

Die häufigsten Muscheln und Schnecken im „Pölser Mergel“ und ihre Lebensräume

Bereits am Ende des 19. Jhdts wurde eine örtlich stark unterschiedliche Fossilführung im „Pölser Mergel“ bemerkt, die durch eigene Beobachtungen für den Raum um St. Josef bestätigt werden kann:

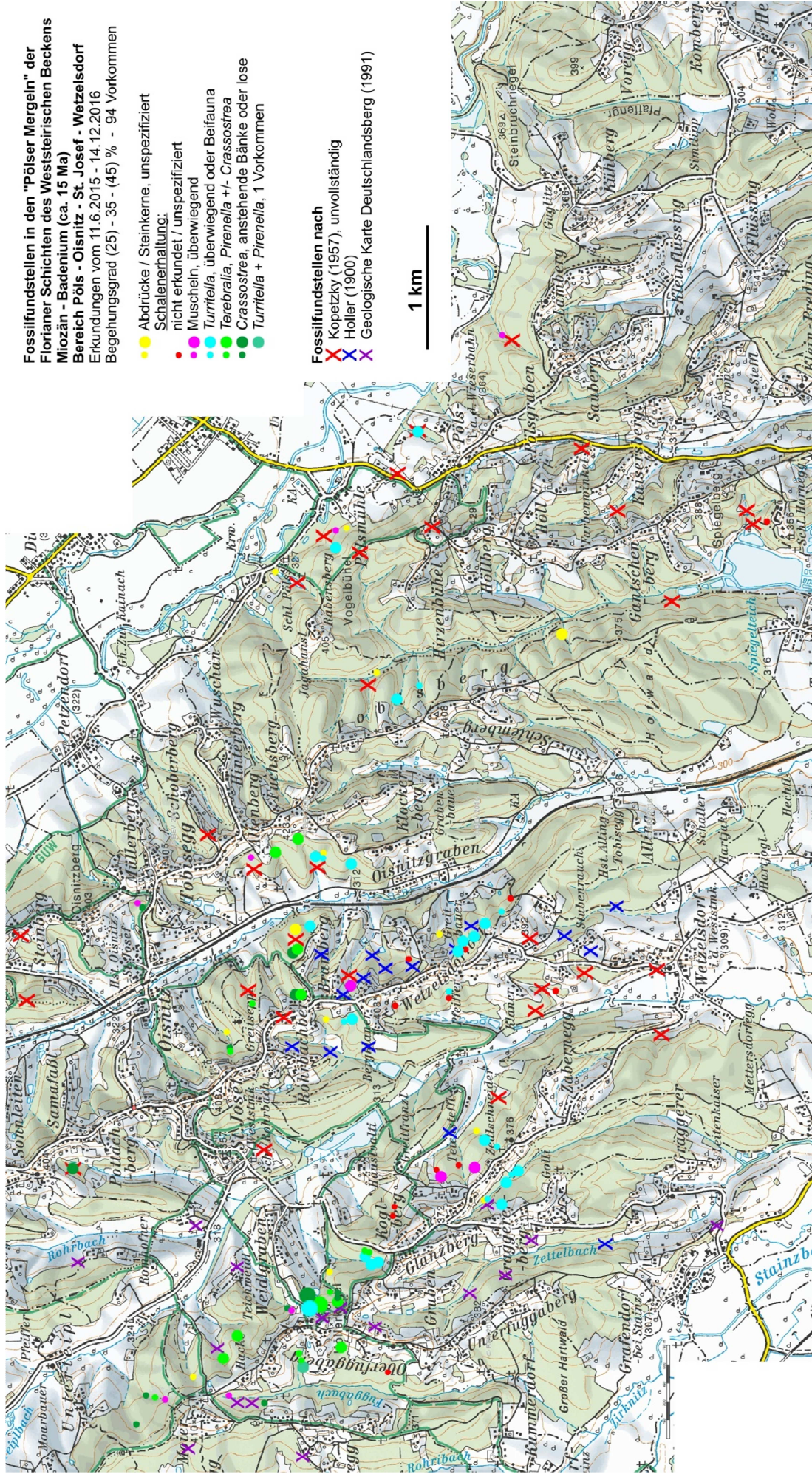
Etwa südlich bis südöstlich der Linie Altenberg – Bramberg – Höllerkogel findet sich als charakteristischstes und oft häufigstes Fossil die **Turmschnecke** *Turritella partschi* ROLLE, 1856. Auffällig ist in diesem Bereich auch die fast kugelige, dickschalige **Mondmuschel** *Linga columbella* (LAMARCK, 1818), die örtlich ebenfalls in großer Menge vorkommen kann und auch sonst immer wieder auftritt. Daneben sind noch mehrere 100 (!) andere Arten von Schnecken und Muscheln beschrieben.

Nördlich und nordwestlich dieser Linie dominieren jedoch andere Mollusken. Ganz besonders charakteristisch ist für diesen Bereich die dickschalige **Riesenauster** *Crassostrea gryphoides* (SCHLOTHEIM, 1818), die oft in mehrere dm mächtigen Austerbänken auftritt und deren Schalen auch häufig als „Geröll“ in den Gräben zu finden sind. Typische Schnecken für diesen Bereich sind die örtlich in großer Anzahl vorkommende **Schlamm Schnecke** *Pirenella* sp. sowie die **Kriecherschnecke** *Terebralia bidentata* (DEFrance in GRATELOUP, 1832). Gemeinsam mit diesen Mollusken findet sich im nördlichen und nordwestlichen Bereich in manchen Fossilvorkommen in größerer Zahl auch die bizarr gemusterte und dadurch außerordentlich attraktive, wenn auch nur wenige mm große und damit im Gelände kaum erkennbare **Kahnschnecke** (auch **Schwimmschnecke** genannt) *Theodoxus pictus* (FÈRUSSAC, 1823). Weitere Arten von Schnecken und Muscheln treten in diesem Gebiet meistens nur untergeordnet auf, auch scheint die Artenvielfalt viel geringer als im Süden zu sein.

In beiden Bereichen verbreitet, und in manchem Vorkommen als dominierende Fossilien auftretend, sind dünnschalige, glatte bis schwach konzentrisch gerippte Muscheln. Meistens liegen sie als Bruchstücke vor; wenn es gelingt, ein vollständiges Exemplar zu bergen, ist es häufig bereits im Sediment zersprungen gewesen und zerfällt ohne Stabilisierung im Laufe der Zeit in seine Einzelteile. Eine Bestimmung ist meistens schwierig. Am häufigsten dürften sie zur Gruppe der **Plattmuscheln** gehören. Daneben kommen verschiedene **Venusmuscheln** und auch **Felsenklaffmuscheln** vor. Ebenfalls in beiden Bereichen immer wieder zu finden sind **Herzmuscheln** (am häufigsten *Acanthocardia* sp.) und **Archenmuscheln** (*Anadara* sp.), wobei sich die Schalen der Archenmuscheln durch eine ziemlich große Stabilität auszeichnen.

Abbildung nächste Seite:

Übersichtskarte mit Fossilvorkommen im Bereich Pöls – Oisnitz – St. Josef – Wetzelsdorf in der Weststeiermark. Die drei großen Punkte nordöstlich vom Höllerkogel, südwestlich von St. Josef, repräsentieren insgesamt 8 einzelne fossilführende Aufschlüsse auf kleinem Raum.



Die Ansprüche dieser Schnecken und Muscheln an ihren Lebensraum sind unterschiedlich, sie können aus dem Vergleich mit heute noch lebenden verwandten Arten abgeleitet werden – und teilweise existieren diese Arten noch heute, wie z.B. die Mondmuschel *Linga columbella*:

Turmschnecken leben fast völlig eingegraben im lockeren Meeresboden und strudeln mit ihren Borsten Nahrungspartikel herbei – eine für Schnecken eher ungewöhnliche Ernährungsweise. Sie bevorzugen seichtere Meeresbereiche und kommen nahezu weltweit vor. Ein Massenaufreten bedarf nährstoffreichen Wassers, der Salzgehalt sollte im Normalbereich liegen.

Mondmuscheln leben in Endosymbiose mit sulfidoxidierenden Bakterien eingegraben im Sand und Schlamm des Meeresbodens, der reich an organischem Material und Sulfid ist. Die Wasserzufuhr erfolgt durch einen mit dem langen Fuß gegrabenen und mit Schleim ausgekleideten Kanal. Sie sind weltweit vom Gezeitenbereich bis zum Kontinentalhang verbreitet.

Austern, auch die hier vorkommende, ausgestorbene Riesenauster, bilden oft dichte Bestände (Bänke) an Flußmündungen und im Gezeitenbereich. Sie sind unempfindlich gegenüber verringerten Salzgehalt (Brackwasser).

Schlamm- und Kriecherschnecken vertragen ebenfalls Brackwasser und leben in großen Beständen auf schlammigen bis sandigen Flächen im Gezeitenbereich („Watt“, „mudflats“), gerne in Assoziation mit Mangroven. Sie sind Pflanzenfresser.

Kahnschnecken kommen in Seen und Flüssen vor, einige auch im Brackwasser und im Gezeitenbereich. Sie leben in bis zu einigen Metern Tiefe auf und unter Steinen, von dem sie Algen etc. abraspeln.

Platt-, Venus-, Felsenklaff-, Herz- und Archenmuscheln ernähren sich wie nahezu alle Muscheln als Filtrierer oder sie saugen mit ihren Siphonen den Meeresboden nach Nahrungsteilchen ab. Sehr häufig leben sie mehr oder weniger tief eingegraben im Sediment. Die verschiedenen Arten dieser Gruppen sind vom Gezeitenbereich bis in tiefere Meeresbereiche verbreitet.

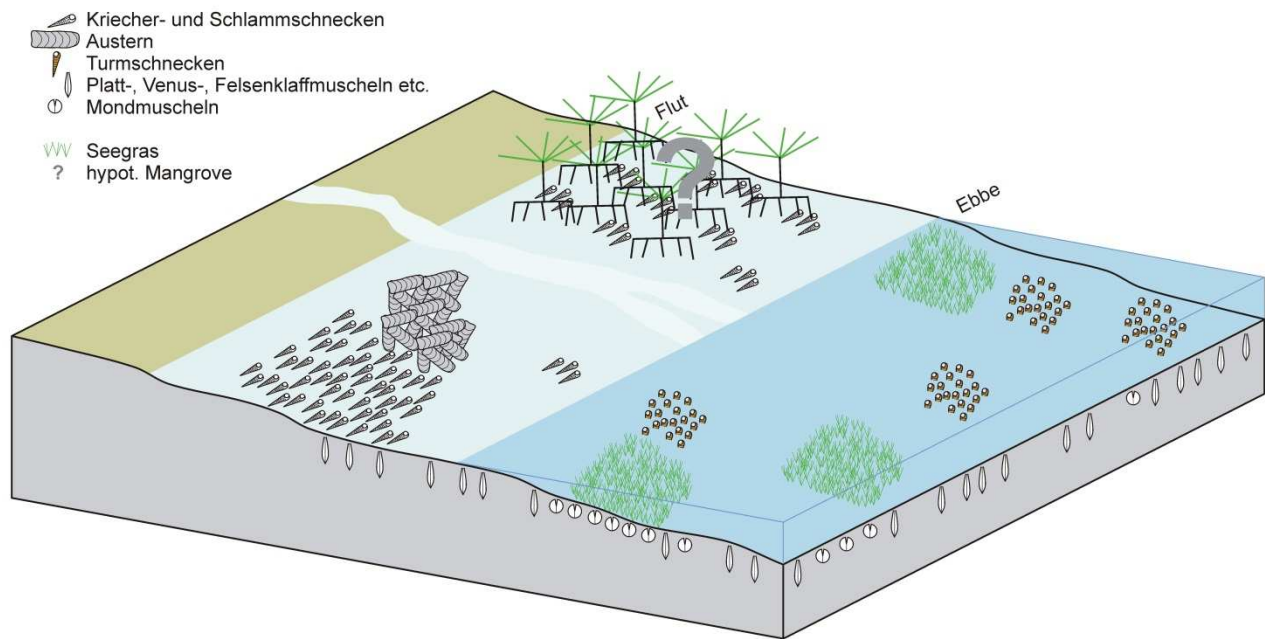
Anhand dieser Muscheln und Schnecken lassen sich also im Ablagerungsraum des „Pölser Mergels“ innerhalb der Florianer Bucht Lebensräume unterhalb des Gezeitenbereichs (**Subtidal**) und solche im Gezeitenbereich (**Intertidal**) unterscheiden. Diese wechselten sich nicht nur räumlich, sondern durch Meeresspiegelschwankungen (wodurch auch immer verursacht) auch zeitlich ab. Die beiden Großräume können weiter gegliedert werden, wobei die Datenlage für die Interpretation eher dürftig ist:

Subtidal

- Offener, schlammig-sandiger Meeresboden mit Massenvorkommen von Turmschnecken und sich eingrabenden, verschiedenen Muscheln (z.B. Platt-, Venus- und Mondmuscheln).
- Seegraswiesen, die über bestimmte Foraminiferenarten (Mikrofossilien), die auf Seegräsern leben, nachgewiesen sind. Die lokal gehäuft Vorkommen von Mondmuscheln stehen ev. mit dem Seegras im Zusammenhang. Heutzutage finden sich besonders viele Mondmuscheln im Boden unterhalb von Seegraswiesen, wo sie durch die sulfidoxidierenden Aktivitäten ihrer bakteriellen Mitbewohner den Boden „entgiften“ und damit das Wachstum des Seegrases fördern. Durch das Seegras kommt es nämlich zu einer starken Anreicherung organischen Materials im Meeresboden und damit zu verstärkter bakterieller Sulfatreduktion, d.h. Sulfidbildung, das Seegras hemmt sich damit selbst im Wachstum. Die Mondmuscheln alleine weisen jedoch nicht zwingend auf Seegrasbestände hin, sondern können auch in unbewachsenen Meeresböden leben, manche Arten sogar auf felsigem Untergrund. Der Salzgehalt des Meerwassers war in diesen beiden Lebensräumen in weiten Bereichen im Normalbereich.

Intertidal

- Austernbänke. Sie können sich auch auf Schlamm und Sand bilden.
- Offene(?) Schlamm- und Sandflächen mit großen Beständen von Kriecher- und Schlamm- und Kriecherschnecken. Diese Schnecken leben gerne in Mangrovenwäldern, Mangroven sind für ihr Vorkommen aber nicht unbedingt nötig. Wichtig ist ausreichend Nahrung in Form von Pflanzenmaterial, das auch eingeschwemmt werden kann. Für Mangroven wäre das Klima in der Florianer Bucht zu dieser Zeit jedoch warm genug und auch der Untergrund ist passend. Mangrovenbäume sind für das etwas ältere Kornneuburger Becken über Pollenuntersuchungen nachgewiesen. Für die Florianer Bucht fehlen solche Untersuchungen, die Spekulation über Mangrovenbestände und deren mögliche Ausdehnung ist daher zur Zeit rein hypothetisch.
- Über Bäche und Flüsse wurden Kahnschnecken eingeschwemmt. Ihre Lebensweise auf und unter Steinen schließt eine Existenz in dem Milieu, in dem sie heute zu finden sind, eher aus. Der Salzgehalt des Wassers war in diesem intertidalen Bereich örtlich und zeitlich sicher schwankend; es sind Foraminiferen nachgewiesen, die auch Brackwasser vertragen. Genaue Aussagen über die Salinitätsverhältnisse sind aber nicht zu machen.



Vollschematisch-totalunmaßstäbliche Darstellung möglicher Lebensräume im Ablagerungsbereich des „Pölser Mergels“ in der Florianer Bucht des Weststeirischen Beckens (mittleres Miozän – Badenium).



Subtidal: Zwei **Turmschnecken** *Turritella partschi* ROLLE, 1856 im Anstehenden wie vorgefunden, rechts unten vermutlich noch eine *Tritia* sp. Rohrbachberg-2, Bildbreite ca. 6 cm, 16.10.2016.



Subtidal: Zahlreiche frisch geborgene **Mondmuscheln** *Linga columbella* (LAMARCK, 1818).
Oben und unten noch je eine Jakobsmuschel, in der Mitte eine Archenmuschel. Bramberg-1, 5.3.2016.



Intertidal: Eine Austernbank wie vorgefunden in einem Gerinne, bestehend aus der Riesenauster *Crassostrea gryphoides* (SCHLOTHEIM, 1818). Bramberg-2, 21.2.2016.



Intertidal: Loses Bruchstück einer **Riesenauster** *Crassostrea gryphoides* (SCHLOTHEIM, 1818) wie vorgefunden bei einem Wurzeltelleraufschluss. Rohrbachberg-1, 20.2.2016.



Intertidal: Zahlreiche **Schlamm Schnecken** *Pirenella* sp. in einem Gerinneaufschluss wie vorgefunden. Rohrbachberg-1, 20.2.2016.



Intertidal: Mehrere **Kriecherschnecken** *Terebralia bidentata* (DEFRANCE in GRATELOUP, 1832) wie vorgefunden in einem losen Block. Fuggaberg-6, 22.10.2016.



Kahnschnecke *Theodoxus pictus* (FÈRUSSAC, 1823). Fuggaberg-6, Größe der Schnecke ca. 3 mm, Probe 2814, Fund 22.10.2016.



Muschelschalenfragmente in einem Gerinneaufschluss wie vorgefunden. Bramberg-4, 21.2.2016.



Plattmuschel *Solecurtus coarctatus* (GMELIN, 1790), bereits im Sediment zersprungen. Rohrbachberg-2, Breite der Muschel 2.9 cm, Probe 2811, Fund 16.10.2016.



Steinkern einer **Venusmuschel** wie im Aufschluss vorgefunden. Rohrbachberg-2, 16.10.2016.



Rechte und linke Klappe einer zweiklappig erhaltenen **Venusmuschel** *Cordiopsis islandicoides* (LAMARCK, 1818). Höllerkogel-4, Breite der Muschel 2.8 cm, Probe 2806, Fund 12.10.2016.



Herzmuschel *Acanthocardia* sp. Fuggaberg-3, Breite der Muschel 1.5 cm, Probe 2783, Fund 20.9.2016.



Eine **Archenmuschel** *Anadara* sp. wie vorgefunden im Lockermaterial. Wetzelsdorfberg-3, Breite der Muschel ca. 2.5 cm, 2.4.2016.

Bisher war von Pflanzenfressern, Filtrieren und Chemosymbionten die Rede. Es sind im „Pölser Mergel“ aber auch die Fleischfresser unter den Schnecken erhalten geblieben, sowohl Aasfresser als auch verschiedenste Jäger. Diese Schnecken kommen meistens in geringer Zahl vor, nur örtlich bilden sie größere Ansammlungen. Im Gezeitenbereich findet sich neben den Pflanzenfressern eine geringe Zahl von bohrenden **Mondschnellen** sowie „**Reusenschnellen**“, selten andere Fleischfresser. Im Subtidal ist die Artenvielfalt dieser Gruppe wesentlich größer, dort sind örtlich neben den **Mond-**, „**Reusen-**“, **Walzen-**, **Oliven-** und zahlreichen anderen fleischfressenden **Schnecken** auch die teilweise aktiv mit Giftharpunen jagenden **Kegelschnecken** verbreitet.



Intertidal und **Subtidal**: Zwei **Mondschnellen** (links) und zwei „**Reusenschnellen**“ *Sphaeronassa schoenni* (HÖRNES & AUINGER, 1882). Fuggaberg-6, Bildbreite 5 cm, Fund 22.10.2016.



Subtidal: Eine frisch freigelegte **Walzenschnecke** *Athleta rarispina* (LAMARCK, 1811) (Mitte) gemeinsam mit einer Körbchenmuschel *Caryocorbula carinata* (DUJARDIN, 1837) (oben) und einer Herzmuschel *Acanthocardia* sp. (unten) im Anstehenden. Wetzelsdorfberg-5, Bildbreite ca. 4 cm, 18.5.2016.



Subtidal: Eine **Kegelschnecke** im Anstehenden wie vorgefunden. Rohrbachberg-2, Durchmesser der Schnecke ca. 2.5 cm, 16.10.2016

Die Entstehung der Fossilvorkommen

Häufig finden sich die beiden Hauptmilieus (subtidal und intertidal) „rein“ in den Fossilvorkommen abgebildet, zumindest wenn man nur wenige Fossilien am jeweiligen Vorkommen aufsammelt. Manchmal findet sich jedoch auch eine Turmschnecke oder Jakobsmuschel bei den Schlammschnecken oder umgekehrt die eine oder andere Kriecherschnecke und Riesenauster bei den subtidalen Formen. Selten gibt es auch alles mehr oder weniger bunt gemischt innerhalb eines Fossilvorkommens. Im subtidalen Bereich ist es auffällig, dass häufig Mollusken direkt nebeneinander vorkommen, die sowohl auf dem Meeresboden leben (z.B. die schwimmfähigen Jakobsmuscheln), als auch fast ganz eingegraben (Turmschnecken) wie auch komplett mehr oder weniger tief eingegraben (z.B. Mond- und Plattmuscheln).

Beides spricht dafür, dass der „Inhalt“ der Fossilvorkommen – die **Grabgemeinschaft** – nicht völlig die damaligen, örtlichen **Lebensgemeinschaften** abbildet, sondern Schalen und Gehäuse aus unterschiedlichen Lebensräumen in unterschiedlichem Maße vermischt wurden. Dies kann beispielsweise durch Stürme geschehen sein, die Tierreste aus unterschiedlichen Bereichen zusammengebracht haben. Oder durch Hochwasserereignisse, die Gehäuse aus der Gezeitenzone ins Subtidal verfrachtet haben könnten.

An manchen Stellen ist auch eine „Anreicherung“ von Fossilien offensichtlich, Schalen und Gehäuse sind dicht an dicht und zum Teil ineinander gepackt, wie es im lebenden Zustand der Tiere nicht möglich wäre. Auch solche Anreicherungen können durch Stürme erfolgen, aber auch durch Meeresströmungen, die feines Material auswaschen und Schalen und Gehäuse zurücklassen.

Ungeachtet dieser örtlichen Durchmischung in den einzelnen Fossilvorkommen lässt sich dennoch die beschriebene Anordnung der beiden Hauptlebensräume Subtidal und Intertidal deutlich erkennen.



Eine typische **Lebens- und Grabgemeinschaft** aus dem Intertidal: Kriecher- und Schlammschnecken neben dem Fragment einer Plattmuschel; daneben noch eine winzige Kahnschnecke, die vermutlich eingeschwemmt worden ist. Höllerkogel-10, Bildbreite 13 cm, Probe 2722, Fund 6.6.2016.



Ein Beispiel aus dem Subtidal für eine **Grabgemeinschaft** von Mollusken, wie sie nicht unmittelbar nebeneinander leben konnten. Von links nach rechts: Eine sich fast eingrabende Turmschnecke, eine sich völlig eingrabende Mondmuschel, eine frei liegende und schwimmfähige Jakobsmuschel sowie eine weitere sich eingrabende Mondmuschel. Oisnitz-SE-2-1, Bildbreite 9 cm, Probe 2634, Fund Dezember 2015.

Gewinnung, Präparation und Stabilisierung der Fossilien

Die Fossilien sind mitunter bereits völlig herausgewittert und können damit manchmal bereits lose aufgesammelt werden. Will man aus dem Anstehenden Material gewinnen, hat sich als Meißel ein großer Flachschaubenzieher bestens bewährt. Damit können auch lockere, meist hangparallele Platten, die sich durch Frost-Tau-Wechsel bilden, leicht herausgehoben werden, ohne viel zu zerstören. Sieht man im kompakten Anstehenden ein Fossil, das man bergen möchte, kann man mit einem kleineren, scharfen Schraubenzieher in gutem Abstand zum Fossil eine Rinne rundherumkratzen und versuchen, es mit Matrix zu gewinnen. Durch diese Methode kann natürlich auch das eine oder andere schöne Fossil zerstört werden; Einfaches meißeln mit dem Schraubenzieher schont die Umgebung, oft geht aber nach Murphy's erstem Gesetz der sich ergebende Bruch mitten durch das zu bergende Fossil...

Die Fossilien lösen sich meistens sehr leicht aus dem umgebenden Sediment, manchmal kommen sie fast völlig fertig „präpariert“ zum Vorschein; oft fallen sie beim Abbau auch einfach heraus. Die Schalen und Gehäuse können fest und stabil bis hin zu kreidig zersetzt oder auch von Rissen durchzogen sein (Besonders die dünnschaligen Muscheln). Das Sediment selber ist je nach Zementationsgrad und Verwitterungszustand mehr oder weniger weich. Es wird beim trockenen stabiler und fester, beim wiederanfeuchten wieder weicher und kann dabei auch zerfallen. Auf Grund dieser Beobachtungen hat sich folgende Vorgangsweise bewährt:

- Frisch geborgene Proben feucht lagern, entweder eingewickelt in nassem Papier in einem Plastiksack oder in einem Kübel mit Wasser.
- Vorsichtig abspülen und ev. mit seiner sehr weichen Bürste loses Material entfernen.
- Falls Umgebungsgestein entfernt werden soll, geht das im Groben sehr gut mit einem kleinen Schraubenzieher oder einer großen Beißzange; in der Nähe der Fossilien und zum „Putzen“ der Fossilien selber hat sich ein angespitzter oder abgeflachter Zahnstocher bewährt, ev. auch eine Nadel. Zwischendurch immer wieder anfeuchten oder abspülen, es ist wichtig und schonend für das Fossil, dass alles gut nass ist.
- Wenn man zufrieden ist, nochmals gut abspülen und möglichst langsam bei Raumtemperatur trocknen lassen.
- Ob man Matrixstufen produziert oder einzelne, lose Fossilien, ist Geschmackssache. Ich bevorzuge Matrixstufen, denn lose Fossilien fallen normalerweise automatisch reichlich an.
- Wünscht man nach dem Trockenen noch eine weitere Freilegung, feuchtet man die betreffenden Stellen tropfenweise an und benutzt wieder den Zahnstocher. Anschließendes abspülen birgt mitunter ein gewisses Restrisiko des Zerfalls, ein sehr kurzes Spülen schadet aber meistens nicht – außer, die Schalen sind beim trocken zersprungen und haben sich vom Untergrund gelöst. Bei eher toniger Matrix, wie z.B. in Fuggaberg, neigt diese dazu, beim Trocknen Risse zu entwickeln. Das Stück selber zerfällt dadurch aber nicht, wiederanfeuchten ist hier jedoch äußerst riskant.

Um das Ablösen und Zerfallen der Fossilien zu vermeiden, das betrifft ganz besonders die dünnschaligen Muscheln, kann man die Stücke auch stabilisieren:

- Dazu mischt man den Zweizweckkleber einer bekannten Vogelfirma oder einen ähnlichen Kleber etwa 1:7 mit Wasser.
- Die zu stabilisierenden Stücke lässt man für wenige Stunden ganz leicht antrocknen.
- Auf die zu stabilisierenden Stellen gibt man tropfenweise den verdünnten Kleber, der normalerweise innerhalb weniger Sekunden in das Stück einzieht. Wenn der Tropfen eingezogen ist, den zweiten daneben setzen. Doppelte Anwendung an derselben Stelle ist normalerweise nicht nötig.
- Anschließend normal trocknen lassen.

Es gibt eine Goldene Regel: Alles zuerst an minderen Stücken, deren Verlust man verkraften kann, ausprobieren. Am Besten also gleich auch einige wenige solche Stücke mitnehmen, die man sicher nicht behalten möchte...

Nachwort

Diese erdwissenschaftliche und meeresbiologische Geschichte eines kleinen Gebietes aus dem Weststeirischen Hügelland ist vom Großen zum Kleinen erzählt und zu Beginn auch „oben herab“ – ohne Beobachtungen und ohne Daten. Niemand „sieht“ im Gelände ein ehemaliges Meer oder eine ehemalige Küste, niemand „sieht“ einen lange zurückliegenden Vulkanausbruch. Und schon gar niemand „sieht“ tropische Temperaturen oder was vor genau 15 Millionen Jahren in einem bestimmten Gebiet passiert ist. All das sieht man nur, weil sich Geologen, Paläontologen, Biologen & Co. bereits seit mehr als 200 Jahren von „unten“ (der Beobachtung in der Natur, der Messung, dem Experiment) nach „oben“ (der Interpretation, der Theorie, dem Modell) vorgearbeitet haben. Und auf diesem Weg eine Frage nach der anderen gestellt und zum Teil auch beantwortet haben:

„Was bitte machen diese Meeresmuscheln hier, wo doch weit und breit kein Meer ist?“

„Was ist das für ein sonderbares, schmieriges Gestein in diesem ganzen Sand, das sich so komisch verhält?“

„Was machen den Korallen hier, wo die doch bei dieser Kälte hier nicht so großartig wachsen würden, selbst wenn hier heute ein Meer wäre?“

„Wann wurden denn diese Schichten abgelagert und wann sind diese Korallen gewachsen und – bitteschön, wenn wir schon beim Fragen sind – wie alt ist denn die Erde überhaupt...?“

Literatur

Sie ist nach dem Erscheinungsjahr geordnet. Fast alle Arbeiten können frei aus dem Internet bezogen werden, Ausnahmen sind angeführt.

Internetquellen ohne Jahr

Hengist-Kulturwanderweg Informationstafeln:

www.hengist.at/pdf/hengsberg/hengsberg_03.pdf

www.hengist.at/pdf/hengsberg/hengsberg_04.pdf

sowie entsprechende wikipedia-Artikel

MESSNER, F. & BERNHARD, F. (2016): Zwei aktuelle Fossilfundstellen im Bereich Wetzelsdorfberg, Weststeiermark. *Der Steirische Mineralog*, 31, 28-34.

HOHENEGGER, J., ČORIĆ, S. & WAGREICH, M. (2014): Timing of the middle Miocene Badenian Stage of the Central Paratethys. *Geologica Carpathica*, 65, 1, 55-66.

KABIR, M., ABOLFATHI, M., HAJIMORADLOO, A., ZAHEDI, S., KATHIRESAN, K. & SHEYDA GOLI, S. (2014): Effect of mangroves on distribution, diversity and abundance of molluscs in mangrove ecosystem: a review. *Aquaculture, Aquarium, Conservation & Legislation – International Journal of the Bioflux society*, 7(4), 286-300.

REUTER, M. & PILLER, W.E. (2014): Excursion 2: Neogene of the Styrian Basin. *Berichte des Instituts für Erdwissenschaften, Karl-Franzens-Universität Graz*, 20/2, 22-43.

Van der HEIDE, T., GOVERS, L.L., de FOUW, J., OLFF, H., van der GEEST, M., van KATWIJK, M.M., PIERSMA, T., van de KOPPEL, J., SILLIMAN, B.R., SMOLDERS, A.J.P. & van GILS, J.A. (2012): A Three-Stage Symbiosis Forms the Foundation of Seagrass Ecosystems. *Science*, 336(6087), 1432-1434.

GASSER, G., GUSTERHUBER, J., KRISCHE, O., PUHR, B., SCHEUCHER, L., WAGNER, Th. & STÜWE, K. (2009): Geology of Styria: An overview. *Mitteilungen des Naturwissenschaftlichen Vereines für Steiermark*, 139, 5-36.

HOHENEGGER, J., RÖGL, F., ČORIĆ, S., PERVESLER, P., LIRER, F., ROETZEL, R., SCHOLGER, R. & STINGL, K. (2009): The Styrian Basin: A key to the middle Miocene (Badenian/Langhian) central Paratethys transgression. *Austrian Journal of Earth Sciences*, 102, 102-132.

NOLF, D. & BRZOBOHATÝ, R. (2009): Lower Badenian fish otoliths of the Styrian and Lavanttal basins, with a revision of WEINFURTER's type material. *Annalen des Naturhistorischen Museums Wien*, 111A, 323-356.

GROSS, M. & FRITZ, I. (2007): Geologie verbindet: Ein Fossil als Wappentier einer steirischen Gemeinde. *Abhandlungen der Geologischen Bundesanstalt*, 60, 67-70.

GROSS, M., FRITZ, I., PILLER, W.E., SILLIMAN, A., HARZHAUSER, M., HUBMANN, B., MOSER, B., SCHOLGER, R., SUTTNER, T.J. & BOJAR, H.-P. (2007): The Neogene of the Styrian Basin – Guide to excursions. *Joannea Geologie und Paläontologie*, 9, 117-193.

HANDLER, R., EBNER, F., NEUBAUER, F., HERMAN, S. & BOJAR, A.-V. (2006): $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ dating of Miocene tuffs from Styrian part of the Pannonian Basin: an attempt to refine the basin stratigraphy. *Geologica Carpathica*, 57:483-494.

- BOJAR, A.-V., HIDEN, H., FENNINGER, A. & NEUBAUER, F. (2004): Middle Miocene seasonal temperature changes in the Styrian basin, Austria, as recorded by the isotopic composition of pectinid and brachiopod shells. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 203, 95-105. (Nur Kurzfassung verfügbar)
- HARZHAUSER, M., MANDIC, O. & ZUSCHIN, M. (2003): Changes in Paratethyan marine molluscs at the Early/Middle Miocene transition: diversity, palaeogeography and palaeoclimate. *Acta Geologica Polonica*, 53, 323-339.
- HARZHAUSER, M., BÖHME, M., MANDIC, O. & HOFMANN, Ch.-Ch. (2002): The Karpation (Late Burdigalian) of the Korneuburg Basin - A Palaeoecological and Biostratigraphical Synthesis. *Beiträge zur Paläontologie*, 27, 441-456.
- HIDEN, H. & STINGL, K. (1998): Neue Ergebnisse zur Stratigraphie und Paläogeographie der „Eibiswalder Schichten“ (Miozän, Weststeirisches Becken, Österreich): Die Otolithenfauna der Tongrube Gasselsdorf. *Geologisch-Paläontologische Mitteilungen Innsbruck*, 23, 77-85.
- BRUNNSTEINER, A. (1997): Neubearbeitung der „Florianer Schichten“ im Gebiet zwischen Kainach und Laßnitz (Weststeiermark). Diplomarbeit, Institut für Geologie und Paläontologie, Karl-Franzens-Universität Graz, 90(?) Seiten. (nur in Papierform verfügbar)
- HIDEN, H. (1997): Die mittelmiozänen „Florianer Schichten“ des weststeirischen Tertiärbeckens und ihre Fossilführung. *Der Steirische Mineralog*, 32-35.
- EBNER, F. & SACHSENHOFER, R.F. (1991): Die Entwicklungsgeschichte des Steirischen Tertiärbeckens. *Mitteilungen der Abteilung für Geologie und Paläontologie am Landesmuseum Joanneum*, 49, 1-96.
- HIDEN, H. (1991): Eine relativ unbekannte Fossilfundstelle.... *Der Steirische Mineralog*, 2, 14-15. (nur in Papierform verfügbar)
- FRIEBE, J.G. (1990): Lithostratigraphische Neugliederung und Sedimentologie der Ablagerungen des Badenium (Miozän) um die Mittelsteirische Schwelle (Steirisches Becken, Österreich). *Jahrbuch der Geologischen Bundesanstalt*, 133, 223-257.
- FLÜGEL, H.W. & NEUBAUER, F. (1984): Geologische Karte der Steiermark 1:200.000. Geologische Bundesanstalt, Wien. (nur in Papierform verfügbar)
- FLÜGEL, H.W. & NEUBAUER, F. (1984): Steiermark. Geologie der österreichischen Bundesländer in kurzgefaßten Einzeldarstellungen, Erläuterungen zu Geologischen Karte der Steiermark 1:200.000. Geologische Bundesanstalt, Wien. 127 Seiten. (nur in Papierform verfügbar)
- EBNER, F. & GRÄF, W. (1982): Bentonite und Glastuffe der Steiermark. *Archiv für Lagerstättenforschung der Geologischen Bundesanstalt*, 2, 31-45.
- FLÜGEL, H. & HERITSCH, H. (1968): Das Steirische Tertiär-Becken. *Sammlung geologischer Führer*, 47, 196 Seiten, Gebrüder Bornträger, Berlin-Stuttgart. (komplett nur in Papierform verfügbar, Auszüge jedoch im Internet auffindbar)
- KOLLMANN, K. (1965): Jungtertiär im Steirischen Becken. *Mitteilungen der Geologischen Gesellschaft Wien*, 57, 479-632.
- KOPETZKY, G. (1957): Das Miozän zwischen Kainach und Laßnitztal in Südweststeiermark. *Mitteilungen des Museums für Bergbau, Geologie und Technik, Graz*, 18, 1-112.
- BAUER, K. (1900): Zur Conchylienfauna des Florianer Tegels. *Mittheilungen des Naturwissenschaftlichen Vereines für Steiermark*, 39, 19-47.
- HOLLER, A. (1900): Über die Fauna der Meeresbildungen von Wetzelsdorf bei Preding in Steiermark. *Mittheilungen des naturwissenschaftlichen Vereines für Steiermark*, 39, 48-71.
- HILBER, V. (1878): Die Miocän-Ablagerungen um das Schiefergebirge zwischen den Flüssen Kainach und Sulm in Steiermark. *Jahrbuch der k.k. geologischen Reichsanstalt*, 28, 505-580.
- ROLLE, F. (1856): Die tertiären und diluvialen Ablagerungen in der Gegend zwischen Gratz, Köflach, Schwanberg und Ehrenhausen in Steiermark. *Jahrbuch der k.k. geologischen Reichsanstalt*, 7, 535-60.