

Zeitschrift: Mitteilungen der Naturforschenden Gesellschaften beider Basel
Herausgeber: Naturforschende Gesellschaft Basel ; Naturforschende Gesellschaft Baselland
Band: 16 (2016)

Artikel: Exoten aus dem Tethys-Ozean : Phylloceraten aus dem späten Dogger und frühen Malm des Tafeljuras
Autor: Bitterli-Dreher, Peter
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-676621>

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: 24.04.2026

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

Exoten aus dem Tethys-Ozean: Phylloceraten aus dem späten Dogger und frühen Malm des Tafeljuras

PETER BITTERLI-DREHER

Zusammenfassung: Die Ammoniten-Unterordnung Phylloceratina ist eine konservative Gruppe von Ammoniten, die vor allem in wärmeren Meeren lebten. Diese bei uns seltenen Ammoniten wurden in den vergangenen Jahren im Tafeljura in eisenoolithischen Gesteinsschichten aus der Zeit des späten Doggers und frühen Malms gefunden. Einige dieser Funde werden im Anhang 2 beschrieben. Die Phylloceraten hatten robuste Schalen, sie waren damit gut für eine Lebensweise in tieferem Wasser angepasst. Ihr Lebensraum war der offene Ozean vor dem Schelf. Die zeitweise Ausbreitung von Phylloceraten ins jurassische Schelfmeer könnte mit Schwankungen des Meeresspiegels zusammenhängen. Ihre Schalen treten in den Schelfablagerungen meist zu Beginn transgressiver Phasen, also bei steigendem Meeresspiegel, auf. Dabei wurden kondensierte, eisenoolithische Ablagerungen gebildet, die lange Zeitintervalle repräsentieren. Die Gesteinsabfolgen werden im Anhang 1 kurz vorgestellt. Die Sedimente zeigen Merkmale, die darauf schliessen lassen, dass der Meeresboden ab und zu durch Stürme oder interne Wellen aufgearbeitet wurde. Muscheln aus der Anwil-Bank, die eingegraben mit einem Siphon zum Meeresboden lebten, wurden so aufgearbeitet. Sie finden sich nun in doppelklappiger Erhaltung meist flach liegend ins Gestein eingebettet. Die Tiere starben nach der Aufarbeitung des Sedimentes ab, da sie sich im Sediment steckend nicht mehr in die senkrechte Lebensstellung drehen konnten. Die paläogeographische Situation am Ende des Mittleren Juras ist geprägt von der Öffnung transkontinentaler Meeresverbindungen mit kräftigen Meeresströmungen. Die neuen Meeresstrassen führten zu einer Umstellung des Strömungsregimes der Weltmeere, was eine markante Abkühlung an der Wende Dogger-Malm verursachte. Die mitteleuropäischen Ammonitenfaunen spiegeln diesen Wechsel wider, indem Ammonitenfamilien aus den kühlen Nordmeeren zuwanderten. Sie vermischten sich hier mit den Ammoniten des wärmeren Tethys-Ozeans, zu denen auch die Phylloceraten gehören.

Abstract: Exotic Ammonites from the Tethys Ocean: Phylloceratina from the late Dogger and early Malm of the Tafeljura. The suborder Phylloceratina is a uniform, conservative group of ammonites. In iron-oolithic rocks of late Bathonian, Callovian and early Oxfordian age in Northern Switzerland a few of these rare ammonites have been found in last years. Some of the new specimens are presented here. Shell structure and way of life will be discussed. The complex septae indicates that these ammonites had robust shells and were well adapted for living in deeper water. Therefore Phylloceratina are animals of the open ocean. Their spreading on the Jurassic shelf at certain time intervals is connected with fluctuations of the sea level. The Phylloceratina appear in shelf deposits during transgressive phases of rising sea level with condensed iron-oolithic sedimentation. The sediment of the Anwil-Bed shows evidence of reworking. Siphonate bivalves are washed out and redeposited in flat positions by storms or internal waves. The palaeogeographic situation at the end of the Middle Jurassic shows the opening of new transcontinental seaways with strong currents. This fundamental change of the ocean-current system caused a strong climatic cooling for the time of the sedimentation of the late Herznach-Member. The fauna of this layer is therefore dominated by ammonites of the cold Boreal Sea.

Key words: Ammonites; Phylloceratina; Tethys Ocean; Dogger, Malm

1. Einleitung

In den vergangenen Jahren wurden im nördlichen Jura einige bemerkenswerte Funde von Ammoniten aus der Unterordnung Phylloceratina gemacht. Eine grössere Grabung bei Anwil 2011 lieferte Exemplare mit gut erhaltener Schale. Sie entstammen der Anwil-Bank des Schellenloch-Members der Ifenthal-Formation (Bitterli-Dreher 2012a). Weitere Funde von Phylloceraten kommen aus dem Herznach-Member im Bergwerk Herznach, sie werden in der Sammlung des Vereins Eisen und Bergwerke, Herznach, aufbewahrt. Darunter befindet sich ein ausserordentlich grosses Exemplar, das von Hans Peter Schmid, Nuglar, dem Museumsverein geschenkt wurde. Der Ammonit ist im Bergwerk-Museum in Herznach ausgestellt. Schliesslich wurden in den vergangenen Jahren gut erhaltene Phylloceraten aus der Schellenbrücke-Bank des Herznach-Members im Gebiet von Ueken und Elfingen geborgen. Im Anhang 2 werden einige dieser Funde beschrieben. Einleitend werden der Aufbau der

Schalen, die Lebensweise der Tiere und ihr Lebensraum vorgestellt.

Die Phylloceraten gehören zu den Ammoniten, sie treten aber in den Schelfablagerungen des Mittleren Juras (Dogger) im Tafeljura eher selten auf. Unter den tausenden von Ammoniten der Grabung Anwil sind nur rund 25 Exemplare von Phylloceraten geborgen worden (Abb. 1). Die Ammoniten sind Teil der Klasse der Cephalopoden oder Kopffüsser. Sie gehören wie etwa die Muscheln (Bivalven) und Schnecken (Gastropoden) zu den Weichtieren oder Mollusken. Im Verlauf der Erdgeschichte entstanden zwei grosse Entwicklungslinien der Cephalopoden, einerseits die Nautiloideen, andererseits die Ammonoideen und die Coeloideen. Nautiliden und Ammoniten besaßen eine äussere, kalkige Schale, die im Innern durch den Einbau von Septen gekammert ist (Abb. 3). Die Kammern waren gasgefüllt und erzeugten einen Auftrieb, so dass die Tiere perfekt ausbalanciert im Wasser schweben konnten. Während die Ammonoideen am Ende der Kreidezeit, vor rund 65 Millionen Jahren ausstarben, bevölkern die Coeloideen in



Abb. 1: Schalenpflaster aus der Anwil-Bank der Grabung Aechtelmatt bei Anwil (Schicht 4 des Profils). Die Platte enthält zahlreiche Ammoniten, darunter auch ein Phylloceras. Daneben sind vor allem Muscheln häufig. Der Fossilreichtum der Schicht ist überwältigend. Breite der Stufe ca. 50 cm. Sammlung Museum Liestal.

Form der modernen Tintenfische noch immer die Meere. Kleine Vorkommen von Nautiloideen haben bis heute überlebt. Die ältesten Cephalopoden entstanden zur Zeit des Kambriums vor etwa 500 Millionen Jahren, es handelte sich um Nautiloideen. Zur Zeit des frühen Devons, vor rund 410 Millionen Jahren, entwickelten sich Formen mit gestreckten Gehäusen, die sich im Bauplan von den Nautiloideen unterschieden. Der Siphon der Tiere, der die Gaskammern der Schale verband, wanderte vom Zentrum der Septen an die äussere Schale und die Septen begannen sich randlich zu verfallen. Diese Bac-tritiden sind die Urform der Ammonoideen (Ziegler 1994). Im Verlaufe der Evolution entwickelten sich eingerollte Schalen, wie wir sie bei den Ammoniten des Juras mit wenigen Ausnahmen finden.

2. Die Ammoniten der Unterordnung Phylloceratina

Der Bauplan der Ammoniten

Die Phylloceraten sind leicht erkennbare Ammoniten, meist mit einem engen Nabel und einem aufgeblähten (sphäroconen) bis abge-



Abb. 2: Septum bei *Ptychophylloceras euphyllum* (Exemplar von Abb.13). Gut sichtbar das Rohr des Siphons (Pfeil), es verbindet die Kammern des Phragmokons. Beim lebenden Tier verlief im Rohr ein Gewebestrang, der den Flüssigkeitstransport von und zu den Kammern bewerkstelligte. Die Anwachslinie des Septums mit der Aussenwand wird als Lobenlinie bezeichnet.

Smlg. H. Pedrazzi, Anwil-Bank, Aechtelmatt bei Anwil.

flachten (platyconen) Gehäuse. Der Nabel ist der von den Aussenwindungen nicht überdeckte Teil der inneren Windungen. Die Schalen der Phylloceraten sind eher dünn und bei gut erhaltenen Exemplaren oft mit feinen Anwachsstreifen bedeckt (Abb. 10a). Größere Rippen treten nur selten auf, ab und zu beobachtet man aber schwache Wülste. Seltene Funde zeigen Reste von Farbmustern (Joly & Beaudoin 2006). So fanden sich bei einem Exemplar von *Calliphylloceras* Anzeichen radialer Farbstreifen im Bereich der Wülste. Einige Arten zeigen auf den Steinkernen markante Einschnürungen, die sich im Verlauf des Wachstums wiederholen. Steinkernerhaltung heisst, dass nur die Sedi-mentfüllung der Schale erhalten ist und die eigentliche Schale bei der Gesteinsbildung weg-gelöst wurde.

Die Schalen der Ammoniten bestehen aus einer Wohnkammer, in der das Tier gelebt hat und einem als Phragmokon bezeichneten Teil mit Kammern, die beim lebenden Tier mit Gas und Flüssigkeit gefüllt waren (Abb. 3). Der Phragmokon erstreckt sich von der Urkammer, dem Protoconch, bis zur Wohnkammer. Über den Aufbau und die Funktion der Schale wissen wir recht gut Bescheid, denn die Schale der Ammoniten ist grundsätzlich gleich aufgebaut wie diejenige der Perlboote *Nautilus*, der letzten Überlebenden der Kopffüsser mit einer äusseren Schale. Die Trennwände der Kammern werden als Septen bezeichnet (Abb. 2), sie sind bei den Ammoniten am Rand der Septen stark verfalltet. Dort wo die Septen die Aussenschale des Tieres treffen, entsteht eine Anwachslinie, die man Lobenlinie nennt. Sie kann bei den Ammoniten sehr komplex aufgebaut sein, sie ist nur auf Steinkernen gut sichtbar. Die Kammern werden durch ein röhrenartiges Organ verbunden, den Siphon (Abb. 2). Er bestand aus einem Gewebeschlauch, der in ein Rohr eingebettet war und sich durch alle Septen hindurch erstreckte. Das Tier konnte durch den Siphon Flüssigkeit in die Kammer hinein oder aber hinaus befördern. Es handelt sich dabei um osmotische Vorgänge, die langsam ablaufen und die vom heute noch lebenden *Nautilus* bekannt sind. Durch die Veränderung des Kammerinhalts konnte das Tier seinen Auftrieb steuern und blieb so immer perfekt

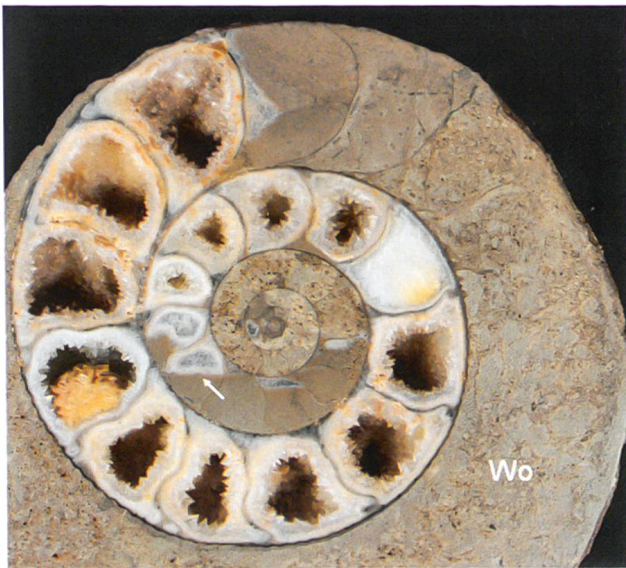


Abb. 3: Ein aufgeschnittener Ammonit (*Choffatia*) zeigt innen den Phragmokon mit Luftkammern und aussen die mit Sediment gefüllte Wohnkammer (Wo) des Tieres. Die Luftkammern wurden bei der Gesteinsbildung teilweise mit Calcit- und Ankerit Kristallen gefüllt. In die innersten Kammern drang Schlamm. Über dem eingefüllten Schlamm blieb ein Hohlraum, der später ebenfalls mit Calcit ausgekleidet wurde. Es bildete sich so eine Art «geologische Wasserwaage» (Pfeil). Bildbreite 10 cm. Anwil-Bank, Rebenhof bei Oltingen, BL.

austariert für ein Schweben im Wasser. Die durch die Lobenbildung extrem vergrößerte Oberfläche der Septen hat vermutlich eine entscheidende Rolle beim Flüssigkeitsaustausch gespielt (Abb. 4). Auf der Fläche lag beim lebenden Tier ein saugfähiges Gewebe, das den Transport der Kammerflüssigkeit zum Siphon oder umgekehrt ermöglichte. Je grösser die Septenverfaltung war, desto effizienter erfolgte der Flüssigkeitsaustausch mit dem Siphon (Etter 1994a).

Die Septen nehmen bei den jüngeren Ammonitenordnungen teilweise recht komplexe Formen an, was sich in den filigranen Lobenlinien äussert (Abb. 4). Die Lobenlinien der Phylloceraten sind dabei sehr typisch ausgebildet, ihre Form unterscheidet sich deutlich von denen anderer Ammonitenordnungen. Abb. 15b zeigt das komplexe Septum eines Phylloceraten aus Anwil, das zahlreiche Lobenelemente aufweist. Die Loben erstrecken sich von der Mündung der Schale weg, die gegen die Mündung gerichteten Teile werden als Sättel bezeichnet (Abb. 4). Die



Abb. 4: Steinkern von *Phylloceras euphyllum* aus dem Callovien von Madagaskar. Die Schale wurde abgeschliffen, so dass die Lobenlinien sichtbar werden. Typisch sind die aufgeblähten, im Bild dunklen Lobensättel, die gegen die Mündung zeigen. Bildbreite 45 mm.

grossblättrigen Sattelenden führten zur Bezeichnung Phylloceraten oder Blatthörner (griechisch: phyllos = Blatt, ceras = Horn).

Der komplexe Aufbau der Septen bei den Phylloceraten gibt den Schalen eine gewisse Festigkeit. Die äussere Schale wird gut abgestützt. So erstaunt es nicht, dass die Vertreter dieser Familie verhältnismässig tief abtauchen konnten. Lehmann (1990) nimmt an, dass die Phylloceraten bis in Meerestiefen von 500 m vorstossen konnten.

Die Lebensweise der Phylloceraten

Phylloceraten sind in den Ablagerungen der seichten Schelfmeere selten, sie machen hier meist weniger als 1% der Ammonitenfauna aus. Am Rand der Schelfe, im Übergangsbereich zum tieferen Ozean hingegen, dominieren Phylloceraten oft die Faunen. Phylloceraten sind also Tiere des offenen Meeres. Auf dem Jura-Schelf traten sie im Pliensbachien/Toarcien, im späten Bajocien und im Callovien häufiger auf. Einige

Autoren haben versucht, die Migration der Phylloceraten in diesen Zeitabschnitten zu erklären (Fernández-Lopez & Meléndez 1996; Joly 1976 und 2000). Sie versuchten die Migration mit Meeresspiegelschwankungen in Zusammenhang zu bringen, aber es ergaben sich keine schlüssigen Resultate. Die Sedimentationsbedingungen sind wohl in den einzelnen Ablagerungsräumen zu unterschiedlich, so dass lokale Faktoren für die Wanderungen der Phylloceraten massgebend sind. Die Phylloceraten der Anwil-Bank im Nordschweizer Jura sind mit der Schale erhalten und man findet wenig Schalenbewuchs. Die Tiere sind wohl grösstenteils im Ablagerungsraum verendet und ihre Schalen wurden rasch eingebettet. Allerdings handelt es sich ausschliesslich um Phragmokone, die fragilen Wohnkammern sind vor der Einbettung der Schalen zerbrochen.

Bei Ammoniten treten oft in einer Schicht nebeneinander Gehäuse derselben Gattung oder Art in unterschiedlicher Grösse auf, deren Innenwindungen sind aber gleich gestaltet. Man nennt solche Paare dimorph und unterscheidet grosse Gehäuse, sogenannte Makroconche von kleinen Mikroconchen. Die Makroconche haben mehr Windungsumgänge als die Mikroconche und die äussersten Umgänge verlieren die Schalenkulpturen. Die Mikroconche zeigen oft Mündungsfortsätze, sogenannte Apophysen (Bitterli 2014a und 2015). Man vermutet, dass die Makroconche die weiblichen Tiere waren, die Mikroconche die männlichen. Es ist nahe liegend, solche dimorphe Paare auch bei den Phylloceraten zu suchen. Dies ist aber meist schwierig, da Phylloceraten-schalen nur selten mit erhaltener Wohnkammer und Mündung gefunden werden. Auch bei allen hier beschriebenen Phylloceraten liegen lediglich Phragmokone vor. Auffällig bei den Funden aus der Anwil-Bank ist, dass neben wenigen grossen Exemplaren vor allem kleinwüchsige Schalen auftreten. Zum Beispiel ein grosses Exemplar von *Ptychophylloceras euphyllum* neben mehreren kleinen Exemplaren der Art. Es fand sich auch bei *Calliphylloceras disputabile* ein grosses und ein kleines Exemplar, wobei letzteres Wülste aufweist, die beim vermutlichen Makroconch fehlen. Solche Paare könnten dimorph sein, nur

lässt sich das mit dem vorliegenden Material nicht schlüssig nachweisen. Da die Anwil-Bank trotz der geringen Mächtigkeit ein längeres Zeitintervall umfasst, kann insbesondere ein zeitgleiches Auftreten der Formen mit dem vorliegenden Material kaum belegt werden.

3. Die Welt zur Zeit des Mittleren Jura

Doch wie sah die Welt aus, in der die Phylloceraten lebten? Die Fossilien führenden Schichten der Anwil-Bank sind etwa 166.5–165.5 Millionen Jahre alt, jene von Herznach entstanden vor 165–161 Millionen Jahren (nach Gradstein et al. 2012). Die Abbildungen 5a und 5b zeigen Rekonstruktionen der Erdkugel zur Zeit des Bajociens und des frühen Oxfordiens, also vor 170 und vor 150 Millionen Jahren. Der alte Urkontinent Pangaea, der alle Kontinentalmassen umfasste, begann am Ende des Paläozoikums auseinander zu brechen. So entstanden die Hispanische Meeresstrasse (Südatlantik) und die Viking Strasse (Nordatlantik). Südamerika und Afrika hingen zu jener Zeit noch zusammen, wurden aber bis zum Ende der Jurazeit auch getrennt. Madagaskar ist Teil des afrikanischen Blocks und liegt an der Südküste des Tethys-Ozeans, der sich gegen Südosten erstreckte. Die Phylloceraten-Faunen von Europa und Madagaskar haben also an benachbarten Küsten des Tethys-Ozeans gelebt. So verwundert es nicht, dass in den Jura-Ablagerungen beider Gebiete sehr ähnliche Phylloceraten-Faunen gefunden werden.

Zu Zeiten intensiver Kontinentalverschiebung wird viel junge ozeanische Kruste gebildet. Diese warme und damit leichte Erdkruste (basaltische Gesteine) hebt sich und verdrängt dabei Meerwasser, in der Folge steigt der Meeresspiegel an. So beobachtet man zu Zeiten kräftiger, plattentektonischer Aktivität einen steigenden Meeresspiegel, bei abflauernder Aktivität sinkt er ab. Im Zeitraum vom Ober-Bathonien bis ins Unter-Oxfordien beobachtet man zwei Zyklen solcher Schwankungen (Haq et al. 1988). Im Verlaufe dieser beiden Meeresspiegel-Zyklen, die etwa 5.4 Mio. Jahre dauerten, stieg der Meeresspiegel insgesamt um rund 60 m an. Das heisst nun aber nicht, dass das Schelfmeer gleicher-

massen tiefer wurde, denn vom Festland wurde Sediment zugeführt und auf dem Schelf abgelagert. Zudem entstand allmählich die Burgunder Karbonat-Plattform, ein Meeresgebiet vergleichbar den heutigen Bahamas Inseln. Hier waren das Wachstum von Kalk abscheidenden Organismen und die chemische Ausfällung von Aragonit aus dem Meerwasser so gross, dass sich eine Plattform, d.h. ein Flachwassergebiet bilden konnte. Der Meeresboden wuchs also mit und kompensierte teilweise den Meeresspiegelanstieg. Sedimentstrukturen und Fauna geben im betrachteten Zeitintervall für das Gebiet des nördlichen Juras Hinweise, dass die Wassertiefe zwischen 5 und 60 Metern schwankte (Allia 1996).

Die Änderungen der Wassertiefe führten zur Bildung zyklischer Ablagerungen. Zu Beginn der Zyklen wurden bei hohem Wasserspiegel, das heisst bei tieferem Wasser, Tone oder Mergel gebildet. Diese gingen mit sinkendem Meeresspiegel allmählich in Mergel mit frühdiagenetischen Knauern über. Die Knauerbildung geht auf die bei abnehmender Wassertiefe stärkere Besiedlung des Sedimentes mit eingegrabenen

Tieren zurück. Die Knauer entstanden durch Sammelkristallisation im Umfeld von organischen Resten abgestorbener Tiere, die im noch jungen Sediment chemisch abgebaut wurden (Etter 1994b). Über den Mergeln mit Knauerlagen folgen bioklastische Kalke, die aus Sanden entstanden, die zum grössten Teil aus den Überresten von Seelilien (Crinoiden) bestehen. Sie bildeten dünenartige Sandwälle, die vom Meeresboden aufragten. Diese bioklastischen Kalke markieren den Zeitpunkt grösster Wasserenergie im Sedimentationszyklus. Ihre Ablagerung erfolgte über der Wellenbasis (Untergrenze der Wellenwirkung) die bei etwa 20 m Wassertiefe lag, während die Ablagerungen zu Beginn der Zyklen in etwa 30–60 m tiefem Wasser entstanden (Allia 1996, Allenbach 2000). Im Dach dieser Kalke beobachtet man Aufarbeitungsflächen oder Hartgründe mit Bewuchs durch aufwachsende Organismen wie Austern und Bohrmuscheln. Es handelte sich um Verhärtungen des Meeresbodens durch im Porenraum ausgefällte Karbonatminerale («Zemente»). Diese Hartböden entstanden bei stagnierender Sedimentation, auf ihnen liegen wenig mächtige eisenoooli-



Abb. 5a: Paläoglobus vor 170 Mio. Jahren. Der Pangaea-Superkontinent zerbrach, da die Teilkontinente auseinanderdrifteten. Es entstand die hispanische Meeresstrasse. Gegen Osten erstreckte sich der Tethys-Ozean. Im Norden bildete sich die Fuge des späteren Nordatlantiks. Das Gebiet der Nordschweiz lag in einem ausgedehnten Schelfgebiet mit zahlreichen Inseln.
Ron Blakey, Colorado Plateau Geosystems, verändert.



Abb. 5b: Paläoglobus vor 150 Mio. Jahren. Die Kontinente waren weiter auseinandergedriftet und die hispanische Meeresstrasse wurde nun gegen den Pazifik hin offen und verband die beiden Ozeane. Im Meeresarm entwickelten sich kräftige Meeresströmungen, die das gesamte Strömungssystem der Weltmeere veränderten. Im Norden wurde der Protoatlantik gegen Ende des Mittleren Juras zu einer offenen Meeresstrasse.

thische Ablagerungen (Mergel oder Mergelkalke), die gemäss ihrer Ammonitenfauna grosse Zeitintervalle umfassen (Kondensationshorizonte). Sedimentäre Eigenschaften und Fauna zeigen, dass diese Eisenoolithe gegenüber den Crinoiden-Kalken in tieferem Wasser abgelagert wurden. Sie markieren den Beginn einer Transgression, also das Vorrücken des Meeres, das gleichzeitig tiefer wurde. Auf den Eisenoolithen ruhen schliesslich Tone oder Mergel, die in grösserer Wassertiefe sedimentiert wurden und den nächsten Meeresspiegelzyklus einleiten. Die hier vorgestellten Phylloceraten stammen alle aus eisenoolithischen Horizonten. Sie wanderten demnach bei allmählich tiefer werdendem Wasser ins Schelfmeer ein.

Das Sediment der eisenoolithischen Anwil-Bank gibt sedimentologische Hinweise zu ihrer Entstehung. Abbildung 1 zeigt eine Platte aus der Anwil-Bank. Sie enthält neben den Ammoniten zahlreiche Muscheln (Bivalven) der Art *Pleuromya alduini*. Die Muscheln sind fast ausschliesslich doppelklappig erhalten, was vermutlich bedeutet, dass die Muscheln im Sediment abgestorben sind. Auf dem Meeresboden liegend wäre das Ligament, das die beiden Schalen zusammen hält, allmählich verfault. Nach Etter (1994b) dauert dieser Vorgang nur wenige Monate. *Pleuromya* lebte eingegraben im Sediment (endobenthisch) und versorgte sich mit einem langen Siphon zum Meeresboden mit Meerwasser, das der Muschel Sauerstoff und Nahrung zuführte (Amler et al. 2000). Die Lebensweise der *Pleuromyen* ist durch heute lebende Verwandte gut bekannt. Die Muscheln stecken mit der Körperachse senkrecht zum Meeresboden 10–20 cm tief im Sediment. Die Muscheln in der Anwil-Bank liegen aber zum überwiegenden Teil flach oder schräg auf den Schichtflächen, sie liegen also nicht in Lebensstellung im Sediment. Ihr Vorkommen entstand, indem das Sediment mit den lebenden Tieren aufgearbeitet und erneut abgelagert wurde. Die umgebetteten Muscheln konnten sich danach unter der Sedimentlast nicht mehr in die senkrechte Lebensstellung drehen und verendeten. Auch Ammonitenschalen, die steil zu den Schichtflächen im Sediment stecken, belegen eine Umlagerung des Sedimentes. Diese Ammo-

nitiden und die Muschelschalen sind darum Belege dafür, dass das Sediment der Anwil-Bank nach der ursprünglichen Sedimentation umgeschichtet wurde. Dies geschah durch Stürme oder durch interne Wellen. Letztere sind Wellen, die im Innern des Wasserkörpers durch den Ausgleich grossräumiger Temperatur- und Dichteunterschiede entstehen (Pomar et al. 2012). Diese Ereignisse führten zur Aufwirbelung und Verfrachtung des Sedimentes. Die intensive Wühltätigkeit der Fauna (Bioturbation) verwischte allfällig dabei gebildete Sedimentstrukturen rasch.

Zusätzlich könnten zurzeit des späten Doggers auch starke Meeresströmungen für eine gewisse Erosion der Meeresböden verantwortlich sein. Rais et al. (2007) machten die Öffnung der Hispanischen Meeresstrasse (früher Südatlantik) als durchgehende transkontinentale Meeresverbindung für kräftige Strömungen in der Meeresstrasse verantwortlich. Sie nehmen an, dass stellenweise der Meeresboden durch die kräftigen Meeresströmungen frei von Sediment gehalten wurde (Hartgründe). Die Hispanische Meeresstrasse verband erstmals Tethys und Pazifik, was das Strömungsmuster der Weltmeere nachhaltig veränderte und in der Folge auch das Klima stark beeinflusste, eine markante Abkühlung war die Folge (Dromart et al. 2003). Da etwa gleichzeitig der entstehende Nordatlantik-Graben zur offenen Meeresstrasse wurde, konnten sich endemische Faunen aus den kühlen Nordmeeren, in Richtung des Tethys-Schelfes ausbreiten (Mitta et al. 2015). So spielten Ammonitenfamilien aus den kühlen Nordmeeren (boreale Familien) in den Ablagerungen der Anwil-Bank (Cadoceraten und Keppleriten) und vor allem im späten Herznach-Member (Kosmooceraten und Cardioceraten) eine wichtige Rolle.

Vielleicht hängt die Einwanderung der aus dem wärmeren Tethys-Ozean im Süden stammenden Phylloceraten mit dem Aufkommen kräftiger Meeresströmungen in der Meeresstrasse zusammen. Wetzel et al. (2013) zeigen, dass ein Strömungsmuster im Uhrzeigersinn den Schelf im Bathonien dominierte. Im frühen Callovien wurde das Flachwassergebiet der Burgunder Karbonatplattform allmählich vom steigenden Meeresspiegel überwältigt, der Ablage-

rungsraum wurde in weiten Gebieten tiefer. Die Gezeitenströmungen, die Wasser aus der Meeresstrasse auf den Schelf brachten, wurden dabei wohl intensiver. Die seltenen Phylloceraten sind möglicherweise mit solchen Strömungen auf den Schelf getragen worden, ohne dass im Schelfmeer überlebensfähige Populationen entstanden.

4. Die Bedeutung der Phylloceraten in der Erdgeschichte

Der lange Atem der Phylloceraten

Die Phylloceraten entstanden vermutlich im Verlauf der frühen Triaszeit aus der Ammonitengattung *Monophyllites*. Diese Gattung gehört zu den frühen Ceratiten, die die Ammonitenfauna der Triaszeit beherrschten (Lehmann 1990). Danach ist die Unterordnung Phylloceratina bis in die späte Kreidezeit nachweisbar und stirbt mit allen anderen Ammoniten an der Wende zur Tertiärzeit aus. Sie hat damit einen Zeitraum von rund 180 Millionen Jahren überdauert, mehr als jede andere Ammonitenordnung.

An der Wende von der Trias- zur Jurazeit ereignete sich eine ökologische Katastrophe. Im Zusammenhang mit dem Auseinanderbrechen

des alten Pangaea-Superkontinentes öffnete sich der südatlantische Ozean (Abb. 5a). Zu Beginn kam es im Gebiet dieser aufbrechenden Plattengrenze zu massiven vulkanischen Spaltenergieüssen. Dabei entstanden grosse Lavadecken und Unmengen an Gas und Staub wurden in die Atmosphäre eingebracht (Palfy 2005). Niederschläge mit ausgewaschenem vulkanischem Staub und Lösung von Gasen im Meerwasser bewirkten eine Versäuerung der Schelfmeere, was ein Massensterben der marinen Fauna auslöste (Hesselbo et al. 2007). Dabei starben fast alle Ammonitenfamilien aus, nur eine Phylloceraten-Gattung überlebte. Die Phylloceraten als Bewohner des offenen Ozeans konnten die Katastrophe wohl überdauern, weil hier die Veränderungen des Meerwassers weniger schwerwiegend waren als auf dem Schelf. Zudem lebten die Phylloceraten in tieferem Wasser. Aus der überlebenden Phylloceraten-Gattung *Rhacophyllites* (Familie *Neophyllitidae*) entstanden nach Guex (2001), Guex et al. (2000) und Guex et al. (2012) in der anbrechenden Jurazeit die ältesten Jura-Ammoniten, die Psiloceraten. Sie stehen am Anfang der Radiation der Jura-Ammoniten. Die Phylloceraten gelten damit als Ursprung der Juraammoniten. Abb. 6 zeigt als Beispiel dieser Gattung ein Exemplar von *Rha-*

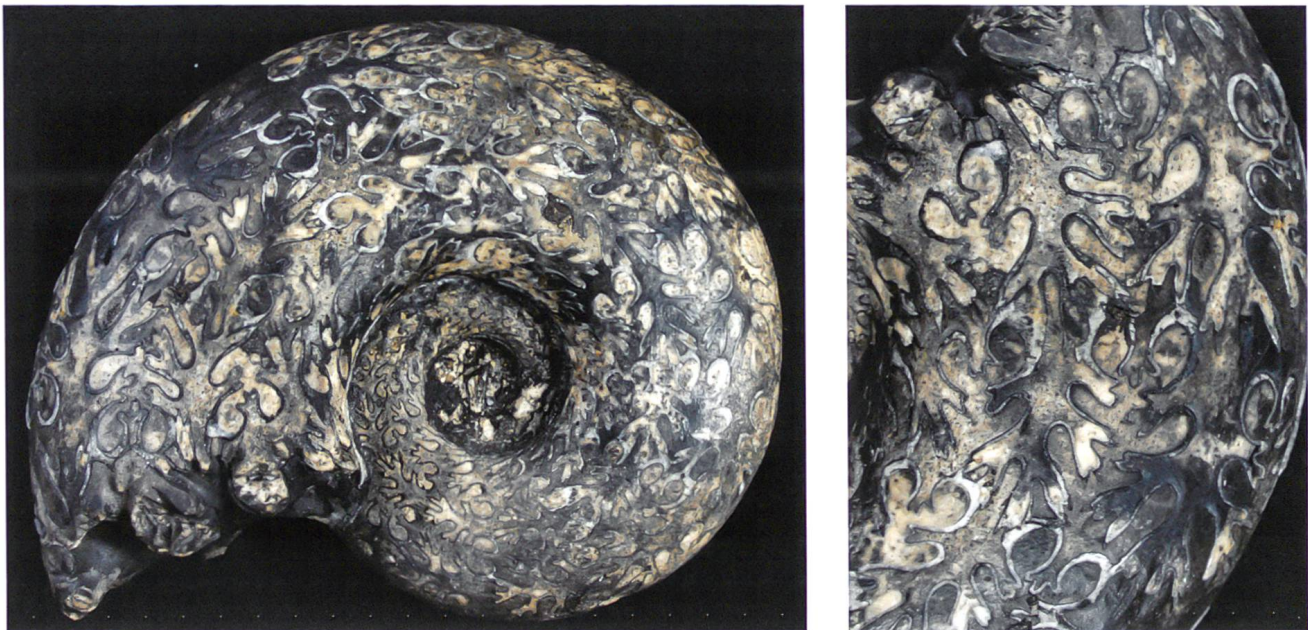


Abb. 6a und 6b: *Rhacophyllites neojurensis*. Abkömmlinge der Gattung *Rhacophyllites* überlebten das Massensterben an der Trias-Jura Grenze. Der Steinkern zeigt prachtvoll die Lobenlinie der Art. Sie ist einfacher gestaltet als bei den späteren Jura-Phylloceraten. Durchmesser 90 mm. Smlg. Bitterli-Dreher Nr. A-162.

cophyllites neojurensis. Der Ammonit stammt aus dem Norien (Keuper) von Timor aus Ablagerungen, die damals am südlichen Schelfrand des Tethys-Ozeans entstanden. *Rhacophyllites* ist auch in den Ablagerungen der späten Trias der Alpen häufig. Guex (1982 und 1995) begründete die Abstammung vor allem mit den Eigenschaften der Lobenlinien. Die frühen Psiloceraten weisen auch einen lituiden, glattrandigen Internlobus auf, wie die Phylloceraten. Allerdings sind in den vergangenen Jahren Arbeiten publiziert worden, die die heteromorphe Ammonitengattung *Choristoceras* als Vorläufer der Psiloceraten sehen (Hesselbo et al. 2007, Von Hillebrand & Krystyn 2009). Auch diese Gattung mit einer offenen Windungsspirale hat das Aussterbeereignis überlebt, indem sie in den offenen Ozean auswich. Sie starb aber bereits im untersten Lias aus. Argument für die Verwandtschaft von Ammoniten und *Choristoceras* ist der Bau der juvenilen Schalen. Was auch immer die Forschung in dieser Hinsicht noch zu Tage bringt, die Phylloceraten bleiben jedenfalls die Überlebenskünstler der Ammonitenfamilie.

Ein Gedanke zum Schluss: Katastrophen und Evolution

Ammoniten gab es auf der Erde während rund 340 Millionen Jahren, bevor sie am Ende der Kreidezeit vor etwa 65 Millionen Jahren ausstarben. Während dieser langen Zeit kam es auf der Erde mehrmals zu katastrophalen Entwicklungen, denen grosse Teile der Tier- und Pflanzenwelt zum Opfer fielen. Diese Massensterben waren oft die Folge vulkanischer Katastrophen, die sich im Gefolge der Kontinentalverschiebung ereigneten. Vereinzelt werden auch grosse Meteoriteneinschläge in Betracht gezogen. Die Phylloceraten entstanden nach dem grössten Artensterben der Erdgeschichte, welches sich an der Wende von der Perm- zur Triaszeit ereignete. Schätzungsweise 95% der marinen Arten wurden damals ausgelöscht (Palfy 2005). Die Überlebenden konnten sich nach den Katastrophen in den nun dünn besiedelten Lebensräumen stürmisch entwickeln und viele neue Gattungen und Arten entstanden. So auch die Phylloceraten, die in der späten Triaszeit eine erste Blüte erreich-

ten. Danach haben sie, wie berichtet wurde, das bedeutende Aussterbeereignis am Ende der Triaszeit überlebt und damals die weitere Existenz der Ammoniten gesichert. Erst die Katastrophe an der Kreide-Tertiär-Grenze, die vermutlich auf einen Meteoriteneinschlag zurückgeht, hat das endgültige Ende der Ammoniten und damit auch der Phylloceraten besiegelt. Allerdings setzte der Niedergang der Ammoniten bereits lange vor der Katastrophe ein, die Artenzahl nahm markant ab. Man vermutet, dass die starke Vermehrung der Planktonfresser in den Meeren der späten Kreidezeit der Ammonitenbrut die Nahrungsgrundlage streitig machte. Der Meteorit, der im Golf von Mexiko niederging, gab den letzten Ammoniten lediglich den Gnadenstoss. Die Geschichte der Phylloceraten zeigt, die Erdgeschichte verläuft nicht kontinuierlich. Die Entwicklung wurde immer wieder von globalen Katastrophen unterbrochen, danach erholte sich die Biosphäre und Neues entstand. Die Katastrophen sind so die Schöpfer neuer Entwicklungen und fördern die Evolution der Tier- und Pflanzenwelt.

Anhang 1: Bemerkungen zur Stratigraphie und Sedimentologie der Fundschichten

Abb. 7 gibt einen Überblick über die heute gültigen lithostratigraphischen Schichtnamen. Zum Vergleich sind auch die alten, teilweise auf Fossilien bezogenen Namen aufgeführt.

Die hier beschriebenen Phylloceraten stammen aus der Anwil-Bank und aus dem Herznach-Member. Die Anwil-Bank bildet das Dach des Schelmenloch-Members der Ifenthal-Formation. Der eisenoolithische Horizont umfasst chronostratigraphisch das späte Bathonien und Teile des frühen Callovien (Dietze & Hostettler 2015). Das Herznach-Member umfasst chronostratigraphisch einen Zeitraum vom frühen Callovien bis zum frühen Oxfordien (Gygi 2000).

Lithologie und Fossilführung der Anwil-Bank im Profil Aechtelmatt (Typlokalität)

Abb. 8 zeigt das geologische Profil der Fundstelle Aechtelmatt (Bitterli-Dreher 2012b). Die

<i>Gültige Bezeichnungen:</i> Beispiel: Erläuterungen Blatt Aarau (Jordan, et al. 2012).	<i>Alte Bezeichnungen:</i> Beispiel: Erläuterungen zur geologischen Karte der Umgebung von Aarau (M. Mühlberg, 1908).
Ifenthal-Formation (Bitterli-Dreher 2012)	Oxfordien, Callovien und Varians-Schichten
Schellenbrücke-Bank Herznach-Member	Lamberti-Cordatus-Schichten
Unter Erli-Bank Ängistein-Member	Athleta- und Anceps-Schichten
Bözen-Member	Makrocephalus-Schichten
Saulcy-Member	
Anwil-Bank Schelmenloch-Member	Varians-Schichten

Abb. 7: Lithostratigraphische Bezeichnungen der Schichten des späten Doggers und frühen Malms im nördlichen Jura (Spätes Bathonien, Callovien und frühes Oxfordien). Bitterli-Dreher 2012a.

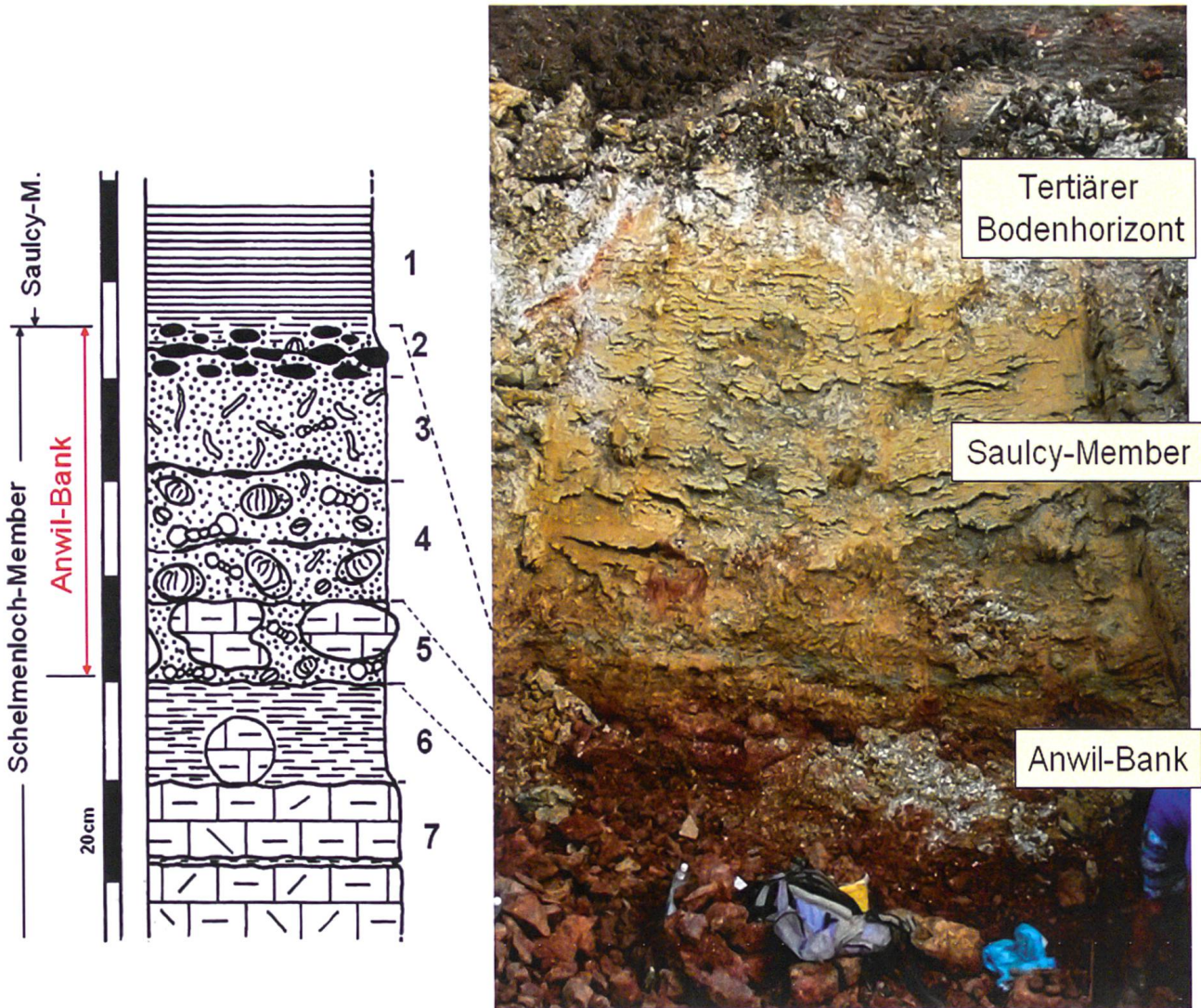


Abb. 8: Geologisches Profil der Grabung Aechtalmatt bei Anwil im Jahre 2011.

Schichtnummern beziehen sich auf die Abbildung. Das Liegende des Eisenooliths bilden bioklastische Mergelkalke des Schelmenloch-Members («Varians-Schichten», Schicht 7) und ein eigenartiger violetteroter, schiefriger Mergel mit harten, rundlichen Knauern, die Muschelschill und Rhynchonellen enthalten (Schicht 6). Aus der Schicht stammt ein im Aushub gesammelter, grosser Ammonit (*Choffatia cf. cerealis*), dessen Alter dem der Knauerfauna entspricht. Über einer Aufarbeitungsfläche im Dach des schiefrigen Mergels folgt die eisenoolithische Anwil-Bank.

Eine Aufarbeitungsfläche mit grossen Kalkknauern an der Basis der Bank enthält Ammoniten des späten Bathonien, wie beispielsweise

Oxycerites orbis (Schicht 5). Das Museum Stuttgart besitzt aus einer früheren Grabung den seltenen Ammoniten *Clydoniceras discus*, der aus dieser Schicht stammt (Dietze & Hostettler 2015). Er ist Leitfossil für die jüngste Ammonitenzone des Bathonien. Die Aufarbeitungsfläche bildete sich, indem frühdiagenetische Knauer aus liegenden Mergellagen exhumiert wurden. Sie enthalten Ammoniten, die ein höheres Alter als das einbettende Sediment belegen. So fanden sich *Hemigarantia julii* und *Epistrenoceras histricoides*, daneben *Oxycerites orbis* und Perisphincten. *Oxycerites orbis* tritt in den Knauern, aber auch im umgebenden Sediment auf. Dieses eisenoolithische Sediment ist sehr fossilreich, es dominieren neben zahlreichen Muscheln (Pleu-

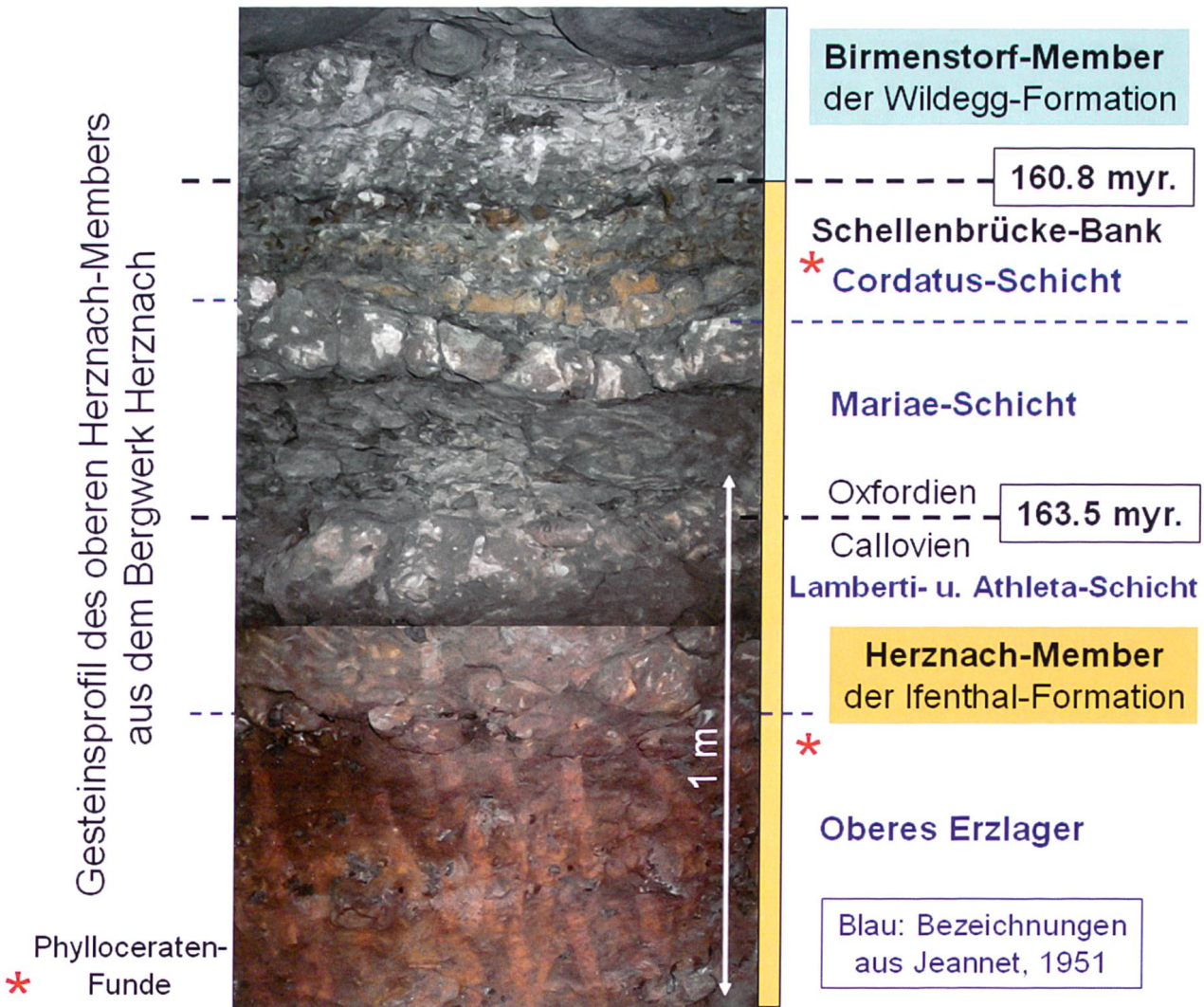


Abb. 9: Gesteinsprofil («Lackprofil») des oberen Herznach-Members aus dem Bergwerk Herznach. Ausgestellt im Museum Herznach.

romya) und kleinen Gastropoden die Ammoniten (*Perisphincten*, *Oxycerites orbis*, *Bullatimorphites bullatus*, *f. hannoveranus*). Im eisenoolithischen Sediment der Knauerschicht treten auch frühe Macrocephaliten der Form *Macrocephalites jaquoti* auf (Dietze und Hohstettler 2015).

Ein schwach ausgeprägter Hartgrund im Dach des Knauerhorizontes leitet über zum weinroten Eisenoolith (Schichten 4 und 3). Dieser ist im unteren Teil ausserordentlich fossilreich (Schicht 4). Aus dieser Lage stammt das Leitfossil *Kepplerites keppleri*, das die tiefste Ammonitenzone des Calloviens belegt. Die Schicht enthält aufgearbeitete, frühdiagenetische Komponenten aus Eisenoolith, die zeigen, dass zeitweise Sediment erodiert wurde (Stürme oder interne Wellen). Diese eisenoolithischen Knollen zeichnen sich durch allseitigen Bewuchs mit Serpuliden und anderen sessilen Formen aus. Sie sind meist auf der Unterseite limonitisch imprägniert, was darauf hinweist, dass mit aufsteigendem Porenwasser Eisen zugeführt wurde. Die beschriebenen Phylloceraten aus Anwil stammen aus den Schichten 4 und 5 des Profils.

Der obere Teil des weinroten Eisenooliths ist fossilarm (Schicht 3), er zeichnet sich aber durch Grabspuren oder Wühlgefüge aus. Ab und zu finden sich Seeigel und vereinzelt schlecht erhaltene Ammoniten. Das Dach dieser Schicht bildet ein Horizont mit limonitisch umkrusteten Knollen (Schicht 2). Es handelt sich teilweise um komplexe, aufgearbeitete Komponenten aus eisenoolithischem Sediment. Über der Lage mit Limonitknollen folgen dunkle, tonige Mergel des Saulcy-Members (Schicht 1). Dietze & Hostettler (2015) erwähnen einen Phylloceras aus der Basislage des Saulcy-Members.

Lithologie und Fossilführung des Herznach-Members im Bergwerk Herznach (Typlokalität)

Im Museum in Herznach ist ein Gesteinsprofil aus dem Bergwerk ausgestellt (Abb. 9). Es zeigt die Gesteine des oberen Teils des Herznach-Members, aus dem die Phylloceraten dieser Arbeit stammen. Die tieferen Horizonte des Herznach-Members sind im Bergwerk nur teilweise

aufgeschlossen und schlecht zugänglich. Sie wurden aber mit den Bohrungen Dachselen und Hübstel erschlossen (Bitterli-Dreher 2011 und 2014b). Nachfolgend wird eine kurze Beschreibung des Herznach-Members gegeben.

Unter dem Birnenstorf-Member mit Teller-schwämmen setzt das Herznach-Member mit der Schellenbrücke-Bank (früher Cordatus-Schicht) ein. Die Bank entstand zur Zeit des frühen Oxfordien. Es handelt sich um graue Kalksteine mit wenig Eisenoolith. Diese bestehen aus Limonit (Eisenhydroxid) oder Chamosit (Eisensilikat). Eingelagert in den Kalkstein führt die Bank braune, mit Limonit umkrustete Knollen aus eisenoolithischem Gestein. Die Krusten entstanden aus Mikrobenlagen, die am Meeresboden auf den aufgearbeiteten Gesteinsbrocken wuchsen und das Eisen in der Form von Eisenhydroxid («Limonit») fixierten. Die Krusten enthalten Resten einzelliger Tiere (Foraminiferen) und Wurmrohren (Serpuliden). Oft steckt in der Knolle ein Ammonitenrest, der von einer mit Sediment gefüllten Ammonitenschale stammt, die aus einer älteren Sedimentlage aufgearbeitet wurde. Die Schicht ist sehr fossilreich, mehrere Phylloceraten stammen aus dieser Lage. Die Wassertiefe zur Zeit der Bildung lag wohl im Bereich der Sturmwellenbasis, denn die Limonit-Knollen mussten für ein allseitiges Wachstum der Mikroben zeitweise gedreht werden. Sie kann auf 40–50 m geschätzt werden.

Unter der Cordatus-Bank liegen mehrere, teilweise gut unterscheidbare eisenoolithische Horizonte. Zwei davon wurden als Eisenerz ausgebeutet. Die Schichten wurden traditionell nach Leitammoniten benannt (Mariae-Schicht, Lamberti-Schicht, Athleta-Schicht usw.). Der grosse Phylloceras stammt aus diesen Lagen (Oberes Erzlager oder Athleta-Schicht). Unter den Eisenoolithen liegen feinkörnige Crinoiden-Kalke des Ängistein-Members. Sie stellen einen der zuvor beschriebenen Sandwälle dar. Der Meeresboden des Doggermeeres war zu jener Zeit in engräumige Schwellen und Senken gegliedert. In den Senken kam es zur Anreicherung der eisenoolithischen Ablagerungen, was die erheblichen Mächtigkeitsunterschiede der Eisenoolithe erklärt. Im Erzvorkommen von Herznach kann beobachtet werden, dass die verschiedenen ei-

senoolithischen Horizonte durch Aufarbeitungsflächen voneinander getrennt sind (Bitterli-Dreher 2011 und 2014b). Die einzelnen Eisenoolithkörper stellen Schüttungen dar, die von umliegenden Schwellenzonen in lokale Becken erfolgten (Amsler 1922, Bitterli 1977). Die Grenzflächen der Schüttungen sind oft als Aufarbeitungsflächen ausgebildet. Gegen den Rand der Schüttungen nehmen Einschaltungen von Sand und Ton, Kalktrümmern und Schalenbrekzien zu (Fehlmann & Rickenbach 1962).

Eisenoide sind rundliche Erzkörner, die durch Anlagerung von Limonitschichten um kleine Kerne entstehen. Ihre Bildung erfolgte vermutlich auf seichten, submarinen Schwellen mit zeitweiser Wasserbewegung (Bitterli 1979). Das Eisen wurde bei der Verwitterung auf dem Festland adsorptiv an Tonmineralien gebunden und mit der Tontrübe der Flüsse ins Meer transportiert, wo es in tonigen Sedimentschichten abgelagert wurde (Carroll 1958). Meerwasser enthält Eisen nur in Spuren, heutzutage ca. 4 ppm, das Eisen der Eisenoide muss darum aus den Sedimenten stammen. Es konnte im reduzierenden Milieu des Porenwassers im Sediment in Lösung gehen. So wurde es aus tiefer liegenden, tonhaltigen Sedimenten mobilisiert und mit dem ausgepressten Porenwasser (Kompaktionsstrom) zur Sedimentoberfläche geführt (Bitterli 1979). Die Eisenoide bildeten sich in der obersten Sedimentschicht mit periodischer Umlagerung des Sedimentes. Collin et al. (2005) zeigten für den Juraschelf, dass die Bildung der Eisenoide im Bereich zwischen der Normal- und Sturmwellenbasis erfolgte. Die endgültige Sedimentation geschah meistens in einem Ablagerungsraum unterhalb der Sturmwellenbasis. Die Eisenoolithe von Herznach sind derartige Sedimente, sie wurden von benachbarten Schwellen in ein lokales Becken eingeschwemmt und allmählich angehäuft. Die Wassertiefe in den Senken hat wohl mehr als 50 m betragen. Die Fauna in diesem Ablagerungsmilieu wird von Ammoniten und Belemniten dominiert, Bivalven und Brachiopoden sind in Herznach seltener als im Eisenoolith der Anwil-Bank. Letzterer wurde in einem seichteren Ablagerungsraum von 30–40 m Wassertiefe abgelagert, was sich in einer dichteren Bivalvenpopulation äussert.

Anhang 2: Beschreibung der neuen Phylloceratenfunde

Phylloceraten haben meist Schalen, die wenig spektakulär ausgebildet sind. Es dominieren glatte, wenig strukturierte Formen. So sind die Unterschiede zwischen den einzelnen Arten oft sehr gering. Wo gut erhalten und sichtbar, können die Merkmale der Lobenlinie bei der Bestimmung zusätzliche Anhaltspunkte geben. Die nachfolgend beschriebenen Phylloceraten stammen alle aus der Ifenthal-Formation, und zwar aus der Anwil-Bank des Schelmenloch-Members und aus dem Herznach-Member. Die Herznacher Exemplare, zu denen keine präzisen Angaben zur Fundschicht vorliegen, können aufgrund der Gesteinsfüllung der Schale (Steinkern) einzelnen Schichten zugewiesen werden. Die Bestimmung erfolgte hauptsächlich anhand der Monographien von Joly (1976), Joly (2000) und Jeannot (1951). Die Phylloceraten-Gattungen sind langlebig, ihr Vorkommen erstreckt sich mehrheitlich über längere Zeiträume (mehrere Member oder Formationen).

Die Schalendimensionen werden wie in der französischen Literatur üblich mit D = Durchmesser, O = Umbilikus, H = Windungshöhe und E = Windungsdicke der Schale bezeichnet. Verglichen werden die Verhältnisse der Werte mit dem entsprechenden Durchmesser und das Verhältnis E/H (Windungsdicke/Windungshöhe).

Unterordnung PHYLLOCERATINA Arkell, 1950

Familie PHYLLOCERATIDAE Zittel, 1884

Unterfamilie PHYLLOCERATINAE Zittel, 1884

Gattung *Phylloceras* SUESS, 1865

Phylloceras kunthi (NEUMAYR, 1871)

Abb. 10a und 10b.

Sammlung P. Bitterli-Dreher, Nummer An-28.

Fundort: Lok. Aechtelmatt NE Anwil, BL.

Stratigraphische Lage: Anwil-Bank des Schelmenloch-Members. Das Exemplar stammt aus dem weinroten Eisenoolith, an der Basis des Calloviens (Schicht 4, Abb. 8).

<i>Phylloceras kunthi</i>								
Bezeichnung	Masse [mm]				Verhältnisse			
	D	O	H	E	O/D	H/D	E/D	E/H
Bitterli-Dreher AN-28	80	4.0	46.5	22.5	0.05	0.58	0.28	0.48



Abb. 10a und 10b: Gut erhaltener Phragmokon von *Phylloceras kunthi*. Im oberen Teil der Schale sind Lösungskulen zu sehen, die vermutlich von einer Raubschnecke verursacht wurden. In der Seitenansicht sind die schlanke Schale und der elliptische Querschnitt des Phylloceraten gut erkennbar.
Smlg. Bitterli-Dreher AN-28. Anwil-Bank, Aechtelmatt, Anwil.

Die Schale ist mit feinen Anwachsstreifen überzogen und zeigt schwach ausgeprägte Wülste. Die Schalendimensionen stimmen gut mit dem Holotyp überein, der auch aus dem frühen Callovien stammt. Die Lobenlinien sind nicht sichtbar, das Stück liegt in Schalenhaltung vor. Die Schale ist bis zum Beginn der Wohnkammer erhalten, die nach den Schalenresten etwa einen halben Umfang umfassen muss.

Weitere Funde dieser Art in der Nordschweiz: Jeannot (1951) beschreibt ein gut erhaltenes Exemplar (Tafel 5, Fig. 2) von etwa 42 mm Durchmesser aus der Schellenbrücke-Schicht (Cordatus-Schicht) des Bergwerks Herznach.

***Phylloceras kudernatschi* (HAUER, 1852)**
Abb. 11 und Abb. 12. Sammlung E. Blum, Basel.
Fundort: Lok. Steinrisleten, N Ueken.

<i>Phylloceras kudernatschi</i>								
Bezeichnung	Masse [mm]				Verhältnisse			
	D	O	H	E	O/D	H/D	E/D	E/H
Smlg. E. Blum	87	~ 5	49	28.5	0.06	0.56	0.33	0.58



Abb. 11: Steinkern von *Phylloceras kudernatschi* mit angewitterter Lobenlinie. Rechts aussen sind fein gestreifte Schalenreste erkennbar. Smlg. E. Blum Schellenbrücke-Bank, Lok. Steinhof bei Ueken, AG.



Abb. 12: Zum Vergleich ein Schalenexemplar von *Phylloceras kudernatschi*, bei dem die feinen Anwachsstreifen der Art gut sichtbar sind. Smlg. Bitterli-Dreher, A-88, Callovien von Madagaskar. Durchmesser 75 mm.

Stratigraphische Lage: Schellenbrücke-Bank des Herznach-Members («Cordatus-Schicht»).

Das Stück ist als Steinkern erhalten, lediglich einige kleine Flecken zeigen die feinen Anwachsstreifen der Schale. Die Morphologie stimmt gut mit der Art *Phylloceras kudernatschi* (HAUER, 1852) überein. Diese Art ist *Phylloceras kunthi* ähnlich, weist aber eine etwas dickere Schale auf. Auf dem Steinkern sind die Lobenlinien ausgewittert. Bei *Phylloceras kudernatschi* sind die äusseren Sekundärloben diphyll und triphyll. Die Art kommt in Ablagerungen vom Bajocien bis ins Oxfordien vor. Weitere Funde aus der Nordschweiz sind nicht beschrieben worden. Abb. 12 zeigt ein mit Schale erhaltenes Exemplar dieser Art aus dem Callovien von Madagaskar.

Unterfamilie PTYCHOPHYLLOCERATINAE
Collignon, 1956

Untergattung *Tatrophylloceras* BEZNOSOV,
1958

Ptychophylloceras (Tatrophylloceras)
euphyllum (NEUMAYR, 1870)

Abb. 13a und 13b; Abb. 14 und 14b.
Sammlungen H. Pedrazzi, Magden
und P. Bitterli-Dreher.

Fundort alle Exemplare: Lok. Aechtelmatt NE
Anwil, BL.

Stratigraphische Lage: Anwil-Bank
des Schelmenloch-Members.

Dicke Schalen mit engem Umbilikus und elliptischem Querschnitt. Die grösste Dicke (E) liegt in der Flankenmitte. Die Schalen sind an

<i>Ptychophylloceras (Tatrophylloceras) euphyllum</i>								
Bezeichnung	Masse [mm]				Verhältnisse			
	D	O	E	H	O/D	E/D	H/D	E/H
Smlg. H. Pedrazzi	96	8.5	42	55	0.09	0.44	0.57	0.76
Bitterli-Dreher AN-53	40	4	~18.5	24	0.10	0.46	0.60	0.77
Bitterli-Dreher AN-29	35.5	3	15.5	20	0.08	0.44	0.56	0.78
Bitterli-Dreher AN-42	26.5	3.2	12.5	15	0.12	0.47	0.57	0.83
Bitterli-Dreher AN-84	38.5	4.3	17	21	0.11	0.44	0.54	0.81



Abb. 13a und 13b: Phragmokon von *Ptychophylloceras (Tatrophylloceras) euphyllum* mit glatter Schale und gut entwickelten externen Wülsten. Am Schalenende sind die grossblättrigen Lobensättel erkennbar. Smlg. H. Pedrazzi. Anwil-Bank, Aechtelmatt, Anwil.

den Flanken glatt, an der Aussenseite (ventral) liegen pro Umgang etwa 5–8 Wülste. Stellenweise sind feine Anwachsstreifen auf der Schale erkennbar. AN-29 zeigt an der Nabelkante eine feine, proverse Streifung. Alle Exemplare sind mit der Schale erhalten, die Lobenlinien sind darum nicht sichtbar. Steinkernexemplare der Art zeigen zur Mündung gerichtete Einschnürungen, die aber bei den vorliegenden Schalenexemplaren nicht sichtbar sind.

Die Schalenmorphologien der beschriebenen Exemplare stimmen gut mit *Ptychophylloceras (Tatrophylloceras) euphyllum* überein. Joly (2000) grenzt eine weitere Art ab: *Ptychophylloceras (Tatrophylloceras) euphyllum saint-oursi*

(COLLIGNON, 1958). Die morphologischen Unterschiede sind allerdings sehr gering, so dass eine Unterscheidung anhand weniger Exemplare nicht sinnvoll ist. Der Holotyp der Art stammt aus dem Unter-callovien von Madagaskar. Die Art tritt vom Bajocien bis ins frühe Oxfordien auf.

Bei den kleinen Exemplaren könnte es sich auch um *Tatrophylloceras flabellatum* (NEUMAYR, 1871) handeln, der ähnliche Schalendimensionen aufweist. Für diese Art typisch sind Einschnürungen im Umbilikalbereich der Steinkerne, was aber bei den vorliegenden Exemplaren mit Schalenhaltung nicht erkennbar ist. Von Anwil liegt kein Steinkern vor, der dieses Merkmal zeigen könnte. *P. flabellatum* tritt in Frankreich seltener auf als *P. euphyllum*.



Abb. 14a und 14b: Schale von *Ptychophylloceras* (*Tatrophylloceras*) *euphyllum*. Die dunklen Flecken sind Stellen mit abgeplatzter Schale, die mit mineralischen Ablagerungen überzogen wurden. Extern sind die typischen Wülste erkennbar, ansonst ist die Schale bis auf undeutliche Anwachsstreifen glatt.
Smlg. Bitterli-Dreher AN-53. Anwil-Bank, Lok. Aechteltmatt, Anwil.

Unterfamilie CALLIPHYLLOCERATINAE
SPATH, 1927

Gattung *Calliphylloceras* SPATH, 1927

Calliphylloceras disputabile (ZITTEL, 1869)

Abb. 15a und 15b; Abb. 16a und 16b.

Beide Exemplare Sammlung Musée d'histoire naturelle, Fribourg.

Fundort: Lok. Aechteltmatt NE Anwil, BL.

Stratigraphische Lage: Anwil-Bank
des Schelmenloch-Members.

Die Schalendimensionen entsprechen *Calliphylloceras disputabile*. Die Schalen zeigen feine Anwachsstreifen. Die Septen wurden frei präpariert, Nr. 31396 zeigt die zahlreichen Umbilikalloben, die durch Aufspaltung des primären Um-

bilikallobus entstanden sind (Abb. 15b). Auf der kleineren Schale sind 5–6 proradiate Wülste, wie sie für die Art typisch sind, erhalten. Allfällige Einschnürungen sind wegen der Schalenerhaltung nicht sichtbar. Die grössere Schale zeigt keine Wülste, es könnte sich um einen Makroconch handeln. Auf dem Septum der kleineren Schale ist eine Serpulidenröhre aufgewachsen. Die Schale lag demnach einige Zeit auf dem Meeresboden, bevor sie endgültig eingebettet wurde. Der übrige Bewuchs ist allerdings gering. Der Serpulide könnte sich in der noch erhalten Wohnkammer angesiedelt haben, die bei einer späteren Umlagerung zerbrochen wurde.

In Frankreich wurde *Calliphylloceras disputabile* in Ablagerungen vom Bajocien bis ins Callovien gefunden. Aus dem Bergwerk Herznach

<i>Calliphylloceras disputabile</i>								
Bezeichnung	Masse [mm]				Verhältnisse			
	D	O	E	H	O/D	E/D	H/D	E/H
Fribourg Nr. 31396	174	~7	61	103	0.04	0.35	0.59	0.59
Fribourg Nr. 31884	91	6	35	53	0.07	0.38	0.58	0.66



Abb. 15a: *Calliphylloceras disputabile* mit feinen Anwachsstreifen und frei präpariertem Septum. Smlg. Fribourg Nr. 31396. Anwil-Bank, Lok. Aechtelmatt, Anwil.

Abb. 15b: Das komplex gebaute Septum mit zahlreichen Umbilikalloben.

beschreibt Jeannet (1951) einige Exemplare. Weitere befinden sich in Privatsammlungen. Die Funde aus dem Gebiet von Herznach stammen aus der Schellenbrücke-Bank des Herznach-Members, also aus dem unteren Oxfordien.

Calliphylloceras manfredi (OPPEL, 1863)

Abb. 17

Fundort. Lok. Gruben, NNW Elfingen, AG.

Sammlung R. Ottiger, Tegerfelden.

Stratigraphische Lage: Schellenbrücke-Bank, Herznach-Member.

Schale mit mittlerer Dicke. Flanken leicht gerundet, ventrale Seite gut gerundet. Die grösste Schalenlänge liegt nahe dem Umbilikus. 4–5 Ein-

schürungen pro Windung. Ein Schalenrest zeigt feine Anwachsstreifen. Die Sekundärloben sind wie bei *Calliphylloceras* typisch, S₁ diphyll und S₂ triphyll. Diese Art kommt im Oxfordien vor. Der Lektotyp stammt aus dem Birnenstorf-Member der Lokalität Cheisacker im Aargauer Jura.

Calliphylloceras demidoffi (ROUSSEAU, 1842)

Abb. 18a und 18b.

Sammlung: Verein Eisen und Bergwerke (VEB), Herznach.

Fundort: Bergwerk Herznach.

Die stratigraphische Lage des Fundes ist nicht genau bekannt. Das Sediment der Kammerfüllung stimmt aber gut mit dem Gestein des «obe-



Abb. 16a: Kleines Exemplar von *Calliphylloceras disputabile* mit fein gestreifter Schale, die zudem schwach ausgeprägte Wülste zeigt. Smlg. Fribourg Nr. 31884. Anwil-Bank, Lok. Aechtelmatt, Anwil.

Abb. 16b: Septum des Exemplars mit erkennbarem Siphon (rechts). Die Wohnröhre eines Serpuliden (Borstenvurm) sitzt auf der Windung und dem Septum. Der Wurm hat die leere Schale besiedelt.

<i>Calliphylloceras manfredi</i>								
Bezeichnung	Masse [mm]				Verhältnisse			
	D	O	H	E	O/D	H/D	E/D	E/H
Ottiger, Nr. 1840	42.5	4.0	24.5	17	0.094	0.58	0.40	0.69



Abb. 17: Steinkern von *Callophylloceras manfredi*. Gut sichtbar die mit Schalenresten gefüllten Einschnürungen, die radial nach aussen ziehen und provers, das heisst gegen die Mündung, abbiegen. Die Lobenlinie ist vergleichsweise einfach strukturiert.

Smlg. Ottiger Nr. 1840. Schellenbrücke-Bank, Lok. Gruben, NNW Elfingen, AG.

<i>Calliphylloceras demidoffi</i>								
Bezeichnung	Masse [mm]				Verhältnisse			
	D	O	H	E	O/D	H/D	E/D	E/H
Bei D = 465 mm	465	~28	254	143	0.06	0.53	0.31	0.56
Bei D = 335 mm	335	~19	139	~76	0.06	0.41	0.23	0.55

Umbilicus schlecht auspräpariert. Schale einseitig leicht eingedrückt. Messungen deshalb bei zwei Durchmessern.



Abb. 18a: Steinkern von *Calliphylloceras demidoffi* aus dem Eisenerz des Bergwerks Herznach. Gut erkennbar die Lobenlinien. Die Oberfläche wurde abgeschliffen. Smlg. VEB. Herznach-Member.

Abb. 18b: Querschnitt des Exemplars. In der Kammerfüllung Reste von Belemniten. Das Sediment dürfte der Oberen Erzbank entsprechen.

ren Erzlagern» oder allenfalls der Anceps-Athleta-Schicht überein, die Jeannot (1951), Fig. 2 mit dem Kürzel C1 - C3 bezeichnete. Der Ammonit dürfte somit aus dem späten Callovien stammen.

Die Bestimmung grosser Phylloceraten ist schwierig, da die Schalen die charakteristischen morphologischen Elemente der Innenwindungen auf den äusseren Windungen verlieren. Dies ist typisch für Makroconche («Weibchen»). Die vorliegende Schale, ein Steinkern, ist mit 465 mm Durchmesser ausserordentlich gross, insbesondere da es sich vollständig um einen Phragmokon handelt. Das Tier hätte mit erhaltener Wohnkammer wohl einen Durchmesser von rund 65–70 cm erreicht.

Das Fossil ist nicht optimal präpariert, die Oberfläche wurde teilweise abgeschliffen. Die Lobenlinien können nicht zusammenhängend aufgenommen werden. Der Nabel wurde nicht frei präpariert. Auf der einen Schalenseite beobachtet man limonitische Krusten. Tendenziell handelt es sich um die im Sediment unten liegende Seite, auf der durch aufsteigendes Porenwasser Eisen abgeschieden wurde.

Einschnürungen sind auf der Schale nicht erkennbar. Der Kiel ist spitz zulaufend, aber gerundet (Abb. 18b). Aufgrund der Morphologie der Schale handelt es sich um die Gattung *Calliphylloceras* (SPATH, 1927). Das Herznacher Exemplar stimmt einigermaßen mit zwei Arten dieser Gattung überein:

<i>Sowerbyceras tortisulcatum</i>								
Bezeichnung	Masse [mm]				Verhältnisse			
	D	O	H	E	O/D	H/D	E/D	E/H
VEB Nr. 527	45	12	20	17.5	0.27	0.44	0.42	0.86
VEB Nr. 673	41.5	12	18	16	0.29	0.39	0.43	0.89

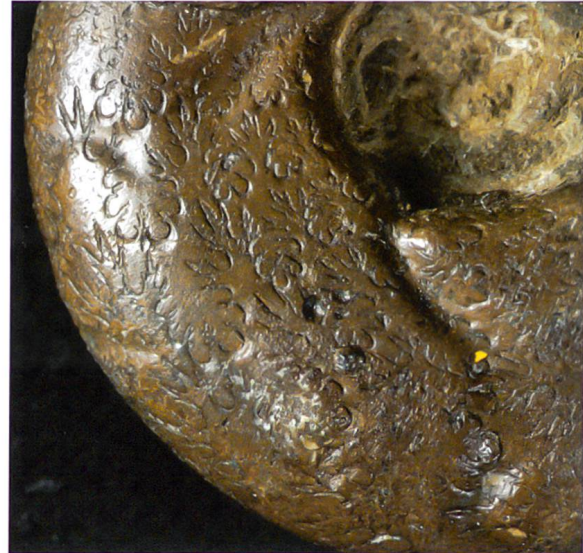


Abb. 19a: Steinkern von *Sowerbyceras tortisulcatum* mit geschwungenen Einschnürungen. Museum Herznach, Ex. 527.

Abb. 19b: Lobenlinie des Exemplars. Diese ist bei *Sowerbyceras tortisulcatum* verhältnismässig einfach gestaltet. Die spitz zulaufenden Loben erstrecken sich auf dem Bild nach oben, die blattförmigen Sättel nach unten, d.h. gegen die Mündung.

Calliphylloceras disputabile (ZITTEL, 1869)
Calliphylloceras demidoffi (ROUSSEAU, 1842)
 Die Grösse des Stückes spricht für *C. disputabile*, der hochovale Windungsquerschnitt liegt näher *C. demidoffi*. Für Letzteren spricht auch der leicht zugespitzte, gerundete Kiel. Joly (2000) führt ein 120mm messendes Exemplar von *C. demidoffi* auf, dessen morphologische Daten recht gut mit dem wesentlich grösseren Herznacher Exemplar übereinstimmen. Das Exemplar stammt aus dem Callovien des französischen Juras. Allerdings weist Joly darauf hin, dass die Art *demidoffi* in Frankreich nicht die grossen Durchmesser der Art *disputabile* erreicht. Jeannet (1951) führt jedoch aus dem Bergwerk Herznach mehrere grosse Exemplare von *C. demidoffi* auf (240 mm, 285 mm, 430 mm). Die Querschnitte dieser Exemplare entsprechen dem des vorliegenden Stückes. Es dürfte sich demnach um *Calliphylloceras demidoffi* handeln.

Unterfamilie PHYLLOPACHICERATINAE
 COLLIGNON, 1937
 Gattung *Sowerbyceras*
 PARONA & BONARELLI, 1895

***Sowerbyceras tortisulcatum*
 (D'ORBIGNY, 1841)**

Abb. 19a und 19b.

Sammlung: Verein Eisen und Bergwerke (VEB), Herznach.

Stratigraphische Lage: Schellenbrücke-Bank des Herznach-Members.

Die Gattung *Sowerbyceras* ist im Gegensatz zu den übrigen Phylloceraten wesentlich weitnabelliger. Auffällig sind vor allem auf den Steinkernen sichtbare Einschnürungen. *Sowerbyceras tortisulcatum* ist im Herznach-Member verhältnismässig häufig und tritt auch im Birnenstorf-Member auf. In Frankreich wird die Art vom mittleren Callovien bis ins Oxfordien beschrieben.

Die Masse des Exemplars 527 stimmen gut mit dem Lectotyp überein. Die grösste Dicke liegt bei der Nabelkante. Die Schalen zeigen 4 bis 5 Einschnürungen auf der äusseren Windung, diese sind nur auf den Steinkernen sichtbar. Bei grösseren Exemplaren sind sie mit Schalenwülsten verbunden. Die Einschnürungen sind sinusförmig gebogen. Die Lobenlinie ist teilweise gut sichtbar, sie ist bei *Sowerbyceras* vergleichsweise einfach gestaltet.

Beide Stücke stammen aus der Schellenbrücke-Bank des Herznach-Members, also aus dem Oxfordien. *Sowerbyceras tortisulcatum* tritt im Oberen Callovien und im Oxfordien des nördlichen Juras auf. Jeannot (1951) beschreibt aus Herznach nur Exemplare aus der Schellenbrücke-Schicht.

Zusammenfassung der systematischen Beschreibung der neuen Phylloceraten

Die Bearbeitung der Phylloceraten zeigt, dass sie 7 Arten zugehörig sind. Obwohl die Schalenmorphologien teilweise ähnlich ausfallen, sind doch die Unterschiede der Schalendimensionen ausreichend, um die Exemplare Arten zuzuweisen. Bei Schalenexemplaren fehlt die Informa-

tion betreffend Einschnürungen, was bei einzelnen Arten entscheidend sein kann. Als Beispiel wurde die Unterscheidung von *Tatrophylloceras euphyllum* und *Tatrophylloceras flabellatum* erwähnt.

Verdankungen

Diese Zeilen wären ohne die Hilfe einiger Freunde nicht entstanden. Es sind dies Beat und Thomas Imhof, die die Grabung 2011 organisierten und die danach die Anwil-Fossilien perfekt präparierten. Emanuel Gerber vom Musée d'Histoire naturelle, Fribourg, hat eine umfangreiche Museumskollektion von Anwil-Fossilien zusammengestellt und damit zum Erfolg der Grabung wesentlich beigetragen. Peter Richner vom Verein Eisen und Bergwerke (VEB) überliess mir die Herznacher Exemplare zur Bearbeitung und vermittelte den Kontakt zur Zeitschrift. Hansjörg Pedrazzi, Ronny Ottiger und Ernst Blum stellten Phylloceraten aus ihren Sammlungen zur Verfügung. Walter Etter vom Naturhistorischen Museum Basel hat diese Zeilen kritisch gelesen und mit seinen Kommentaren die Arbeit wesentlich unterstützt. Ihnen allen ganz herzlichen Dank.

Literatur

- Allenbach, R. (2000): Synsedimentary tectonics during the Oxfordian of northern Switzerland. Dissertation Geologisch-Paläontologisches Institut Universität Basel.
- Allia, V. (1996): Sedimentologie und Ablagerungsgeschichte des Opalinustons in der Nordschweiz. Dissertation Geologisch-Paläontologisches Institut Universität Basel.
- Amler, M., R. Fischer & N.S. Rogalla (2000): Muscheln. Enke im Thieme Verl., Stuttgart.
- Amsler, A. (1922): Zur Bildung der Eisenoolithablagerung von Herznach-Wölflinswil. *Eclogae geol. Helv.* 16/5, 516–519.
- Bitterli, P. H. (1977): Sedimentologie und Paläogeographie des oberen Doggers im zentralen und nördlichen Schweizer Jura (Mit einem Beitrag zum Problem der Eisenoolithbildung). Diss. Univ. Basel, 132 S, 32 Tafeln.
- Bitterli, P. H. (1979): Cyclic Sedimentation in the Upper Bathonian-Callovian of the Swiss Jura Mountains. Symp. «Sédimentation jurassique Européenne», A.S.F. Publ. spec., 1979, 99–109.
- Bitterli-Dreher, P. (2011): Schichtbeschreibung der Bohrung Hübstel (Herznach-Ueken). Unpubl. Manuskript.
- Bitterli-Dreher, P. (2012a): Die Ifenthal-Formation im nördlichen Jura. *Swiss. Bull. angew. Geol.* Vol. 17/2, 93–117.
- Bitterli-Dreher, P. (2012b): Grabung Anwil, ein Fenster in die Jurazeit. *Schweizer Strahler* 2/2012, 9–19.
- Bitterli-Dreher, P. (2014a): Dimorphismus bei Ammoniten: Makroconche und Mikroconche. *Strahler* 1/2014, 14–22.
- Bitterli-Dreher, P. (2014b): Beschreibung der Kern- und Meisselstrecken der Bohrung Dachselen (Herznach). Unpubl. Manuskript.
- Bitterli-Dreher, P. (2015): Dimorphismus bei Ammoniten: Makroconche und Mikroconche am Beispiel von Funden aus dem Callovium von Anwil. Der Steinkern. Die Fossilien-Zeitschrift der Internet-Community, Steinkern.de.
- Blakey Ron, Colorado Plateau Geosystems NAU, Arizona, USA. <http://cpgeosystems.com/index.html>.
- Carroll, D. (1958): Role of clay minerals in the transportation of iron. *Geochim. Cosmochim. Acta*, v. 14, 1–27.
- Collin, P.Y., J-P. Loreau & P. Courville (2005): Depositional environments and iron ooid formation in condensed sections (Callovian-Oxfordian, south-eastern Paris Basin, France). *Sedimentology* 52, 969–985.
- Dietze, V. & B. Hostettler (2015): Occurrences of the ammonite genus *Clydonicerias* Blake, 1905 in the Middle Jurassic (Upper Bathonian, Discus Zone) of NW Switzerland. *Proc. Geol. Assoc.* <http://www.dx.doi.org/10.1016/j.pgeola.2015.11.002>.
- Dromart, G., J-P. Garcia, F. Gaumet, S. Picard, M. Rousseau, F. Atrops, C. Lecuyer & S.M.F. Sheppard (2003): Perturbation of the Carbon Cycle at the Middle/Late Jurassic Transition: Geological and Geochemical Evidence. *Am. Journ. Sci.* 303, 667–707.
- Etter, W. (1994a): Ammoniten und ihre Lebensweise. *Aarg. Naturf. Ges. Mitt.*, Bd 34, 121–146.
- Etter, W. (1994b): Palökologie – Eine methodische Einführung. Birkhäuser Verlag, Basel, Boston, Berlin.
- Fehlmann, H. & Rickenbach, E. (1962): Die eisenhaltigen Doggererze der Schweiz. *Beitr. Geol. Schweiz, Geotechn. Serie*, 8. Lieferung, 7. Band.
- Fernández-López, S & G. Meléndez (1996): Phylloceratina ammonoids in the Iberian Basin during the Middle Jurassic: a model of biogeographical and taphonomic dispersal related to relative sea-level changes. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 120, 291–302.
- Gradstein, F.M., J.G. Ogg, M.D. Schmitz & G.M. Ogg (2012): The Geologic Time Scale 2012, Volume 2. Elsevier, Amsterdam.
- Guex, J. (1982): Relation entre le genre *Psiloceras* et les Phylloceratida au voisinage de la limite Trias-Jurassique. *Bull. Géol. Lausanne*, 250, 47–51.
- Guex, J. (1995): Ammonites hettangiennes de la Gabbs Valley Range (Nevada, USA). *Mém. Géol. Lausanne*, 27. p. VI + 131.
- Guex, J. (2001): Environmental stress and atavism in ammonoid evolution. *Eclogae geol. Helv.* 94, p. 321–328.
- Guex, J., D. Taylor & H. Bucher (2000): Nouvelles données sur la phylogénèse des ammonites du Lias. *Bull. Soc. Sc. Nat.* 87/2, 109–114.
- Guex, J., B. Schoene, A. Bartolini, J. Spangenberg, U. Schaltegger, L. O'Dogherty, D. Taylor, H. Bucher & V. Atudorei (2012): Geochronological constraints on post-extinctions recovery of the ammonoids and carbon cycle perturbations during the Early Jurassic. *Palaeogeog., Palaeoclim., Palaeoecol.* 346–347, 1–11.
- Gygi, R.A. (2000): Annotated index of lithostratigraphic units currently used in the Upper Jurassic of northern Switzerland. *Eclogae geol. Helv.* 93, 125–146.
- Haq, B.U., J. Hardenbol & P.R. Vail (1988): Mesozoic and Cenozoic Chronostratigraphy and Cycles of Sea-Level Change. In: *Sea-level changes – an integrated approach* (Ed. by C.K. Wilgus, B.S. Hastings, C.G.St.C. Kendall, H.W. Posamentier, C.A. Ross & J.C. Wagoner). *Spec. Publ. Soc. Econ. Paleont. Mineral.* 42, 71–108.
- Hesselbo, S.P., C.A. McRoberts & J. Palfy (2007): Triassic-Jurassic boundary events: Problems, progress, possibilities. *Palaeogeog., Palaeoclim., Palaeoecol.* 244, p. 1–10.
- Von Hillebrandt, A. & L. Krystyn (2009): On the oldest Jurassic ammonites of Europe (Northern

- Calcareous Alps, Austria) and their global significance. *N. Jb. Geol. Paläont. Abh.* Vol. 253/2–3, 163–195.
- Jeannot, A. (1951): Stratigraphie und Palaeontologie des oolithischen Eisenerzlagers von Herznach und seiner Umgebung. *Beitr. Geol. Schweiz Geotechn. Ser., XIII. Lieferung, 5. Band.*
- Joly, B. (1976): Les Phylloceratidae malgaches au Jurassique. Généralités sur quelques Phylloceratidae et quelques Juraphyllitidae. *Doc. Lab. Géol. Faculté des Sciences Lyon*, 67, 471 p.
- Joly, B. (2000): Les Juraphyllitidae, Phylloceratidae, Neophyllitidae (Phylloceratacea, Phylloceratina, Ammonoidea) de la France au Jurassique et au Crétacé. *Mém. Spéc. GEOBIOS*, 23. oder *Mém. Soc. Géol. France* 174.
- Joly, B. & C. Baudouin (2006): Découverte récente de deux Phylloceratidae colorés appartenant au genre *Adaboloceras* Joly 1977. Hypothèses sur le lien entre style de coloration de la coquille et mode de vie. *Bull. Soc. Géol. Fr. t. 177/1*, 51–59.
- Lehmann, U. (1990): Ammonoideen. Enke Verlag, Stuttgart.
- Mitta, V.V., G. Dietl, J.H. Callomon, G. Schweigert & V. Dietze (2015): The ammonite genus *Cadoceras* (Cardioceratidae) in the Lower Callovian (Middle Jurassic) of the Swabian Alb and the Wutach area (Southern Germany). *N. Jb. Geol. Paläont. Abh.* 278/3, 303–321.
- Palfy, J. (2005): Katastrophen der Erdgeschichte – globales Artensterben? E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung (Nägele u. Obermiller), Stuttgart.
- Pomar, L., M. Morsilli, P. Hallock & B. Badenas (2012): Internal waves, an under-explored source of turbulence events in the sedimentary record. *Earth Science Reviews* 111, 56–81.
- Rais, M.K., B. Louis-Schmid, M. Bernasconi & H. Weissert (2007): Palaeoceanographic and palaeoclimatic reorganization around the Middle-Late Jurassic transition. *Palaeogeogr. Palaeoclimatol. Palaeoecol.* 251, 527–546.
- Wetzel, A., H. Weissert, M. Schaub & A.R. Voegelin (2013): Sea-water circulation on a oolithe-dominated carbonate System in an epeiric sea (Middle Jurassic, Switzerland). *Sedimentology* 60, 19–35.
- Ziegler, B. (1994): Einführung in die Paläobiologie Teil 2. Spezielle Paläontologie. Protisten, Spongien und Coelenteraten, Mollusken. 2. unveränderte Auflage. E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung (Nägele u. Obermiller), Stuttgart.

Dr. Peter Bitterli-Dreher
Wolfgalgen 4
5304 Endingen
staibitterli@gmx.ch