

Grabung Anwil: Ein Fenster in die Jurazeit

La fouille d'Anwil, une fenêtre sur le Jurassique

Peter Bitterli-Dreher

Im Gebiet des Tafeljuras tritt ein eisenoolithischer Horizont auf, der eine Fauna enthält, die älter als die der bekannten Eisenoolithe von Herznach ist. Leider ist die Schicht kaum aufgeschlossen und die Funde beschränken sich auf Lesesteine in den Äckern. Auf Initiative von Beat Imhof wurde im August 2011 mit einer grossen Grabung der Horizont aufgedeckt und detailliert geologisch aufgenommen. Die Grabung ergab eine überwältigende Menge an teilweise sehr gut erhaltenen Fossilien.

Die Gegend von Anwil ist seit langem für exzellente Fossilfunde bekannt, so hat das Naturhistorische Museum von Basel 1968 mit einer Grabung in tertiären Süsswasserkalken etwa 8000 Säugertierzähne bergen können. Auch die Schichten des Doggers in der Umgebung des Dorfes im Oberbaselbiet sind seit langem für ihre reiche Fossilführung bekannt, leider fehlen, wie erwähnt, entsprechende Aufschlüsse. Mit Grabungen der Freunde des Naturhistorischen Museums Basel und der Universität Zürich wurden die fossilführenden Schichten aufgeschlossen und ausgebeutet. Allerdings wurden die gefundenen Fossilien nicht bearbeitet und publiziert, so dass die damaligen Funde nur durch einzelne Ausstellungsstücke in den Museen bekannt sind.

Vor einigen Jahren machte Manuel Tschauder aus Trimbach mit dem Einverständnis eines Landbesitzers kleinere Grabungen. Er fand dabei Stücke des Eisenooliths, der sogenannten Macrocephalus-Schicht, die viele Fossilien enthielten. Mit der Hilfe der Gebrüder Imhof verwandelte er diese Fundstücke in wahre Prachtsstufen. Aufgrund der ausserordentlichen Funde beschloss Beat Imhof aus Trimbach, mit einer grösseren Grabung den Fossilinhalt der Schicht umfassender zu erkunden und ein geologisches Profil zu gewinnen.

Da der Autor gegenwärtig die Schichten des späten Doggers zwecks Ausscheidung lithostratigraphischer Schichtnamen bearbeitet, gab diese Grabung eine willkommene Gelegenheit, die Eisenoolithe von Anwil stratigraphisch aufzunehmen und sedimentologisch zu beschreiben.

Abb. 1 zeigt den Aufbau der neu definierten Ifenthal-Formation, wie er vom Schweizerischen Komitee für Stratigraphie (SKS) bereits gutgeheissen wurde. Darin werden die Eisenoolithe von Anwil als Anwil-Bank des Schelmenloch-Members bezeichnet. Eine entsprechende Publikation ist in Vorbereitung. Nachfolgend sind die neuen Bezeichnungen den älteren Schichtnamen gegenüber gestellt.

Mit einer Veranstaltung 2009 in Anwil versuchten wir, die Gemeinde in das Vorhaben einzubinden, damit in Anwil

Un horizon oolithique ferrugineux apparaît dans la région du Jura tabulaire et contient une faune plus ancienne que celle des oolithes ferrugineuses d'Herznach. Cette couche est malheureusement à peine affleurante et les trouvailles se limitent à quelques pierres collectées dans les champs. Sur l'initiative de Beat Imhof en août 2011, une fouille à grande échelle de l'horizon et un relevé géologique ont été effectués. Un nombre impressionnant de fossiles en partie très bien conservés y a été mis à jour.

La région d'Anwil est connue depuis longtemps pour les excellentes trouvailles de fossiles, le Musée d'histoire naturelle de Bâle a ainsi dégagé en 1968 près de 8000 dents de mammifères dans les calcaires d'eau douce tertiaire. Même les couches du Dogger dans les environs du village de l'Oberbaselbiet sont connues depuis longtemps pour leur richesse fossilifère, mais comme mentionné, les affleurements font défaut. La couche riche en fossiles a été mise à jour et exploitée lors de fouilles effectuées par les Freunde des Naturhistorischen Museums Basel et de l'Université de Zürich. Les fossiles trouvés n'ont toutefois été ni travaillés ni publiés de telle sorte que les découvertes de l'époque ne sont connues que par quelques pièces d'exposition isolées.

Il y a quelques années, Manuel Tschauder de Trimbach fit quelques fouilles avec l'aval du propriétaire d'un terrain. Il y trouva des morceaux d'oolithe ferrugineuse, de ladite Couche à Macrocephalus, qui contenaient beaucoup de fossiles. Il transforma ces trouvailles en vraies merveilles avec l'aide des frères Imhof. Au vu de ces dernières découvertes extraordinaires, Beat Imhof de Trimbach décida d'explorer de manière plus complète la teneur en fossiles de la couche et d'établir un profil géologique.

Puisque l'auteur s'applique actuellement à épurer la nomenclature des couches du Dogger supérieur, cette fouille offrait une opportunité bienvenue de procéder au relevé des oolithes ferrugineuses d'Anwil et de les décrire de manière sédimentologique.

L'illustration 1 montre la structure de la Formation d'Ifenthal nouvellement définie, telle qu'elle a déjà été approuvée par le Comité suisse de stratigraphie (CSS). Les oolithes ferrugineuses d'Anwil y portent l'appellation de Banc d'Anwil du Membre de Schelmenloch. Une publication correspondante est en préparation. Les nouvelles désignations des noms de couche sont mises en parallèle avec les anciennes ci-dessous.

Lors d'une journée d'information à Anwil en 2009, nous avons tenté d'associer la commune à notre projet pour qu'un petit musée présentant les fossiles trouvés puisse

Erläuterungen Blatt Aarau (Jordan, et al. 2012)	Erläuterungen zur geologischen Karte der Umgebung von Aarau (F. Mühlberg, 1908)
Ifenthal-Formation	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. 1: Lithostratigraphische Gesteinsbezeichnungen des Oberen Doggers im nördlichen Jura.

Ill. 1: Désignations lithostratigraphiques des roches du Dogger supérieur du nord du Jura.

mit diesen Funden ein kleines Fossilienmuseum geschaffen werden könnte. Dies ist allerdings nicht zu Stande gekommen. Im Sommer 2011 erhielten wir schliesslich vom Kanton Baselland eine Grabungsbewilligung mit der Auflage, die Grabung geologisch zu dokumentieren und einige Belegstücke der Fossilien dem Kanton Baselland abzugeben. Weitere Fossilien werden dem Museum.BL Liestal angeboten, wenn entsprechende Mittel für die aufwändige Präparation zur Verfügung gestellt werden.

Geologische Verhältnisse der Gegend von Anwil

Anwil liegt auf einem Plateau des Tafeljuras. Die Schichten der Hauptrogenstein-Formation bilden das Fundament des Tafeljuraberges. Man kann diese Schichten längs der Strasse von Rothenfluh nach Anwil studieren, es handelt sich um Kalkoolithe, die in Lagunen einer seichten Karbonatplattform entstanden. Über dem Hauptrogenstein liegen Mergel und Mergelkalle des Schelmenloch-Members (Varians-Schichten), sie wittern zurück und sind überwachsen. Diese Ablagerungen zeigen, dass die Plattform schrumpfte und bei einem stetig ansteigenden Meeresspiegel das Meer allmählich tiefer wurde. Die weitere Schichtfolge ist im Untergrund verborgen, denn auf der Hochfläche in der Umgebung des Dorfes finden sich keine Aufschlüsse, die Schichten verraten sich lediglich durch Lesesteine in den Äckern. In der Ächtelmatt nordöstlich Anwil verraten eisenoolithische Steine, die oft Stücke von Fossilien enthalten, dass die fossilreiche Anwil-Bank im Dach des Schelmenloch-Members im Untergrund ansteht.

Vom Gebiet des Dorfes gegen Nordosten bedecken tertiäre Süsswasserkalke und eiszeitliche Moränen die Doggerschichten. Vor einigen Jahren wurden die eisenoolithischen Schichten mit einer Grabung beim Rebenhof (zwischen Anwil und Oltingen) für eine Maturaarbeit aufgegraben. Dabei wurden viele Fossilien geborgen, die aber die perfekte Erhaltung der Anwiler Fossilien nicht erreichen. Es fand sich aber der Ammonit *Keplerites kepleri* (Oppel). Er belegt, dass die Sedimentation der Eisenoolithe der Anwil-Bank zu Beginn des Calloviens begann. Diese Eisenoolithe sind damit älter als die Eisenoolithe des Herznach-Members («Anceps-Athleta-Schichten»), deren Sedimentation mindestens 1.2 Millionen Jahre später in der *Enodatum* Subzone beginnt (Top der Zone des *Sigaloceras calloviense*). Beim Rebenhof liegt die Anwil-Bank knapp 20 m unter dem Herznach-Member. In einer kürzlich abgeteuften Bohrung auf dem Hübstel bei Herznach fand sich die Anwil-Bank als 5–10 cm mächtige Eisenoolithbank gut 25 m unter dem Herznach-Member.

être créé à Anwil. Ce qui n'a toutefois pas abouti. Durant l'été 2011, le Canton de Bâle-Campagne nous a finalement accordé une autorisation de fouille avec l'obligation de documenter géologiquement la fouille et de remettre quelques fossiles représentatifs au Canton de Bâle-Campagne. D'autres fossiles seront offerts au *Museum.BL* de Liestal, si les moyens nécessaires à la préparation de longue haleine sont mis à disposition.

Conditions géologiques de la région d'Anwil

Anwil se situe sur un plateau du Jura tabulaire. Les couches de la Formation Hauptrogenstein forment les fondations des montagnes du Jura tabulaire. On peut étudier ces couches le long de la route menant de Rothenfluh à Anwil, il s'agit de calcaires oolithiques qui se sont formés dans les lagunes d'une plateforme carbonatée peu profonde. Des marnes et des calcaires marneux du Membre de Schelmenloch (Couches à Varians) se trouvent au-dessus du Hauptrogenstein, ils sont en retrait et recouverts de végétation. Les dépôts montrent que la plateforme s'était réduite et progressivement enfoncée sous l'action du niveau continuellement croissant de la mer. La suite de la succession des couches est cachée dans le sous-sol car aucun affleurement n'apparaît sur les hauts plateaux des environs du village. Les couches sont seulement trahies par des pierres collectées dans les champs. Des pierres oolithiques ferrugineuses contenant souvent des fossiles, indiquent dans l'Ächtelmatt au nord d'Anwil que le Banc d'Anwil riche en fossiles est dissimulé dans le sous-sol au sommet du Membre de Schelmenloch.

Depuis la région du village en direction du nord-est, des calcaires d'eau douce du Tertiaire et des moraines de l'époque glaciaire recouvrent les couches du Dogger. Les couches oolithiques ferrugineuses ont été excavées il y a quelques années lors d'une fouille près de Rebenhof (entre Anwil et Oltingen) dans le cadre d'un travail de maturité. Beaucoup de fossiles y ont été dégagés, sans pour autant atteindre le degré de conservation parfaite des fossiles d'Anwil. L'ammonite *Keplerites kepleri* (Oppel) a été cependant trouvée. Elle prouve que la sédimentation des oolithes ferrugineuses du Banc d'Anwil commença au début du Callovien. Ces oolithes ferrugineuses sont de ce fait plus âgées que celles du Membre d'Herznach («Couches Anceps-Athleta»), dont la sédimentation commença au moins 1.2 million d'années plus tard dans la sous-zone à *Enodatum* (sommet de la zone à *Sigaloceras calloviense*). A Rebenhof, le Banc d'Anwil se situe tout juste à 20 m sous le Membre d'Herznach. Lors d'un forage récent sur le Hübstel près d'Herznach, le

August 2011: Der Bagger in Aktion

Am 22. August 2011 war es soweit, der Bagger trat in Aktion und hob Schaufel für Schaufel einen Schacht aus. Doch die neugierigen Beobachter bekamen nur Schichten des tieferen Schelmenloch-Members (Varians-Schichten) zu sehen. Einige grosse Procerites und eine Parkinsonia wurden geborgen, waren aber eher schlecht erhalten. Im Schutt fanden sich zahlreiche Seeigel. In etwa drei Meter Tiefe wurde ein eisenoolithischer Mergel aufgeschlossen, der aber nur wenige, schlecht erhaltene Fossilien enthielt. Unter dem Eisenoolith stand am Schachtboden eine Kalkbank an, die unzählige Rhynchonellen enthielt. Damit war klar, dass an dieser Stelle die Anwil-Bank der tertiären Erosion zum Opfer gefallen war.

Nach eingehender Abwägung wählten wir eine knapp 100 m entfernte Stelle, die näher am vermuteten Ort der Basler Grabung lag, für einen weiteren Schacht. Das Glück gehörte den Mutigen, nach einer Viertelstunde Baggerlärm kam die erste rote Schaufel aus dem Loch (Foto 1). Es dauerte nur wenige Minuten und schon türmte sich ein kleiner Ammonitenhaufen neben dem Graben. In den folgenden Tagen wurde allmählich eine beinahe unglaubliche Menge und Vielfalt an Fossilien geborgen, so dass die Logistik des Abtransports allmählich an Ihre Grenzen kam und eine Wanne zum Zwischenlagern Abhilfe schaffen musste. Der Abtransport erfolgte zeitweise mit der Karette (Foto 2).



Foto 1: Baggerführer Feusi (Baufirma Rueb AG) in Aktion. Mit bewundernswerter Präzision legte er die fossilträchtigen, roten Eisenoolithe frei.

Photo 1: le machiniste Feusi en action (Entreprise Rueb AG). Il dégage avec une précision admirable les oolithes ferrugineuses rouges fossilifères.

Die Schichtfolge

Die tiefsten aufgedugenen Schichten, beige Kalkbänke und rötliche Mergel, gehören zum Schelmenloch-Member. Sie enthalten Rhynchonellen, Bivalven und Seeigel. Über diesen Kalkbänken folgt eine Lage, die von bis zu 30 cm durchmessenden, stark korrodierten Kalkknauern gebildet wird. Es handelt sich um aufgearbeitete Kalkknollen des Schelmenloch-Members, die in eisenoolithische Mergel eingebettet sind. Abb. 2 zeigt das geologische Profil der Grube

Banc d'Anwil, un banc d'oolithes ferrugineuses épais de 5 à 10 cm, a été localisé à bien 25 m en dessous du Membre d'Herznach.

Août 2011, la pelle mécanique entre en action

Le 22 août 2011 tout était prêt, la pelle mécanique entra en action et creusa une tranchée godet après godet. Pourtant, les observateurs curieux n'ont vu pour commencer que les couches plus profondes du Membre de Schelmenloch (Couches à Varians). Quelques grandes *Procerites* et une *Parkinsonia* ont été dégagées, mais étaient plutôt mal conservées. De nombreux oursins ont été trouvés dans les déblais. Une marne oolithique ferrugineuse affleurait à environ trois mètres de profondeur, mais ne contenait que peu de fossiles, mal conservés. Sous les oolithes ferrugineuses au fond de la tranchée se trouvait un banc calcaire contenant d'innombrables *Rhynchonella*. Il était ainsi clair qu'à cet endroit, le Banc d'Anwil avait été victime de l'érosion tertiaire.

Après un examen minutieux de la situation, nous avons choisi pour une nouvelle tranchée un endroit éloigné de près de 100 m, se situant plus près de l'endroit supposé de la fouille bâloise. La chance sourit aux audacieux, après un quart d'heure de bruit de machine, le premier godet rouge sortit du trou (photo 1). Après à peine quelques minutes s'entassaient déjà de petites ammonites à côté de la fouille. Une quantité presque incroyable et une diversité de fossiles ont été dégagées progressivement durant les jours qui suivirent de telle sorte que la logistique de l'évacuation touchait gentiment à ses limites et que, pour y remédier, une bassine a dû être organisée pour le stockage intermédiaire. L'enlèvement se fit en partie avec la brouette (photo 2).



Foto 2: Ein glücklicher Manuel Tschauder beim Abtransport der ergrabenen Funde.

Photo 2: Manuel Tschauder, heureux, lors du transport des trouvailles mises à jour.

La succession des couches

Les couches creusées les plus profondes, des bancs calcaires beiges et des marnes rougeâtres, appartiennent au Membre de Schelmenloch. Elles contiennent des *Rhynchonella*, des bivalves et des oursins. Une couche recouvre ces bancs, elle est composée de concrétions calcaires corrodées pouvant mesurer jusqu'à 30 cm. Ces concrétions calcaires en provenance du Membre de Schelmenloch se sont implantées

(Ostwand) ergänzt durch das Profil eines Schurfes im Grubenboden. Die Ammonitenfauna des Knauer-Horizontes besteht aus Perisphinctiden (z. B. *Homoeoplanulites*), kleinen und grossen *Oxyceriten* und ersten, meist kleinwüchsigen *Macrocephaliten*. Der Horizont ist vermutlich bei Stürmen entstanden, indem frühdiagenetisch gebildete Knauer aus dem Sediment freigespült wurden und so allmählich einen Knauer Hartgrund bildeten. Da die Oberflächen der Knauer limonitisch imprägniert und teilweise auch erodiert sind, dürfte der Horizont längere Zeit den Meeresboden gebildet haben.

Über dem Knauerhorizont liegen 40–60 cm mächtige, intensiv weinrote Eisenoolithe. Es können zwei Schichten unterschieden werden: Ein unterer Eisenoolith, der sich durch einen unglaublichen Fossilreichtum auszeichnet und der mit einer Lage aus limonitischen, teilweise auch hämatitischen Krusten endet. Darüber

ein Eisenoolith, der nur wenig Fossilien führt, aber intensiv durchwühlt ist (Grabspuren). Im gesamten Eisenoolith beobachtet man Anzeichen von zeitweiliger Aufarbeitung oder Erosion. So finden sich im Gestein Brocken von Eisenoolith, die rundum von *Serpuliden* überkrustet sind und Schichtflächen mit limonitischen Krusten. Das Dach des Eisenooliths bildet eine Schicht mit zahlreichen braunen und schwarzen Knollen, über der die Tone des Saulcy-Members (Callovien-Ton) liegen. Die Tone wurden bei der tertiären Verwitterung stark ausgebleicht, denn sie lagen lange Zeit nahe der damaligen Geländeoberfläche. Im Dach des Tons schneidet ein tertiärer Bodenhorizont (Caliche) die mesozoische Schichtreihe ab (Abb. 2).

Ammoniten der Anwil-Bank

Die Anwil-Bank enthält in den unteren Lagen sehr viele Fossilien, vor allem Ammoniten und Bivalven sind ausserordentlich häufig. Seltener, aber sehr eindrücklich sind grosse Gastropoden der Gattung *Pleurotomaria* mit teilweise bis 10 cm hohen Schalen (noch nicht präpariert). Crinoiden-Stielglieder von bis 15 mm Durchmesser zeigen, dass auch einzelne Seelilien festen Grund fanden (Hartgründe). Vor allem in der oberen Eisenoolithlage fanden sich einige irreguläre Seeigel. Eingeschwemmte Holzstücke stammen von den umliegenden Inseln des Juraschelfes.

Die Gattung *Macrocephalites* dominiert die Ammonitenfauna. Foto 3 zeigt eine fast perfekt erhaltene Schale, wobei allerdings die Wohnkammer fehlt. Die Anwiler *Macrocephaliten* treten in Schalenerhaltung ohne sichtbare Lobenlinien

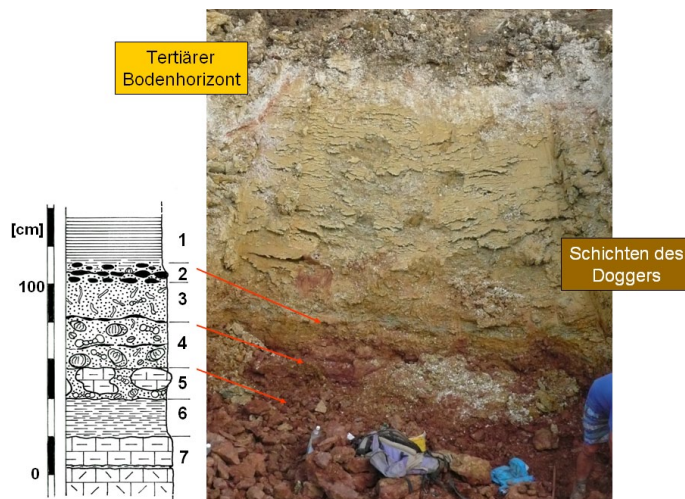


Abb. 2: Ansicht der Grubenwand mit geologischem Profil der Anwil-Bank: **1** Hellgraue Tone des Saulcy-Members (Callovien-Ton) **2** Beigebraune Lage mit limonitischen Knollen **3** Weinroter oberer Eisenoolith **4** Weinroter, unterer Eisenoolith, fossilreich **5** Braunrote Lage aus korrodierten Kalkknauern des Liegenden, eingebettet in braunrote Eisenoolith **6** Violetter, schiefriger Mergel **7** Gelbbrauner Kalk, Biomikrit. Die Schichten 3–5 entsprechen der Anwil-Bank im Dach des Schelmenloch-Members.

Ill. 2: vue de la paroi de la fouille avec le profil géologique du Banc d'Anwil: **1** Argile gris clair du Membre de Saulcy (Argile du Callovien) **2** Couche brun-beige avec tubercules limonitisés **3** Oolithe ferrugineuse supérieure bordeaux **4** Oolithe ferrugineuse inférieure, riche en fossiles **5** Couche brun-rouge composée de concrétions calcaires corrodées provenant des oolithes ferrugineuses brun-rouge qu'elle contient **6** Marne violette schisteuse **7** Calcaire jaune-brun, biomicrorite. Les couches 3 à 5 correspondent au Banc d'Anwil au sommet du Membre de Schelmenloch.

dans les marnes oolithiques ferrugineuses. L'illustration 2 montre le profil géologique de l'excavation (paroi est) complété par le profil d'une fouille en son fond. La faune des ammonites dans l'horizon à concrétions est constituée de Périssphinctidés (p. ex. *Homoeoplanulites*), de petites et grandes *Oxycerites* et seulement, le plus souvent, de petites *Macrocephalites*. L'horizon s'est probablement formé lors de tempêtes durant lesquels des concrétions qui se sont développées au début de la diagenèse ont été rincées des sédiments et ont formé progressivement un hard ground de concrétions. Puisque leurs surfaces sont imprégnées de limonite et en partie aussi érodées, l'horizon a dû former le fond de la mer pendant longtemps.

Des oolithes ferrugineuses de couleur bordeaux intense forment une couche de 40 à 60 cm d'épaisseur au-dessus de l'horizon des concrétions. Deux couches différentes peuvent être distinguées: une oolithe ferrugineuse inférieure qui excelle de par sa richesse fossilifère incroyable et qui se termine par une couche formée par une croûte de li-

monite, partiellement composée aussi d'hématite. Elle est suivie d'une oolithe ferrugineuse ne contenant que peu de fossiles mais fouillée de manière intense (bioturbation). On observe des indices de brassage passager ou d'érosion dans l'ensemble de l'oolithe ferrugineuse. Des blocs d'oolithe ferrugineuse se trouvent dans la roche, ils sont complètement recouverts d'une croûte de *Serpulidae* et de couches de croûte de limonite. Le sommet de l'oolithe ferrugineuse forme une couche avec de nombreux tubercules bruns et noirs, elle est recouverte par l'argile du Membre de Saulcy (Argile du Callovien). L'argile a fortement perdu sa couleur sous l'action de l'érosion tertiaire, car elle s'est trouvée durant longtemps proche de la surface du terrain de l'époque. Un horizon de sol tertiaire (caliche) coupe une succession de couches mésozoïques au sommet de l'argile (illustration 2).

Ammonites du Banc d'Anwil

Le Banc d'Anwil contient beaucoup de fossiles dans ses couches inférieures, surtout les ammonites et les bivalves y sont exceptionnellement fréquents. Plus rares mais très impressionnants sont de grands gastéropodes du genre *Pleurotomaria* avec une coquille pouvant atteindre jusqu'à 10 cm de hauteur (pas encore préparés). Des segments de crinoïdes d'un diamètre atteignant jusqu'à 15 mm montrent aussi que des lys de mer isolés ont trouvé un fond durci (hard ground). Quelques oursins irréguliers sont apparus surtout dans la couche supérieure de l'oolithe ferrugineuse. Des morceaux de bois flottants proviennent des îles environnantes du plateau continental jurassique.



Foto 3: *Macrocephalites subtrapezinus* (Waagen) und *Bullatimorphites (Bomburites) microstoma* (d'Orbigny). Die kragenförmige Mündung von *Bullatimorphites* ist perfekt erhalten. Durchmesser *Macrocephalus* 55 mm, *Bullatimorphites* 32 mm.

Photo 3: *Macrocephalites subtrapezinus* (Waagen) et *Bullatimorphites (Bomburites) microstoma* (d'Orbigny). Le péristome en forme de col de *Bullatimorphites* est parfaitement conservé. Diamètres: *Macrocephalus* 55 mm, *Bullatimorphites* 32 mm.



Foto 4: Die Schale des *Bullatimorphites* ist eine halbe Windung vor der Mündung beim Beginn der Wohnkammer am dicksten und knickt danach gegen die Mündung zu ab. Es handelt sich vermutlich um einen Mikroconch.

Photo 4: L'épaisseur de la coquilles de *Bullatimorphites* est la plus grande une demi-spire avant le péristome au commencement de la loge d'habitation et forme ensuite un coude en direction du péristome. Il s'agit probablement d'une microconche.

auf, sie sind deshalb schwer zu bestimmen. Die meisten Fossilien in Anwil zeigen kaum Bewuchs durch sessile Organismen. Es fand sich aber auch ein stark mit Serpuliden und Austern überwucherter *Macrocephalites*, der längere Zeit am Meeresboden gelegen haben muss. Erste kleine *Macrocephalites* treten bereits in der Knauerschicht auf, die damit bereits zum Callovien gehören sollte. Die Gehäuse sammelten sich in den Taschen zwischen Knauern und wurden allmählich mit Schüttungen eisenoolithischen Sediments eingedeckt. In den weinroten Eisenoolithen über der Knauerlage treten zunehmend auch grössere Gehäuse von *Macrocephalites* auf (bis 30 cm).

Die Anwiler *Macrocephalites* zeigen oft perfekt erhaltene Kammerscheidewände (Septen). Foto 5 zeigt den gegen die Aussenwand verästelten Aufbau der Septen. Über deren Funktion bestehen unterschiedliche Ansichten, einerseits stützen sie die Aussenschale gegen den Wasserdruck, aber ihre verfälte Ausgestaltung hängt auch mit dem Flüssigkeitsaustausch der Kammern zusammen. Ein auf den Septen liegendes Gewebe hat vermutlich für den Transport der Kammerflüssigkeit zum Siphon eine wichtige Rolle gespielt, indem es den An- und Abtransport der Kammerflüssigkeit bewerkstelligte. Die Vergrößerung der Fläche machte den Austausch effizienter. Die Anwachslinie der Septen an die Aussenschale wird als Lobenlinie bezeichnet, sie spielt bei der Zuordnung der Ammoniten zu den einzelnen Familien und Gattungen eine wichtige Rolle.

Auf Foto 5 ist auch der an der Aussenwand anliegende Siphon erkennbar. Er bildete beim lebenden Tier einen Gewebeschlauch, der mit dem Meerwasser in Verbindung stand. Der Flüssigkeitstransport im Siphon geschah durch osmotische Vorgänge, welche langsam ablaufen, so dass der Flüssigkeitsaustausch nur allmählich erfolgen konnte. Das System diente darum nicht zur Bewegung des Tieres, sondern zur Austarierung des Auftriebs in einer bestimmten Wassertiefe. Die Fundstelle Anwil ist reich an exotischen Ammoniten, so treten *Cadoceraten* und *Bullatimorphites* recht häufig

Le genre *Macrocephalites* domine la faune des ammonites. La photo 3 montre une coquille presque parfaitement conservée, bien que la loge d'habitation manque toutefois. Les *Macrocephalites* d'Anwil apparaissent avec leur coquille conservée sans ligne de suture visible, elles sont pour cette raison difficiles à déterminer. La plupart des fossiles d'Anwil ne sont que peu associés à des organismes sessiles. Une *Macrocephalites* fortement envahie par des *Serpulidae* et des huitres a été trouvée, elle a dû rester au fond de la mer durant longtemps. Les premières petites *Macrocephalites* apparaissent dans la couche à concrétions, elle devrait ainsi appartenir au Callovien. Les coquilles se sont accumulées dans les poches entre les concrétions et ont été progressivement remblayées par du sédiment oolithique ferrugineux. Dans l'oolithe ferrugineuse bordeaux au-dessus de la couche à concrétions se trouve aussi un nombre croissant de coquilles plus grandes de *Macrocephalites*.

Les *Macrocephalites* d'Anwil présentent souvent des cloisons septales parfaitement conservées. La photo 5 montre la structure ramifiée des septes vers la paroi extérieure. Il existe divers avis quant à leur fonction, d'une part ils soutiennent la coquille extérieure contre la pression d'eau, mais leur agencement plissé est d'autre part aussi en relation avec l'échange de liquide entre les loges. Le tissu recouvrant les septes a probablement joué un rôle important pour le transport du liquide des loges vers le siphon en rendant possible le transfert du liquide. L'augmentation de la surface a rendu l'échange plus efficace. Les stries de croissance des septes vers la coquille extérieure porte l'appellation de ligne de suture, elle joue un rôle important pour le classement des ammonites dans leur famille et genre propre.

Sur la photo 5, le siphon attaché à la paroi externe est aussi reconnaissable. Il formait chez l'animal vivant un tuyau de tissu qui était en contact avec l'eau de mer. Le transport du liquide dans le siphon se faisait par des processus osmotiques lents de telle sorte que l'échange de liquide ne pouvait se dérouler que progressivement. Le système ne



Foto 5: Kammerscheidewand (Septum) von *Macrocephalites* (*Dolikephalites*) *subtrapezinus* (Waagen). An der Aussenwand erkennt man den Siphon, ein beim lebenden Tier mit Gewebe gefülltes Rohr, das den Flüssigkeitstransport von und zu den Kammern durch osmotische Vorgänge ermöglichte. Der Siphon stand direkt mit dem Meerwasser in Verbindung. Windungsbreite 32 mm.

Photo 5: cloison septale de *Macrocephalites* (*Dolikephalites*) *subtrapezinus* (Waagen). On reconnaît le siphon attaché à la paroi externe, un tube rempli de tissu du vivant de l'animal qui permettait l'échange de liquide entre les loges par processus osmotique. Le siphon était en contact direct avec l'eau de mer. Largeur du tour 32 mm.



Foto 6: Links *Cadoceras sublaeve* (Sowerby) mit vollständig erhaltenem Mundsäum. Durchmesser 72 mm. Rechts *Choffatia* (*Choffatia*) *evoluta* (Neumayr). Die Schale ist vollständig gekammert, die Innenwindungen sind praktisch bis zum Protoconch erhalten. In der äusseren Windung zeigt sich eine Einschnürung. Durchmesser 95 mm.

Photo 6: à gauche, *Cadoceras sublaeve* (Sowerby) avec péristome complètement conservé. Diamètre 72 mm. A droite, *Choffatia* (*Choffatia*) *evoluta* (Neumayr). La coquille est complètement cloisonnée, l'ombilic est pratiquement conservé jusqu'à la protoconque. Un étranglement est visible dans le tour extérieur. Diamètre 95 mm.

auf. Die Familie Cadoceratidae entwickelte sich seit dem Bajocien in einem kühleren, weitgehend abgeschlossenen Nordmeer. Die Zeitperiode des frühen Calloviens zeichnete sich durch einen weltweiten Anstieg des Meeresspiegels aus. Dadurch transgredierte die europäischen Schelfmeere zunehmend über festländische Gebiete und es entstanden Seewege von Norden nach Süden. Die Ammoniten des Nordmeeres (boreale Faunen) benutzten diese Meeresstrassen und besiedelten zunehmend auch südlichere Gebiete. In Anwil vermischen sich darum die Faunen der nördlichen Meere mit Arten des wärmeren Tethys-Ozeans. Die Cadoceraten von Anwil scheinen mehrheitlich zur Art *Cadoceras sublaeve* (Sowerby) zu gehören (Foto 6). Eine Besonderheit ist der Fund von *Pseudocadoceras grewingki* (Pompeckj), der aus Yorkshire (GB) und Russland beschrieben wurde und dessen Holotyp aus Alaska stammt. Er wurde bis anhin aus der Schweiz nicht beschrieben (Foto 7).

Die Familie der Perisphinctiden tritt in der Anwil-Bank ebenfalls sehr zahlreich auf. Die Schalen variieren von kleinen, einige Zentimeter durchmessenden Gehäusen, bis zu Riesen mit mehr als drei Dezimeter Durchmesser. Die Bestimmung der Perisphinctiden des Mitteljuras ist schwierig, Mangold (1970) unterscheidet für die Zeit des Calloviens zwei Unterfamilien, nämlich die *Zigzagiceratinae* und die *Grossouvriinae*, beide treten in der Anwil-Bank auf. Foto 8 zeigt zwei parallel liegende Gehäuse von *Indosphinctes* (*Elatmites*) *calloviensis* und ein Schalenstück der Muschel *Ctenostreon*, eine stachelige Limamuschel. Die Ammonitenschalen wurden vermutlich bei einem Sturm zusammengeschwemmt und durch den aufliegenden Schalenrest vor Erosion und Bewuchs geschützt (Bild umgekehrt). Foto 6 zeigt einen Vertreter der *Grossouvriinae*, es handelt sich um eine *Choffatia* (*Choffatia*) *evoluta* (Neumayr). Es ist nur der gekammerte Teil der Schale erhalten. Im Bild oben zeigt sie eine Einschnürung, wie sie für Perisphinctiden typisch ist.

Eine Besonderheit der Schalen von *Elatmites calloviensis* sind Parabelrippen. Es handelt sich dabei um parabelförmige Wülste, die sich den normalen Rippen überlagern. Es wird heute angenommen, dass es sich um Anlagen von Mündungsapophysen, also juvenile Mündungen, handelt. Man bezeichnet sie auch als interimistische Mündungen, sie dürften auf Unterbrüche des Schalenwachstums zurückzuführen sein und erscheinen unregelmässig. Da sie nicht nur bei Mikroconchen («Männchen») erscheinen, sondern auch auf Innenwindungen der grösseren Makroconche («Weibchen»), ist ein Zusammenhang mit den finalen Mündungsapophysen der Mikroconche fraglich. Möglicherweise war bei den Jugendstadien der Ammoniten die Geschlechtszugehörigkeit noch nicht vollständig ausgebildet, wie es auch bei einzelnen rezenten Schneckenarten beobachtet wird.

Die Gattung *Bullatimorphites* (Familie *Tulitidae*) wird trotz ihrer aufgeblähten Schalen auch zur Superfamilie *Perisphincti-*

serviert pas à la locomotion de l'animal, mais à l'équilibrage de la poussée d'Archimède pour le maintenir à une profondeur d'eau définie.

Le gîte d'Anwil est riche en ammonites exotiques, c'est ainsi que *Cadoceras* et *Bullatimorphites* sont assez fréquentes. La famille *Cadoceratidae* se développait depuis le Bajocien dans une mer septentrionale plus froide et en grande partie fermée. La période du Callovien inférieur se caractérise par une hausse mondiale du niveau de la mer. La mer épicontinentale européenne inondait ainsi de plus en plus de régions continentales, des voies maritimes se sont ainsi formées du nord au sud. Les ammonites de la mer septentrionale (faune boréale) utilisèrent ces détroits et colonisèrent aussi de manière croissante les régions méridionales. Pour cette raison, les faunes de la mer septentrionale se mélangèrent avec les espèces de l'océan Téthys plus chaud à Anwil. Les *Cadoceras* d'Anwil semblent appartenir pour la plupart à l'espèce *Cadoceras sublaeve* (Sowerby), photo 6. Une particularité est la découverte de *Pseudocadoceras grewingki* (Pompeckj), décrit dans le Yorkshire (GB) et en Russie et dont l'holotype est originaire d'Alaska. Il n'a jusqu'ici jamais été décrit en provenance de la Suisse (photo 7).

La famille des *Perisphinctidés* est également représentée en grand nombre dans le Banc d'Anwil. La taille des coquilles varie de quelques centimètres de diamètre jusqu'à des géants dépassant les 30 cm. La détermination des *Perisphinctidés* du Jura moyen est difficile, Mangold (1970) différencie deux sous-familles pour la période du Callovien, à savoir les *Zigzagiceratinae* et les *Grossouvriinae*, les deux apparaissent dans le Banc d'Anwil. La photo 8 montre deux coquilles d'*Indosphinctes* (*Elatmites*) *calloviensis* allongées parallèlement sur le fragment d'un bivalve à épines *Lima* (*Ctenostreon*). Les coquilles des ammonites ont probablement été emportées lors d'une tempête et protégées contre l'érosion et tout recouvrement par le fragment de coquille protecteur (image inversée). La photo 6 montre un représentant de *Grossouvriinae*, il s'agit d'un *Choffatia* (*Choffatia*) *evoluta* (Neumayr). Seule la partie cloisonnée de la coquille est conservée. Un étranglement typique pour les *Perisphinctidés* est visible dans l'image ci-dessus.

Une particularité des coquilles d'*Elatmites calloviensis* sont les côtes paraboliques. Il s'agit ici d'un bourrelet de forme parabolique qui se superpose sur les côtes normales. On suppose aujourd'hui qu'il s'agit des amorces des apophysen du péristome, donc du péristome juvénile. Elle porte aussi l'appellation de péristomes intérimaires qui devaient être dus aux interruptions de croissance de la coquille, ils apparaissent de manière irrégulière. Puisqu'elles n'apparaissent pas seulement chez les microconches («mâle») mais aussi sur les ombilics des macroconches («femelle») plus grandes, une relation avec les apophysen finales du péristome des microconches est remise en question. Chez les jeunes ammonites l'appartenance à un sexe n'était vraisemblablement pas complètement développée comme cela a été observé auprès d'espèces d'escargots récents.

Les ammonites du genre *Bullatimorphites* (famille *Tulitidae*) font aussi partie de la superfamilie *Perisphinctidae* malgré



Foto 7: *Pseudocadoceras grewingki* (Pompeckj). Dieser Ammonit ist eine typische Form des Nordmeeres. Durchmesser 31 mm.

Photo 7: *Pseudocadoceras grewingki* (Pompeckj). Cette ammonite est une forme typique de la mer septentrionale. Diamètre 31 mm.



Foto 8: Die *Perisphinctidae* sind in Anwil häufig. Hier zwei Schalen von *Indosphinctes (Elatmites) calloviensis* (Loczy) der zur Unterfamilie *Zigzagiceratinae* gehört. Die Art zeigt bifurkate Rippen, die aber unregelmässig durch Bänder ohne Rippen unterbrochen werden (Parabelrippen). Die Ammoniten sitzen auf einem Schalenstück einer Limamuschel (*Ctenostreon*). Im Sediment lag vermutlich die Muschel über den Schalen. Durchmesser vorderes Exemplar 55 mm.

Photo 8: les *Perisphinctidae* sont fréquentes à Anwil. Ici, deux coquilles d'*Indosphinctes (Elatmites) calloviensis* (Loczy) appartenant à la sous-famille des *Zigzagiceratinae*. L'espèce présente des côtes bifurquées interrompues par des bandes exemptes de côte (côtes paraboliques). Les ammonites se trouvent sur un fragment de bivalve *Lima (Ctenostreon)*. Le bivalve recouvrait probablement les coquilles dans les sédiments. Diamètre de l'exemplaire au premier plan 55 mm.



Foto 9: Vollständig erhaltene Schale von *Bullatimorphites (Kheraicerias) bullatus* (d'Orbigny). Die kragenförmige Mündung ist spektakulär. Eine ausgeheilte Schalenverletzung führte zum unregelmässigen Verlauf der Rippen in der linken Schalenhälfte. Durchmesser 94 mm.

Photo 9: coquille complète de *Bullatimorphites (Kheraicerias) bullatus* (d'Orbigny). Le péristome en forme de col est spectaculaire. Une blessure cicatrisée de la coquille a mené à un développement irrégulier des côtes de sa moitié gauche. Diamètre 94 mm.

tidae gerechnet. Dies vor allem, weil die Jugendwindungen der *Bullatimorphiten* Merkmale von *Perisphinctiden*, wie Parabelknoten und Einschnürungen, aufweisen. *Bullatimorphites (Kheraicerias) bullatus* (Foto 9) zeigt den fast kugelförmigen Bau der Innenwindungen, deren Windungsbreite gegen aussen zunimmt. Die Schale erreicht die grösste Windungsbreite vor dem Beginn der Wohnkammer, danach wird die Schale schmaler, wodurch der Eindruck eines Knicks der Gehäusespirale entsteht. Das abgebildete Stück weist stellenweise einen gestörten Rippenverlauf auf, was wohl auf eine ausgeheilte Schalenverletzung zurückzuführen ist. Foto 4 mit *Bullatimorphites (Bomburites) microstoma* zeigt den Aufbau der Schale mit der abgeknickten Wohnkammer. Nicht unerwartet war in Anwil das Auftreten heteromorpher Ammo-



Foto 10: Muschel (*Chlamys* sp.) und der heteromorphe (entrollte) Ammonit *Parapatoceras distans*. Höhe der Muschelschale 60 mm.

Photo 10: bivalve (*Chlamys* sp.) et l'ammonite hétéromorphe déroulée *Parapatoceras distans*. Épaisseur de la coquille du bivalve 60 mm.

leur coquille ballonée. Ceci parce que les spires juvéniles des *Bullatimorphites* présentent des caractéristiques des *Périsphinctidés* telles que les nodules paraboliques et des étranglements. *Bullatimorphites (Kheraicerias) bullatus* (photo 9) présente une structure de l'ombilic presque sphérique dont la largeur augmente vers l'extérieur. La coquille atteint la largeur de tour maximale avant le début de la loge d'habitation, elle se rétrécit ensuite, et donne ainsi l'impression qu'un coude de la spirale de la coquille se forme. L'exemplaire illustré ici présente à certains endroits un développement perturbé des côtes qui est probablement dû à une blessure de la coquille cicatrisée. La photo 4 montre *Bullatimorphites (Bomburites) microstoma* et la structure de sa coquille avec la loge d'habitation coudée.

niten der Gattung *Parapatoceras*. Die entrollten Ammoniten wurden bereits in der Vergangenheit am Dottenberg bei Lostorf in der Anwil-Bank gefunden (Erni, 1941). In Anwil finden sich zwei Arten, nämlich *Parapatoceras tuberculatum* (Baugier & Sauzé) der mit stabförmig gekrümmten Individuen auftritt (Foto 12) und *Parapatoceras distans* (Baugier & Sauzé), von dem eine kleine, entrollte Spirale gefunden wurde (Foto 11).

Warum sich mehrmals im Verlauf der Erdgeschichte derartige Formen entwickelten und danach wieder ausstarben, ist nicht klar. Es wird vermutet, dass ein Zusammenhang mit einer zunehmend benthischen (Boden bezogenen) Lebensweise besteht. Für Bodenbewohner musste die Schale nicht hydrodynamisch günstig ausgebildet sein, hingegen bot die entrollte Schale mehr Platz für den Eingeweidesack des Tieres. Sicher ist aber, dass die entrollten Ammoniten meist in Stillwasserablagerungen gefunden werden, zum Beispiel in den Hamiten-Tonen der schwäbischen Alb. Nun ist der Eisenoolith von Anwil kein typisches Stillwasserseiment, zeigt er doch viele Anzeichen für episodische Aufarbeitung bei Stürmen. Allerdings dürften die meiste Zeit sehr ruhige Bedingungen geherrscht haben. Es liegen denn auch Faunen unterschiedlicher Herkunft beieinander. Das bei Stürmen auf den Schelf gepresste Wasser erzeugte beim Rückfluss ins offene Meer starke Strömungen, die wohl auch Schalen freischwimmender Ammoniten verfrachteten und so zur Mischung von Bodenbewohnern und Schwimmern führte.

Erdgeschichtlicher Hintergrund der Ammonitenfaunen von Anwil

Das Anwiler Jurameer war Teil eines riesigen Schelfes zwischen den Landmassen von Amerika und Eurasien. Im Gebiet um den Nordpol erstreckte sich gleichzeitig ein ausgedehntes Meeresgebiet. Dieses Nordmeer war im frühen Dogger fast völlig vom Weltmeer abgeschnitten, es entwickelten sich darum endemische Faunen. Unter den Ammoniten waren das die Familien der *Cardioceratidae*, zu der auch die *Cadoceraten* gehören, und der *Kosmoceratidae*. Fossilien dieses Meeres finden sich in Alaska und Grönland. Unsere Gegend lag damals etwa bei 33° nördlicher Breite im europäisch-russischen Schelf, der sich damals gut 2000 km von Westen nach Osten erstreckte. Diese Dimensionen führten dazu, dass sich unter normalen Verhältnissen die Wirkung der Wasserwellen bereits am Rand des Schelfes erschöpfte. Im Innern des Schelfes herrschten darum ausserordentlich ruhige Verhältnisse. Dies erklärt die teilweise erhebliche Ausdehnung einzelner geringmächtiger Ablagerungen, wie beispielsweise der *Posidonienschiefer*, oder eben der Eisenoolithe, die teilweise europaweit verbreitet sind. Allerdings wurde die Ruhe periodisch durch Hurrikane gestört, die

L'existence à Anwil d'ammonites hétéromorphes du genre *Parapatoceras* n'était pas une surprise. Les ammonites déroulées ont été découvertes dans le passé à Dottenberg près de Lostorf dans le Banc d'Anwil (Erni, 1941). Deux espèces peuvent être trouvées à Anwil, *Parapatoceras tuberculatum* (Baugier & Sauzé) dont les individus forment une

croisse (photo 12) et *Parapatoceras distans* (Baugier & Sauzé), dont une petite spirale déroulée a été découverte (photo 11).

Pourquoi de telles formes se sont développées et se sont ensuite éteintes tout au long de l'histoire de la Terre n'est pas clair. On suppose qu'il existe une relation avec un mode de vie de plus en plus benthique (relatif au fond marin). Les espèces vivant au sol ne devaient pas posséder une coquille particulièrement hydrodynamique, une coquille déroulée offrait au contraire plus de place à la masse viscérale de l'animal. Il est cependant certain que les ammonites déroulées sont principalement trouvées dans les sédiments d'eau stagnante comme dans les Argiles à Hamites du Jura souabe par exemple. L'oolithe ferrugineuse d'Anwil n'est pourtant pas un sédiment typique d'eau stagnante, il présente beaucoup d'indices de brassage épisodique lors de tempêtes. Des conditions très calmes devaient toutefois régner la plupart du temps. Des faunes de diverses origines apparaissent donc aussi ensemble. L'eau

pressée par les tempêtes sur le socle continental produisait lors de son retrait vers la mer ouverte de forts courants qui devaient bien être en mesure de transporter les coquilles d'ammonites nageantes et de créer ainsi un mélange avec les espèces vivant au sol.

Les raisons de la présence de diverses faunes d'ammonites à Anwil

La mer jurassique d'Anwil faisait partie d'un socle continental gigantesque entre les continents de l'Amérique et de l'Eurasie. Une région marine s'étendait durant la même période dans la région du Pôle Nord. Cette mer septentrionale était presque complètement isolée de l'océan durant le Dogger inférieur, une faune endémique s'y est développée par conséquent. Parmi les ammonites se trouvait la famille des *Cardioceratidae* à laquelle appartiennent aussi les *Cadoceratinae* et celle des *Kosmoceratidae*. Des fossiles de cette mer se trouve en Alaska et au Groenland. Notre région se trouvait à cette époque environ à 33° de latitude nord dans le socle continental russo-européen qui s'étendait bien sur 2000 km d'ouest en est. Ces dimensions faisaient en sorte qu'en temps normal, l'effet des vagues s'atténuait déjà au bord du socle continental. Des conditions extraordinairement calmes régnaient pour cette raison à l'intérieur du socle. Ceci explique l'étendue en partie considérable de certains dépôts de faible épaisseur tels que le *Posidonienschiefer* ou les oolithes ferrugineuses qui s'étendent sur une grande partie de l'Europe. Cette tranquillité était toutefois perturbée



Foto 11: Detailbild der *Parapatoceras*-Schale. Innen liegt ein Schalenrest neben der Windung. Es könnte sich um den abgebrochenen Protoconch handeln. Durchmesser des Windungsstücks 12 mm.

Photo 11: détail de la coquille de *Parapatoceras*. Un reste de coquille est posé à côté du tour à l'intérieur. Il pourrait s'agir de la protoconque cassée. Diamètre du fragment de tour 12 mm.

Foto 12: Schale von *Macrocephalites* (*Macrocephalites*) *compressus* (Quenstedt) mit aufliegendem *Parapatoceras tuberculatum* (Baugier & Sauzé). Solche Stücke finden sich ab und zu in der Anwil-Bank. Eine Seite der Schale zeigt kleine Stacheln und eine Furche, die die Rippen unterbricht (Länge der Schale 45 mm).

Photo 12: coquille de *Macrocephalites* (*Macrocephalites*) *compressus* (Quenstedt) couverte par une *Parapatoceras tuberculatum* (Baugier & Sauzé). De telles pièces peuvent être trouvées de temps en temps dans le Banc d'Anwil. Un côté de la coquille présente de petites épines et une fourche qui interrompt les côtes (longueur de la coquille 45 mm).



vom südlich angrenzenden, tropischen Tethys-Ozean ins Schelfgebiet hinein zogen. Dabei wurden grosse Wassermassen auf den Schelf gepresst, die nach dem Abflauen der Stürme in den offenen Ozean zurück strömten. Die kräftigen Wasserströmungen hatten das Potential, die Meeresböden grossflächig aufzuarbeiten. Vermutlich sind sie für die zahlreichen Knauerhartgründe verantwortlich, die in jurassischen Sedimentabfolgen häufig beobachtet werden.

Im frühen Dogger bestanden keine Meeresstrassen zum Nordmeer. Erst zur Zeit des mittleren Doggers (Bathonian) begann, längs einer Nord-Süd verlaufenden Naht, das Auseinanderdriften des Nordatlantiks. Dabei entstand ein Meeresarm, die Viking-Strait, die nun eine Verbindung zu den kühleren Meeren im hohen Norden schuf. Weitere Meeresstrassen entstanden im Gebiet der russischen Tafel, die im Verlauf des späten Doggers durch einen markanten Meeresspiegelanstieg (Callovien Transgression) zunehmend überflutet wurde. Diese neuen Seewege, aber auch eine Abkühlung des Klimas, öffneten den Faunen des kühleren Nordmeeres (boreale Faunen) den Weg in die wärmeren Schelfmeere im Gebiet Mitteleuropas. So beobachtet man in den Sedimenten des späten Bathoniens die ersten Vertreter der Cardioceratinae. In unserem Gebiet finden sich Einwanderer aus den borealen Meeren erstmals in den Gesteinen des Schelmenloch-Members (Varians-Schicht) und Cadoceraten und Kosmoceraten (z.B. *Rehmannia*) erscheinen erstmals in der Anwil-Bank. Die borealen Einwanderer vermischen sich in der Anwil-Fauna mit den Ammoniten des Tethys-Gebietes, wo die Familien *Reineckiiidae* und *Oppeliidae* dominierende Elemente sind.

Ein weiteres plattentektonisches Ereignis prägt die Zeit des späten Callovians. Die grosse Naht, die seit der Trias-Zeit zwischen dem Südkontinent Gondwana und dem Nordkontinent Laurussia entstanden war, hatte sich so weit geöffnet, dass zwischen der westlichen Tethys und dem frühen Atlantik allmählich eine tiefe Meeresverbindung entstand (Hispanic Corridor). Die Meeresstrasse war von kräftigen Strömungen gekennzeichnet und sie führte zu markanten Veränderungen des Strömungsbildes der Weltmeere und leitete vermutlich auch die Klimaerwärmung im späten Ox-

de manière périodique par des ouragans en provenance de l'océan Téthys tropical limitrophe. De grandes masses d'eau submergeaient le socle continental, elles se retiraient, le calme revenu, vers l'océan ouvert. Les courants puissants avaient le potentiel de brasser le sol marin sur de grandes surfaces. Ils sont probablement la cause des nombreux hard grounds (fond durs) de concrétions qui sont souvent observés dans les successions des couches jurassiques.

Aucun détroit n'existait vers la mer septentrionale lors du Dogger inférieur. C'est seulement à l'époque du Dogger moyen (Bathonien) que commença, le long d'une ligne nord-sud, la dérive d'éloignement de l'Atlantique Nord. Un bras de mer se forma ainsi, le *Viking Strait*, qui créa une liaison vers la mer plus froide du Grand Nord. D'autres voies maritimes se formèrent dans la région de la plateforme russe qui durant le Dogger supérieur était inondée de plus en plus à cause d'une hausse marquante du niveau de la mer (transgression callovienne). Les nouvelles voies maritimes, mais aussi le refroidissement climatique, ouvraient aux faunes de la mer septentrionale plus froide (faune boréale) la voie vers les mers épicontinentales plus chaudes dans la région de l'Europe centrale. On observe ainsi dans les sédiments du Bathonien supérieur les premiers représentants des *Cardioceratinae*. On trouve pour la première fois dans notre région des immigrants des mers boréales dans le Membre de Schelmenloch (Couche à Varians), des *Cadoceras* et des *Kosmoceras* (p. ex. *Rehmannia*) font elles leur apparition dans le Banc d'Anwil. Les immigrants boréaux se mélangent aux ammonites de la région du Téthys dans la faune d'Anwil où les familles *Reineckiiidae* et *Oppeliidae* sont les éléments dominants.

Un autre événement de tectonique des plaques marque l'époque du Callovien supérieur. La grande ligne qui s'est formée depuis l'époque triasique entre le continent sud Gondwana et le continent nord Laurussia s'est étendue à tel point qu'une liaison marine profonde s'est progressivement formée entre l'ouest de la Téthys et l'Atlantique d'autrefois, le corridor hispanique. La voie maritime était marquée par de forts courants, elle mena aux changements marqués de la configuration des courants océaniques et généra proba-

fördien ein. Die kräftigen Strömungen am Nordrand des Meeresarms sind möglicherweise für die Bildung der limonitisierten Hartgründe des Doggers und frühen Malm verantwortlich, auf denen teilweise während Jahrmillionen kaum Sediment zur Ablagerung kam (Rais et. al., 2007).

Die Eisenoolithe der Anwil-Bank enthalten zahlreiche Strukturen, die eine zeitweise Aufarbeitung des Sedimentes belegen. So finden sich Lagen mit aufgearbeiteten Eisenoolith-Brocken und limonitische Knollen und Krusten (Foto 13). Die Eisenoolith-Brocken sind oft allseitig von Serpulidenröhren umkrustet, sie lagen demnach einige Zeit offen auf dem Meeresboden. Damit Gesteinsbrocken in Dezimeter Grösse aufgearbeitet werden können, braucht es aber den Einfluss starker Stürme (Hurrikane), die wie geschildert, kurzfristig sehr kräftige Kompensationsströmungen verursachen können. Die limonitischen Hartgründe entwickelten sich in Phasen, in denen die Meeresströmungen den Meeresboden Sediment frei hielten.

So zeichnet sich allmählich ein Bild der Verhältnisse zur Zeit der Sedimentation der Anwiler Eisenoolithe ab. Es wird nun einige Zeit beanspruchen, aus dem umfangreichen Fundgut die guten und wichtigen Stücke auszuwählen und zu präparieren. Auch die sedimentologische Bearbeitung der Gesteinsproben läuft erst an. Wir planen, die Resultate in einem reich illustrierten Buch zu den Anwiler Fossilien zusammenzufassen.

Ausgewählte Literatur

- Callomon, J. H. (2003): The Middle Jurassic of western and northern Europe: its subdivisions, geochronology and correlations. *Geol. Surv. Denmark and Greenland Bull.* 1, 61–73.
- Callomon, J. H. & Wrigth, J. K. (1989): *Cardioceratid and Kosmoceratid Ammonites from the Callovian of Yorkshire*. *Palaeontology*, Vol. 32/4, 799–836.
- Dietl, G. (1978): Die heteromorphen Ammoniten des Doggers. *Stuttgarter Beitr. Naturk., (B)*, 33, 1–97.
- Erni, A. (1941): Zur Stratigraphie und Paläontologie des oberen Braunen Jura in der Gegend des Unteren Hauensteins. *Eclogae geol. Helv.* 34/2, 160–164.
- Lehman, U. (1990): Ammonideen. *Leben zwischen Skylla und Charybdis*. Haeckel Bücherei Band 2. Ferdinand Enke Verlag, Stuttgart.
- Keupp, H. (2000): Ammoniten. *Paläobiologische Erfolgsspiralen*. Jan Thorbecke Verlag, Stuttgart.
- Kiselev, D. N. & Rogov, M. A. (2007): Stratigraphy of the Bathonian-Callovian Boundary Deposits in the Prosek Section (Middle Volga Region). Article 1. Ammonites and Infracallovian Biostratigraphy. *Stratigraphy and Geological Correlation*, Vol. 15/5, 485–515.
- Mangold, C. (1970): Les Perisphinctidae (Ammonitina) du Jura méridional au Bathonien et au Callovien. *Docum. Lab. Géol. Fac. Sci. Lyon*, 41/2, 1–246.
- Rais, P., Louis-Schmid, B., Bernasconi, M. & Weissert, H. (2007): Palaeoceanographic and palaeoclimatic reorganization around the Middle-Late Jurassic transition. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Paleocology*, 251, 527–546.

Peter Bitterli-Dreher, Wolfgalgen 4, 5304 Eendingen

📷 Peter Bitterli-Dreher
Präparation der abgebildeten Fossilien:
Geowissenschaftliches Atelier Imhof.

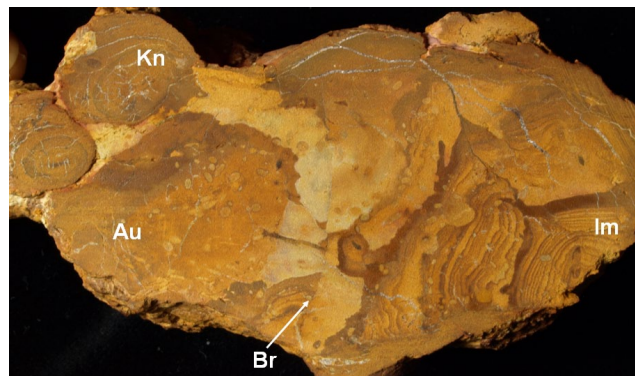


Foto 13: Limonitknolle des Hartgrunds im Dach der Eisenoolith-Schicht. Die Knolle zeigt einen komplexen Aufbau aus aufgearbeiteten Eisenoolithstücken (Au), limonitischen Imprägnationen (Im) und Limonitknollen (Kn). Bruchflächen (Br) im Zentrum der Knolle zeigen, dass sie während der Genese zerbrochen und wiederum verfestigt wurde. Wie das geschah, ist vorerst noch unklar. Breite der Knolle 85 mm.

Photo 13: tubercule de limonite du hard ground au sommet de la couche d'oolithe ferrugineuse. Il présente une structure complexe composée de fragments d'oolithe ferrugineuse (Au), d'imprégnations limonitisées (Im) et de tubercules de limonite (Kn). Des surfaces de cassures (Br) au centre des tubercules montrent qu'ils ont été rompus lors de la genèse et se sont consolidés ou solidifiés ensuite. Ce qui s'est passé ne se laisse pour l'instant pas expliquer. Largeur du tubercule 85 mm.

blement aussi le réchauffement climatique de l'Oxfordien supérieur. Les forts courants sur le bord septentrional du bras de mer sont peut-être responsables de la formation des hard grounds limonitisés du Dogger et du Malm inférieur sur lesquels en partie, durant des millions d'années, pratiquement aucune sédimentation n'a mené à des dépôts (Rais et al., 2007).

Les oolithes ferrugineuses du Banc d'Anwil contiennent de nombreuses structures qui documentent un brassage momentané des sédiments. C'est ainsi que des couches avec des blocs d'oolithe ferrugineuse travaillés, des tubercules et des croûtes limonitisés apparaissent (photo 13). Les blocs d'oolithe ferrugineuse sont souvent recouverts d'une croûte formée de tubes de *Serpulidae*, ils se trouvaient par conséquent quelques temps exposés au fond de la mer. Pour que des blocs de grandeur décimétrique puissent être travaillés de la sorte, il est nécessaire de disposer de l'influence de fortes tempêtes (ouragans) qui peuvent comme indiqué, provoquer à court terme des courants compensatoires très forts. Les hard grounds limonitisés se sont développés lors de phases durant lesquelles les courants ont libéré les fonds marins de tout sédiment.

Ainsi s'est progressivement développée une représentation des conditions durant la sédimentation des oolithes ferrugineuses d'Anwil. Il faudra maintenant un certain temps pour sélectionner et préparer les belles pièces importantes provenant de l'ensemble volumineux des trouvailles. Le travail sédimentologique des échantillons de roche ne fait lui aussi que commencer. Nous envisageons de résumer les résultats dans un livre richement illustré sur les fossiles d'Anwil.

Littérature choisie voir texte allemand

Traduction: Daniel Hêche
Préparation des fossiles illustrés:
Geowissenschaftliches Atelier Imhof.