

GANOIDFISCHLEICHEN IM KUPFERSCHIEFER UND IN DER GEGENWART.

Von

J. WEIGELT

(Halle a. S.).

(Eingelangt am 4. Juli 1927.)

In einer Reihe von Arbeiten (32—39) war ich bestrebt, auf die große Bedeutung der natürlichen Aufbereitung und der mechanischen Gesetzmäßigkeiten, die bei der Anordnung organischer Gebilde in Flachseegesteinen Geltung haben, hinzuweisen. Ich stellte dabei die „angewandte Paläontologie“ auch in den Dienst der Aufsuchung von Lagerstätten. Diese Grundsätze sind vielfach auch von anderer Seite in Angriff genommen und weiter verfolgt worden. Und dieses interessante Kapitel der allgemeinen Paläontologie im Sinne von JOHANNES WALTHER stellt heute schon beinahe eine kleine Disziplin dar, und eine steigende Zahl von Arbeiten — ich nenne hier nur FREBOLD (4—8), v. FREYBERG (9—11), KLÜPFEL (16—19), RICHTER (27, 28), QUENSTEDT (26a), THOMAS (30), WASMUND (31) und WETZEL (42) — verfolgen ähnliche Ziele. Diese Betrachtungen, die ich gleichzeitig für geeignet hielt, der Paläontologie neue Freunde zu gewinnen, bezogen sich zunächst im wesentlichen auf die Einschaltung der Hartgebilde von Wirbellosen in die Schichtserie und die dabei waltenden mechanischen Prinzipien. Die Aufnahme, die diese Gedankengänge gefunden haben, hat mich aber veranlaßt, die Einbettungsmechanismen der Wirbeltierleichen und die Gesetzmäßigkeit ihrer Lagerungsformen einer eingehenderen analogen Würdigung zu unterziehen. In einem in Kürze erscheinenden Buche, „Rezente Wirbeltierleichen und ihre paläobiologische Bedeutung“ (Max Weg, Leipzig), habe ich ein möglichst reiches Material rezenter Wirbeltierleichen im Bilde wiedergegeben, eingehend beschrieben und in Beziehung gesetzt zu fossilen Leichen mit auffälligen Lage- und Einbettungsformen (auf die zahlreichen Abbildungen dieses Buches sei hier ergänzend verwiesen). Als ich in Texas und Louisiana die verheerenden Folgen der Kältewellen und Dürreperioden auf die Lebewelt miterlebte, ließ mich der Plan dazu nicht mehr los. Mazerierte Krokodilier hatten so frappante Ähnlichkeit mit den aus dem Gestein herauspräparierten fossilen Reptilien unserer Museen, Vogelleichen am Meeresstrand mit angespülter Facette erinnerten an die charakteristischen Stellungen der jurassischen Flugsaurier. An Kadavern von Pelikan, Delphin und Alligatorgar fand ich mehrfach neben den halbeingebetteten Leichen die den Körperruß wiedergebenden Gruben, entstanden durch den einseitigen Zug der Aasfresser, die von möglichst standfestem Ruhepunkt aus oder da, wo die Leiche sich am leichtesten anschneiden läßt, einen einseitigen

Zug ausübten, so daß die Kadaver aus ihrer ursprünglichen Lage herausgedreht wurden. Dieselbe Erscheinung zeigt fossil eine Leiche von *Homoeosaurus* aus den lithographischen Schieferen Bayerns.

Der Tod und seine Folgeerscheinungen, die Zersetzungs Vorgänge, die Möglichkeiten der Erhaltung, die Tätigkeit der Insekten, das Schicksal der Leichen an der Tagesoberfläche, die Einbettungsmöglichkeiten und Einbettungsmedien, das alles sind Dinge, mit denen der palökologisch arbeitende Paläobiologe möglichst gut vertraut sein muß. Die Arten des Todes sind außerordentlich mannigfaltig, und es wird ein vergebliches Bemühen sein, bei ihrer Aufzählung Vollständigkeit erzielen zu wollen. Häufiger fossil überliefert sind die Opfer des Todes durch Vulkanismus, durch Gase, durch Prärie- und Waldbrände, durch Ertrinken, durch Steckenbleiben im Schlamm, Versinken im Trieb sand und Wattschlick, Umkommen in natürlichen Rohöl- und Asphaltauslässen, durch Überschwemmungen, durch Schwankung des Salzgehaltes, durch Eintrocknen von Wasserflächen, durch Trockenheit, Dürre, Hunger und Seuchen, durch Hetzen, Jagen und Erbeutetwerden, durch Kälte und durch vernichtende Stürme und Sturmfluten. ABEL hat in zahlreichen Arbeiten hierher gehörende Dinge betont und herangezogen.

Sehr oft haben alle Tiere einer reichhaltigen Fundschicht eine gemeinsame Todesursache. Sie können deswegen trotzdem erst nach dem Tode zu einem Leichenfeld konzentriert worden sein, während Wetterstürze, Dürren und ähnliche Ursachen die Tiere oft schon vor dem Tode zu großen Scharen vereinigen. Außerordentlich lohnend ist der Vergleich der Lage rezenter Wirbeltierleichen, deren Todesursache und Todesdatum feststeht, mit der von fossilen. Die Einbettung von Wirbeltieren in marine Schichten bietet manche Frage. Die Ablösung des Unterkiefers in seinem beweglichen Scharnier erfolgt gesetzmäßig. Wasserleichen besitzen eine immer wiederkehrende charakteristische passive Lage. Die im Wasser befindlichen Leichen können von Krokodilen und Fischen angeschnitten werden, sie können verlagert, zerkleinert und zerstreut werden, einerseits durch Aasfresser, andererseits durch Strömungen. Manchmal sind die zerstreuten Reste noch auf einzelne Leichen zu beziehen, manchmal sind die Knochenreste vieler Beutetiere an Fraßplätzen konzentriert; teilweise Einbettung ist gar nicht selten, so daß oft nur der Hautpanzer oder die Skeletteile einer Körperhälfte im Gestein erhalten sind. An Faziesgrenzen in horizontalem und vertikalem Sinne und auf Schichtflächen werden die Wirbeltierleichen zu wichtigen Indikatoren der ehemaligen Wasserbewegung und der Ablagerungsbedingungen der Einbettungsmedien. Die Kadaver engen als Widerstand bietende Körper, die weit über die Korngröße der Gesteinskomponenten hinausgehen, die Wasserbewegung ein, die Querschnittsverengung steigert die Strömungsgeschwindigkeit und erzeugt dann an den Rändern der Leiche durch erhöhte Spülkraft charakteristische Furchen und Rinnen. Die langgestreckten Leichen treiben in radialer Stellung senkrecht zum Verlauf der Wellen an. Sie verankern sich mit den sperrigsten oder schwersten Teilen und werden mehr oder minder vollkommen in die tangentielle, uferparallele Lage herumgeschwenkt. Sie gestatten also sogar Schlüsse auf die Umrandung der jeweiligen Wasserflächen. Wirbeltierleichen treten sehr oft in Spülsäumen mit Pflanzenresten, Tongeröllen (vgl. Fig. 1) und anderem auf. Im Strömungsschatten von Leichen kommt es zur Anlagerung von anderen Gegenständen; kleine Leichen legen sich an größere an (vgl. Taf. XXIX, Fig. 4).

Im Strömungsschatten von Reptilien trifft man oft in der Mitte des Körpers Holzreste; Kopf und Schwanz biegen, von der Strömung betroffen, nach derselben Seite zu ab. Der sich neu aufbauende Ufersaum muß der Wellenkraft mindestens den gleichen Widerstand bieten, als die Stärke der auf sie einwirkenden Beanspruchung ausmacht. Demgemäß werden bei Stürmen an einem bestimmten Teil des Seeufers, das dem Wind entgegengerichtet ist, die radial zum Ufer andriftenden Leichen und Pflanzenbestandteile, die ursprünglich nur in lockeren Zusammenhang treten, zu festgefügtten Ufersäumen zusammengetragen. Bei sinkendem Wasserstand und Nachlassen der Wellenkraft — das ist nach stärkeren Stürmen die Regel — legen sich seewärts immer neue Ufer- und Spülsäume an, die jeweils in Beziehung zur augenblicklichen Kraft der Wasserbewegung stehen. So weitet sich der lineare Saum schnell zu Flächen, die bei schwankendem Wasserstand von Flachwassererscheinungen bestrichen werden, wenn auch normalerweise die



Fig. 1. Stegocephalen-Unterkiefer aus dem mittleren Buntsandstein von Bernburg. An ihn haben sich Tongallen und Gerölle von grünlicher Farbe in orientierten Streifen angelegt, die dem Verlauf der lokalen Beckenumrandung entsprechen. Sammlung des Geol. Instituts zu Halle. $\frac{1}{2}$ nat. Gr.

Gesetzmäßigkeiten tieferen Wassers herrschen. Gerade diese Erscheinung spielt beim Kupferschiefer eine bedeutende Rolle.

In der oben genannten Arbeit beschreibe ich ein ausgedehntes Leichenfeld, das bei einem plötzlich hereinbrechenden Norther sich am Südufer des Smithers Lake in Texas in kurzer Zeit bildete. Es besteht, so wie manches fossile Leichenfeld auch, aus Wirbeltierleichen und Holzresten. Die Wirbeltiere (Enten, Alligatoren, Ganoid- und Knochenfische, Schildkröten und wenige Amphibien) sind durch die hereinbrechende Kälte erstarrt, mit den Holzresten zusammen zum Südufer getragen, von dem Dampf, der sich dort bei der Mischung des ursprünglich warmen, windgepeitschten Wassers mit der eisigen Nordluft gebildet hat, mit Glatteis überzogen, so daß ein großer Teil des gesamten Lebensinhalts einer ausgedehnten Wasserfläche in einem verhältnismäßig kleinen Teil des ausgebuchteten Südufers zu einem Leichenfeld von etwa 200.000 qm Größe konzentriert worden ist. Wir werden diesem Leichenfeld die rezenten Beispiele von Ganoidfischleichen entnehmen, die wir den Ganoidfischen des Kupferschiefers gegenüberstellen wollen.

Die Lagerung und die Verankerung vom Wasser angetriebener Leichen ist abhängig von der Standfläche, die sie bieten. Stark abgespreizte Teile werden sich noch bewegen, wenn der Rumpf schon verankert ist, was bei der eintretenden Belastung des feuchten Sediments sehr schnell erfolgen kann. Der Körperteil mit geringster Standfläche ist der beweglichste. Dementsprechend werden bei einseitiger Wasserbewegung, selbst wenn zunächst

nur unbedeutende mechanische Umgruppierungen der Einzelteile statthaben, die gut verankerten Teile eine der einwirkenden Kraft entgegentretende Facette darstellen, von der die Einzelteile oft einander gleichgerichtet herumgebogen sind. Solche angespülte Facetten beobachten wir an rezenten angedrifteten Vogelleichen ebenso wie bei den Flugsauriern der Juraformation (40). Ist die Wirbelsäule durch Eintrocknung oder mechanische Einflüsse Krümmungen ausgesetzt oder weist die Leiche Seiten-, Bauch- oder Rückenlage auf, so kommt es zu gesetzmäßigen Reaktionen der dem Ringskelett angehörigen Rippen: an der konkaven Körperseite konvergieren die Rippen oder überschneiden sich, an der konvexen divergieren sie und werden auseinandergedehnt. Liegt der Körper nicht vollständig in Rücken- oder Bauchlage, sondern unsymmetrisch, was bei einseitiger Wassereinwirkung nach dem Stranden sehr häufig erfolgt, unterstützt durch die gewöhnlich nicht horizontale Uferböschung, dann streben die Rippen der einen Körperseite unter anderem Winkel ab als die der anderen. Mit ihren Enden im Schlamm fixierte Rippen können sich mit den Rippenköpfen sehr leicht vom Stamm lösen und mehr oder weniger herumschlagen. Außerordentlich charakteristische Lageanordnungen entstehen durch die Eintrocknung der Kadaver. Die Zell- und Gewebeschichten schrumpfen bei der Eintrocknung ungleich stark. Durch ungleiches Anhaften der Muskeln, Bänder und Sehnen an den Knochen, kommt es zu Kohäsionsmechanismen. Die motorische Körperseite, Rücken, Nacken und Hals, verwesen schwerer als die Bauchseite mit dem bakterienreichen Darmtraktus und der Schlundregion mit der bei Aasfressern so beliebten Zunge, dem ablösbaren Unterkiefer und der Luft- und Speiseröhre. Kommt es zur Austrocknung der Nackenmuskulatur, so tritt das charakteristische Zurückbiegen des Halses in Erscheinung, so daß die Längsachse des Schädels senkrecht zu der des Rumpfes steht. Bei den Paläotherien aus dem Gips des Montmartre, bei den Hirschen aus dem Jungtertiär von Steinheim, bei einer ganzen Reihe von Sauriern aus dem Solnhofener Plattenkalk (z. B. *Compsognathus*) kommt das ebensogut zur Geltung wie bei den Leichen von Rindern, Kamelen, Lamas, Straußen usw. in den heutigen ariden Gebieten. Kontrahiert sich auch die Rumpfmuskulatur, so kann die Leiche sich kreis- oder ellipsenförmig zusammenziehen, so daß von allen Seiten die Dornfortsätze nach dem Innern des eingeschlossenen Raumes zeigen und Becken- und Schultergürtel unnatürlich auseinander gespreizt erscheinen.

Merkwürdigerweise finden wir diese stark eingekrümmten Leichen stets bei den Sauriern des Kupferschiefers. Das zeigen sämtliche Exemplare, die H. v. MEYER beschrieben hat, ebenso aber auch neuere Funde, vor allen Dingen ein Stück, das kürzlich aus dem Wolfsschacht bei Eisleben zutage kam (40). Auch in der Göttinger Sammlung liegt ein schönes Beispiel für diese Erscheinung. Beachtenswert ist, daß allen diesen Leichen, mit Ausnahme des Londoner Exemplars, der Kopf fehlt, so wie im Leichenfeld des mittleren Buntsandsteins von Bernburg nur zahlreiche Schädel von *Trematosaurus* und *Capitosaurus* zusammen mit den Kehlplatten, mit Pflanzenresten und Tongallen und einigen Fischen auftreten, da die vertrockneten Kadaver nachträglich wieder vom Wasser abgehoben worden sind. Das einzige bei Bernburg gefundene Skelett dagegen gehört zu einer ganz anderen Ordnung, zu den Reptilien (*Trachelosaurus*) und nicht zu den Stegocephalen. Diesem Skelett aber fehlt der Kopf. Die Skelettelemente verraten noch deutlich die kreisförmige Eintrocknung auf dem Lande, die Dornfortsätze zeigen nach

innen. Nach der Austrocknung aber ist die Leiche wieder in das Flachwasser geraten und stark verfault. Alles in allem ein Vorgang, der keineswegs selten ist, da ja Wasserstandsschwankungen etwas ganz Alltägliches sind. Bei rezenten Alligatorleichen legt sich der Schädel, der ja dorsal-ventral abgeplattet ist, häufig mit der Dorsalseite auf den Schlamm. Der Schwanz ist lateral abgeplattet und legt sich dementsprechend auf die Seite. Die zwischen dem abgeplatteten Teil des Schwanzes und dem sich fest verankern den Oberschädel befindliche Wirbelsäule weist also ein Drehmoment auf, das sich am schärfsten in der Halsregion ausprägt. Die stark beanspruchte Stelle des Kopfansatzes löst sich leicht. Läuft die Leiche dann trocken, so wird die schon etwas gebogene Wirbelsäule hierdurch scharf eingekrümmt, so daß zwischen Schädel und Rumpf ein erheblicher Zwischenraum entstehen kann. Wir müssen annehmen, daß die Protorosaurier des Kupferschiefers, in denen wir ja Landbewohner zu erblicken haben, durch besondere Ereignisse — sie stammen fast alle vom Schaffbreiter Revier — umgekommen sind und, falls sie als Leichen im Wasser flottierten, am Ufer vor Abschluß der Mazeration trocken liefen; sonst wäre der scharfe Grad der Einkrümmung völlig unverständlich. Die Leichen sind dann offenbar wieder abgehoben und neu eingebettet oder, was keineswegs ausgeschlossen ist, an Ort und Stelle wieder überflutet und eingedeckt worden. Mit einem Teil der Fischleichen muß es ähnlich beschaffen gewesen sein. So besitzt die Sammlung des Geologischen Instituts zu Greifswald die Leiche eines großen *Acrolepis asper*, die so völlig kreisförmig eingekrümmt ist, daß sich Kopf und Schwanz berühren. (Diese Erscheinung kennt man auch von Solnhofen, wo man ebenfalls mit einem zeitweisen Trockenlaufen rechnen muß.) Dabei bleibt eine völlig vom Fisch eingeschlossene Partie der Schichtfläche frei. Im Gegensatz zum Kupferschiefer gehören im Posidonienschiefer des Lias mit seinen wasserbewohnenden Reptilien kreisförmig verkrümmte Leichen zu den Seltenheiten. Das typische Bild ist der gerade gestreckte *Ichthyosaurus*, nur die *Teleosaurier* zeigen eine meist nur schwache Krümmung oder ein hakenförmiges Herumschlagen des Halses, was sich vielleicht mit latenten Strömungen des Bodenwassers erklären läßt, auf die ja auch die streifenförmige Anordnung der *Coeloceras*-Gehäuse, die HAUFF (13) abbildet, und die Leichen von Flugsauriern mit angespülter Facette, ebenso wie die Art der Einschaltung von Schalenresten hindeuten. Vielleicht ist aber diese schwache Krümmung der Tiere auch in ihrer eigenen Organisation begründet. Bei größeren Exemplaren von Ichthyosauriern treten gewisse Stauungen der Wirbelsäule hinter dem Kopf auf; aber es gibt auch einige völlig eingekrümmte Leichen aus dem Posidonienschiefer. Es seien hier drei gute Stücke kreisförmig eingekrümmter Posidonienschieferleichen, die in öffentlichen Sammlungen ausgestellt sind, erwähnt. Das beste Beispiel ist ein von der Bauchseite freigelegtes Exemplar von *Ichthyosaurus quadriscissus* Qu. emend. E. Fraas aus dem oberen Lias von Holzmaden (vgl. Abb. in 40). Das Tier ist so vollständig kreisförmig verkrümmt, daß der Kopf innen liegt und die Schwanzwirbelsäule bis zum Schultergürtel außen über ihn hinwegragt. Während der Kopf fast dorsal liegt, ebenso wie die ersten Halswirbel, ist dann weiterhin eine Verdrehung in der Längsachse der Wirbelsäule zu bemerken, so daß das Tier mit der Dorsalseite nach innen zeigt. Ähnlich ist die Lage eines *Mystriosaurus* von Holzmaden, dessen Skelett ebenfalls kreis-

förmige Anordnung zeigt. Ein kleines Exemplar von *Pelagosaurus typus* Pr. aus dem oberen Lias von Holzmaden, in der Sammlung zu Göttingen befindlich, zeigt eine so kräftige Krümmung des Rumpfes, daß der Schwanz zum Kopfe hingerrichtet zieht; er behält diese Richtung aber nicht bei, sondern biegt in der Höhe des Beckengürtels fast rechtwinklig um und zieht zur Abknickungsstelle zurück. Während im Kupferschiefer solche vorübergehend dem Trockenlaufen ausgesetzten Saurierleichen die Regel bilden, sind sie also im württembergischen Posidonienschiefer selten. Wir begegnen ihnen wieder häufiger in den Schichten der unteren Kreide im Bereich der Insel Lesina und in Istrien.

Wie steht es nun mit den Ganoidfischleichen im Kupferschiefer? Sind sie ebenfalls am Ufer gestrandet, durch Eintrocknung gekrümmt und dann erneut eingebettet worden wie die Protosaurier, die vor der Einbettung einen ähnlichen Transport erlitten haben wie die zahlreichen im Kupferschiefer eingebetteten Pflanzenreste? Es ist ja seit langem bekannt, daß die Zahl der gekrümmten Fische größer ist als die der gerade gestreckten, daß sich auch die gekrümmten Fische in sehr verschiedenen Phasen des Zerfalls beobachten lassen, daß die meisten gekrümmten Fische höchstens halbkreisförmige Biegung zeigen, während andere so scharf zusammengebogen sind, daß der Kopf den hinteren Teil des Rumpfes berührt oder sich beide Körperenden sogar überschneiden, wie ich das von einer *Pygopterus*-Leiche (a. a. O. 40, Taf. XV, Fig. 5) abgebildet habe. Das Krümmungsmaximum liegt hier in der Mitte des Leibes, wo es durch die Überlagerung der beiden Körperenden zur Entstehung eines sanduhrförmigen Stauwulstes in dem Schuppenpanzer kam. Durch die scharfe Einkrümmung spreizen sich Brust-, Bauch- und Schwanzflossen stark aus der Peripherie heraus. Hier überschneiden sich also Kopf und Schwanz, während andere Stücke mehr hakenförmig eingekrümmt sind und das Schwanzende über den Kopf hinausragt.

Eine Reihe von wichtigen Arbeiten sind wiederum in den letzten Jahren über den Kupferschiefer geschrieben worden, die hier nicht alle aufgezählt werden können, und noch immer birgt die Genese dieses geringmächtigen Gesteins manches Problem. Trotz seiner ziemlich großen räumlichen Ausdehnung handelt es sich um eine zusammengesetzte Schichtfolge, deren Profil in letzterer Zeit besonders von FREYGANG (12), HOFFMANN (14) und SCHNEIDERHÖHN (29) diskutiert worden ist. Die Schichtfugen des Kupferschiefers sind außerordentlich beständig und über große Entfernungen hin zu verfolgen. Sie entsprechen ganz bestimmten Ereignissen, die uns schroffe Wechsel während der Ablagerung andeuten. Der Bitumengehalt nimmt von unten nach oben, der Zinkgehalt von oben nach unten ab. POMPECKJ (25) wies nach, daß der Karbonatgehalt mit entsprechender Abnahme des Bitumengehaltes nach oben zunimmt, und daß die bitumenreichsten Horizonte die meisten Fische, die kalkreichsten die meisten Evertabraten (bes. Brachio-poden) enthalten. So gibt es eine ganze Reihe antinomischer Eigenschaften.

Die Bildung des Kupferschiefers ist die Folge eines Rückschlages auf die erfolgte Ingression, die offenbar mit starken Einengungserscheinungen verknüpft war. Vor allen Dingen wird durch Küstenversatz die geschlagene Verbindungslücke mit dem offenen Meer stark eingeengt worden sein. Dementsprechend finden wir ein starkes Hervortreten der terrestren Komponenten, unter denen die Pollen von Koniferen bei weitem die wichtigste Rolle spielen. Niedrige Wasserstände, hervorgerufen durch Windebbe bei ablandigen Win-

den, in Verbindung mit intensiven Trockenperioden machen sich stärker geltend innerhalb des teilweise ruhigen Sedimentabsatzes. FREYGANG (12) führte bereits die Gips- und Erznähte auf Eindampfung zurück und verglich sie mit der Entstehung der Anhydritschnüre des Steinsalzes. Diese Nähte treten periodisch in gleichen Zwischenräumen und in gleicher Höhe des Flözes dreimal hintereinander auf. So trennt den Unterkopf von dem gröberen Oberkopf die Bleinaht mit dem Schein. Junge Fische finden sich besonders im Unterkopf; die Kammschale führt fast nur erwachsene Exemplare. In der Lochberge scheint frischere Wasserzirkulation bessere Lebensumstände geschaffen zu haben, so daß wieder junge Fische auf Fortpflanzung deuten. Das schwarze Köpfchen, auf das FREYGANG (12) hingewiesen hat, ähnelt mit seiner geringen Härte, seinem Ton- und Bitumengehalt und seiner Farbe wieder der feinen Lette an der Basis des Kupferschiefers und bedeutet wiederum den Rückschlag nach der erneuten Ingression. Es würde zu weit führen, je ein erschöpfendes Bild der palökologischen Zustände der damaligen Zeit geben zu wollen, und es würde sich auch nicht mit dem Hauptziel dieser Ausführungen decken. Nur einiges sei hier erwähnt:

POMPECKJ (25) verdanken wir den geistreichen Vergleich zwischen dem Kupferschiefer- und dem Schwarzen Meer. Seitdem ist man mehr, als den Absichten dieses Autors entspricht, geneigt, die Wassertiefe und die Schichtung des Wassers zahlenmäßig vom Schwarzen Meer auf den Bildungsraum des Kupferschiefers zu übertragen. Das ist aber in diesem Falle unzulässig, da außer der Wassertiefe ein System von verschiedenen anderen Faktoren den Ausschlag gibt, so daß derselbe Effekt wohl auch bei anderer Dimensionierung vor sich gehen kann und die Analogie, was das quantitative Moment anlangt, nicht zu weit getrieben werden darf. Einige besonders wichtige paläo-geographische Eigentümlichkeiten, die in Beziehung zu dem weiter unten behandelten Problem stehen, mögen hier kurz angeführt sein; zusammenhängender gehe ich darauf an anderer Stelle ein (41).

1. Bei der Ausbildung der Senke, in die von Rußland her das Zechsteinmeer eindrang, löste die Ingression nicht etwa direkt die rote Schuttwüste ab, die während des oberen Rotliegenden geherrscht hatte. Wir können vielmehr nachweisen, daß bei der Ausbildung der Senke eine zwar artenarme, aber doch einigermaßen geschlossene Vegetationsdecke, begünstigt durch zunehmende Regengüsse, von der Senke Besitz nahm.

2. Diese Vegetationsdecke verrät sich zunächst in einer Bleichungszone der rotliegenden Gesteine. Diese Bleichung ist bisher immer in Beziehung gebracht worden mit chemischen Wirkungen des sich darüber ablagernden Faulschlammes und seiner Metallverbindungen. Wenn das richtig wäre, so müßte die Bleichung des Oberrotliegenden dort fehlen, wo sich zwischen Kupferschieferflöz und Oberrotliegendem die Sandablagerungen des Weißliegenden im Sinne WALTHERS und MEINECKES (22) einschieben. Unter den dünenartigen Sandzügen geht aber die Bleichungszone, die gewöhnlich als Grauliegendes bezeichnet wird, hindurch. Sie war also vorhanden, ehe das Kupferschieferflöz sich bildete.

3. Das Weißliegende ist ursprünglich Dünensand. Das Dünengebiet meidet den südöstlichen Teil der Mansfelder Mulde und ist auf dem Clotilde-, Hohenthal- und Wolfschacht mächtig entwickelt, auf dem Zirkel-, Vitzthum- und Paulschacht dagegen geringmächtiger, wie das LUDWIG (21)

kürzlich beschrieben hat. Nach den Untersuchungen von BECKSMANN (1) besteht das Gestein etwa zur einen Hälfte aus windtransportiertem Material und zur anderen verrät die Gestalt der Komponenten Wassertransport. Die ehemaligen terrestren Dünen sind offenbar bei der Ingression zu subaquatisch verlaufenden Sandschaaren umgeprägt worden. Das Gebiet liegt östlich der Inseln und Untiefen der Unterharzfalte, wozu man am besten die von B. v. FREYBERG (11) entworfene paläogeographische Karte des Kupferschieferbeckens vergleicht. Die Sandmassen scheinen dort zur Ablagerung gekommen zu sein, wo sich zwischen Schwarzburger Sattel und Unterharzfalte durch Zunahme der Wassertiefe eine gute Ablagerungsmöglichkeit bot, während sonst der Untergrund auf weiten Flächen von der Wasserbewegung frei gefegt wurde. Von den Erhebungszonen her wurde der Sand durch den Wind verfrachtet, später aber auch durch Küstenversatz an den Achsen entlang transportiert. Da die Unterharzfalte morphologisch in jener Gegend ihr Ende erreichte, so ist es gut denkbar, daß die Sandmassen hakenartig quer an diesen Untiefen ansetzten. Bei dieser Entstehung der unter dem Kupferschiefer begrabenen Dünen- und Sandschaaren ist es begreiflich, daß sie bei einer Streichrichtung von WNW—OSO den Verlauf der NO—SW gerichteten, variskisch vorgebildeten Senkenzonen kreuzen. Sie sind erzeugt durch Luft- und Wasserströmungen, die längs der variskisch vorgebildeten Züge des Bildungsraumes verliefen.

4. Wir können im Liegenden des Kupferschiefers weitgehende Beobachtungen über Flachwassererscheinungen anstellen. In den Tälern zwischen den Flözbergen finden wir im Liegenden des Kupferschiefers eine wiederholte Aufeinanderfolge dunkler Tonschlammputzen als Rückstände einer unvollständigen Wasserbedeckung, und wir finden sie meist durchzogen von scharf ausgeprägten Systemen von Trockenrissen, die uns beweisen, daß sich nicht nur die Sandscheitel als Dünen in die Luft erhoben, sondern daß teilweise auch die Furchen wieder austrockneten. Wenn die feine Lette vom Liegenden abgehoben wird, so zeigen sich oft auf große Flächen mit wundervoller Schärfe erhaltene Systeme subaquatisch gebildeter Rippelmarken, und zwar nicht bloß die $1\frac{1}{2}$ —3 cm breiten Rippeln, die in vielen Sammlungen zu finden sind, sondern auch sehr viel kräftigere Systeme mit handbreiten Wülsten. Die Bergleute pflegen an solchen Punkten zu sagen: „Da ist wohl das Liegende hochgegangen.“

5. Außerhalb des Ablagerungsgebietes des Weißliegenden war der Untergrund auf große Strecken hin freigespült, und der gebleichte Sand, der das Weißliegende aufbaut, entstammt ja der Abspülung dieser Flächen. Solche sedimentlose Flächen sind in Randmeeren außerordentlich häufig. Sie bilden ja auch einen Teil des Untergrundes der heutigen Nordsee. Im Osten und Süden des Kupferschieferbeckens finden sich die Ufererscheinungen dieser der Bildung des Kupferschiefers unmittelbar vorausgegangenen Zeit. Die Zechsteinkonglomerate von Gera sind erfüllt mit Landpflanzenresten, besonders von *Voltzia*, in einer Weise, die es als sicher erscheinen läßt, daß hier an den sich ins Land hineinfressenden Zerstörungskliffen die Vegetationsdecke zerstört und unterspült wurde, so daß sie besonders bei Stürmen den Meereswogen zum Opfer fiel.

6. Wir gewinnen auch hier den Eindruck, daß bei dem binnenmeerartigen Charakter des Kupferschiefermeeres der marine und der terrestre Einfluß sehr oft zugunsten des letzteren hin- und hergependelt haben. Die

Fischfauna macht höchstens einen lagunären, aber keinen marinen Eindruck. Das ziemlich extreme Klima hat die Wasserstandsschwankungen erheblich begünstigt. Die zahlreichen Untiefen vergrößerten sich bei Wind, Ebbe und starker Verdunstung schnell an Zahl und Fläche. An der Basis des Kupferschiefers sehen wir Sandscheitel aus wassergefüllten Rinnen herausragen. Während der Bildung des Kupferschiefers spielten Sandnehrungen mit wechselnder Wasserbedeckung sicher auch noch eine Rolle. Bei starkem Absterben der Fauna drifteten die Leichen zunächst in Ufernähe und bildeten ausgedehnte Leichenfelder, die zum Teil trocken liefen. Sie sind uns nicht erhalten, wohl aber die aus ihnen bei steigendem Wasserstand wieder abgehobenen und verdrifteten Leichen, zu denen noch die in primärer Lagerung hinzutreten.

7. Dem zerstörten Festlande entstammen die Pflanzenreste und ein Teil der Wirbeltierleichen des Kupferschiefers. Die größten Reste, grobe Stammhölzer, Wurzelsysteme und die stets gekrümmten Protorosaurier finden sich fast ausschließlich im Bereiche der feinen Lette, die sich durch ihren Seidenglanz und ihre Weichheit leicht erkennen läßt, und zwar vor allem an der körnigen Naht. Nach oben werden die Pflanzenreste kleiner und sie enthalten häufiger Gipfelteile. Holzreste und kleinere Pflanzenteile, meist in der Form von Parallelhäckseln, sind sowohl am Westrand des Zechsteinbeckens (Frankenberg) wie auch am Südrand (Gera) außerordentlich weit verbreitet. Bei den neueren Aufgrabungen von Rektor AUERBACH im Zechsteinkonglomerat spricht die massenhafte Einschaltung von Voltzienresten für eine direkte Zerstörung der Vegetationsdecke durch Sturmflut. Besonders interessant ist die von WALTHER im Zechsteinriff von Rehmen gefundene Lettenlage mit Pflanzenhäckseln und Riffkalk.

8. Die Verfrachtung gestrandeter Leichen ist an sich nicht auffälliger als der Transport zusammenhängender Koniferenzweige mit Fruktifikationen, großen Blattrosetten von *Taeniopteris*, belaubten Asterocalamiten und Baumgipfeln von *Baiera*, wie ich sie demnächst in einer den Pflanzenresten des Kupferschiefers speziell gewidmeten Abhandlung veröffentlichen werde (41).

9. Der Kupferschiefer war ursprünglich viel mächtiger, als er uns heute entgegentritt. Man wird wohl nicht fehl gehen, wenn man ihm bei seinem hohen Gehalt an organischer Substanz einen primären Wassergehalt von 80%, analog dem des rezenten Muds, zubilligt. Über die ursprünglichen Mächtigkeitswerte wird demnächst HERMANN genauere Untersuchungen anstellen. Das ist möglich mit Hilfe der schlangenförmig gewundenen Sandsteingänge im Kupferschiefer, deren einzelne Schlingen sich vertikal übereinander legen. Die Erscheinung findet sich vor allem im Verbreitungsgebiete des Weißliegendes, das unter dem sich entwässernden und schrumpfenden Kupferschiefer einen wassergetränkten Schwimmsand darstellt, der auf Schrumpfungsrissen vertikal nach oben in den Kupferschiefer eindrang. Diese sandgefüllten Spalten wurden bei zunehmender Mächtigkeitsreduktion zu schlangengartigen Windungen zusammen gelegt.

10. An einem Stück in der Sammlung der Bergschule zu Eisleben schneidet ein Erzlineal an einem solchen gewundenen Sandsteingang ab, so daß der primäre Charakter dieser erzreichen Partie bewiesen werden könnte. In der Gegend von Probstzella beobachtete ich ähnliche Schrumpfungsvorgänge an schlangenförmig zusammengeknickten phosphoritisierten, ursprünglich ver-

tikal angeordneten Pflanzenresten im Rußschiefer des Kulms; auch hier gibt es primäre Kieslineale.

11. Der überschüssige Ölgehalt des Kupferschiefers konzentrierte sich bei der Entwässerung ziemlich frühzeitig im oberen Bereich der feinen Lette zu Tröpfchen, die uns in der körnigen Naht, ziemlich stabil geworden, begegnen.

Ähnlich wie uns die streifenweise angereicherten *Coeloceras*-Gehäuse im Posidonienschiefer des oberen Lias das zeitweilige Vorhandensein von Verdichtungsströmungen andeuten, so läßt sich auch ihr Vorhandensein mindestens episodisch während der Bildung des Kupferschiefers nachweisen. Beim heutigen Abbau des Kupferschiefers wird durch den Gebirgsdruck, dessen Hilfe man zur Hereingewinnung mitbenutzt, das Gestein in schmale Lineale zersplittert. In geringeren Teufen wurden früher häufiger große Platten gewonnen, die sich leichter spalteten und deren Fischreste besser den gegenseitigen Zusammenhang zeigten. Häufig erschienen die Reste nicht tief-schwarz, sondern wiesen einen sekundären goldigen Anflug von Kupfer-erzen auf, besonders in der Nähe der körnigen Naht. Aus den Berichten aus alter Zeit kann man mit Sicherheit entnehmen, daß die Fische nicht gleich-mäßig verteilt vorkamen, sondern, in langgestreckten Zügen auf den Schicht-flächen angeordnet, oft in größeren „Schwärmen“ angereichert waren. Ob die Richtung mit den unter dem Kupferschiefer begrabenen, aus windtrans-portiertem Dünenmaterial aufgebauten Sandschaaren übereinstimmt, ist leider bisher noch nicht festzustellen gewesen. Immerhin scheinen die reicheren Vorkommen den Tälern zwischen den Flözbergen anzugehören. Diese Kon-zentrationen *post mortem* zeigen nun eine charakteristische Eigenschaft insofern, als die Reste oft sehr nahe aneinander liegen, aber sich doch selten berühren und überschneiden. Derartige Anordnung kommt bei Seigerung in Zügen quer zur Wellenbewegung unter dem Einfluß stationärer Strömungen gar nicht selten vor, und es erinnern diese speziellen Lagebeziehungen, auf die wir weiterhin näher einzugehen haben, an die Vorkommen von *Semio-notus*, bei denen aber die Einkrümmung der Fische so gut wie nie zur Beob-achtung kommt. Auf den zahlreichen Semionotusplatten der Museen, sowohl aus dem Coburger Vorkommen wie auf den schönen Platten aus der Trias von Südafrika, von denen die des Senckenbergmuseums 12 achsenparallel liegende Exemplare zeigt, die sich mit wenigen Ausnahmen nicht berühren, wie auch auf der von HENNIG beschriebenen Platte, auf der 7 Individuen streng parallel zueinander liegen und das achte etwas spitzwinklig abweicht, findet man solche Anordnungen. Sie erinnern an regelrechte Fischpflaster, wie ich sie (a. a. O. 40) aus Texas abgebildet und beschrieben habe. Es kam aber bei der Bildung offenbar nicht zum Trockenlaufen. Im Geolo-gischen Institut zu Göttingen befindet sich eine Platte von Semionoten-Sand-stein, auf der 4 Individuen nebeneinander liegen, aber so, daß jedes Tier vom anderen durch einen fast handbreiten Abstand getrennt ist. Sie zeigen also eine Anordnung entsprechend stärker bewegten Stellen des Untergrundes in Form stehender Schwingungen, die die gleichdimensionierten Abstände der Leichen bedingen. Im Kupferschiefer sind die Lagebeziehungen der Fisch-leichen zueinander insofern komplizierter, als sich gerade und gekrümmte Leichen (schwach gekrümmte, hakenförmig verbogene und ganz einge-klappte) zu Leichenfeldern vereinigen. Bei Untersuchungen über die Pflanzen des Kupferschiefers fanden sich mehrfach Pflanzenreste, die mit Fischen

achsenparallel liegen. *Palaeoniscus* lag parallel mit einem *Taeniopteris*-Blatt, in einem anderen Fall mit *Baiera digitata*. Interessanterweise kamen diese orientierten Einlagerungen auch vor, wenn die beiden Reste durch Gestein von einander getrennt waren. Das deutet auf eine Wiederholung vorwiegend herrschender Wind- und Wasserbewegungsverhältnisse, so wie achsenparallel orientierte Muschelschalen mehrfach übereinander in gleicher Orientierung vorkommen können, was kürzlich wieder von QUENSTEDT (26a) beschrieben wurde, und was ich (32) früher an Pflanzenresten und Orthoceren im unteren Kulm des Oberharzes feststellte. Eine andere Erklärung war aber außerordentlich schnelle Sedimentation, und das scheint hier in Frage zu kommen.

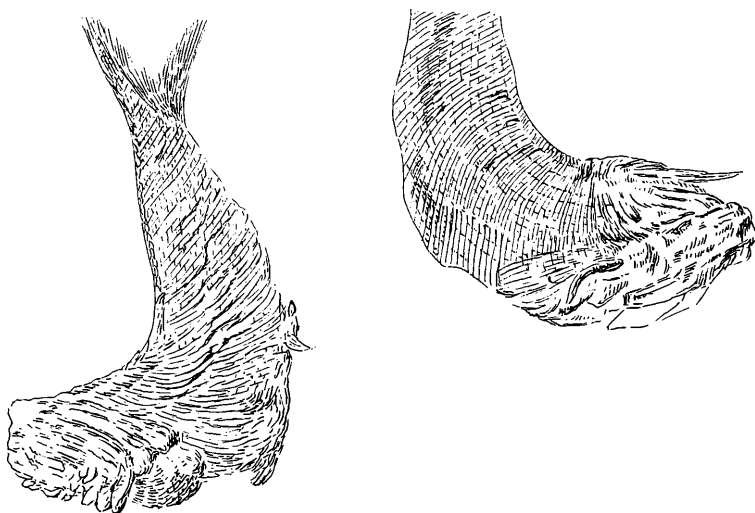


Fig. 2. Lagebeziehung zweier gekrümmter *Palaeoniscus* aus dem Kupferschiefer. Sammlung der Bergschule zu Eisleben. $\frac{1}{2}$ nat. Gr.

Wie steht es nun aber mit den Lagebeziehungen der gekrümmten Fische zueinander? Taf. XXIX, Fig. 3, zeigt uns ein eigenartiges Bild. Zwei gleich große *Palaeoniscus* überschneiden sich mit der wenig gekrümmten Schwanzregion, so daß die Enden sich nicht mehr überlagern, sondern mit ihren vier Zipfeln wieder freiliegen. Rumpf und Kopf biegen dagegen so um, daß die Tangente an das Krümmungsmaximum beider Fische eine gerade Linie bildet, die der größten Front des eine Einheit darstellenden Gebildes entspricht. Ein ähnliches Stück besitzt die Bergschule zu Eisleben (vgl. Fig. 2). Auch hier liegen zwei etwa gleich große, gekrümmte Fische völlig symmetrisch zueinander angeordnet. Sie kehren die konvexen Konturen der Leiber gegen einander, die Schwanzenden divergieren gleichmäßig nach außen, die Vorderenden biegen sich aber wieder so, daß sie in eine Front einbezogen werden. Während bei dem ersten Stück, das der Sammlung Halle gehört, die gegenseitige Anziehung, die schwimmende Körper aufeinander ausüben, fossil geworden zu sein scheint, sind die beiden Individuen aus der Sammlung der Bergschule zu Eisleben durch einen Abstand von 78 mm getrennt, der auf der Abbildung aus Raumgründen etwas verkürzt wieder-

gegeben ist. Das eine Stück hat den Kopf bereits nicht mehr und zeigt ausgezeichnet die schraubenförmige Verdickung der Schuppenreihen an der Stelle der Hauptkrümmung. Diese Anordnung ist gar nicht so selten. Fig. 3 zeigt einen viel größeren *Pygopterus* und einen *Palaeoniscus* nahe aneinander liegend, aber sich nicht voll berührend, auch wieder mit den konvexen Seiten nach innen, mit den konkaven nach außen angeordnet. Wir haben hier offenbar eine ganz charakteristische Einstellung gekrümmter Fischpaare bestimmten Wasserströmungen gegenüber. Der schwerere Vorderkörper stellt

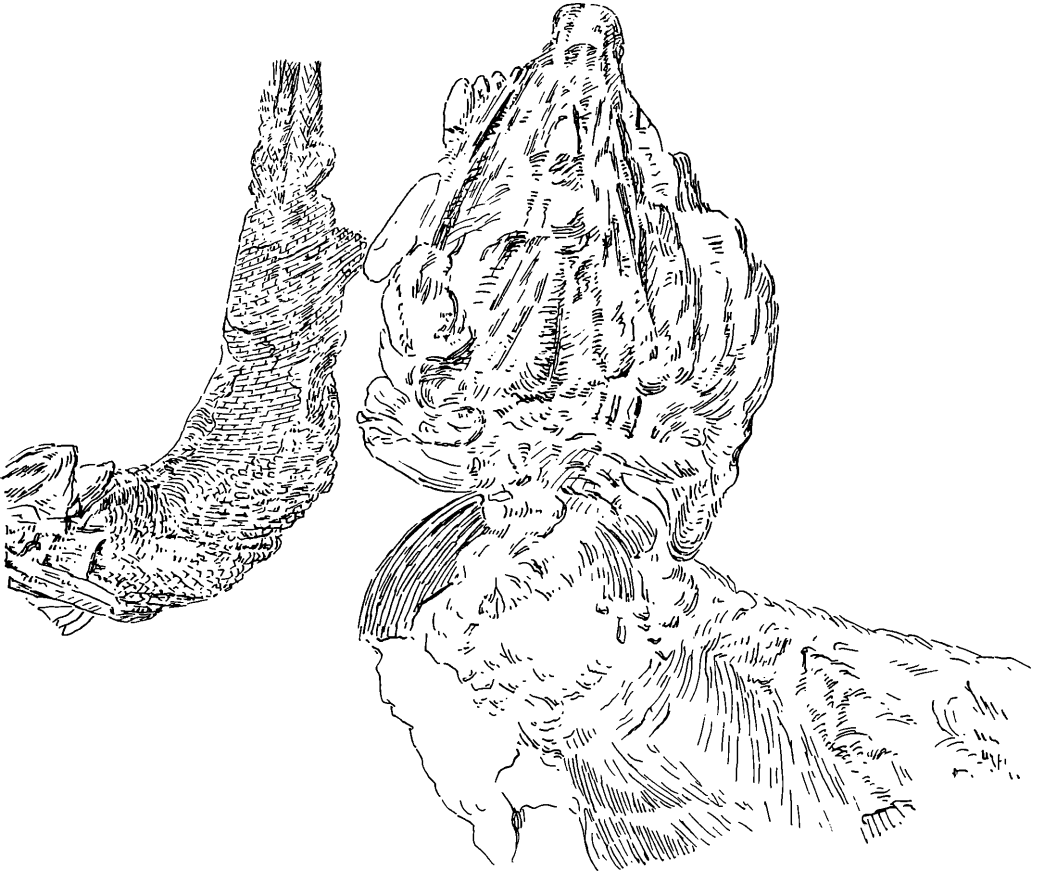


Fig. 3. Symmetrische Anordnung von *Pygopterus Humboldtii* Ag. und *Palaeoniscus Freieslebeni* de Blainv. Mansfelder Kupferschiefer. Sammlung der Bergschule zu Eisleben. $\frac{1}{2}$ nat. Gr.

sich nicht so leicht quer zur Strömungsrichtung ein, der Schwanz biegt wieder in sie hinaus. Fig. 4 zeigt ein ähnliches Fischpaar, nicht so symmetrisch angeordnet, sondern nachträglich etwas verschoben, also nicht so regelmäßig wie die bisherigen Beispiele. Taf. XXXI, Fig. 1, zeigt das Schwanzende eines nicht weit davon entfernten hakenförmig eingekrümmten Individuums, und Taf. XXXII, Fig. 3, zeigt uns die interessante Erscheinung, daß die gekrümmten Fische doch insofern orientierte Züge einhalten, als die langgestreckten Körperabschnitte unter sich in eine Linie fallen, bei diesem

Beispiel das Vorderende des weniger gekrümmten und das Hinterende des hakenförmig zusammengebogenen. Diese Stellung scheint gewöhnlich einzutreten, wenn die benachbarten Tiere mit ihren Krümmungen keine symmetrische Anordnung besitzen. Jedenfalls erkennt man deutlich die Tendenz zur Anordnung von orientierten Zügen. Ebenso wie auf einer Platte des geologischen Instituts zu Halle in der Fortsetzung eines *Palaeoniscus* in 69 mm Abstand ein *Platysomus* liegt (vgl. Fig. 5).

Fig. 6 zeigt gleichfalls zwei gekrümmte Paläoniscen in symmetrischer Anordnung mit gegeneinander gekehrten konkaven Seiten. Sie liegen aber so eng, daß sie sich größtenteils überschneiden. Die beiden Stücke sind durch $3\frac{1}{2}$ mm Gestein von einander getrennt, sind aber wohl trotzdem gleichzeitig zur Ablagerung gekommen.

Studieren wir rezente Ganoidfischleichen, so finden wir sehr häufig Krümmungen bis zum Halbkreis, aber nicht das eigentliche Hakenbiegen. Die gewöhnliche Krümmung entsteht außerordentlich leicht, aber viel weniger beim Driften der Leichen, als beim Stranden und Zubodengehen. Die Ganoidfischkörper stellen rundliche Walzen dar, die Myosepten sind von

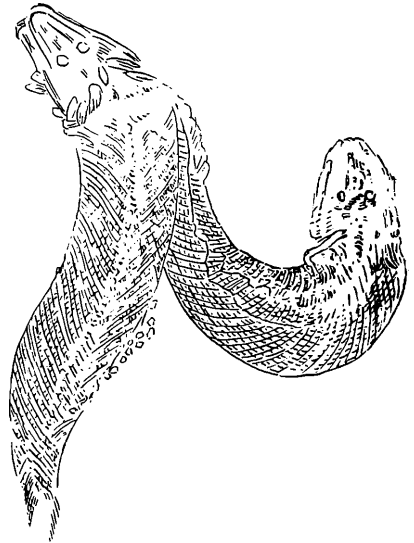


Fig. 4.

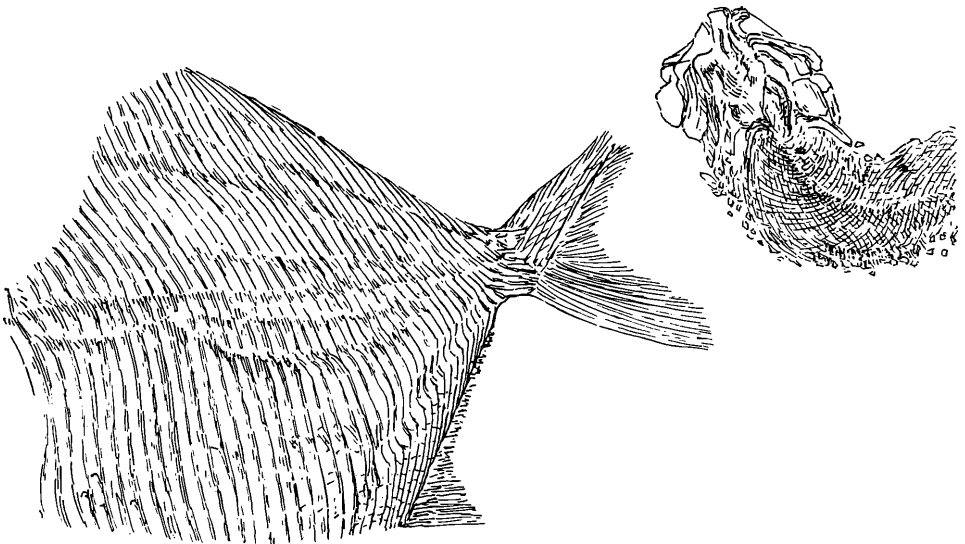


Fig. 5. *Platysomus* und gekrümmter *Palaeoniscus* in streifenförmiger Anordnung. Platte aus der Sammlung des Geol. Instituts der Universität Halle. $\frac{1}{2}$ nat. Gr.

sehr wasserreichem, gallertigem Bindegewebe getrennt. Die Kadaver sind dementsprechend trotz der schwer angreifbaren, gelenkigen und überaus wirksamen Hautpanzerung durchaus nachgiebig und folgen, wie oben gesagt, außerordentlich leicht der Schwerkraft oder seitlichen Zugkräften. Liegt ein frisch getöteter Alligatorgar (*Lepidosteus*) seitlich im Seichtwasser, so ist der Durchmesser der Rumpfmittle so dick, daß Schwanz und Kopf den Boden nicht berühren und herunterhängen. Schon dabei kommt es leicht zu Drehmomenten, die den Panzerschlauch beanspruchen. Driften

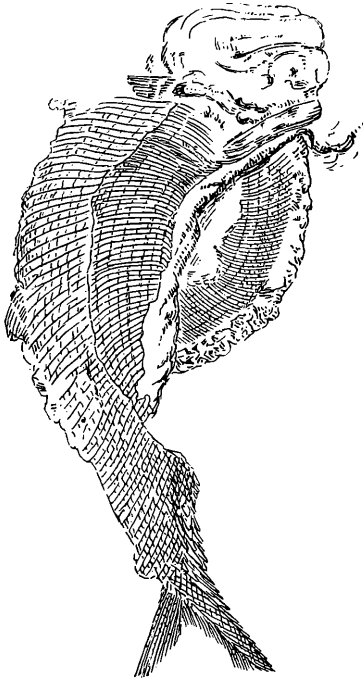


Fig. 6. Sich überschneidende, aber durch Gestein getrennte gekrümmte Exemplare von *Palaeoniscus*, die die konkaven Seiten einander zukehren. Bei dem größeren Individuum ist auf der konvexen Außenseite die Dorsalseite von außen, auf der anderen Seite dagegen die Ventralseite von innen zu sehen. Eislebener Privatbesitz. $\frac{1}{2}$ nat. Gr.

Ganoidfischleichen an, so muß sich der rundliche Schuppenschlauch abplatteln; ist die Uferböschung schräg und nachgiebig, so sinkt der Schlauch abwärts und die Wellen können Schwanz und Kopf uferwärts zurückbiegen. Legt sich die Leiche auf den Boden und ist dabei einseitiger Wasserströmung ausgesetzt, so entsteht gleichfalls der charakteristische asymmetrische Querschnitt (Taf. XXX, Fig. 1—6). Der Strömung wird die konvexe Seite mit den gedehnten Schuppenreihen entgegengesetzt, Schwanz und Kopf biegen nach der Leeseite um. Die gekrümmte Lage kann aber auch ganz spontan eintreten. Nur durch Austrocknung umgekommene Ganoidfische ohne Wirkung der Wellenbewegung fand ich nie erheblich gekrümmt (vgl. Taf. XXIX, Fig. 4). Die konkave Innenseite zeigt Zusammenpressen der Schuppenreihen und ein steil von der Unterlage ansteigendes Querprofil, die Gegenseite dagegen ein spitzwinkliges. So kommt es, daß sich die Walze meist seitlich und nicht genau auf die gekrümmte Bauch- oder Rückenseite auflegt. Aber es ist ganz unnötig, mit GERMAR für *Palaeoniscus* einen dreieckigen Querschnitt anzunehmen, um zu erklären, daß die „Seitenlinie“ der Kupferschieferfische gar nicht von den Schuppenreihen von oben vorn nach

unten hinten geschnitten wird, sondern daß die Schuppen auf der Körpermitte spitze Winkel bilden, die sich in der Richtung nach dem Kopf hin schließen. Die vermeintliche Seitenlinie ist dann also eine Rückenlinie. Die Schuppenreihen des plattgedrückten Panzerschlachtes ziehen von vorn her sanft konkav eingebogen bis zum Körperand, der ursprünglichen Rundung des Fischkörpers entsprechend. Auf der Bauchseite dagegen konvergieren die Schuppenreihen und stoßen in der Mitte in einem nach hinten gerichteten spitzen Winkel zusammen (vgl. Taf. XXIX, Fig. 1 und 2). Man darf dabei nur nicht vergessen, daß die ineinander gelenkenden Einzelelemente der

Schuppenketten nicht etwa geschlossene Ringe bilden, sondern als ein einheitliches langes, geschlossenes, übereinander gewickeltes Band spiralg um den Körper herumlaufen. Bei zusammengepreßten Stücken überkreuzen sich also die nach vorn gerichteten Bänder der Rücken- und die nach hinten gerichteten Bänder der Bauchseite, so daß bei halb aufgeplatzten Panzern scheinbar abnormale Verhältnisse eintreten. Das Stück auf Taf. XXXI, Fig. 2, ist von der Dorsalseite her freigelegt und zeigt rechts hinten die Innenansicht der Bauchseite. Die Grenzen der Schuppenreihen, die vom Außenrand nach hinten ziehen, und die Grenzen der abgebrochenen oberen Schuppenreihen, die vom Außenrand nach vorn ziehen, überkreuzen sich in deutlichem, stumpfem Winkel. Man erkennt in Gestalt schwächerer Falten, wie sich die Fortsetzungen der Trennungslinien der dorsalen Schuppenreihen dorsal von der Körpermitte nach außen hinten ziehen. Dicht daneben ist im Bereich der Rückenflosse die Innenseite ebenfalls geöffnet, so daß man erkennen kann, wie sich hier der nach vorne gerichtete Winkel der dorsalen Seite mit dem nach hinten gerichteten der ventralen Seite überschneidet, so daß rhombische Figuren in Erscheinung treten. Wenn die dorsale Schlauchhälfte sich flach auf die ventrale auflegt, so entsteht in der Nähe der Seitenlinie eine völlige Durchknickung der Schuppenreihen, die leicht zu Durchbrechungen, seitlichem Verritzen, Aufplatzen (vgl. Taf. XXXII, Fig. 1, 2) und zur Auflösung der einen Panzerhälfte führen kann. An einer Reihe von Fischen aus dem Kupferschiefer ist die Bauchseite auseinander gefallen, die wahrscheinlich nach unten zeigende Rückenpartie noch intakt, bis auf eine Auflösungszone, die den Rest an der Vorderseite der Rückenflosse quer durchzieht. Diese quere Auflösungszone des Panzers entspricht der in der Region der Versteifung durch die Fulkren eintretenden Beanspruchung des Hautpanzers. Typisch für solche halbseitig erhaltene Panzerschläuche ist unsymmetrische Lage zur Mittellinie, da die Tiere gewöhnlich etwas schief gedreht auf der Kante liegen. A. a. O. (40) bilde ich eine ganz ähnliche Erhaltung eines halben Panzerschlaches ab, umgeben von einer Aureole aufgelöster Schuppen der anderen Schlauchhälfte. Mir lag ein weiteres, sehr drastisches Beispiel aus einer Eislebener Privatsammlung vor, das dieselben Erscheinungen aufweist.

Wenn der Panzerschlauch sich zusammenlegt, so kann der Knick in einer Schuppenreihe natürlich nicht quer durch eine der harten Schuppen gehen. Ist er gekrümmt und dementsprechend auch etwas gedreht, so springt manchmal eine Schuppenreihe unter Zerreißen der häutigen Verbindung mit der benachbarten mit einem Teil von der Bauchseite auf die Rückenseite und umgekehrt. Betrachten wir die konvexe Außenseite des auf Taf. XXXI, Fig. 2, abgebildeten Stückes, so sieht man dicht hinter dem Kopf zwei Schuppenreihen mit je einer Schuppe über die Außenkontur hinausspringen, dann folgen 21 Schuppenreihen, die alle eine Schuppe weniger aufweisen. Die Außenkontur ist hier so gedehnt, daß die Schuppen alle breit und nebeneinander liegen und an der Grenze jeder Schuppenreihe ein kleiner Winkel in den Umriss einspringt. Die 24. Schuppenreihe zeigt uns, wie von da ab wieder eine Schuppe mehr von der Ventralseite auf die Dorsalseite überspringt, aber gleichzeitig geht auf der anderen Seite eine Schuppe, die mindestens bei 24 Schuppenreihen der Dorsalseite angehörte, auf die Ventralseite über, so daß die Zahl der dorsalwärts gekehrten Schuppen wieder die gleiche ist. Die Innenkrümmung ist zusammengepreßt. Auf 25 Schuppenreihen

kommt auf die Außenseite die $1\frac{1}{2}$ fache Länge der Innenseite, wo sich die Schuppen dachziegelartig übereinander schieben müssen.

Es kommt, wie gesagt, vor, daß die beiden Schlauchhälften auseinander reißen; manchmal klappt die aufgelöste Seite der Schlauchhälfte nach außen auf, so daß die Haut an den Trennungslinien der Schuppenreihen in voneinander divergierende Fetzen zerreißt. Nach FREYGANG (12) spaltet der Kupferschiefer meist so, daß der Fischrest in der Hangendplatte haften bleibt und die Liegendplatte nur den Abdruck zeigt. Im Solnhofener Plattenkalk ist dieser Fall auch recht häufig. Danach würden die Kupferschieferfische meist mit dem Rücken nach unten eingebettet sein, also in derselben Lage wie die rezente Leiche auf Taf. XXIX, Fig. 1, 4. OERTLE (24) beschrieb vor kurzem

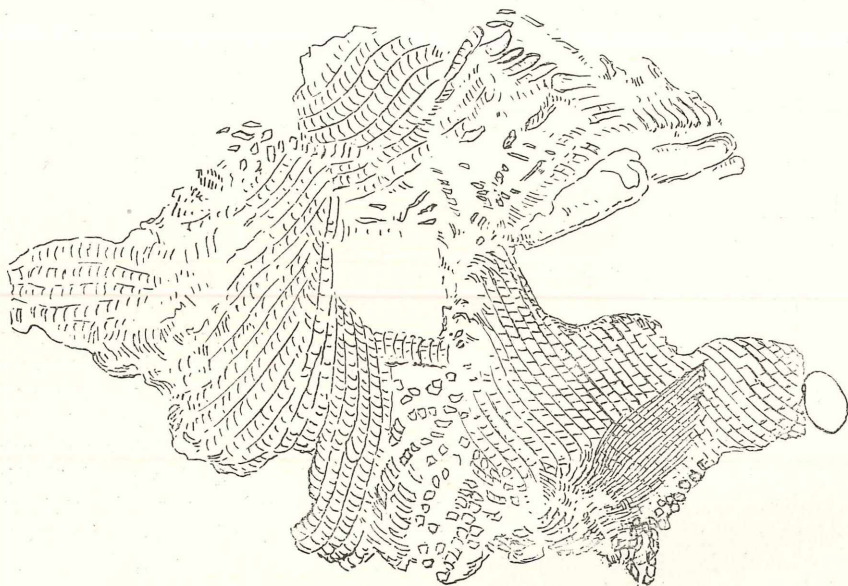


Fig. 7. Unter der Seitenlinie nahe der Bauchlinie aufgeplatzter Panzerschlauch eines Ganoiden aus dem mittleren Buntsandstein von Bernburg, ein Produkt der Verwesung. Sammlung des Geol. Instituts zu Halle. $\frac{1}{2}$ nat. Gr.

12 triadische Fische, meist *Semionotus*, deren Innenseite zu sehen ist, wie das bei den meisten Ganoidfischvorkommen mehr oder minder oft beobachtet werden kann. Es handelt sich um halbe Panzerschläuche, wie sie dem von uns als vierter Lagerungsform geschilderten Fall entsprechen. OERTLE denkt daran, daß die obere Panzerhälfte abgerissen und die Leiche dann ausgefressen worden ist. Wir hatten schon betont, wie schnell der Panzerschlauch auch ohne Ausfressen völlig hohl werden kann, ja, ich sah sogar, wie in Reiskanälen völlig ausgehöhlte, runde, nicht zerfallene Panzerschläuche von Knochenhechten vom Wasser wieder erfaßt und aufs neue verdriftet wurden. Am Ufer sind dann Fetzen von Ganoidfischpanzern gar nicht selten. Im Kupferschiefer scheint die halbseitige Erhaltung meist nicht mit der Tätigkeit von Aasfressern zusammenhängen, auch Risse im Panzerschlauch können ganz ohne Mitwirkung anderer Tiere entstehen, so wie ich sie z. B. als Folge der Austrocknung in der Jugularregion des Alligatorgars oft

beobachtet habe. Aasfresser können an gestrandeten Ganoidfischleichen gewöhnlich nur durch Herausreißen der Flossen, des Unterkiefers (vgl. Taf. XXIX, Fig. 1), der Kehle oder des Afters (vgl. Taf. XXIX, Fig. 4) oder durch mühsames Brescheschlagen in den Hautpanzer an den Kadaver heran. Völliges Ausfressen findet kaum statt. Beim Anschneiden der Leichen durch Krokodile entstehen dagegen zerfetzte Panzer von gestörtem Aussehen, die an die auf Fig. 7 wiedergegebenen, kaum bestimmbar Ganoiden aus dem mittleren Buntsandstein von Bernburg, die dort mit *Trematosaurus* und *Capitosaurus* zusammen gelegentlich vorkommen, erinnern. Risse in der Panzerhaut bilden sich gewöhnlich erst in einem vorgeschrittenen Grad der Verwesung oder Austrocknung, nach meinen Beobachtungen in Texas oft

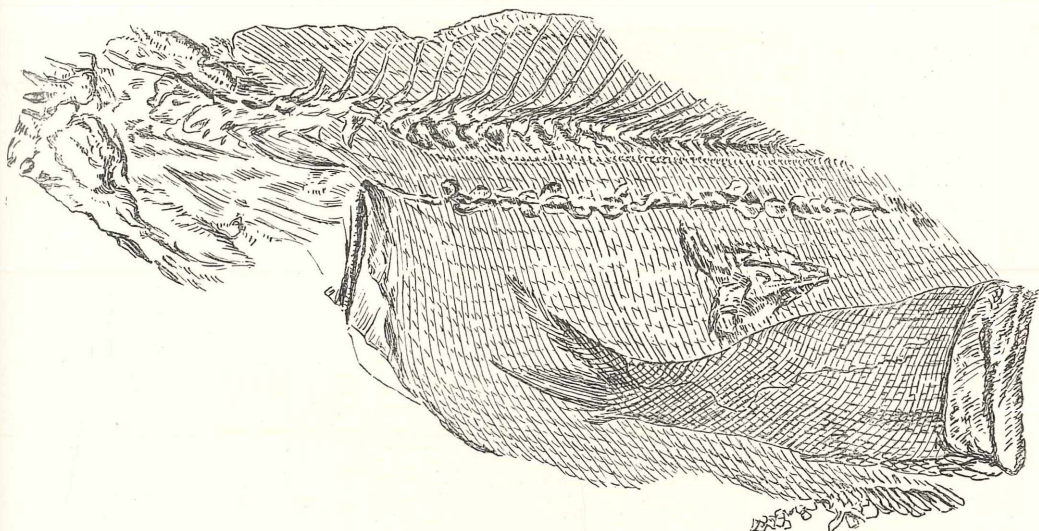


Fig. 8. *Pygopterus Humboldti* Ag., Innenansicht der rechten Körperseite mit gefressenem Rumpf und Schädel von *Palaeoniscus* im Leib. In Eislebener Privatbesitz. $\frac{1}{2}$ nat. Gr.

erst zwei Monate nach dem Tode. Innenansichten einer Panzerhälfte kommen natürlich auch bei der Aufspaltung des Gesteins zustande, wie bei der teilweisen Entblößung des auf Taf. XXIX, Fig. 2, dargestellten Restes. Ja, man muß sogar bei den Pflanzen des Kupferschiefers unterscheiden zwischen solchen, die sich ablösen und wirklich auf einer Gesteinsplatte liegen, und solchen, bei denen die dünnen Kohlenhäutchen aufgespalten sind, so daß jede Platte nur einen Aufbruch zeigt. Ein sehr interessantes Beispiel (vgl. Fig. 8) eines auf diese Weise aufgespaltenen Fisches befindet sich in einer Eislebener Privatsammlung. Ein Fragment einer großen *Coelacanthus*-Leiche zeigt die Wand der einen Körperseite von innen. Darauf liegt aber die Leiche eines *Palaeoniscus*, die sich scharf abhebt, etwas gekrümmt ist und beiderseitig erhaltenen Schuppenpanzer zeigt.

JAEKEL (15) besprach ein Exemplar von *Janassa bituminosa* Schloth. mit Produktidenschalen in der Magengegend. Ähnliche Reste scheinen auch innerhalb einer völlig zusammengeknickten Leiche von *Pygopterus Humboldti* Ag., bei der Kopf und Schwanz übereinandergeschlagen sind, zu

liegen. Das Stück befindet sich in einer Eislebener Privatsammlung. Wenn wir auch aus den Koprolithen über die Nahrung der Kupferschieferfische unterrichtet sind, so ist doch der in den Solnhofener Plattenkalken so häufige Fall, daß gefressene Fische in größeren Leichen eingeschlossen liegen, im Kupferschiefer außerordentlich selten. Darum möchte ich auf das hierher gehörende Stück (vgl. Fig. 8) näher eingehen. Es handelt sich um ein 270×130 mm großes Vorderende von *Pygopterus Humboldti* Ag. Die Leiche ist beim Zerteilen des Gesteins so aufgespalten, daß die Innenansicht der rechten Körperseite des Panzerschlauches sichtbar ist. Daß es sich um eine Innenansicht handelt, geht deutlich aus dem Zustand des Schädels, aus den Gelenkungsverhältnissen und der gegenseitigen Lagebeziehung der Schuppenreihen hervor. Es wird aber weiter dadurch bewiesen, daß die verknöcherten Neura-pophysen von der Oberseite her frei liegen und sich deutlich über den Hautpanzer von innen her auflegen. Der Kopf ist sehr schlecht erhalten, aber der Beginn der Operkularregion, ebenso der Ansatz der Wirbelsäule an das Hinterhaupt, gut sichtbar. Nach der Kaudalseite hin ist das Stück tektonisch abgequetscht. Etwa 1 cm oberhalb des Bauchrandes des *Pygopterus* liegt ein mit dem Schwanzende nach vorn gerichteter *Palaeoniscus*, dessen erhaltener Teil 146×42 mm mißt. Der *Palaeoniscus* hebt sich mit seinem schwarzglänzenden Schuppenkleid sehr scharf und deutlich von der matt erscheinenden, kein Ganoid tragenden Innenseite des *Pygopterus* ab. Auch dieser Fisch liegt in Seitenlage. Seine Dorsalseite ist gegen die Wirbelsäule des großen Fisches gewendet. Vom dorsalen Teil des Panzers ist ein Teil des Schuppenkleides abgeplatzt, so daß man ventral die Außenseite, dorsal die Innenseite des *Palaeoniscus* betrachten kann. Beide Enden des Schwanzes sind ganz weggebrochen, so daß man ihre Konturen nur zart der Innenseite der Panzerung des *Pygopterus* aufgeprägt findet. Dieselbe Erhaltung zeigt ein dreieckiger Rest, der zwischen der *Palaeoniscus*-Leiche und der Wirbelsäule des *Pygopterus* liegt. Nach Vergleich mit vielen anderen Resten erblicke ich darin den isolierten Schädel eines *Palaeoniscus*. Dies und die ganze Lage der *Palaeoniscus*-Reste innerhalb des Panzerschlauches von *Pygopterus* machen es zur Gewißheit, daß es sich um noch kurz vor dem Tode gefressene Reste handelt. Die Todesursache des *Pygopterus* muß also doch eine ziemlich plötzliche gewesen sein. Ob der *Palaeoniscus*-Schädel zu dem gefressenen Rumpf gehört, ist bei der unvollständigen Erhaltung des Restes nicht mit Sicherheit zu entscheiden, aber wahrscheinlich. Seine scheinbar zu geringe Größe wäre kein Hindernis, da eine ganze Reihe von Hautknochen nicht mehr daran hängen. Schwer zu entscheiden ist auch die Frage, ob der gefressene Fisch ursprünglich gekrümmt im Magen des *Pygopterus* gelegen hat, um sich dann erst bei der Verwesung der Weichteile zu strecken. Die gestreckte Lage könnte wohl auch als primär angesehen werden. Die Erhaltung der Wirbelsäule des *Pygopterus* ist anderseits eine so gute, daß sie das mechanische Auflegen der *Palaeoniscus*-Reste *post mortem* auf einem nur halb erhaltenen Panzerschlauch völlig ausschließt.

Wir finden also bei den Kupferschieferfischen:

1. reine Seitenlage,
2. die gewöhnliche Krümmung,
3. das Hakenbiegen,
4. die Knickung und
5. die Erhaltung aufgeplatzter Häute.

Es wird sich empfehlen, auf diese Erhaltungsformen im folgenden noch etwas näher einzugehen.

1. Seitenlage.

Reine Seitenlage kommt fossil wie rezent bei Ganoidfischen vor, ist aber nicht sonderlich häufig. Der Schädel kommt dann auf seine Seitenkante zu stehen und befindet sich in einer Lage, die nicht dem Gesetz des größten Zwanges entspricht und in der er ziemlich leicht zum Zerfallen neigt. Der ursprünglich prall gefüllte, nachgiebige, bewegliche Panzerschlauch kann sich nicht einfach mit seinen beiden Seiten in eine Ebene zusammenlegen. Das Kollabieren ist vielmehr nur möglich unter Herausbildung ganz charakteristischer Falten, die man keineswegs etwa, wie das geschehen ist, aus einem Belastungsdruck durch das einbettende Gestein herzuleiten braucht. Die Falten entstehen vielmehr auch in ganz charakteristischer Weise an Leichen, die an der Tagesoberfläche liegen (vgl. a. a. O. 40). Dabei sind zwei Fälle möglich: einmal die reine Seitenlage, bei der auch der Schädel auf der Seite liegt und, wie oben gesagt, leicht zerstört und deformiert werden kann und dann in mehr oder minder unnatürlicher Projektion erscheint. Bei Ganoidfischen dieser Lage laufen dann die Schuppenreihen ganz regelmäßig von dorsal-vorn nach ventral-hinten. Die die Eingeweide bergende Seite des Panzerschlaches, besonders bei den trächtigen Weibchen, kollabiert viel schneller als die muskulöse Dorsalseite. So entsteht eine Furche, die von der Kiemenspalte bis zum Schwanz über den Rest entlang zieht. Zweitens aber — und das ist häufiger — legt sich der Schädel auf die Ventralseite oder auch auf die Dorsalseite — beides kommt nebeneinander vor — (vgl. Taf. XXIX, Fig. 1 und 2). Der Schädel verankert sich mit seiner Unterstützungsfläche leichter als der rund-walzenförmige Panzerschlauch. Der Schwanz aber ist lateral abgeplattet und legt sich auf die Seite und mit ihm ein großer Teil des Rumpfes. Die aufeinander senkrecht stehenden Achsen geringster Deformierbarkeit bringen ein Drehmoment in die Lage der Leiche, ähnlich wie die Drehmomente, die sich nach SELLEHEIM bei der Geburt des menschlichen Kindes daraus ergeben, daß die Hauptachse des Schädels dorso-ventral, die des Schulter- und Beckengürtels aber lateral verläuft. Bei solchen Resten zieht die Rückenlinie von der Mitte des Schädels nach der dorsalen Außenumrandung des Hinterleibes, und sie ist stets begleitet von einer Aufwulstung des Panzerschlaches. Eine tiefe Furche dagegen zieht vom vorderen Bauchrand nach der Gegend der Rückenflosse. Die Schuppenreihen verlaufen vom Wulst bis zur dorsalen Außenkontur auf einem spitzdreieckig gestalteten Feld entgegengesetzt wie über die viel größere caudale „Bauchfläche“. Diese Verdrehung beider Körperenden um 90° läßt sich an den rezenten Ganoidfischleichen (vgl. Taf. XXIX, Fig. 1 und 5, Taf. XXX, Fig. 3 und 6, Taf. XXXII, Fig. 1) sehr gut beobachten, und sie erklärt sehr vieles am Aussehen der fossilen Ganoiden. Die eben geschilderte Erscheinung findet sich z. B. an dem von EASTMAN (3) beschriebenen Skelett von *Lepidosteus atrox* Leidy aus dem nordamerikanischen Eozän. Der Kopf und der vordere Teil des Rumpfes liegen mit der Ventralseite auf, so daß die Dorsalansicht freigelegt ist. Schwanz- und Abdominalregion sind um 90° gedreht und liegen lateral auf, so daß der Fisch hier in Seitenansicht frei präpariert ist. Die Verdrehung macht sich an einer ent-

sprechenden Störung, die das Schuppenkleid durchzieht, ohne weiteres kenntlich, und diese Erscheinung ist auch den Fischen des Kupferschiefers nicht fremd.

2. Krümmung.

Die gewöhnliche Krümmung, wie sie bei den Ganoiden des Kupferschiefers häufig vorkommt, ist auch sonst fossil beobachtet worden. Es kommt Bauch- und Rückenlage vor; im Kupferschiefer ist Rückenlage verhältnismäßig häufig. Aber die Lage des Schlauches ist immer mehr oder weniger halbschief (vgl. Taf. XXX, Fig. 1—6), so daß weder Bauch- noch Rückenlinie immer in der Mitte des Fossils anzutreffen sind. Diese Krümmung, die rezent das gewöhnliche Bild der Ganoidfischleichen darstellt, ist auch sonst fossil beobachtet worden. Man kann hier eine Abbildung PANDERS von *Osteolepis macrolepidotus* aus den Geoden von Lethen Bar und andere devonische Vorkommen nennen. NEWBERRY (23) bildet *Catopterus ornatus* und *Catopterus minor* aus der nordamerikanischen Trias gekrümmt und mit der Rückenlinie in der Mediane verlaufend ab. *Amblypterus* kommt im Rotliegenden Thüringens in gleicher Stellung vor, ebenso *Rhabdolepis cretaceus* von d. Mark in den obersten Plattenkalken Westfalens. LAMBE (20) bildet auf Pl. II, Fig. 2 und 3, Palaeonisciden aus den unterkarbonischen Albert Shales ab, die denselben Erhaltungszustand zeigen; auf Pl. VIII dagegen ein Exemplar von *Elonichthys browni* mit S-förmiger Verkrümmung. Dieser Autor glaubt, daß bei der Bildung der Albert Shales das Trockenlaufen eine Rolle gespielt hat. Er denkt an einen lagunenartigen Lebensraum mit sehr labilen Existenzbedingungen. Seine Auffassung sei hier wörtlich wiedergegeben: „The numberless remains of fishes in some of the beds can be attributed only to the occasional wholesale destruction of the fishes.

„Any sudden or material change in the condition under which the fishes existed would result in loss of life. Such unfavourable conditions might be caused by the resumption of free communication between the lagoons and the open sea, or the lagoons may have felt the influence of drought, and have, at times, almost disappeared.

„The appearance of the fishes in their fossilized state suggests differences in the conditions affecting them after death and prior to entombment in the vegetable mud forming the bottom.

„The appearance of some seems to indicate that decomposition, to a greater or less extent, took place in the water, while others seem to have been desiccated prior to their entombment. Decomposition would result in an increase in the depth of the body, and, according to the lapse of time, a later partial or complete disintegration with a more or less scattered disposition of the remains; the majority of the fishes from the Albert shales have a disproportionate depth, although some are evidently but little distorted and give a nearly true outline of the body. The latter were probably soon enclosed in the muddy bottom, and thus escaped the action of the air and water, before they had become much decomposed. Some specimens are long in proportion to their depth, and have every appearance of shrinkage and contraction, as if the fish had been thoroughly dried under a hot sun.

„These differences in proportion are most noticeable in the large specimens (*Elonichthys browni*) from the Albert mines.

„In most cases degrees of distortion, due to pressure during fossilization, supplement the earlier disfigurements.“

An rezentem Material habe ich die Erscheinung oft beobachten können (vgl. Taf. XXX, Fig. 1—6). Besonders häufig zeigen im Seichtwasser gestrandete Leichen des Needle-Gars, *Lepidosteus osseus* L., die charakteristische Lage. Je weniger der Kopf seitlich gedreht ist und je mehr er mit der Ventralseite aufliegt, um so regelmäßiger zieht die Rückenlinie wirklich über die Mitte des Umrisses der Leiche hin, während der Schwanz seitlich aufliegt. Je mehr dagegen der Körper vom Vorderende her seine Bauchlage einnimmt, um so schärfer bildet sich im Bereich der von Fulkren versteiften Rückenflosse eine Falte aus, verursacht durch das Aufrechtstehen der Rückenflosse, im Gegensatz zum laterale Ruhelage erstrebenden Schwanz. Wir sehen auf Taf. XXX, Fig. 6, die steile konkave Seite mit gedrängter Schuppenstellung und die flache konvexe Kontur mit stark gedehnten häutigen Verbindungen, die schließlich reißen können, wie das bei der Leiche

eines Alligatorgars, *Lepidosteus tristoechus* Bloch et Schneider, (vgl. Taf. XXXII, Fig. 1), zu sehen ist. Löst sich die Spannung, so strecken sich die an der Auflagerungsnähe quer durchbrechenden Schuppenreihen, so daß sie allseitig divergieren. Die Leichen, die verhältnismäßig lange im Wasser gelegen haben, zeigen, daß die Unterseite starker Verwesung ausgesetzt war, während die Oberseite schon austrocknen konnte. So können

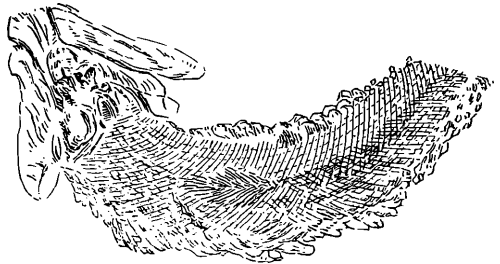


Fig. 9. Starke Verbreiterung des Kopfes durch Herabsinken der Hautknochen in eine Ebene. Gesteinsdruck ist zum Herbeiführen dieser Erscheinung nicht notwendig. Gekrümmter *Palaeoniscus* aus der Sammlung der Bergschule zu Eisleben. $\frac{1}{2}$ nat. Gr.

sehr leicht halbe Panzerschläuche entstehen, über die die Rückenlinie mehr oder minder unsymmetrisch entlang zieht. Die Leichen zeigen zugleich oft, auf welche mühsame Weise die Geier von der außer Wasser befindlichen Rückseite her versucht haben, Bresche in den Panzer zu schlagen, und wie starken Widerstand die Panzerung leistet. Typisch ist das ohrenförmige Abspreizen der Schädelecken in der Gegend der Kiemenspalten, das sich noch sehr steigert, wenn der Schädel auseinanderweicht und sich in eine Ebene legt, wie das Taf. XXX, Fig. 6, in beginnender und Fig. 9 in typischer Weise von *Palaeoniscus* zeigt. Der leichte Zerfall der Ganoidfischschädel gegenüber dem langen Zusammenhalt des sehr widerstandsfähigen und schwer angreifbaren Panzerschlauches ist wiederholt an fossilem Material, besonders auch aus dem lithographischen Schiefer des Weißjura in Bayern, beobachtet worden (vgl. BIESE [2]). Die hier und a. a. O. abgebildeten Leichen zeigen die Vergänglichkeit der Köpfe außerordentlich klar, und es gibt viele *Palaeoniscus*-Leichen aus dem Mansfelder Kupferschiefer, wo die zerfallenen Schädelteile am Vorderende verstreut sind, während der Panzerschlauch noch intakt ist. Die großen Belegknochen des Kopfes spreizen sich schon durch das Gewicht der Leiche von der Mittellinie ab, die Kiefer lösen sich, das Parasphenoid

und die Schädelbasis sinken tief zwischen die seitlich weichenden Elemente ein. Man muß ja bedenken, daß alle diese Knochen mit einer gallertigen Knorpelmasse, die sich unter warmem Klima außerordentlich leicht erweicht und verflüssigt, ausgefüllt sind oder ihr aufliegen. Ich beobachtete einen Alligatorgar (abgebildet a. a. O.), dessen Parasphenoid — das Tier lag in Dorsalstellung — mit der Schädelbasis zusammen noch an der Wirbelsäule saß. Der Panzerschlauch dieses Individuums, das senkrecht zum Ufer andriftete, bog mit dem Hinterende bereits in den Uferverlauf ein, wie die parallele Lage mit den angedrifteten Hölzern, auf denen das Parasphenoid senkrecht steht, beweist. Der Rest des teilweise schon aufgelösten und weggetragenen Panzerschlaches ist geplatzt und von der gekrümmten konkaven, steiler ansteigenden Dorsalkante laufen die Schuppenreihen schräg nach hinten über den flach geböschten Abfall der Ventralseite. Die oben erwähnten Figuren zeigen auch sehr deutlich die charakteristische Falte des Hauptpanzers an der weit hinten stehenden Rückenflosse. Die semidorsale konkave Umrandung zeigt noch deutlich Aufrechtstellung des Panzerschlaches, der auf der semiventralen Umrandung, die konvex ist, schon stark kollabierende und sich aufeinander legende Schlauchwände aufweist. An der steil ansteigenden konkaven Kontur der völlig in eine Ebene gelegten Kupferschieferfische beobachten wir sehr oft eine vertikale Einbettung der Schuppen zur Schichtebene, was ja ohne weiteres verständlich ist.

3. Das Hakenbiegen.

Etwas anders steht es mit dem Hakenbiegen der Fische. Nach dem Tod ist der Ganoidfischkörper nachgiebig. Die passive Todesstellung kann schon dieselbe Krümmung aufweisen, die der Fischkörper beim Zurückfallen nach dem Sprung aus dem Wasser häufig aufweist. Die Krümmung der Leiche wird ausgelöst durch ungleichmäßige Verteilung von Auftrieb und Gewicht, einseitige Strömung oder Stauung der Wasserbewegung; Zugkräfte der Schwerkraft können die Krümmung ebenfalls auslösen oder steigern. Das eigentliche Hakenbiegen aber (vgl. Taf. XXXI, Fig. 1, und Taf. XXXII, Fig. 3), wobei der Vorder- und Hinterkörper miteinander parallel laufen und der Kopf schwanzwärts zeigt, ist eine auffällige, sekundäre Steigerung der primären „Normalkrümmung“, die gewöhnlich erst dann eintritt, wenn die Mazeration große Teile der Muskulatur beseitigt und den Verband des Schlauches an den häutigen Verbindungen der Schuppenreihen, die ja den Faserkreuzungen des Coriums entsprechend angeordnet sind, gelockert hat. Solche Reste entstehen unter der Wirkung von Wasserbewegung. Das Hakenbiegen kann sich sehr leicht einstellen, wenn beim Kentern des Windes schon angedriftete oder im Seichtwasser gestrandete Fischleichen mit gewöhnlicher Krümmung wieder abgehoben und weiter gedriftet werden, ein Vorgang, der in der Gegenwart gar nicht selten eintritt. Würde man also daran denken, daß gemeinsame Ursachen mehrfach fast die gesamte Fischfauna des Kupferschiefermeeres zum Absterben brachten, z. B. bei Windebbe bei starker Verdunstung, so können die Leichenmassen nur zum Teil zu Boden gelangt sein, ein großer Teil davon wird schwimmend gedriftet haben, im Seichtwasser des Ufers mazeriert oder gar nach Sinken des Wasserspiegels bei Umschlagen des auflandigen Windes in ablandigen mumifiziert worden sein. Es besteht, wie gesagt, die Möglichkeit, daß vor Beendigung der Mazeration oder der Mumifizierung der in

Entwicklung begriffene Prozeß dadurch wieder unterbrochen wurde, daß die Leiche vom Wasser wieder aufgehoben und weiter verfrachtet wurde. Ganz isolierte Einzelelemente von Ganoidfischen sind im Kupferschiefer recht häufig. Beim Stranden einer Leiche macht sich die Spülwirkung des ablaufenden Soges der zurückgehenden Wassermassen geltend. Ihr folgt die uferwärts getriebene Leiche wieder rückwärts, bis sie sich verankert, was gewöhnlich mit einer besonders dazu geeigneten Körperstelle erfolgt, während sich die labil gebliebenen Teile immer noch der Strömung entsprechend einzustellen suchen. Mit dem Schultergürtel verankerte Flugsaurierleichen aus dem Solnhofener Plattenkalk biegen den Hals so scharf um, daß der Kopf parallel zum Rumpf zu liegen kommt. Ich habe a. a. O. auf die betreffenden Beispiele in Wort und Bild hingewiesen. Die Wirkung des Soges ist etwa dieselbe, als wenn die nachgiebige Leiche um einen im Boden steckenden Pfahl herumgeschlagen wird. Diesen Haltepunkt aber muß man sich ersetzt denken, nur durch die eigene Verankerung oder auch nur durch die Stelle größter Reibung mit dem Untergrund, die durch den Körperbau prädestiniert ist. Schöne Beispiele für das Hakenbiegen liefern uns die Solnhofener Ganoiden und besonders schön die Exemplare von *Aspidorhynchus acutirostris* Blainville. Zwei charakteristische Exemplare habe ich ebenfalls a. a. O. abgebildet und beschrieben. Sie zeigen ausgezeichnet die Auflösung der häutigen Verbindungen der Schuppenreihen wie an dem rezenten Beispiel (Taf. XXXII, Fig. 1). Die Krümmung der Wirbelsäule, die ursprünglich der scharfen Biegung des Panzerschlauches folgte, ist häufig geringer, sie ist aus der seitlich aufgeplatzten Haut herausgesprungen, nachdem sich der Zusammenhang mit dem Schädel, der noch am Panzerschlauch hängt, gelöst hat. Ich habe immer wieder beobachtet, daß das Fleisch der Ganoiden, das ja wegen seiner wässerigen Beschaffenheit nur von Negern gegessen wird, die die Tiere regelrecht abhäuten (Schuppen ist ja unmöglich), außerordentlich vergänglich ist. Man trifft sehr oft auf hohle Panzerschläuche, in denen die Wirbelsäule an die konvexe Seite des Panzerschlauches anstößt. Wenn neuerdings eine Reihe halbseitig erhaltener Ganoidfische für von Aasfressern ausgefressen erklärt werden (vgl. OERTLE, 24), so muß man doch betonen, daß sowohl Aufplatzen des Hautpanzers wie völlige Aushöhlung der Panzerschläuche durch Verwesung und Austrocknung sehr häufig sind. Die hakenförmigen Leichen des Kupferschiefers sind meines Erachtens Driftungserscheinungen, der längere Zeit bewegte „normal gekrümmte“ Fische unterlagen. Ich schließe das auch daraus, daß sie auf einer Reihe von Platten (vgl. Taf. XXXI, Fig. 1, und Taf. XXXII, Fig. 3) derartig mit anderen Resten in Verbindung treten, daß ihre subaquatische Anordnung zu langgestreckten

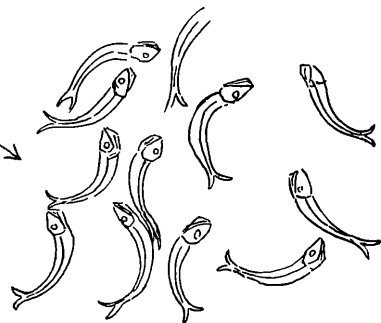


Fig. 10. Orientierte Anordnung eines gestrandeten *Leptolepis*-Schwarmes. Die gekrümmten Fischkörper, die zum Teil die konvexen, zum Teil die konvex gebogenen Körperumrisse einander zukehren, zum Teil parallel zueinander lagern, zeigen eine ähnliche Anordnung wie Rippelmarken und diese ist durch ein ähnliches System von Wasserströmungen entstanden.
1/2 nat. Gr.

am Panzerschlauch hängt, gelöst hat. Ich habe immer wieder beobachtet, daß das Fleisch der Ganoiden, das ja wegen seiner wässerigen Beschaffenheit nur von Negern gegessen wird, die die Tiere regelrecht abhäuten (Schuppen ist ja unmöglich), außerordentlich vergänglich ist. Man trifft sehr oft auf hohle Panzerschläuche, in denen die Wirbelsäule an die konvexe Seite des Panzerschlauches anstößt. Wenn neuerdings eine Reihe halbseitig erhaltener Ganoidfische für von Aasfressern ausgefressen erklärt werden (vgl. OERTLE, 24), so muß man doch betonen, daß sowohl Aufplatzen des Hautpanzers wie völlige Aushöhlung der Panzerschläuche durch Verwesung und Austrocknung sehr häufig sind. Die hakenförmigen Leichen des Kupferschiefers sind meines Erachtens Driftungserscheinungen, der längere Zeit bewegte „normal gekrümmte“ Fische unterlagen. Ich schließe das auch daraus, daß sie auf einer Reihe von Platten (vgl. Taf. XXXI, Fig. 1, und Taf. XXXII, Fig. 3) derartig mit anderen Resten in Verbindung treten, daß ihre subaquatische Anordnung zu langgestreckten

Zügen und Leichenfeldern, quer zur Richtung der Windbewegung, sehr wahrscheinlich wird. Diese Vorstellung gewinnt an Bedeutung bei einem Vergleich mit den im Flachwasser angedrifteten, Strömungsorientierung zeigenden *Leptolepis*-Schwärmen aus dem Solnhofener Plattenkalk. Hier hat man Systeme einer größeren Anzahl von Individuen in natürlicher Anordnung und gut übersichtlichen Formen. Es lohnt sich, die Lagebeziehungen der bisher geschilderten Fischpaare aus dem Kupferschiefer damit zu vergleichen (vgl. Fig. 10 u. 11). Die Pfeile bedeuten die Richtung der Wasser-



Fig. 11. Lageplan einer Platte mit *Leptolepis sprattiformis* Ag. unter dem Einfluß einer gerichteten Wasserbewegung. Die paarweise Lage beruht auf der gegenseitigen Anziehung, die schwimmende Körper aufeinander ausüben. Die Leichen neigen dazu, Ketten von sigmoidem Verlauf zu bilden, die zwischen einzelnen Gruppen lichter werden. Originalplatte in der Sammlung des Geol. Instituts zu Halle. Solnhofener Plattenkalk. $\frac{1}{2}$ nat. Gr.

bewegung; die Gegenrichtung kommt ebenso in Frage, da es sich ja meist um stationäre Strömungen handelt. Es zeigen sich folgende Gesetzmäßigkeiten:

1. Die Fische stellen sich im allgemeinen senkrecht zur Wasserbewegung ein. Zwischen einzelnen Gruppen im Strömungsschatten legen sie sich auch senkrecht dazu, so daß sie mit dem Strömungsverlauf zusammenfallen.
2. Paarweise liegende Fische neigen zu symmetrischer Einstellung.
3. Die Fische sind in parallelen Zügen angeordnet, die sich schlangenförmig hin- und herwinden, wobei die Tendenz zu beobachten ist, daß die Fische ihre Krümmung alternierend nach der einen und anderen Seite wenden.

4. Treten die Fische eng zusammen, so erinnert ihre Anordnung an Rippelmarkssysteme.

Auf Fig. 12 habe ich von der normalen Krümmung abweichende Erhaltungszustände von *Leptolepis sprattiformis* zusammengestellt, wie kreisförmige Dorsalkrümmung (12b), Hakenbiegen (12c), S-förmige Krümmung der Wirbelsäule (12d) und Knickung (12e, f).

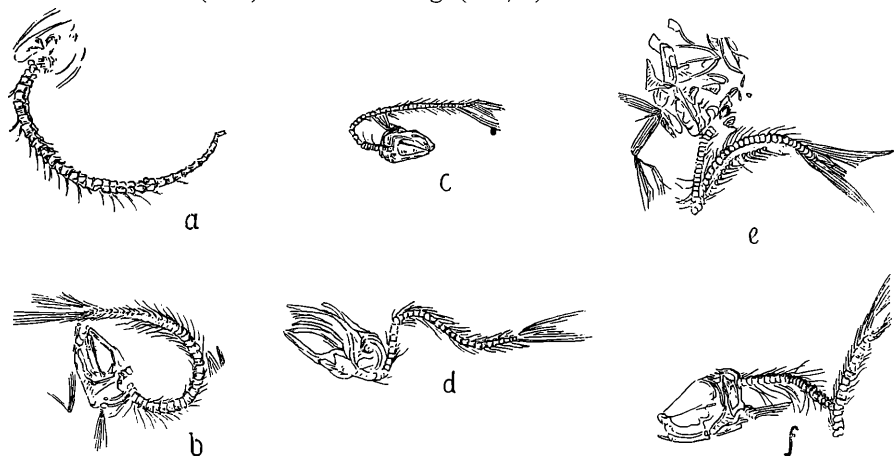


Fig. 12. 6 Leichen von *Leptolepis sprattiformis* Ag. aus dem lithographischen Schiefer von Solnhofen, mit halbkreisförmiger Krümmung (a'), kreisförmiger Einkrümmung mit der Dorsalseite nach innen (b'), Hakenbiegen (c), S-förmiger Krümmung der Wirbelsäule (d) und Knickung (e, f). $\frac{1}{2}$ nat. Gr.

4. Geknickte Fische.

Eine vierte Form hierher gehörender Leichen sind die geknickten Fische, wie sie uns in typischer Form aus den Glarner Schiefen, besonders an den langgestreckten Körpern der *Lepidopus*-Arten entgegentreten. Geknickte Leichen aus dem Solnhofener Plattenkalk zeigt Fig. 12 e u. f. Sie entstehen wohl besonders leicht, wenn die am Boden liegenden Leichen noch einmal teilweise von Strömungen erfaßt werden, andererseits mögen sie aber auch in der Weise entstehen, wie es von FREYGANG (12) beschrieben worden ist, indem bei steiler Stellung des zu Boden sinkenden Fisches der Kopf zuerst den Grund erreichte, so daß das Hinterende darüberhinweggeknickt wurde. Eine von mir (a. a. O. 40) abgebildete *Pygopterus*-Leiche aus der Sammlung PANGERT in Eisleben stellt ein vollständig mit Kopf und Schwanz übereinandergeknicktes Exemplar dar. An der Knickungsstelle zeigt der Panzerschlauch einen sanduhrförmigen Deformationswulst. Der Kopf ist überdeckt von einer Hälfte des Schwanzes, die Flossen der einen Körperhälfte sind an der starken Krümmung der Leiche scharf abgespreizt. Regelmäßig geknickt sind häufig die Leichen von *Pygopterus* und *Acrolepis* im Kupferschiefer. Bei den Fischen ist der Kontrast zwischen dem massigen



Fig. 13. In der Bauchmitte aufgeplatzter Panzerschlauch eines juv. *Palaeoniscus* aus dem Mansfelder Kupferschiefer. In Eislebener Privatbesitz. $\frac{1}{2}$ nat. Gr.

dorso-ventral abgeplatteten Schädel und dem lateral abgeplatteten Hinterende des Körpers mit seinen großen, aufrecht gestellten Bauch- und Rückenflossen so groß, daß die einfache Verdrehungsstörung, wie sie die Schuppenpanzer der Knochenhechte aufweisen, nicht mehr genügt.

Wie natürlich diese übrigens auch bei *Palaeoniscus* vorkommende Verdrehung des Panzerschlauches sich einzustellen pflegt, möge das Bild eines rezenten Alligatorgars (Taf. XXIX, Fig. 5) beweisen. Um ihn überhaupt in seiner natürlichen Haltung photographieren zu können, mußte ich den Hinterleib an Schwanz- und Rückenflosse hochheben lassen, da er sich sonst ohne weiteres unter 90° Drehung auf die Planken gelegt hätte. Das Bild ist sehr geeignet, die notwendige Verdrehung, Beanspruchung und Störung des Panzerschlauches, die außerordentlich oft fossil beobachtet werden kann, vor Augen zu führen. Es stellt einen Alligatorgar vom Westufer der Tres Palacios Bay dar.

Die Reste von *Pygoptorus* und *Acrolepis* sind häufig sehr viel stärker deformiert, indem das Vorderende dorsal aufliegt und das Hinterende mit

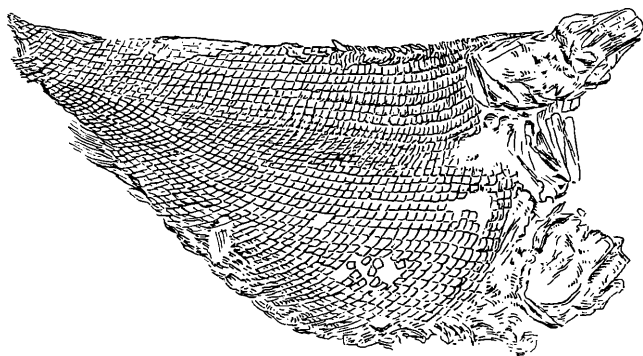


Fig. 14. Aufgeplatzter Panzerschlauch. Oben meist Rückenpanzer, unten meist Bauchpanzer, in der Seitenlinie noch zusammenhängend. In Eislebener Privatbesitz. $\frac{1}{2}$ nat. Gr.

den großen, vertikal gestellten Flossen vollständig herumgeklappt ist. Die beiden Körperhälften überschlagen sich also und dabei kommt es gar nicht so selten zu fetzenartiger Auflösung des Panzers. In der Sammlung Halle befindet sich ein Exemplar von *Acrolepis asper* Ag., das dieses Überschlagen des hinteren Endes über das vordere deutlich zeigt. Vor der Überknickung war der Rest gekrümmt. Das Überschlagen setzt hinter der Brustflosse auf der konkaven Kontur ein. Der Panzerschlauch ist völlig geknickt, so daß in der Außenkontur hinter der Brustflosse ein scharfer Winkel entsteht. Entsprechend der gleichmäßigen Krümmung vor dem Hinüberklappen ist die Krümmung des Hinterendes jetzt symmetrisch entgegengesetzt. Zieht sie vom Kopf bis zur Knickungsstelle nach unten, so zieht sie von dort bis zum Schwanz wieder nach oben. Das fragliche Stück ist 460 mm lang und 190 mm breit. Es hat schon KURTZE vorgelegen.

5. Geöffnete Ganoidfischhäute.

Auf die Entstehung geöffneter und zum Teil nicht mehr vollständiger Schuppenpanzerhäute ist oben schon eingegangen worden. Fig. 13 zeigt den aufgeplatzten Panzerschlauch eines jungen, 62 mm langen Exemplares. Der

unvollständig verknöcherte Kopf ist durch die Dorsallinie mit dem Schwanz verbunden. Der Panzer ist genau auf der Bauchlinie aufgeplatzt und die Dorsalfläche eingeklappt. Dementsprechend zeigt der Rest 28 mm Breite, also fast die Hälfte der Länge. Die Schuppenreihen ziehen ganz gesetzmäßig, nach vorn zu schwach gebogen, von der Rückendecke nach außen hinten. Es wäre möglich, daß die Fäulnisgase bei so jungen Tieren noch imstande sind, den Hautpanzer zu sprengen. Einen anderen Fall zeigt Fig. 14. Es handelt sich um einen aufgeplatzten Panzerschlauch, dessen Aufteilung auch den Kopf mitergriffen hat. Die Teilungsnaht liegt nahe der Bauchlinie, aber die mit dem Schädel ausgezeichnete Schlauchhälfte ist so erhalten, daß man sie von innen sieht. Die Schuppen sind allerdings abgeplatzt, so daß der Außenabdruck vorliegt. Dieser Schlauchteil enthält hauptsächlich Rückenelemente. Nach dem Schwanz zu wird diese Hälfte überlagert von dem anderen Teil,

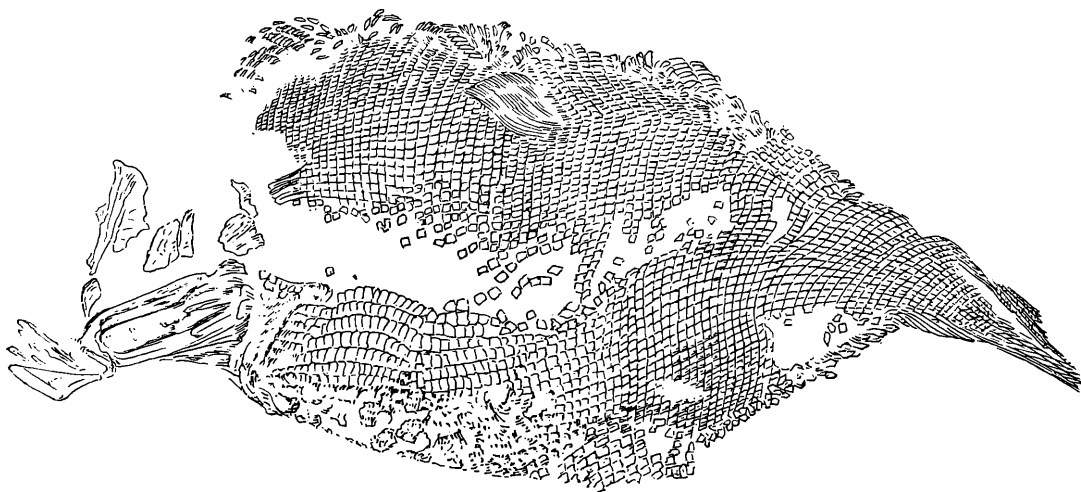


Fig. 15. Aufgeplatzter, in die Dorsalebene eingebogener Panzerschlauch eines erwachsenen *Palaeoniscus* mit Auflösungserscheinungen in der Mitte. Der Rest erinnert an den Buntsandsteinganoiden der Fig. 7. In Eislebener Privatbesitz. $\frac{1}{2}$ nat. Gr.

der die Schuppen von außen gesehen und noch erhalten zeigt. Das Stück mißt 166×93 mm. Die gleiche unnatürliche Verbreiterung zeigt der ausgeglättete Panzerschlauch der Fig. 15. Zwischen Seitenlinie und Bauchrand aufgeplatzt, ist der Panzer in die Dorsalebene eingeschlagen. In der Mitte ist es aber schon zu starken Auflösungserscheinungen gekommen. In der rechten Hälfte stehen die randlich gelegenen Stücke steil im Sediment, woraus hervorgeht, daß die Panzerschlauchwand hier noch nach innen eingekrümmt war. Der Rest mißt 276×135 mm und befindet sich in Eislebener Privatbesitz.

Dieses seitliche Platzen des Panzerschlaches habe ich in der Gegend von Mitchell's Cut beobachtet an einer Leiche (vgl. Taf. XXXII, Fig. 1), die bei Flut im Wasser lag und bei Ebbe halb trocken lief. Die Flanke ist seitlich aufgebrochen und weit voneinander gerissen, so daß sich die Schuppenreihen voneinander gelöst haben, und es ist charakteristisch, daß dieses Aufreißen auf derjenigen Seite erfolgt ist, die, von der Rückenlinie aus ge-

rechnet, den größeren Teil der Ventralseite nach oben kehrt. Schleifspuren am Hinterende der Leiche zeigen, wie die Wasserbewegung den Kadaver verrückt.

Es gibt noch viel zu wenig Einzeluntersuchungen über die Beschaffenheit einzelner Schichtflächen, so viel auch über das Problem der Schichtung debattiert worden ist, und dabei handelt es sich bei interessanten Schichtfugen und einzelnen eingeschalteten Bänken oft um Gegenstände, die eine monographische Bearbeitung durchaus lohnen. Die Bearbeitung von Vertikalprofilen wird höher bewertet und viel stärker betrieben als die von horizontalen Elementen, obwohl eingehende Untersuchungen letzterer Art die anderen erst ermöglichen. Wir besitzen z. B. keine Kärtchen, die die Lagebeziehungen der Fundobjekte der Bernburger Stegocephalen zu einander festhält, und ebenso steht es meistens mit den anderen deutschen Fundstellen. HAUFFS (13) Kärtchen von der Verteilung der Wirbeltierreste in den Posi-

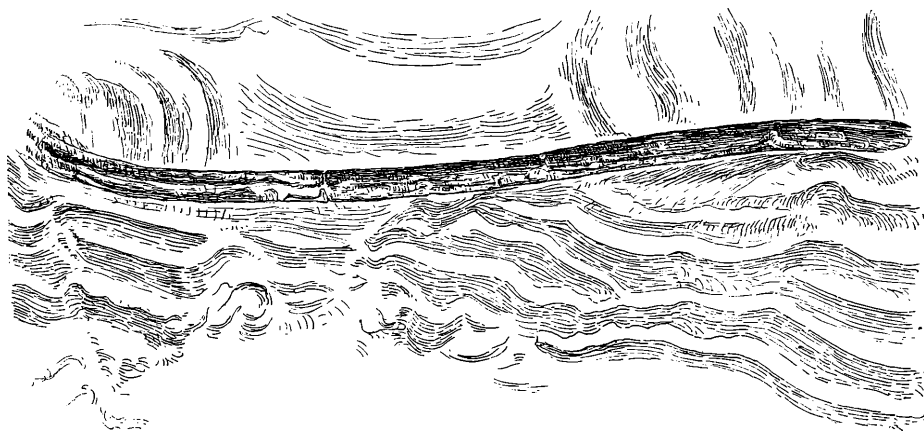


Fig. 16. Rippelmarkenverlauf auf der Luv- und Leeseite eines *Pleuromeia*-Stammes aus dem mittleren Buntsandstein von Bernburg (Fundsichten der Schädel von *Capitosaurus* und *Trematosaurus*). Sammlung des Geol. Instituts der Universität Halle. $\frac{1}{2}$ nat. Gr.

donienschieferbrüchen des oberen Lias von Holzmaden bilden eine rühmliche Ausnahme. Wir besitzen keine Darstellung von den gegenseitigen Lagebeziehungen der Leichen auf den Schichtflächen des Eozäns vom Monte Bolca oder von den Plattenkalken der oberen Kreide des Libanon, der Glarner Schiefer oder der Semionotenschichten. Wohl aber kennen wir schöne Platten, die sich sehr gut dazu eignen, die Gesetzmäßigkeiten der Konzentration der Kadaver zu Leichenfeldern zu erkennen. Eine der schönsten, die hierher gehört, stammt aus der „Banc royal“, ist 2,80 m lang und ist ganz bedeckt mit zahlreichen Exemplaren des *Palaeorhynchus Deshayesi* Ag. Sie steht am Eingang in die Sammlung des Geologischen Museums im Jardin des Plantes und ist in zehnfacher Verkleinerung teilweise abgebildet von F PRIEM (26). Die Fundschicht gehört einem Komplex vom Alter des Lutétien an. Die größten Exemplare sind etwa 50 cm lang. Der Fischeaum enthält aber auch zahlreiche unerwachsene Individuen. Die meisten Fische sind in einer bestimmten Richtung orientiert, andere kreuzen die Hauptrichtung in ähn-

lich winkliger Anordnung, wie ich das von dem großen rezenten Leichenfeld von Smithers Lake (a. a. O. 40) beschrieben und abgebildet habe.

Ich beobachtete am Ufer des Golfs von Mexiko einmal eine Palmenrippe, parallel zum Ufer, also tangential, angedriftet; für die auflaufenden Wellen bot sie ein Hindernis, sie wurden an dem Rest nach beiden Seiten abgelenkt, um dann dahinter sich nicht mehr radial fortzupflanzen, sondern tangential seiner Mitte zuzustreben. Dementsprechend lag genau in der Mitte des Pflanzenrestes eine subtropische Frucht von kugeliger Gestalt, sozusagen im toten Punkte, angelagert. Von den Ufern der Buntsandsteinseen bei Bernburg besitzt das Geologische Institut der Universität Halle eine interessante Platte (vgl. Fig. 16). In einem Rippelmarkensystem liegt ein 33 mm breiter und 960 mm langer *Pleurometa*-Stamm im untiefen Wasser tangential angedriftet. Die Rippelmarkenzüge auf der Luvseite verlaufen fast genau parallel mit dem ganz schwach S-förmig gebogenen Pflanzenrest. Hinter dem Pflanzenrest finden wir auf beiden Seiten Rippeln, die senkrecht zu ihm stehen, von den hinter die Enden des Pflanzenrestes greifenden, herumschlagenden Wasserwellen erzeugt. Zwischen beiden Partien aber ist wieder der ruhige tote Winkel, ausgezeichnet durch Fehlen der Rippelmarken. Genau das Gleiche zeigen kleine Dünen; das Hindernis und der Dünenkamm verhalten sich durchaus analog. Wieviel paläogeographische und palökologische Hilfen bietet allein das orientierte Aufsammeln solcher Platten! In den wahrscheinlich oberdevonischen Quarziten der Schimmerwaldecke des Harzes, die analog den Kellerwaldquarziten lange zum Silur gerechnet wurden, gibt es Schichtflächen, wo man deutlich auf OW-streichenden Quarzitbänken angeordnete, radiale, einander parallele Ebberinnen beobachten kann. Mit Schüttungsstrukturen ausgezeichnete Ausfüllung solcher Rillen, orientierte Tongallen, bestimmte Richtungen einhaltender Pflanzendetritus, wie Konkretionen anmutende Sandsteinellipsoide von sehr unruhiger Struktur mitten im Tonschiefer, bieten die notwendigen Handhaben, der Genese eines solchen Schichtstoßes beizukommen, wenn bestimmbare Fossilien nicht die genügende stratigraphische Auskunft geben. Die paläogeographischen Voraussetzungen, die sich aus den Strukturen ergeben, können indirekt die zeitliche Eingliederung erleichtern.

Eigentliche Strandsäume sind auch bei Solnhofen noch nicht flächenhaft dargestellt worden: weder die Spülgirlanden von *Saccocoma*, noch die Schwärme von *Leptolepis*. Hier gibt es noch außerordentlich wichtige, langwierige, aber dankbare Geländearbeit zu leisten, bei der der Lokalforscher seine für die Wissenschaft unentbehrliche Hilfe voll zur Geltung bringen kann. Fig. 10 zeigt das freie Ende eines angedrifteten Schwarmes von *Leptolepis sprattiformis*. Am Tode der Fische braucht weiter nichts wie eine besonders tiefe Ebbe bei ablandigem Wind und starker Besonnung schuld zu sein.

Betrachten wir die Lagebeziehungen der gekrümmten Fischkörperchen zueinander, so sehen wir deutlich, daß sie im großen und ganzen linear aufgereiht sind, senkrecht zur herrschenden Wind- und Wasserbewegung. Man sieht weiter, daß die Zwischenräume, die sie zwischen sich lassen, ganz die Gestalt kurzweilliger Rippelmarkstäler besitzen. Hier bedingen mechanische Gesetze die gegenseitigen Lagebeziehungen der Kadaver, die oft symmetrische Anordnung der gekrümmten Fische, die bald die konkaven, bald die konvexen Ränder ihrer Umrandung einander zukehren, so daß ihre Kadaver

mehr oder minder rhomboidische Felder miteinander einschließen. Das scheinbar regellose Leichenfeld bekommt Orientierung und Sinn. Diese Lagerungsbeziehungen erinnern durchaus an das, was wir an den Beispielen aus dem Kupferschiefer kennengelernt haben, obwohl sie uns bei der Größe der Objekte und dem beschränkten Ausschnitt der Schichtfläche, der uns bei der Untersuchung zu Gebote steht, gewöhnlich nur den dynamischen Zusammenhang von nicht mehr als zwei Leichen miteinander andeuten. Das Schema eines anderen Saumausschnittes eines *Leptolepis*-Leichenfeldes zeigt Fig. 11. Wir sehen immer wieder die gegenseitige Wirkung der treibenden Körper aufeinander und ihre gegenseitige Gleichgewichts- und Ruhelage unter dem Einfluß einer ordnenden Bewegung. Gesetzmäßigkeiten, die ja *Leptolepis* den Ruf eingebracht haben, daß die Fischkörper immer paarweise zusammenliegen. Ich brauche wohl nicht erst zu betonen, wie eng die Zusammenhänge dieser Dinge mit den Lagebeziehungen von Muscheln- und Schneckenschalen auf Schichtflächen sind, die sich in geringer Wassertiefe bildeten, worauf ich ja in meinen Arbeiten (32—41) immer wieder hingewiesen habe. Ganz besonders interessant ist die auf Fig. 6 abgebildete Platte. Sie zeigt einen kleineren und einen größeren *Palaeoniscus* symmetrisch angeordnet, mit den konkaven Seiten gegeneinandergekehrt und so zusammengeschoben, daß einerseits die Vorder-, andererseits die Hinterenden sich gegenseitig überdecken. Die Lagebeziehungen beider Tiere stehen zweifellos in gegenseitiger gemeinsamer Driftabhängigkeit, aber beide Leichen sind durch etwa $3\frac{1}{2}$ mm Gestein voneinander getrennt, ähnlich wie ich beobachtete, daß ein Fisch und ein *Baiera*-Blatt parallel zueinander im Kupferschiefer liegen und sich überdecken, obwohl sie durch mehr als 10 mm Gestein voneinander getrennt sind. Das spricht sehr für außerordentlich schnelle und einheitliche Sedimentation ganzer Abschnitte der Kupferschieferserie.

Wir sind am Schluß. Bei der starken Zerstreuung der Reste aus dem Kupferschiefer in die Sammlungen konnte ich hier nur die wichtigsten Erscheinungen herausgreifen. Mein Material besteht zwar meist aus noch unbekannten, bisher nicht veröffentlichten Stücken. Es ist sicher aber noch sehr erweiterungsfähig. Ich würde Fachgenossen zu großem Danke verpflichtet sein, wenn sie mich auf einschlägige Sammlungsstücke aufmerksam machen würden, falls sie es nicht vorziehen, sie selbst zu beschreiben.

Die Zeichnungen der Figuren wurden ausgeführt von A. KIRCHNER in Halle.

Literatur.

1. Becksmann. Unvollendet. Dissertation. Kiel.
2. Biese, W. Über einige Pholidophoriden aus dem lithographischen Schiefer Bayerns. Taf. V—VIII u. 25 Textfig., S. 50—100. N. Jb. f. Min., Geol. usw., LVII. Bd., Abt. B., Stuttgart 1927.
3. Eastman, C. R. Fossil Lepidosteids from the Green River Shales of Wyoming. Bull. of the Museum of Comparative Zoology at Harvard College, Vol. XXXVI, Nr. 3, Cambridge 1900.
4. Frebold, Hans. Die Deutung und der erdgeschichtliche Wert von Fossilkonzentrationen im Paläozoikum des Baltikums. Erscheint 1927 (wahrscheinlich in der Geol. Rundschau).

5. — Die stratigraphische Stellung des Lothringer Lias. Teil I, Neues Jahrb. f. Min. usw., 1926.
6. — Zur Gliederung des Obersilurs Gotland und im Ostbaltikum. Zentralblatt f. Min. usw., 1926.
7. — Über zyklische Meeressedimentation. Leipzig 1925 (Max Weg).
8. — Ammonitenzonen und Sedimentationszyklen in ihrer Beziehung zueinander. Zentralblatt f. Min. usw., 1924.
9. Freyberg, B. v. Der Salzsee Mar Chiquita in der Provinz Cordoba (Argentinien). Die Naturwissenschaften, 1927.
10. — Der Aufbau des unteren Wellenkalkes im Thüringer Becken. Neues Jahrb. f. Min. usw., Beilageband XLV, 1922.
11. — Paläogeographische Kurve des Kupferschieferbeckens. Jahrb. d. Halleschen Verb. z. Erf. d. mitteld. Bodensch., Bd. 4, Heft 2.
12. Freygang, Joachim. Gliederung und Fossilgehalt des Kupferschiefers. Jahrbuch d. Halleschen Verb. z. Erf. d. mitteld. Bodensch., Bd. 4, Lief. I, 1923.
13. Hauff, Bernhard. Untersuchung der Fossilfundstätten von Holzmaden im Posidonienschiefer des oberen Lias Württembergs. Paläontographica, Bd. 64, 1921.
14. Hoffmann, Werner. Erzführung und Erzverteilung des Mansfelder Kupferschiefers und die hieraus sich ergebenden mineralbildenden und -umbildenden Vorgänge im Kupferschiefer. Halle a. d. Saale 1924.
15. Jaekel, O. Über die Organisation der Petalodonten. Zeitschr. d. D. Geol. Ges. 1899, Bd. 51, S. 268.
16. Klüpfel, W. Beziehungen zwischen Tektonik, Sedimentation und Palaeogeographie in der Weserformation des Ober-Oxford. Z. d. d. g. G. 78, 1926.
17. — Der Lothringer Jura. I. Teil; Lias. Jhrb. d. Pr. Geol. Landesanstalt, 39, Teil II, Heft 2, 1921.
18. — Über den Lothringer Jura. Jhrb. d. Pr. Geol. Landesanstalt, 38, Teil I, Heft 2, 1917.
19. — Über die Sedimente der Flachsee im Lothringer Jura. Geol. Rundschau, 7, 1916.
20. Lambe Lawrence, M. Contributions to Canadian Paleontology. Volume III (quarto) Part V — Palaeoniscid Fishes from the Albert Shales of New Brunswick. 1910.
21. Ludwig, G. Die Gliederung des Liegenden des Kupferschiefers in der Mansfelder Mulde. Jhrb. d. Halleschen Verb. f. d. Erf. d. mitteld. Bodenschätze u. ihrer Verw., 6. Bd., N. F., Halle, 1927.
22. Meinecke, F. Das Liegende des Kupferschiefers. Jhrb. d. Pr. Geol. Landesanstalt, 1911, Bd. XXXI, II, S. 296.
23. Newberry, John S. Fossil fishes and fossil plants of the triassic rocks of New Jersey and the Connecticut valley. Monographs of the United States Geological Survey. Vol. XIV, Washington 1888.
24. Oertle, G. F., „Semionotus letticus O. Fraas“ und andere Ganoiden aus dem Hohenecker Kalk von innen gesehen (Taf. XIV—XX u. 7 Textfig.). S. 309—34, N. Jb. f. Min., Geol. usw., LVIII B.-B. Abt. B., Geol. u. Pal., Stuttgart, 1927.

25. Pompeckj, J. F. Das Meer des Kupferschiefers. Branca-Festschrift, Bornträger, 1914.
26. Priem, F. Etude des poissons fossiles du bassin Parisien. Publications des Annales de Paléontologie, Paris, 1908.
- 26a. Quenstedt, Werner. Beiträge zum Kapitel Fossil und Sediment vor und bei der Einbettung. LVIII. N. Jb. f. Min. B. B. Abt. B, Stuttgart, 1927
27. Richter, Rudolf. Eine geologische Exkursion in das Wattenmeer. „Aus Natur und Museum“, 56. Bericht d. Senckenberg. Naturforsch. Ges., Heft 10, 1926.
28. — Flachseebeobachtungen zur Paläontologie und Geologie. III—IV, Senckenbergiana 4, Heft 5, 1922.
29. Schneiderhöhn, H. Erzführung und Gefüge des Mansfelder Kupferschiefers. Aus Metall u. Erz, XXIII (NF XIV) Jahrg. 1916, Heft 6.
30. Thomas, Erich. Genetische Betrachtungen über die Lias- und Neokomablagerungen am Fallstein und ihre Eisenerze. Jhrb. d. Hall. Verb. f. d. Erforsch. d. mitteld. Bodenschätze u. ihrer Verwertung, 4, 1923.
31. Wasmund, Erich. Biocoenose und Thanatocoenose. Biosoziologische Studie über Lebensgemeinschaften und Totengesellschaften. Arch. f. Hydrobiologie, 17, S. 1—116, 1926.
32. Weigelt, Johannes. Die Gliederung und die Faunenverteilung im unteren Culm des Oberharzes. Jhrb. d. Pr. Geol. L.—A., 37, Teil II, Heft 2, 1916.
33. — Die Flachmeersäume und die Gesetzmäßigkeiten ihres geologischen Baues. Z. d. D. G. G. 72, 1920.
34. — Die mitteldeutschen Phosphatlager und die Frage ihrer zweckmäßigen Ausnutzung. Eine Anwendung der Gesetzmäßigkeiten natürlicher Aufbereitungsvorgänge in ihrer Bedeutung für die Sedimentpetrographie. Jhrb. d. Hall. Verb. f. d. Erf. d. mitteld. Bodenschätze u. ihrer Verwertung, 3, 1922.
35. — Die Gesetzmäßigkeiten natürlicher Aufbereitungsvorgänge und die Entstehung des Erzlagers von Salzgitter. Ver. deutsch. Eisenhüttenleute, Erzausschuß, 4. Bericht, Düsseldorf, 1922.
36. — Angewandte Geologie und Paläontologie der Flachsegesteine und das Erzlager von Salzgitter. Fortschr. d. Geol. u. Pal., Heft 4, 1923.
37. — Das Erzlager von Salzgitter und sein Bildungsraum. Ver. deutsch. Eisenhüttenleute, Erzausschuß, 5. Ber., Düsseldorf. 1924.
38. — Grundlagen und Voraussetzungen für Exkursionen im Neokomerz von Salzgitter. 17. Jahresber. d. Nieders. geol. Ver. zu Hannover, 1924.
39. — Die Harnische auf der körnigen Naht. Deformation von Erdpechhiecken durch Gleitbewegungen der Schichtelemente im Mansfelder Kupferschiefer. Jhrb. d. Halleschen Verb. f. d. Erf. d. mitteldeutschen Bodenschätze, 5. Bd., N. F., 1926.
40. — Rezente Wirbeltierleichen und ihre paläontologische Bedeutung. Leipzig, 1927 (Max Weg).
41. — Die Pflanzen des Kupferschiefers und ihre Einschaltung im Sediment. Soergel, Fortschritte d. Geol. u. Pal., 1927.
42. Wetzel, W. Sedimentpetrographie. Fortschritte d. Min.; Kristallogr. u. Petrogr., 1923.

Erklärungen zu Tafel XXIX.

Fig. 1. Gekrümmte Leiche eines etwa 1½ m langen Alligatorgars. Die Unterkiefer sind durch Geier fortgeführt. Man beachte den asymmetrischen Verlauf der Bauchlinie, den nach hinten springenden Winkel der Schuppenreihen und ihre Auflockerung im Bereich zwischen After und Bauchflossen. Smithers Lake, Texas. Phot. Weigelt, 1925.

Fig. 2. Leiche eines großen Alligatorgars in gekrümmter Bauchlage. Man beachte den asymmetrischen Verlauf der Rückenlinie und die nach vorne springenden Winkel der Schuppenreihen. Smithers Lake, Texas. Phot. Weigelt, 1925.

Fig. 3. Symmetrisch angeordnete Lage zweier gekrümmter *Palaeoniscus* mit übereinander geschlagenen Schwänzen, aus dem Mansfelder Kupferschiefer. Sammlg. des Geol. Instituts zu Halle.

Fig. 4. Kleiner Needlegar (*Lepidosteus osseus*) in Seitenlage, achsenparallel zum Schädel eines größeren Individuums in gestreckter Rückenlage. Die Panzerschläuche sind mumifiziert, die Bauchdecke des größeren Stückes zeigt charakteristische Fraßlöcher im Bereich von After und Kehle. Die Wirbelsäule ist asymmetrisch verlagert. Aus einem ausgetrockneten, von den zurückbleibenden Fischen selbst geschaffenen Kolk in einem Reiskanal bei Bay City im texanischen Golfküstengebiet. Phot. Weigelt, 1925.

Fig. 5. Weibliches Exemplar eines Alligatorgars in Seitenansicht. Eine Person muß Schwanz- und Rückenflosse hochhalten, damit der Hinterteil des Fisches sich nicht um 90° in die Seitenlage dreht, was zu den bekannten Anomalien der Ganoidenreste führt. Tres Palacios Bay, Texas. Phot. Weigelt, 1925.

Erklärungen zu Tafel XXX.

Fig 1—5. Needlegarleichen aus dem Leichenfeld vom Smithers Lake bei Bay City (Texas). Phot. Weigelt, 1925.

Fig. 1. In Bauchlage, Schwanz nach der Dorsalseite hin halb umgeklappt, daher sehr asymmetrische Rückenlinie.

Fig. 2. Schwach gekrümmtes Exemplar. Die Asymmetrie ist noch etwas gesteigert.

Fig. 3. Kräftig gekrümmte Leiche, stark asymmetrisch. Hinterleib seitlich aufliegend, mit gedehnten Schuppenreihen auf der Ventralseite.

Fig. 4. Die Verdrehung des Panzers ist geringer, da sich auch der Kopf in halber Seitenlage befindet.

Fig. 5. Schwach gekrümmte Leiche mit zerfallendem Schädel, neben dessen Rostrum ein Knochenfischrest achsenparallel liegt.

Fig. 6. Gekrümmte Leiche eines großen Alligatorgars aus dem Leichenfeld vom Smithers Lake bei Bay City, Texas. Phot. Weigelt, 1925.

Man beachte die Falte auf der Ventralseite der weit hinten stehenden, durch Fulcren versteiften Dorsalflosse und die beginnende Abplattung des Schädels, sowie die Anordnung der Holzreste um die Leiche herum. Einer im Innenbogen liegt parallel zum Schwanz, zwei andere bilden die Tangente an die konvexe Außenkontur, an der sich der Panzer bereits einknickt.

Fig. 7. Reste eines völlig zerfallenen Panzers eines großen Alligatorgars im Leichenfeld vom Smithers Lake. Die Schuppen gehören meist der aufliegenden Ventralseite an und kehren die Innenseite nach oben. Andere, besonders die drei noch im orientierten Zusammenhang befindlichen, gehören der Dorsalseite an und zeigen die Skulptur der Oberseite. Phot. Weigelt, 1925.

Erklärungen zu Tafel XXXI.

Fig. 1. Nichtgekrümmter und stark eingekrümmter *Palaeoniscus* aus dem Eislebener Kupferschiefer. Die Tiere berühren sich nicht, aber ihre Hinterenden laufen miteinander parallel. Die 185×120 mm große Platte befindet sich in der Sammlung des Geologischen Instituts zu Halle.

Fig. 2. Typische Anordnung der Schuppen eines *Palaeoniscus* in gekrümmter Bauchlage. (Es kann sich auch um Rückenlage handeln, da beim Aufspalten des Kupferschiefers die Liegendplatten oft nur den Abdruck aufweisen.) Im Bereich der Rückenlinie in der rechten Flanke ist der Schuppenpanzer teilweise von innen sichtbar. Mansfelder Kupferschiefer, Sammlg. des Geol. Instituts zu Halle.

Erklärungen zu Tafel XXXII.

Fig. 1. Alligatorgarleiche im Ebbe- und Flutbereich. Am Hinterende Schleifspuren im Sande. Der Bauchpanzer ist seitlich aufgeplatzt, wo der Visceralteil am meisten nach oben zu liegen kommt. Die Schuppenreihen sind in Auflösung begriffen. Das Stück zeigt die Entstehung halber Panzer. Mitchel's Cut (= Ostausgang der Matagorda Bay zum Golf von Mexiko). Phot. Weigelt, 1925.

Fig. 2. In ähnlicher Weise aufgeplatzter Panzerschlauch eines *Palaeoniscus* aus dem Mansfelder Kupferschiefer. Sammlg. des Geol. Instituts der Universität Halle.

Fig. 3. Hakenförmig eingebogener und „normal“ gekrümmter *Palaeoniscus* aus dem Eislebener Kupferschiefer. Die Reste sind in einer gemeinsamen Längsachse angeordnet. Das Stück ist 220 mm lang und liegt in der Sammlung des Geologischen Instituts zu Halle.



1

2



3

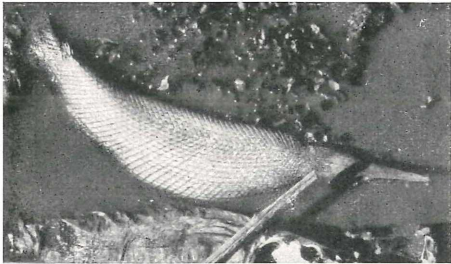


4

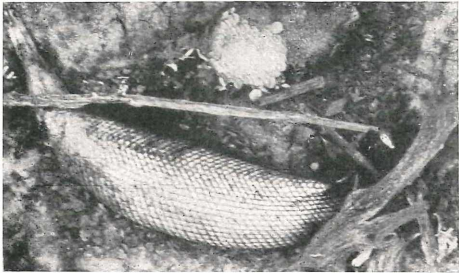


5

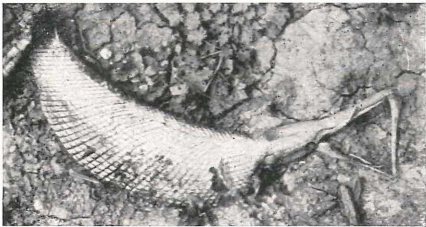
1



2



3



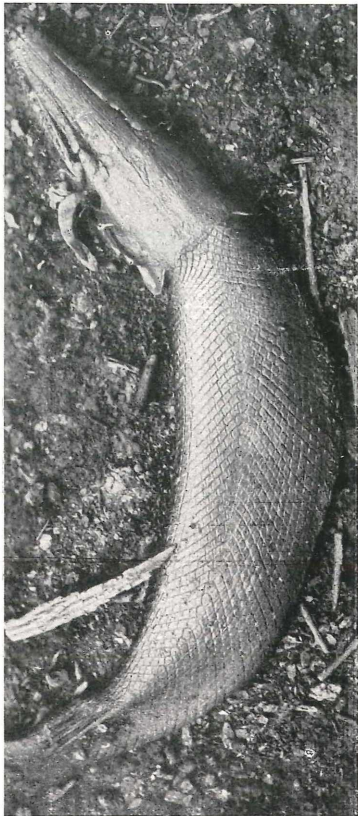
4



5



6



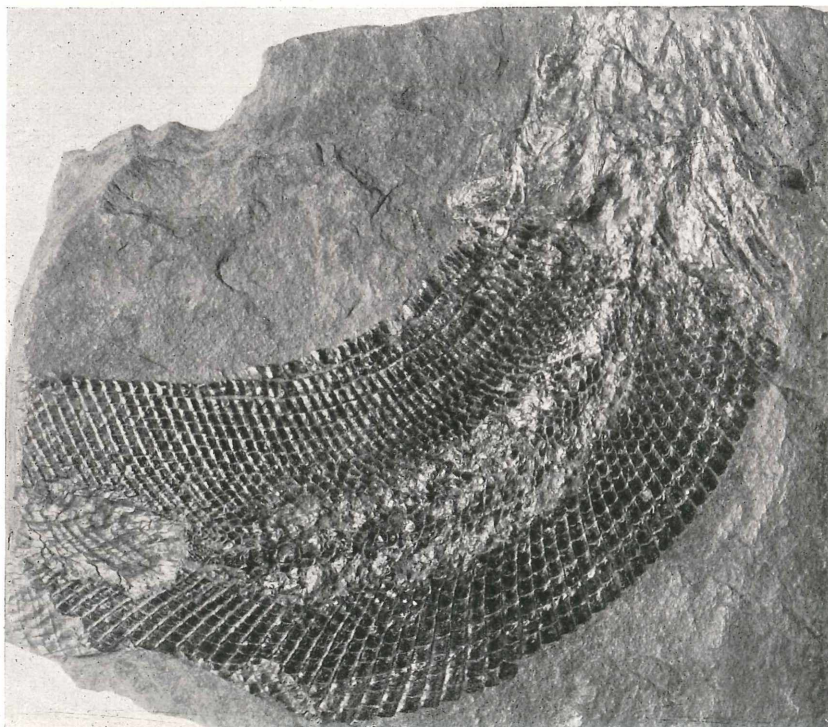
7

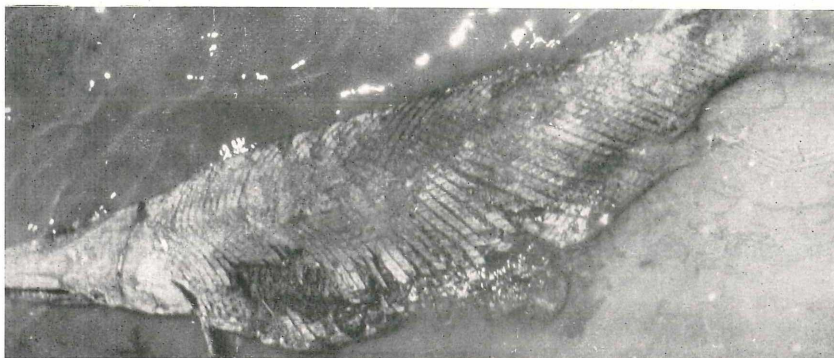


1



2





1



2



3

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Palaeobiologica](#)

Jahr/Year: 1928

Band/Volume: [1](#)

Autor(en)/Author(s): Weigelt Johannes

Artikel/Article: [Ganoidfischleichen im Kupferschiefer und in der Gegenwart. 323-356](#)