

Über sonnenhungriges Seegras und faulende Fische: Leben und Tod im Rupelmeer

Kristina Eck



Es ist unerträglich heiß. Während ich mich durch den dichten Dschungel schlage, tropft mir der Schweiß von der Stirn. Ich bahne mir meinen Weg durch Schachtelhalme, Adlerfarne, Zypressen, Platanen, Zimtbäume und Hortensien. Unzählige Insekten umschwirren mich. Anhand des Sonnenstandes erkenne ich, dass ich Richtung Westen laufe. Es wird matschiger, aber der Bewuchs wird lichter. Dank meiner Gummistiefel komme ich gut voran. Allerdings merke ich, dass das Wasser allmählich tiefer wird. Meine Umgebung erinnert mich an einen Mangrovensumpf, nur mit fremdartigen Pflanzen. Ich sehe hohe Bäume, die mich an Palmen erinnern. Mächtige Mammutbäume ragen in den Himmel. Da ich Durst habe, nehme ich eine Kostprobe von dem Wasser zu meinen Füßen. Salzig. Brackwasser. Untrinkbar. Und es wird immer tiefer. Ich streife die Gummistiefel ab stürze mich in die Fluten. Das Wasser, das ich dabei schlucke, wird immer salziger. Offenbar steuere ich auf ein Meer zu! Damit hätte ich hier und heute nun wirklich nicht gerechnet.

Die Bäume werden lichter und verschwinden schließlich ganz. Vor mir eröffnet sich eine riesige Wasserfläche. Eine Bucht, die in weiter Entfernung in ein offenes Meer überzugehen scheint. Ich schwimme weiter. Über mir fliegen Sturmvögel. Ich tauche den Kopf ins Wasser und riskiere einen Blick. Was ich sehe ist beeindruckend: eine gigantische Seegraswiese. Sie scheint sich in der lichtdurchfluteten Uferzone der gesamten Bucht zu erstrecken. Darin tummelt sich eine unfassbare Vielfalt. Ich sehe kleine Muscheln, stachelige Seeigel und farbenfrohe Schnecken. Unzählige Fische unterschiedlichster Farben und Formen. Gemütliche Meeresschildkröten und Seekühe, die das Seegras abweiden. Ein herrlicher Anblick. So schön und idyllisch.

Doch plötzlich macht sich in der Unterwasserwelt Hektik breit. Da ich unter Wasser nicht weit sehen kann, strecke ich meinen Kopf nach oben. Ein Blick nach Westen. Da sehe ich etwas auf der Wasseroberfläche, das ist überhaupt nicht idyllisch. Dreieckige Flossen – typisch für

Haie. Große dreieckige Flossen - typisch für große Haie. Mir wird bewusst, dass ich gar nicht weiß, wie tief das Wasser hier ist! Und eigentlich weiß ich auch gar nicht, wie ich hier her gekommen bin. Und warum um alles in der Welt ist hier ein Meer? Das verstehe ich ni..

Der Wecker klingelt und ich wache schweißgebadet auf. Der Traum ist vergessen und ich mache mich fertig für die Arbeit. Hut, Sonnenbrille, Lupe, große Messer, Gummistiefel und es kann losgehen. Auf meinem Weg von Speyer nach Rauenberg – von Rheinland-Pfalz nach Baden-Württemberg – starte ich am Rhein, überquere diesen und fahre nach Osten zum badischen Rand des Oberrheingrabens. Ich verlasse die A6 bei der Ausfahrt Wiesloch/Rauenberg und beende meine Fahrt in der Tongrube Unterfeld. In dieser Grube ist der Fischschiefer, ein bituminöser Tonstein, aufgeschlossen und sie ist der letzte Ort in der Region, wo dieses Gestein überhaupt noch zugänglich ist. Dort machen wir uns auf die Suche nach Fossilien, die in den Meeresablagerungen zu finden sind. Wir, das sind meine Praktikanten, mein Hund und ich. Die Grube war in der Vergangenheit unter anderem als „Tongrube Bott-Eder“ oder „Tongrube Frauenweiler“ bekannt. Heute bezeichnet Frauenweiler nur noch die zu einem Biotop umgewandelte, geschlossene Grube im Norden der Autobahn (Abb. 1).

Mit fast 40 Grad ist es unerträglich heiß und wir sind gezwungen in der Sonne arbeiten, da andernfalls z.B. Fischschuppen in dem dunklen Tonstein nicht zu erkennen wären. So mancher Student stöhnt, während ich mich damit tröste, dass es keine Moskitos gibt und alle gesammelten Informationen in meinem Fundbuch notiere. Jeder kleinste Rest wird gezählt und einer Gesteinsschicht zugeordnet. Der einzige der beim Graben nicht systematisch vorgeht, ist der Hund. Während er den Eindruck macht, zum Erdkern zu wollen, tragen wir das Gestein im Millimeter-Bereich ab. Ich spalte mit dem Messer den Fischschiefer in Tonplatten und der Schweiß tropft mir von der Stirn. Da fällt mir plötzlich mein Traum wieder ein. Ja, so könnte es hier vor 31 Millionen Jahren ausgesehen haben. Reist man in diese Zeit zurück, landet man im Rupelium (Oligozän). Die meisten Dinosaurier sind seit 35 Millionen Jahren ausgestorben und bis zu den ersten Vormenschen müssen noch 24 Millionen Jahre vergehen (STANLEY 2001).

Zu dieser Zeit hatte die Vereisung der Antarktis erst begonnen und der Meeresspiegel war noch höher als heute. Die damalige Nordsee reichte bis nach Kassel, der Vorläufer des Mittelmeeres erstreckte sich bis in den Voralpenraum. Diese Ur-Nordsee und das Ur-Mittelmeer waren durch einen Meeresarm im Rheingraben, dem Rupelmeer, zumindest zeitweise verbunden (MICLAUS et al. 2007, Abb. 2).

Der Fischschiefer, in dem wir nach Fossilien suchen, wur-

de am Ostrand des Rupelmeeres abgelagert. Das Besondere am Fischschiefer der Tongrube Unterfeld: dank des küstennahen Ablagerungsbereiches wurden nicht nur Fossilien von Meeresorganismen überliefert, sondern auch die von einigen landlebenden Pflanzen und Tieren. Dadurch wissen wir, dass das östliche Ufer des Rupelmeeres von immergrünen Laubmischwäldern bewachsen war (Abb. 3) und durch die Luft flogen unzählige Insekten, wie z.B. Libellen oder Käfer (Abb. 4). Dazu kamen zahlreiche Vögel, wie z.B. Seetaucher, Mausvögel, Kolibris, Spechte... Moment! Kolibris in Europa? Damit hätten Sie wahrscheinlich nicht gerechnet. Die Paläontologen, die die Überreste dieses Tieres in der Tongrube Unterfeld gefunden haben, auch nicht. Es war eine Sensation und hat unter anderem dazu beitragen, die „Fundgrube“ Unterfeld für die Forschung zu erhalten. Denn der Fund war der erdgeschichtlich älteste Kolibri überhaupt und dann kam er auch noch aus der Alten Welt (Abb. 5). Entsprechend der Name, den das wenige Zentimeter große Tierchen bekommen hat: *Eurotrochilus inexpectatus* - der unerwartete europäische Kolibri (MAYR 2004).

Überreste von landlebenden Wirbeltieren sind im Übrigen rar. Aber es gibt sie, wie z.B. die des *Apterodon rauenbergensis* FREY et al. 2010. Ein Urraubtier, nicht größer als der durchschnittliche Haushund und vielleicht ähnlich putzig. Er gehört zu den sogenannten Hyaenodontidae. Eine einzige Unterkieferhälfte von dieser Art wurde 2009 in der Tongrube Unterfeld auf einem Abraumhaufen gefunden (Abb. 6).

In einem marinen Ablagerungsraum würde man reichlich Fossilien von Wirbellosen, wie Muscheln oder Schnecken erwarten, diese sind im Fischschiefer aber erstaunlich selten (Abb. 7).

Wenden wir uns wieder der Wirbeltierfauna zu und es wird beim Betrachten einer bestimmten Tiergruppe schnell klar, woher der schwarze Tonstein seinen Namen hat: heute sind über 70 verschiedene Fischarten bekannt (MAXWELL et al. 2016). Aale, Barsche, Heringe, Makrelen, Hornhechte, Trompetenfische, Seenadeln oder Schnepfenmesserfische – um nur einige zu nennen (Abb. 8). Überreste von Heringen (*Clupeida* indet.) und des Schnepfenmesserfisches *Aeoliscus* sind die häufigsten Fischfossilien. Letztere ist heute mit zwei Arten bekannt: *Aeoliscus heinrichi* und *Aeoliscus distinctus* (vgl. Abb. 7 d, e).

Die vielen kleineren Knochenfische dienten vermutlich diversen Haiarten, wie z.B. Sandhaien, Makrelenhaien oder Makohaien, als Nahrung. Innerhalb der Knorpelfische sind zudem Stechrochen und Chimären bekannt (MAXWELL et al. 2016, Abb. 9). Die Vielfalt ist atemberaubend, wenn man die zahllosen Fossilien in einem der Museumskeller durchforstet.

Sie fragen sich, ob es vor 31 Millionen Jahren schon Wale gab? Ja, ein Wal, das wäre toll. Und ja, es gab im Oligozän schon die ersten Vorfahren der Wale. Leider hat man in Unterfeld aber bisher noch keine Walfossilien gefunden. Dafür aber die eines Tieres, das von Weitem durchaus an einen Wal erinnern kann. An der Schwanzflosse kann man dann aber leicht erkennen, dass es kein Wal ist. Sie steht senkrecht. Es ist ein Fisch. Ein Hai. Aber ein harmloser. Der Riesenhai (*Keasius parvus*) ist das, was man einen gemütlichen Filtrier nennt. Er hat keine Zähne, stattdessen ermöglichen ihm tausende von Reusendornen in seine Kiemen, Plankton aus dem Wasser zu filtern. Während dem Schwimmen reist er sein Maul wie ein Scheunentor auf, Wasser strömt in sein Maul und durch die Kiemen wieder heraus. Das Plankton bleibt dabei in den Kiemenreusendornen hängen. Man sollte aber trotzdem aufpassen, dass man sich nicht gerade frontal des Hais befindet, wenn er mit geöffnetem Maul durch das Wasser schwimmt. Große Wirbeltiere stehen zwar nicht auf seinem Speiseplan, würden aber ohne Probleme in sein Maul passen. Im Fischschiefer sind Ganzkörperfossilien des Riesenhais selten, aber die einzelnen Kiemenreusendornen zählen zu den häufigsten Funden (vgl. Abb. 9b).

Auch heute gibt es noch Riesenhaie, wissenschaftlich *Cetorhinus maximus*. Die bis zu zehn Meter langen Fische leben heute noch so wie ihr ausgestorbener Verwandter aus dem Oligozän (HOVESTADT & HOVESTADT-EULER 2012). Meeresschildkröten und Seekühe sind ebenfalls aus dem Fischschiefer bekannt. Die Seekuh in der Tongrube Unterfeld wurde 2009 bei Baggerarbeiten gefunden. Erst nach monatelangen Präparationsarbeiten konnte das fast vollständige Exemplar der Öffentlichkeit als Gabelschwanzseekuh vorgestellt werden (SCHOEGGL & MICKLICH 2012, Abb. 10).

Unzählige Fossilien in den Sammlungen verschiedener Museen und Instituten und trotzdem waren wichtige Fragen rund um den Ablagerungsraum des Fischschiefers in der Tongrube Unterfeld unbeantwortet. Bekannt war nur, dass ein subtropisches Klima herrschte, im Ruppelmeer ein normaler Salzgehalt vorlag (3,5 %) und es im Ablagerungsbereich des Fischschiefers am Meeresboden sauerstoffarm war (MAXWELL et al. 2016). Hingegen ungewiss waren die ökologischen Rahmenbedingungen, wie die Wassertiefe und das damit verbundene Küstenrelief.

Es war also kein Wunder, dass mich die Wassertiefe im meinem Traum so in Panik versetzt hat – denn das war die Schlüsselfrage meiner Arbeit. Die Angaben zur Wassertiefe für den Ablagerungsbereich des Fischschiefers in Unterfeld schwankten nämlich zwischen 10 und 300 m (GRIMM et al. 2002, MICKLICH 2005). Ein enormer Unterschied, wenn man ökologische Zusammenhänge verstehen will. Dass mein eingangs geschilderter Traum

sehr nah an dem lag, was die Funde erzählen, sollte sich herausstellen als meine Grabungs- und Sammlungsarbeiten abgeschlossen waren und es an die Auswertung ging.

Paläontologen arbeiten ein bisschen wie Beamten bei der Mordkommission, denn von jedem Fossil möchte man wissen, wie das Lebewesen gestorben und was zwischen Tod und Fossilisation passiert ist. Das ist die Arbeitsmethode der Taphonomie. Die Taphonomie ist deshalb so wichtig, weil man durch sie schließen kann, wie die damalige Umwelt ausgesehen hat. Also die Paläoökologie. Und je mehr Fossilien man untersucht, desto mehr Informationen bekommt man natürlich. Während ich in den Sommermonaten bei der Grabung war, arbeitete ich in den Wintermonaten in fünf verschiedenen Museen und Instituten, die in den letzten 100 Jahren insgesamt etwa 10.000 Fischschieferfossilien in ihren Sammlungen aufgenommen hatten. Das sind das Staatliche Museum für Naturkunde Karlsruhe (SMNK), das Institut für Geowissenschaften der Universität Heidelberg (GEOW), das Hessische Landesmuseum Darmstadt (HLMD) und das Staatliche Museum für Naturkunde Stuttgart (SMNS). Den Fossilien in diesen Sammlungen fehlt aber eine wichtige Information: die Fundschicht. Und die zu wissen ist unabdingbar, wenn man wissen will, ob in allen Schichten die gleichen Fossilien zu finden sind und ob es im Lauf der Ablagerungszeit zu Veränderungen kam. Deshalb habe ich in Unterfeld drei Jahre lang sprichwörtlich jeden Stein umgedreht, ein fünf Meter mächtiges Profil aufgenommen und 35.000 Fossilien ausgegraben, gezählt und katalogisiert.

Nun hatte ich eine Datenbank mit rund 45.000 Funden und jeder erzählt eine Geschichte. Um die zu erfahren, sind im Verlauf einer taxonomischen, taphonomischen und paläoökologischen Analyse die folgenden Fragen zu stellen: um welche Art von Tier oder Pflanze handelt es sich? Wurde es nach dem Tod dort eingebettet, wo es gestorben ist? Wie leben heutige Verwandte? Wie ist das Fossil erhalten? Wie sieht das Gestein aus, in dem das Fossil gefunden wurde? Sind in allen Schichten die gleichen Fossilien zu finden?

Leider kann ich als Paläontologe - im Gegensatz zum Kommissar - niemanden verhören. Jedenfalls wird mir keiner was erzählen und somit blieb mir nichts anderes übrig, als den Funden systematisch ihre Informationen zu entlocken. Alle Exemplare wurden von mir in einem Sammlungskatalog in Excel-Datensätzen mit Metadaten, wie z.B. Gattung und/oder Art, vorher definierten Zerfallsstufen, Erhaltungszuständen und ggf. Fundschicht festgehalten. Über verschiedene Excel-Funktionen – die ich mir beibringen ließ – konnte ich nun statistisch z.B. genau auswerten, welche Arten oder Erhaltungszustände in welchen Schichten am häufigsten sind.

Neben dem zu erwartenden Ergebnis, dass Heringe, Schnepfenmesserfische und Kiemenreusendornen von Riesenhaien am häufigsten sind, erzielte ich durch die taxonomische Analyse eine neue Erkenntnis: Längliche, etwa zwei Zentimeter breite Pflanzenreste, die bisher als „Schilf“ bezeichnet wurden, stellten sich ebenfalls als unglaublich häufig heraus. Obwohl schon bekannt war, dass diese Funde sehr oft zu finden sind, wurden sie nie gesammelt oder wissenschaftlich bearbeitet. Daher sind sie auch in den Sammlungen ziemlich selten; sie sind auch nicht besonders schön anzuschauen. Unsere Untersuchungen ergaben, dass es sich um Seegras handelt (Abb. 11). Seegras ist eine Blütenpflanze, die von landlebenden Vorfahren abstammt. Ihr Bedürfnis nach Licht haben sie bei diesem „Meeresgang“ aber beibehalten. Doch wo lag die Seegraswiese vor 31 Millionen Jahren im Bereich der Tongrube Unterfeld? Die vielen Seegrasreste würden vermuten lassen, dass sie genau dort war, wo heute Unterfeld liegt. Der schwarze Fischeschiefer spricht aber dagegen, denn er repräsentiert eine sauerstoffarme Todeszone unter Wasser, was kein geeigneter Lebensraum für Seegras war. Die Blätter sind zudem bruchstückhaft überliefert, d.h. sie wurden über eine gewisse Entfernung transportiert.

Seegraswiesen wachsen heute in durchschnittlichen Wassertiefen von 15 m, in der lichtdurchfluteten Zone (MOLENKAMP 2015). Allerdings gilt diese Wassertiefe nicht für Unterfeld, sondern eben nur für den Küstenabschnitt mit der Seegraswiese irgendwo im Umfeld des Ablagerungsbereiches des Fischeschiefers. Auf die Wassertiefe kommen wir später nochmal zurück, aber bis hier hin war das schon mal ein wichtiges Zwischenergebnis, denn Seegraswiesen sind der Lebensraum für viele Tierarten aus dem Fischeschiefer, wie z.B. Meeresschildkröten und Fische.

Wenden wir uns zuerst einmal der terrestrischen Küstenvegetation zu: Anhand der Tier- und Pflanzenarten und des Vergleiches mit den Habitaten ihrer heutigen Verwandte lassen sich zwei Lebensräume definieren: ein Sumpf und der bereits erwähnte immergrüne Laubmischwald. Der Vergleich von Landpflanzen aus dem Fischeschiefer mit heute lebenden Arten hat gezeigt, dass einige Arten, z.B. Palmengewächse, in Sümpfen gelebt haben könnten, da sie brackwassertolerant waren. Allerdings war der Ablagerungsbereich des Fischeschiefers marin und somit ist ein Süßwassereinfluss nötig um brackische Bedingungen zu erzeugen. Auf einen solchen Süßwassereinfluss deuten auch zwei „Funde“ in den musealen Sammlungen hin: Überreste eines Krokodils in Form von einzelne Hautknochenplatten (Osteoderme) von der Rücken- und Bauchpanzerung sowie eine Weichschildkröte, die den afrikanischen Verwandten zum Verwechseln ähnlich sieht. Das sind Tierfamili-

en, die heute Süßwasserhabitate bevorzugen. Da die Bildung des Rheingraben bereits vor 50 Millionen Jahren begonnen hat, gab es auch schon im Oligozän westlich und östlich des Grabens Erhöhungen, die entwässern mussten. Wahrscheinlich war die östliche Küste des Rupelmeeres zumindest im Bereich der heutigen Tongrube Unterfeld von einem Sumpfgebiet gesäumt und im Hinterland ging die Vegetation allmählich in einen subtropischen Regenwald über.

Die Überreste von terrestrischen Pflanzenresten sind auch größtenteils fragmentiert, es gibt sogar ganze Fundhorizonte mit Pflanzenhäcksel. Das pflanzliche Material wurde also ebenfalls transportiert. Bei der Auswertung der vertikalen Häufigkeitsverteilung der Pflanzenreste im Profil gab es ein überraschendes Ergebnis: die Überreste von Seegraswiesen und Sumpfbewohner – Pflanzen wie Tiere – wurden zeitgleich eingetragen. Die Seegraswiese lag also wahrscheinlich östlich der heutigen Tongrube (Abb. 12).

Um sich nun schlussendlich der Wassertiefe für den Ablagerungsbereich anzunähern, muss erneut die Taphonomie bemüht werden. Die meisten Fischfossilien aus Unterfeld sind zerfallen, unvollständig oder bestehen nur aus Einzelteilen. Die wenigsten sind gut erhalten. „Moment mal!“ werden sie jetzt vielleicht sagen, wenn Sie schon mal in den Genuss von Fischeschieferfossilien gekommen sind. Denn in den Ausstellungen der Museen, welche diese Fossilien zeigen, bekommt man den Eindruck, dass die meisten Fossilien vollständig erhalten sind. Auch ich habe in diesem Artikel bisher nur die schönsten Funde abgebildet. Aber der Schein trügt. Meine Grabungsarbeiten haben gezeigt, dass diese Ausstellungsstücke der Ausnahmefall sind. Die Regel ist „Fischmatsch“ (Abb. 13). Der Eindruck aus den Museen geht auf das jahrzehntelange Sammeln und Selektieren von Amateurpaläontologen und Sammlungskuratoren zurück. Die Funde wurden also vor dem Einlagern gefiltert. Verständlich, denn Museen haben in ihren Sammlungen nur begrenzt Platz und brauchen beispielsweise nicht 100.000 Exemplare der gleichen Heringsart. Diese Sammlungsmethode wirkt sich allerdings verfälschend auf das paläoökologische Bild der Fundstelle aus.

Um nun zu verstehen, warum es so wichtig ist, dass man weiß, welche Erhaltungsform die häufigste ist, muss man sich mal überlegen, was nach dem Tod mit so einem Fisch passiert. Anfangs sorgt die Schwimmblase dafür, dass er oben schwimmt; Aquarienbesitzer kennen diesen Anblick. Nach einer Weile sinkt der Kadaver ab, weil die Schwimmblase beschädigt wird und/oder Wasser in den Körper kommt. Um eine Fossilisation des gesamten Körpers zu gewährleisten, sollte der Fisch nun auf dem Meeresboden liegen bleiben und schnell mit Sediment zugedeckt werden. Das ist aber in Unterfeld nur mit den

wenigsten Kadavern passiert. Die meisten sind durch die Bildung von Fäulnisgasen im Körper wieder aufgetrieben. Während dem Treiben an der Wasseroberfläche gehen schon mal Körperteile „verloren“, weil sie durch den fortschreitenden Verwesungsprozess einfach abfallen oder von anderen Tieren abgefressen werden. Wenn dann der Rest wieder absinkt, sind nur noch zerfallene Überreste übrig, die eingebettet werden. Dieses Szenario ist aber nur möglich, wenn das Wasser flach genug ist. Für menschliche Leichen gilt ein Auftreiben ab einer Tiefe von 50 m als unmöglich, da sonst der Wasserdruck zu hoch ist (REISDORF et al. 2012). In Unterfeld haben wir es meist mit Fischen mit einer Größe im Zentimeterbereich zu tun. Es ist also sehr flaches Wasser nötig, damit die Kadaver erneut auftreiben können. Da dies mit der überwiegenden Mehrheit der Fische nach ihrem Tod im Ablagerungsbereich der heutigen Tongrube Unterfeld passiert ist, war das Wasser wahrscheinlich die meiste Zeit sehr flach.

Für das Rupelmeer im Zentrum des Oberrheingrabens gilt eine Wassertiefe von 200 bis 300 m als gesichert (GRIMM et al. 2002). Um das mit meinen Ergebnissen aus Unterfeld in Einklang zu bringen, habe ich eine Bucht rekonstruiert. Diese nach Westen graduell immer tiefer werdende „Rauenberger Bucht“ erstreckte sich wenige Kilometer westlich vom heutigen Rauenberg über mindestens 10 km in Nord-Süd- und 3 km in West-Ost-Er Streckung (Abb. 14). Die genauen Abmessungen lassen sich heute nicht mehr rekonstruieren, da Küstensedimente aus dieser Zeit fehlen. Die Bucht hatte im Westen eine marine Verbindung zum Rupelmeer und im Osten eine Verbindung zu einem Regenwald-Sumpf-Gebiet (vgl. Abb. 12).

Durch die Lithologie und die Erhaltungsmuster der Fossilien kristallisierten sich im Verlauf des von mir aufgenommenen Profils vier Schichttypen heraus (Abb. 15). Schichttyp I zeichnet sich durch laminierte Tonlagen aus, die unter Stillwasserbedingungen mit einem niedrigen Sauerstoffgehalt am Meeresboden abgelagert wurden. Die Wassersäule war stratifiziert und man findet in diesen Schichten viele Fossilien von Pflanzen und Tieren aus allen Habitaten im Umfeld des Ablagerungsbereiches. Gelegentlich fördern diese Schichten auch mal vollständige Fischfossilien zu Tage. Zu dieser Zeit

war der Wasserstand am höchsten (vgl. Abb. 15 a). Schichttyp II ist durch eine Wechsellagerung aus massigen und laminierten Tonlagen charakterisiert. Die massigen Tonlagen deuten darauf hin, dass z.B. die Winde von starken Sturmereignissen die Wassersäule durchdringen konnten und den Schlamm am Meeresboden aufwirbelten. Das sorgte für eine gelegentliche Sauerstoffzufuhr und in diesen Schichten sind auch manchmal marine Wirbellose, wie Muscheln oder Schnecken und auch Grabgänge von Würmern (Bioturbationen) zu finden (vgl. Abb. 15 b).

Schichttyp III deutet auf ähnlich Bedingungen wie bei Schichttyp I hin, allerdings geht der Fossilienintrag aus dem Sumpfgebiet zurück und Fische sind meist zerfallen. Vermutlich war auch hier die Wassersäule stratifiziert, der Meeresspiegel in der Bucht aber niedriger als bei Schichttyp I und II (vgl. Abb. 15 c).

Schlussendlich Schichttyp IV, der sich ausschließlich durch massige Tonlagen auszeichnet. Fossilien sind in diesen Schichten insgesamt selten und wenn man Fische findet, sind sie stark zerfallen. Während der Ablagerungszeit dieser Schichten war der Meeresspiegel vermutlich am niedrigsten (vgl. Abb. 15 d.).

Die „Rauenberger Bucht“ war also Meeresspiegelschwankungen ausgesetzt, deren Ursachen in weiteren Forschungsprojekten untersucht werden müssen. Durch die Bestimmung der häufigsten Fossilien und den Ergebnissen aus meiner Grabung bin ich dem Verständnis des Ablagerungsraumes der Tongrube Unterfeld schon ein großes Stück nähergekommen. Ich habe zudem gezeigt, dass es bei einer paläoökologischen Untersuchung einer Fundstelle notwendig ist, eine eigene Grabung durchzuführen, da Museumssammlungen meist nicht repräsentativ für eine Fundstelle sind (Abb. 16).

Für uns ist es heute unabdingbar die Mechanismen zu verstehen, die zu Veränderungen in Ökosystemen beitragen. Ein stetig steigender Meeresspiegel beschäftigt uns ganz aktuell und wird unsere Zukunft massiv beeinflussen. Ein Blick in das Oligozän vor 31 Millionen Jahren führt uns deutlich vor Augen, wie eine Welt ohne vermeintlich „ewiges Eis“ aussieht. Die Rekonstruktion vergangener Ökosystemen sowie ihr Werden und Vergehen ist zudem enorm wichtig für das Verständnis heutiger Lebensräume und deren Schutz.

Abbildungen:

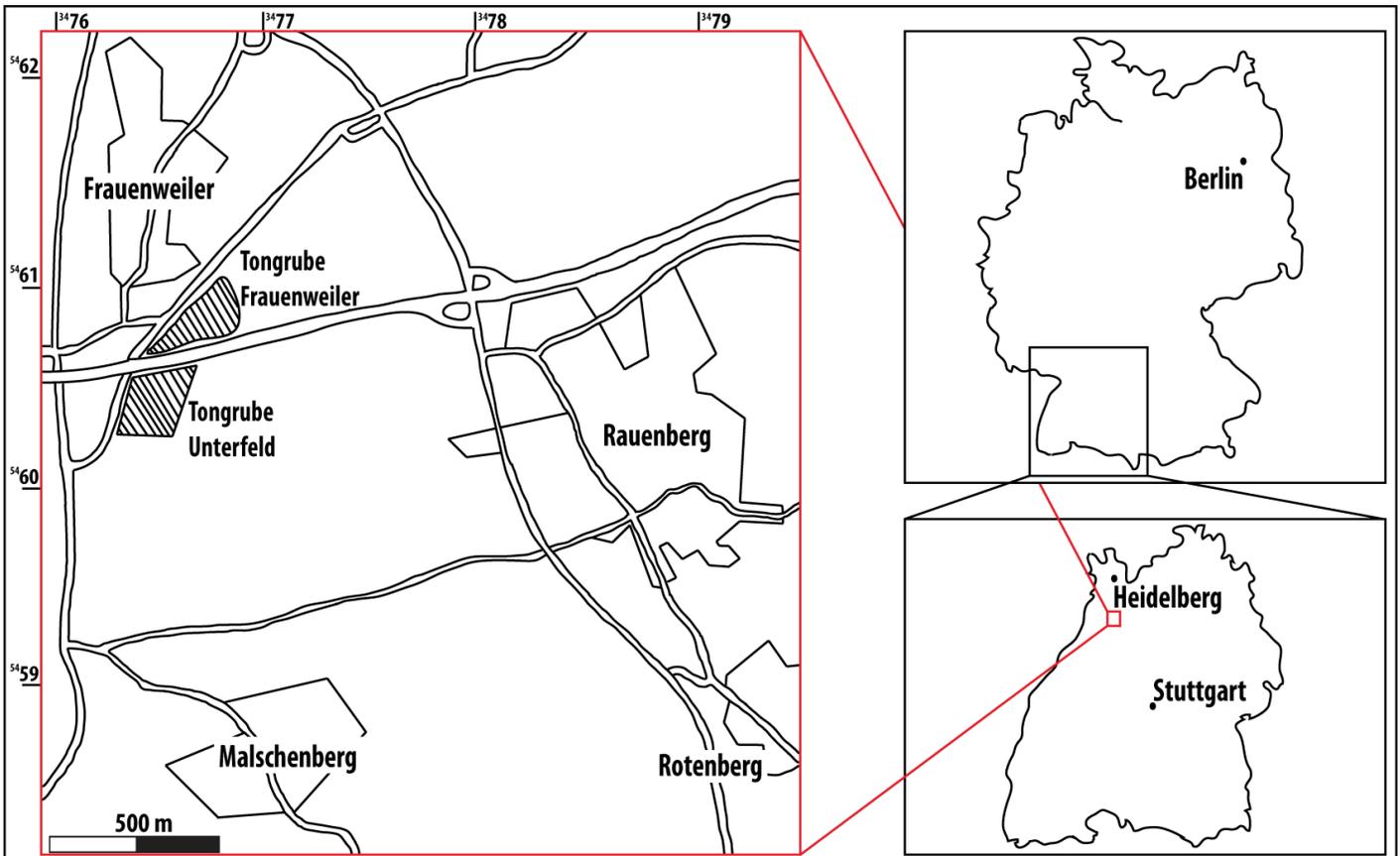


Abb 1: Geographische Lage der Tongrube Unterfeld bei Rauenberg (Baden-Württemberg, nach MONNINGER & FREY 2010).

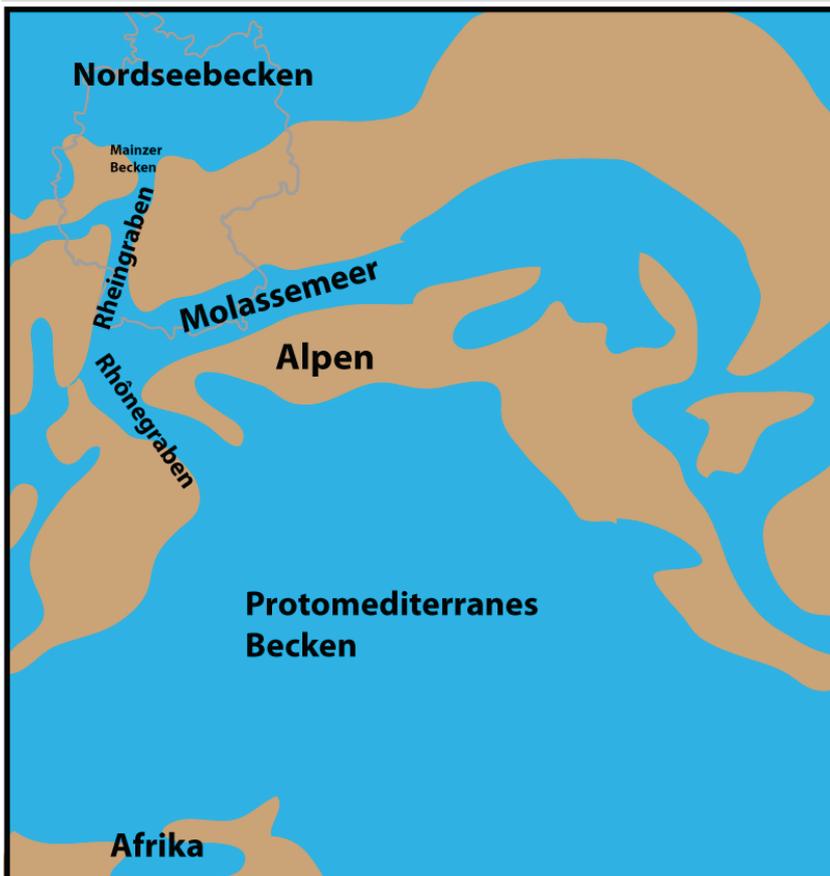


Abb. 2: Paläogeographie Europas zur Zeit des Oligozän (Rupelium) vor ca. 31 Millionen Jahren (nach MICLAUS et al. 2007).

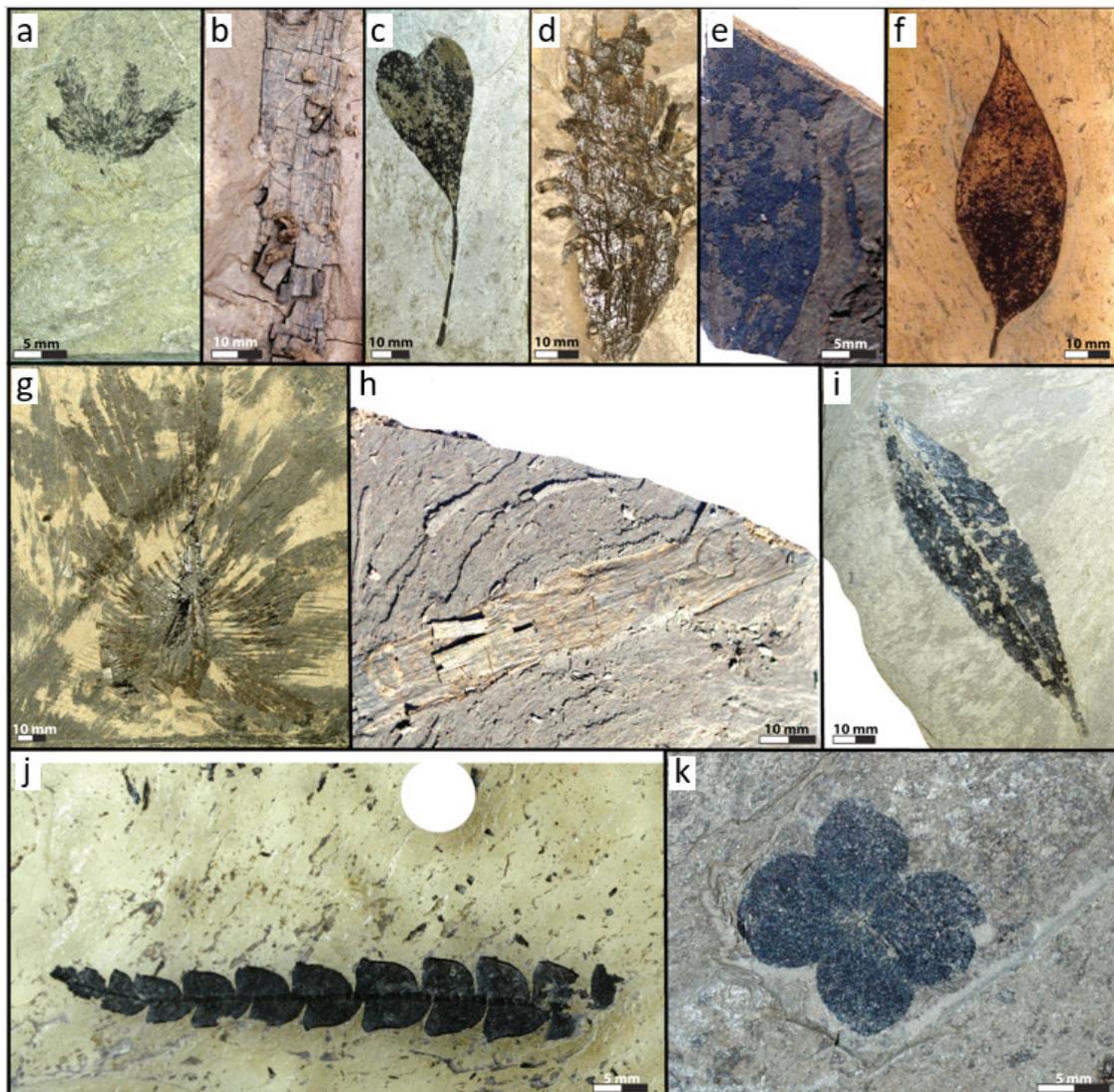


Abb. 3: Landpflanzen aus dem Fischschiefer: a. Echter Farn: Schizaeales indet. (SMNK-PAL 7659); b. Holzrest: Spermatophytina indet. (UF 2015-624); c. unbestimmtes Laubblatt: Magnoliopsida indet. (SMNK-PAL 7540); d. Kiefernzapfen: *Pinus* sp. (SMNK-PAL 7706); e. stark fragmentiertes, unbestimmtes Laubblatt: Magnoliopsida indet. (UF 2015-779); f. Blatt eines Lorbeergewächses: Lauraceae indet. (SMNK-PAL 8456); g. Palmwedel: Arecaceae indet. (SMNS-P 1952/132); h. Schilfrohr: *Phragmites* sp. (UF 2015-793); i. Blatt eines Platanengewächses: Platanaceae indet. (SMNS-P 1952/130); j. Blatt eines Gagelstrauchgewächses: Myricaceae indet. (SMNS-P 1953/118); k. Blatt eines Hortensienengewächses: Hydrangaceae indet. (SMNS-P 1952/145).

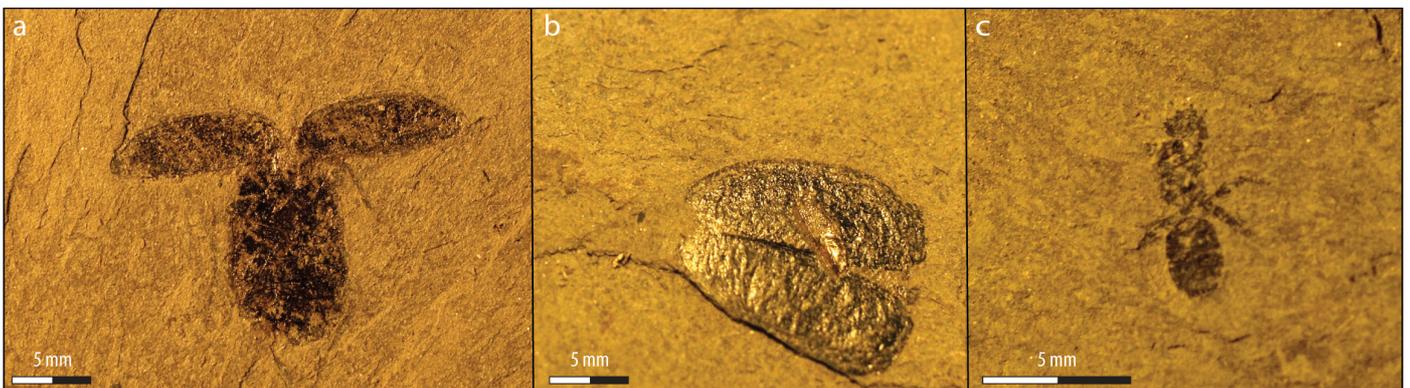


Abb. 4: Landlebende Wirbellose aus dem Fischschiefer: a. Unbestimmter Käfer: Coeloptera indet. (SMNS Konvolut Oechsler 75/2004-39); b. Deckflügel (Elytren) eines unbestimmten Käfers: Coeloptera indet. (SMNS Konvolut Oechsler 75/2014, 50); c. unbestimmte Ameise: Formicidae indet. (SMNS Konvolut Oechsler 12719/2008-161).

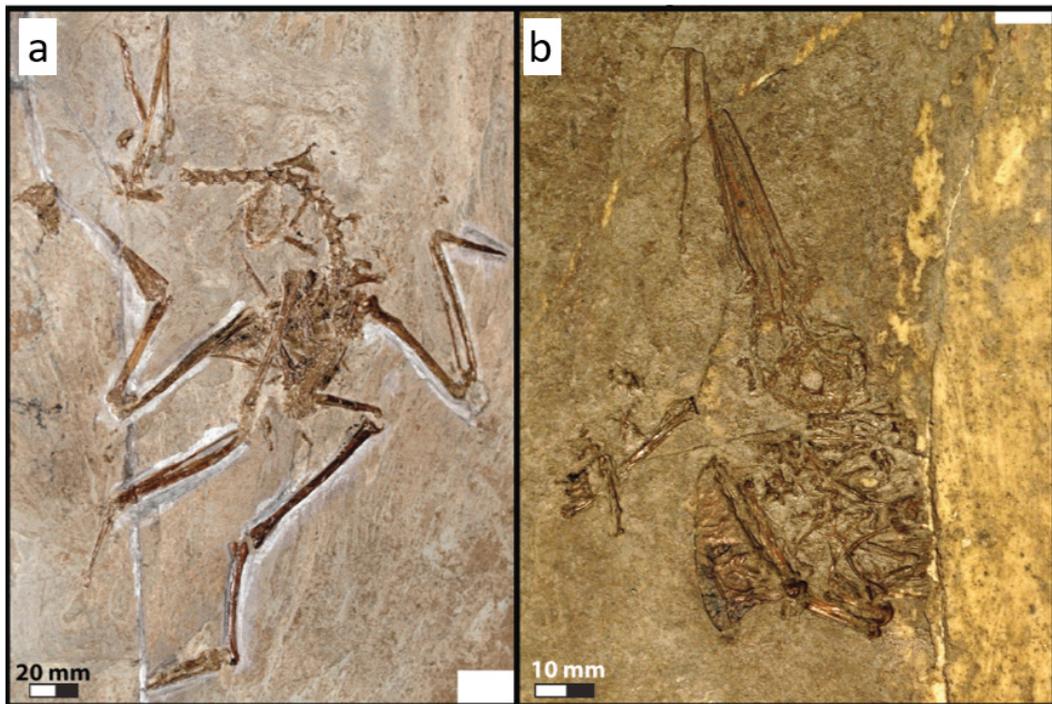


Abb. 5: Vogelfossilien aus dem Fischeisenerz: a. Sturmvogel *Rupelornis brodkorbi* (SMNK-PAL 8009); b. Kolibri: *Eurotrochilus inexpectatus* (SMNS 30327/2005-80739/4).



Abb. 6: Rechtes Unterkieferfragment des Urraubtiers *Apterodon rauenbergensis* (SMNK-PAL 6524).

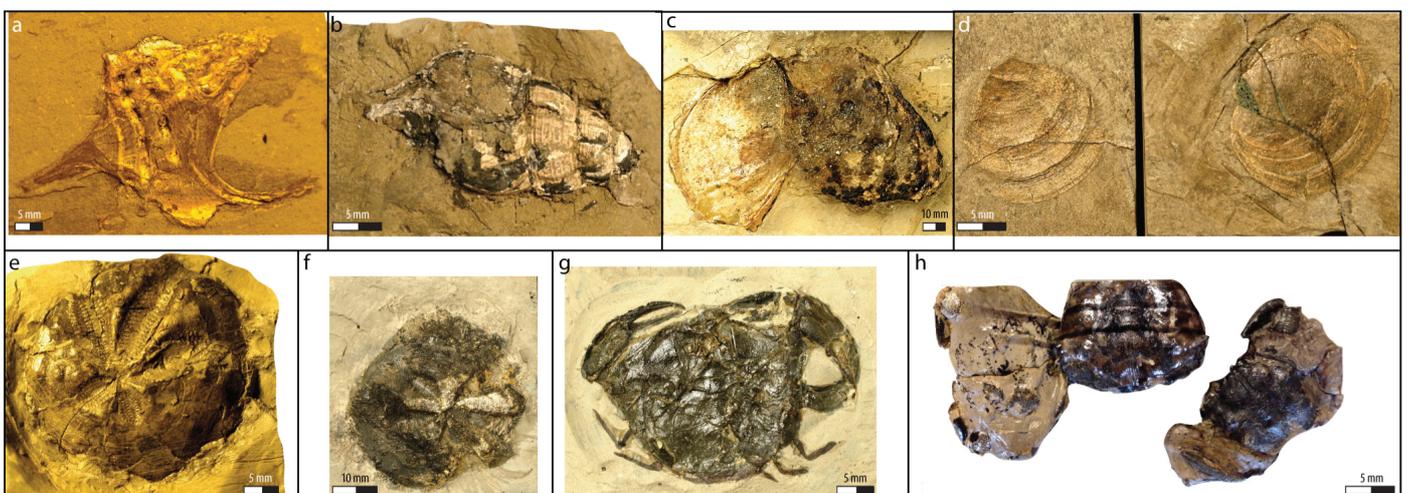


Abb. 7: Marine Wirbellose aus dem Fischeisenerz: a. Pelikanfuß-Schnecke: *Drepanocheilus speciosus* (SMNS 06771); b. Schnecke: *Streptochetus* sp. (SMNK-PAL 7789); c. Flügelmuschel: *Isognomon* sp. (SMNK-PAL 7584); d. Meermandel: *Glycymeris* sp. (SMNK-PAL 7590); e. unbestimmter Herzseeigel: Schizerasteridae indet. (SMNS 199970/2008); f. Herzseeigel: *Ova* sp. (SMNK-PAL 7797); g. unbestimmter Krebs: Malacostraca indet. (SMNK-PAL 7797); h. Panzerfragmente des Zehnfüßkrebsses *Coeloma taunicum* (GEOW RP01226).

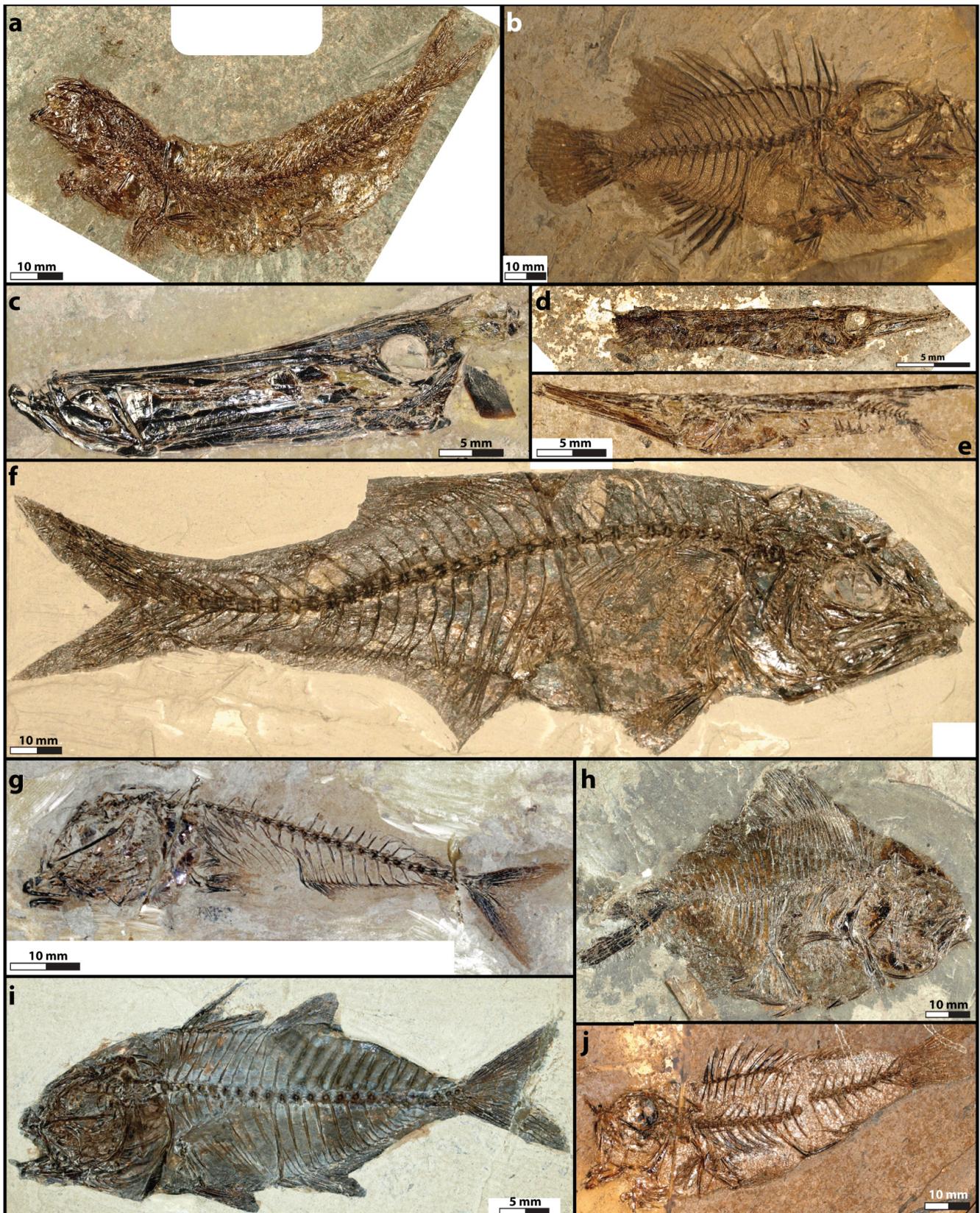


Abb. 8: Knochenfische aus dem Fischeischiefer: a. Hering: „*Sardinella*“ *sardinites* (HLMD-WT 567); b. Großaugenbarsch: *Priacanthus spinosus* (SMF-P 9775); c. Trompetenfisch: *Aulostomus medius* (HLMD-WT 886); d. Schnepfenmesserfisch: *Aeoliscus heinrichi* (HLMD-SMFF 43); e. Schnepfenmesserfisch: *Aeoliscus distinctus* (Holotypus; HLMD-SMFF 56); f. Schlangemakrele: *Propercarina* sp. (SMNK-PAL 7179); g. Makrele: *Scomber* sp. (HLMD-WT 405); h. Medusenfisch: *Pinichthyes pulcher* HLMD-SMFF 28); i. Stachelmakrele: *Archaeus glarisanus* (HLMD-SMFF 19); j. Sägebarsch: *Oliganodon budensis* (SMF-P 9776).

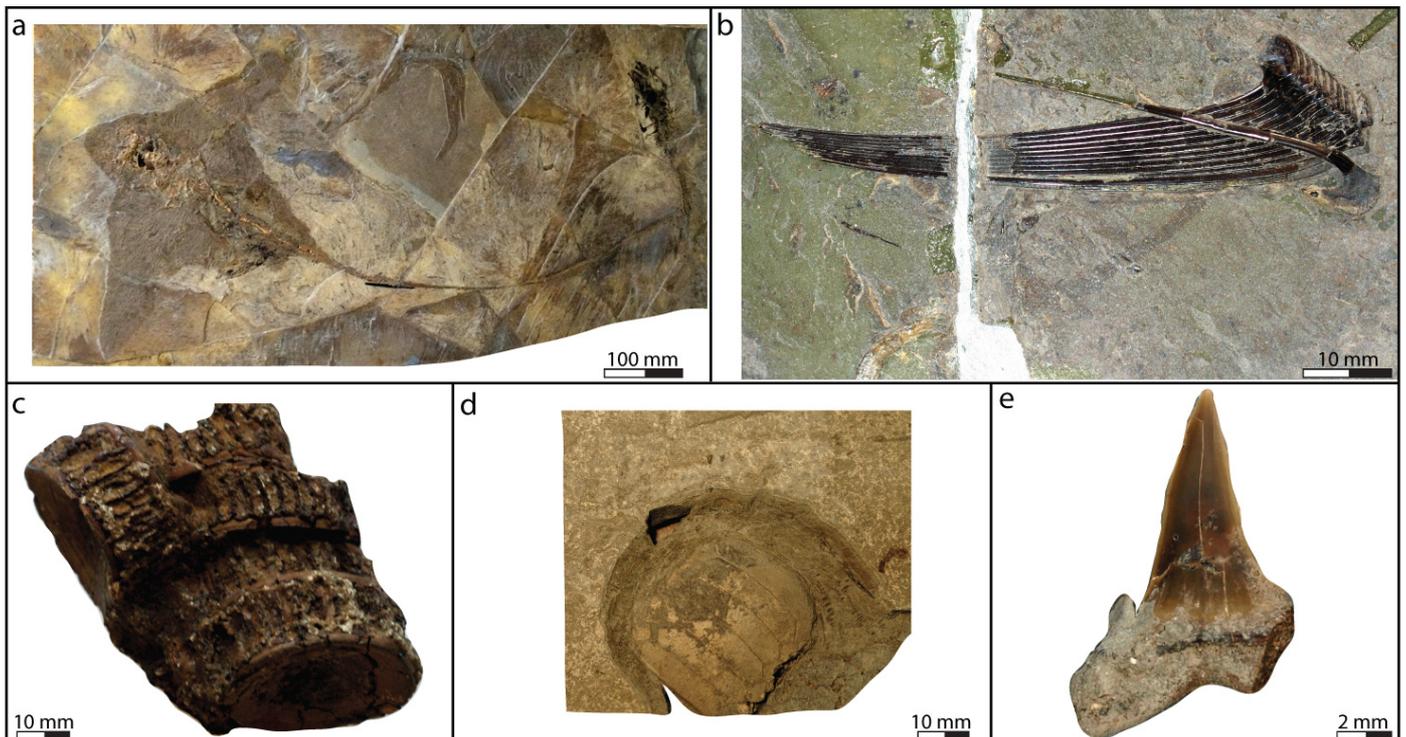


Abb. 9: Knorpelfische aus dem Fischeschiefer: a. Adlerrochen: *Weissobatis micklichi* (SMNK-PAL 2336); Kiemenreusendornen des Riesenhai *Keasius* sp. (HLMD-WT 912); c. Wirbel des Sandhai *Carcharias cuspidata* (GEOW); d. Kauplatte des Adlerrochens *Weissobatis micklichi* (SMNS 87457/2); e. Zahn des Makrelenhai *Isurulamna gracilis* (HLMD-SMFF 348).



Abb. 10: Seekuh „*Halitherium cf. schinzi*“ (HLMD-WT 701).

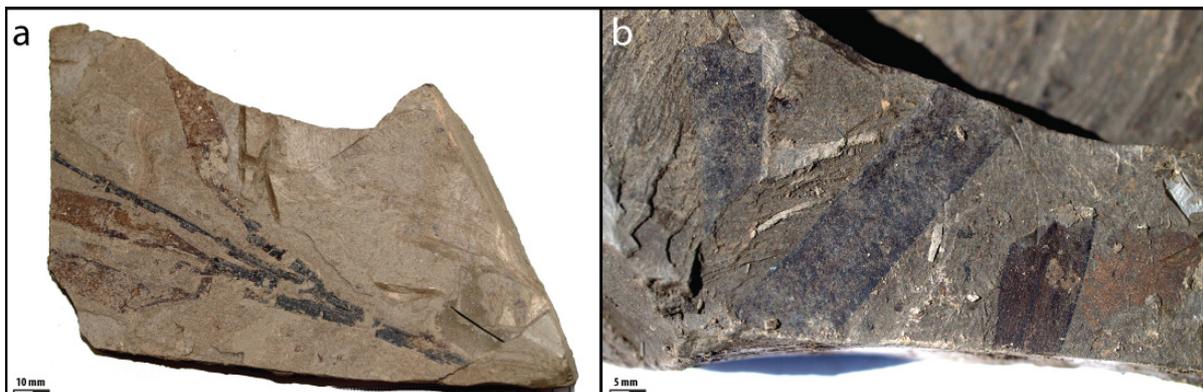


Abb. 11: Seegras (*Zosteraceae* indet.) aus dem Fischeschiefer: a. das einzige bekannte Seegrasfossil mit Wurzelstockerhaltung (SMNK-PAL 7659); b. die häufigste Erhaltungsform: Fragmente von Seegrasblättern (Neufund ohne Fundnummer).

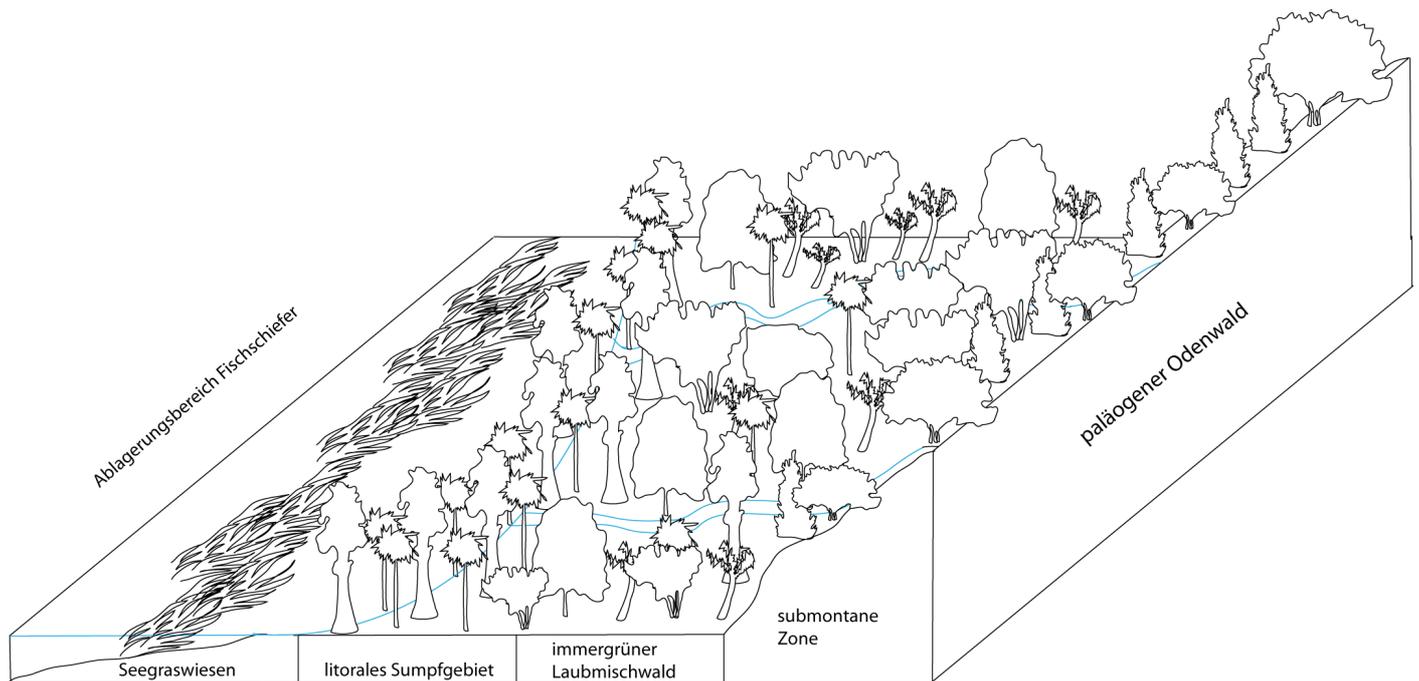


Abb. 12: Botanische Zonierung der östlichen Rupelmeerküste im Bereich der Tongrube Unterfeld.

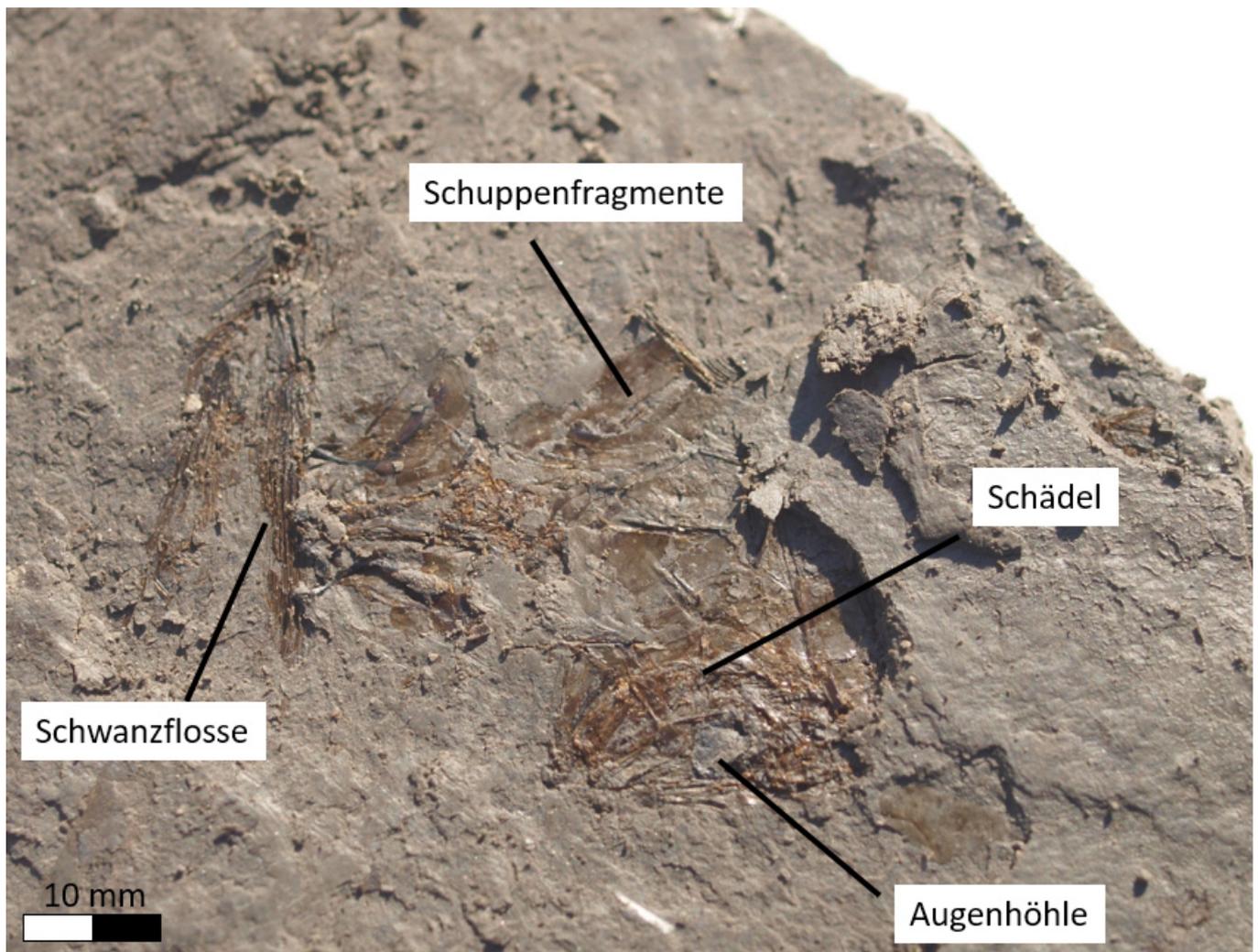


Abb. 13: Die häufigste Form der Fischerhaltung im Fischschiefer: ein völlig zerfallener Hering (Clupeidae indet.).

Über sonnenhungriges Seegrass und faulende Fische: Leben und Tod im Rupelmeer

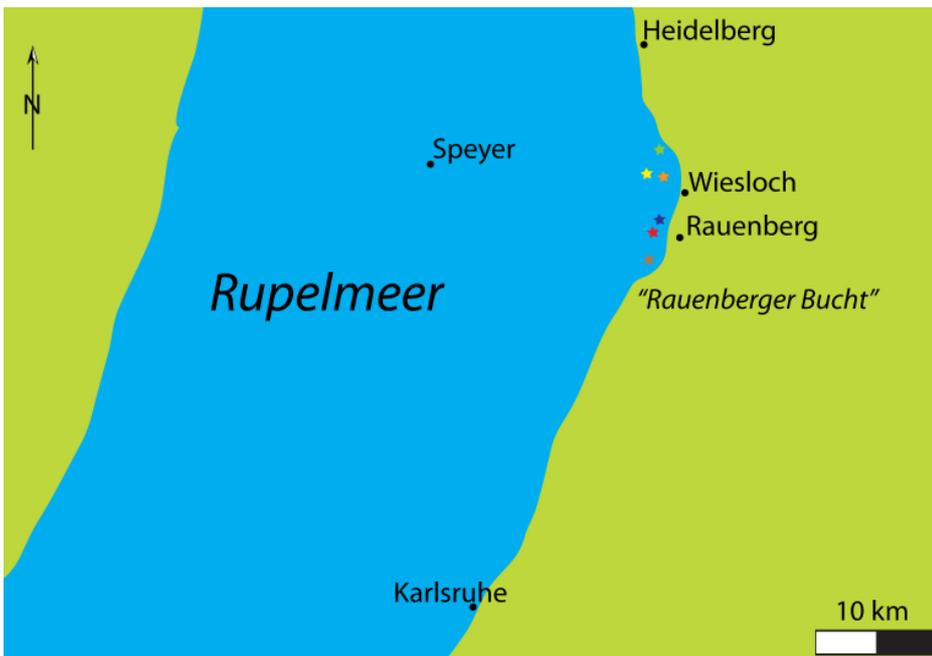


Abb. 14: Lage der „Rauenberger Bucht“ am östlichen Rand des Rupelmeeres während des Oligozän vor ca. 31 Millionen Jahren. Die Sterne zeigen die Lage aller ehemaligen Tongruben, in denen einst der Fischschiefer aufgeschlossen war. Die Tongrube Unterfeld ist durch den roten Stern markiert.

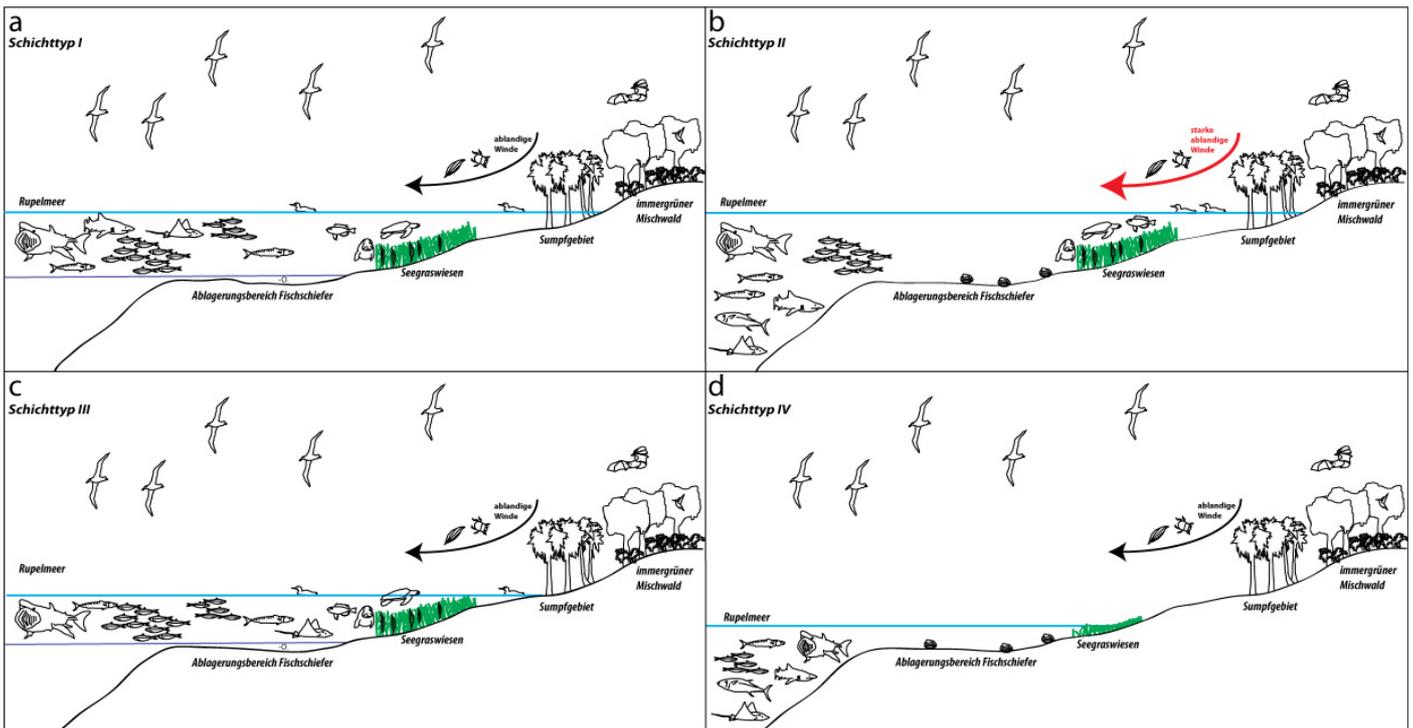


Abb. 15: Ablagerungsmodell des Fischschiefers in der Tongrube Unterfeld:

- a. Schichttyp I: laminierte Tonlagen, Stratifikation der Wassersäule, Stillwasserbedingungen mit niedrigem Sauerstoffgehalt am Meeresboden, hoher Fossileintrag, vollständig erhaltene Fische sind häufiger > hoher Wasserstand.
- b. Schichttyp II: Wechsellagerungen aus laminierten und massigen Tonlagen, keine Stratifikation der Wassersäule, periodische Sauerstoffzufuhr am Meeresboden, hoher Fossileintrag, Fischfossilien sind meistens stark zerfallen, Vorkommen von Aasfressern > hoher Wasserstand.
- c. Schichttyp III: laminierte Tonlagen, Stratifikation der Wassersäule, Stillwasserbedingungen mit niedrigem Sauerstoffgehalt am Meeresboden, Fossileintrag aus dem Sumpfgebiet geht zurück > Wasserstand niedriger als bei Schichttypen I und II.
- d. Schichttyp IV: massige Tonlagen, keine Stratifikation der Wassersäule, Sauerstoffzufuhr am Meeresboden, geringer Fossileintrag, Fische meist stark zerfallen > niedrigster Wasserstand.

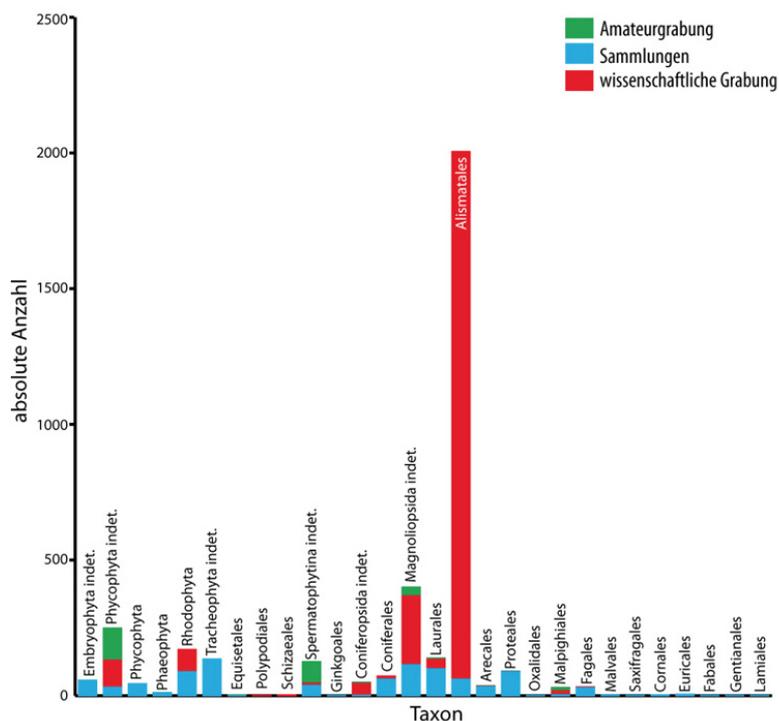


Abb. 16: Vergleich der Häufigkeit von Fossilien zwischen der wissenschaftlichen Grabung (rot), der Amateurgrabung (grün) und den musealen Sammlungen (blau) am Beispiel der Pflanzen. Deutlich zu sehen ist, dass das Seegras (*Zosteraceae* indet./*Alismatales*) in den Sammlungen stark unterrepräsentiert ist und auch während der Amateurgrabungen wenig Beachtung erfuhr.

Literaturverzeichnis:

FREY, E., MUNK, W., BÖHME, M. MORLO, M. & HENSEL, M. 2010: "First creodont carnivore from the Rupelian Clays (Oligocene) of the Clay Pit Unterfeld at Rauenberg (Rhein-Neckar-Kreis, Baden-Württemberg): *Apterodon rauenbergensis* n. sp." *Kaupia – Darmstädter Beiträge zur Naturgeschichte* 17: 103-113.

GRIMM, K.I., GRIMM, M.C., KÖTHE, A. & SCHINDLER T. 2002: „Der Rupelton (Rupelium, Oligozän) der Tongrube Bott-Eder bei Rauenberg (Oberrheingraben, Deutschland).“ *Courier Forschungs-Institut Senckenberg* 237: 229-253.

GRIMM, M.C., WIELANDT-SCHUSTER, U., HOTTENROTT, M., GRIMM, K.I. & RADTKE, G. MIT BEITRÄGEN VON BERGER, J-P., ELLWANGER, D., HARMS, F-J., HOSELMANN, C., PICOT, L. & WEIDELFELLER, M. 2011: „Regionalgeologische Darstellungen.“ In: Deutsche Stratigraphische Kommission (Hrsg.): „Stratigraphie von Deutschland IX. Tertiär, Teil 1.“ – *Schriftenreihe der Deutschen Gesellschaft für Geowissenschaften* 75: 57-132.

HOVESTADT, D. C. & HOVESTADT-EULER, M. 2012: "A partial skeleton of *Cetorhinus parvus* Leriche, 1910 (Chondrichthyes, Cetorhinidae) from the Oligocene of Germany." *Paläontologische Zeitschrift* 86: 71-83.

MAYR, G. 2004: "New specimens of the early Oligocene Old World Hummingbird *Eurotrochilus inexpectatus*." *Journal of Ornithology* 148: 105-111.

MAXWELL, E., ALEXANDER, S., BECHLY, G., ECK, K., FREY, E., GRIMM, K., KOVAR-EDER, J., MAYR, G., MICKLICH, N. RASSER, M., ROTH-NEBELSICK, A., SALVADOR, R.B., SCHOCH, R.R., SCHWEIGERT, G., STINNESBECK, W., SCHWENNINGER-WOLF, K. & ZIEGLER, R. 2016: "The Rauenberg fossil Lagerstätte (Baden-Württemberg,

Germany): A window into early Oligocene marine and coastal ecosystems of Central Europe." *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 463: 238-260.

MICKLICH, N. 2005: "The fish fauna of Frauenweiler clay pit and its bearing on the palaeoenvironmental reconstructions." *Kaupia – Darmstädter Beiträge zur Naturgeschichte* 14: 89.

MICHAEL, C., LAIACONO, F., MORETTI, E., PUGLISI, D., KLTUN, Y.V. et al. 2007: "A petro-sedimentary record of Eocene-Oligocene Palaeogeographic changes connected with the separation of the central Paratethys (Romanian & Ukrainian Carpathians)." *Second International Conference on the Geology of the Tethys, Cairo University*.

MOLENKAMP, M. 2015: „Lebensraum Seegraswiesen – Heimat für Anpassungsspezialisten.“ *Biologie unserer Zeit* 45: 106-112.

MONNINGER, S. & FREY, E. 2010: „Die unteroligozäne Insektentaphozönose am Fuße des Kraichgau (Baden-Württemberg).“ *Kaupia – Darmstädter Beiträge zur Naturgeschichte* 17: 23-55.

REISDORF, A.G., BUX, R., WYLER, D., BENECKE, M., KLUG, C., MAISCH M.W., FORMARO, PL., WETZEL, A. 2012: „Float, explode or sink: postmortem fate of lung-breathing marine vertebrates.“ *Palaeobiology, Palaeoenvironment* 92: 67-81.

SCHOEGGL, H. & MICKLICH, N. 2012: „Eine Seekuh aus dem Rupelton der Tongrube Unterfeld.“ *Kaupia – Darmstädter Beiträge zur Naturgeschichte* 18: 81-87.

STANLEY, S. M. 2001: „Historische Geologie.“ 2. deutsche Auflage, Hrsg. Volker Schweizer, Heidelberg, Berlin, Spektrum, Akademischer Verlag.