünstiger Erhaltungsbedingungen. Tabelle 1 bringt eine Zusammenstellung der Reste von Wirbellosen und Pflanzen, ihrer Häufigkeit (schwankt von Bank zu Bank ausserordentlich) und der Angabe der Lebensgemeinschaft, der die entsprechenden Organismengruppen angehören. Es fällt auf, dass unter diesen Organismen die benthonisch lebenden zahlenmässig gegenüber den planktonischen bzw. pseudoplanktonischen und nektonischen stark zurücktreten. Bei den wenigen nachgewiesenen benthonischen Organismen kann auch Einschwemmung in Betracht gezogen werden. Ausserdem lässt das Sediment keine sicheren Spuren von grabenden Organismen erkennen, wenn man von einer Dolomitbank in der unteren Grenzbitumenzone zwischen Tre Fontane und Punkt 902 absieht. Auch an den meist vollständig ungestörten Wirbeltierskeletten lassen sich keine Eingriffe von am Meeresboden lebenden Tieren beobachten.

Das Fehlen von in und auf dem Meeresboden lebenden Organismen spricht für Bedingungen am Meeresboden, die für höhere Lebewesen lebensfeindlich waren. Es war wenig oder kein Sauerstoff vorhanden, denn sonst wäre die organische Substanz nicht erhalten geblieben. Vermutlich waren die bodennahen Wasserschichten zusätzlich noch durch Schwefelwasserstoff vergiftet.

Warum herrschte aber am Meeresboden während der Ablagerung der Grenzbitumenzone Sauerstoffmangel? Sicherlich weil das Wasser über dem Boden stagnierte und deshalb kein Gasaustausch zustande kam. Stagnierendes Wasser deutet entweder auf grössere Wassertiefe oder auf ein flaches, jedoch weitgehend abgeschlossenes Meeresbekken. Mit A. Frauenfelder möchte ich annehmen, dass die Grenzbitumenzone in einem flachen Meeresbecken sedimentiert wurde. Dafür spricht, dass der liegende, anisische Dolomit als ursprünglicher Algenkalk sicher eine Flachwasserbildung ist. Entgegen der Vorstellung von A. Frauenfelder (S. 277), dass es sich bei dem Meeresbecken um eine Bucht handle, die ihre Entstehung einer Regression während der Trinodosus-Stufe verdanke, möchte ich annehmen, dass dieses Becken im wesentlichen durch Untiefen des Meeresbodens und im Norden vielleicht durch ein Festland begrenzt war. Auf den Untiefen bildeten sich Kalke mit Diploporen und anderen Flachwasseranzeigern, wie man sie im mächtigen Dolomit des Monte San Salvatore und bei Campione findet. Ob diese Untiefen Riffe mit Lagunen waren, wie sie E. Ott (1967) in dem ladinischen Wettersteinkalk des Karwendelgebirges erkannte, wird unter anderem zurzeit von Dipl.-Geol. H. Zorn von Zürich untersucht. Damit auf den Untiefen im Verlauf der Zeit mächtige Flachwassersedimente entstehen konnten, muss eine andauernde Absenkung dieser Bereiche gefordert werden. Die Untiefen waren vermutlich auch der Lebensort der vereinzelten, ortsfremden Benthonten der Grenzbitumenzone.

Die Wirbellosen der Grenzbitumenzone lassen neben den Hinweisen auf den Biotop auch stratigraphische Schlüsse zu. Mit den vorhandenen Ammonoideen gelingt zwar eine relativ feine Gliederung der Grenzbitumenzone. Zur Ermittlung der genauen stratigraphischen Lage können sie jedoch nicht herangezogen werden, weil Vergleichsfaunen in anderen Triasgebieten fehlen. Anders steht es mit den Daonellen: *Daonella elongata* Mojsisovics kommt nicht nur in der Grenzbitumenzone vor, sondern ist auch aus der Pufelser Schlucht in den Südtiroler Dolomiten (E. v. Mojsisovics, 1874) aus der Fricca-Schlucht und dem Val Gola in den Tridentinischen Alpen (E. Kittl, 1912) beschrieben worden. In der Pufelser Schlucht findet sich die Art unmittelbar unterhalb der sogenannten Buchensteiner-Knollenkalke, im obersten Teil der «Unteren Bänder-

kalke». Mit den Buchensteiner-Schichten lässt man seit A. Bittner (1892) die ladinische Stufe der Mittleren Trias beginnen. Daraus folgt, dass mindestens ein Teil der Grenzbitumenzone altersmässig den Unteren Bänderkalken der Pufelser Schlucht entspricht und somit anisisches Alter besitzt.

Überraschenderweise zeigen beide Ablagerungen eine grosse fazielle Ähnlichkeit: hier wie dort ist es eine Wechsellagerung von schiefrigen bituminösen Mergeln bzw. Tonen mit feingeschichteten Karbonatbänken. In der Pufelser Schlucht sind es feingeschichtete, kieselige Kalke und am Monte San Giorgio feingeschichtete, sekundäre Dolomite mit teilweise viel Kieselsäure. Ferner konnten in der Pufelser Schlucht sehr ähnliche vulkanogene Lagen beobachtet werden, wie sie in der Grenzbitumenzone vorliegen. Zusätzlich wird das Liegende an beiden Punkten von einem Diploporen-Dolomit gebildet. In den Südtiroler Dolomiten ist es der Mendola- oder besser Sarldolomit und am Monte San Giorgio der Anisische Dolomit.

Bei der paläontologischen Bearbeitung einiger Daonellen der Grenzbitumenzone (H. Rieber, 1968) ergab sich, dass verschiedene Daonellen-Arten als Glieder einer Entwicklungsreihe angesehen werden müssen. Vier dieser aufeinanderfolgenden und sich auseinander entwickelnden Arten (Abb. 1) kommen innerhalb eines vier Meter mächtigen Schichtstosses vor. Die vier Meter Grenzbitumenzone entsprechen somit der Entwicklungszeit und Lebensdauer dieser vier Arten. Selbst wenn man den Daonellen eine ähnlich hohe Entwicklungsgeschwindigkeit zubilligt, wie sie die Ammoniten besitzen, muss mit ein Viertel bis einer Million Jahre für die Bildung von einem Meter Grenzbitumenzone gerechnet werden. Es handelt sich also um eine langsame Sedimentation, und darin liegt wahrscheinlich auch der Grund, dass in der Grenzbitumenzone so viele Wirbeltiere angereichert werden konnten. Andererseits erscheint es dann auch möglich, dass die mächtigen Flachwasserbildungen, wie sie im Dolomit des Monte San Salvatore vorliegen, im gleichen Zeitraum gebildet werden konnten.

Es gibt Hinweise dafür, dass die Dolomitbänke erheblich schneller abgelagert wurden als entsprechend dicke Bitumenlagen. In den Dolomitbänken findet man zahlreiche Ammoniten und Orthoceraten schräg einsedimentiert. Wäre die Ablagerung des Dolomits langsam erfolgt, müsste man erwarten, dass diese Schalen horizontal liegen würden. Falls der Dolomit schnell sedimentiert wurde, muss der bituminöse Tonschiefer um so langsamer entstanden sein. Dafür spricht zudem, dass in den bituminösen Tonschiefern pro Zentimeter Schichtmächtigkeit durchschnittlich mehr Wirbeltiere vorkommen als in den Dolomitbänken. Sehr schnell wurden sicher die vulkanogenen Lagen abgesetzt, denn sie entsprechen wohl jeweils einem Vulkanausbruch.

Vermutlich war die Anlieferung von Tontrübe und organischer Substanz während der ganzen Zeit einigermassen gleichmässig. Nur von Zeit zu Zeit wurde jeweils während einer kürzeren Spanne zusätzlich Karbonat gefällt, das heute als Dolomitbänke vorliegt.

Wie fügt sich das Meeresbecken, in dem die Grenzbitumenzone gebildet wurde, in das Gesamtbild der alpinen Mittleren Trias? Durch die klassischen Arbeiten von F. v. Richthofen (1860) und von E. v. Mojsisovics (1879) wissen wir seit über 100 Jahren, dass in den Südtiroler Dolomiten in der Mittleren Trias zahlreiche von Riffen umgrenzte Meeresbecken bestanden. Dies wurde auch durch die neuesten Arbeiten von D. Rossi (1957 und 1959) bestätigt. Die Riff- und Lagunenbildungen liegen als Sarl- und Schlerndolomit und die Beckenfüllungen als Untere Bänderkalke, Buchensteiner-, Wengener- und Cassianer-Schichten vor. In den Südtiroler Dolomiten sind zahlreiche dieser Becken mit ihren Umgrenzungen erhalten geblieben und von der Erosion weitgehend wieder freigelegt worden, so dass bei weiteren Untersuchungen der spärlichen Aufschlüsse in der Mittleren Trias der Tessiner Kalkalpen die in den Südtiroler Dolo-

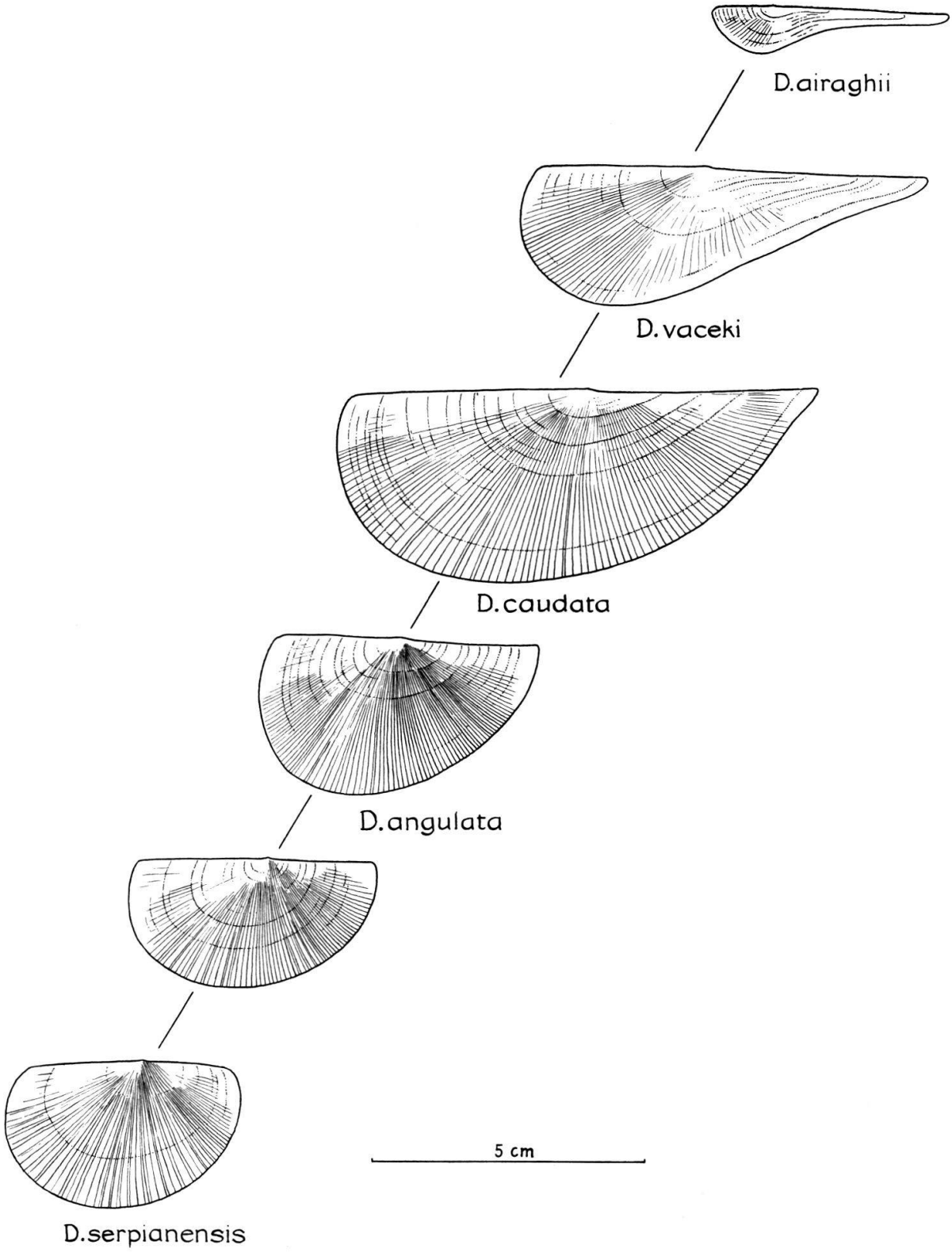

Abb. 1: Daonellen-Entwicklungsreihe auf Grund von Daonellen-Material, das bei der Grabung in der Grenzbitumenzone auf Punkt 902 des Monte San Giorgio horizontiert aufgesammelt wurde. Die einzelnen Arten kommen übereinander in einem Schichtstoss von vier Metern Mächtigkeit vor.

miten gewonnenen Ergebnisse über Faziesverteilung berücksichtigt werden sollten. Neben der ähnlichen Faziesverteilung in der Mittleren Trias liegen zudem in den mächtigen permischen Vulkaniten Parallelen in der erdgeschichtlichen Entwicklung dieser beiden Gebiete vor.

Abschliessend soll der Versuch unternommen werden, eine Rekonstruktion der Verhältnisse zur Bildungszeit der Grenzbitumenzone zu geben. In einem flachen Meeresbecken, das von Untiefen mit reichem Benthos und starker Karbonatsedimentation sowie vielleicht teilweise vom Festland begrenzt war, herrschte am Boden infolge fehlender Wasserzirkulation Sauerstoffmangel. Die aus den oberen Wasserschichten absinkende, tote organische Substanz konnte deshalb nur teilweise abbaut werden. Das führte zur Bildung von Faulschlamm. Die zu Boden sinkenden Wirbeltierleichen verfaulten und ihre Skelette wurden in dem feinen Schlamm ungestört von Strömungen, Wellenschlag und Bodenbewohnern vorzüglich konserviert. Weil die Sedimentation nur sehr langsam verlief, konnten sich in geringmächtigen Schichten viele Skelette ansammeln. Vielleicht wirkte das Meeresbecken gleichsam auch als eine Art Reuse, in der sich lebendige und tote Tiere fingen.

In dem Meeresbecken wechselten längere Zeiten, in denen nur Tontrübe und organische Substanz sedimentiert wurde mit kurzen Zeiten, in denen zusätzlich viel Kalk zur Abscheidung gelangte. Hin und wieder kam es irgendwo in der weiteren Umgebung zu Vulkanausbrüchen, deren Aschen in kurzer Zeit milli- bis zentimeterdicke Tufflagen bildeten.

In diesem Meer war nur nektonisches und planktonisches bzw. pseudoplanktonisches Leben möglich. In den höheren, sauerstoffreichen über den durch Schwefelwasserstoff vergifteten bodennahen Wasserschichten schwebten mit dem Byssus an Tangen und anderem Treibgut festgeheftet viele Daonellen und kleine Gastropoden und dazwischen schwammen Fische und Reptilien sowie Ammoniten.

Literatur

ARTHABER, G. v. (1916): Die Fossilführung der anisischen Stufe in der Umgebung von Trient. Jb. geol. R.-A. *65*/3, 239–260.

BITTNER, A. (1892): Was ist norisch? Jb. geol. R.-A., *42*/3, 387–396.

BLUMER, M. & OMENN, G. S. (1961): Fossil porphyrins: uncomplexed chlorins in a triassic sediment. Geochimia et Cosmo chimica Acta *25*, 81–90.

FRAUENFELDER, A. (1916): Beiträge zur Geologie der Tessiner Kalkalpen. Eclogae geol. Helv. *14*/2, 247–371.

HELLER, W. (1965): Biochemie und Feinstruktur fossiler Knochen aus bituminösen Schichten. Geol. Rundschau *55*, 119–130.

– (1966): Tonmineralien bituminöser Schiefer als natürliche Systeme der Verteilungschromatographie. Erdöl und Kohle, Erdgas, Petrochemie, 19. Jg., 557–561.

KITTL, E. (1912): Materialien zu einer Monographie der Halobiidae und Monotidae der Trias. Resultate der wiss. Erforschung des Balatonsees, *1*/1, Pal. Bd. 2, 1–229.

KUHN-SCHNYDER, E. (1964): Die Wirbeltierfauna der Trias der Tessiner Kalkalpen. Geol. Rundschau *53*/1, 393–412.

MOJSISOVICS, E. v. (1879): Die Dolomit-Riffe von Südtirol und Venetien. Beiträge zur Bildungsgeschichte der Alpen. 552 S. (A. HÖLDER, Wien).

MÜLLER, W. (1964): Conodonten aus der mittleren Trias der Tessiner Kalkalpen. Eclogae geol. Helv. *57*/2, 747–753.

MÜLLER, W., SCHMID, R. & VOGT, P. (1964): Vulkanogene Lagen aus der Grenzbitumenzone (Mittlere Trias) des Monte San Giorgio in den Tessiner Kalkalpen. Eclogae geol. Helv. *57*/2, 431–450.

OTT, E. (1967): Segmentierte Kalkschwämme (Sphinetozoa) aus der alpinen Mitteltrias und ihre Bedeutung als Riffbildner im Wettersteinkalk. Bay. Akad. Wiss. math.-naturw. Kl., N. F., H. 131, 1–96.

RICHTHOFEN, F. v. (1860): Geognostische Beschreibung der Umgegend von Predazzo, Sanct Cassian und der Seisser Alpe in Süd-Tyrol. 327 S. (J. PERTHES, Gotha).
RICKENBACH, E. (1947): in: ALTHAUS, H. E. & RICKENBACH, E.: Erdölgeologische Untersuchungen in der Schweiz. 1. Teil. Beitr. z. Geologie der Schweiz, Geotechnische Serie, Liefg. 26, T. 1, 88 S.
RIEBER, H. (1967): Über die Grenze Anis-Ladin in den Südalpen. – Eclogae geol. Helv. *60*/2, 611–614.
– (1968): Die Artengruppen der *Daonella elongata* MOJS. aus der Grenzbitumenzone der mittleren Trias des Monte San Giorgio (Kt. Tessin, Schweiz). Paläont. Z. *42*, 33–61.
ROSSI, D. (1957): La scogliera coralligena del Sella nelle Dolomiti occidentali. Ann. Univ. Ferrara, N.S., Sez. IX Scienze geol. e paleont. *III*/1, 1–36.
– (1959): La scogliera del Sassolungo (con alcune considerazioni sul Trias delle Dolomiti occidentali). Studi Trentini di Scienze nat., A. XXXVI, N. 1, 10–48.