

Die Rudisten (Bechermuscheln) von St. Bartholomä in der Weststeiermark

Teil 1

Version 4 – August 2017

**Die St. Bartholomä-Formation („Zementmergel-Folge“) des Gosaubeckens
von Kainach – St. Bartholomä, ihre Rudisten und ihr größerer Rahmen
(i.w. Campanium, Oberkreide, ca. 70-85 Millionen Jahre vor heute)**

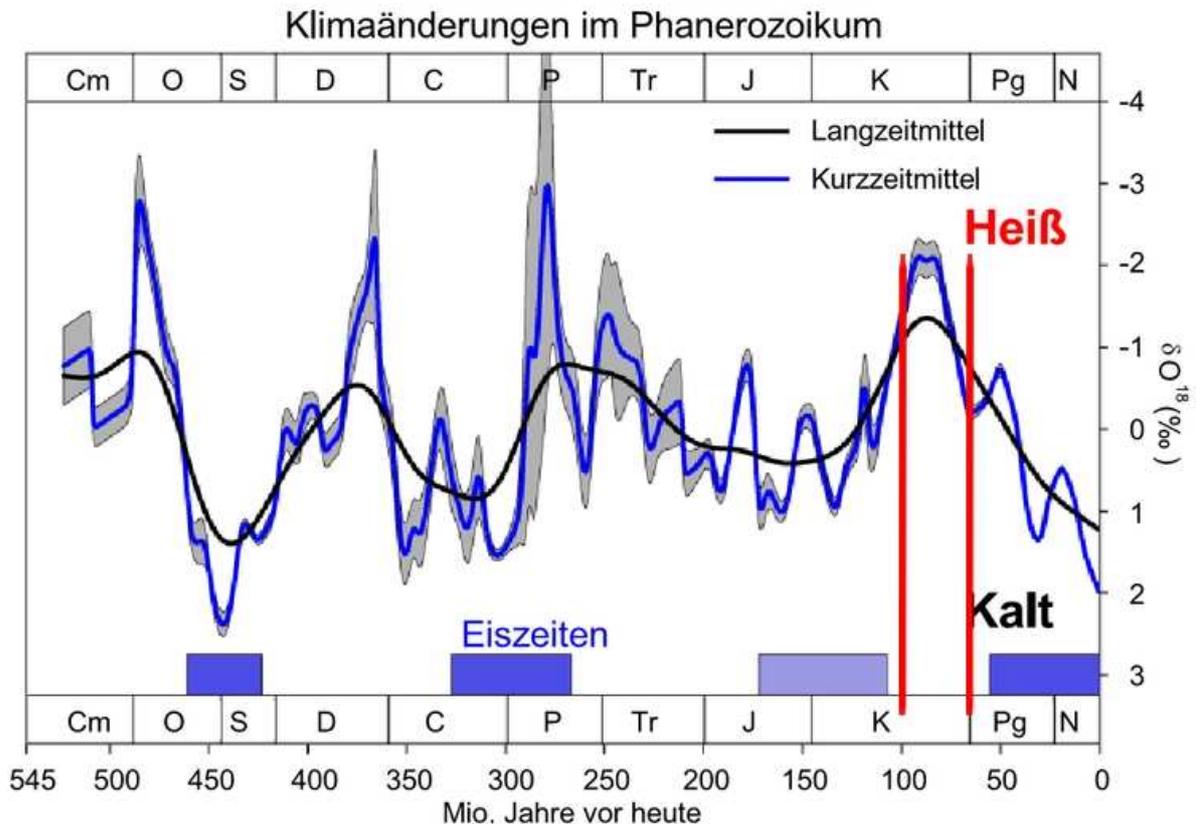
Eine Literaturzusammenfassung

Einleitung

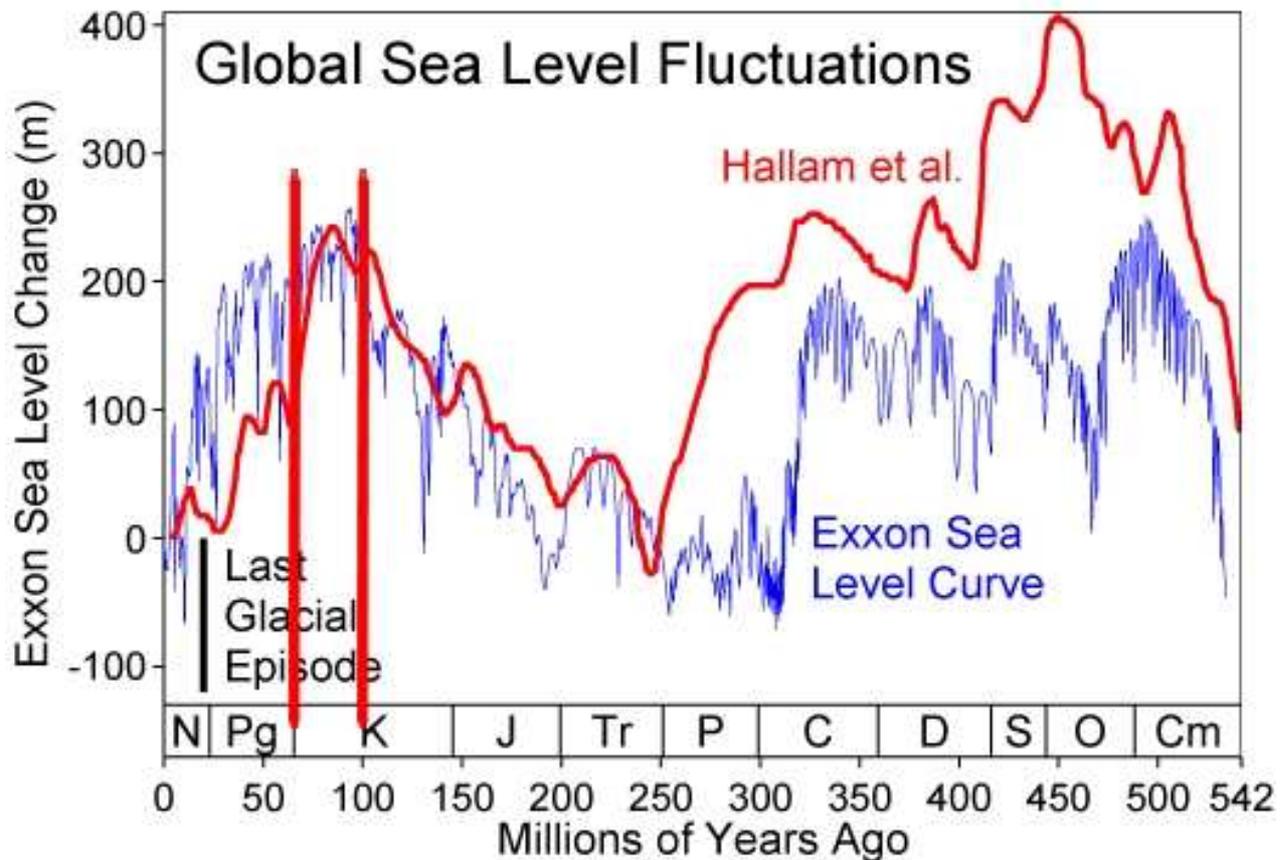
Altertümlische, exotische Muscheln in St. Bartholomä in der Weststeiermark? Etwa 20 km südlicher, um St. Josef, ja, da gibt es 15 Millionen Jahre alte Austern und Venusmuscheln und viele mehr. Aber von diesen ist hier nicht die Rede, sondern von einer Gruppe von Muscheln, die in der Zeit der Saurier und Ammoniten lebte und heute völlig ausgestorben ist – und die noch dazu gar nicht wie Muscheln aussahen. Es ist die Rede von den Rudisten, den Bechermuscheln, die aus der Gegend um St. Bartholomä schon fast seit den ersten geologischen Erkundungen um die Mitte des 19. Jhdts. bekannt sind. Sie verstecken sich ein wenig, aber beim Spazieren in den wenigen Gräben, in alten Steinbrüchen und in manchen straßennahen Felsen der Gegend kann man ihre mehr oder weniger auffälligen, teilweise sehr gut erhaltenen Reste doch immer wieder entdecken. Zuerst jedoch ein Überblick über diese exotischen, lange vergangenen Zeiten und ihre Wesen.

Die Zeit der oberen Kreide – die Erde als „Thermalbad im Treibhausklima“

Gegenüber dem heutigen Zwischeneiszeitklima war die Zeit der Oberkreide, etwa von 100-66 Millionen Jahre (Ma) vor heute, Großteils eine Zeit des Treibhausklimas. Die Lufttemperaturen waren durchschnittlich um 10°C höher als heute und die Meerestemperaturen erreichten in den Tropen möglicherweise Spitzenwerte von 42° C – zu heiß zum Baden; und selbst die Temperaturen in der Tiefsee lagen zeitweise über 20° C. Es gab kein Eis auf den polnahen Landmassen, dadurch war der Meeresspiegel um bis zu 200 m höher als heute und weite Flächen, die heute Festland sind, von seichtem Meer bedeckt.



Rekonstruierter Temperaturverlauf der letzten 540 Millionen Jahre. Die beiden senkrechten roten Linien kennzeichnen den Zeitraum der Oberkreide (100-66 Ma vor heute). © Robert A. Rhode (<https://de.wikipedia.org/wiki/Eiszeitalter>).

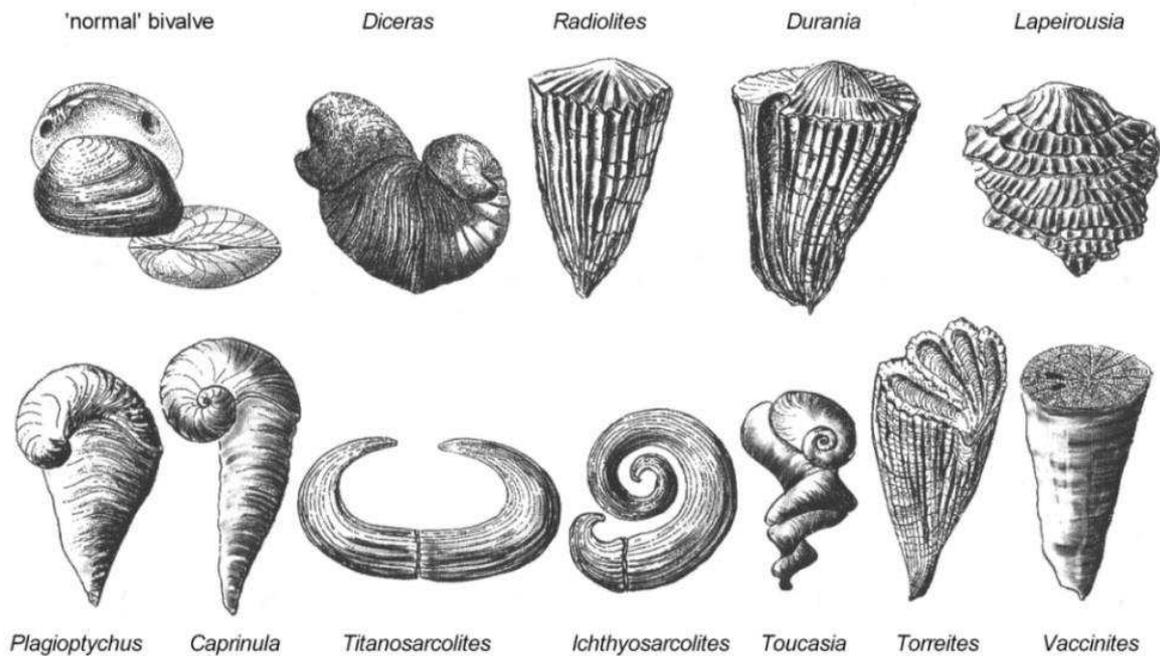


Globale Meeresspiegelschwankung der letzten 540 Millionen Jahre, abgeleitet mit zwei verschiedenen Methoden. Die beiden senkrechten roten Linien kennzeichnen den Zeitraum der Oberkreide (100-66 Ma vor heute).
 © Robert A. Rhode, Global Warming Art project (<https://de.wikipedia.org/wiki/Eustasie>).

So unangenehm und exotisch diese Bedingungen für uns klingen, so wirtlich waren sie für das Leben. Es war die Zeit der Riesensaurier zu Lande und im Meer, der größten je lebenden Ammoniten und vieler anderer exotischer Wesen. Gleichzeitig entwickelten und verbreiteten sich im „Schatten der Giganten“ die Säugetiere stetig weiter, auch bei den Pflanzen erfolgte ein Entwicklungs- und Verbreitungsschub bei den Bedecktsamern (Blütenpflanzen), die heute die Vegetationsvielfalt der Erde dominieren. Und es florierten die Bechermuscheln, die **Rudisten**. Obschon erste Formen bereits im Jura entstanden, gab es die größte Vielfalt dieser Wesen in der Oberkreide, die Evolution anscheinend angetrieben durch die hohen Temperaturen und die weiten verfügbaren Lebensräume.

Aussehen und Aufbau der Rudisten

Viele Rudisten sind kaum als Muscheln erkennbar und es dauerte fast die erste Hälfte des 19. Jhdts., bis sie als solche von den Paläontologen allgemein anerkannt wurden. Die für uns wichtigen Formen der Familien **Hippuritidae** und **Radiolitidae** weisen eine flach kegelförmige bis hochzylindrische Gestalt auf, können Längen von über 1 m erreichen, bei Durchmessern bis weit über 10 cm. Das betrifft die rechte Klappe, die Unterklappe. Die linke Klappe oder Oberklappe ist ein mehr oder weniger flacher Deckel.

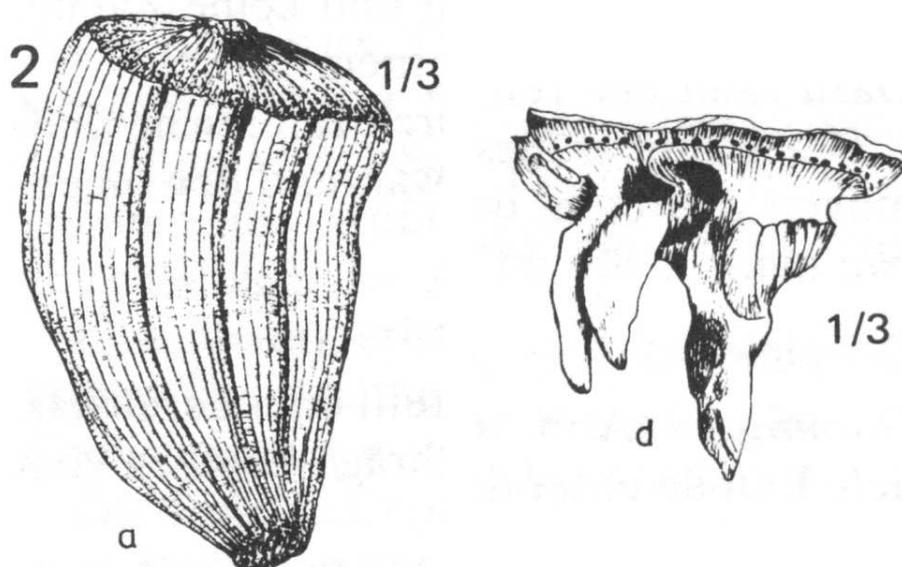


Verschiedene Formen von Rudisten. Die Gattung rechts unten gehört der Familie der Hippuritidae an, die drei Gattungen rechts oben gehören zur Familie Radiolitidae. Alle vier kommen in St. Bartholomä vor. Quelle: Internet.

Familie Hippuritidae

Äußere Erscheinung

Die Unterklappe dieser Familie ist kegelförmig bis zylindrisch geformt. Die Oberfläche ist fast immer mit mehr oder weniger deutlich ausgeprägten, feinen bis groben Längsrippen verziert. Charakteristisch sind auf der Vorderseite der Schale drei unterschiedlich stark entwickelte Einfaltungen, die den Pfeilern im Inneren entsprechen. Die Oberklappe ist flach bis flachkonisch mit einem undeutlichen Wirbel in der Mitte. Sie ist mit einem komplizierten Poren- und Kanalsystem versehen, weiters besitzt sie zwei etwas größere Öffnungen (O1, O2).



Darstellungen von *Hippurites* sp. aus LEHMANN & HILLMER (1988) mit Originalbeschreibungen. Links: „Vorderseite mit den drei charakteristischen Längsfurchen.“ Rechts: „Linke (Deckel-)Klappe mit hinterem und vorderem Zahn und (ganz links) hinterem Myophor.“ Durchmesser ca. 7 cm.

Innerer Aufbau

In den Abbildungen verwendete Abkürzungen:

osl: Äußere Schalenschicht, outer shell layer

isl: Innere Schalenschicht, inner shell layer

L: Ligament-Pfeiler, Ligamenteinfaltung, ligamentary infolding

P1: Analpfeiler, pillar

P2: Kiemenpfeiler, pillar

mc: Körperhöhlung, main cavity

ac: Vorderer Zahn, anterior tooth

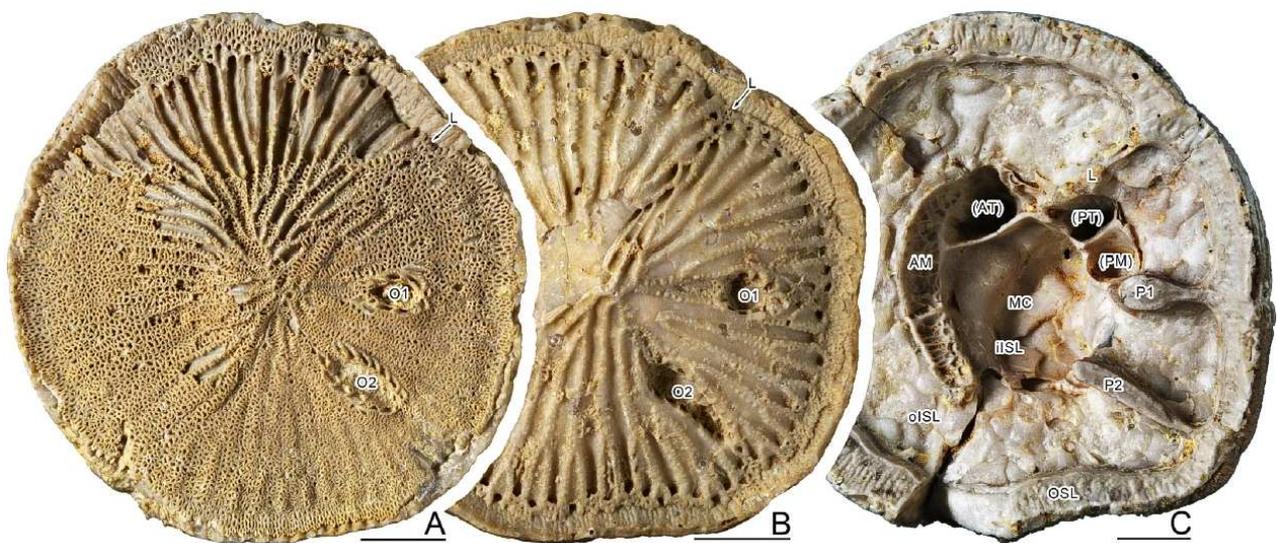
mc: Mittlerer Zahn, central tooth

pc: Hinterer Zahn, posterior tooth

am: Vorderer Muskelträger, -stütze, -abdruck, anterior myophore

pm: Hinterer Muskelträger, -stütze, -abdruck, posterior myophore

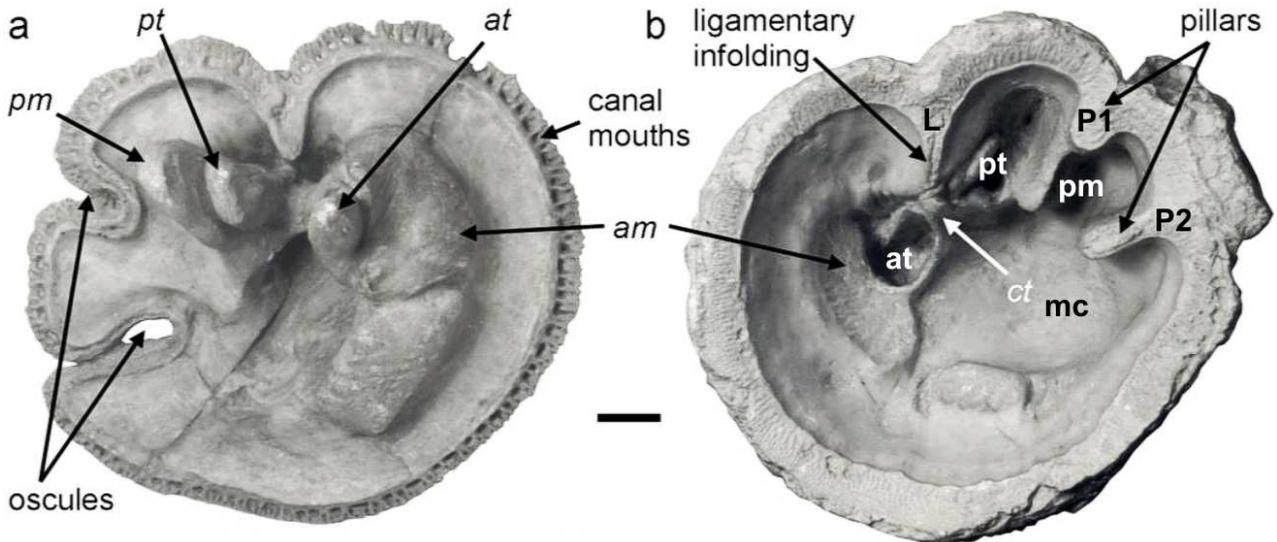
Grundsätzlich lassen sich im Aufbau eines Rudistengehäuses zwei Schalenschichten unterscheiden: eine äußere, mehrere Millimeter dicke, calcitische Schale (osl) und eine innere, aragonitische Schale (isl). In der Unterklappe entstehen bei den Hippuritidae durch Einfaltungen der äußeren Schale mindestens 2 Pfeiler. Der L-Pfeiler (Ligament-Pfeiler) trägt das Ligament, das für die Öffnung des Deckels zuständig wäre. Der Pfeiler ist in diesem Fall am Ende „abgeschnitten“ oder gegabelt. Oft ist das Ligament im Laufe der evolutionären Entwicklung aber auch völlig zurückgebildet worden, der Ligamentpfeiler ist in diesem Fall abgerundet oder auch gar nicht mehr vorhanden. Es ist fraglich, ob bei diesen Formen der „Deckel“ überhaupt noch geöffnet werden konnte, der Wasseraustausch mit der Umgebung könnte in diesem Fall nur durch das Poren- und Kanalsystem der Oberklappe stattgefunden zu haben. Der P1-Pfeiler (Analpfeiler) und der P2-Pfeiler (Kiemenpfeiler) werden traditionellerweise als die Stellen für Siphone interpretiert, ihre Position korrespondiert mit den beiden Öffnungen in der Oberklappe.



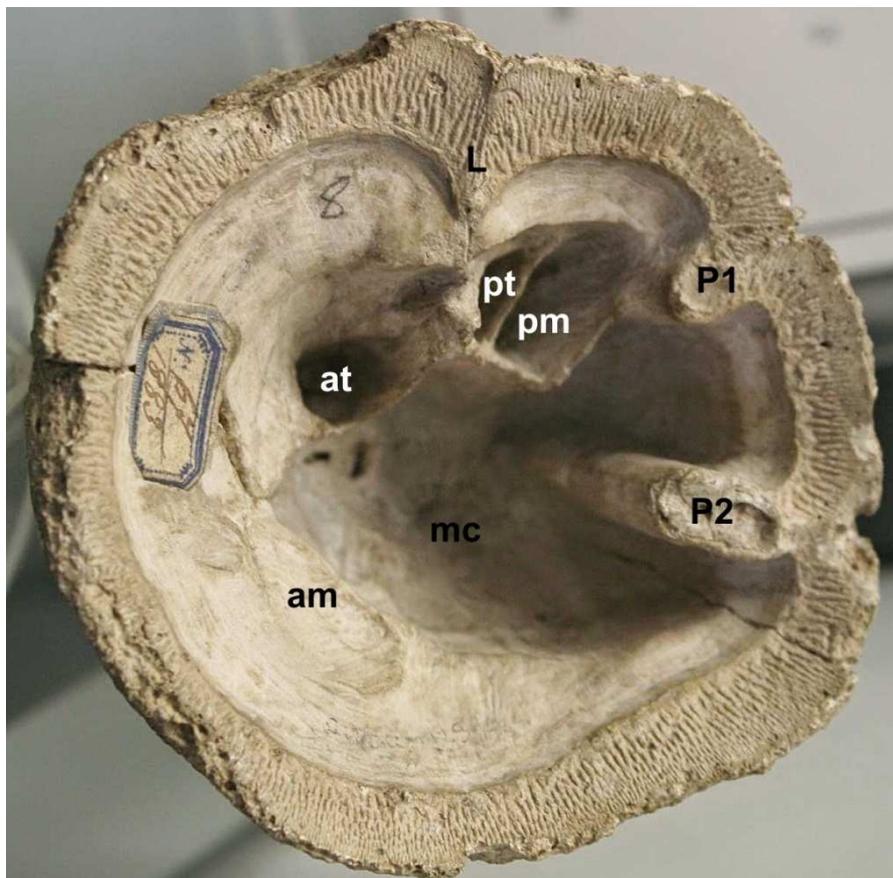
A, B: Zwei verschiedene Oberklappen von *Vaccinites vesiculosus* (WOODWARD, 1855) mit dem Poren- und Kanalsystem sowie den beiden Öffnungen (O1, O2). C: Aufsicht auf die Unterklappe derselben Art mit ausgezeichnet sichtbaren morphologischen Elementen. Länge der Maßstab balken jeweils 1 cm. Aus MUNOJOS et al. (2016).

Die aragonitische Schale füllt typischerweise einen Großteil des Hohlraumes, der durch die äußere Schale der Unterklappe umschrieben wird, aus und kann blasig ausgebildet sein; tiefere Teile der Unterklappe können auch durch Querböden abgetrennt sein. Aus Aragonit bestehen auch die teilweise sehr langen und dicken Zähne, zwei in der Oberklappe (vorderer Zahn = at, hinterer Zahn = pt), einer in der Unterklappe (mittlerer Zahn = ct). Die Zähne der Oberklappe greifen in tiefe Zahngruben der Unterklappe ein. Weiters sind Anhaftstellen, Stützen oder Träger für die beiden Schließmuskeln vorhanden (ma, mp), die sich teilweise auch durch ihre Struktur vom Rest der Schale unterscheiden. Die Oberklappe enthält einen ähnlich den Zähnen ausgebildeten Muskelträger, die anderen Muskelansatzstellen sind undeutlicher oder als

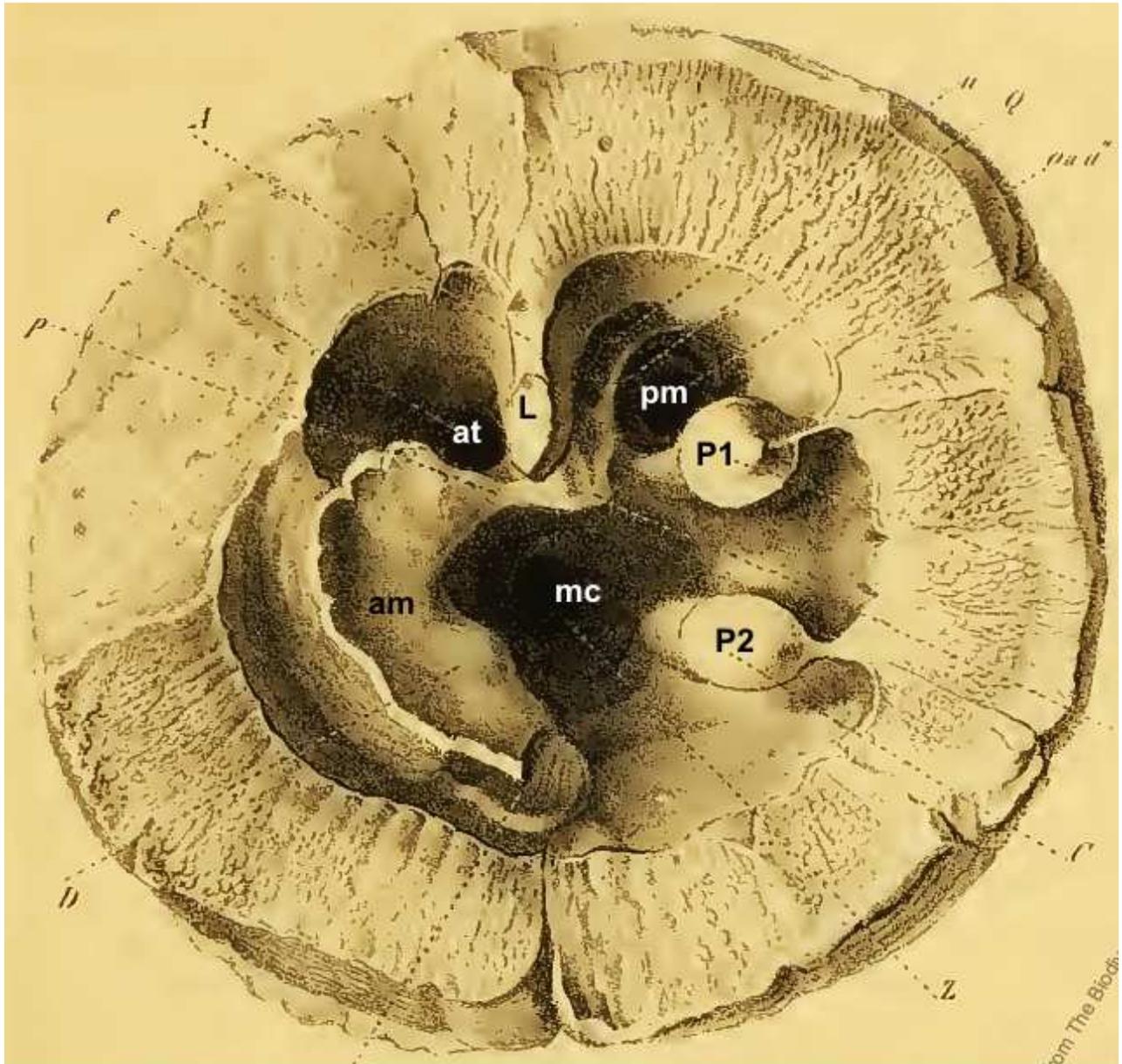
Gruben ausgebildet. Die „Bauteile“ der Unterklappe, inklusive der calcitischen Pfeiler, wachsen mit dem Tier in die Höhe und enden auf verschiedenen Niveaus. Die Körperhöhlung (mc) nimmt nur einen vergleichsweise kleinen Teil der Rudisten ein. All diese Merkmale sind nur in besonders gut erhaltenen Exemplaren dreidimensional sichtbar, bei denen die aragonitische Schale noch vorhanden und der ehemalige Hohlraum mit weichem Sediment (Schlamm) gefüllt ist, das leicht entfernt werden kann. Vorteilhafterweise ist auch die Oberklappe noch vorhanden, was aber selten der Fall ist.



a: Innenansicht einer Oberklappe von *Hippurites radiosus* DES MOULINS, 1826. b: Aufsicht auf die Unterklappe derselben Art. Breite des Rudisten ca. 9 cm. Aus SKELTON (2013), mit ergänzten Beschriftungen.



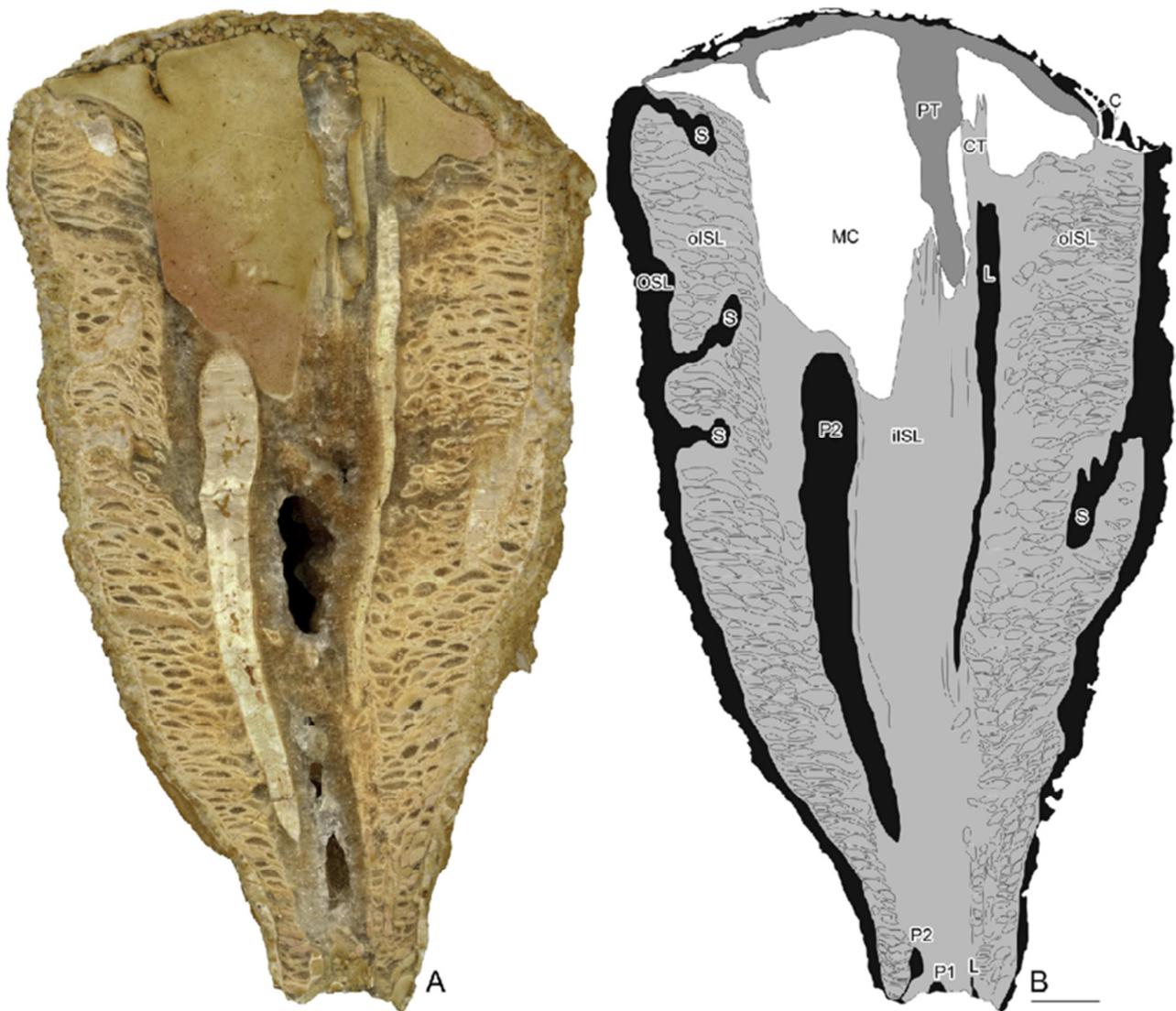
Unterklappe eines Rudisten mit den morphologischen Elementen. Größe unbekannt. Quelle: Internet, mit eingefügten Beschriftungen.



Aufsicht auf die Unterklappe von *Hippurites dilatatus* DEFRANCE, 1821 mit den morphologischen Elementen. Durchmesser 8-10 cm. Aus ZITTEL (1865), mit eingefügten Beschriftungen.

Viel häufiger jedoch sind Rudisten fest im Gestein, häufig Kalkstein, eingebettet und damit als „harter Stein“ erhalten, mit rekristallisierter oder aufgelöster innerer Schale, die Körperhöhle oder der ganze Raum innerhalb der äußeren Schale mit Sediment oder grobkörnigem Calcit gefüllt, manchmal verbleiben auch Hohlräume mit gut ausgebildeten Calcit-Kristallen. Solche Rudisten werden durch An- und Dünnschliffe studiert, meistens Quer zur Wachstumsrichtung, hin und wieder auf verschiedenen Höhen geschnitten, seltener als Längsschnitte. Je nach Erhaltungsgrad und Schnittlage kann man das eine oder andere „Bauteil“ der Rudisten damit auch in einem „harten Stein“ erkennen. Beispiele dazu bei den Ergebnissen der Gelände-Erkundungen, Fossilfunde, Teil 3-1.

Viele Rudisten-Arten wurden im Laufe der Zeit – über einen Zeitraum von einigen Millionen Jahren – immer größer, sie konnten dabei ihren Durchmesser mehr als verdoppeln. Eine typische Entwicklungstendenz war auch das schlanker und längerwerden der Pfeiler bei den Hippuritidae. Dies ist einer der Gründe für die vielen aufgestellten Arten und die taxonomische Verwirrung.



Längsschnitt durch *Pironea milovanovici* KÜHN, 1935. Deutlich ist die blasige innere Schale zu sehen, weiters verschiedene Pfeiler, Zähne und die Körperhöhlung. Beachte, dass die Höhen der einzelnen „Bauteile“ durch Schnittlageneffekte beeinflusst sind und nicht absolut der Realität entsprechen. S: Sekundärpfeiler. Länge des Maßstabsbalkens 1 cm, maximaler Durchmesser des Rudisten ca. 8.5 cm. Aus MUNOJOS et al. (2016).

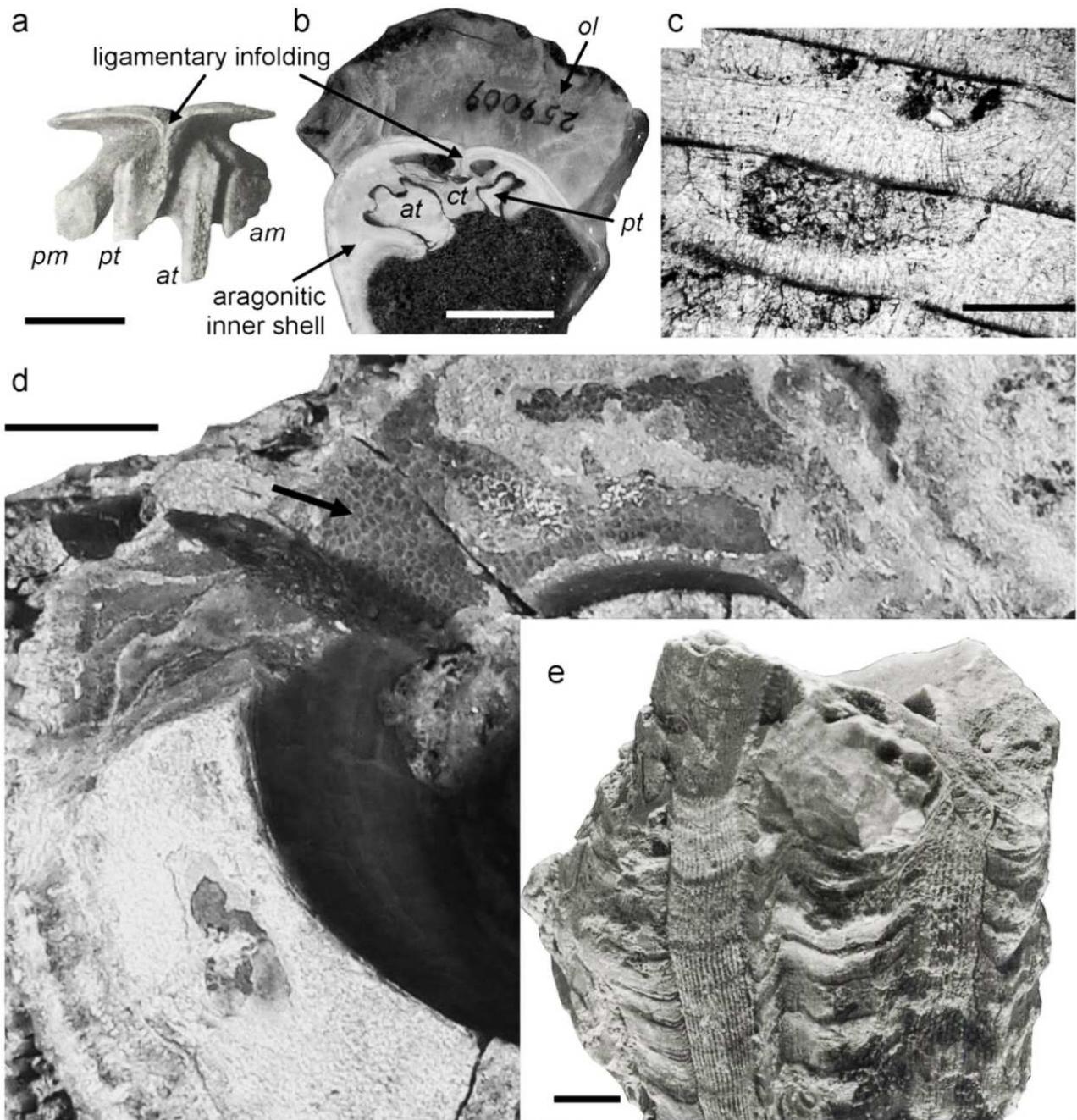
Familie Radiolitidae

Äußere Erscheinung

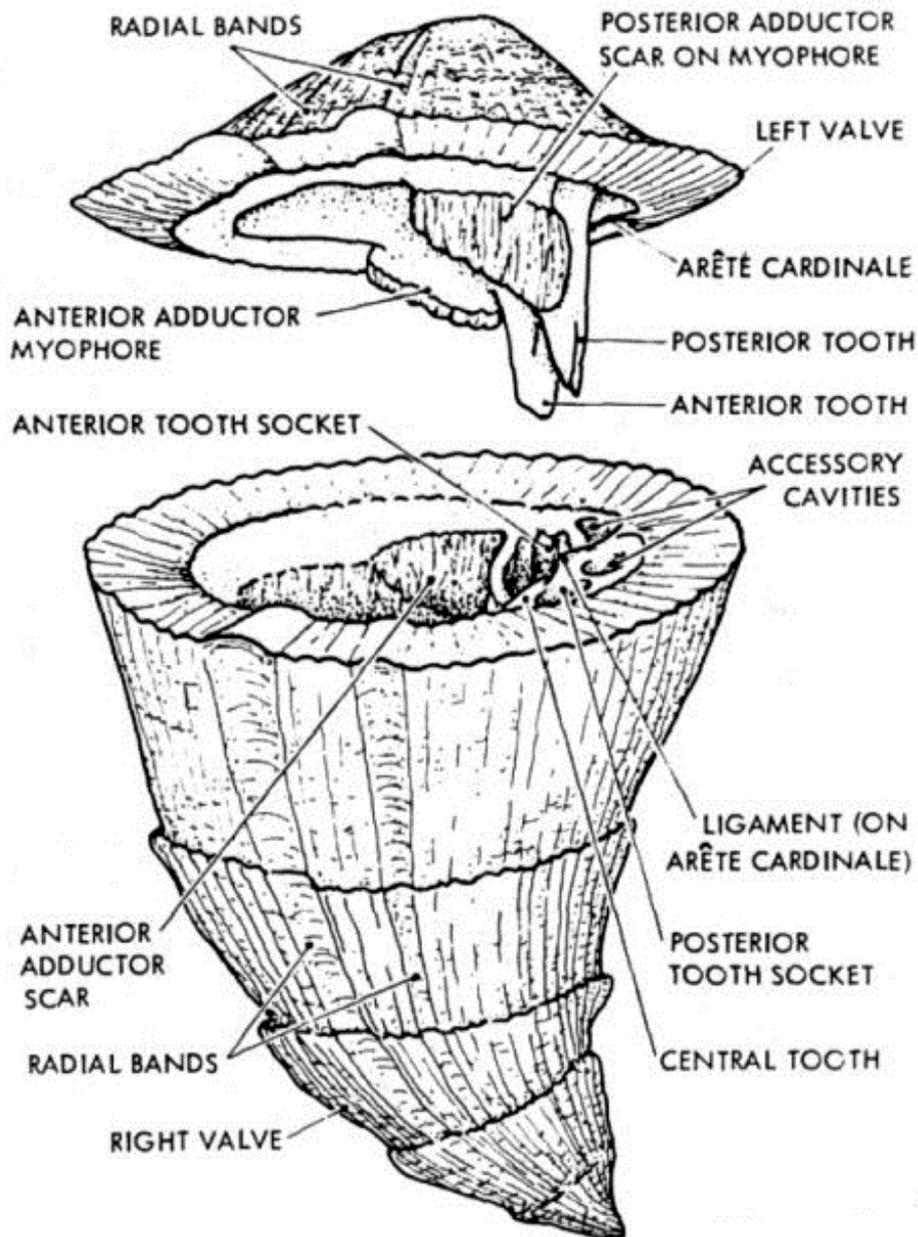
Die äußere Form der Unterklappe kann flach- bis hochkonisch oder zylindrisch sein, der Deckel flach bis flachkonisch. Die Unterklappe besitzt meistens sowohl starke axiale Rippen als auch eine auffällige Querrunzelung. Die Schale erscheint häufig wie aus Dachziegeln aufgebaut. Sowohl Unter- als auch Oberklappe haben weiters zwei axial verlaufende Radialbänder, die anders als der Rest der Schale skulpturiert sind.

Innerer Aufbau

Die aragonitische innere Schale kann sehr dünn sein, die äußere calcitische Schale hingegen kann viele cm dick werden. Sie ist typischerweise aus dünnen, subhorizontalen Platten und mehr oder weniger komplexen radialen und tangentialen Platten aufgebaut, die äußere Schale erscheint damit je nach Schnittlage zellulär oder prismatisch. Sie kann aber kompakt-faserig wie in Hippuritidae sein; die beiden Typen können sich auch innerhalb einer Schale abwechseln. Im Unterschied zu den Hippuritidae besitzen Radiolitidae nur den Ligament-Pfeiler (der auch völlig zurückgebildet sein kann) und normalerweise keine sonstigen Einfaltungen. Rechts und links des Ligamentpfeilers sitzen in der Oberklappe zwei Zähne und zwei Muskelträger, ein zurückgebildeter Zahn sitzt in der Unterklappe.



Aufbau von Rudisten der Familie Radiolitidae. a) Oberklappe. b) Querschnitt durch eine Unterklappe mit den angeschnittenen morphologischen Elementen. c) Äußerer Aufbau der Schale, radialer Schnitt. d) Querbruch durch eine Unterklappe mit zellulärem Aufbau der äußeren Schale (Pfeil). e) Fein längsgerippte, radiale Bänder auf der Außenseite der Schale. Maßstabsbalken 1 cm, außer bei c = 1mm. Aus SKELTON (2013).



Schemazeichnung eines Rudisten aus der Familie der Radiolitidae. Aus STEUBER (2002-IDB).

Lebensweise der Rudisten

Am Anfang ihres Wachstums müssen sie auf einem harten Untergrund – einem Steinchen, einer Schale, einem toten Rudisten – anwachsen, ähnlich wie es Austern tun. Die Rudisten lebten meist gesellig mehr oder weniger tief im weichen Schlamm oder Sand des Meeresbodens steckend, wo sie oft ausgedehnte Rasen bildeten, ähnlich heutigen Austernbänken. Manchmal werden diese **Rudisten-Formationen** auch als Riffe bezeichnet, doch fehlen einige der Merkmale, die heute Korallenriffe charakterisieren, vor allem eine stabile Gerüstbildung und das Höhenwachstum (zum Höhenwachstum siehe Bemerkung im Anhang). Rudisten waren zwar in der Lage, Weichböden im Flachmeer in großer Zahl zu besiedeln, aber es war für sie „schwierig“, ein zusammenhängendes Riffgerüst zu bilden. Das war zum Teil einfach auch eine Folge der unterschiedlichen Vermehrungsweise von Korallen (auch durch Sprossung) und Rudisten (nur durch Larven). Wie die „normalen“ Muscheln ernährten sie sich als Filtrierer. Ob manche Arten in Symbiose mit Grünalgen leben (wie es viele Korallen tun) ist nicht geklärt.



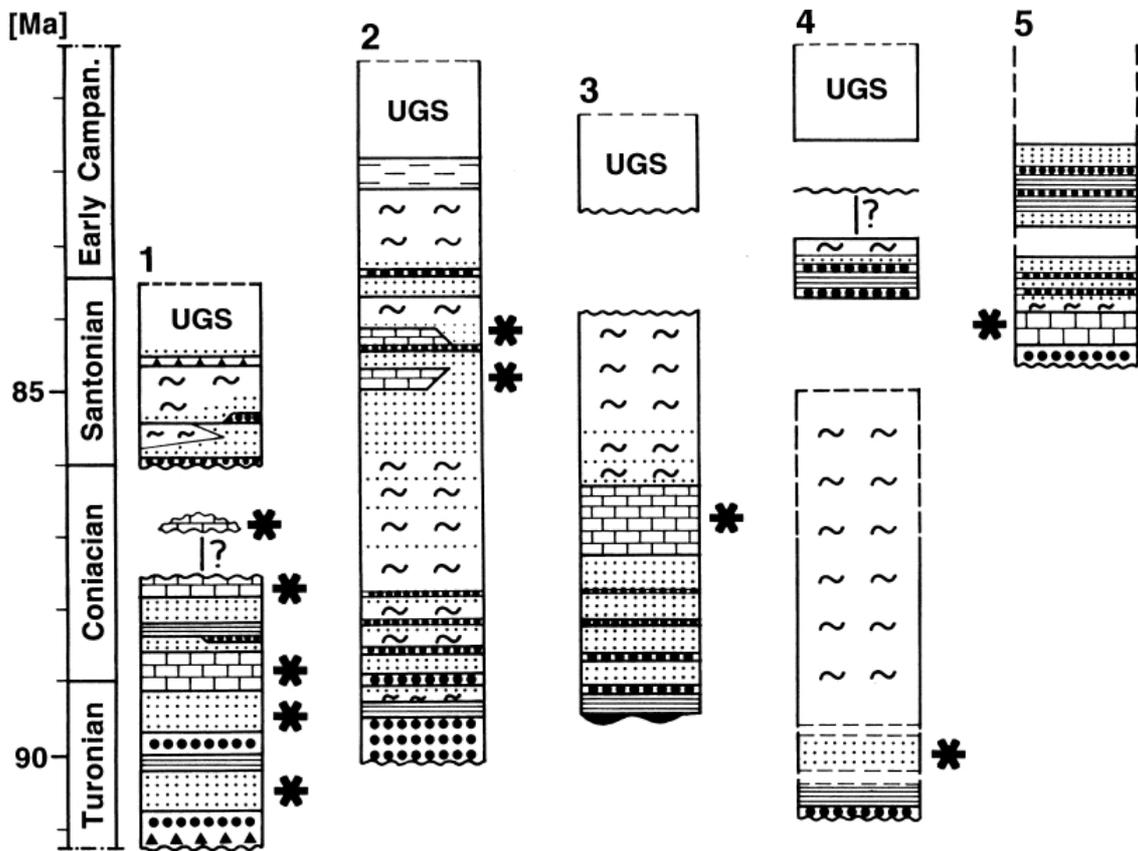
Besten aufgeschlossene Rudisten-Formation bestehend aus *Vaccinites vesiculosus* (WOODWARD, 1855) im Oman.
Quelle: Steuber (2002-IDB).

Das nur untergeordnete Vorkommen von echten Korallenriffen in der Oberkreide führte zur Annahme, dass die Rudisten die Korallen aktiv aus ihren Lebensräumen verdrängt haben. Das scheint aber doch nicht der Fall gewesen zu sein. Generell war es eher so, dass die Lebensbedingungen für Korallen während der Oberkreide nicht optimal gewesen sind. Mit dem weit verbreiteten weichen Untergrund in den flachen Schelfmeeren, dem damit eher trübem Wasser und den sehr hohen Temperaturen kamen die Rudisten anscheinend besser zurecht als die Korallen. Ungeachtet dessen treten Rudisten und Korallen gar nicht selten gemeinsam auf, so auch in St. Bartholomä.

Nach vielen Millionen Jahren der Blüte verschwanden die Rudisten gegen Ende der Kreidezeit innerhalb weniger Millionen Jahre. Mehrere Ursachen haben wahrscheinlich zusammengespield. Einerseits kam es zu einer generellen Abkühlung, die die wärmeliebenden Rudisten unter Stress setzte. Mit dieser Abkühlung sank auch der Meeresspiegel, was ihre Lebensräume weiter einschränkte und zerteilte und in Folge zu einem starken Endemismus (Beschränkung einzelner Arten auf ein kleines Gebiet) führte. Die Eruption der Dekkan-Basalte („der umfangreichste Vulkanausbruch aller Zeiten“) gemeinsam mit dem Einschlag eines gigantischen Meteoriten auf Yucatan gab dieser bedrängten Tiergruppe letztlich den Rest, von der es keine direkten Nachfahren gibt.

Die Ober-Kreide in Österreich

Am Ende der unteren Kreide kam es in Bereichen, die heute die Alpen darstellen, zu umfangreichen tektonischen Aktivitäten, der alpidischen (ealpinen) Gebirgsbildung. Viele Gesteine, die heute an der Oberfläche liegen, wurden damals, vor 100-90 Ma, viele dutzende von km in die Erde versenkt, die Erdkruste war stark verdickt. Ein typisches Beispiel für solche „Hochdruckgesteine“ aus dieser Zeit sind die Eklogite der Kor- und Saualm. Daran anschließend bildeten sich am Beginn der Oberkreide durch den Aufstieg und die Freilegung des Gebirges kleinere und größere Becken, auf die das Meer anfangs zögerlich, später immer stärker übergriff. Im Laufe der Oberkreide füllten sich diese Becken vor allem mit dem



Schichtfolgen in verschiedenen Gosauvorkommen Österreichs mit Rudisten-Vorkommen (Sterne).
 1: Brandenberg, 2: Gosau, 3: Weisswasser, 4: Gams, 5: Grünbach. Aus SANDERS & PONS (1999).

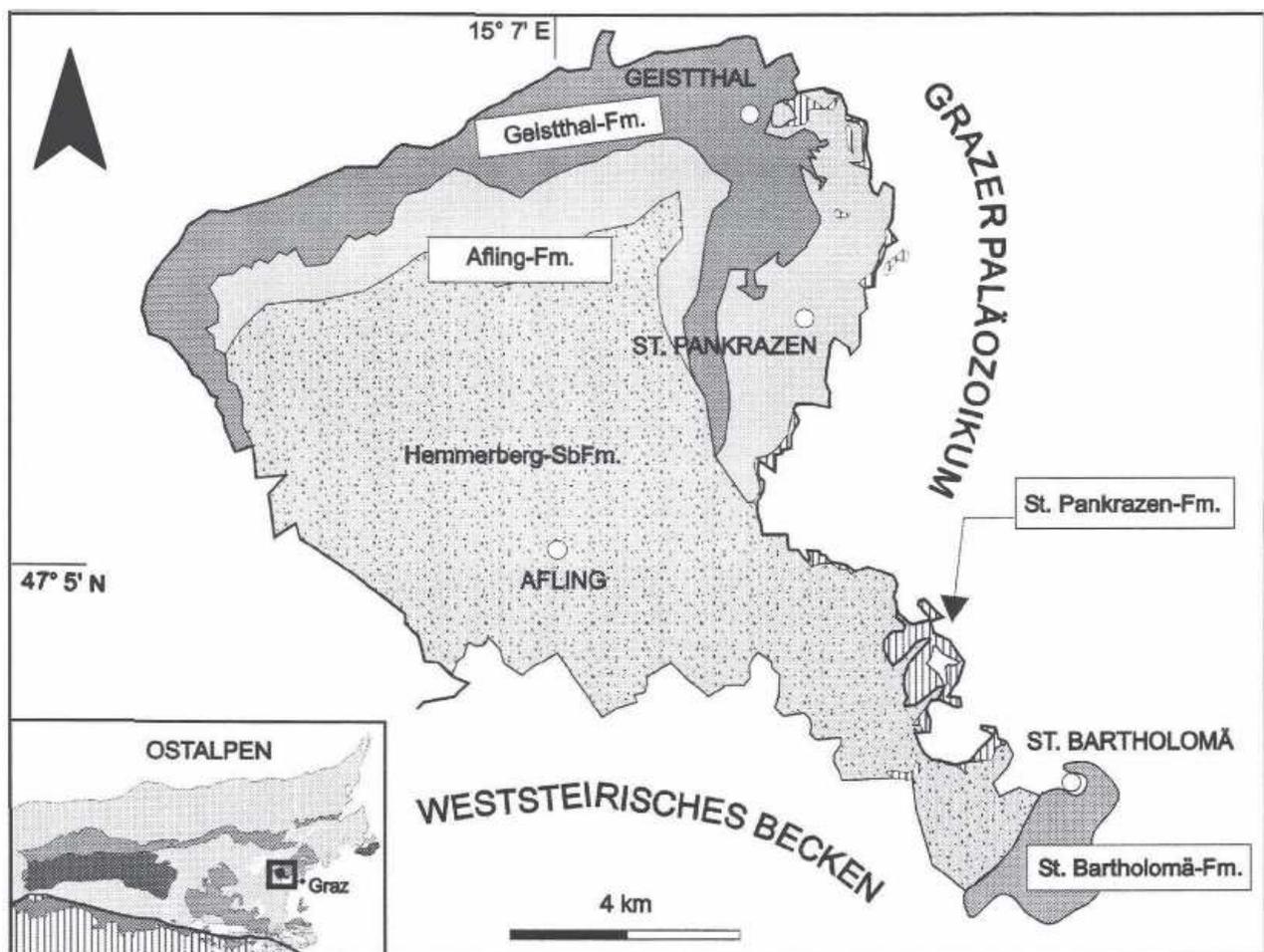


Riesenspuppenschnecken *Trochactaeon* sp. aus dem Waaggraben bei Hieflau, Steiermark.
 Aufsammlung 2014, Bildbreite ca. 40 cm.

Das Gosaubecken von Kainach – St. Bartholomä

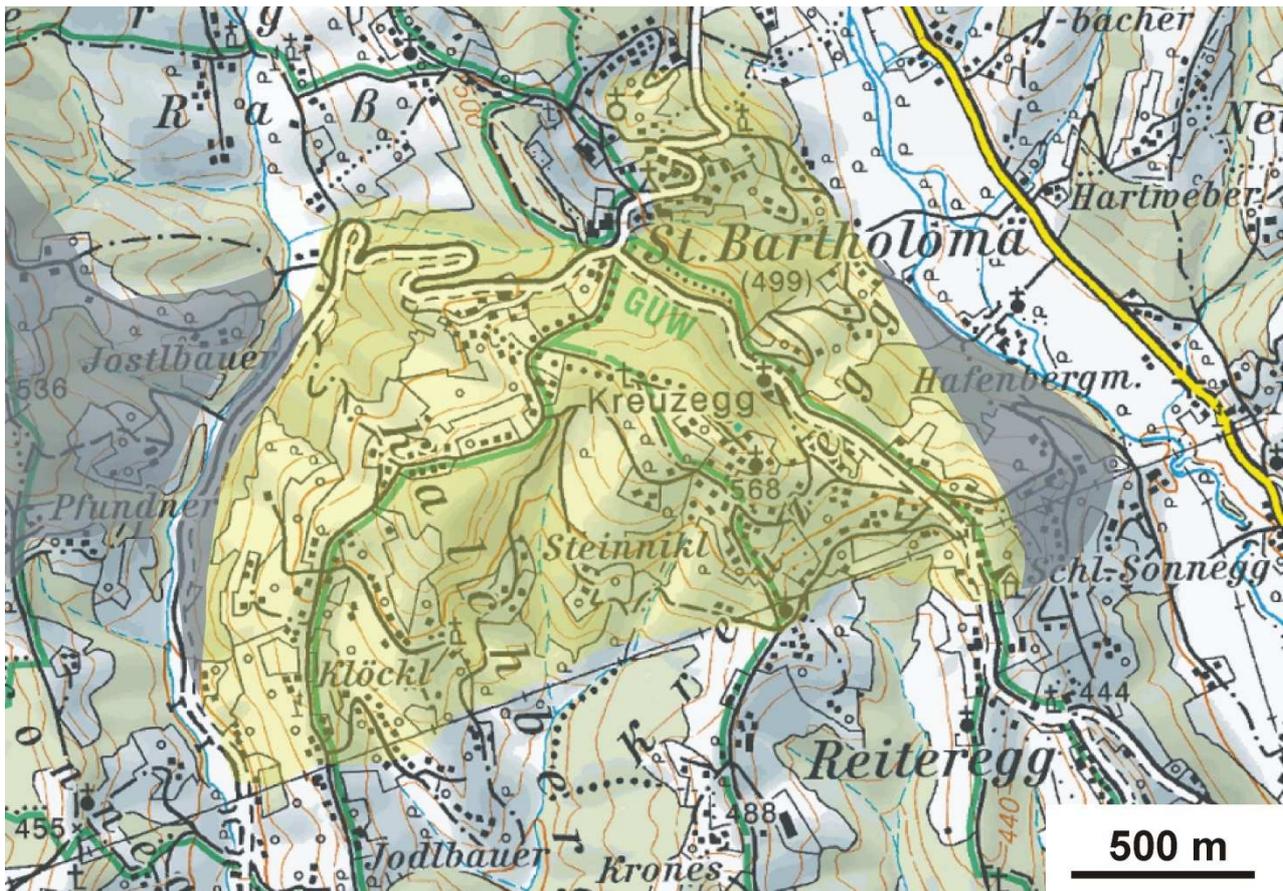
Dieses flächenmäßig größte Gosauvorkommen von Österreich mit einer Ausdehnung von etwa 100 km², kurz **Kainacher Gosau** genannt, liegt in der Weststeiermark und wurde ausschließlich auf Gesteinen des Grazer Paläozoikums abgelagert. Es gliedert sich in zwei Teilbecken:

Das wesentlich größere **Teilbecken von Kainach** hat grob viereckige Form und wird etwa von den „Eckpunkten“ Geistthal, Graden, Piber und Stallhofen begrenzt. Die Sedimentfolge gliedert sich in grobe Konglomerate bis Sandsteine (Geistthal-Formation, = „Basiskonglomerat-Folge“), die seitlich (und auch vertikal?) von feinkörnigen, braunen, bitumenhaltigen Mergeln und untergeordnet mergeligen Kalksteinen (St. Pankrazen-Formation, = „Bitumenmergel-Folge“) vertreten werden. An Fossilien sind aus der Geistthal-Formation vor allem die Schnecke *Trochacteon* bekannt, so findet sich diese z.B. vereinzelt in einem großen Aufschluss an der Straße knapp vor Gallmannsegg. Die St. Pankrazen-Formation enthält Blattfossilien und Steinkohle-Schmitzen sowie Lagen mit Schalen von Süßwassermollusken. Die Hauptmenge der Gesteine entfällt auf die Afling-Formation (= „Hauptbecken-Folge“) mit einer Mächtigkeit von 1000-1200 m, die aus einer ziemlich einförmigen engen Wechsellagerung von Sand-, Silt- und Tonsteinen und lokal Konglomeratbänken besteht, die teilweise in ziemlich großer Meerestiefe durch Trübeströme (Turbidite) abgelagert worden ist. Sie ist „berüchtigt“ für ihre Fossilarmut, ungeachtet dessen gab (und gibt?) es Anreicherungen von Ammoniten. So ist z.B. aus einem der Schleifsteinbrüche am Hemmerberg nordöstlich von Afling ein Ammoniten-reicher Horizont beschrieben worden.



Formations-Karte des Gosaubeckens von Kainach – St. Bartholomä in der Weststeiermark.
Aus EBNER & RANTITSCH (2000).

Das wesentlich kleinere, südöstlich vom Hauptbecken gelegene **Teilbecken von St. Bartholomä** liegt westlich bis südlich von St. Bartholomä. Die westliche Hälfte besteht aus der Afling-Formation, wohingegen in der östlichen Hälfte hauptsächlich die **St. Bartholomä-Formation** (= „Zementmergel-Folge“) aufgeschlossen ist, die die Afling-Formation zumindest teilweise überlagert. Diese Gesteinseinheit umfasst vor allem das Gebiet um Kreuzegg sowie um Kalchberg, bedeckt eine Fläche von ca. 3 km² und weist eine Mächtigkeit von 150-250 m auf. Sie besteht aus einer mehr oder weniger intensiven Wechsellagerung von grauen bis gelblichen Mergeln (mit 65-83 % Karbonatgehalt, häufigen Wühl-, Grab- und Kriechspuren und mit vereinzelt Funden der Muschel *Inoceramus*) und unterschiedlich karbonatreichen Sandsteinen; untergeordnet finden sich (lokal kohlige) Schieferlagen, Brekzien sowie eine 1-1.5 m mächtigen Bank aus **Hippuritentrümmerkalk**, das Ziel unserer Annäherung. In neueren Arbeiten wird die letztere, fossilreiche Gesteinsschicht als **Kalchberg-Subformation** abgetrennt.



AMAP-Ausschnitt mit dem Verbreitungsgebiet der St. Bartholomä-Formation (gelb hinterlegt) in der Weststeiermark. Grau hinterlegt sind Bereiche der Afling-Formation. Geologie aus der provisorischen geologischen Karte der Republik Österreich, 1:50.000, 163 – Voitsberg.

Am Kreuzegg wurde zwischen etwa 1886 und 1927 in einigen Großteils untertägigen Abbauen Zementmergel gewonnen und das Material in Judendorf zu Portlandzement verarbeitet. Die Abbaue scheinen sich auf eine bestimmte, etwa 10 m mächtige Schicht im hangenden Abschnitt der St. Bartholomä-Formation beschränkt(?) zu haben.

Fast die gesamten Sedimente der Kainacher Gosau werden heute auf Grund von Mikrofossilien ins Campanium gestellt, untergeordnete Anteile ins obere Santonium, Teile der St. Bartholomä-Formation gehören ev. ins Maastrichtium. Es ist mit den vorhandenen Daten aber noch immer nicht klar erkennbar, inwieweit diese 4 Formationen primär übereinander liegen oder sich mehr oder weniger zeitgleich seitlich vertreten.

Der Hippuritentrümmerkalk (Fossilschuttkalk)

In der älteren Literatur als Rudistenriff bezeichnet, wurde im Laufe der Zeit klar, dass es sich bei dieser fossilreichen Schicht nicht um ein Vorkommen von Rudisten in mehr oder weniger gut erhaltener Lebensposition handelt, sondern um einen **Fossilschuttkalk**, in dem verschiedenen große Fragmente von Rudisten, Korallen (beschrieben sind die Korallen *Astrocoenia orbignyana* MILNE EDWARDS & HAIME und *Leptoria konicki* REUSS) und anderer Fossilien eingebettet sind. Weiters finden sich hin und wieder Bruchstücke gerundeter paläozoischer Schiefer. Das Gestein ist gelbbraun gefärbt, die Bestandteile sind mitunter eingeregelt, kompakte Partien wurden örtlich auch als Baustein verwendet (siehe auch Anhang).

Je nach Literatur ist von bis zu 3 eigenständigen Horizonten mit Rudisten die Rede, eingelagert in die Wechselfolge aus Mergel und Sandsteinen. In neuerer Zeit wurde erkannt, dass diese anscheinend größere Anzahl von Rudistenhorizonten durch Schichtvervielfachungen, verursacht durch Abschiebungen, vorgetäuscht wurde und nur eine einzige Rudisten-reiche Schicht existiert. Weiters wurde der Fossilschuttkalk nach seiner Verfestigung, aber noch während der Oberkreide, wiederaufgearbeitet, seine Bruchstücke z.T. mit Fragmenten aus der Afling-Formation vermennt und als Brekzie wieder abgelagert und verkittet.

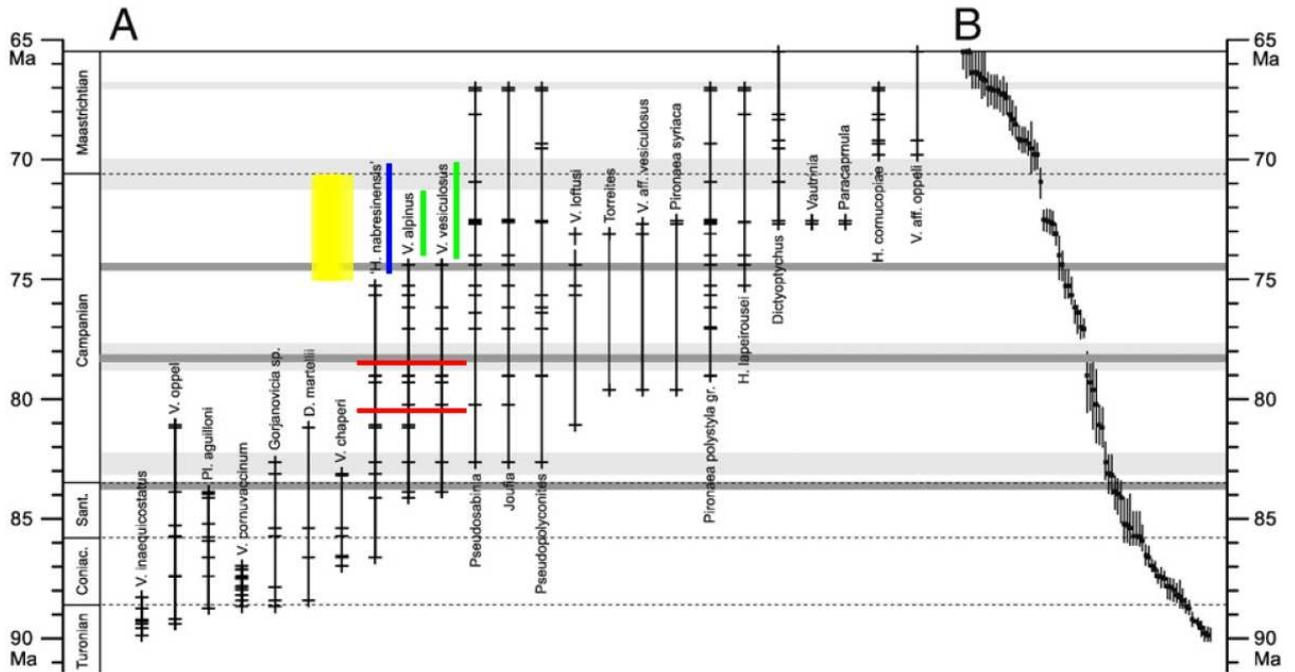
Eine Zusammenstellung der bisher aus der St. Bartholomä-Formation genannten und beschriebenen Rudisten inkl. teilweise aktualisierter Namen findet sich in Tabelle 1. Bemerkungen zur Taxonomie, Alterseinstufung etc. finden sich im Anhang.

Die Alterseinstufung der St. Bartholomä-Formation und des Fossilschuttkalkes ist uneinheitlich. Es gab, teilweise auf Grund von Fehlbestimmungen, Diskrepanzen zwischen der stratigraphischen Stellung der Rudistenfauna, der Mikrofauna in den Fossilschuttkalken und der Mikrofauna in den Umgebungsgesteinen der Fossilschuttkalke. Heute besteht Konsens insofern nur darin, als dass die St. Bartholomä-Formation fragliches oberes Santonium, hauptsächlich Campanium und möglicherweise auch Maastrichtium umfasst.

Aufschlüsse des Fossilschuttkalkes befinden sich nach der Literatur vor allem in den Gräben südöstlich von St. Bartholomä und an der Straße von Stallhofen nach St. Bartholomä. Ein besonderes Vorkommen scheint beim Gehöft Klöckl zu bestehen, siehe dazu Textauszug im Anhang.

Eine genauere Untersuchung gibt es an nahe verwandten und etwa gleich alten Rudistenkalken aus der Gosau von Wietersdorf-Krappfeld in Kärnten; diese Gesteinsfolge ist hier in den Steinbrüchen des Zementwerkes von Wietersdorf sehr gut aufgeschlossen. Die Rudistenkalke sind Bestandteile einer untermeerischen Schuttstromablagerung („Knödelbrekzie“) innerhalb von Mergeln und mergeligen Kalksteinen, die in tieferem Wasser sedimentiert wurden. Die einzelnen Kalksteinkomponenten mit ihren Rudisten, Korallen, Foraminiferen etc. können bis über 1 Meter groß werden und sind uneinheitlich zusammengesetzt. Sie entstammen unterschiedlichen Ablagerungsmilieus, die aber nebeneinander gelegen haben können. Es lässt sich eine umfangreiche Geschichte ihrer Verfestigung und Verwitterung rekonstruieren, daran anschließend wurden sie in einer Brandungszone aufgearbeitet, die Kalksteinbrocken von Organismen z.T. tief angebohrt und letztendlich, teilweise mit verschiedenen älteren Gesteinen vermennt, als Schuttstrom in den Ablagerungsraum des Mergels transportiert. Dabei wurden in die resultierende „Knödelbrekzie“ auch mehrere Meter große Trümmer des Mergels eingeknetet. Auch die Altersunterschiede ließen sich gut herausarbeiten: Die planktonischen Foraminiferen der umgebenden Mergel zeigen ein obercampanes Alter (etwa 75-71 Ma) an. Strontiumisotopenalter der Rudisten innerhalb der Kalksteinklasten ergeben ein Alter von 80.5-78.5 Ma, das ist unteres Mittel-Campanium. Die Rudistenvergesellschaftung selber spricht für ein ähnliches Alter. Die in den Kalksteinklasten reichlich enthaltenen bodenbewohnenden Foraminiferen haben eine „lange Lebensdauer“, sind aber nicht im Widerspruch mit einem untercampanen bis unter-mittelcampanen Alter. Damit besteht ein Altersunterschied von einigen Millionen Jahren zwischen dem Wachstum der Rudisten in einem karbonatischen Schelfbereich und ihrer letztendlichen Ablagerung als Bestandteil von großen Kalksteinbruchstücken - oder auch als einzelne Rudisten - als Schuttstrom innerhalb der Mergel.

Die Rudistenfauna im Hippuritentrümmerkalk von St. Bartholomä wird der Rudistenfauna in der „Knödelbrekzie“ von Wietersdorf gleichgesetzt; damit kann ein ähnliches Alter angenommen werden (oberstes Santonium bis mittleres Campanium). Nachdem in der Literatur öfter von einer Aufarbeitung des Fossilschuttkalkes die Rede ist und wahrscheinlich Diskrepanzen zwischen dem Alter dieses Kalkes und den umgebenden Mergeln bestehen, könnten ähnliche Prozesse wie in Wietersdorf auch bei der Ablagerung der St. Bartholomä-Formation mit ihrer fossilreichen Kalchberg-Subformation stattgefunden haben.



Stratigraphische Reichweite verschiedener Rudisten-Arten, basierend auf Strontiumisotopendaten. Die grauen Balken zeigen Sedimentationsunterbrechungen und globale Meeresspiegeltiefstände an. Grün und blau unterstrichen sind Arten, die in Wietersdorf und St. Bartholomä vorkommen, die beiden roten Linien grenzen das mögliche Alter der Rudisten von Wietersdorf ein, das gelbe Feld markiert das Sedimentationsalter der Mergel in Wietersdorf. Aus STEUBER (2012), mit eigenen Ergänzungen in Farbe.

Tabelle 1: Die bisher aus der St. Bartholomä-Formation (Kalchberg-Subformation, Bereich Kreuzegg – Kalchberg) in der Literatur genannten und beschriebenen Rudisten, geordnet in chronologischer Reihenfolge ihrer Nennung oder Beschreibung. In der rechten Spalte sind die heute gültigen Bezeichnungen nach diverser Literatur angeführt, gleiche Farben kennzeichnen Spezies mit morphologisch ähnlichen Unterklassen (z.T. nach MORO et al., 2010). Nähere Ausführungen finden sich im Anhang. **Fettgedruckt** sind „gesicherte“ Spezies nach STEUBER (2001).

Version 2, Stand Juli 2017 - Die Bezeichnungen in der rechten Spalte können sich mit weiteren Erkenntnissen z. T. noch ändern!

Gattung	Art	Autor	HILBER 1902	SCHMIDT 1908	KÜHN 1947	KÜHN 1960	KAUM. 1962	GRÄF 1975	STEUBER 2001	STEUBER 2002-IDB	Heute gültige Bezeichnung
Fam. Hippuritidae											
<i>Hippurites</i>	<i>colliciatius</i>	WOODWARD 1855	4	7					X	X	<i>Hippurites colliciatius</i> WOODWARD 1855 (1)
<i>Hippurites</i>	<i>styriacus</i>	HILBER 1902	1								<i>Vaccinites vesiculosus</i> (WOODWARD 1855)
<i>Hippurites</i>	<i>aff. sulcatus</i>	DEFRANCE 1821	N Piber!								<i>Vaccinites aff. sulcatus</i> (DEFRANCE 1821)
<i>Hippurites</i>	<i>giganteus</i>	HOMBRE-FIRMAS 1838		5							<i>Vaccinites giganteus</i> (HOMBRE-FIRMAS 1838) (2, 3)
<i>Hippurites</i>	<i>gosaviensis</i>	DOUVILLE 1890		2							<i>Vaccinites gosaviensis</i> (DOUVILLE 1890) (3)
<i>Hippurites</i>	<i>atheniensis</i>	KTENAS 1907			X	X	X*	X			<i>Vaccinites alpinus</i> (DOUVILLE 1897)
<i>Hippurites</i>	<i>heritschi</i>	PEJOVIC & KÜHN 1960			X	X	7	X			<i>Hippurites nabresinensis</i> FUTTERER 1893
<i>Hippurites</i>	<i>gaudryi</i>	MUNIER-CHALMAS in G. 1867			X	X					<i>Vaccinites alpinus</i> (DOUVILLE 1897)
<i>Hippurites</i>	<i>carinthiacus</i>	REDLICH 1899					7	X			<i>Vaccinites vesiculosus</i> (WOODWARD 1855)
<i>Hippurites</i>	<i>cornuvaccinum</i>	BRONN 1831					1		X	X	<i>Vaccinites adriaticus</i> (SLADIC-TRIFUNOVIC 1969)
<i>Hippurites</i>	<i>cornuv. cornuv.</i>	BRONN 1831						X			<i>Vaccinites adriaticus</i> (SLADIC-TRIFUNOVIC 1969)
<i>Hippurites</i>	<i>cornuv. gaudryi</i>	(M-CH) KÜHN 1948					7	X			<i>Vaccinites alpinus</i> (DOUVILLE 1897)
<i>Hippurites</i>	<i>exaratus</i>	ZITTEL 1865					viele	X			<i>Hippurites colliciatius</i> WOODWARD 1855
<i>Hippurites</i>	<i>oppei santoniensis</i>	KÜHN 1954					3	X		X	<i>Vaccinites vesiculosus</i> (WOODWARD1855) ?
<i>Vaccinites</i>	<i>adriaticus</i>	(SLADIC-TRIFUNOVIC 1969)							X	X	<i>Vaccinites adriaticus</i> (SLADIC-TRIFUNOVIC 1969)
<i>Vaccinites</i>	<i>ultimus</i>	(MILANOVIC 1935)							X	X*	<i>Vaccinites alpinus</i> (DOUVILLE 1897)
<i>Vaccinites</i>	<i>vesiculosus</i>	(WOODWARD 1855)							X	X	<i>Vaccinites vesiculosus</i> (WOODWARD1855)
<i>Hippuritella</i>	<i>nabresinensis</i>	(FUTTERER 1893)							X	X	<i>Hippurites nabresinensis</i> FUTTERER 1893
<i>Hippurites</i>	sp.						1	X		X; N Pibi.	
Fam. Radiolitidae											
<i>Sphaerulites</i>	<i>cf. angeioides</i>	(PICOT de la PEYROUSE 1781)	1								<i>Radiolites cf. angeioides</i> (LAPEIROUSE 1781)
<i>Radiolites</i>	<i>mortoni</i>	(MANTELL 1833)	1								<i>Durania austiniensis</i> (ROEMER 1849)
<i>Radiolites</i>	<i>angeioides</i>	(PICO de la PEYROUSE 1781)		mehrere						X	<i>Radiolites angeioides</i> (LAPEIROUSE 1781)
<i>Radiolites</i>	sp.			1							
<i>Radiolites</i>	<i>cf. angeioides</i>	(LAPEIROUSE 1781)					X	X			<i>Radiolites cf. angeioides</i> (LAPEIROUSE 1781)
<i>Radiolites</i>	<i>styriacus</i>	(Zittel 1865)					1	X		X	<i>Radiolites styriacus</i> (ZITTEL 1865)
<i>Durania</i>	<i>austiniensis</i>	(ROEMER 1849)								X	<i>Durania austiniensis</i> (ROEMER 1849)
<i>Lapeirousia</i>	sp.			1							

X*: Zusätzlich ein Exemplar aus dem Afling-Graben.

(1): Nach KÜHN (1947) sind die Exemplare von SCHMIDT (1908) *H. heritschi*.

(2): Nach KÜHN (1947) sind die Exemplare von SCHMIDT (1908) *H. atheniensis*.

(3): KAUMANN (1962) schreibt dazu: „Aus den zugänglichen Sammlungen lagen mir z. T. besser erhaltene Stücke dieser Art [*Hippurites carinthiacus*] vor mit der Fundortsbezeichnung 'Kalchberg' (als *Hippurites giganteus, gosaviensis, cornuvaccinum*), 'Kainach, Umgebung des Jakelwirt'.“



Hippurites Styriacus HILBER, 1902 von Kalchberg („auf dem Gehweg nach Voitsberg“) bei St. Bartholomä, heute als *Vaccinites vesiculosus* (WOODWARD, 1855) bezeichnet. Durchmesser ca. 70 mm. Aus HILBER (1902).



Querschnitt von *Hippurites Styriacus* HILBER, 1902 von Kalchberg („auf dem Gehweg nach Voitsberg“) bei St. Bartholomä, heute als *Vaccinites vesiculosus* (WOODWARD, 1855) bezeichnet. Dritter Schnitt von oben, Breite ca. 60 mm, wichtige Konturen wurden vom Beschreiber nachgezeichnet. Aus HILBER (1902).

Literatur

Neben diversen wikipedia-Artikeln wurde die folgende Literatur ausgewertet. Bis auf gekennzeichnete Ausnahmen ist sie frei im Internet verfügbar (Stand Juli 2017).

- BODROGI, I., EBNER, F., LOBITZER, H., PAŠAVA, J. & SACHSENHOFER, R.F. (1994): Die Bitumenmergel der Kainacher Gosau (Steiermark, Österreich). Jubiläumsschrift 20 Jahre Geologische Zusammenarbeit Österreich – Ungarn. Teil 2, 127-144.
- CAFFAU, M. & PLENIČAR, M. (1994): Preliminary biometrical analysis on three similar hippuritid species. *Geologija*, 37, 38, 123-140.
- CAFFAU, M. & PLENIČAR, M. (2004): Rudist and foraminifer assemblages in the Santonian-Campanian sequence of Nanos Mountains (Western Slovenia). *Geologija*, 47, 41-54.
- CESTARI, R. (2005): New data on the relationship between shape and palaeoenvironment in Late Cretaceous Rudists from Central Italy: *Radiolites* and *Distefanella* (Radiolitidae). *Bolletino della Società Paleontologica Italiana*, 44, 185-192.
- DONOVAN, S.K. (1992): A Plain Man's Guide to Rudist Bivalves. *Journal of Geological Education*, 40, 313-320.
- EBNER, F. (1983): Erläuterungen zur geologischen Basiskarte 1 : 50.000 der Naturraumpotentialkarte „Mittleres Murtal“. Mitteilungen der Abteilung für Geologie, Paläontologie und Bergbau am Landesmuseum Joanneum, 44.
- EBNER, F. & RANTITSCH, G. (2000): Das Gosaubecken von Kainach – ein Überblick. Mitteilungen der Gesellschaft der Geologie- und Bergbaustudenten Österreichs, 44, 157-172. Nicht online verfügbar.
- GIL, E., MASSE, J.-P. & SKELTON, P.W. (1995): Rudists as gregarious sediment-dwellers, not reef-builders, on Cretaceous carbonate platforms. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 118, 245-267
- GRÄF, W. (1975): Ablagerungen der Gosau von Kainach. In: Flügel, H.W. (1975): Die Geologie des Grazer Berglandes. Mitteilungen der Abteilung für Geologie, Paläontologie und Bergbau am Landesmuseum Joanneum, SH1, 83-1002.
- GRÄF, W., EBNER, F. & FLADERER, F. (1980): Faziesindikatoren in der basalen Gosau von Kainach. *Annalen des Naturhistorischen Museums Wien*, 83, 91-104.
- HIDEN, H. & KLIMSTEIN, E. (2010): Die Zementmergelbrüche bei St. Bartholomä in der Weststeiermark: Geologie, Paläontologie und Mineralogie. *Der Steirische Mineralog*, 24, 20-23. Nicht online verfügbar.
- HILBER, V. (1902): Fossilien der Kainacher Gosau. *Jahrbuch der k.k. geologischen Reichsanstalt*, 52, 277-284.
- HUBMANN, B. & GROSS, M. (2015): The vicinity of Graz: Upper Silurian to upper Carboniferous of the Graz Palaeozoic, upper Cretaceous of the Kainach Gosau and middle Miocene of Gratkorn. *Berichte der Geologischen Bundesanstalt*, 111, 41-74.
- JABLONSKI, D. (1996): The rudists re-examined. *Nature*, 383, 669-670.
- JOHNSON, C.C. (2002): The Rise and Fall of Rudist Reefs. *American Scientist*, 90, 148-153.
- KAUMANN, M. (1962): Zur Stratigraphie und Tektonik der Gosauschichten. II. Die Gosauschichten des Kainachbeckens. *Sitzungsberichte der Akademie der Wissenschaften. Mathematisch-naturwissenschaftliche Klasse*, 171, 289-314.
- KOLLMANN, H.A., LUPU, D. & VELITZELOS, E. (1985): Rudisten aus der oberen Kreide von Agios Christophoros, südlich Ptolemais (Mazedonien, Griechenland). *Annalen des Naturhistorischen Museums Wien*, 87, 121-134.
- KÜHN, O. (1947): Zur Stratigraphie und Tektonik der Gosauschichten. II. Die Gosauschichten des Kainachbeckens. *Sitzungsberichte der Österreichischen Akademie der Wissenschaften, mathematisch-naturwissenschaftliche Klasse I*, 156, 181-200.
- KÜHN, O. (1960): Die Rudistenfauna von Wietersdorf in Kärnten. *Carinthia II*, 150, 47-50.
- LAVIANO, A. & GALLO MARESCA, M. (1992): Palaeontological characters of the species *Vaccinites vesiculosus* (Woodward). *Geologica Romana*, 28, 49-59.
- LEHMANN, U. & HILLMER, G. (1988): *Wirbellose Tiere der Vorzeit*. 2. Auflage, Ferdinand Enke Verlag Stuttgart, 279 Seiten.
- MITCHELL, S.F. (2003): Morphology, Microstructure and Stratigraphy of Some Late Cretaceous Radiolitid Rudists from Jamaica. *Geologia Croatica*, 56/2, 149-171.

- MORO, A. (1997): Stratigraphy and paleoenvironments of rudist biostromes in the Upper Cretaceous (Turonian – upper Santonian) limestones of southern Istria, Croatia. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 131, 113-131.
- MORO, A., ČOSOVIĆ, V. (2004): A Proposal for Taxonomic Re-Evaluation of *Vaccinites* Species from the Santonian Limestones of Southern Istria (Croatia). *Geologia Croatica*, 57, 139-147.
- MORO, A., ČOSOVIĆ, V., BENIĆ, J. & DOKMANOVIĆ, J. (2010): Taxonomy of Rudists from the Campanian Transgressive Sediments of Brašljeвица, Donje Orešje and Sv. Martin, Northern Croatia. *Turkish Journal of Earth Sciences*, 19, 613-633.
- MORO, M., HORVAT, A., TOMIĆ, V., SREMAC, J. & BERMANEC, V. (2016): Facies development and paleoecology of rudists and corals: an example of Campanian transgressive sediments from northern Croatia, northeastern Slovenia, and northwestern Bosnia. *Facies*, 62: 19.
- MUNUJOS, H., PONS, J.M. & VICENS, E. (2016): The rudist bivalve *Pironaea milovanovici* Kühn, 1935, a multiple-fold Hippuritidae, from south-eastern Spain. Taxonomic implications. Pore and canal system constructional morphology. *Cretaceous Research*, 63, 122-141.
- ÖBERHAUSER, R. (1959): Bericht über mikropaläontologische Untersuchungen an Proben aus dem Bereich der Rudistenriffe der Kainach-Gosau. *Verhandlungen der geologischen Bundesanstalt*, A121.
- ÖBERHAUSER, R. (1968): Beiträge zur Kenntnis der Tektonik und der Paläogeographie während der Oberkreide und dem Paläogen im Ostalpenraum. *Jahrbuch der geologischen Bundesanstalt*, 111, 115-145.
- ÖZER, S. & SĂSĂRAN, L. (2015): Revision of the rudist genus *Orestella* Lupu, 1982 (Bivalvia, Order Hippuritida) from the Upper Cretaceous of Romania. *Cretaceous Research*, 52, 73-82.
- PILLER, W.E., EGGER, H., ERHARD, C.W., GROSS, M., HARZHAUSER, M., HUBMANN, M., VAN HUSEN, D., KRENMAYR, H.-G., LEIN, R., LUKENEDER, A., MANDL, G.W., RÖGL, F., ROETZL, R., RUPP, C., SCHNABEL, W., SCHÖNLAUB, H.P., SUMMESBERG, H., WAGREICH, M. & WESSELY, G. (2004): Die stratigraphische Tabelle von Österreich. Kommission für die paläontologische und geologische Erforschung Österreichs der Österreichischen Akademie der Wissenschaften und Österreichische Stratigraphische Kommission.
- PONS, J.M., VICENS, E. & SCHMIDT-EFFING, R. (2016): Campanian rudists (Hippuritida, Bivalvia) from Costa Rica (Central America). *Journal of Paleontology*, 1-28.
- Provisorische Geologische Karte der Republik Österreich (Geofast), 1:50.000, 163 – Voitsberg, Stand 1999, Geologische Bundesanstalt.
- REDLICH, K.A. (1899): Die Geologie des Görtschitz- und Gurkthales. *Jahrbuch der k.k. geologischen Reichsanstalt*, 49, 663-678.
- ROLLE, F. (1856): Geologische Untersuchungen in dem Theile Steiermarks zwischen Graz, Obdach, Hohenmauthen und Marburg. *Jahrbuch der k.k. geologischen Reichsanstalt*, 7, 219-249.
- RUSSEGER, B., RANTITSCH, G. & EBNER, F. (1998): Fazies und Geochemie der Bitumenmergel der Kainacher Gosau (St. Pankrazen Formation, Oberkreide, Österreich). *Mitteilungen der Österreichischen Geologischen Gesellschaft*, 89, 213-231.
- SANDERS, D. (1998): Upper Cretaceous 'Rudist Formations'. *Geologisch-Paläontologische Mitteilungen Innsbruck*, 23, 37-59.
- SANDERS, D., PONS, J.M. & CAUS, E. (2004): Shallow-water limestone clasts in a Campanian deep-water debrite (Krappfeld, Central Alps, Austria): implications for carbonate platform history. *Annalen des Naturhistorischen Museums Wien*, 106A, 139-165.
- SANDERS, D. & PONS, J.M. (1999): Rudist formations in mixed siliciclastic-carbonate depositional environments, Upper Cretaceous, Austria: stratigraphy, sedimentology, and models of development. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 148, 249-284.
- SANDERS, D., PONS, J.M. & CAUS, E. (2004): Shallow-water limestone clasts in a Campanian deep-water debrite (Krappfeld, Central Alps, Austria): implications for carbonate platform history. *Annalen des Naturhistorischen Museums Wien*, 106A, 139-165.
- SĂSĂRAN, L., SĂSĂRAN, E. & BUCUR, I.I. (2004): Upper cretaceous rudist-bearing deposits from the eastern border of the Gilău Mountains (Corni section, Hășdate): Palaeoecological remarks. *Studia Universitatis Babeș-Bolyai, Geologia*, XLIX, 2, 63-76.
- SĂSĂRAN, L., SĂSĂRAN, E. & BUCUR, I.I. (2010): Paleoenvironmental setting of rudists in the upper Cretaceous (Santonian-Campanian) deposits from Valea Neagră de Criș (Borod basin)-northern Apuseni mts, Romania. *Scientific Annals, School of Geology, Aristotle University of Thessaloniki, Proceedings of the XIX CBGA Congress, Thessaloniki, Greece, Special Volume 99*, 101-108.

- SCHMIDT, W. (1908): Die Kreidebildungen der Kainach. Jahrbuch der k.k. geologischen Reichsanstalt, 58, 223-246.
- SCHUMANN, D. (2010): The Morphology and Function of the Upper Valve of *Vaccinites Vesiculosus* (Woodward). Turkish Journal of Earth Sciences, 19, 791-798.
- SIEGEL-FARKAS, A., EBNER, F. & LOBITZER, H. (1994): Vorläufiger Bericht über palynologische Studien in der Kainacher Gosau (Steiermark). Jubiläumsschrift 20 Jahre Geologische Zusammenarbeit Österreich – Ungarn. Teil 2, 123-126.
- SIMONE, L., CARANNANTE, G., RUBERTI, T., SIRNA, M., SIRNA, G., LAVIANA, A. & TROPEANO, M. (2003): Development of rudist lithosomes in the Coniacian – Lower Campanian carbonate shelves of central-southern Italy: high-energy vs low-energy settings. Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology, 200, 5-29.
- SKELTON, P.W. (2003): Rudist evolution and extinction – a North African perspective. In: GILL, E. et al. (2003): North African Cretaceous Carbonate Platform Systems, 215-227.
- SKELTON, P.W. (2013): Rudist classification for the revised *Bivalvia* volume of the 'Treatise on Invertebrate Paleontology'. Caribbean Journal of Earth Science, 45, 9-33.
- STEUER, T. (1999): Cretaceous Rudists of Boeotia, central Greece. Special Papers in Palaeontology, 61, 229 Seiten.
- STEUER, T. (2001): Strontium isotope stratigraphy of Turonian–Campanian Gosau-type rudist formations in the Northern Calcareous and Central Alps (Austria and Germany). Cretaceous Research, 22, 429-441. Nicht frei verfügbar.
- STEUER, T. (2002-IDB): Internetdatenbank „A palaeontological database of RUDIST BIVALVES“ unter: <http://www.paleotax.de/rudists/intro.htm>.
- STEUER, T. (2003): Strontium isotope stratigraphy of Cretaceous hippuritid rudist bivalves: rates of morphological change and heterochronic evolution. Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology, 200, 221-243.
- STEUER, T. (2004): Turonian-Campanian Plagioptychidae (Mollusca: Hippuritoidea) of Gosau-type rudist formations of the Alps (Austria). Annalen des Naturhistorischen Museums Wien, 106A, 103-121.
- STEUER, T. & SCHLÜTER, M. (2012): Strontium-isotope stratigraphy of Upper Cretaceous rudist bivalves: Biozones, evolutionary patterns and sea-level change calibrated to numerical ages. Earth-Science Reviews, 114, 42-60. Nicht frei verfügbar.
- VICENS, E. (1992): Intraspecific variability in Hippuritidae in the southern Pyrenees, Spain: Taxonomic implications. Geologica Romana, 28, 119-161.
- WAAGEN, L. (1937): Paläozoikum, Kreide und Tertiär im Bereich des Kartenblattes Köflach und Voitsberg. Jahrbuch der geologischen Bundesanstalt, 87, 311-329.
- WAGREICH, M. (2003): Die Entwicklung des Gosaubeckens während der Kreidezeit. In: WEIDINGER, J.T., LOBITZER, H. & SPITZBART, I. (2003): Beiträge zur Geologie des Salzkammerguts. Gmundner Geo-Studien 2, 21-28.
- ZAPFE, H. (1937): Paläobiologische Untersuchungen an Hippuritenvorkommen der nordalpinen Gosauschichten. Verhandlungen der zoologisch-botanischen Gesellschaft, 86/87, 73-124.
- ZAPFE, H. (1969): Das Meer der alpinen Gosauformation. Veröffentlichungen aus dem Naturhistorischen Museum, Neue Folge Nr. 5, Schätze im Boden. Bilder aus Österreichs geologischer Vergangenheit. 2. erweiterte Auflage, 125-131.
- ZITTEL, K.A. (1865): Die Bivalven der Gosaugebilde in den nordöstlichen Alpen. Ein Beitrag zur Charakteristik der Kreideformation Österreich. Denkschrift der kaiserlichen Akademie der Wissenschaften, Mathematisch-Naturwissenschaftliche Klasse, 2. Abteilung, 25, 77-198.

Anhang

Bemerkung zum Höhenwachstum von Riffen

Zum deutlichen Höhenwachstum von Riffen ist ein kontinuierlicher Meeresspiegelanstieg nötig, denn über die Meeresoberfläche hinaus haben Korallen keinen Grund zu wachsen. Gerade das Pleistozän mit seinen mehrmaligen Klimaschwankungen und daraus resultierenden bis 100 m betragenden Meeresspiegelschwankungen innerhalb weniger 1000 Jahre und das darauf folgende Holozän bieten optimale Voraussetzungen für hohe Riffbauten. Während der Oberkreide, in einer Zeit maximalen Meeresspiegels, war in dieser Hinsicht global gesehen relativ wenig Spielraum. Lokal konnte die Situation – vor allem bedingt durch tektonische Vorgänge – natürlich auch anders aussehen.

Die Rudisten und sonstige Fossilien, die Gesteine und das Alter der St. Bartholomä-Formation – Eine Literaturzusammenstellung in chronologischer Reihenfolge mit Textauszügen

Die erste Nennung von Rudisten aus der Umgebung von St. Bartholomä erfolgte von ROLLE (1856): „...noch zwei neue im Anfang Mai 1855 gemachten Funde ... und der von Rudisten in grosser Menge der Exemplare am Kreuzeck bei St. Bartholomä.“

Eine erste nähere Bearbeitung der Fossilien aus der Kainacher Gosau lieferte HILBER (1902). Er unterscheidet 4 Arten von Rudisten, inkl. der von ihm beschriebenen neuen Art *Hippurites Styriacus*, die ihm in einer Unterklappe von „Kalchberg (‘auf dem Gehweg nach Voitsberg’)“ vorlag; die restlichen Arten stammen von „Kreuzeck bei St. Bartholomä“. Er verwendete hauptsächlich das von Rolle aufgesammelte Material (Tabelle 1).

Weiters beschreibt er *Hippurites aff. sulcatus* DEFRANCE, 1821 von „Piber N (eine Viertelstunde von Piber)“; dieses Stück stammt aus der Aufsammlung Rumpf.

SCHMIDT (1908) beschäftigte sich als erster umfassend mit der Geologie der Kainacher Gosau (Schichtfolge, Tektonik, Paläontologie). An Gesteinen nennt er für den Raum St. Bartholomä Mergel, Hippuritenkalk und Kalksandstein, weiters „harte, rote Sandsteine“ und „dünne Lagen von echtem graubraunem Flysch“.

Er beschreibt drei Hippuritenbänke und stellt sie in zwei Profilen dar: Eines seiner Profile liegt westlich von Kalchberg, eines östlich von St. Bartholomä in Richtung Liebochbach. Bemerkenswerterweise setzt die erste Hippuritenbank von unten sowohl westlich von Kalchberg als auch östlich von St. Bartholomä direkt auf „Flysch“, also der Afling-Formation, auf.

Weiters schreibt er:

„Es ist aber das Auftreten von Hippuriten keineswegs auf diese [drei] Horizonte beschränkt, es dürften im Gegenteil im Kreuzeck immer lokale Riffe bestanden haben, die nur wegen Mangel an Aufschluß unbekannt bleiben. Darauf deutet schon das Auftreten einer Breccie von Kalktrümmern hin, die sich als Splitter von Rudisten erweisen. Nach der Seite geht diese Breccie in die erwähnten Kalksandsteine über.“

Sowie:

„Im Kreuzeck aber behielt das Meer immer seinen für Hippuriten vorteilhaften Charakter, diese konnten sich ohne Unterbrechung entwickeln.“

Seine Fossilliste umfasst mindestens 6 Arten von Rudisten (Tabelle 1).

An sonstigen Fossilien beschreibt er die Koralle *Astrocoenia Orbignyana* MILNE EDWARDS & HAIME: „Ein halbkugeliger Knollen von 5 cm Durchmesser aus der oberen Hippuritenbank von Kalchberg“.

Weiters die Muschel *Inoceramus cripsii* MANTELL:

„Diese Spezies ist ziemlich häufig in den sandigen Zwischenlagern der Zementmergel von Bartholomä. Sie findet sich dort in großen flachen Exemplaren.“

Stratigraphisch stuft er seine Rudisten-Vergesellschaftung vorsichtig ins Santonium bis Campanium ein.

WAAGEN (1937) nennt an Gesteinen von St. Bartholomä

„in mehrfachem Wechsel Zementmergel, Hippuritenkalke und Kalksandsteine“.

KÜHN (1947) nennt zwei Hippuriten aus dem „Kainachbecken“ und korrigiert dabei Bestimmungen von SCHMIDT (1908):

Hippurites giganteus HOMBRE-FIRMAS, 1838a = *Hippurites atheniensis* KTENAS, 1907

sowie

Hippurites colliciatus WOODWARD, 1855 = *Hippurites heritschi* nov. spec.

KÜHN (1960) erwähnt in dieser Arbeit „in der Kainach“ 3 Arten von Rudisten:

Hippurites atheniensis KTENAS, 1907

Hippurites gaudryi MUNIER-CHALMAS in GAUDRY, 1867

Hippurites heritschi PEJOVIC & KÜHN, 1960

KAUMANN (1962) nennt an Gesteinen von einem Profil südöstlich von St. Bartholomä Mergel (blaugrau) und Sandstein (hellrot) in dünnen Bänken, darüber blaugrauen, dickbankigen Mergel. Er beschreibt drei Vorkommen von Rudisten:

1) Einen Hippuritenhorizont SE von St. Bartholomä, „unmittelbar unterhalb eines Weges“. Er entspricht wahrscheinlich dem 2. Hippuritenhorizont im Profil I von SCHMIDT (1908). Die Situation beschreibt er folgendermaßen:

„Zunächst fand ich über Alluvionen Mergel und vereinzelt Sandsteinlagen. Etwa in halber Höhe des Rückens gibt SCHMIDT unmittelbar unterhalb eines Weges ein Hippuriten-Riff an. Dieser Hippuriten-Horizont ist keineswegs ein Riff, sondern eine Schalenbreccie, die lumachellenartig eingeschaltet ist. Sie enthält Schalenbruchstücke, Teile von Rudisten, mehr oder weniger gut erhaltene Rudisten, übereinander, nebeneinander, ohne Ordnung willkürlich gemengt und verkittet. Rechts und links daneben wieder gelblichockerfarbene angewitterte Mergel mit Globotruncanen. Darüber folgt bis zu einem Steinbruch eine Wechsellagerung von Mergeln und Sandsteinen.“

2) „An der Straße von St. Bartholomä nach Stallhofen befindet sich ein zweites Hippuriten-Vorkommen. Auch hier ist die Hippuritenvergesellschaftung in die Mergel eingebettet.“

Diese Stelle könnte identisch mit dem „Steinbruch an der Straße von Bartholomä nach Stallhofen“ bei SCHMIDT (1908) sein, bei welchem sein Profil II beginnt.

3) „Beim Haus des Bauern Klöckl fand ich Hippuriten, die vom Besitzer des Hofes angeschüttet und zum Kauf angeboten wurden. Durch diese Anschüttung von Hippuriten dürfte das Vorkommen eines Riffes auf der Höhe des Kalchberges vorgetäuscht gewesen sein und sich in die Literatur eingeschlichen haben.“ Möglicherweise entstammen diese Rudisten dem 2. Hippuritenhorizont „auf der Höhe von Kalchberg“ im Profil II von SCHMIDT (1908).

Generell schreibt er zum Auftreten der Rudisten:

„Die Rudisten bilden aber kein Riff, obwohl es Riffrudisten sind, sondern liegen aufgearbeitet auf sekundärer Lagerstätte und sind vom globotruncanenführenden Campan ummantelt.“

Taxonomisch bearbeitet wurden Rudisten aus den Vorkommen 2 und 3 neben Exemplaren aus der Sammlung des Joanneums. Er unterscheidet mindestens 9 Rudisten-Arten und erkennt, dass *Hippurites styriacus* HILBER, 1902 identisch mit *Hippurites carinthiacus* REDLICH, 1899 ist. Weiters schreibt er in Bezug auf *Hippurites. carinthiacus*:

„Aus den zugänglichen Sammlungen lagen mir z. T. besser erhaltene Stücke dieser Art vor mit der Fundortsbezeichnung ‚Kalchberg‘ (als *Hippurites giganteus, gosaviensis, cornuvaccinum*), ‚Kainach, Umgebung des Jakelwirt‘.“

Weiters benannte er die von HILBER (1902) und SCHMIDT (1908) als *Hippurites colliciatus* WOODWARD, 1855 bestimmten Stücke als *Hippurites exaratus* ZITTEL, 1865.

An weiteren Fossilien beschreibt er aus dem Mergel die Muscheln *Inoceramus balticus* BÖHM und *Inoceramus regularis* d'ORBIGNY.

Stratigraphisch ordnet er seine Hippuritenvergesellschaftung dem Unter-Santonium zu. Dies widerspricht jedoch der Foraminiferenfauna (*Globotruncana*), die in der gesamten St. Bartholomä-Formation ähnlich ist und für oberes Campanium spricht. Er findet folgende Lösung:

„Ein Rudistenriff aus dem Unter-Santon wird im Ober-Santon und wahrscheinlich auch noch im Unter-Campan aufgearbeitet. Im Ober-Campan bestimmt – vielleicht schon eher –, erfolgt eine neuerliche Transgression, deren Sedimente mit den Globotruncanen das zerstörte ältere Riff ummanteln.“

GRÄF (1975) schreibt über die „Zementmergel-Folge von St. Bartholomä“:

„Im Südosten wird die Hauptbecken-Folge von einer etwa 250 m mächtigen Serie gut gebankter, heller, grauer oder gelblicher Mergel („Zementmergel“) und bräunlicher Kalkarenite überlagert. Untergeordnet treten Kalkbreccien, dünne Sandstein-Schieferlagen und Einschaltungen von Hippuritentrümmern vor.“

auf.“ Er übernimmt die Rudisten-Liste von KAUMANN (1962). An weiteren Makrofossilien nennt er die Korallen *Astrocoenia orbignyana* MILNE EDWARDS & HAIME. und *Leptoria konicki* REUSS sowie die Muscheln *Inoceramus balticus* BÖHM, *Inoceramus regularis* d'ORBIGNY und *Cheminitzia*(?) sp.

Zur stratigraphischen Einstufung führt er aus:

„Dieser Ansicht [von Kaumanns (1962)] schloß sich J. E. van HINTE 1965 : 88 insofern an, als er in der Mikrofauna eine synsedimentäre *Globo-truncanen*-Mergel-Fauna einerseits und eine durch Trübeströme umgelagerte, heute auf sekundärer Fundstätte liegende ältere *Cuneolina-Pseudosiderolites*-Kalk-Fauna andererseits unterschied. Heute scheint hier eine Klärung dahingehend einzutreten, daß die früher für Unter-Santon angesehenen, *Cuneolinen*-führenden Rudistenriffe aufgrund neuer mikropaläontologischer Untersuchungen als Campan gelten müssen.“

EBNER (1983) schreibt über die St. Bartholomä-Formation:

„Zementmergel-Folge (Obercampan - Maastricht)

In der Umgebung von St. Bartholomä wird die Hauptbeckenfolge von der Zementmergel-Folge überlagert. Diese ca. 250m mächtige Folge baut sich überwiegend aus hellgrau- bis gelblichgrauen Mergeln ("Zementmergel") mit Zwischenlagerung von Sandsteinen und Schiefen auf. Untergeordnet eingeschaltet finden sich als Reste aufgearbeitete Rudistenriffe (Hippuriten-Trümmerkalke), deren Vorkommen nur lokal beschränkt ist und oft nur Kubikmetergröße besitzt.“

EBNER und RANTITSCH (2000) beschreiben die Gesteinseinheiten der Kainacher Gosau neu. Die St. Bartholomä-Formation definieren sie folgendermaßen:

„Graue bis gelbliche ca. 250 m mächtige Mergel (Zementmergel) mit m-mächtigen Einlagerungen von Kalkareniten, Kalkbrekzien und Hippuritentrummerkalke. Typisch für die Mergel sind u.a. Wühl- Grab- und Kriechspuren. Die Hippuritentrummerkalke werden als Kalchberg-SbFm. abgetrennt. Die St. Bartholomä-Formation überlagert im SE (Nebenbecken) die Afling-Fm. Möglicherweise bestehen auch fazielle Verzahnungen.“

Aus einer Baugrube „(1,9 km SW der Kirche von St. Bartholomä)“ nennen sie

„...innerhalb der hellen Zementmergel eine m-mächtige Rudistenschuttalklage und Einschaltungen dunkler, kohlig, toniger Sedimente.“

An Hand der Zusammenstellung aller Mikrofossilfunde (Pollen, Nanoplankton, Foraminiferen) kommen sie zum Schluss, dass die St. Bartholomä-Formation fragliches oberes Santonium bis Maastrichtium umfasst.

Sie beschreiben auch einen Aufschluss der Kalchberg-Subformation als Exkursionpunkt:

„5.7. Haltepunkt 7: W. St. Bartholomä; St. Bartholomä-Formation (Kalchberg-SbFm.)

(alte Steinentnahmestellen an den Straßenkehren der Straße von St. Bartholomä nach Stallhofen, RW 667550, HW 214790 in der ÖK 50; Abb. 4)

In alten Steinentnahmestellen sind bankige bis dickbankige gelbbraune Kalke aufgeschlossen. Das Gestein besteht aus Biogenschutt (meist Hippuriten und Korallen) in einer dichten Grundmasse, zeigt Andeutung von Gradierungen und mitunter eine Einregelung der Komponenten parallel zu ihrer Längsachse. Mitunter finden sich als Komponenten auch gerundete paläozoische Schiefer. Kompakte Kalkbänke aus diesem Steinbruch fanden als Baustein (z.B. Pfeiler der neuen Kirche von St. Bartholomä) Verwendung. Im Hangenden des Steinbruchs ist in der Böschung der Straßenkehre grober Fossiltschutt (meist Hippuritenbruchstücke) aufgeschlossen.“

STEBER (2001) datierte mittels Strontiumisotopen u.a. Rudisten aus der Wietersdorfer Gosau in Kärnten.

Er erhält ein Alter von 79-81 Ma (unteres Mittel-Campanium) und bezieht in die Diskussion die Vorkommen von St. Bartholomä mit ein. Für letzteres Vorkommen gibt er nach der Arbeit von KAUMANN (1962) (und Stücken im NHM Wien?) folgende Arten von Rudisten an:

Vaccinites ultimus (MILOVANOVIC, 1935) = ehem. versch. Sp. der Gruppe um *Hippurites cornuvaccinum*;

Vaccinites vesiculosus (WOODWARD, 1855) = *Hippurites carinthiacus* REDLICH, 1899;

Hippuritella nabresinensis FUTTERER, 1893 = *Hippurites herititschi* PEJOVIC & KÜHN, 1960;

*Hippurites colliciatu*s WOODWARD, 1855 = *Hippurites exaratus* ZITTEL, 1865.

SANDERS et al. (2004) beschreiben detailliert das Auftreten der Rudisten-führenden „Knödelbrekzie“ in der Wietersdorfer-Krappfelder Gosau. Sie erwähnen aus der Kainacher Gosau in-situ Seichtwasser-Kalksteine in geringer Verbreitung, ohne darauf näher einzugehen oder eine Quelle zu zitieren.

HIDEN & KLIMSTEIN (2010) beschäftigten sich als letzte detaillierter mit dem Gebiet um St. Bartholomä. Sie stellten in den alten Abbauen auf Zementmergel ein System von Nord-Süd streichenden, steil nach Osten einfallenden Abschiebungen fest. Als Konsequenz daraus folgern sie, dass das mehrmalige Auftreten „einer geringmächtigen Brekzien-Bank mit aufgearbeiteten Hippuriten-Fragmenten (‘Hippuriten-Trümmerkalk’)“ tektonisch bedingt ist und sie im Normalprofil nur einmal auftritt. Weiters enthält die Brekzie neben Kalksteinklasten mit Hippuriten-Resten auch Bruchstücke der unterlagernden Gesteine (dunkle Schiefer und Sandsteine der Afling-Formation) und liegt diskordant auf den unterlagernden Gesteinen auf. Mit anderen Worten, ein verfestigter Kalkstein mit Hippuriten-Bruchstücken wurde wiederaufgearbeitete und zusammen mit anderen Gesteinen als Brekzie wieder abgelagert. Sie geben die Makrofossil-Liste von GRÄF (1975) wieder.

HUBMANN & GROSS (2015) geben in einem Exkursionsführer den aktuellsten Überblick über die Kainacher Gosau inkl. St. Bartholomä-Formation. Sie schreiben:

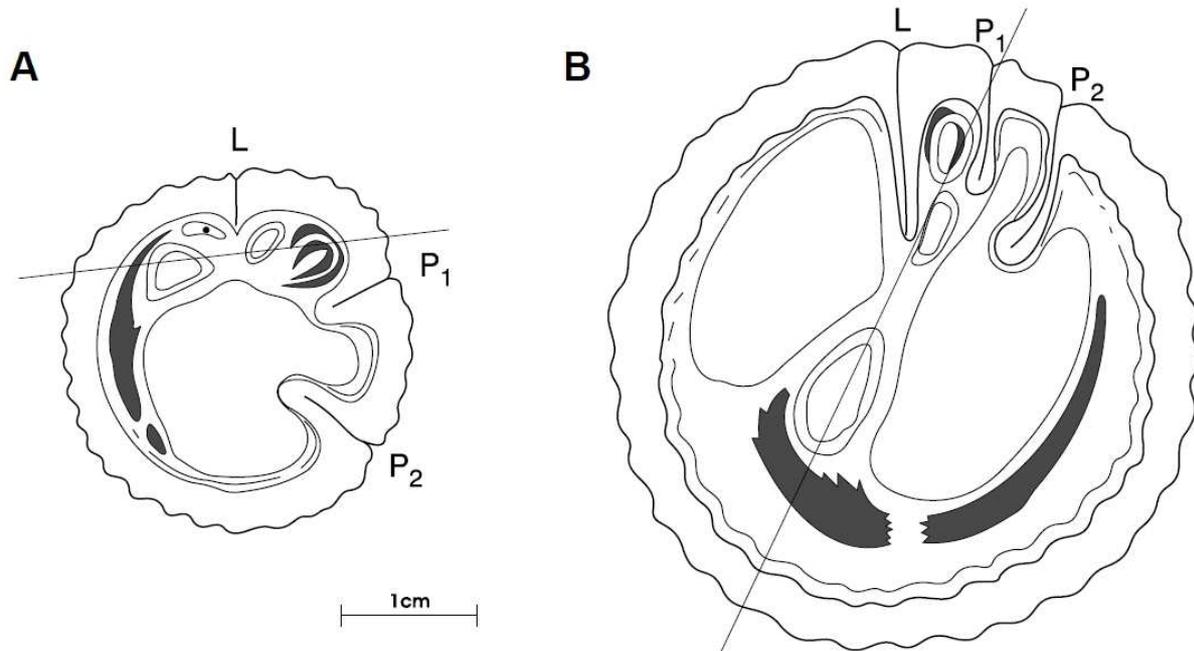
„St. Bartholomä Fm. (EBNER & RANTITSCH, 2000): In an ‘adjacent basin’ around the village St. Bartholomä the Afling Fm. is overlain by approximately 250 m thick grey to yellow marls. Sometimes these ‘hydraulic marls’ (“Zementmergel”) contain in some layers clasts of rudist bivalves. Microfossils point to a late Santonian to early Campanian age (BODROGI et al., 1994).“

Bemerkungen zur Liste der Rudisten von St. Bartholomä in der Weststeiermark (Tabelle 1)

Familie Hippuritidae

STEUBER (1999), SKELTON (2013): Zwei oder mehr Pfeiler sind für diese Familie charakteristisch.

Die in St. Bartholomä vorkommenden Gattungen *Hippurites/Hippuritella* und *Vaccinites* unterscheiden sich durch die Anordnung ihrer Zähne und Schließmuskeln.



Unterschied zwischen den Gattungen (A) *Hippurites* und (B) *Vaccinites*. Aus MORO & ČOSOVIĆ (2004).

Gattung *Hippurites* (und *Hippuritella*)

Anzahl der Arten und Unterarten in der Datenbank von Steuber: 121 (Stand 2002).

Gruppe blau

Merkmal der Gruppe: L fast nicht vorhanden.

Hippurites colliciatus WOODWARD, 1855

Die Exemplare von SCHMIDT (1908) aus St. Bartholomä werden von KÜHN (1947) der Art *Hippurites heritschi* nov. spec. zugeordnet.

Hippurites exaratus ZITTEL, 1865

ZITTEL (1865) unterschied diese Art auf Grund ihrer stets zylindrischen Form vom kegelförmigen *H. colliciatus*. Die Auffassung, ob es eine eigene Spezies oder ein Synonym von *H. colliciatus* ist, ist unterschiedlich (HILBER 1902, KÜHN, 1947, KAUMANN 1962). STEUBER (1999) ordnet die Abbildung von *H. exaratus* von St. Bartholomä in KAUMANN (1962) der Spezies *H. colliciatus* zu.

Hippurites heritschi PEJOVIC & KÜHN, 1960 ist ein Synonym von *Hippuritella nabresinensis* FUTTERER, 1893 nach CAFFAU & PLENIČAR (1994) und STEUBER (2001, 2003). Nach STEUBER & SCHLÜTER (2012) ist der Status letzterer Spezies ungeklärt und eine Zuordnung auch zur Gattung *Hippurites* möglich.

Gattung *Vaccinites*

Anzahl der Arten und Unterarten in der Datenbank von Steuber: 128 (Stand 2002).

Gruppe grau

Merkmal: L dreieckig mit deutlichem Ligament (L immer abgeschnitten, am Ende tlw. einspringender Winkel).

Hippurites sulcatus DEFRANCE, 1821 =
Vaccinites sulcatus (DEFRANCE, 1821)

Achtung! Bisher nur aus einem Fund nördlich von Piber beschrieben (HILBER, 1902), aus der St. Bartholomä-Formation nicht bekannt.

Die folgenden drei Gruppen beziehen sich auf die Arbeit von MORO et al. (2010) und sind durch die unterschiedlich Verteilung und Form der Pfeiler in der Unterklappe charakterisiert.

Gruppe gelb („*V. cornuvaccinum*“)

Merkmale der Gruppe nach MORO et al. (2010):

L, P1, P2 sind mehr oder weniger parallel zueinander und in nicht allzu großem Abstand voneinander; P1 ist kurz und dick.

Hippurites atheniensis K TENAS, 1907 ist ein Synonym von
Vaccinites chaperi (DOUVILLÉ, 1897) nach STEUBER (1999).

Hippurites cornuvaccinum (BRONN, 1831) =
Vaccinites cornuvaccinum (BRONN, 1831)

STEUBER (1999, 2003) und STEUBER & SCHLÜTER (2012): *V. chaperi* entwickelte sich im Oberconiac aus *V. cornuvaccinum*, wobei der Unterschied im verlorengegangenen Ligament liegt. Der L-Pfeiler ist bei *V. cornuvaccinum* gerade („abgeschnitten“), bei *V. chaperi* abgerundet. Beide können auch gemeinsam auftreten.

Die Nennung von *V. cornuvaccinum* in STEUBER (2002-IDB) von Kalchberg ist zu hinterfragen, als dass nach diesem Autor diese Art nur im Coniacium vorkommt, die Rudisten von St. Bartholomä aber campanes Alter haben (STEUBER, 2001, 2003). Siehe auch *V. adriaticus*.

Hippurites gaudry MUNIER-CHALMAS in GAUDRY, 1867

STEUBER (1999) (freie Übersetzung): Diese Art wurde von KÜHN (1948) als Varietät von *H. cornuvaccinum* aufgefasst, von POLSAK (1959) als dessen Unterart *Hippurites cornuvaccinum gaudry* (MUNIER-CHALMAS in GAUDRY 1867) KÜHN 1948. HÖFLING (1985) erkannte die Identität von *H. gaudry* mit *H. cornuvaccinum*, womit die oben genannte Unterart hinfällig wurde.

Vaccinites adriaticus (SLADIC-TRIFUNOVIC, 1969)

STEUBER (2002-IDB) betrachtet die Art *H. cornuvaccinum* in KAUMANN (1962, Abb. 3) als *V. adriaticus*. Dennoch scheint in der IDB von STEUBER von Kalchberg auch *V. cornuvaccinum* auf, obwohl KAUMANN nur ein einziges Exemplar nennt („Ein Exemplar konnte ich beim Bauer Klöckl aufsammeln.“) und abbildet, welches *V. adriaticus* zugeordnet wird. Siehe auch *V. cornuvaccinum*.

Vaccinites ultimus (MILANOVIC, 1935) ist ein Synonym von
Vaccinites alpinus (DOUVILLÉ, 1897) nach STEUBER (2003).

STEUBER (2001) schreibt:

„This species [*V. ultimus*] was also figured by KAUMANN (1962) from Kainach (Styria) and erroneously assigned to various species of the group of *V. cornuvaccinum*.“

STEUBER (2002-IDB) ordnet *H. atheniensis* und *H. cornuvaccinum gaudry* in KAUMANN (1962) der Art *V. ultimus* zu. Damit werden sowohl Exemplare mit abgeschnittenem L-Pfeiler als auch Exemplare mit gerundetem L derselben Art zugeordnet (vgl. oben). Der Unterschied zur Gruppe *V. cornuvaccinum* – *V. chaperi* besteht in der anderen Deckelklappe (STEUBER, 1999, 2003), damit gehören sie verschiedenen Entwicklungsreihen an. Die Deckelklappe ist aber bei keinem Exemplar von KAUMANN vorhanden ist. Die gegenüber *V. cornuvaccinum* viel stärker ausgeprägten und spitzeren Rippen scheinen aber auch charakteristisch zu sein (STEUBER & SCHLÜTER, 2012). Weiters führen sie aus:

„Both *V. alpinus* [mittleres Santonium bis oberes Campanium] and *V. archiaci* are much younger and their ranges do not overlap with the range of *V. cornuvaccinum* [Coniacium].“

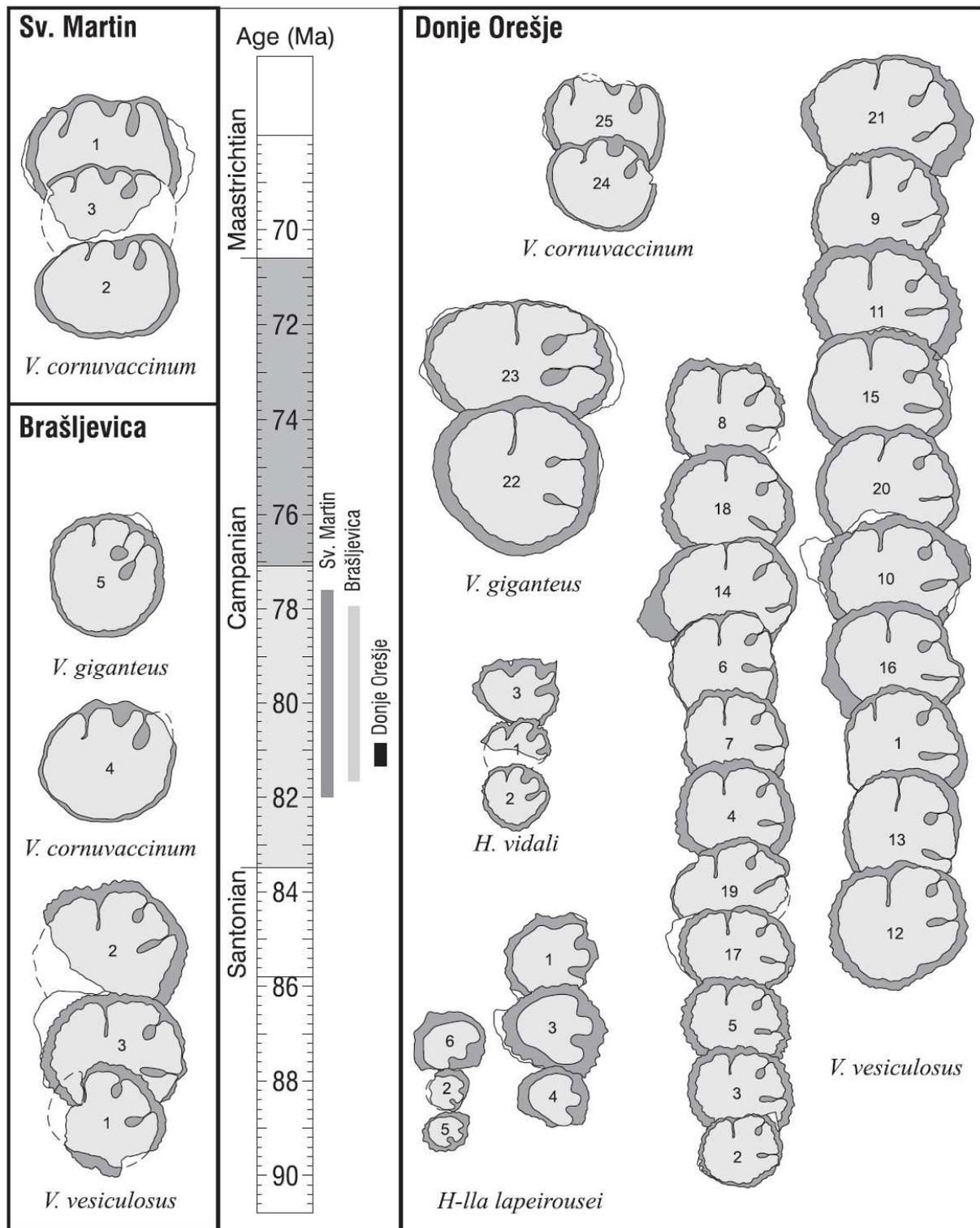


Figure 9. Transverse sections of hippuritid right valves from investigated locality grouped in different species. Stratigraphic age according to the strontium isotope stratigraphy. Time scale after Gradstein *et al.* (2004). Numbers on transverse sections correspond to the statistically determined groups. Upper and Lower Campanian are marked by different shades of gray.

Querschnitte der Unterkappen von *Vaccinites* und *Hippurites* aus campanen Sedimenten in Kroatien mit den drei statistisch ermittelten *Vaccinites*-Arten. Aus MORO *et al.* (2010). Sind Nr. 21 und 22 vertauscht? Beachte auch die vermutliche Fehlzuordnung von *V. cornuvaccinum* (STEBER & SCHLÜTER, 2012).

Gruppe grün („*V. giganteus*“)

Hippurites giganteus HOMBRE-FIRMAS, 1838a =

Vaccinites giganteus (HOMBRE-FIRMAS, 1838a)

Merkmale nach MORO et al. (2010):

Längere Stiele und rundlicher Köpfe als bei *V. vesiculosus*;

P1 ist näher bei P2 als bei L;

P1 und P2 können parallel zueinander sein.

Die Exemplare von *H. giganteus* von SCHMIDT (1908) aus St. Bartholomä werden von KÜHN (1947) der Art *H. atheniensis* zugeordnet. KAUMANN (1962) hingegen scheint Museumsexemplare von *H. giganteus* der Art *H. carinthiacus* zuzuordnen, also einer Gruppe mit völlig anderem Erscheinungsbild (siehe unten, Gruppe rot).

Gruppe rot („*V. vesiculosus*“)

Merkmale der Gruppe nach MORO et al. (2010):

L, P1, P2 auf etwa 90 Grad gleichmäßig verteilt und radial gestellt;

P2 doppelt so lang als P1.

Hippurites styriacus HILBER, 1902 ist ein Synonym von

Hippurites carinthiacus REDLICH, 1899 nach KAUMANN (1962).

Hippurites carinthiacus REDLICH, 1899 ist ein Synonym von

Vaccinites vesiculosus (WOODWARD, 1855) nach LAVIANO & GALLO MARESCA (1992).

Damit ist auch *Hippurites styriacus* ein Synonym von *Vaccinites vesiculosus*.

Bei STEUBER (2002-IDB) scheint neben *V. vesiculosus* aber auch *V. carinthiacus* von Kalchberg auf.

Hippurites gosaviensis DOUVILLÉ, 1890 =

Vaccinites gosaviensis (DOUVILLÉ, 1890)

Der Unterschied zu *H. carinthiacus* liegt nach Redlich (1899) nur im abgeschnittenen L-Pfeiler.

Abbildungen in MORO & ČOSOVIĆ (2004) und MORO et al. (2010) sind *V. vesiculosus* teilweise ebenfalls sehr ähnlich. Auch KAUMANN (1962) scheint Museumsexemplare von *H. gosaviensis* der Art *H.*

carinthiacus zuzuordnen. Der Unterschied könnte – neben dem abgeschnittenen L-Pfeiler – in der wesentlich gedrungeneren, plumperen Form aller Pfeiler bei *V. gosaviensis* bestehen (siehe Abbildung bei Ergebnisse der Gelände-Erkundungen, Fossilfunde, Teil 3-1).

Hippurites oppeli santoniensis KÜHN, 1954 =

Vaccinites oppeli santoniensis (KÜHN, 1954)

Diese Unterart ist *V. vesiculosus* sehr ähnlich. Die Abbildungen in KAUMANN (1962) werden von LAVIANO & GALLO MARESCA (1992) teilweise zu *Vaccinites vesiculosus* gestellt.

Familie Radiolitidae

STEUBER (1999): Die zellige Struktur der äußeren Schale ist für die Familie charakteristisch. Sie besitzen nur den Ligament-Pfeiler.

SKELTON (2013): Die äußere Schale kann viele cm dick sein, ist meist zellulär-prismatisch aufgebaut und besitzt zwei zum Rest der Schale unterschiedlich skulpturierte, radiale Bänder.

Sphaerulites angeiodes (PICOT DE LA PEYROUSE, 1781) =

Radiolites angeiodes (LAPEIROUSE, 1781)

Radiolites styriacus (ZITTEL, 1865)

Radiolites mortoni (MANTELL, 1831)

Durania austinensis (ROEMER, 1849)

STEUBER (2002-IDB) ordnet *R. mortoni* in HILBER (1902) dieser Art zu.

Lapeirousia sp.