Zeitschrift: Eclogae Geologicae Helvetiae
Herausgeber: Schweizerische Geologische Gesellschaft
Band: 55 (1962)
Heft: 2

Artikel: Mikropaläontologische Untersuchungen an Ophiuren
Autor: Hess, Hans
DOI: https://doi.org/10.5169/seals-162940

Nutzungsbedingungen
Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

Conditions d'utilisation
L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

Terms of use
The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 13.10.2025

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

Mikropaläontologische Untersuchungen an Ophiuren[1])

Von **Hans Hess** (Basel)

I. EINLEITUNG

1. Umfang und Ziel der Arbeit

Die isolierten Skelettelemente der Ophiuren gehören als mikroskopische Überreste grösserer Organismen zu den Mikrofossilien im weiteren Sinne. Unter den als Mikrofossilien auftretenden Einzelteilen von Echinodermen nehmen, mindestens im Mesozoikum Mitteleuropas, die Ophiurenreste eine Sonderstellung ein, welche einerseits durch ihre grosse Häufigkeit und anderseits durch die morphologische Reichhaltigkeit der Einzelteile gegeben ist. Trotzdem haben sich nur wenige Autoren ernsthaft mit isolierten Skelettelementen von Ophiuren befasst (Berry, Wolburg, Rasmussen, Müller, Küpper) und sind dabei zu unterschiedlichen Ergebnissen gekommen (vgl. Hess, 1960b). Entsprechend beschränken sich die neueren mikropaläontologischen Übersichtswerke (Pokorný 1958, Sieverts-Doreck 1958) auf wenige allgemeine oder summarische Angaben, welche der Häufigkeit dieser Fossilien nicht gerecht werden.

Die Hauptursache dieses Zustandes muss in der schwierigen Bestimmbarkeit der Ophiurenelemente gesucht werden, resp. in der Unsicherheit, die verschiedenen Einzelteile wie Wirbel, Lateralschilder, Ventral- und Dorsalschilder, Mundeckstücke etc. sinnvoll zu Arten zu kombinieren. Mortensen schrieb in seiner Arbeit über Echinodermenreste aus dem Jura von Württemberg (1937): «...Ophiurid vertebrae, ventral, dorsal, and lateral plates are... very numerous in all the deposits, in many of them even so as to be a nuisance... It seems questionable, whether a study of fossil Ophiurid vertebrae will lead to very valuable results; at least it will be a very troublesome study. The shape of the vertebrae changes greatly from the base to the end of the Ophiurid arms, without, on the other hand, being very characteristically different within the divers genera or even families... In any case, a study of the fossil Ophiurid vertebrae will require a careful comparison with the vertebrae of a great number of representatives of the families of recent Ophiurids, before results of real value can be attained.»

Die nachfolgende Beschreibung der Ophiurenelemente aus dem Lias von Seewen ist die erste einer geplanten Serie, welche sich vorläufig vor allem auf die Untersuchung einer Reihe von jurassischen Sedimenten aus dem Schweizer und dem französischen Juragebirge erstrecken wird. Den eigentlichen Anstoss zu diesen Arbeiten gab die reichhaltige Ausbeute an Ophiurenresten, welche der

[1]) Subventioniert vom Schweizerischen Nationalfonds zur Förderung der wissenschaftlichen Forschung.

Schlämmrückstand des Oxfordtons von Les Rouges-Terres im Berner Jura geliefert hatte (HESS, 1960b) und welche mich dazu bewog, die mikropaläontologische Bearbeitung der Ophiuren trotz der zu erwartenden Schwierigkeiten in grösserem Maßstab aufzunehmen.

Bei der noch in den Anfängen steckenden Erforschung der mikroskopischen Echinodermenreste müssen Untersuchungen an umfangreichem Material aus einigen bekannten und stratigraphisch gut charakterisierten Fundstellen den Anfang und die morphologische und systematische Grundlage bilden, welche erst die Inangriffnahme stratigraphischer und palökologischer Fragen erlaubt.

Die grösste Häufigkeit erreichen die Ophiuren in tonigen bis mergeligen Sedimenten. Genaue Untersuchungen über die relative Häufigkeit von Ophiurenelementen in Schlämmrückständen sind mir mit Ausnahme der Arbeit von PIETRZENUK (1961) nicht bekannt. In dem von dieser Autorin untersuchten Liaston von Dobbertin betrug der prozentuale Anteil an Echinodermen an der Gesamtfauna 0,7–26,5%, wobei der Hauptanteil auf die Ophiuren entfällt. Diese Zahlen werden in einigen selbst untersuchten Proben noch wesentlich überschritten. Infolge der verschiedenen Zielsetzung und der etwas unterschiedlichen Untersuchungsmethodik (s. unten) wird es mir aber nicht möglich sein, den Anteil der Ophiuren genau in Zahlen anzugeben.

2. Untersuchungstechnik, Darstellung und Terminologie

Der Umfang der entnommenen Proben betrug in der Regel 10 bis 15 kg. Das Ausschlämmen des meist tonigen Materials erfolgte nach vorausgegangener Trocknung mit vorwiegend 2 Sieben: Eine grobe Fraktion wurde durch ein Sieb mit einer Maschenweite von 0,47 mm zurückgehalten, die feine Fraktion war der Rückstand eines Siebes mit 0,22 mm Maschenweite. Eine Anreicherung wurde nicht versucht, da die Ophiurenelemente in den meisten Proben häufig bis massenhaft vorkamen. Durch gutes Auswaschen der Siebrückstände wurde meist eine genügende Befreiung vom Sediment erreicht, nötigenfalls wurde eine Präparation mit feinen Nadeln und Pinseln durchgeführt. Das Auslesen erfolgte mit einem Auflicht-Stereomikroskop bei 10 und 25facher Vergrösserung, die Untersuchung, sowie die zeichnerische Darstellung bei 25 und 50facher Vergrösserung. Da in der feinen Fraktion an Ophiurenteilen vorwiegend die schlecht bestimmbaren distalen Elemente (Wirbel und Lateralschilder), sowie die Lateralstacheln vorkommen, wurde diese Fraktion nicht vollständig ausgelesen. Aus diesem Grund können auch keine genauen relativen Mengenangaben der verschiedenen Faunenbestandteile gemacht werden, da die Foraminiferen und Ostracoden in der feinen Fraktion besser vertreten sind.

Aus Gründen der Variabilität (siehe 3) und der morphologischen Vielfalt der Einzelteile wurde grosser Wert auf die Darstellung zahlreicher Skelettelemente in den wichtigsten Ansichten gelegt. Beim Vergleich der vorgefundenen Elemente mit den in der Literatur abgebildeten zeigen sich grosse Schwierigkeiten, wenn nur jeweils eine oder zwei Ansichten zur Verfügung stehen. Dies gilt besonders für die Wirbel. In der Regel sind deshalb von den Elementen folgende Ansichten dargestellt (in Klammern die in den Abbildungen verwendeten Bezeichnungen):

Wirbel: proximal (pr), distal (di), dorsal (d), ventral (v), Seitenansicht (lateral, l).
Lateralschilder: Aussenansicht (a), Innenansicht (i), teilweise auch Distalansicht (di) und Dorsalansicht (d).
Ventral- und Dorsalschilder: Aussenansicht (a), Innenansicht (i) nur teilweise.
Radialschilder: Aussenansicht oder Dorsalansicht (a), Innenansicht oder Ventralansicht (i).
Mundeckstücke: radial (r), interradial (ir), ventral (v), dorsal (d).
Bursalspangen: ventral (v), dorsal (d).

Für jedes Skelettelement wird eine besondere Figurennummer verwendet.

Die anatomischen Einzelheiten werden in den Figuren durch noch kleinere Buchstaben charakterisiert und zwar:

Wirbel: g = Gelenkhöcker, m = Muskelansatzfläche, w = Kanal für den Durchtritt des radiären Wassergefässes, fgr = Füsschengrube; und für ihre Lage wiederum: pr = proximal, di = distal, d = dorsal, v = ventral.

Lateralschilder: tp = Aussparung für die Tentakelpore.

Mundeckstücke: f_1 = Grube für das erste Füsschen, f_2 = Grube für das zweite Füsschen, gir = schmale Gelenkfläche für die Verbindung mit dem benachbarten Mundeckstück des angrenzenden Radius (also interradial gerichtet), gr = Gelenkfläche für die Verbindung mit dem anderen, zum gleichen Radius gehörenden Mundeckstück (also radial gerichtet), mie = Ansatzfläche des musculus interradialis externus (= Muskel welcher die Mundeckstücke der benachbarten Radien verbindet), mw_1 = Muskelansatzstellen für die Verbindung mit dem Mundwirbel, rn = Rinne für Nervenring, rw = Rinne für Wassergefäss, w = Eintrittstelle des vom Wassergefässring entspringenden Zweiges, welcher sich im Inneren des ambulakralen Teiles des Mundeckstückes in die beiden das erste und zweite Füsschen versorgenden Äste spaltet.

Zur Orientierung der Elemente in den verschiedenen Ansichten ist folgendes zu bemerken: Bei allen Elementen, welche in Dorsal- und Ventralansicht dargestellt sind (Wirbel, Dorsalschilder, Ventralschilder, teilweise Lateralschilder) zeigt die distale Seite nach oben, die proximale nach unten. Bei den Seitenansichten (Lateralansichten) und den proximalen und distalen Wirbelansichten wird das Primat auf die Orientierung oben-unten gelegt. Entsprechend bieten sich die paarigen Lateralschilder unter verschiedenen Aspekten, der Distalrand der Aussenfläche mit den Stachelansatzstellen schaut bald nach links und bald nach rechts. Die unpaarigen Wirbel wurden so orientiert, dass die distale Seite immer nach rechts schaut, nur in wenigen Ausnahmefällen (schlechte Erhaltung dieser Seite) wurde von dieser Regel unter speziellem Vermerk abgewichen. Die Orientierung der Scheibenelemente erfolgte so, dass oben der Richtung nach dem Scheibenmittelpunkt entspricht. Dies gilt für die Radialschilder, Bursalspangen und die dorsalen und ventralen Ansichten der Mundeckstücke. Um die Orientierung zu erleichtern wurden, besonders an den Wirbeln, des öfteren anatomische Einzelheiten (wie mvpr = ventrale, proximale Muskelansatzfläche) eingezeichnet.

Es liegt in der Zielsetzung dieser Arbeit, dass alle Typen von Skelettelementen dargestellt werden, also auch die vorläufig unbestimmbaren. Alle Zeichnungen

wurden von Herrn O. GARRAUX-SCHMID, dem ich auch hier für seine unermüdliche und gewissenhafte Arbeit danken möchte, in 50facher Vergrösserung angefertigt. Für die Reproduktion wurden sie auf 20fache Vergrösserung reduziert. Mit dem durchgehend gleichen Abbildungsmaßstab hoffe ich, die Vergleichbarkeit dieser Fossilien zu erleichtern.

3. Die einzelnen Typen von Skelettelementen: Vorkommen, Erkennbarkeit und Variabilität

Folgende Typen lassen sich in Schlämmrückständen sicher identifizieren:

Wirbel
Lateralschilder
Dorsalschilder
Ventralschilder
Armstacheln (Lateralstacheln)
Radialschilder
Mundeckstücke
Bursalspangen (radiale und interradiale)

Beschränkt erkennbar sind die Oral- und Adoralschilder, sowie der Torus. Die restlichen Plättchen des Scheibenskelettes, wie dorsale und ventrale Scheibenplatten, Peristomalplatten, dann Skelettanhänge wie Mundpapillen, Zähne und Tentakelschuppen werden sich praktisch nie identifizieren lassen, ganz abgesehen davon, dass sie in isoliertem Zustand keinerlei taxionomische Bedeutung besitzen.

Da die genannten Elemente sehr verschiedene Formen aufweisen, müssen die isolierten Einzelteile vorerst soweit als möglich zu Arten kombiniert werden. Hilfsmittel dazu sind in erster Linie zusammenhängende Reste (Armfragmente finden sich auch vereinzelt in Schlämmrückständen), dann die Gelenkflächen und die Oberflächenskulpturen der Elemente. Stark erschwert wird die Kombination durch die Variabilität der Einzelteile. Bei den Schildern des Scheibenskelettes, also den Radialschildern, Mundeckstücken, Bursalspangen und Mundwirbeln treffen wir auf die individuellen Unterschiede sowie auf die altersbedingten Variabilitäten. Beim Armskelett kommt noch eine zweite Art von ontogenetisch bedingter Variabilität hinzu, da sich die jüngsten, an der Armspitze gebildeten Segmente stark von den älteren, proximalen Segmenten unterscheiden. Zwar entsprechen sich die beiden ontogenetisch bedingten Variabilitäten im Prinzip, in Wirklichkeit können die distalen Segmente eines älteren Individuums aber nicht ohne weiteres den proximalen Segmenten eines jungen Individuums gleichgestellt werden, da ihnen andere Funktionen zukommen.

Die individuellen Unterschiede können gewöhnlich gut abgegrenzt werden, da meist nur ein Merkmal oder jedenfalls die Minderheit der Merkmale eine grössere Variationsbreite besitzen (recht häufig ist dies beispielsweise bei den Stachelansatzstellen auf den Lateralschildern der Fall). Grössere Schwierigkeiten bereiten die ontogenetisch bedingten Variabilitäten. So sind bei den rezenten Formen jugendliche Individuen vielfach nicht mit Sicherheit bestimmbar. Ferner gleichen sich die distalen Armelemente (Lateralschilder und besonders Wirbel) vieler Ophiuren so stark, dass eine exakte Zuordnung solcher Teile im isolierten Zustand

sehr unsicher wird, und dies auch wenn die proximalen Elemente dieser Arten gut unterschieden werden können. Leider sind die morphologischen Veränderungen während des Skelettwachstums noch sehr ungenügend bekannt (eine Ausnahme machen die fossil nicht erhaltungsfähigen Larvenstadien), an fossilem Material m. W. nur bei *Ophiopinna elegans* (vgl. HESS, 1960a). Ebenfalls ungenügend beschrieben sind bei den rezenten Ophiuren die distalen Armpartien. Es muss nochmals betont werden, dass eine wichtige Voraussetzung zur Überwindung dieser Schwierigkeiten reichhaltige Aufsammlungen bilden, besonders wenn es sich um die Ersterforschung einer Fundschicht handelt.

4. Die taxionomische Bedeutung der Skelettelemente

Wie schon erwähnt, besteht bei der Bestimmung isolierter Elemente eine erste Aufgabe darin, die einzelnen Typen zu Arten zu kombinieren, wobei beim Armskelett die proximalen Schilder am brauchbarsten sind. In Abwesenheit von zusammenhängendem Vergleichsmaterial gelingt dies leider in vielen Fällen nicht oder nicht mit Sicherheit, so dass sich die Frage nach den taxionomisch wertvollsten Elementen erhebt. MÜLLER (1950) begründete eine Anzahl von neuen Arten und sogar Gattungen auf Wirbeln und suchte die übrigen Elemente auf Grund morphologischer Vergleiche mit rezentem Material sowie mengenstatistischer Befunde auf die Arten zu verteilen, ein Vorgehen, das von RASMUSSEN (1951) mit Recht kritisiert wurde.

4.1 Die Wirbel

Es ist bekannt, dass man ähnliche Wirbel bei verschiedenen Gattungen und selbst Familien trifft (vgl. RASMUSSEN, 1951). Die Arten einer Gattung werden sich im allgemeinen nach dem Bau der Wirbel nicht auseinanderhalten lassen. Die vielgestaltige und je nach Lage im Arm unterschiedliche Ausbildung von Muskelansätzen, Gelenkköpfen, Gelenkgruben und Rinnen macht die Auswahl von taxionomisch bedeutsamen Merkmalen an den Wirbeln oft sehr mühsam. Erschwerend kommt hinzu, dass gerade bei den Wirbeln die proximalen Elemente sich sehr stark von den distalen unterscheiden. Dies ist auf ihre Bewegungsfunktion zurückzuführen. Bei Arten mit gleicher Lebensweise wird man häufig einen ähnlichen Wirbelbau feststellen können, selbst wenn sich solche Arten systematisch nicht nahe stehen. Als Elemente des Innenskelettes fehlen den Wirbeln die für die primäre Gruppierung einer grösseren Zahl von Elementen sehr nützlichen Skulpturen.

Aus den genannten Gründen kommen meiner Ansicht nach isolierte Wirbel nur in Ausnahmefällen als Basis von Arten in Frage. Eine Anzahl von Wirbeln sind recht charakteristisch, andere lassen sich selbst vom Spezialisten nur mit Mühe auseinanderhalten, manchmal nur dank einer der fünf möglichen Ansichten. Im allgemeinen sind bei den Wirbeln die Ventral- und vor allem die Dorsal- und Seitenansichten brauchbarer als die Proximal- und Distalansichten. Dies gilt vor allem für die Formen mit zygospondyler Artikulation (Bewegung in der Horizontalen). Die Wirbel mit streptospondyler Artikulation, welche hauptsächlich bei den euryalen Ophiuren auftreten, weisen Gelenkflächen mit sanduhrartigen Ge-

lenkhöckern auf. Diese Gelenkflächen sind aber kaum für gattungsmässige Unterschiede, geschweige denn für artmässige Differenzierungen brauchbar.

Eine grössere Zahl von Wirbelgelenkflächen wurde von LYMAN in seiner Monographie des Challenger-Materials abgebildet.

Es wird im II. Teil am Material von Seewen gezeigt werden, dass einzelne Typen von Wirbeln, wie diejenigen der Gattung *Palaeocoma* oder die breiten, niederen Wirbel mit halbwegs streptospondylen Gelenkflächen sehr gut erkennbar sein können. Solche Wirbel sind wertvolle Mittel, das vorgefundene Material zu unterteilen. Die Wirbel werden aber da versagen, wo es sich um Arten gleicher oder ähnlicher Gattungen handelt. Selbst so verschiedene rezente Gattungen wie *Ophiothrix*, *Ophiocten*, *Ophioconis* und *Amphiura* und die fossile Gattung *Ophiopinna* besitzen ähnlich gebaute Wirbel. Auf der anderen Seite muss man sich hüten, die im Schlämmrückstand vorgefundenen Wirbel so zu unterteilen, dass die Wirbel gleicher Arten infolge morphologischer Unterschiede als Basis verschiedener Arten genommen werden. So hat z. B. MÜLLER (1950) die drei Arten: *Schizospondylus jasmundiana*, *Transspondylus bubnoffi* und *Ophiaxina intercarinata* (und damit drei Gattungen!) auf Wirbeln begründet, welche meiner Ansicht nach zur ein und derselben Art gehören[2]). Das Beispiel der im II. Teil beschriebenen *Palaeocoma gaveyi* zeigt, wie gross die morphologischen Unterschiede der Wirbel innerhalb einer einzigen Art sein können.

4.2 Die Lateralschilder

Ein Teil des bei den Wirbeln Gesagten gilt natürlich auch für die Lateralschilder, nämlich die bedeutenden Unterschiede zwischen proximalen und distalen Schildern und die Tatsache, dass man ähnliche Lateralschilder bei verschiedenen Gattungen trifft. Nun werden die Unterschiede zwischen proximalen und distalen Schildern weitgehend durch die Vergleichsmöglichkeit dank der Skulpturen der Aussenflächen überbrückt. Der einfachere Bau und die genügende Darstellung durch meist nur zwei Ansichten (innen und aussen) sind weitere Gründe für meine Überzeugung, dass die Lateralschilder die taxionomisch wertvollsten Elemente des in seine Bestandteile zerfallenen Ophiurenskelettes darstellen. Man könnte entgegnen, dass die Lateralschilder morphologisch zu eintönig seien. Die folgende Aufstellung von bedeutsamen Merkmalen dürfte aber diesen Einwand entkräften.

a) Dicke der Schilder: Sie gibt u. a. Aufschluss über den für die Wirbel verfügbaren Raum, also über die Breite der Wirbel. Dadurch wird die Zuordnung der entsprechenden Wirbel erleichtert.
b) Krümmung: Schwach gekrümmte Schilder deuten entweder auf hohe Arme hin, oder auf solche, bei denen Dorsal- und Ventralschilder stark entwickelt sind (also bei welchen die Lateralschilder durch die Dorsal- und Ventralschilder getrennt werden). Wiederum kann so in gewissen Fällen auf die zugehörigen Wirbel rückgeschlossen werden. Manchmal sind die Lateralschilder seitlich geknickt oder gekielt, dies ist ein sehr brauchbares Merkmal von genügender Konstanz.

---

[2]) Sehr ähnliche Wirbelansichten besitzt *Ophiobyrsa rudis* (= *Ophiophrixus spinosus*) (LYMAN, 1882, Taf. XLIII, Fig. 17–18) oder auch *Ophiocamax hystrix* (LYMAN, Taf. XLI, Fig. 10–11).

c) Ausbildung der Aussenfläche: Die Aussenfläche kann gerade oder eingeschnürt sein. Der durch die Einschnürung entstehende Wulst trägt meist eine Reihe von grossen Stachelwarzen.
d) Skulptur der Aussenfläche: Diese kann glatt, gerunzelt oder mehr oder weniger stark gekörnt, resp. rauh sein.
e) Ausbildung, Lage und Zahl der Stachelwarzen: Hier handelt es sich um eines der wichtigsten Merkmale (es sei nur an die Gruppierung der rezenten Ophiuren von LYMAN im Challenger Report erinnert). Die Warzen können am distalen Ende des Schildes oder mehr proximalwärts, und dann meist auf einem Wulst gelegen sein. Sie können gross sein wie bei *Ophiacantha*, *Ophiocoma* und *Ophiothrix* oder rudimentär wie bei *Ophiomusium*. Sie können in kontinuierlicher Reihe stehen wie bei *Ophiacantha*, *Ophiothrix* und den Ophiodermatiden, oder gruppenweise (wie bei manchen Arten von *Ophiura* und von *Ophiomusium* und bei der fossilen Gattung *Palaeocoma*). Charakteristisch ist die Reihe der Stachelansatzstellen bei Gattungen wie *Ophioderma*, *Ophiopeza* und *Pectinura*, wo die entsprechende Kante über dem glatten Distalrand ein sägeartiges Aussehen bekommt. Die grösste Stachelwarze (und damit der längste Stachel) einer Reihe kann die dorsalste oder eine der mittleren sein.
f) Umrisse in Dorsal- und Ventralansicht: Diese vermögen Aufschluss über die Entwicklung der Dorsal- und Ventralschilder zu geben. Häufig wird man also Kenntnis darüber erhalten, ob sich die Lateralschilder oben und unten getroffen haben oder durch die Dorsal- und Ventralschilder getrennt wurden. Eine Ausbuchtung auf der Ventralseite (meist auch in der Seitenansicht sichtbar) weist auf die Entwicklung einer Tentakelpore hin (in den Figuren als tp bezeichnet).
g) Ausbildung der Innenfläche: Hier sind meist verschiedene Wülste, resp. Höcker oder Vertiefungen vorhanden, welche die Verbindung der Lateralschilder unter sich oder die Verbindung mit der Seitenfläche des Wirbels bewerkstelligten.

Eine ganze Zahl der angeführten Merkmale dient bei rezenten Formen zusammen mit Merkmalen der Scheibe zur Unterscheidung von Arten oder Gattungen. Bei der taxionomischen Auswertung der Lateralschilder bedient man sich vorzugsweise der proximalen Schilder, also derjenigen, welche verhältnismässig höher als lang sind.

An zusammenhängend erhaltenen fossilen Ophiuren sind die Lateralschilder praktisch immer, die Wirbel aber nur in vereinzelten Fällen sichtbar. Dies ist mit ein Grund, dass die Lateralschilder als Basis von Arten vorzuziehen sind. Eine Folgerung ist die, dass Bearbeiter fossiler Ophiuren der möglichst detaillierten Beschreibung der Lateralschilder besondere Aufmerksamkeit schenken sollten. Die Schaffung einer neuen fossilen Ophiurengattung lässt sich sowieso nur verantworten, wenn das Material die Einzelheiten der wichtigeren Skelettelemente zeigt.

4.3 Die Radialschilder und Bursalspangen

Ihre taxionomische Verwendbarkeit wird dadurch stark erschwert, dass es selten gelingen wird, diese Elemente sicher mit den Lateralschildern und Wirbeln zu kombinieren. Trotzdem sind die Radialschilder und die radialen Bursalspangen in einer Beziehung brauchbar. Radialschilder mit einer deutlichen Gelenkpfanne und – entsprechend – radiale Bursalspangen mit einem

grossen Gelenkkopf deuten auf Formen aus MATSUMOTOS Ordnung Gnatophiurida. Zu dieser gehören die Familien Amphiuridae, Amphilepididae und Ophiotricidae. Radialschilder und radiale Bursalspangen mit je zwei Gelenkhöckern und einer Grube gehören Vertretern der Chilophiurida an. Diese Ordnung umfasst u. a. die Ophiolepididae (mit Gattungen wie *Ophiomusium* und *Ophiura*) und die Ophiodermatidae. Das einzig mir bekannte fossile Radialschild mit grosser Gelenkgrube wurde 1950 von RASMUSSEN abgebildet (Taf. 15, Fig. 3) und stammt aus dem oberen Senon von Dänemark. Möglicherweise gehört auch das von MÜLLER (1950) auf Taf. 3, Fig. K_2 abgebildete Radialschild aus dem Mucronatensenon von Rügen zum gleichen Typus. Solche Radialschilder sind bis jetzt aus jurassischen Ablagerungen nicht bekannt. Das gleiche gilt für die länglichen Radialschilder, welche bei den Ophiomyxidae und den euryalen Ophiuren vorkommen (MATSUMOTOS Ordnung Phrynophiurida). Diese Radialschilder gelenken mit einfachen Flächen oder Querleisten mit den radialen Bursalspangen.

Die interradialen Bursalspangen spielen in taxionomischer Hinsicht in den Schlämmrückständen eine untergeordnete Rolle.

4.4 Die Mundeckstücke

Bei diesen Elementen ist die Situation ähnlich wie bei den Radialschildern und radialen Bursalspangen. Nach MATSUMOTO ist die Ausbildung des ambulakralen Teils der Mundeckstücke von erheblicher systematischer Bedeutung (vgl. ENAY & HESS, 1963). Mundeckstücke, deren ambulakrale Teile in Flügel zum Ansatz kräftiger Muskeln umgewandelt sind, finden sich bei den Gnatophiurida. Die einzige fossile Form, bei welcher mit ziemlicher Sicherheit solche Flügel ausgebildet sind, ist *Ophiopinna elegans* (siehe HESS, 1960a, Fig. 7). Die systematische Stellung dieser offenbar hochspezialisierten Form ist noch unklar.

4.5 Armstacheln

Gewisse Ophiuren besitzen hakenförmige oder zu bedornten Keulen umgewandelte Stacheln (so die euryalen Formen). Auch die Gattung *Ophiothrix* besitzt recht charakteristische Stacheln. Eine grössere Zahl von Ophiuren-Armstacheln ist von KOEHLER (1922) abgebildet worden.

5. Die Namengebung der Skelettelemente

Die Ausführungen im vorangegangenen Abschnitt haben gezeigt, dass bei sinnvoller Ausnützung der Gesamtheit der Skelettelemente in vielen Fällen eine zoologisch sinnvolle Kombination durchaus im Rahmen des Möglichen liegt. Dabei ist, wie wir gesehen haben, den Lateralschildern das Primat einzuräumen.

5.1 Die Berechtigung von auf isolierten Elementen beruhenden Arten

Vor allem aus stratigraphischen Gründen bin ich trotz anfänglicher Bedenken zur Auffassung gelangt, dass die Aufstellung von nur auf isolierten Elementen begründeten Arten verantwortet werden kann. Voraussetzungen hierzu sind ein genügendes Material und die Verwendung von Lateralschildern als Basis (von besonderen und wohl seltenen Fällen abgesehen, wo auch die Wirbel herangezogen werden können). Nur solche Lateralschilder eignen sich, welche charakteristische

Merkmale von genügender Konstanz aufweisen. Es gibt natürlich morphologisch wenig differenzierte Elemente, bei welchen artmässige Abgrenzungen nur schwierig zu erreichen sind. Diese Fälle dürften aber nicht so häufig sein, dass sich eine wesentliche Einschränkung bei dem Arbeiten mit isolierten Elementen ergeben würde.

5.2 Die gattungsmässige Klassifikation

Die Gattungszugehörigkeit fossiler Ophiurenelemente ist meist nur dann mit Sicherheit zu ermitteln, wenn entweder vollständige fossile Funde zum Vergleich herangezogen werden können, oder wenn die einzelnen Elemente eine für die betreffende (rezente) Gattung sehr charakteristische Form aufweisen. Beispiele solcher Fälle sind: Die Lateralschilder des mittleren Armabschnittes von *Ophiopinna elegans* mit den sonst bei keiner Gattung bekannten Ansatzstellen für die federförmigen Stacheln; die Wirbel und Lateralschilder der Gattungen *Palaeocoma* und *Ophiotrigonum;* die Lateralschilder und bis zu einem gewissen Grad die Wirbel von *Ophiomusium*. Andere Elemente wiederum können zwar nicht bestimmten Gattungen zugewiesen werden, wohl aber höheren systematischen Einheiten. Als Beispiele können die Wirbel der Trichasteridae und der Gorgonocephalidae gelten.

Die Vergleichsmöglichkeiten isolierter Elemente mit zusammenhängenden Funden wird dadurch erschwert, dass die isolierten Elemente in tonigen bis mergeligen Sedimenten ihre grösste Häufigkeit erreichen, also in Ablagerungen, welche in der Regel höchstens Armfragmente liefern. Mehr oder weniger vollständige Funde kommen auf der anderen Seite meist auf der Oberfläche von Kalkbänken (und eventuell Tonschiefern) vor, also in faziell anderen Ablagerungen. Trotzdem wird die weitere Aufsammlung und vor allem die exakte Bearbeitung schon gemachter Funde noch manches zutage fördern, was für die Bearbeitung von isolierten Elementen brauchbar sein wird.

Eine Gattungsdiagnose erfordert bei Ophiuren immer eine Vielzahl von Merkmalen, solche der Arme und der Scheibe. Daher muss die Schaffung neuer Gattungen auf Grund isolierter Elemente abgelehnt werden. Ich habe zwar eine Gattung auf einigen Armfragmenten begründet (*Ophiotrigonum*), aber hier handelt es sich um eine morphologisch äusserst eigenartige Form.

Bei der Mehrzahl der vorgefundenen isolierten Elemente wird es nun nicht möglich sein, auf eine auch in den Einzelheiten gut definierte, fossile Vergleichsgattung zurückzugreifen. Deshalb müssen zum Vergleich rezente Formen herangezogen werden. Zur Benennung der auf isolierten Elementen begründeten Arten ist die Verwendung der offenen Namengebung am geeignetsten, unter Bezugnahme auf eine rezente oder fossile Gattung. Hinter dem Gattungsnamen muss also gemäss den Regeln der Zoologischen Nomenklatur ein Fragezeichen stehen. Die Verwendung eines künstlichen Systems, wie es für andere fossile Echinodermengruppen vorgeschlagen wurde, kommt nicht in Frage. Das gleiche gilt für die Verwendung eines Sammelgattungsnamens, da mit der offenen Nomenklatur eine wesentlich grössere Aussagekraft erreicht wird. Die gleiche Auffassung vertritt auch H. W. Rasmussen (1951).

Da wir unsere Arten auf den Lateralschildern begründen und zur Benennung vielfach rezente Gattungen heranziehen müssen, wäre eine Kenntnis der Lateralschilder von möglichst vielen rezenten Gattungen sehr erwünscht. Nun sind leider in keiner der Arbeiten über rezente Ophiuren die Lateralschilder mit genügender Präzision beschrieben oder abgebildet. Zwar steht mir ein gewisses rezentes Vergleichsmaterial zur Verfügung[3]), doch sind in diesem nur die gebräuchlichen Gattungen vertreten. Von wenigen Ausnahmen abgesehen, stehen mir auch nicht vollständige Individuen zur Verfügung, sowie von einer Art jeweilen nur ein Exemplar. Durch diesen Umstand sind die individuellen Variabilitäten der Lateralschilder nicht im gewünschten Ausmass bekannt. Meine Gattungszuweisungen erheben denn auch keinen Anspruch auf Richtigkeit und können in einigen Fällen mit Recht kritisiert werden. Dies dürfte nicht allzu schwerwiegend sein, weil ja der endgültige Beweis einer bestimmten Zugehörigkeit doch erst beim Vorliegen zusammenhängender Funde zu erbringen wäre. Es ist a priori nicht zu erwarten, dass die jurassischen Ophiuren in rezente Gattungen eingeteilt werden können. Selbst diejenigen jurassischen Arten, welche zur Gattung *Ophiomusium* gestellt wurden, zeigen gewisse Abweichungen von den rezenten Vertretern (vgl. Hess, 1960b).

Im allgemeinen ziehe ich es vor, die bekannten rezenten Gattungen mit grosser Verbreitung zur provisorischen generischen Klassifikation heranzuziehen, also Gattungen wie *Ophiomusium*, *Ophiacantha*, *Ophiura*, *Ophioderma* etc. Dabei wird denjenigen Gattungen der Vorrang gegeben, welche den Typus der betreffenden Familie darstellen. Als Rechtfertigung meiner Zuweisungen wird in jedem Fall die Wahl der betreffenden Gattung näher begründet.

In gewissen Fällen verzichte ich auf eine artmässige Benennung der Lateralschilder und ziehe eine Typenbezeichnung vor (z. B. «Seewen Typ I A», vgl. II. Teil). Diese Fälle umfassen Reihen von Lateralschildern welche zwar in einzelne Gruppen unterteilbar sind, deren diagnostische Merkmale aber nicht mit genügender Konstanz auftreten, oder welche sich morphologisch nicht stark unterscheiden. Eine Auftrennung in Typen erscheint mir angebracht, weil solche Gruppen von Lateralschildern doch vielfach eigene Arten darstellen dürften.

6. Zur Phylogenie rezenter und mesozoischer Ophiuren

Bekanntlich zeichnen sich die rezenten und alle bisher bekannten mesozoischen Ophiuren durch eine geschlossene Ambulakralfurche und durch die vollständig zu Wirbeln verschmolzenen Ambulakralia aus. Diese Merkmale finden sich auch bei einigen wenigen palaeozoischen Formen (Aganasteridae und Onychasteridae). Die Kenntnis der mesozoischen Formen ist vorläufig noch zu dürftig, um eine wesentliche Hilfe bei der Erforschung der Phylogenie der rezenten Formen darzustellen. Immerhin ist die Tatsache interessant, dass für zwei gut charakterisierte Gattungen, *Palaeocoma* und *Ophiopetra* (siehe Hess, 1961 und Enay & Hess, 1963), Eigenschaften nachgewiesen werden konnten, welche bei mehreren rezenten Gattungen zugleich vorkommen.

[3]) Eine grössere Reihe rezenten Vergleichsmaterials erhielt ich vom British Museum (N.H.). Fräulein Ailsa M. Clark möchte ich auch hier für die Vermittlung dieses Materials herzlich danken.

Bei den isolierten Elementen scheinen sich gewisse phylogenetische Tendenzen abzuzeichnen, welche hier mit allen Vorbehalten als vorläufige Resultate angeführt seien. So finden wir bei den meisten jurassischen Formen Wirbel und Lateralschilder, welche kompakter und weniger ausgeschnitten sind als die «eleganteren» Elemente rezenter Ophiuren. Eine Ausnahme machen hier die Wirbel (und Lateralschilder) aus dem Formenkreis um die Gattung *Ophiopinna*. *Ophiopinna elegans* aus dem Callovien von La Voulte war offensichtlich eine vergraben lebende Form, und das gleiche mag bis zu einem gewissen Grad für die anderen Formen mit ähnlichem Skelettbau gelten. Diese *Ophiopinna*-ähnlichen Formen (welchen allerdings die eigenartigen federförmigen Stacheln fehlen) erreichen ja gerade in tonigen Sedimenten eine grosse Häufigkeit.

Eine grosse Zahl der Wirbel und Lateralschilder, welchen man in jurassischen Sedimenten begegnet, gehören Typen an, wie man sie besonders bei den rezenten Ophiacanthiden und Ophiolepididen trifft. Gerade die Gattungen *Ophiacantha*, *Ophiomusium* und *Ophiura* umfassen eine grössere Zahl von Tiefseeformen. Es sei daran erinnert, dass auch bei anderen Echinodermen die mit den mesozoischen Formen vergleichbaren rezenten Arten in grösseren Tiefen vorkommen. Das wohl augenfälligste Beispiel sind die Crinoiden.

Parallel zu der an den Wirbeln und Lateralschildern ablesbaren Entwicklung in Richtung grösserer Beweglichkeit der Arme scheint eine Entwicklung des Kauapparates zu gehen. Nach MATSUMOTO (1917) führt bei den rezenten Formen diese Entwicklung zu einem kräftigen, kompakten Mundskelett mit grossen Zähnen und zu Mundeckstücken, deren ambulakrale Teile mit Fortsätzen oder Flügeln zum Ansatz starker Muskeln versehen sind. Nun sind in der Tat an allen bisher aus dem Jura bekannt gewordenen Mundeckstücken keine deutlichen Flügel entwickelt, mit Ausnahme wiederum von *Ophiopinna elegans*. Auch sind mir so kräftige Zähne, wie sie beispielsweise bei *Ophiothrix* vorkommen, von keiner mesozoischen Form bekannt.

Bei den rezenten Formen mit stark entwickeltem Kauapparat (MATSUMOTOS Ordnung Gnatophiurida) treffen wir Radialschilder mit einer grossen Gelenkpfanne und radiale Bursalspangen mit einem entsprechenden Gelenkkopf. Auch dieses Merkmal ist bisher bei jurassischen Formen noch nicht bekannt geworden. Interessanterweise sind bei den jurassischen Formen die Artikulationselemente (Höcker und Gruben) von Radialschildern und Bursalspangen meist wenig ausgeprägt. Was die weiteren Ausführungen von MATSUMOTO über die Phylogenese der rezenten Ophiuren betrifft (z. B. die unvollkommene Verwachsung der Wirbelhälften als primitives und massive Wirbel als fortgeschrittenes Merkmal), so scheinen schon jetzt gewisse Vorbehalte angebracht zu sein.

Noch in tiefes Dunkel gehüllt sind die Zusammenhänge zwischen den Ophiuren mit nur horizontal beweglichen Armen (zygospondyle Artikulation) und den Formen mit einrollbaren Armen (streptospondyle Artikulation wie sie bei den Euryalae auftritt). MATSUMOTO fasste die Ophiacanthidae und besonders die Ophiomyxinae als die primitivsten der rezenten Formen auf. Von den Ophiomyxinae seien vorerst die euryalen Formen mit unverzweigten Armen abzuleiten und dann, als Kulminationspunkt dieser Entwicklungsreihe, die Euryalae mit reich verzweigten Armen (*Gorgonocephalus*). Die Hemieuryalidae werden von

MATSUMOTO nicht als primitive Formen gedeutet. Diesen Auffassungen dürften nun einige der im II. Teil beschriebenen Elemente widersprechen. Diese Elemente erinnern stark an die rezenten Hemieuryalidae. Auf der anderen Seite sind Elemente, welche zu den Ophiomyxidae gestellt werden könnten, aus mesozoischen Ablagerungen noch nicht bekannt geworden. Fast mit Sicherheit ist anzunehmen, dass die Ophiolepididae (und vor allem *Ophiomusium*-ähnliche Formen) nicht von anderen rezenten Formen hergeleitet werden können, sondern primitiv sind. Weitere Diskussionen sind aber erst möglich, wenn die mesozoischen Ophiuren viel besser bekannt sind.

7. Zur Verbreitung und Lebensweise rezenter Ophiuren

Im Hinblick auf die fossilen Vorkommen ist die geographische Verbreitung der rezenten Formen von Interesse. Die nachfolgenden summarischen Ausführungen sind weitgehend der ausführlichen Übersicht von HYMAN (1955) entnommen.

Die Ophiuren sind ausschliesslich marin, sie kommen in allen Meeren, von der Gezeitenzone bis in abyssale Tiefen (6000 m) vor. Sie können als die erfolgreichste Echinodermengruppe angesehen werden, was die horizontale Verbreitung betrifft: Die einzige litorale Echinodermenart mit weltweiter Verbreitung ist ein Schlangenstern, *Amphipholis squamata*. Mit Ausnahme der für unsere Betrachtung bedeutungslosen arktischen und antarktischen Meere sind mehrere Arten aus grösseren Tiefen ebenfalls weltweit verbreitet. Dies ist natürlich auf die gleichförmigeren Bedingungen der Tiefengewässer zurückzuführen.

Über die Salztoleranz, resp. das Vorkommen von Ophiuren in brackischem Wasser finden sich in der Literatur nur wenig Angaben. *Ophiophragmus filograneus* (LYMAN) wurde an der Südküste Floridas in Wasser von nur 7,7 ‰ Salzgehalt gefunden (THOMAS, 1961). Es ist keine andere Echinodermenart bekannt, welche einen ähnlich niederen Salzgehalt überlebt wie diese.

Die grösste Entwicklung der Litoralformen finden wir im Indopazifik (dies gilt auch für andere Echinodermen), und zwar gehören die vorkommenden Arten vor allem den Familien Ophiotricidae, Ophiocomidae, Ophiodermatidae und Ophiolepididae an. Im tieferen Wasser besonders verbreitet sind *Ophiomusium lymani* (700–4000 m), *Ophiura irrorata* (600–4300 m), *Asteronyx loveni* (100–1800 m), aber auch *Ophiernus adspersus*, *Ophiocten hastatum*, *Amphiophiura sculptilis* und *Ophiura flagellata*. Die Ophiacanthidae und die euryalen Ophiuren sind ebenfalls weitgehend bathyal und abyssal.

Die Ophiuren gehören zum vagilen Benthos. Die Litoralformen leben meist versteckt in Spalten, zwischen Coelenteraten und Tangen, unter Korallenfragmenten und Steinen, oder aber sie sind im Sand oder Schlick vergraben. Letzteres gilt besonders für die Amphiuridae. In tieferem, lichtarmem Wasser kommen aber selbst Amphiuriden frei an der Sedimentoberfläche vor (FELL, 1961). Dank ihrer biegsamen Arme sind die Ophiuren gut für eine epizoische Lebensweise ausgerüstet, und die euryalen Formen mit unverzweigten Armen (wie *Asteroschema* und *Asteronyx*) findet man denn auch gewöhnlich um koloniebildende Coelenteraten geschlungen.

In gewissen Faunengemeinschaften treten Ophiuren massenhaft auf. So bilden die im Schlick der Ostsee vergrabenen Formen *Amphiura filiformis* und *chiajei* mit ihren Armen ein dichtes Netzwerk im Boden (PETERSEN). Ein analoges fossiles Vorkommen fand sich im Callovien von La Voulte-sur-Rhône mit *Ophiopinna elegans* (HESS, 1960a).

8. Faziesabhängigkeit und Leitwert

Voraussetzung für ein Urteil über den Leitwert fossiler Ophiurenelemente ist natürlich einmal die reproduzierbare Auftrennung in definierte Arten oder wenigstens in genau definierte Formtypen und dann die Untersuchung einer grösseren Zahl von Horizonten und Fundstellen. Die bisherigen spärlichen Veröffentlichungen vermögen auf die Frage nach Faziesempfindlichkeit und Leitwert noch keine definitive Antwort zu erteilen.

In meiner Publikation über Ophiurenreste aus dem Malm (1960b) führte ich an, dass zwei Arten, nämlich *Ophiomusium* cf. *gagnebini* (THURM.) und *Ophiopinna? wolburgi* HESS der tonigen Fazies des unteren Malm folgen, also sowohl im Renggeriton (unteres Oxford) als auch in den Effingertonen (Argovien) vorkommen. Nach den weiteren, allerdings nur vorläufigen Untersuchungen, kommt *O.? wolburgi* auch im Callovienton vor, und zwar massenhaft, während *O.* cf. *gagnebini* in diesem Horizont fehlt. Aus der nachfolgenden Beschreibung der Ophiurenelemente aus dem Lias von Seewen geht hervor, dass die Ophiurenfauna zum grössten Teil der Foraminiferen- und der Ostracodenfauna parallel geht.

Es kann also nicht ohne weiteres behauptet werden, dass alle Ophiuren als Zeitmarken unbrauchbar seien. Ein grosser Teil aller Fossilien (inkl. Mikrofossilien) ist ja bis zu einem gewissen Grad faziesabhängig. Die grosse Häufigkeit einer fossilen Art (z. B. *Ophiopinna? wolburgi*) deutet auf eine besonders gute Anpassung hin, und solche Formen sind bekanntlich meist ohne Leitwert.

SUMMARY

This is an introduction to a series planned to study isolated Ophiurid ossicles as microfossils. For the time being, the examinations will be confined to sediments of the Mesozoic. Following some remarks on the technique of examination, the terminology, and the mode of illustration, the following points relating to the individual ossicles are discussed: Identification and occurrence in the sediments, variability, taxonomy, and nomenclature. It is pointed out that, in general, the lateral shields constitute the most characteristic elements. For this reason, these ossicles must serve as the basis of any species created. In the author's opinion, the establishment of species on the basis of lateral shields may be accounted for, provided that these ossicles show diagnostic features with sufficient constancy. Genera should not, however, be established on the basis of isolated ossicles. The vertebrae, while not taxonomically suitable by themselves, may nevertheless exert an auxiliary function in some cases. To an even lesser degree this is also true of the dorsal and ventral shields, the radials, the genital plates, and the half jaws. Finally, the distribution and habits of recent Ophiurids are briefly discussed, and a short preliminary review of questions regarding phylogeny and the value of Ophiurids as index fossils is presented.

LITERATURVERZEICHNIS ZUM I. TEIL

BERRY, CH. T. (1938): *Ophiurans from the Upper Senonian of South Limburg, Holland.* Jour. Pal. *12.*

ENAY, R., & HESS, H. (1963): *Sur la découverte d'Ophiures (Ophiopetra lithographica n.g. n. sp.) dans le Jurassique supérieur du Haut-Valromey (Jura méridional).* Eclogae geol. Helv. *55*/2.

FELL, H. BARRACLOUGH (1961): *The fauna of the Ross Sea, Pt. 1 – Ophiuroidea.* New Zealand Oceanogr. Inst. Mem. *18.*

HESS, H. (1960a): *Neubeschreibung von Geocoma elegans (Ophiuroidea) aus dem unteren Callovien von La Voulte-sur-Rhône (Ardèche).* Eclogae geol. Helv. *53*/1.

– (1960b): *Ophiurenreste aus dem Malm des Schweizer Juras und des Departements Haut-Rhin.* Eclogae geol. Helv. *53*/1.

– (1961): *Ophioderma escheri Heer aus dem unteren Lias der Schambelen (Kt. Aargau) und verwandte Lias-Ophiuren aus England und Deutschland.* Eclogae geol. Helv. *53*/2.

HYMAN, L. H. (1955): *The Invertebrates: Echinodermata (vol. IV).* New York (Mc Graw-Hill).

KOEHLER, R. (1922): *Ophiurans of the Philippine Seas and adjacent waters.* Bull. U.S. Nat. Mus. *100*, vol. 5.

KÜPPER, K. (1954): *Ophiuroidea aus dem Torton des Wiener Beckens.* Paläont. Z. *28.*

LYMAN, T. (1882): *Report on the Ophiuroidea.* Rept. Sci. Results Voyage Challenger, Zool. *5.*

MATSUMOTO, H. (1917): *A monograph of Japanese Ophiuroidea, arranged according to a new classification.* J. Coll. Sci. Tokyo *38*, Art. 2.

MORTENSEN, TH. (1937): *Some echinoderm remains from the Jurassic of Württemberg.* Biol. Meddel. København *13.*

MÜLLER, A. H. (1950): *Die Ophiuroideenreste aus dem Mucronatensenon von Rügen.* Geologica *5* (Berlin).

PETERSEN, C. (1918): *The sea bottom and its production of fish food.* Rept. Danish Biol. Sta. *25.*

PIETRZENUK, E. (1961): *Zur Mikrofauna einiger Liasvorkommen in der Deutschen Demokratischen Republik.* Freiberger Forschungshefte C *113* (Berlin).

POKORNÝ, V. (1958): *Grundzüge der zoologischen Mikropaläontologie.* Bd. 2 (Berlin).

RASMUSSEN, H. WIENBERG (1950): *Cretaceous Asteroidea and Ophiuroidea with special reference to the species found in Denmark.* Danmarks Geol. Undersøgelse, II, Nr. 77.

– (1951): *Cretaceous Ophiuroidea from Germany, Sweden, Spain and New Jersey.* Meddel. Dansk Geol. Foren *12.*

SIEVERTS-DORECK, H. (1958): *Spezielle Arbeitsgebiete der Mikropaläontologie: 3. Echinodermen.* In: H. Freund (ed.), Handbuch der Mikroskopie in der Technik, Bd. II, Teil 3 (Frankfurt).

THOMAS, L. P. (1961): *Distribution and salinity tolerance in the amphiurid brittlestar, Ophiophragmus* (LYMAN, 1875). Bull. Mar. Sci. Gulf and Caribbean *11* (1).

WOLBURG, J. (1939): *Skelettreste von Ophiuren aus dem deutschen Lias, ihre systematische Zugehörigkeit und Bedeutung als Mikrofossilien.* Paläont. Z. *21.*

II. DIE OPHIUREN AUS DEM LIAS (PLIENSBACHIEN-TOARCIEN) VON SEEWEN (KT. SOLOTHURN)[1])

Mit 142 Textfiguren

INHALTSVERZEICHNIS

1. Stratigraphie 610
2. Fossilinhalt und Datierung der drei Schichten A, B und C 610
3. Paläogeographie der besprochenen Schichten 612
4. Die Ophiurenelemente von Schicht A (Pliensbachien) 613
   4.1 *Palaeocoma gaveyi* (Wright) 613
   4.2 *Ophiomusium solodurense* n. sp. 620
   4.3 *Ophiacantha ? dorecki* n. sp. 622
   4.4 *Ophiopinna ? helvetica* n. sp. 623
   4.5 *Hemieuryale ? lunaris* n. sp. 627
   4.6 Lateralschilder «Seewen Typ I A» 633
   4.7 Lateralschilder «Seewen Typ II A» 635
   4.8 Unsicher klassifizierbare Wirbel 635
   4.9 Mundeckstücke 635
   4.10 Ventralschilder 637
   4.11 Dorsalschilder 637
   4.12 Radialschilder 637
   4.13 Bursalspangen (radiale und interradiale) 639
   4.14 Armstacheln 639
5. Die Ophiurenelemente von Schicht B (Toarcien, mit Pliensbachienelementen) . . . 640
   5.1 *Ophiomusium scabrum* n. sp. 640
   5.2 *Ophiomusium solodurense* n. sp. 640
   5.3 *Ophiopinna ? helvetica* n. sp. 640
   5.4 *Hemieuryale ? lunaris* n. sp. 640
   5.5 *Palaeocoma gaveyi* (Wright) 643
   5.6 *Ophiacantha toarcensis* n. sp. 643
   5.7 Lateralschilder «Seewen Typ I B» 643
   5.8 Lateralschilder «Seewen Typ II B» 644
   5.9 Lateralschilder «Seewen Typ III B» 644
   5.10 Unsicher klassifizierbare Wirbel 644
   5.11 Mundeckstücke 644
   5.12 Ventralschilder 646
   5.13 Dorsalschilder 646
   5.14 Radialschilder 646
   5.15 Bursalspangen (radiale und interradiale) 646
   5.16 Armstacheln 646
6. Die Ophiurenelemente von Schicht C (Toarcien, mit Pliensbachien-Elementen) . . . 647
   6.1 *Ophiomusium scabrum* n. sp. 647
   6.2 *Ophiacantha ? toarcensis* n. sp. 649
   6.3 *Ophiopinna ? helvetica* n. sp. 649
   6.4 *Palaeocoma gaveyi* (Wright) 652
   6,5 Lateralschilder «Seewen Typ II B» 652
   6,6 Lateralschilder «Seewen Typ III B» 652

[1]) Subventioniert vom Schweizerischen Nationalfonds zur Förderung der wissenschaftlichen Forschung.

6,7 Lateralschilder «Seewen Typ I C» 652
6.8 Unsicher klassifizierbare Wirbel 652
6.9 Mundeckstücke 654
6.10 Ventralschilder 654
6.11 Dorsalschilder 654
6.12 Radialschilder 654
6.13 Bursalspangen (radiale und interradiale) 654
6.14 Armstacheln 654
7. Versuch zur wahren stratigraphischen Einstufung der vorgefundenen Ophiuren-Arten 655
Summary 655
Literaturverzeichnis zum II. Teil 656

1. Stratigraphie

Der Aufschluss liegt im Bachbett bei der Säge S Seewen (Neue Landeskarte Blatt 1087, Koord. 617.00/252.4). Die Stelle ist im Geologischen Atlas der Schweiz, Blätter Laufen, Bretzwil, Erschwil und Mümliswil, Koord. 617/252,5, eingezeichnet; ein Profil der häufigen Rutschungen ausgesetzten Schichtserie ist noch nicht veröffentlicht. Durch eine Schürfung legte ich am linken Bachufer einen Teil des Schichtpaketes frei, an einer Stelle, welche in einem Tonmergelband (Schicht 6 des folgenden Profils) eine gut erhaltene Ammonitenfauna geliefert hatte. Die etwa 15° S einfallenden Schichten zeigten von unten nach oben folgendes Profil:

1. Blättrige, graue Mergel, Bachbett.
2. 20–25 cm Blaugraue Kalkbank, eine Schwelle im Bachbett bildend.
3. 50–60 cm Dunkelblauer, etwas sandiger Mergel. Belemniten, *Chlamys textorius* Goldf.
4. 15 cm Blaugraue Kalkbank.
5. 20–30 cm Dunkelblauer Mergel, sandiger und härter als Schicht 3. Belemniten. Dieser Mergel geht ohne scharfe Grenze in die folgende Schicht über.
6. 10 cm Tonmergel, unten hellblau, oben gelblich, im folgenden als *A* bezeichnet.
7. 30 cm Zwei gelbe, etwas sandige Kalkbänke mit einer unregelmässig verlaufenden Toneinlagerung. Die Oberfläche der oberen, etwas rostartig anwitternden Bank ist mergelig ausgebildet und enthält massenhaft Belemniten («Belemnitenschlachtfeld»). Die Toneinlagerung wird im folgenden als *B* bezeichnet.
8. 30 cm aufgeschlossen: Zäher, fetter, graubrauner Ton, im folgenden als *C* bezeichnet.

2. Fossilinhalt und Datierung der drei Schichten A (Nr. 6), B (Nr. 7) und C (Nr. 8)

Schicht A lieferte neben zahlreichen Belemniten eine gut erhaltene Ammonitenfauna mit *Androgynoceras capricornum* (Schl.), *Prodactylioceras davoei* (Sow.), *Amaltheus margaritatus* (Montf.), *Amaltheus* sp. und Lytoceraten[2]). Mit Ausnahme von *A. capricornum* fehlten den meisten Ammoniten die Innenwindungen. Es wurden nur mehr oder weniger pyritisierte Steinkerne gefunden, welche häufig ein «ausgelaugtes» Aussehen aufweisen.

Zur Isolierung der Mikrofossilien wurde eine Probe von ca. 10 kg geschlämmt, welche einen recht grossen Gesteinsrückstand ergab. In diesem waren Glaukonit-

[2]) Die Ammonitenbestimmungen verdanke ich Dr. F. Wiedenmayer.

körner häufig. Die Ostracoden- und Foraminiferen-Bestimmungen, welche ich (für alle Proben) Dr. H. J. OERTLI (Pau) verdanke, ergaben folgendes Bild:

Ostracoden: *Hungarella amalthei* (QUENST.)
Hungarella n. subgen. n. sp.
Hungarella n. sp.
Nairdia sp.

Foraminiferen: *Ammobaculites agglutinans* (D'ORB.)
Astacolus splendens (TERQ.)
Astacolus matutina (D'ORB.)
Dentalina matutina (D'ORB.)
Frondicularia brizaeformis BORN.
– *pulchra* TERQ.
Marginulina prima D'ORB.
Planularia ornata (TERQ.)
– aff. *inaequistriata* (TERQ.)
– *pulchra* (TERQ.)
Pseudoglandulina abbreviata (BORN.)
– *pupoides* (BORN.)

Die Ostracoden-Assoziation ist nach Dr. OERTLI typisch für oberstes «Domérien» (z. B. in der Lorraine), die Foraminiferen sprechen für mittleren Lias. Die Ammoniten entstammen Zonen des unteren und oberen Pliensbachien[3]).

Von Schicht B wurde nur etwa 1 kg Material geschlämmt. Die Kalkbänke, welche diese Toneinlagerung umschliessen, lieferten an Ammoniten: Lytoceraten, *Amaltheus margaritatus* und *Protogrammoceras normannianum* (D'ORB.). *Pr. normannianum* in Form eines Bruchstückes stammt nicht aus dem Anstehenden, dürfte aber mit ziemlicher Sicherheit aus Schicht B kommen. Der Schlämmrückstand war ziemlich pyritreich, Glaukonitkörner waren vorhanden, aber bei weitem nicht so zahlreich wie in Schicht A. Interessant ist die Tatsache, dass einige Ophiurenelemente Glaukonitkörner tragen, so drei der 4 Lateralschilder von *Ophiomusium solodurense* n. sp., ein Lateralschild von *Ophiopinna? helvetica* n. sp. und der grosse Wirbel von *Palaeocoma gaveyi* (WR.) (siehe Fig. 92).

Die Ostracoden- und Foraminiferenfauna ist die folgende:

Ostracoden: *Hungarella* n. sp. (P)
Hungarella amalthei (QUENST.) (P)
Procytheridea sermoisensis APOSTOLESCU, 1959 (T)
– sp. I APOSTOLESCU 1959 (T)
Cytherella toarcensis BIZON, 1960 (T)
Cytherella sp. (T)
Monoceratina scrobiculata TRIEBEL & BARTENSTEIN, 1938 (T)

Foraminiferen: *Frondicularia pulchra* TERQ. (mittl. Lias)
Marginulina prima D'ORB. (mittl. Lias)
– cf. *radiata* (TERQ.) (mittl. Lias)
Nodosaria mutabilis (TERQ.) (mittl. Lias)
Falsopalmula cf. *deslongchampsi* (TERQ.) (ob. Lias)

---

[3]) Stratigraphische Nomenklatur nach ARKELL (1956).

Lenticulina d'orbignyi (ROEMER) (ob. Lias)
– *bochardi* (TERQ.) (ob. Lias)
Planularia cordiformis (TERQ.) (ob. Lias)
Pseudocitharina longuemari (TERQ.) (ob. Lias)

Sowohl die Ostracoden als auch die Foraminiferen stellen Mischfaunen dar (P = Pliensbachien, T = Toarcien).

In Schicht C wurde an Makrofossilien nur ein Ammonitenbruchstück gefunden (*Protogrammoceras* sp.). Die etwa 10 kg geschlämmter Ton warfen nur wenig Gesteinsrückstand ab, in welchem glimmerhaltige Fragmente, meist in Form von Plättchen, dominierten.

An Ostracoden und Foraminiferen wurden festgestellt:

Ostracoden: *Hungarella amalthei* (QUENST.) (P)
Healdia? etaulensis (APOSTOLESCU, 1959)
«*Hutsonia*» *decorata* APOST., MAGNE & MALMOUSTIER, 1961 (T)
Procytheridea sermoisensis APOST., 1959 (T)

Foraminiferen: *Frondicularia bicostata* D'ORB. (mittl. Lias)
– *brizaeformis* BORN. (mittl. Lias)
Marginulina prima D'ORB. (mittl. Lias)
Falsopalmula tenuistriata (FRANKE) (ob. Lias)
Lenticulina d'orbignyi (ROEMER) (ob. Lias)
– *polygonata* FRANKE (ob. Lias)
– *muensteri* (ROEMER) (ob. Lias)

Wie in Schicht B kommt also auch hier eine Mischfauna von mittlerem Lias (resp. ob. Pliensbachien) und oberem Lias (resp. Toarcien) vor.

In allen drei Proben waren die Ophiuren bei weitem die häufigsten Echinodermenreste, während die übrigen vier Echinodermenklassen stark in den Hintergrund traten. Auffällig ist die verhältnismässig grosse Zahl von Seestern-Augenplättchen sowie einige Holothurienrädchen in Schichten B und C, dann einige gelappte Seesternplättchen (Asteriidae) in Schicht A. An Crinoidenresten wurden gefunden: Stiel- und Armglieder von *Balanocrinus subteroides* (QUENST.) (Schichten A–C), tönnchenförmige und bedornte Stielglieder von Cyrtocriniden (ohne Zirrensockel und mit den typischen Fazetten dieser Ordnung, A–C), Stiel- und vielleicht Armglieder einer nicht näher bestimmten *Isocrinus*-Art (A–C). Die Echinidenreste kamen in allen Proben nur ganz vereinzelt vor (Kieferhälften, Warzen, Stacheln). Erwähnenswert ist schliesslich noch das Auftreten von Fischzähnchen (A–C).

3. Zur Paläogeographie der besprochenen Schichten

Nach dem Befund, welcher von der Ammonitenfauna geliefert wird, ist Schicht A ein Kondensationshorizont. Wie weit das Liegende (Nr. 1–5 des Profils) ebenfalls kondensiert ist, kann mangels paläontologischer Untersuchung nicht gesagt werden. Der Glaukonitgehalt von Schicht A und die Erhaltung der Ammoniten als «ausgelaugte» Steinkerne lassen einen Sedimentationsunterbruch vermuten.

Die Mischfaunen der Schichten B und C deuten auf eine Aufarbeitung des sehr geringmächtigen Kondensationshorizontes durch das Toarcienmeer. Danach

müssen auch die Ophiurenfaunen von B und C gemischt sein. Hier sind die erwähnten Ophiurenelemente mit Glaukonitkörnern von besonderem Interesse: dieses Mineral wurde ausschliesslich an Elementen von auch in Schicht A vorkommenden Arten festgestellt. Ein unter diesem Gesichtspunkt unternommener Versuch zur wahren stratigraphischen Verbreitung der vorgefundenen Ophiurenarten findet sich am Schluss der vorliegenden Arbeit.

4. Die Ophiurenelemente von Schicht A (Pliensbachien)

4.1 *Palaeocoma gaveyi* (WRIGHT)

Auf Grund einer früheren Arbeit (HESS, 1961 b) können die meisten Elemente dieser Art eindeutig klassifiziert werden Sie fallen schon allein durch ihre Grösse auf.

Lateralschilder (124 Stück, Fig. 1–5)

Die schwache Krümmung der hohen und grossen Schilder, sowie der kräftige Wulst auf der Innenseite sind gute diagnostische Merkmale. Die gegenseitige Artikulation der Schilder erfolgte vermittels einer Reihe von länglichen Höckern auf der Innenseite (Distalrand) und – weniger gut ausgebildet – auch auf der Aussenseite (Proximalrand). Die genannten Merkmale sind bei allen Schildern sehr ähnlich entwickelt. Anders verhält es sich mit den Stachelansatzstellen, auf Grund deren Zahl und Lage eine Reihe von Gruppen unterschieden werden kann. Diese Ansatzstellen sind als Kerben ausgebildet, auf deren Grund die Gelenkung zum Ansatz des Stachels liegt (Fig. 5, di). Diese Gruppen sind die folgenden:

a) Keine deutlichen Kerben, resp. sehr seichte Ansatzstellen, Distalrand mehr oder weniger glatt. Zahl: 18. Fig. 1.
b) 1 Kerbe ventral. 12 Schilder, alle von erwachsenen Individuen oder aus dem proximalen Armbereich stammend. Fig. 2.
c) 2 Kerben ventral. 8 Schilder, darunter ein distales. Fig. 3.
d) 2 Kerben. 1 kleineres, distales Schild.
e) 1 Kerbe dorsal und 1 Kerbe ventral. 1 Schild.
f) 3 Kerben. 3 kleinere Schilder: 2 distale und eines aus dem mittleren Armbereich.
g) 2 Kerben ventral und 1 Kerbe dorsal. 6 Schilder, darunter 1 kleineres aus dem mittleren Armbereich und 1 distales.
h) 2 Kerben dorsal und 1 Kerbe ventral. 1 Schild.
i) 4 Kerben (kontinuierlich). 9 Schilder, darunter eines aus dem mittleren Armabschnitt und 3 proximale, von kleineren Individuen stammende.
k) 2 Kerben ventral und 2 Kerben dorsal. 6 Schilder. Fig. 4.
l) 5 Kerben in kontinuierlicher Reihe. 7 Schilder, darunter 2 proximale, nicht besonders grosse und 5 Schilder aus dem mittleren Armbereich.
m) 6 Kerben, kontinuierlich. 6 Schilder, darunter ein kleineres proximales Schild und 5 grosse, hohe und kurze Schilder (proximale Schilder erwachsener Individuen) Fig. 5.
n) 8 Kerben (kontinuierlich). 1 grosses, proximales Schild.
o) Rand undeutlich, resp. Schilder abgerollt oder beschädigt. 38 Stück.

Das Material umfasst die beiden Arten von ontogenetisch bedingter Variabilität, also proximale Schilder von jugendlichen Individuen (i) und distale

Schilder von erwachsenen Individuen (c, d, f, g). Von bedeutend grösserem Interesse ist aber das Auftreten der grossen individuellen Variabilität in der Zahl der Stacheln. Ein Teil dieser Variabilität ist in den Figuren 1–5 dargestellt. Wie bei *Palaeocoma gaveyi* (vgl. HESS, 1961 b, Fig. 21) dürfte der glatte Distalrand

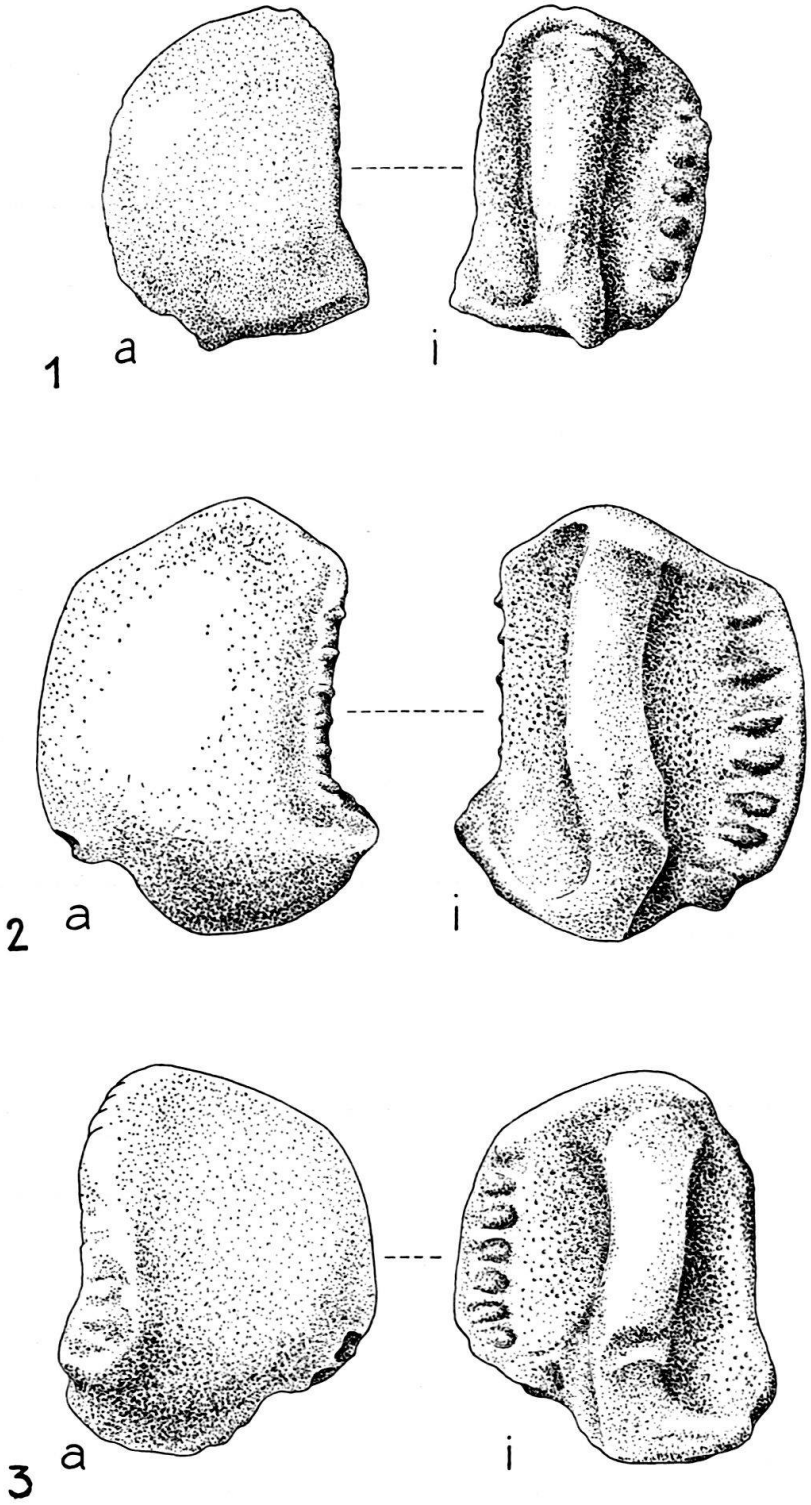

Fig. 1–3. Lateralschilder von *Palaeocoma gaveyi* (WRIGHT), Pliensbachien (Schicht A), Seewen. × 20. Naturhistorisches Museum Basel M 5766–5768. a = Aussenansicht, i = Innenansicht.

von kleinen Schuppen besetzt gewesen sein, und zwar sowohl der ganze Rand der Gruppe a) wie auch der über den ventralen Kerben auftretende, z. B. bei der Gruppe c). Solche Schuppen und Lücken zwischen den Stacheln finden sich bei rezenten *Ophiura*-Arten nicht selten (vgl. CLARK, 1911, Fig. 20, 25, 28, 29 u. a.).

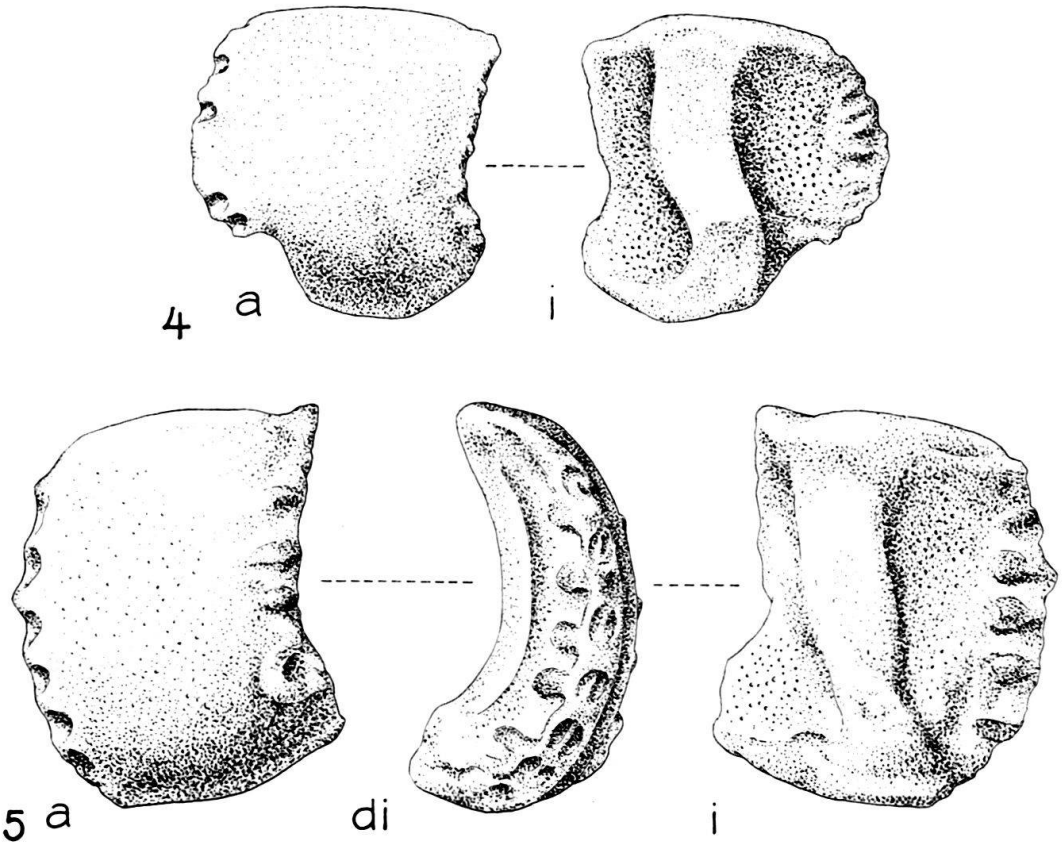

Fig. 4, 5. Lateralschilder von *Palaeocoma gaveyi* (WR.), Pliensbachien (Schicht A), Seewen. × 20. Museum Basel M 5769–5770. = di distal.

Wirbel (51 Stück, Fig. 6–11)

Selbst die distalen Wirbel dieser Art sind unverkennbar. Fig. 6 zeigt den einzigen vorgefundenen Mundwirbel. Er besitzt die typischen dorsalen und ventralen Gelenkhöckerpaare auf der Proximalseite. Die beiden dorsalen und der ventrale Gelenkhöcker der Distalseite sind zu einem vogelähnlichen Gebilde verwachsen. Sehr deutlich ist der Kanal für den Durchtritt des radiären Wassergefässes sichtbar (w). Eine recht ähnliche Distalseite besitzt der in Fig. 7 abgebildete Wirbel. Er ist etwas verdrückt und stammt aus dem proximalen Armbereich. Der dorsale Gelenkhöcker der Proximalseite (pr: gd) ist flaschenartig lang. Am massiven, proximalen Wirbel von Fig. 8 treffen wir recht andersartige Gelenkflächen. Besonders die distale Fläche ist leistenartig, und die beiden dorsalen wie der ventrale Gelenkhöcker sind nur schwach ausgebildet. Die Entwicklung der Gelenkflächen des in Fig. 7 abgebildeten Wirbels aus denjenigen des in Fig. 8 abgebildeten lässt sich aber bei aller Verschiedenheit doch unschwer erraten.

Fig. 9 und 10 stellen Wirbel aus dem mittleren Armbereich eines mittelgrossen (9), resp. eines kleinen Individuums (10) dar. In Fig. 11 schliesslich ist ein distaler

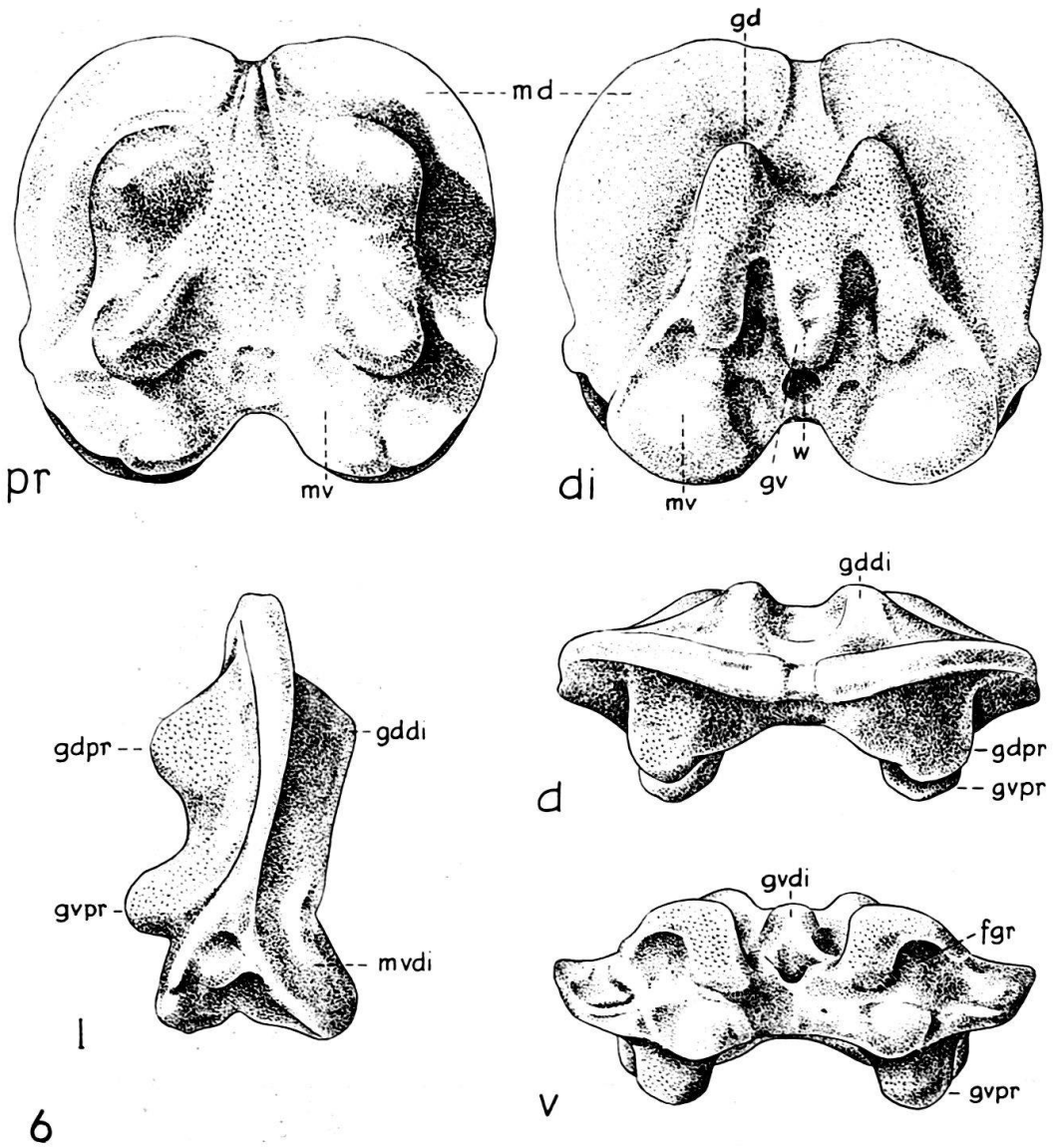

Fig. 6. Mundwirbel von *Palaeocoma gaveyi* (Wr.), Pliensbachien (Schicht A), Seewen. × 20. Museum Basel M 5771.

pr = proximal, di = distal, l = lateral (Seitenansicht), d = dorsal, v = ventral, m = Muskelansatzfläche, g = Gelenkhöcker, w = Kanal für den Durchtritt des radiären Wassergefässes, fgr = Füsschengrube.

Wirbel dargestellt, dessen Gelenkflächen ähnlich denen des in Fig. 7 abgebildeten Wirbels sind.

Als charakteristische Merkmale auch der distalen Wirbel können genannt werden: Die ausgeprägte, scharf eingeschnittene Dorsalrinne und der Wulst auf den Seitenflächen. Dieser Wulst ist auf den proximalen Schildern (Fig. 7 und 8) schmal und wird auf den distalen Schildern sehr breit.

Ventral- und Dorsalschilder (Fig. 49–51, 52, 55)

Ventralschilder welche zu *P. gaveyi* gehören, fanden sich insgesamt 12. Drei dieser Schilder aus fortschreitend distalen Armbereichen sind in Fig. 49–51 dargestellt.

Dorsalschilder, welche dieser Art angehören, fanden sich nur 4. Eines davon ist flach und breit (Fig. 52), es dürfte – wie ein Vergleich mit *P. escheri* zeigt (HESS, 1961b, Fig. 2) – von der Armbasis stammen. Dabei ist der breitere Rand (in der Zeichnung nach oben) der Distalrand und der schmale der Proximalrand. Das zweite abgebildete Dorsalschild (Fig. 55) ist dünn und besitzt einen etwas eingebuchteten Distalrand, es stammt aus dem proximalen Armbereich. Die zwei restlichen Schilder gehörten dem mittleren, resp. distalen Armabschnitt an.

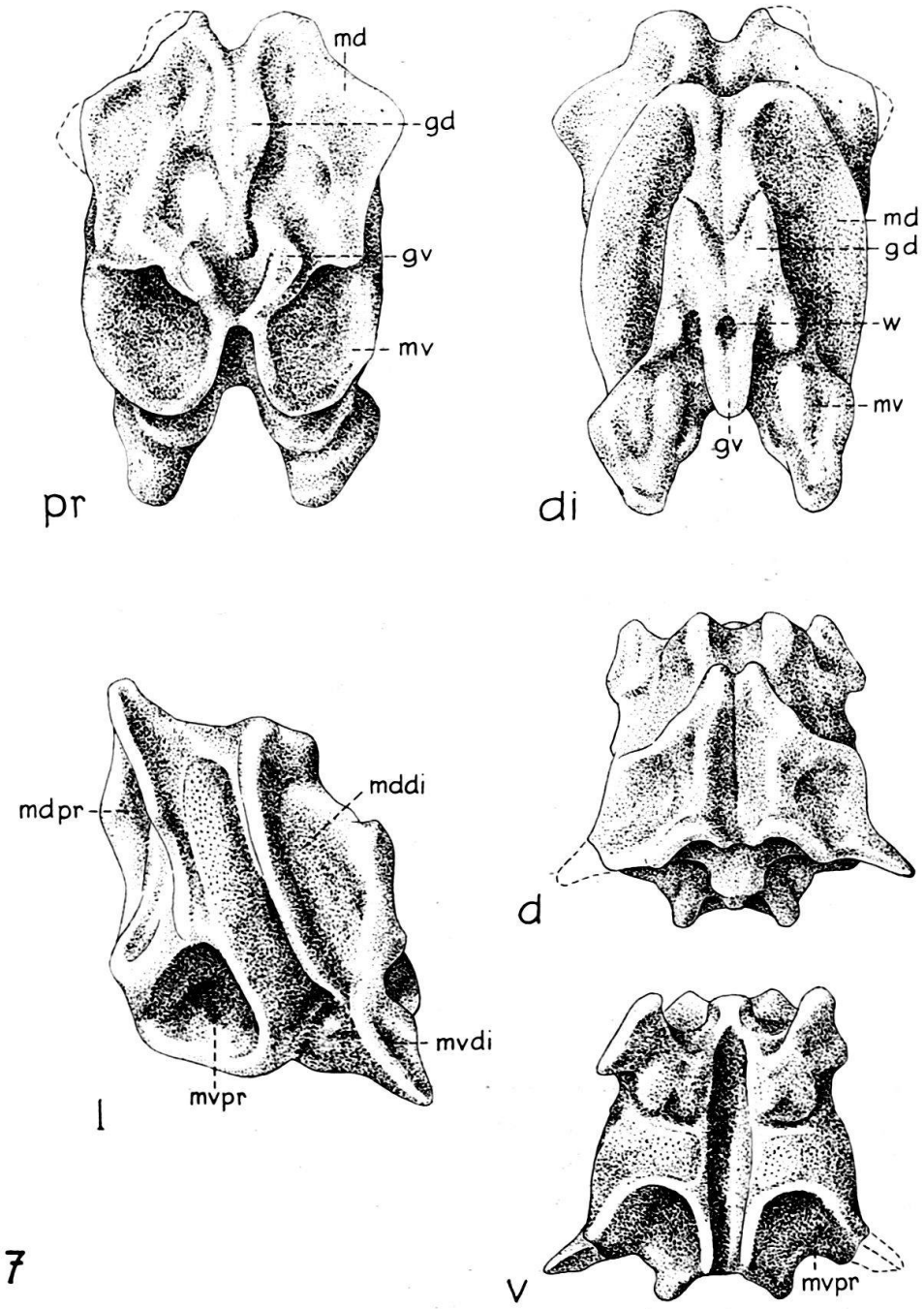

Fig. 7. Proximaler Wirbel von *Palaeocoma gaveyi* (WR.), Pliensbachien (Schicht A), Seewen. × 20. Museum Basel M 5772.

Radialschilder (Fig. 59, 60)

Mit ziemlicher Sicherheit gehören die in Fig. 59 und 60 abgebildeten Radialschilder ebenfalls zu *Palaeocoma gaveyi*. Auf dem grösseren Schild ist ein mit feinen Poren versehener Randsaum sichtbar, diese Zone ist beim kleineren Schild (jugendliches Individuum) bedeutend grösser. Diese Ränder waren zu Lebzeiten der Tiere sehr wahrscheinlich von der Granulation der Scheiben-Dorsalseite bedeckt, wie dies an einer Dorsalseite von *Palaeocoma egertoni* beobachtet werden kann (siehe

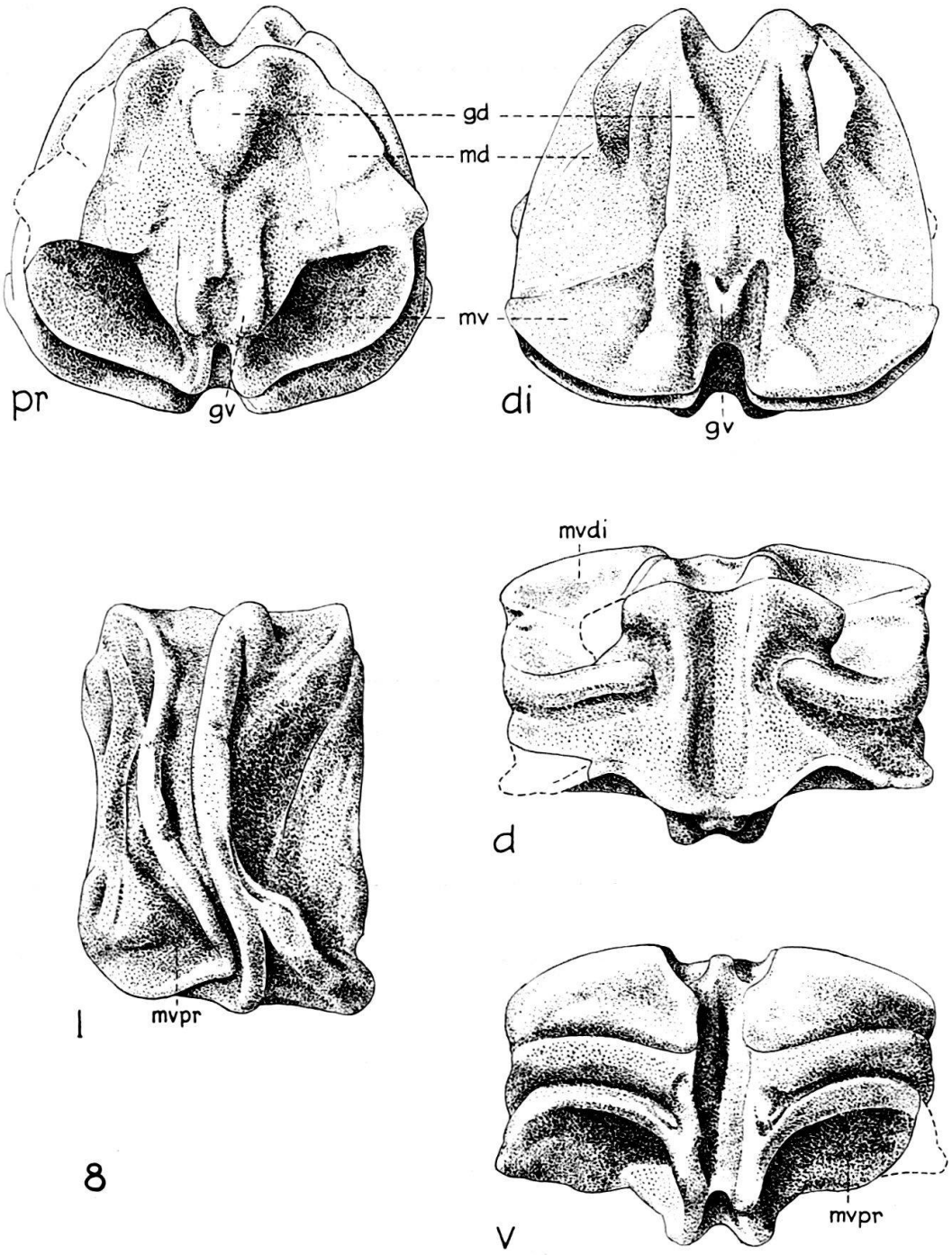

Fig. 8. Proximaler Wirbel von *Palaeocoma gaveyi* (Wr.), Pliensbachien (Schicht A), Seewen. × 20. Museum Basel M 5773.

HESS, 1961b, Fig. 16). Es lässt sich nicht mit Sicherheit angeben, ob unter den insgesamt 43 gefundenen Radialschildern noch weitere zu *P. gaveyi* gehören (siehe 4.12.1).

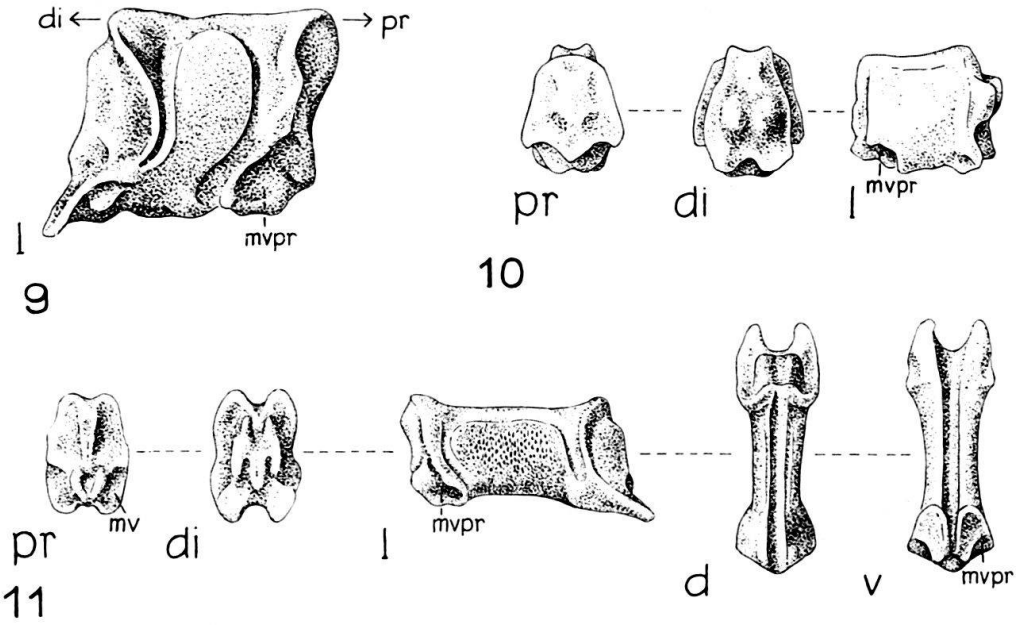

Fig. 9–11. Wirbel von *Palaeocoma gaveyi* (WR.), Pliensbachien (Schicht A), Seewen. × 20. Museum Basel M 5774–5776.
Fig. 9, 10: Wirbel des mittleren Armabschnittes, Fig. 11: distaler Wirbel.

Begründung der Klassifizierung

Nach ihren Grössenverhältnissen und ihrer Ausbildung gehören die beschriebenen Elemente zu einer *Palaeocoma*-Art.

Unter den dieser Gattung angehörenden Arten besitzt nur *P. gaveyi* aus der *davoei*-Zone vom Mickleton-Tunnel (Gloucestershire) vergleichbare Lateralschilder, besonders was die Variabilität der Stachelansatzstellen anbetrifft (vgl. HESS, 1961b, Fig. 20–21). Ein weiteres übereinstimmendes Merkmal sind die dünnen Dorsalschilder.

Beziehungen zu anderen Arten

Die Beziehungen von *P. gaveyi* zu den übrigen zusammenhängend erhaltenen Lias-Palaeocomen habe ich bereits früher besprochen[4]). Die von JÖRG (1941) in Fig. 1 und 2 abgebildeten Wirbel zeigen eine grosse Ähnlichkeit mit unseren in Fig. 6 und 7 abgebildeten Wirbeln, so dass die Gattungszugehörigkeit der Muschelkalk-Ophiuren ausser Zweifel steht. Von JÖRG sind keine Lateralschilder beschrieben worden, und zur Abgrenzung der Arten reichen die Wirbel natürlich nicht aus.

[4]) Zu dieser Übersicht sind die von TERQUEM & PIETTE (1865) beschriebenen Funde nachzutragen. Diese umfassen zwei Ventralseiten. Die eine, kleinere, wurde als *Ophioderma gaveyi* WR. bezeichnet, die grössere als *Ophioderma verneuili* TERQ. & PIETTE. Beide stammen aus dem Hettangien (Zone der *Schlotheimia angulata*) von Charleville. Nach den Abbildungen dürfte es sich um die gleiche Art handeln, und zwar um *Palaeocoma escheri* (HEER), da die Distalränder der Lateralschilder bei dieser Art ausgesprochen gezackt sind. Bei *Ophioderma gaveyi* schreiben die Autoren von «pièces latérales marquées au bord postérieur de cinq ou six petites dentelures» und bei *O. verneuili* von «4 ou 5 grandes dents pectinées, qui supportaient les épines».

Der von WOLBURG (1939) in Abb. 6 gezeigte Wirbel ist sehr ähnlich unserem in Fig. 8 abgebildeten (unter Berücksichtigung dass WOLBURG den Wirbel falsch orientierte, siehe HESS, 1961b, S. 789). Wiederum lässt sich ohne die Kenntnis der Lateralschilder nichts über eine eventuelle Artgleichheit aussagen.

4.2 *Ophiomusium solodurense* n. sp.

Lateralschilder (712 Stück, Fig. 12–16)

Die Lateralschilder dieser Art sind die häufigsten Ophiurenelemente von Schicht A.

Die recht grossen Schilder besitzen eine glatte Aussenfläche, nur bei zwei Schildern ist diese etwas rauh. Die Stachelwarzen sind in Zahl und Grösse recht variabel. Einige Schilder tragen 6 Warzen (Fig. 13), die grösseren proximalen Schilder aber meist 5 Warzen mit rudimentären Stacheln (Fig. 12). Es kommen aber auch proximale Schilder mit nur drei Warzen vor, diese stehen dann ventral gedrängt (Fig. 14). Auf den distalen Schildern beträgt die Zahl der Stachelwarzen meist 3 (Fig. 15, 16). Die Warzen sind zum Teil sehr klein und narbenartig, meist nicht grösser als bei dem in Fig. 12 abgebildeten Schild. Ein gutes diagnostisches Merkmal ist die fein granulierte, schmale Zone zwischen Distalrand und Stachelansatzstellen. Im übrigen sind die Schilder relativ stark gewölbt. Sie stiessen oben und unten zusammen, der Raum für die Wirbel war also beschränkt. Tentakelporen sind auch an den proximalen Schildern nicht entwickelt.

Wirbel (19 Stück, Fig. 36–39)

Die Zahl der mit Sicherheit zu *Ophiomusium solodurense* n. sp. gehörenden Wirbel ist gering, möglicherweise gehören aber auch noch einige langgestreckte distale oder schlecht erhaltene Wirbel zu dieser Art. Diese sind aber nicht sicher klassifizierbar. Durch die massive Entwicklung der Lateralschilder konnten die Wirbel des mittleren und distalen Armabschnittes nur schmal und langgestreckt gewesen sein, und wahrscheinlich hätte die nicht vollständig ausgesuchte feine Fraktion des Schlämmrückstandes noch eine Anzahl solcher Wirbel geliefert.

Die Wirbel sind schmal und hoch, in der Seitenansicht sattelförmig, mit stark aufgeworfener Distalfläche. Der auf den Seitenflächen vorkommende Wulst stellt ein gutes diagnostisches Merkmal dar. Dieser Wulst kommt in Schicht A nur noch bei den völlig verschiedenen *Palaeocoma*-Wirbeln vor.

Begründung der Klassifizierung

Die massiven, gewölbten Lateralschilder, welche nur wenig Raum für die Wirbel lassen, sind typisch für die Gattung *Ophiomusium*. Das gleiche gilt für die Abwesenheit von Tentakelporen und die Tatsache, dass sich die Lateralschilder oben und unten getroffen haben müssen. Schliesslich sprechen auch die kleinen Stachelwarzen mit den rudimentären Stacheln für diese Zuweisung. Die Zuordnung der 19 schmalen Wirbel zu diesen Lateralschildern bereitet keine Schwierigkeiten.

Vergleich mit fossilen Arten

Aus dem Lias sind noch keine *Ophiomusium*-Arten beschrieben worden. Es ist aber möglich, dass der von WOLBURG (1939) auf Taf. 2, Fig. 12 abgebildete Wirbel

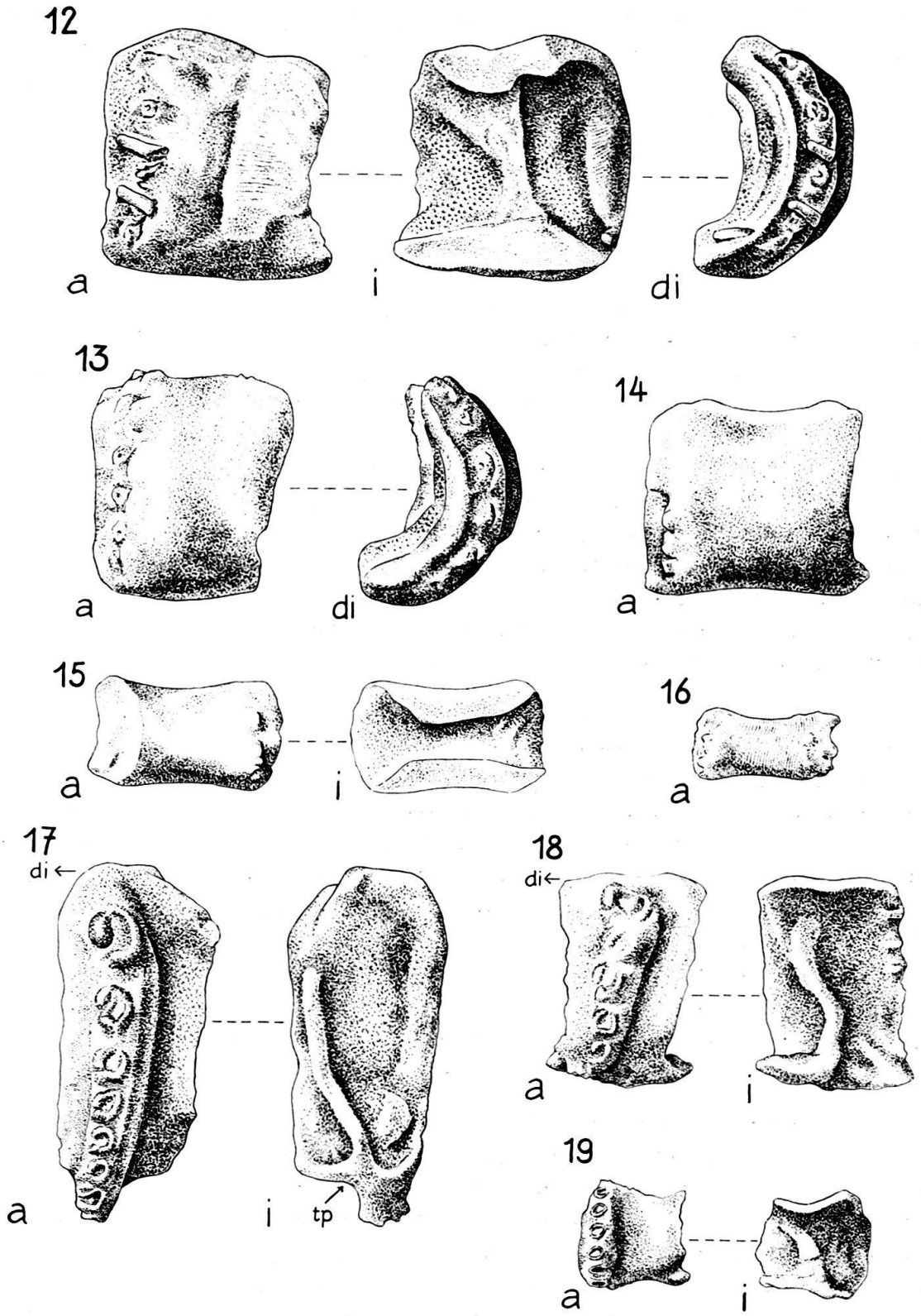

Fig. 12–19. Lateralschilder, Pliensbachien (Schicht A), Seewen. × 20. Museum Basel M 5777–5784.
Fig. 12–16. *Ophiomusium solodurense* n. sp., Fig. 12–14: proximale Schilder, Fig. 15: Schild aus mittlerem Armbereich, Fig. 16: distales Schild, Fig. 12 = Holotypus, Museum Basel M 5777.
Fig. 17–19: *Ophiacantha? dorecki* n. sp., Fig. 17, 18: proximale Schilder, Fig. 19: Schild aus mittlerem bis distalem Armabschnitt, Fig. 17 = Holotypus, Museum Basel M 5782.
tp = Einschnitt für Tentakelpore.

(und vielleicht noch weitere Wirbel dieser Tafel) gleichfalls zu *Ophiomusium* gehört. Das gleiche gilt für den von PIETRZENUK auf Taf. XII, Fig. 9, abgebildeten Wirbel. Das von der gleichen Autorin auf Taf. XIII, Fig. 7 dargestellte Lateralschild scheint ebenfalls einer *Ophiomusium*-Art anzugehören. Welcher, ist nicht zu entscheiden, da nur die Innenansicht gegeben wird. Alle diese Funde sind nicht benannt.

Die nächst jüngere *Ophiomusium*-Art ist *O. ferrugineum* BOEHM aus dem süddeutschen und nordschweizerischen Dogger (Ferrugineus-Schichten von Vögisheim und Variansschichten von Liestal). Abgesehen davon, dass diese Art kleiner ist, zeichnen sich deren Lateralschilder durch eine starke proximale Einschnürung und noch stärker rudimentäre Stachelansatzstellen aus. Ferner sind die Tentakelporen weiter in den Arm hinaus entwickelt. Das gleiche gilt auch für die Malm-Art *Ophiomusium* cf. *gagnebini* (vgl. HESS, 1961 b)[5]).

Diagnose von Ophiomusium solodurense n. sp.

Lateralschilder der Gattung *Ophiomusium*, welche eine glatte Aussenfläche und meist 5 kleine, knötchenartige Stachelwarzen besitzen. Fläche zwischen Warzen und Distalrand fein granuliert. Stacheln sehr kurz, höchstens $^1/_4$ so lang wie ein Lateralschild. Tentakelporen auf die Segmente der Scheibe oder Armbasis beschränkt. Wirbel schmal und hoch, in Seitenansicht sattelförmig, mit Wulst auf der Seitenfläche.

Derivatio nominis: Nach dem Fundort Seewen, Kt. Solothurn.

Typus: Das in Fig. 12 abgebildete Lateralschild. Museum Basel M 5777.

Locus typicus: Seewen, Kt. Solothurn.

Stratum typicum: Pliensbachien.

4.3 *Ophiacantha? dorecki* n. sp.

Lateralschilder (37 Stück, Fig. 17–19)

Die Schilder zeichnen sich durch sehr kräftige, hufeisenförmige und auf einem Wulst stehende Stachelwarzen aus. Proximalwärts des Wulstes sind die Schilder stark eingeschnürt. Die Zahl der Stachelwarzen beträgt meist 7–8. Am hohen proximalen Schild von Fig. 17 und am mehr distalen Schild eines jüngeren Exemplars (Fig. 19) sind 8 Warzen vorhanden (aber nicht so viel von aussen sichtbar), das in Fig. 18 dargestellte Schild weist deren 7 auf. An einem ähnlichen Schild wie dem in Fig. 17 abgebildeten sind sogar 11 Warzen sichtbar. An den proximalen Schildern ist die dorsalste Warze die grösste. Die Aussenflächen sind praktisch nicht skulptiert. Auf der Innenseite fällt ein deutlicher Wulst auf. An praktisch allen Schildern sind Aussparungen für die Tentakelporen vorhanden. Nach den

[5]) Hier muss noch *Ophiolepis Murravii* (FORBES) aus dem mittleren Lias von Staithes (Yorkshire) erwähnt werden. Diese Art scheint gleichfalls der Gattung *Ophiomusium* anzugehören. Die drei von WRIGHT (1866) gegebenen Abbildungen (Taf. 14, Fig. 1, 2, Taf. 17, Fig. 2–4 und Taf. 19, Fig. 2) zeigen zum Teil bis weit in den Arm hinaus reichende Tentakelporen, zum Teil aber nicht. In der Beschreibung erwähnt WRIGHT an einer Stelle (S. 151), dass die Lateralschilder grosse Stacheln getragen hätten, an einer anderen Stelle (S. 152) aber, dass die Lateralschilder aufgeblasen seien, und zahlreiche kleine Stacheln getragen hätten. Klarheit kann nur die geplante Untersuchung der Originalien bringen. Nach brieflicher Mitteilung von Herrn OWEN (British Museum) ist der Aufbewahrungsort des Holotyps von FORBES nicht bekannt.

Umrissen dürften die Lateralschilder auf der Ventralseite nicht ganz zusammengestossen sein, während sie auf der Armoberseite wahrscheinlich weit durch die Dorsalschilder getrennt wurden. Bei den distalen Segmenten dürften sich die Lateralschilder ventral ganz und dorsal nahezu getroffen haben.

Wirbel

Die zu diesen Lateralschildern gehörenden Wirbel müssen in der Gruppe der nicht sicher klassifizierbaren Wirbel gesucht werden (siehe unten).

Begründung der Klassifizierung

Die Zuweisung zur Gattung *Ophiacantha* ist eine provisorische, da unsere Lateralschilder einer Form angehört haben müssen, bei welcher die Ventral- und vor allem die Dorsalschilder stärker entwickelt waren als bei der Mehrzahl der rezenten *Ophiacantha*-Arten. Übereinstimmender ist die Zahl und Form der Stachelwarzen, sowie die Einschnürung der Schilder. Bei der ebenfalls zum Vergleich herangezogenen Gattung *Ophiocoma* sind die Warzen weniger zahlreich (4–6). Zudem besitzt diese Gattung Mundeckstücke mit starken Flügeln, und solche Elemente wurden im Schlämm-Material nicht aufgefunden.

Vergleich mit fossilen Arten

Die von Rasmussen (1951, sowie 1950) als *Ophiacantha? danica* beschriebenen Lateralschilder aus dem Senon und Dan von Nordeuropa weisen 7–8 Warzen auf, welche nicht hufeisenförmig geöffnet, sondern zirkulär verschlossen sind. Die auch bei diesen Schildern vorkommende Einschnürung trennt nicht nur einen starken distalen, sondern auch einen schwächeren proximalen Wulst ab. Ein solcher ist bei *O.? dorecki* n. sp. nicht entwickelt. Die übrigen vergleichbaren Kreide-Arten (vgl. die Zusammenstellung in Hess, 1961 a) weisen alle eine geringere Zahl von Stachelwarzen auf.

Diagnose von *Ophiacantha? dorecki* n. sp.

Proximale Lateralschilder kurz und hoch. Aussenfläche mit proximaler Einschnürung und distalem Wulst, auf welchem sich bis zu 11 grosse, hufeisenfömige Warzen befinden. Grösste Warze dorsal, Tentakelporen-Ausschnitte an praktisch allen Schildern. Lateralschilder durch die Dorsalschilder und zu einem geringen Masse durch die Ventralschilder getrennt.

Derivatio nominis: Frau Dr. Hertha Sieverts-Doreck, der Bearbeiterin mesozoischer Echinodermen gewidmet.

Typus: Das in Fig. 17 abgebildete Lateralschild, Museum Basel M 5782.

Locus typicus: Seewen, Kt. Solothurn.

Stratum typicum: Pliensbachien.

4.4 *Ophiopinna? helvetica* n. sp.

Lateralschilder (231 Stück, Fig. 20–24)

Sie sind zart und zerbrechlich. Ihre Aussenfläche ist mit einer feinen Querrunzelung versehen, und der Distalrand wird von einer grossen Zunge gebildet. Die 4–6 kleinen Stachelwarzen befinden sich am Distalrand der gerunzelten Aussenfläche, dort wo die sehr dünne und deshalb vielfach abgebrochene Zunge

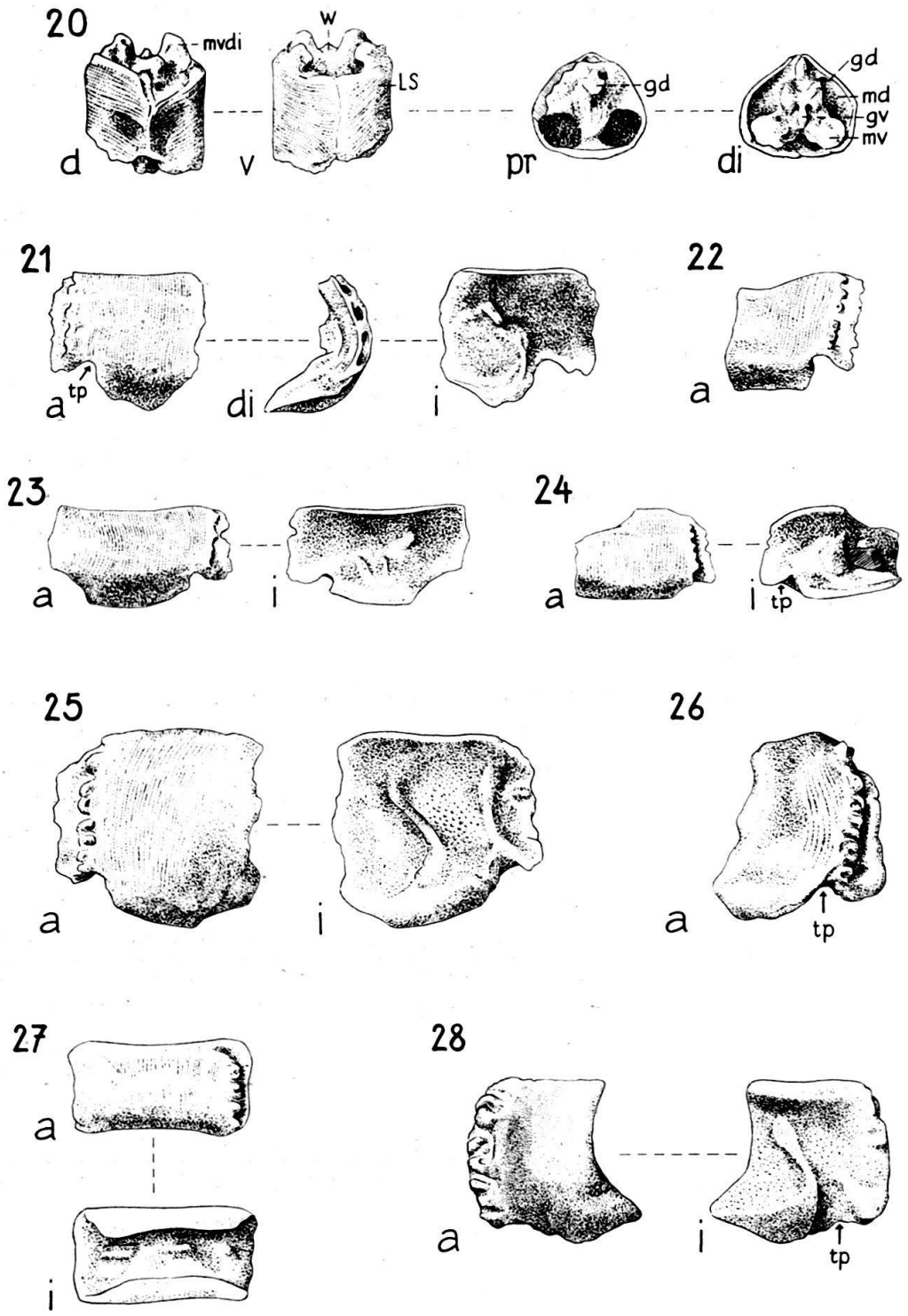

Fig. 20–28. Ophiurenelemente, Pliensbachien (Schicht A), Seewen. × 20. Museum Basel M 5785–5793.

Fig. 20–24: *Ophiopinna? helvetica* n. sp., Fig. 20: Armfragment, Fig. 21–24: Lateralschilder, Fig. 21, 22: proximale Schilder, Fig. 23, 24: Schilder aus mittlerem bis distalem Armabschnitt, Fig. 21: Holotypus, Museum Basel M 5786. Auf der Innenseite des Schildes von Fig. 24 ist ein Glaukonitkorn sichtbar. W = Wirbel, LS = Lateralschild.

Fig. 25–27: Lateralschilder «Seewen Typ I A», Fig. 26: proximales Schild, Fig. 25: Schild aus dem proximalen bis mittleren Armbereich, Fig. 27: distales Schild.

Fig. 28: Lateralschild «Seewen Typ II A».

beginnt. Viele der Schilder sind geknickt oder abgewinkelt, so z. B. das in Fig. 23 abgebildete. Praktisch alle Schilder, selbst die distalen, besitzen ausgeprägte Tentakelporen, welche als Einschnitte in die gerunzelte Aussenfläche, proximalwärts der Zungen sichtbar sind. Nur ein Schild besitzt 6 Stachelansatzstellen (Fig. 22), die meisten Schilder nur 4 (Fig. 21, 23) oder 5 (Fig. 24). Dies gilt für die proximalen Schilder. An denjenigen des mittleren Armbereiches (besonders von jüngeren Individuen) und an den distalen Schildern sind vorwiegend 3 Stachelansätze entwickelt. Die Innenfläche der proximalen Schilder weist neben dem Ausschnitt für die Tentakelpore einen halbkreisförmigen Wulst auf, sowie einen Höcker in dessen Fortsetzung. Auf der Innenfläche der distalen Schilder sind nebeneinander zwei Höcker vorhanden, und zusätzlich dorsal ein dritter.

Die Umrisse der meisten Schilder deuten darauf hin, dass sie dorsal und ventral zusammengestossen sind. Das in Fig. 20 abgebildete Armsegment aus dem mittleren Armbereich eines jüngeren Individuums zeigt diese Verhältnisse. Bei den proximalen Segmenten könnten grössere Ventral- und vor allem Dorsalschilder entwickelt gewesen sein. Falls die unter 4.11, 2. Gruppe, erwähnten Dorsalschilder zu *Ophiopinna? helvetica* gehören sollten, wären die proximalen Lateralschilder wenigstens dorsal ziemlich weit getrennt gewesen.

Wirbel (ca. 30 Stück, Fig. 34, 35)

Unter den etwas über 300 Wirbeln (siehe unten), welche weder zu *Palaeocoma gaveyi*, noch zu *Hemieuryale? lunaris* n. sp. und *Ophiomusium solodurense* n. sp. gehören, kann eine gewisse Anzahl als zu *Ophiopinna? helvetica* n. sp. gehörend klassifiziert werden. Diese Wirbel sind relativ breit, zerbrechlich, sie besitzen eine scharfe, distalwärts vorspringende Dorsalkante und grosse, weit proximalwärts zurückgreifende dorsale-distale Muskelansatzflächen (Fig. 34–35). Sowohl an dem in Fig. 20 abgebildeten Armfragment wie auch an einem nicht abgebildeten Wirbel, auf welchem noch ein Lateralschild von *Ophiopinna? helvetica* haftet, lassen sich die geschilderten Merkmale deutlich erkennen. Trotz diesen günstigen Voraussetzungen ist aber nur die Klassifizierung von 31 Wirbeln wirklich eindeutig. Eine grössere Zahl zeigt Anklänge an die als Beispiele in Fig. 40–44 abgebildeten Wirbel, und es sind auch Übergänge vorhanden. Ferner sind die Gelenkflächen praktisch übereinstimmend. Die diagnostischen Unterschiede lassen sich am besten aus einem Vergleich der Figuren 34 (Wirbel von *Ophiopinna? helvetica* n. sp.) und 44 (nicht sicher klassifizierter Wirbel) erkennen; beide Wirbel stammen aus dem mittleren Armbereich.

Begründung der Klassifizierung

Es sind einige Gattungen bekannt, welche dünne, zerbrechliche Lateralschilder mit Querrunzelung besitzen, sowie Wirbel mit scharfer Dorsalkante und stark entwickelten dorsalen-distalen Muskelansatzflächen. Solche Gattungen sind: *Ophiernus*, *Ophiocten* und *Ophioconis* (rezent), und *Ophiopinna* (fossil). Unsere Lateralschilder lassen sich keiner dieser Gattungen in eindeutiger Weise zuordnen. *Ophiernus* kommt nicht in Frage, weil sowohl die Ventralschilder miteinander im Kontakt als auch die Dorsalschilder sehr gut entwickelt sind. Auch treten bei dieser Gattung nur 2–3 ventral inserierte Armstacheln auf. Bei *Ophiocten*

finden sich praktisch die gleichen Merkmale wie bei *Ophiernus*, nur sind bei den Lateralschildern dieser Gattung im Gegensatz zu *Ophiernus* die distalen Zungen weniger ausgeprägt. (An Vertretern dieser Gattungen standen mir nur *Ophiernus vallincola* und *Ophiocten sericeum* zur Verfügung. Weitere Unterlagen wurden nur an Hand der Literatur erhalten).

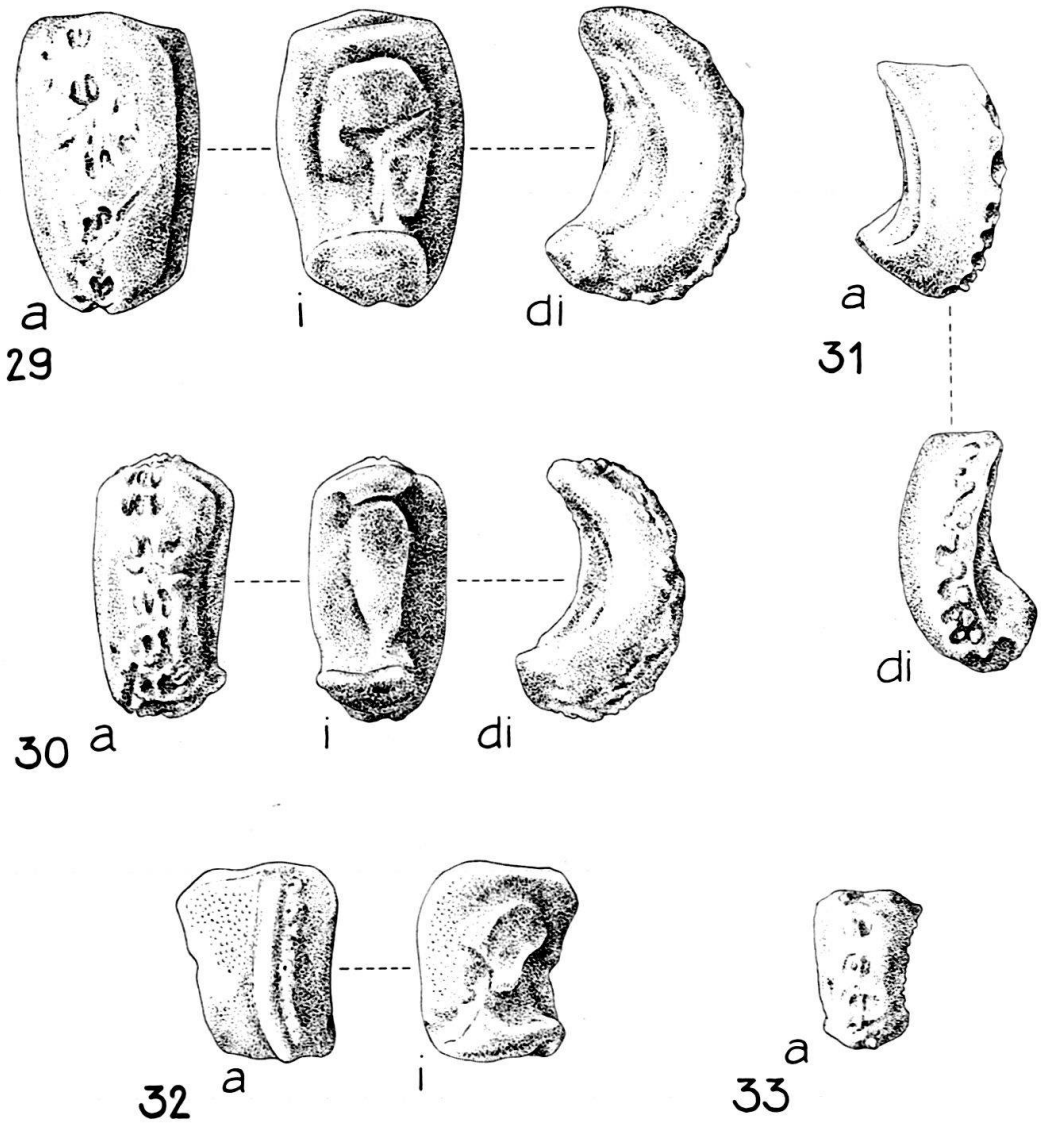

Fig. 29–33. *Hemieuryale ? lunaris* n. sp., Lateralschilder. Pliensbachien (Schicht A) Seewen. × 20. Museum Basel 5794–5798.
Fig. 29 = Holotypus, Museum Basel M 5794.

Von der fossilen *Ophiopinna elegans* unterscheiden sich unsere Lateralschilder ebenfalls beträchtlich. So sind an den Lateralschildern des mittleren Armabschnittes keine federförmigen Stacheln entwickelt (ersichtlich an den knotenförmigen Stachelansätzen auf den dorsalen, inneren Rändern der Lateralschilder). Auch sind bei *Ophiopinna* die Dorsalschilder und die Ventralschilder stärker entwickelt als bei *O.? helvetica* n. sp., allerdings nicht in dem Mass wie bei den genannten rezenten Gattungen. Vor allem aus diesem Grund erfolgt die Zuweisung zur fossilen Gattung. Die Klassifizierung ist als provisorisch zu betrachten.

Vergleich mit fossilen Arten

Zwei ähnliche Typen von Lateralschildern sind bis jetzt aus jurassischen Ablagerungen bekannt geworden: *Ophiura longivertebralis* WOLBURG aus dem norddeutschen Lias und *Ophiopinna? wolburgi* HESS (1960b) aus dem schweizerischen Malm. Die Lateralschilder von *O.? helvetica* n. sp. lassen sich von den Lateralschildern der beiden erwähnten Arten gut unterscheiden. Bei *O. longivertebralis* sind zwar Tentakelporen-Ausschnitte vorhanden, aber nicht als Aussparung des gerunzelten Teils der Aussenfläche, sondern als fehlender Ventralabschnitt der Zunge. Ferner sind die Lateralschilder der deutschen Art immer gerundet und nicht gekielt wie bei einem grossen Teil unserer Schilder. Schliesslich weisen die Schilder von *O. longivertebralis* einen ausgeprägten «distalen» Charakter auf, d. h. sie sind verhältnismässig länger als hoch, während bei unseren Schildern eine grössere Zahl von «normal» dimensionierten Schildern vorkommt.

Die Lateralschilder von *O.? wolburgi* besitzen über (d. h. proximalwärts) der Zunge einen gezähnelten Distalrand, indem bis zu 15 sehr kleine Einkerbungen vorhanden sind. Demgegenüber finden wir bei den Schildern von *O.? helvetica* n. sp. in der Regel 4–5 kleine, aber deutliche Stachelwarzen.

Diagnose von *Ophiopinna? helvetica* n. sp.

Zarte, zerbrechliche Lateralschilder, deren Aussenfläche mit einer feinen Querrunzelung versehen ist. 3 bis 6, an den proximalen Schildern meist 4–5 kleine Stachelwarzen, welche am Distalrand der gerunzelten Fläche über einer stark distalwärts vorspringenden Zunge stehen. Gut entwickelte Tentakelporen, welche tief in die gerunzelte Fläche eingreifen. Schilder des mittleren und distalen Armbereiches geknickt. Dorsal- und Ventralschilder wenig entwickelt, Lateralschilder oben und unten auf dem grössten Teil des Armbereiches zusammenstossend. Wirbel zart und zerbrechlich, mit stark ausgeprägter Dorsalkante und grossen dorsalen-distalen Muskelansatzflächen.

Derivatio nominis: Nach dem schweizerischen Fundort, im Gegensatz zur norddeutschen *O. longivertebralis*.

Typus: Das in Fig. 21 abgebildete Lateralschild, Museum Basel M 5786.

Locus typicus: Seewen, Kt. Solothurn.

Stratum typicum: Pliensbachien.

4.5 *Hemieuryale ? lunaris* n. sp.

Lateralschilder (19 Stück, Fig. 29–33)

19 Lateralschilder unterscheiden sich stark von den übrigen in Schicht A vorkommenden Lateralschildern. Fünf der unter sich variablen Schilder sind in Fig. 29–33 dargestellt. Die Mehrzahl entspricht den in Fig. 29 und 30 abgebildeten. Die meisten Schilder sind in Distal- oder Proximalansicht halbmond- bis sichelförmig. Auf der Mitte der Aussenfläche finden sich bei der Mehrzahl der Schilder 6 bis 8 an Paarhuferfährten erinnernde Eindrücke, welche als Stachelansatzstellen gedeutet werden müssen. Am Holotyp (Fig. 29) beträgt die Zahl der Eindrücke 6, an dem in Fig. 30 abgebildeten Schild 8, und am Schild eines jüngeren Exemplars (Fig. 33) 5. Eine abweichende Form zeigt das Schild von Fig. 31, es ist so

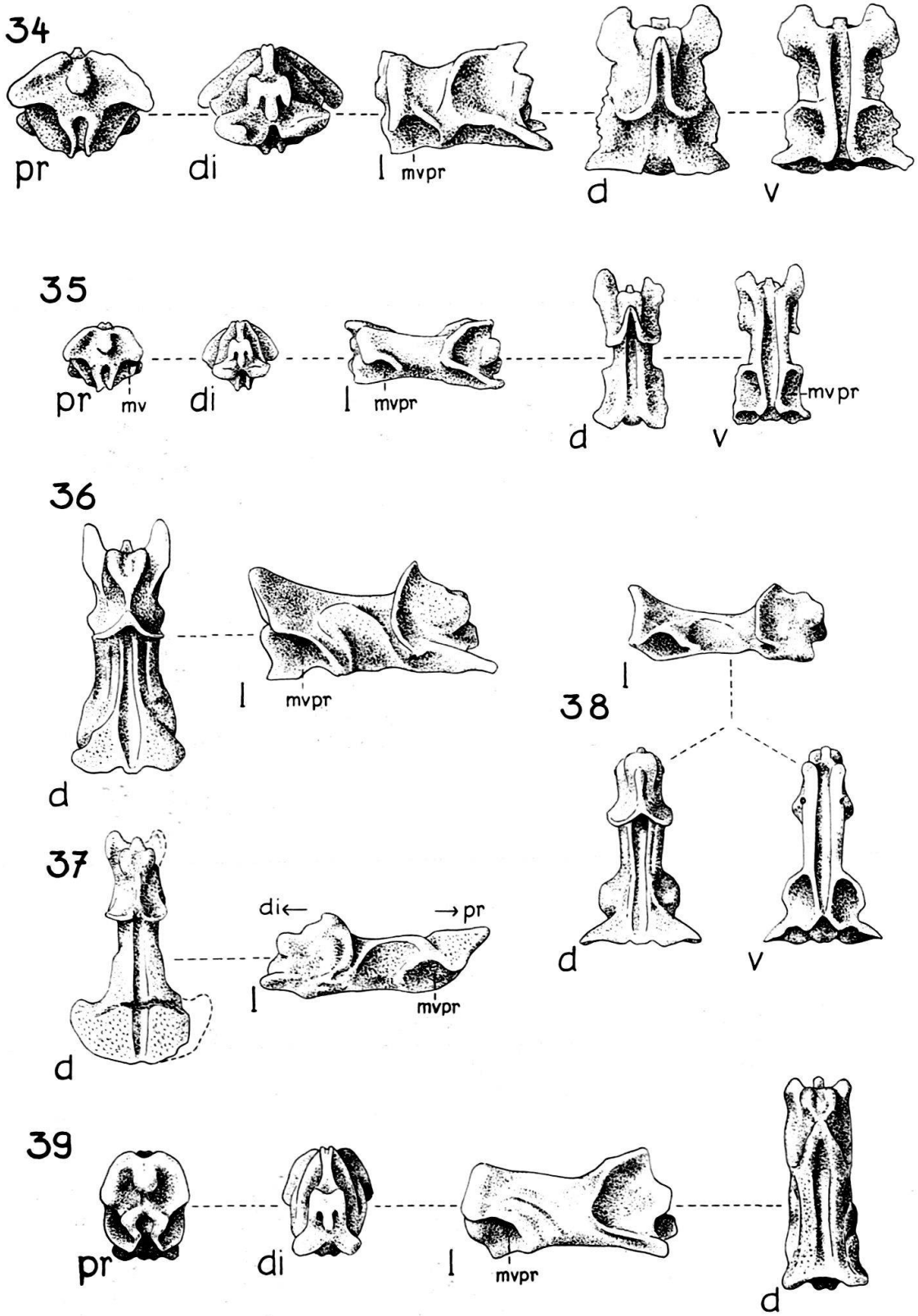

Fig. 34–39. Wirbel, Pliensbachien (Schicht A), Seewen. × 20. Museum Basel M 5799–5804. Fig. 34, 35: Wirbel von *Ophiopinna? helvetica* n. sp.; Fig. 36–39: Wirbel von *Ophiomusium solodurense* n. sp.

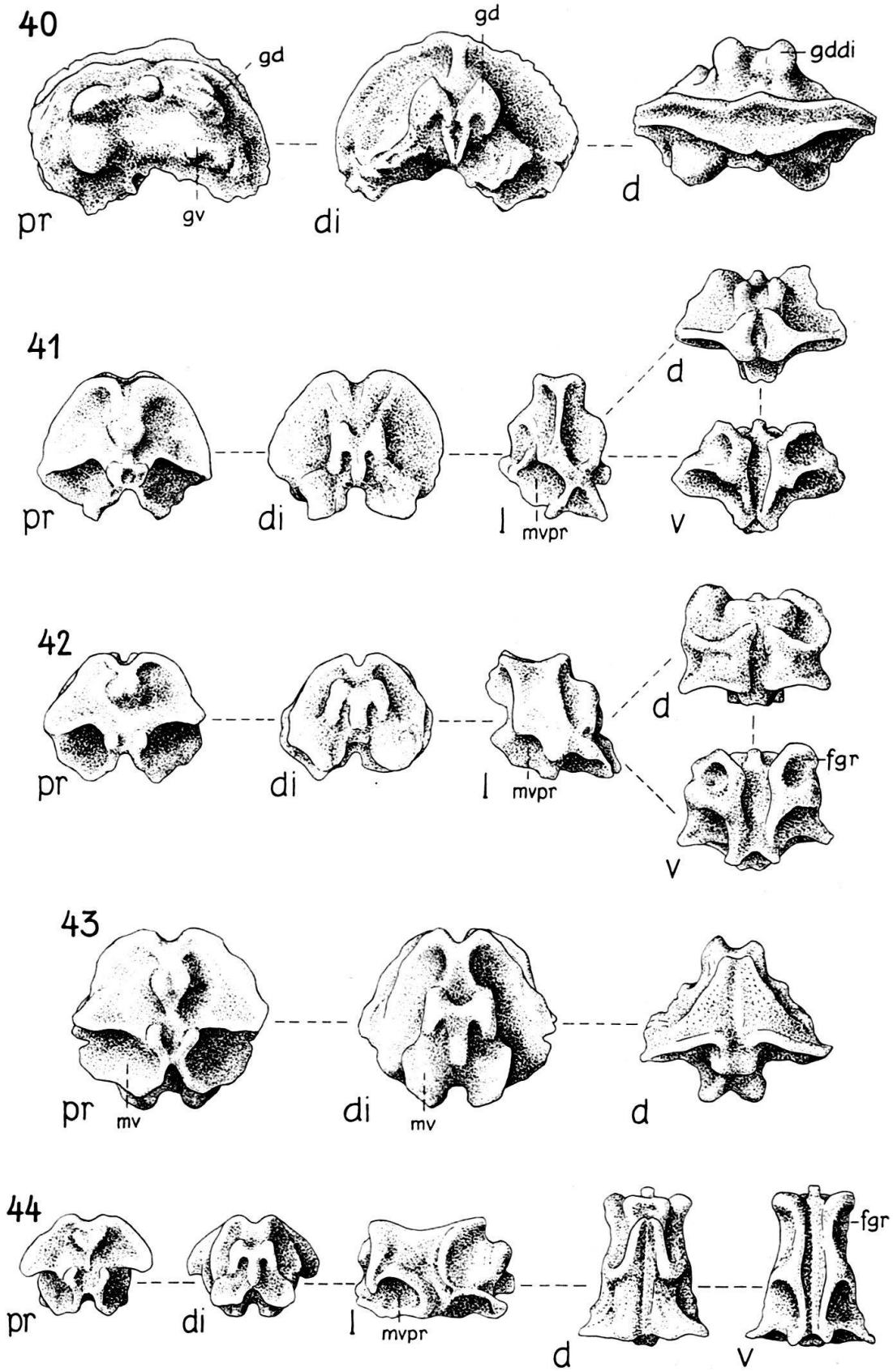

Fig. 40–44. Unsicher klassifizierbare Wirbel, Pliensbachien (Schicht A), Seewen. × 20. Museum Basel M 5805–5809. Zugehörigkeit zu *Ophiacantha ? dorecki* n. sp. oder Lateralschildern Typen I A und II A. Fig. 40 = Mundwirbel.

abgedreht, dass die hier warzenartigen Stachelansätze vor allem in der Distalansicht sichtbar werden. Wiederum verschieden sieht das Schild von Fig. 32 aus, welches 8 kugelige Wärzchen als Stachelansatzstellen aufweist. Keines der Schilder weist einen Ausschnitt für eine Tentakelpore auf.

Die Gründe, welche mich bewegen, diese recht verschiedenartigen Schilder zu vereinigen sind die folgenden: Ähnliche Krümmung und massive, «schnitzartige» Form der Schilder, praktisch übereinstimmende Innenansichten (vgl. Fig. 29i und Fig. 32i). Die Unterschiede dürften teils individueller Natur, noch mehr aber ontogenetisch bedingt sein.

Die Umrisse der Schilder machen es sehr wahrscheinlich, dass sie sich oben und unten nicht berührten, sondern dass sie durch wohl entwickelte Ventral- und Dorsalschilder (oder ein Mosaik von Dorsalschildern) getrennt wurden. Auch dürften die aufeinanderfolgenden Lateralschilder nicht gelenkig miteinander verbunden gewesen, sondern durch Zwischenräume getrennt worden sein. Dies ist ein Hauptgrund (abgesehen vom Vergleich mit rezenten Formen), die Wirbel von Fig. 45–47 mit diesen Lateralschildern zu kombinieren.

Wirbel (8 Stück, Fig. 45–47)

Diese Wirbel können mit keinem anderen Typ im Seewener Lias verwechselt werden. Sie sind breit und nieder. Die dorsalen und ventralen Ansichten aller drei abgebildeten Wirbel stimmen gut überein (Fig. 45 = proximaler Wirbel, Fig. 46–47 = Wirbel aus dem mittleren Armbereich). In den proximalen und distalen Gelenkflächen zeigen sich hingegen beträchtliche Unterschiede. Die Wirbelgelenkungen schwanken zwischen streptospondyler (Fig. 45 pr, di) und zygospondyler Artikulation (Fig. 47 pr, di). Der in Fig. 46 abgebildete Wirbel, und besonders seine Distalansicht, nimmt eine Mittelstellung ein. Während auf der distalen Gelenkfläche des Wirbels von Fig. 45 kein ventraler Gelenkhöcker entwickelt ist, schiebt sich beim Wirbel von Fig. 46 zwischen die hier getrennten dorsalen Gelenkhöcker ein ventraler, welcher sich aber noch auf fast der gleichen Höhe befindet.

In den sattelförmigen Seitenansichten fallen die grossen, stark gegen die Dorsalseite hinaufgezogenen Füsschengruben auf (fgr in Fig. 46 und 47).

Begründung der Klassifizierung

Ein Vergleich mit Formen der rezenten Familie Hemieuryalidae (z. B. *Sigsbeia murrhina*) zeigt eine ähnliche Kombination von kräftigen Lateralschildern und breiten, niederen Wirbeln. Auch finden sich bei den Hemieuryalidae (wie schon

---

Fig. 45–48. Ophiurenelemente, Pliensbachien (Schicht A), Seewen. × 20. Museum Basel M 5810–5813. Fig. 45–47: Wirbel von *Hemieuryale? lunaris* n. sp.; Fig. 48: Mundeckstück, Zugehörigkeit unbekannt. r = radiale Ansicht, ir = interradiale Ansicht, f_1 = Grube für das erste Füsschen, f_2 = Grube für das zweite Füsschen, gir = schmale Gelenkfläche für die Verbindung mit dem benachbarten Mundeckstück des angrenzenden Radius, gr = Gelenkfläche für die Verbindung mit dem anderen, zum gleichen Radius gehörenden Mundeckstück, mie = Ansatz des musculus interradialis externus (= Muskel welcher die Mundeckstücke der benachbarten Radien verbindet), mw_1 = Muskelansatzstellen für die Verbindung mit dem Mundwirbel, rn = Rinne für Nervenring, rw = Rinne für Wassergefäss, w = Eintrittstelle des vom Wassergefässring entspringenden Zweiges, welcher sich im Inneren des ambulakralen Teils des Mundeckstückes in die beiden das erste und zweite Füsschen versorgenden Äste spaltet.

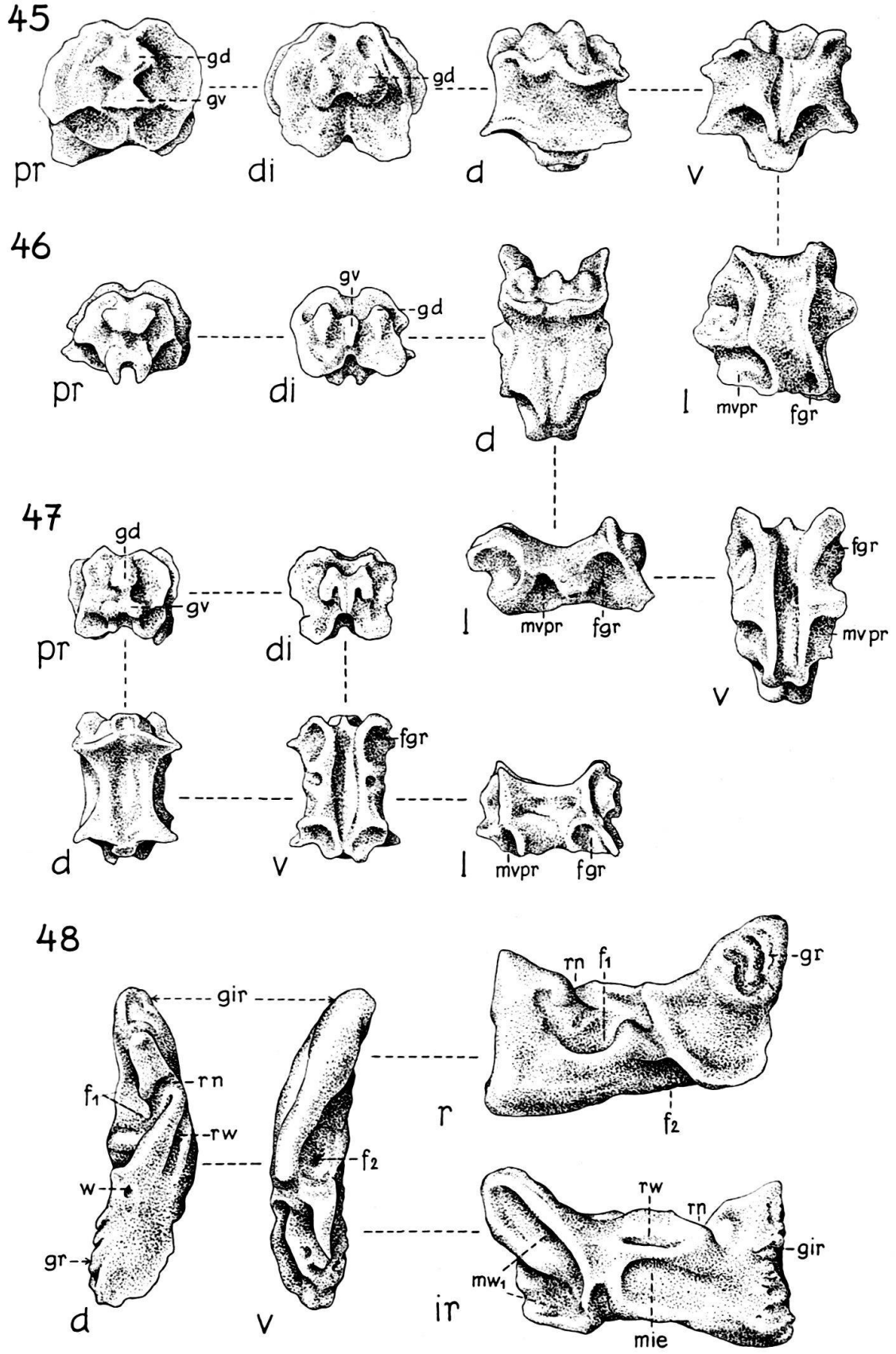
45
gd
gv
pr
di
gd
d
v
46
gv
gd
pr
di
d
l
mvpr
fgr
47
gd
gv
pr
di
l
mvpr
fgr
fgr
mvpr
v
d
v
fgr
l
mvpr
fgr
48
gir
rn
f1
rw
w
gr
d
f2
v
rn
f1
gr
r
f2
rw
rn
gir
mw1
ir
mie

Fig. 45–48.

ihr Name sagt!) ebenfalls Wirbelgelenkungen, welche zwischen streptospondylem und zygospondylem Typus stehen. Die Arme der Hemieuryalidae sind also nicht nur horizontal beweglich, sondern können auch eingerollt werden. Beim Vergleich mit den rezenten Hemieuryaliden scheint unsere Form ähnlicher *Sigsbeia* als *Hemieuryale* zu sein, doch weisen wir die Art der Gattung *Hemieuryale* zu, getreu unserem Prinzip, die Familientypen vorzuziehen.

Vergleich mit fossilen Arten

An erster Stelle sind die von WOLBURG (1939) auf Taf. 3, Fig. 12–17 abgebildeten, artmässig nicht benannten Wirbel zu nennen. WOLBURG stellte die insgesamt 10 vorgefundenen Wirbel zu den Euryalae (Gorgonocephalidae?) infolge der streptospondylen Wirbelgelenkungen (abgebildet in Abb. 5). Die Gelenkungen in WOLBURGS Abb. 5 erinnern stark an unseren Wirbel von Fig. 45 (sanduhrförmige Gelenkhöcker).

Von JÖRG (1941) wurden zwei Wirbel abgebildet, welche ebenfalls zu diesem Formenkreis gehören dürften. Es handelt sich um seine Wirbel Fig. 3 und 4. JÖRGS Fig. 4 zeigt recht gute Übereinstimmung mit unserem Wirbel Fig. 45 (und WOLBURGS Wirbeln), seine Fig. 3 ähnelt hingegen unserem Wirbel Fig. 47, vor allem was die proximale Gelenkfläche betrifft. Leider erwähnten weder WOLBURG noch JÖRG entsprechende Lateralschilder.

Bemerkungen zur systematischen Stellung der Hemieuryalidae

FELL (1960), welcher die rezenten Ophiuren in die beiden Unterordnungen Euryalae und Ophiurae teilt, rechnet die Hemieuryalidae zu den Ophiurae. In MATSUMOTOS System bilden die Hemieuryalidae zusammen mit den Ophiacanthidae die Ordnung Laemophiurida. Nach MATSUMOTO stammen die Hemieuryalidae von den Ophiacanthidae ab, und zwar von Formen mit nur horizontal beweglichen Armen. Die Einrollbarkeit der Arme der Hemieuryalidae wäre also kein ursprüngliches Merkmal. LYMAN (1882) war bei der Diskussion der Wirbelgelenkungen offensichtlich der Meinung, dass eine allgemeine Entwicklungstendenz von *Ophiomyxa* über Formen wie *Ophiochondrus*, *Ophiobyrsa* und *Sigsbeia* zu den Astrophytidae (= Euryalae von FELL) bestände. LYMAN bezeichnete diese Gattungen im Übergangsfeld von Ophiurae zu Euryalae als «*Astrophyton*-like Ophiurans». Eine ähnliche Wirbelgelenkung wie bei diesen Formen trifft man auch bei einigen Ophiacanthidae (*Ophiocamax*).

Nun werden von den meisten Autoren (auch von MATSUMOTO) die Ophiomyxidae als primitivste der rezenten Ophiuren aufgefasst. MATSUMOTO unterteilte diese Familie in zwei Unterfamilien, die Ophiomyxinae und die Ophiobyrsinae. *Ophiobyrsa* besitzt Wirbelgelenkungen, welche mit unseren Liasfunden vergleichbar sind. Ohne in die Diskussion um die Stellung der Ophiomyxidae und Hemieuryalidae eingreifen zu wollen, scheint mir doch, dass bereits nach dem bis jetzt vorhandenen fossilen Material den Hemieuryalidae und den Ophiobyrsinae eine zentralere Stellung zukommen dürfte, als allgemein angenommen wurde.

Ob die Jura- und selbst die Trias-Ophiuren wesentliche Aufschlüsse über die Phylogenese der höheren Einheiten der rezenten Ophiuren zu liefern vermögen, bleibt abzuwarten. Ausserordentlich erwünscht wären natürlich zusammenhän-

gende Funde, da nur auf Einzelteilen begründete Ansichten weitgehend spekulativen Charakter haben.

Diagnose von *Hemieuryale? lunaris* n. sp.

Kräftig gebaute Lateralschilder mit halbmond- bis sichelförmiger Distal-, resp. Proximalansicht. Aussenfläche mit 6–8 fährtenartigen Eindrücken oder kugeligen Wärzchen, sonst glatt. Wirbel breit, nieder, in Seitenansicht sattelförmig, mit hochgezogener Füsschengrube. Gelenkungen modifiziert zygospondyl bis streptospondyl.

Derivatio nominis: Nach der Distal-, resp. Proximalansicht.

Typus: Das in Fig. 29 abgebildete Lateralschild, Museum Basel M 5794.

Locus typicus: Seewen, Kt. Solothurn.

Stratum typicum: Pliensbachien.

4.6 Lateralschilder «Seewen Typ I A» (175 Stück, Fig. 25–27)

Vorbemerkung. Bei einer Anzahl von Lateralschildern aus allen drei geschlämmten Schichten verzichte ich vorläufig auf eine artliche Benennung. Um die Schilder trotzdem zu charakterisieren, werden sie als «Seewen Typ .. A, B oder C» (je nach Schicht) bezeichnet.

Der grössere Teil der so bezeichneten Schilder dürfte sich zwar artmässig unterscheiden, die Abgrenzungen sind aber manchmal recht schwierig und vor allem nicht immer eindeutig, so dass aus einer zoologischen Benennung nur Unklarheiten entstehen würden. Auch ist die Zuweisung dieser Schilder zu einer rezenten Gattung mit Schwierigkeiten verbunden, wie weiter unten noch ausgeführt wird.

Beschreibung der Lateralschilder. Die mässig dicken Schilder sind schwach gekrümmt, die Aussenfläche ist nicht eingeschnürt, aber mit einer feinen Querstreifung versehen. Den distalen Abschluss der Schilder bildet eine gut entwickelte Zunge. Am distalen Rand der skulptierten Fläche sitzen 4–6 hufeisenförmige bis geteilte, recht grosse Stachelwarzen, und zwar am Schild Fig. 25 vier grosse und eine kleine Warze, am proximalen Schild Fig. 26 sechs, und am distalen Schild Fig. 27 vier Warzen. An den proximalen Schildern sind Aussparungen für die Tentakelporen vorhanden, nicht aber an den distalen Schildern. Im proximalen Armabschnitt sind die Lateralschilder dorsal und ventral nicht zusammengestossen, wohl aber im distalen Armbereich (siehe Fig. 27, dieses Lateralschild erinnert an ein *Ophiomusium*-Schild). Auf der Innenseite der proximalen Schilder fallen zwei gebogene Leisten auf.

Diagnostische Merkmale, Gattungszugehörigkeit

Die diagnostischen Merkmale betreffen die nicht eingeschnürte, fein gestreifte Aussenfläche, welche mit 4–6 ziemlich grossen Stachelwarzen gegen eine distalwärts vorspringende Zunge abschliesst.

Es ist mir bis jetzt nicht gelungen, diese Schilder mit einer fossilen oder rezenten Gattung in Zusammenhang zu bringen. Ähnliche Lateralschilder findet man zwar bei den Amphiuridae (z. B. *Ophiopholis* und *Ophiactis*). Bei dieser Familie artikulieren aber die Radialschilder mit den radialen Bursalspangen vermittels einer Gelenkpfanne und eines grossen Gelenkhöckers. Radialschilder mit

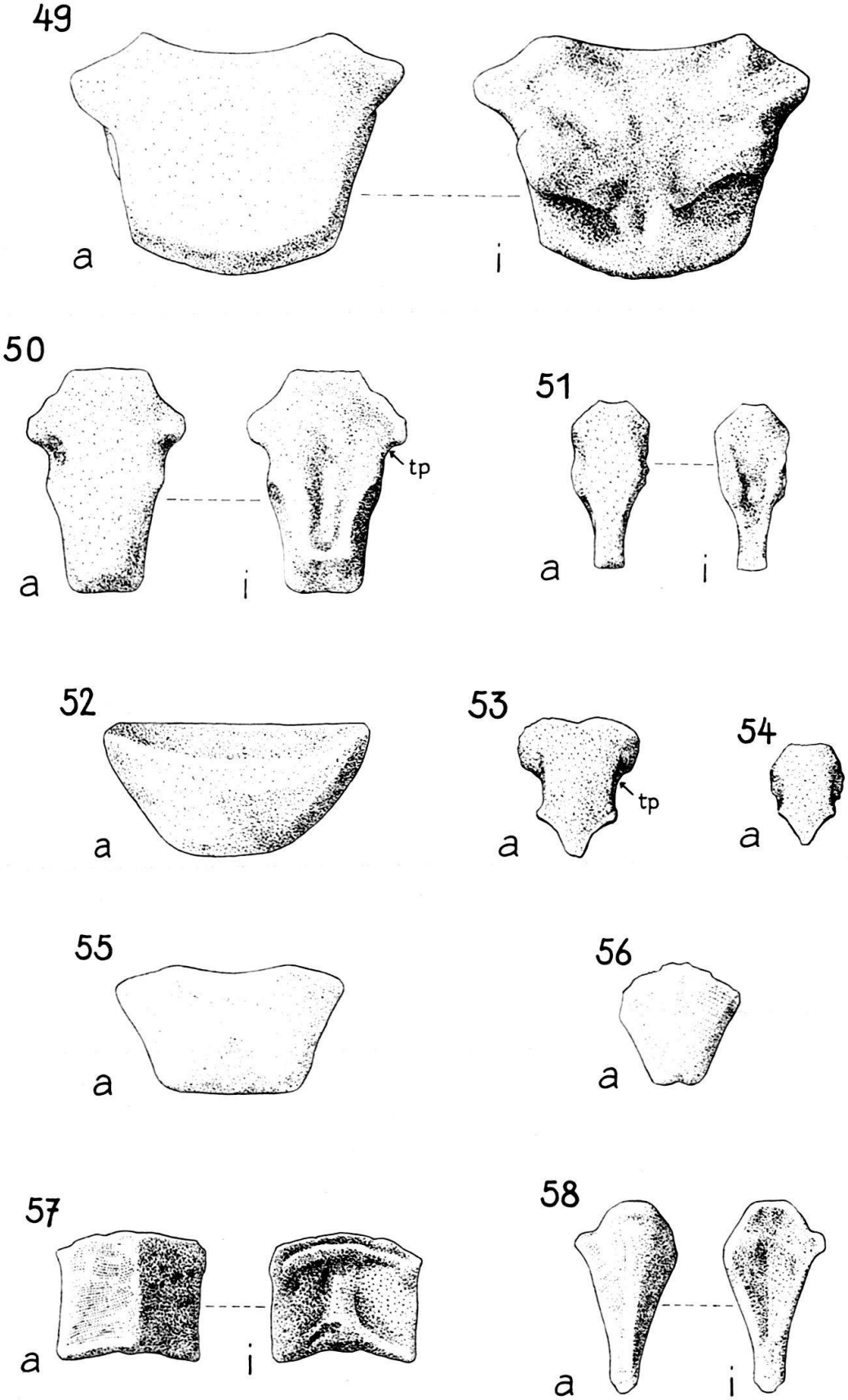

Fig. 49–58.

einer Gelenkpfanne und entsprechende Bursalspangen mit einem Gelenkkopf sind aber unter den ausgelesenen Elementen nicht vorhanden. Das gleiche gilt für die Mundeckstücke, welche bei den Amphiuridae mit starken Flügeln versehen sind. Ebenfalls ähnliche Lateralschilder trifft man ferner unter den Ophiochitonidae. Bei den Gattungen dieser Familie sind jedoch nur drei Armstacheln vorhanden, und die Wirbel bieten ein anderes Bild als die in Fig. 40–44 abgebildeten, unter welchen sich die zu den Lateralschildern Typ I gehörenden befinden müssen (ausserdem natürlich die zu *Ophiacantha? dorecki* n. sp. gehörenden).

Die rezente Gattung *Ophiomyxa* besitzt ebenfalls ähnliche Lateralschilder, wobei allerdings die Zunge weniger gut ausgebildet ist als bei den fossilen Schildern. Zudem sind keine hakenförmigen Stacheln, wie sie für *Ophiomyxa* typisch sind, aufgefunden worden.

4.7 Lateralschilder «Seewen Typ II A» (Fig. 28)

Die 17 Lateralschilder dieses Typs weichen von denjenigen des Typs I A durch folgende Merkmale ab: Geringe Einschnürung der Aussenfläche, Stachelwarzen in Vierzahl, diese Warzen etwas grösser und gleichmässiger, distale Zunge weniger gut entwickelt. Es ist fraglich, ob diese Lateralschilder artlich von denjenigen des ersten Typs getrennt werden können. Im übrigen gilt das schon unter 4.6 gesagte.

4.8 Unsicher klassifizierbare Wirbel (281 Stück, Fig. 40–44)

Nach Ausscheidung der Wirbel von *Palaeocoma gaveyi* (Fig. 6–11), *Ophiomusium solodurense* (Fig. 36–39), *Ophiopinna? helvetica* (Fig. 34–35) und *Hemieuryale? lunaris* (Fig. 45–47) verblieben 281 Wirbel, welche nicht mehr weiter differenzierbar sind. Sie müssen den als *Ophiacantha? dorecki* sowie «Seewen Typ I A und II A» beschriebenen Lateralschildern zugeteilt werden. Unter all diesen Wirbeln fand sich ein einziger Mundwirbel, kenntlich an den dorsalen und ventralen Gelenkhöckerpaaren der Proximalseite. Er ist in Fig. 40 abgebildet und ist leicht deformiert.

Alle diese Wirbel gleichen sich in den wichtigen Merkmalen. Sie sind eher plump und sind den Wirbeln gewisser Ophiodermatiden wie *Ophioderma* und *Pectinura* recht ähnlich.

4.9 Mundeckstücke (11 Stück, Fig. 48)

Alle vorgefundenen Mundeckstücke sind ähnlich dem in Fig. 48 abgebildeten. Eine Ausnahme macht das kleinste, nur ca. 1 mm lange Mundeckstück, welches sehr zart gebaut ist. Da die verschiedenen Muskelansatzflächen und Rinnen noch wenig deutlich ausgebildet sind, handelt es sich offenbar um ein jugendliches Element.

Fig. 49–58. Ophiurenelemente, Pliensbachien (Schicht A), Seewen. × 20. Museum Basel M 5814–5823. Fig. 49–51: Ventralschilder von *Palaeocoma gaveyi* (Wr.) aus fortschreitend distalen Armabschnitten; Fig. 52, 55: Dorsalschilder von *Palaeocoma gaveyi* (Wr.). Fig. 52 = Schild vom Übergang Scheibe-Arm, Fig. 55 = proximales Schild. Fig. 53, 54: Nicht klassifizierbare Ventralschilder. Fig. 56–58: Nicht klassifizierbare Dorsalschilder.

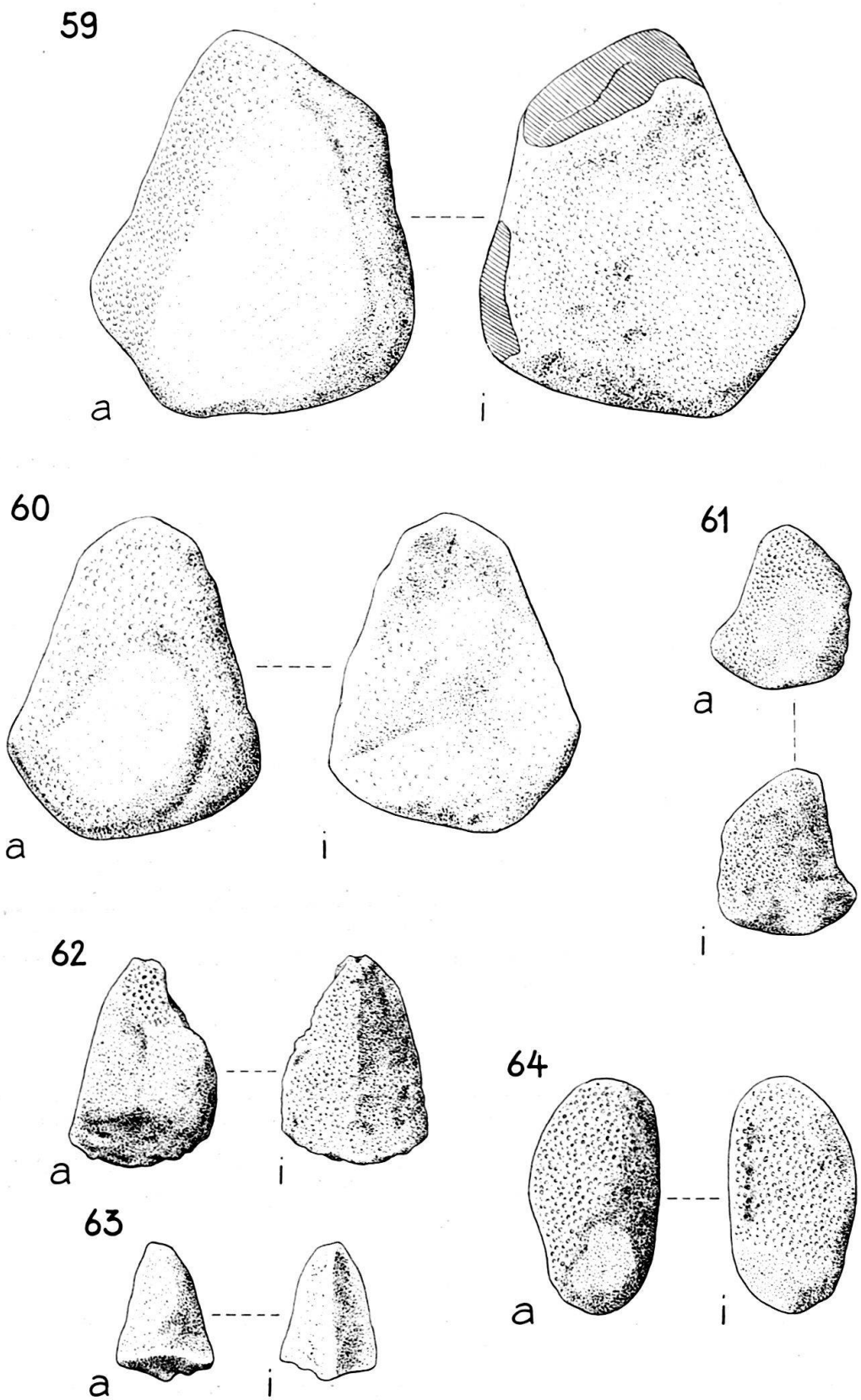

Fig. 59–64. Radialschilder, Pliensbachien (Schicht A), Seewen. × 20. Museum Basel M 5824–5829. Fig. 59 und 60: Vermutlich zu *Palaeocoma gaveyi* (Wr.) gehörende Radialschilder; übrige Radialschilder: nicht klassifizierbar.

Keines der vorgefundenen Mundeckstücke besitzt einen zu einem Flügelfortsatz umgewandelten ambulakralen Teil. Die Amphiuridae und Ophiotricidae, sowie Gattungen wie *Ophiocoma*, sind offenbar in unserem Schlämmaterial nicht vertreten, wenn auch das eher spärliche Material keine definitive Aussage erlaubt.

4.10 Ventralschilder (19 Stück, Fig. 53, 54)

Wie unter 4.1 erwähnt, können 12 Ventralschilder zu *P. gaveyi* gestellt werden (Fig. 49–51). Hier werden nur noch die 19 weiteren vorgefundenen Schilder besprochen. Zwei dieser Ventralschilder sind dünner als die beiden abgebildeten und besitzen breitere distale Lappen. Sie könnten möglicherweise zu den als *Ophiacantha? dorecki* beschriebenen Lateralschildern gehören. Die 17 restlichen Schilder entsprechen den in Fig. 53 und 54 abgebildeten. An den relativ dicken Schildern sind praktisch überall Aussparungen für Tentakelporen sichtbar. Solche Schilder findet man beispielsweise bei den rezenten Gattungen *Ophiolepis* und *Pectinura*. Sie dürften mit den als « Seewen Typ IA und IIA » beschriebenen Lateralschildern kombinierbar sein, da sowohl Dorsal- als auch Ventralschilder von *Ophiomusium solodurense* n. sp. rudimentär gewesen sein müssen.

4.11 Dorsalschilder (Fig. 56–58)

Die zu *P. gaveyi* gehörenden Dorsalschilder (Fig. 52, 55) wurden bereits oben beschrieben. Die weiteren Dorsalschilder können in drei Gruppen unterteilt werden.

1. Gruppe. Diese umfasst 20 dünne Schilder von trapezoider Gestalt mit breiterem, nach aussen gebogenem Distalrand (Fig. 56). Diese Schilder könnten zu *Ophiacantha? dorecki* n. sp., aber vielleicht auch zu den nicht benannten Lateralschildern gehören (?).

2. Gruppe. Zu dieser gehören insgesamt 15 fast quadratische Schilder, welche eine quergestreifte Aussenfläche aufweisen und schwach dachartig abgewinkelt sind (Fig. 57). Die rezente *Ophiernus vallincola* besitzt sehr ähnliche Dorsalschilder. Die 15 Dorsalschilder können fast nur zu *Ophiopinna? helvetica* n. sp. gehört haben. Mit ihrem zarten Bau und ihrer Querstreifung lassen sie sich nicht mit anderen Lateralschildern kombinieren. Wenn diese Zugehörigkeit stimmt, dann müssen die proximalen Lateralschilder von *Ophiopinna? helvetica* durch die Dorsalschilder weit getrennt worden sein.

3. Gruppe. Sie umfasst 5 gekielte, offenbar distale Dorsalschilder (Fig. 58), deren Zugehörigkeit schwer zu ermitteln ist. Die Zuweisung zu *Palaeocoma gaveyi* ist wenig wahrscheinlich, da die proximalen Dorsalschilder dieser Art dünn sind. Möglicherweise sind sie mit den unter 4.10 erwähnten und in Fig. 53 und 54 abgebildeten Ventralschildern zu kombinieren.

4.12 Radialschilder (43 Stück, Fig. 59–64)

Die vorgefundenen Radialschilder lassen sich in drei Gruppen unterteilen.

1. Gruppe. Zu dieser Gruppe gehören 39 Radialschilder, und drei davon sind in Fig. 59–61 abgebildet. Die grössten Schilder dieser Gruppe, darunter die von Fig. 59 und 60, dürften zu *P. gaveyi* gehören. Die Zugehörigkeit der übrigen ist nicht mit Sicherheit zu ermitteln, zumal die Grössen stark verschieden sind. Auch in der Ausbildung der Aussenfläche (Grösse der fein punktierten Randzone) sind

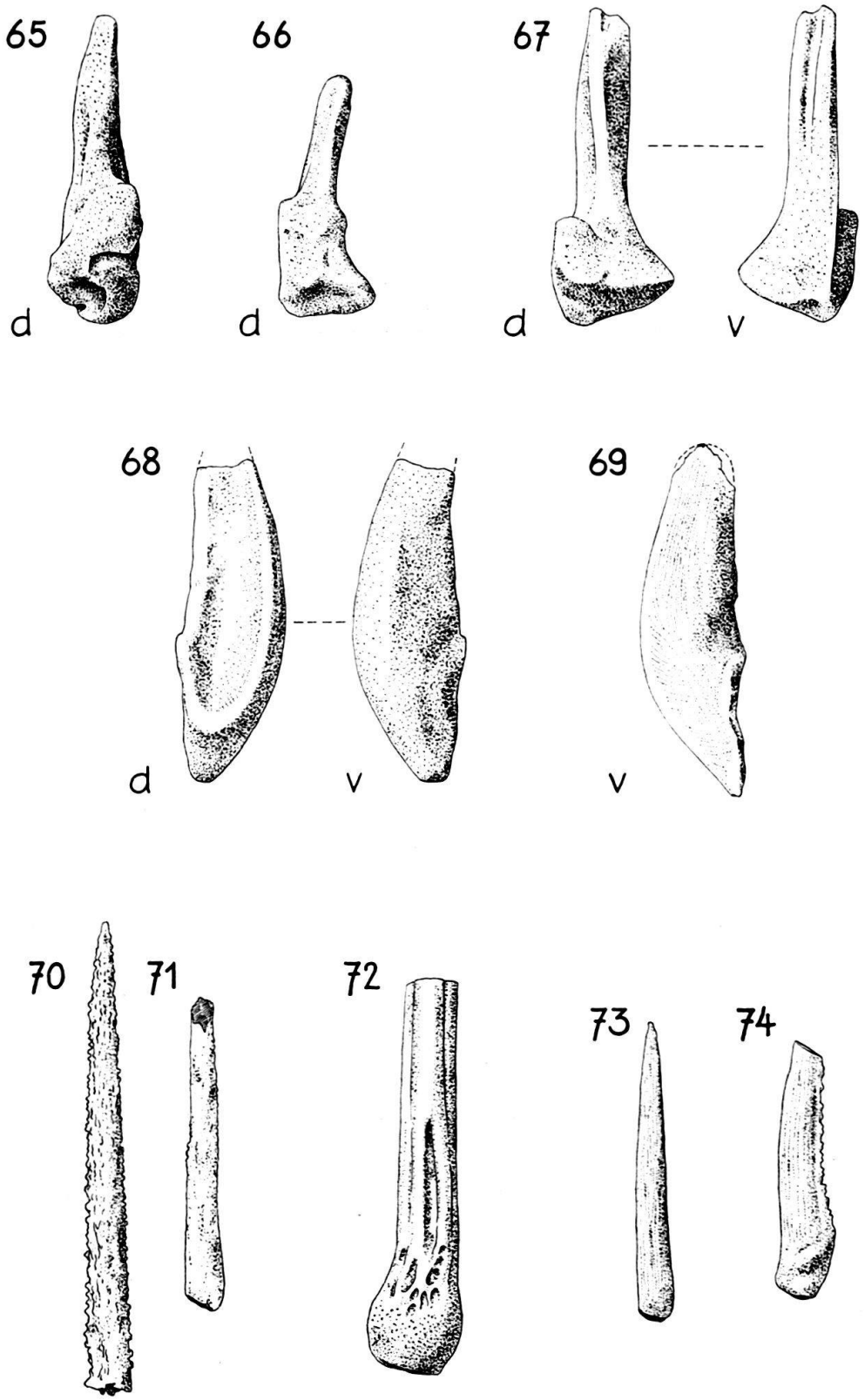

Fig. 65–74. Ophiurenelemente, Pliensbachien (Schicht A), Seewen. × 20. Museum Basel M 5830–5839. Fig. 65–67: radiale Bursalspangen, nicht klassifizierbar; Fig. 68, 69: interradiale Bursalspangen, nicht klassifizierbar; Fig. 70–74: Armstacheln, Fig. 72: zu *Ophiacantha? dorecki* n.sp. gehörend (?), übrige: nicht klassifizierbar.

recht grosse Unterschiede vorhanden. Die meisten Schilder dieser Reihe zeigen als Gelenkung mit den radialen Bursalspangen zwei Höcker und eine Grube. Diese Gelenkung ist allerdings immer nur schwach bis andeutungsweise entwickelt.

2. Gruppe. Sie umfasst nur 3 Radialschilder, von denen zwei abgebildet sind (Fig. 62, 63). Die Schilder besitzen eine kantige Innenfläche, wie sie beispielsweise auch bei *Ophioplinthus medusae* LYMAN (1882, Taf. 38, Fig. 1) vorkommt. Eine deutliche Gelenkung kann nicht ermittelt werden.

3. Gruppe. Ein Radialschild weicht durch seine Umrisse von allen übrigen ab (Fig. 64). Die Innenfläche und der grösste Teil der Aussenfläche sind mit Poren versehen. Eine deutliche Gelenkung kann nicht erkannt werden.

4.13 Bursalspangen

4.13.1 Radiale Bursalspangen (8 Stück, Fig. 65–67)

Die drei dargestellten radialen Bursalspangen sind in ihrer Form recht unterschiedlich, so dass anzunehmen ist, dass sie drei verschiedenen Arten angehört haben. Wie die Dorsalansichten (d) zeigen, erfolgte bei diesen Elementen die Verbindung zu den Radialschildern vermittels zwei Gelenkhöckern und einer Grube.

4.13.2 Interradiale Bursalspangen (9 Stück, Fig. 68, 69)

Unter diesen können die beiden dargestellten Typen unterschieden werden. Die Verbindung der flachen Elemente zu den radialen Bursalspangen erfolgte bei der geraden Stelle (z. B. in Fig. 69 rechts unten). Vom in Fig. 68 dargestellten Typ wurden 7 gefunden, vom anderen 2 Elemente.

4.14 Armstacheln (Fig. 70–74)

Es lassen sich mit Sicherheit vier Typen unterscheiden. Der häufigste (26 Stück) besitzt eine angeschwollene Basis mit ziemlich tiefer Gelenkgrube und pfeilerartige Leisten bis an die Spitze (Fig. 72, die meisten dieser Stacheln sind zerbrochen). Ein weiterer Typ (7 Stacheln) zeichnet sich durch eine rauhe Oberfläche aus (Fig. 70, 71). Der dritte Typ weist eher eine runzelige Oberfläche auf (Fig. 73, 74), von diesen zum Teil abgeplatteten Stacheln sind 8 Stück vorhanden. Zwei weitere Stacheln sind mit einer sehr regelmässigen Längsriefung versehen, welche bedeutend stärker ist als die beim Stachel von Fig. 73 sichtbare. Die rudimentären Stacheln von *Ophiomusium solodurense* n. sp. (Fig. 12) wurden schon erwähnt, sie wurden aus dem Schlämmrückstand nicht isoliert ausgelesen.

Von all diesen Stacheln lassen sich nur die durch Fig. 72 dargestellten mit einiger Wahrscheinlichkeit einordnen. Sie dürften zu den Lateralschildern von *Ophiacantha? dorecki* n. sp. gehört haben, bei welchen ja sehr kräftige Stachelwarzen entwickelt sind. Sehr ähnliche Stacheln bildete WOLBURG (1939) ab (vor allem Taf. 3, Fig. 8). Die von mir aus dem Oxfordton von Les Rouges Terres beschriebenen, ähnlichen Stacheln besitzen neben den Leisten zusätzlich stumpfe Dornen, welche den Stacheln aus dem Lias fehlen.

Die restlichen Stacheln können vorläufig nicht sicher klassifiziert werden.

5. Die Ophiurenelemente von Schicht B (Toarcien, mit Pliensbachienelementen)

5.1 *Ophiomusium scabrum* n. sp.

Lateralschilder (90 Stück, Fig. 75–78)

Die Lateralschilder dieser Art sind in typischer Ausbildung mit einer rauhen, körnigen Oberfläche versehen. Die Zahl der kleinen, knötchenartigen Stachelwarzen schwankt zwischen 3 und 4 (meist 4, wie an den Schildern von Fig. 75 und 76). An den distalen Schildern sind weniger Warzen entwickelt (3 in Fig. 77, 2 in Fig. 78). Die Körnung der Aussenfläche ist etwas schwankend, Fig. 75 stellt ein verhältnismässig glattes Schild dar.

Diese Lateralschilder stimmen mit den in Fig. 118–121 abgebildeten Schildern aus Schicht C überein. Weiteres (Diagnose, Typusbezeichnung etc.) siehe unter 6.1.

Wirbel (14 Stück, Fig. 93, 94)

Die verhältnismässig schmalen Wirbel von Fig. 93 und 94 gehören sehr wahrscheinlich zu einer *Ophiomusium*-Art. Sie besitzen einen ähnlichen Wulst auf der Seitenfläche wie die in Fig. 36–39 abgebildeten und zu *Ophiomusium solodurense* n. sp. gestellten Wirbel. Ein Teil der vorliegenden Wirbel mag deshalb auch zu *O. solodurense* gehören, Lateralschilder dieser Art treten ja auch in Schicht B auf (siehe 5.2). Nicht ausgeschlossen ist schliesslich eine Zugehörigkeit zu den Lateralschildern «Seewen Typ IIIB» (siehe 5.9).

5.2 *Ophiomusium solodurense* n. sp.

Lateralschilder (4 Stück, Fig. 79)

Diese Schilder sind glatt und deutlich gewölbt, was sie hinreichend von den Schildern von *O. scabrum* n. sp. unterscheidet. Am abgebildeten Schild sind 3 rudimentäre Stachelansatzstellen sichtbar, wobei die dorsale durch eine Lücke von den beiden ventralen getrennt ist. Die Zone zwischen Stachelansätzen und Distalrand ist im Gegensatz zur übrigen Aussenfläche fein granuliert.

Die Schilder werden zu der aus Schicht A beschriebenen *Ophiomusium*-Art gestellt, da alle wesentlichen Merkmale übereinstimmend ausgebildet sind. An den Innenseiten der drei nicht abgebildeten Lateralschilder sind Glaukonitkörner sichtbar. Dies spricht für Herkunft aus Schicht A durch Aufarbeitung.

5.3 *Ophiopinna? helvetica* n. sp.

Lateralschilder (15 Stück, Fig. 80)

Diese Schilder entsprechen ganz den aus Schicht A als *Ophiopinna? helvetica* beschriebenen (siehe 4.4). Auf der Innenseite eines Lateralschildes haftet noch ein Glaukonitkorn.

Wirbel (8 Stück, Fig. 90)

Die mit grosser Wahrscheinlichkeit zu den eben besprochenen Lateralschildern gehörenden Wirbel sind zart und zerbrechlich. Sie besitzen, wie der abgebildete Wirbel zeigt, eine ausgeprägte Dorsalkante und grosse dorsale Muskelansatzflächen.

5.4 *Hemieuryale? lunaris* n. sp.

Aus Schicht B liegt ein einziger, sehr kleiner Wirbel vor.

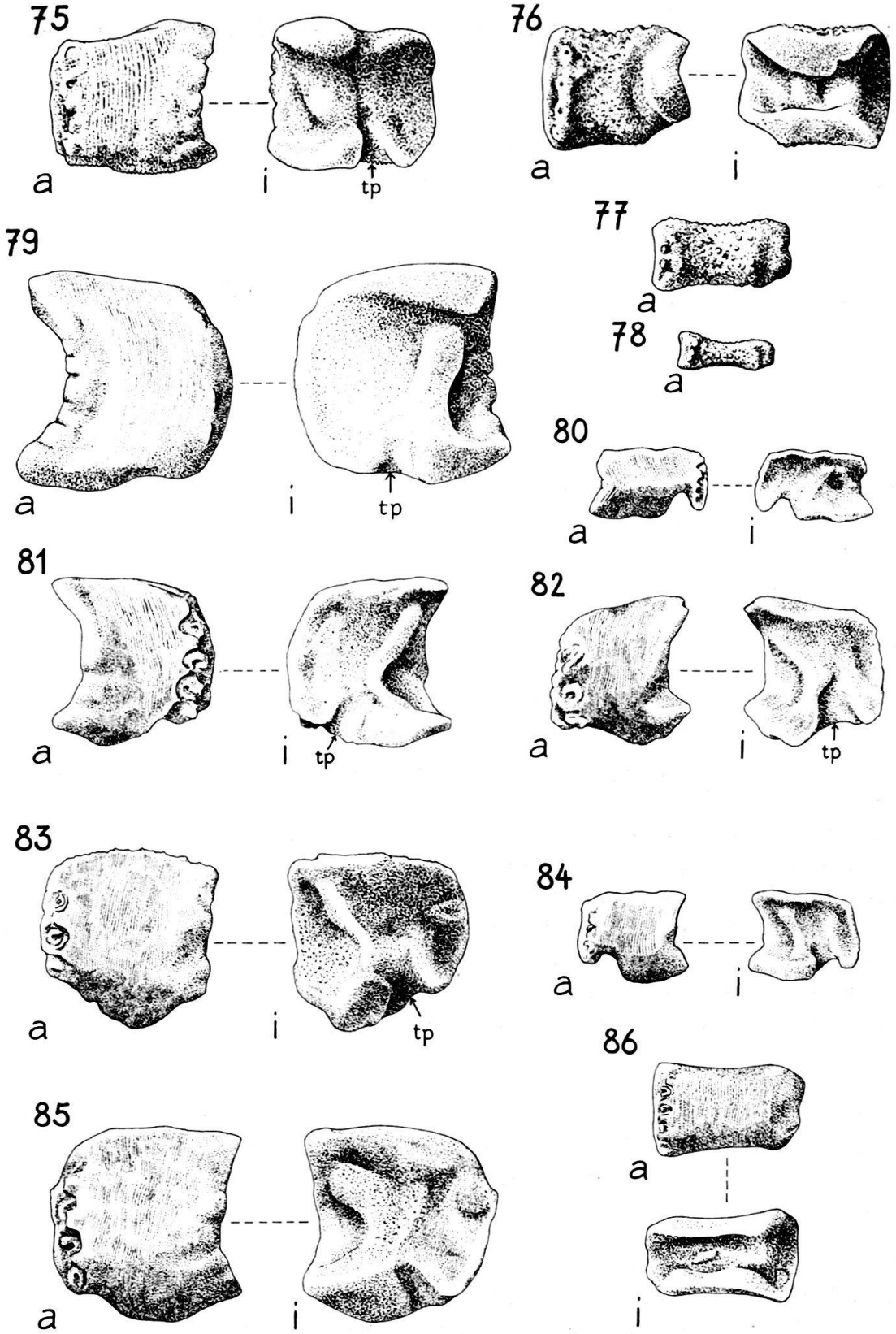

Fig. 75–86. Lateralschilder, Toarcien mit aufgearbeitetem Pliensbachien (Schicht B), Seewen. × 20. Museum Basel M 5840–5851. Fig. 75–78: *Ophiomusium scabrum* n. sp. aus fortschreitend distalen Armabschnitten; Fig. 79: *Ophiomusium solodurense* n. sp.; Fig. 80: *Ophiopinna? helvetica* n. sp.; Fig. 81: *Ophiacantha? toarcensis* n. sp.; Fig. 82: «Seewen Typ I B»; Fig. 83, 84: «Seewen Typ II B»; Fig. 85, 86: «Seewen Typ III B».

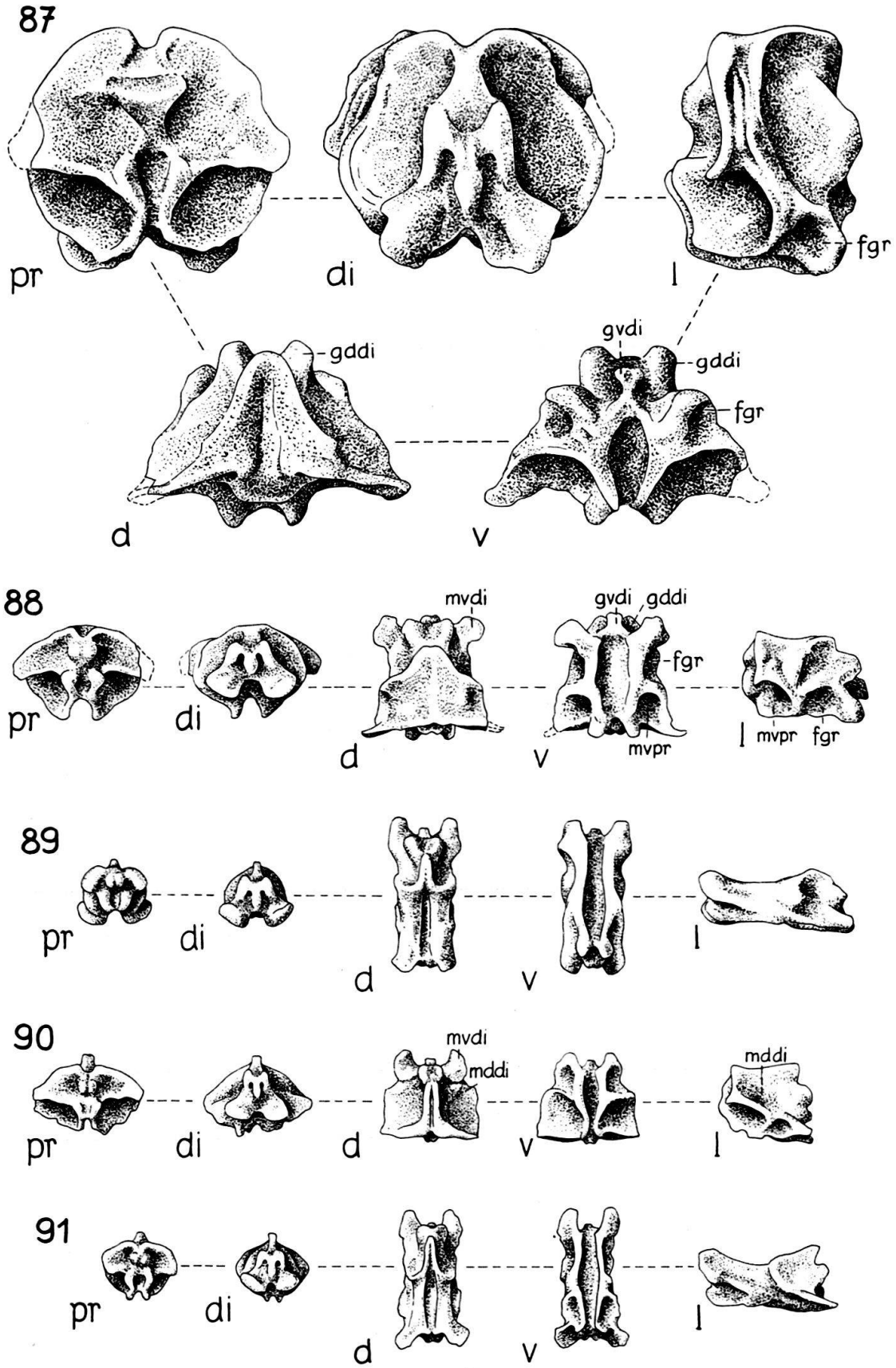

Fig. 87–91. Wirbel, Toarcien mit aufgearbeitetem Pliensbachien (Schicht B), Seewen. × 20. Museum Basel M 5852–5856. Fig. 90: *Ophiopinna? helvetica* n. sp.; übrige: nicht sicher klassifizierbar.

5.5 *Palaeocoma gaveyi* (WRIGHT)

Von dieser Art wurden neben einem Dorsalschild zwei Wirbel gefunden, ein grosser proximaler und ein kleinerer, distaler. Der proximale Wirbel ist in Fig. 92 abgebildet (in der Distalansicht ist links neben dem Gelenkhöcker ein Glaukonitkorn sichtbar).

5.6 *Ophiacantha? toarcensis* n. sp.

Lateralschilder (40 Stück, Fig. 81)

Die Aussenfläche dieser Schilder ist eingeschnürt und fein gefältelt. Die Stachelwarzen sind gross, ihre Zahl beträgt maximal 6. Schilder der gleichen Art wurden auch in Schicht C gefunden, für Diagnose, Typusbezeichnung etc. siehe 6.2.

5.7 Lateralschilder «Seewen Typ I B» (69 Stück, Fig. 82)

Was die Benennung und Gattungszugehörigkeit dieser Schilder betrifft, gilt das unter 4.6 gesagte.

Die Aussenfläche dieser Schilder ist nicht eingeschnürt. Die Fältelung ist durch eine feine Granulation ersetzt, wobei die Körnchen aber in Querreihen angeordnet sind. Die maximale Zahl der Stachelwarzen beträgt 4, meist sind aber nur 3 vorhanden. Die Warzen sind gross.

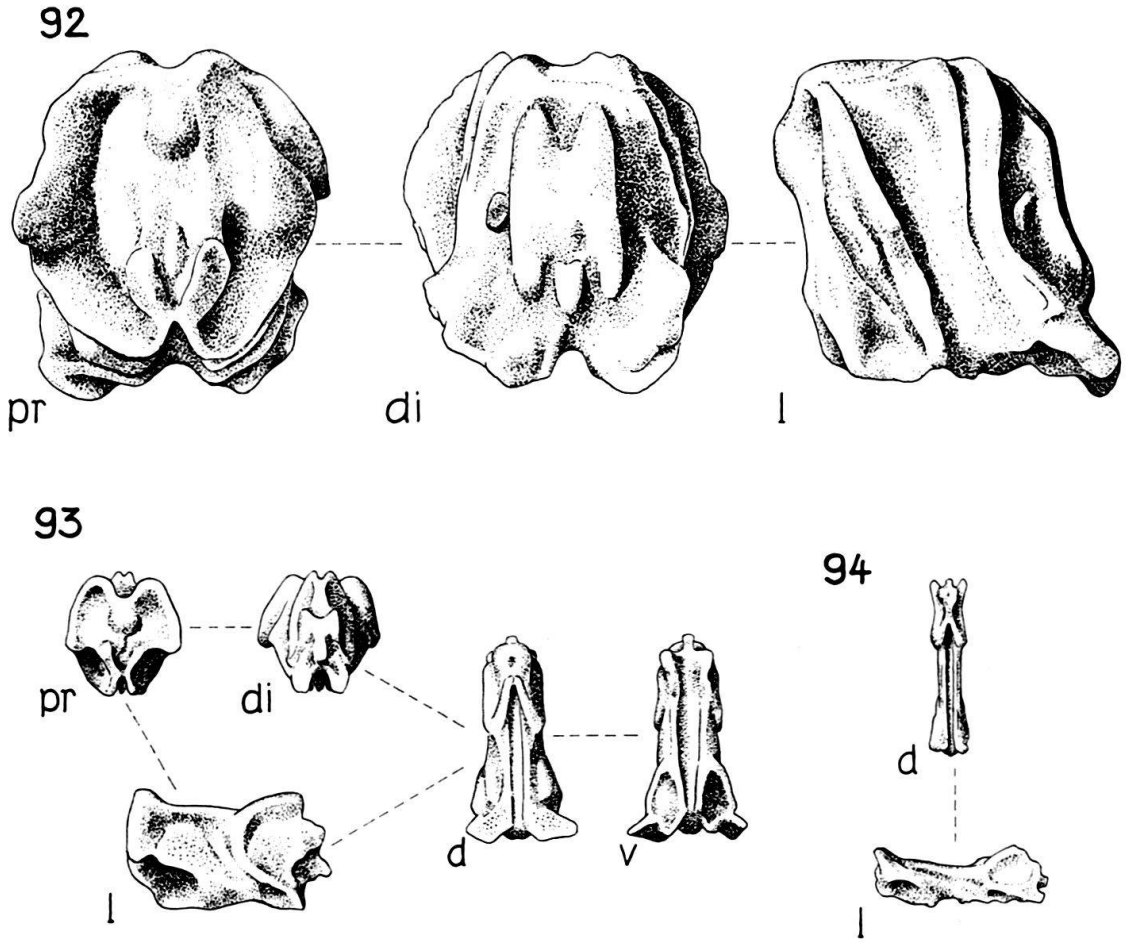

Fig. 92–94. Wirbel, Toarcien mit aufgearbeitetem Pliensbachien (Schicht B), Seewen. × 20. Museum Basel M 5857–5859. Fig. 92: *Palaeocoma gaveyi* (WR.) (Glaukonitkorn in der Distalansicht!); Fig. 93, 94: Diese Wirbel gehören wahrscheinlich zu *Ophiomusium scabrum* n. sp., nicht ausgeschlossen ist aber auch Zugehörigkeit zu *O. solodurense* n. sp. oder zu den Lateralschildern «Seewen Typ III B».

Diese Schilder zeigen eine gewisse Ähnlichkeit mit denen des Typs I A, wobei bei I B die Warzen aber grösser sind und die als distale Abgrenzung vorhandene Zunge nicht so ausgeprägt ist.

5.8 Lateralschilder «Seewen Typ II B» (79 Stück, Fig. 83, 84)

Auch diese Schilder sind nicht eingeschnürt und besitzen eine punktierte Aussenfläche. Die Granulation ist aber eher regellos. Es sind meist drei, im Maximum vier, eher kleine Stachelwarzen vorhanden. Diese sind so gelegen, dass dorsal ein von Stachelansatzstellen freier Raum verbleibt. In dieser Gruppe sind viele kleine Schilder mit grossem Ausschnitt für die Tentakelpore (Fig. 84).

Der Hauptunterschied gegenüber I B liegt in der geringeren Grösse der Stachelwarzen.

5.9 Lateralschilder «Seewen Typ III B» (113 Stück, Fig 85, 86)

Im Gegensatz zu den unter I–II B besprochenen Schildern sind die von III B massiv gebaut. Besonders die distalen Schilder ähneln denen der Gattung *Ophiomusium*. Die proximalen Schilder sind aber doch verschieden, so dass die Gattungszugehörigkeit unsicher bleibt.

In der Regel sind 4 mässig grosse Warzen vorhanden, welche nicht gegen den ventralen Teil der Schilder verschoben sind. Ausschnitte für Tentakelporen sind nur an den Schildern des proximalen und mittleren Armbereiches vorhanden, nicht aber an denen des distalen (Fig. 86). Die Aussenfläche ist nie eingeschnürt, aber fein granuliert. Dabei können die Körnchen in Reihen angeordnet sein. Die Schilder dieser Gruppe sind von denen der übrigen Gruppen relativ gut unterscheidbar.

5.10 Unsicher klassifizierbare Wirbel (89 Stück, Fig. 87–89, 91)

Ein Teil der Wirbel von Schicht B ist bereits besprochen worden, so die *Ophiomusium*-artigen Wirbel (unter 5.1), die Wirbel von *Ophiopinna? helvetica* n. sp. (unter 5.3) und die zu *P. gaveyi* (Wr.) sowie *Hemieuryale? lunaris* n. sp. gehörenden Wirbel (unter 5.5, resp. 5.4).

Die verbleibenden 89 Wirbel sind alle von ähnlicher, gedrungener Gestalt. Unter ihnen wurden zwei Mundwirbel gefunden, der eine allerdings nur in Form eines Fragments.

Die proximalen Wirbel unterscheiden sich nur unwesentlich von denjenigen aus Schicht A (vgl. Fig. 43 mit Fig. 87). Bei den distaleren Wirbeln sind die Unterschiede grösser, vor allem in der Dorsal- und in der Distalansicht (Dorsalkante!). In Schicht C wurden gleiche Wirbel gefunden, vgl. 6.8.

Es ist sehr wahrscheinlich, dass diese Wirbel zu den prinzipiell gleich gebauten Lateralschildern von *O.? toarcensis* n. sp. und den Typen I B und II B gehört haben müssen. Die zu III B gehörenden Wirbel müssen eher *Ophiomusium*-ähnlich gewesen sein.

5.11 Mundeckstücke (4 Stück, Fig. 95)

Alle 4 Mundeckstücke sind klein, das grösste ist in Fig. 95 abgebildet. Diese Elemente gleichen den aus Schicht A beschriebenen Mundeckstücken, es sind also auch hier die ambulakralen Teile nicht in flügelartige Fortsätze umgewandelt.

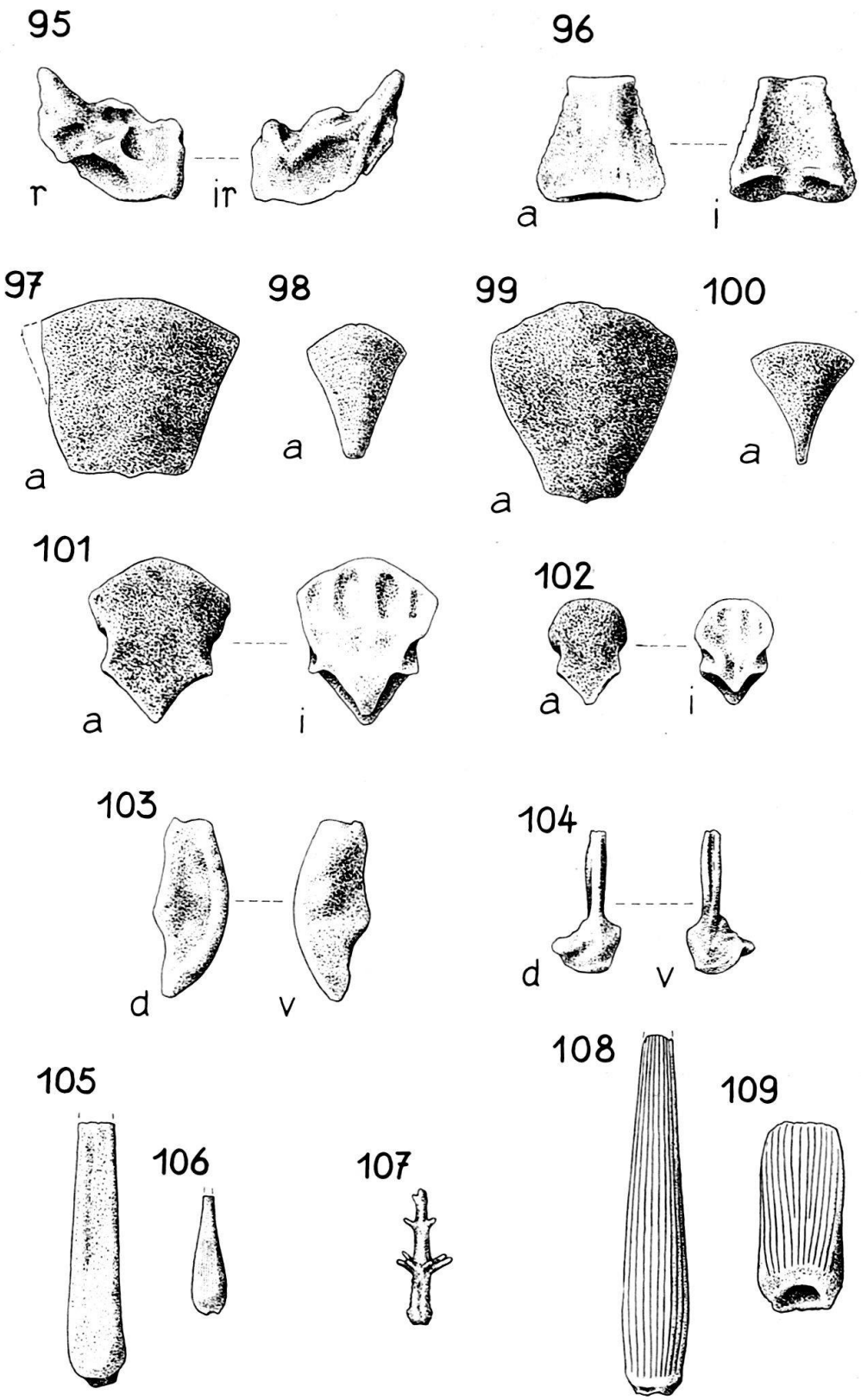

Fig. 95–109. Nicht klassifizierbare Ophiurenelemente, Toarcien mit aufgearbeitetem Pliensbachien (Schicht B), Seewen. × 20. Museum Basel M 5860–5874. Fig. 95: Mundeckstück; Fig. 96–100: Dorsalschilder; Fig. 101, 102: Ventralschilder; Fig. 103: interradiale Bursalspange; Fig. 104: radiale Bursalspange; Fig. 105–109: Armstacheln, die Stacheln Fig. 105 und 106, sowie 108 und 109 gehören zu gleichen Arten.

5.12 Ventralschilder (34 Stück, Fig. 101, 102)

Es können zwei Gruppen unterschieden werden, wobei die Unterschiede jedoch nur gering sind. Die erste Gruppe umfasst 9 relativ dünne, wenig gewölbte Elemente. Die Schilder der zweiten Gruppe sind dicker und stärker gewölbt, sie umfasst die restlichen 25 Elemente, darunter auch die beiden abgebildeten. Die abgebildeten Ventralschilder zeigen eine grosse Ähnlichkeit mit den in Fig. 53 und 54 dargestellten aus Schicht A. Sie dürften mit den Lateralschildern Typen I–III B kombinierbar sein.

5.13 Dorsalschilder (28 Stück, Fig. 96–100)

Es lassen sich vier Gruppen unterscheiden. Die erste umfasst lediglich das in Fig. 96 abgebildete Schild (es ist in der Figur möglicherweise falsch orientiert, d. h. mit der Proximalkante nach oben). Seine Innenfläche ist stark skulptiert.

Einer zweiten Gruppe gehören 3 trapezförmige, dünne und schwach skulptierte Schilder an (Fig. 97).

Die dritte Gruppe besteht aus 4 mässig dicken Schildern mit konzentrisch gestreifter Aussenfläche (Fig. 98).

Die restlichen Schilder sind dünn (Fig. 99, 100), und es fehlen ihnen Skulpturen auf den Innenflächen.

5.14 Radialschilder (3 Stück)

Die drei nicht so gut erhaltenen Elemente ähneln den in Fig. 60 und 61 abgebildeten Radialschildern aus Schicht A.

5.15 Bursalspangen

5.15.1 Radiale Bursalspangen (4 Stück, Fig. 104)

Die Dorsalansicht der abgebildeten Bursalspange zeigt, dass sie mit dem entsprechenden Radialschild vermittels zwei Höckern und einer Grube verbunden war. Alle 4 radialen Bursalspangen sind klein und von ähnlicher Gestalt.

5.15.2 Interradiale Bursalspangen (2 Stück, Fig. 103)

Die beiden Stücke zeigen auf der dorsalen Seite eine schwache Vertiefung, dieses Merkmal findet sich auch bei dem in Fig. 68 abgebildeten Element aus Schicht A. Die gelenkige Verbindung zur radialen Bursalspange ist beim in Fig. 103 abgebildeten Element doppelt so gross wie am radialen Element von Fig. 104. Mit dieser interradialen Bursalspange musste also eine wesentlich grössere radiale Bursalspange als die abgebildete verbunden gewesen sein.

5.16 Armstacheln (Fig. 105–109)

Es lassen sich drei Gruppen unterscheiden. Die häufigsten Stacheln (48 Stück) sind rund bis etwas abgeflacht und relativ glatt (Fig. 105–106). 6 Stacheln sind ähnlich dem in Fig. 72 abgebildeten aus Schicht A. Im Gegensatz zu den Stacheln aus dieser Schicht treffen wir in Schicht B aber auf dornartige Auswüchse. Der kleinste dieser Stacheln ist in Fig. 107 abgebildet. (Recht ähnliche Stacheln wurden im Oxfordton gefunden, siehe Hess, 1960b, Fig. 45, 46). Die dritte Gruppe umfasst 6 teilweise abgeflachte Stacheln mit ausgesprochener Längsstruktur (Fig. 108,

109). Solche Stacheln wurden in Schicht A nicht festgestellt. Der Stachel von Fig. 109 gleicht stark dem von WOLBURG (1939) auf Taf. 3, Fig. 6 abgebildeten.

6. Die Ophiurenelemente von Schicht C (Toarcien, mit Pliensbachienelementen)

6.1 *Ophiomusium scabrum* n. sp.

Lateralschilder (191 Stück, Fig. 118–121)

Lateralschilder der gleichen Art sind aus Schicht B bekannt (siehe 5.1). Die Aussenfläche ist in typischer Ausbildung rauh und körnig. Es kommen aber auch Schilder mit einer etwas weniger rauhen Aussenfläche vor (Fig. 119). Bei diesen Schildern ist der Proximalrand weniger stark aufgeworfen als bei den rauhen Schildern, wie dem in Fig. 118 abgebildeten. Eine grössere Zahl der Schilder ist mit Aussparungen für Tentakelporen versehen. Somit dürften sich die Tentakelporen bis etwa zur Armhälfte erstreckt haben. Bei dem in Fig. 120 abgebildeten proximalen Lateralschild ist die Oberkante proximalwärts abgeschrägt. Daraus kann geschlossen werden, dass an den proximalen Armsegmenten Dorsalschilder von annähernd dreieckigem Umriss entwickelt waren. An den proximalen Schildern sind maximal 5 kleine, unregelmässige Stachelwarzen entwickelt.

Wirbel (16 Stück, Fig. 128)

Eine Anzahl von Wirbeln entsprechen den unter 5.1 erwähnten. Sie gehören mit grosser Wahrscheinlichkeit zu den *Ophiomusium*-Lateralschildern. Der in Fig. 128 abgebildete Wirbel stimmt mit dem Wirbel von Fig. 93 gut überein. Der Wulst auf der Seitenfläche findet sich in Schicht C auch bei der Gruppe der nicht klassifizierten, breiten Wirbel (vgl. Fig. 130). In diesem Fall ist der Wulst aber eher ein Auswuchs der nach oben aufgeworfenen ventralen Muskelansatzfläche der Proximalseite.

Begründung der Klassifizierung

Die vorliegenden Lateralschilder haben die allgemeine Form von *Ophiomusium*-Lateralschildern, hingegen sind die Tentakelporen stärker entwickelt als bei den rezenten Vertretern dieser Gattung. Das gleiche ist aber auch bei anderen fossilen *Ophiomusium*-Arten der Fall, nämlich bei *O. ferrugineum* BOEHM und bei *O.* cf. *gagnebini* (THURM.) (vgl. HESS, 1960b, S. 395).

Vergleich mit fossilen Arten

Von *O. solodurense* unterscheiden sich die vorliegenden Lateralschilder sofort durch ihre rauhe Aussenfläche und durch ihre weniger regelmässige Gestalt. Auch sind bei der Art aus Schicht A Tentakelporen nur an den proximalen Armsegmenten vorhanden. Die Aussenflächen der Lateralschilder von *O. ferrugineum* sind zwar fein granuliert, aber bei weitem nicht so rauh wie diejenigen von *O. scabrum* n. sp.

Diagnose von *Ophiomusium scabrum* n. sp.

Lateralschilder mit ausgesprochen rauher Aussenfläche. Proximaler Teil der Aussenfläche häufig etwas aufgeworfen, ziemlich glatt. Im Maximum 5 Stachelwarzen. Tentakelporen bis etwa zur Armmitte entwickelt.

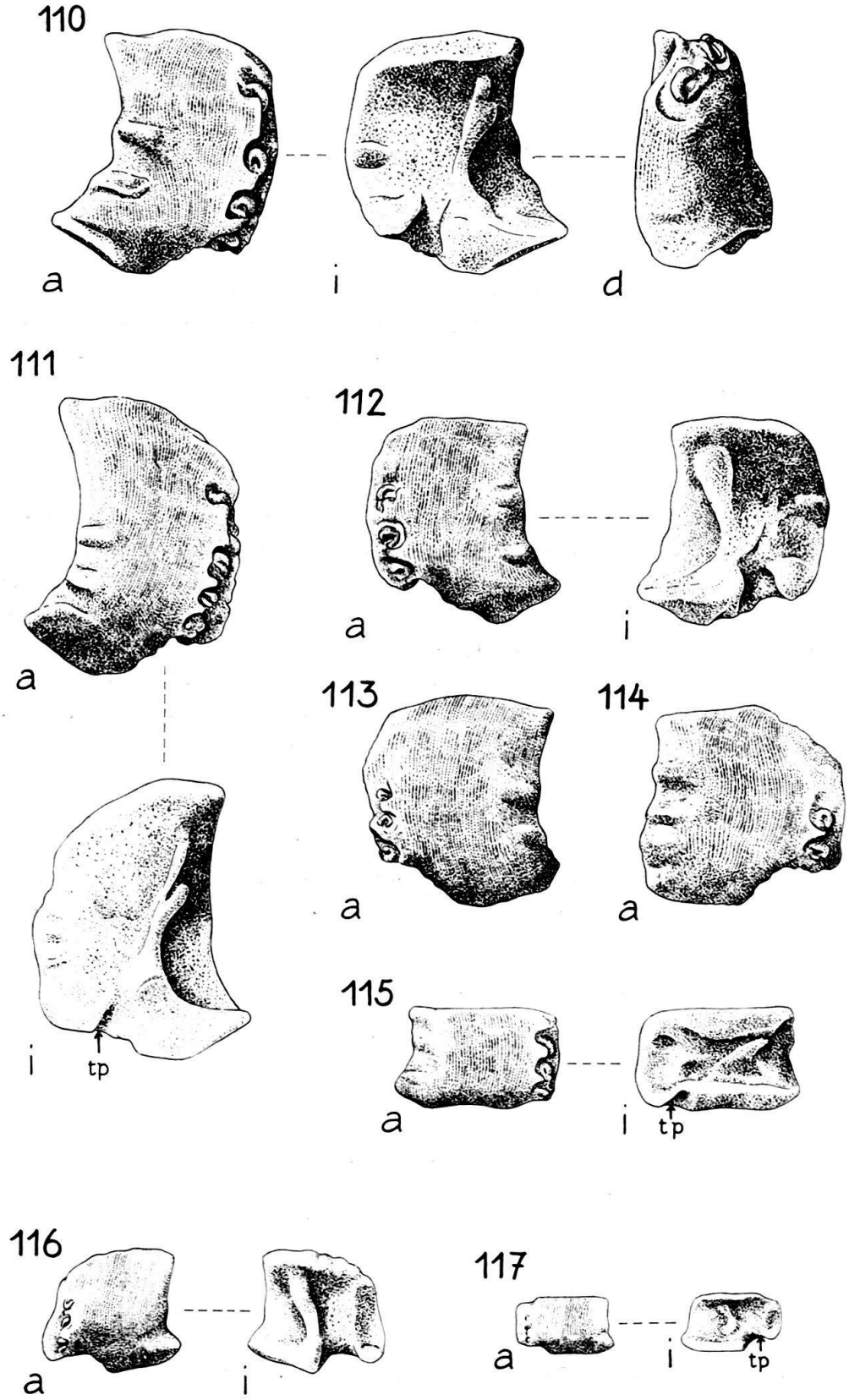

Fig. 110–117: Lateralschilder, Toarcien mit aufgearbeitetem Pliensbachien (Schicht C), Seewen. × 20. Museum Basel M 5875–5882. Fig. 110–115: «Seewen Typ III B»; Fig. 116, 117: «Seewen Typ II B».

Derivatio nominis: Nach der rauhen Aussenfläche.
Typus: Das in Fig. 118 abgebildete Lateralschild, Museum Basel M 5883.
Locus typicus: Seewen, Kt. Solothurn.
Stratum typicum: Toarcien.

6.2 *Ophiacantha? toarcensis* n. sp.

Lateralschilder (31 Stück, Fig. 122–125)

Die Schilder, und vor allem die proximalen, zeigen eine eingeschnürte Aussenfläche, welche eine Skulptur in Form von Querstreifen aufweist. Es sind auf den proximalen Schildern maximal 6 grosse, hufeisenförmige Warzen vorhanden, welche alle von ähnlicher Grösse sind. Diese Warzen stehen auf einem durch die Einschnürung geschaffenen Wulst. Auf den distalen Schildern ist der Wulst wenig entwickelt, gemäss der geringeren Einschnürung. Lateralschilder dieser Art wurden auch in Schicht B gefunden (5.6).

Begründung der Klassifizierung

Die Zuweisung der Schilder zur Gattung *Ophiacantha* ist mit ähnlicher Unsicherheit verbunden wie bei den Lateralschildern von *Ophiacantha? dorecki* n. sp. Die Einschnürung ist etwas weniger stark als bei den rezenten Ophiacanthiden, und die relativ geringe Zahl der Stacheln würde eher auf *Ophiocoma* hinweisen. Auch aus Schicht C sind aber keine Mundeckstücke mit geflügelten ambulakralen Teilen bekannt, wie sie für *Ophiocoma* typisch sind. Natürlich wiegt dieser Einwand aus dem Grunde nicht so schwer, weil in Schicht C insgesamt nur 4 Mundeckstücke aufgefunden wurden.

Vergleich mit fossilen Arten

Im Vergleich zu *Ophiacantha? dorecki* n. sp. sind bei der vorliegenden Art weniger Stachelwarzen vorhanden. Die Aussenfläche ist bei *O.? dorecki* glatt, bei *O.? toarcensis* gefältelt. Schliesslich ist die Einschnürung bei *O.? dorecki* etwas stärker.

Diagnose von *Ophiacantha? toarcensis* n. sp.

Lateralschilder mit Einschnürung und maximal 6 grossen, hufeisenförmigen Warzen. Aussenfläche mit Querstreifung. Tentakelporen auch an distalen Lateralschildern.
Derivatio nominis: Nach der Fundschicht.
Typus: Das in Fig. 122 abgebildete Lateralschild, Museum Basel M 5887.
Locus typicus: Seewen, Kt. Solothurn.
Stratum typicum: Toarcien.

6.3 *Ophiopinna? helvetica* n. sp.

Lateralschilder (18 Stück, Fig 126)

Diese Schilder besitzen die für *O.? helvetica* typischen Merkmale: Aussenfläche mit Querstreifung; Stachelwarzen klein, aber deutlich, meist in Vierzahl; Schilder dünn und vielfach abgewinkelt; distale Zunge; Tentakelporen-Einschnitte in den skulptierten Aussenflächen.

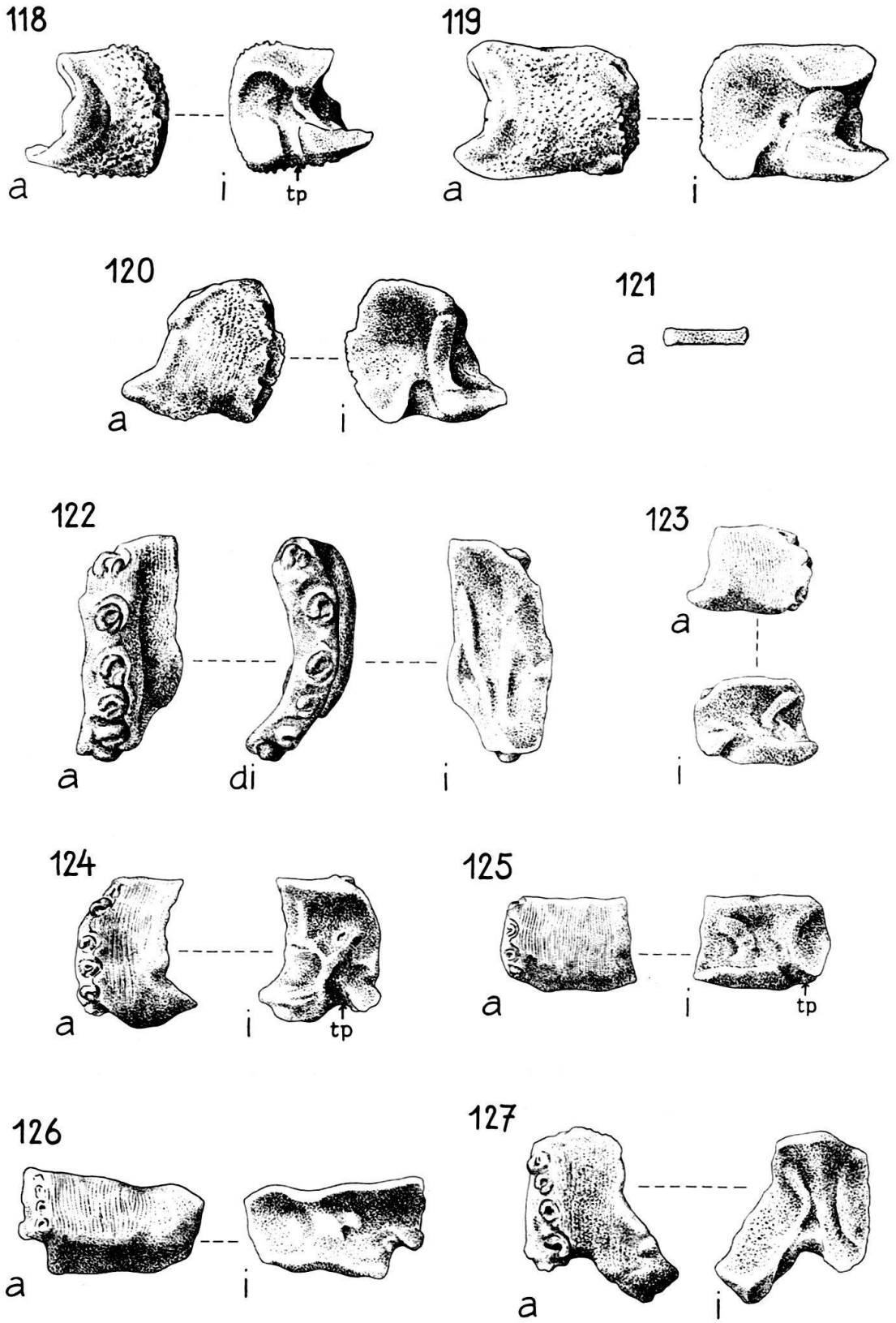

Fig. 118–127. Lateralschilder, Toarcien mit aufgearbeitetem Pliensbachien (Schicht C), Seewen. × 20. Museum Basel M 5883–5892. Fig. 118–121: *Ophiomusium scabrum* n. sp., Fig. 118 = Holotypus, Museum Basel M 5883, Fig. 121 = distales Lateralschild; Fig. 122–125: *Ophiacantha? toarcensis* n. sp., Fig. 122 = Holotypus, Museum Basel M 5887; Fig. 126: *Ophiopinna? helvetica* n. sp.; Fig. 127: «Seewen Typ I C».

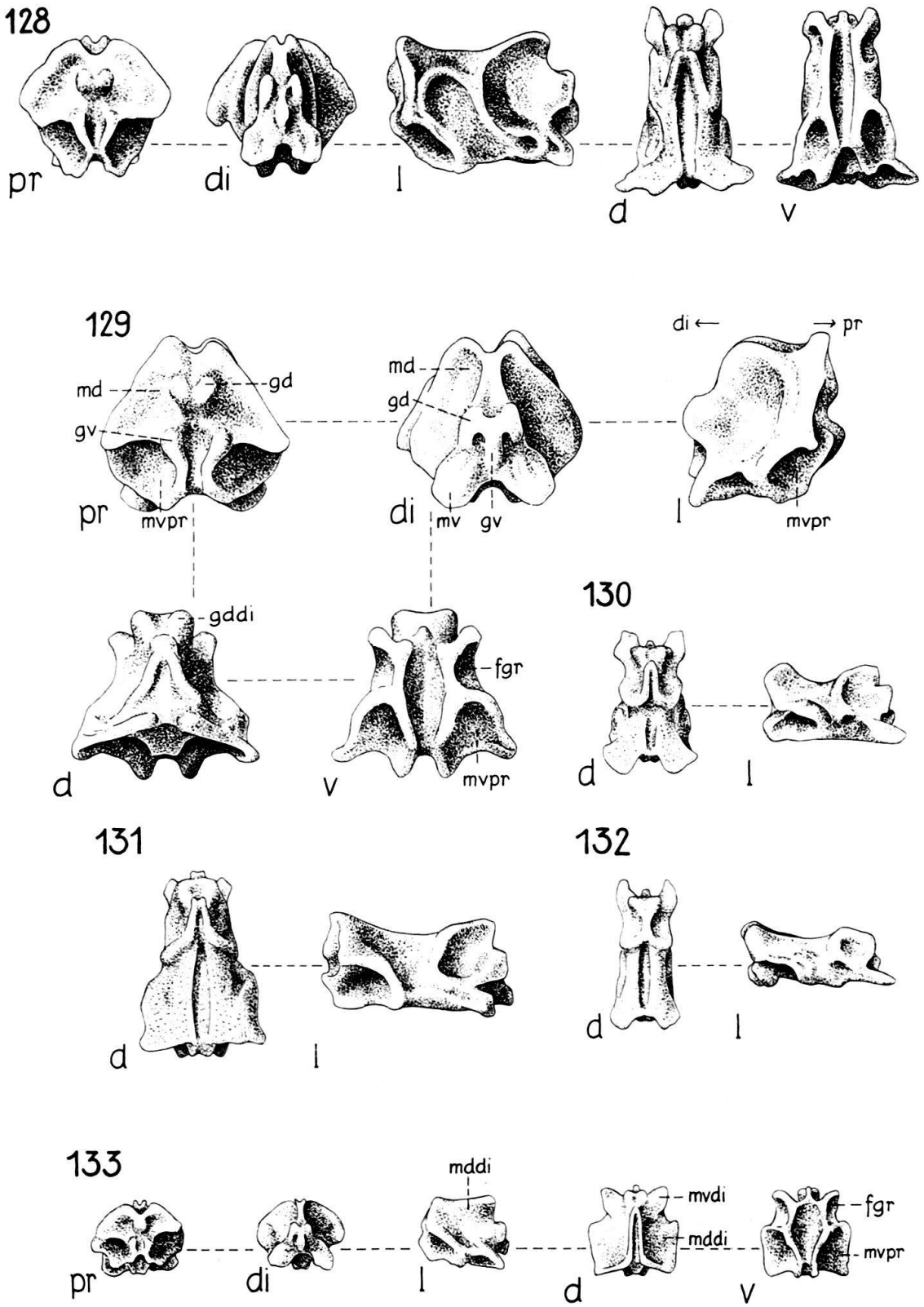

Fig. 128–133. Wirbel, Toarcien mit aufgearbeitetem Pliensbachien (Schicht C), Seewen. × 20. Museum Basel M 5893–5898. Fig. 128: mit grosser Wahrscheinlichkeit zu *Ophiomusium scabrum* n. sp. gehörender Wirbel; Fig. 129–132: nicht klassifizierbare Wirbel; Fig. 133: *Ophiopinna? helvetica* n. sp.

Wirbel (5 Stück, Fig. 133)

Diese Wirbel sind unverkennbar dank ihrem zerbrechlichen Bau, der ausgeprägten, scharfen Dorsalkante und den grossen dorsalen, distalen Muskelansatzflächen.

6.4 *Palaeocoma gaveyi* (WRIGHT)

Schicht C lieferte ein einziges, etwas abgerolltes Lateralschild. Die anhaftenden Glaukonitfragmente deuten auf eine Aufarbeitung aus Schicht A.

6.5 Lateralschilder «Seewen Typ II B» (49 Stück, Fig. 116, 117)

Die 49 Schilder aus Schicht C besitzen alle diagnostische Merkmale der Lateralschilder des Typs II aus Schicht B, nämlich 3 nahe zusammenstehende, ventral gelegene Stachelwarzen, so dass dorsal ein freier Raum verbleibt, sowie das Vorhandensein von Tentakelporen-Ausschnitten an allen Schildern. Viele dieser Schilder sind von geringer Grösse.

6.6 Lateralschilder «Seewen Typ III B» (118 Stück, Fig. 110–115)

Die Lateralschilder aus Schicht C, welche zum Typ III B gestellt werden, sind recht massiv (dies gilt vor allem für die distalen Schilder, welche an die von *Ophiomusium* erinnern) und besitzen 2–4 Warzen. Während die proximalen Schilder von Fig. 110 und 111 4 Warzen besitzen (die dorsale durch eine kleine Lücke von den drei ventralen getrennt), sind an den Schildern von Fig. 112 und 113 nur drei und am Schild von Fig. 114 sogar nur zwei Stachelwarzen entwickelt. Die dorsalste Warze ist nur unbeträchtlich grösser als die ventralen.

Die Schilder von Schicht C stimmen so gut mit den entsprechenden Schildern von Schicht B überein, dass die Zuweisung ausser Zweifel steht.

6.7 Lateralschilder «Seewen Typ I C» (15 Stück, Fig. 127)

Dieser Schildertyp zeigt eine gewisse Ähnlichkeit mit den Typen I A und I B. Im Gegensatz zu Typ I A ist aber beim Typ I C die Aussenfläche granuliert und nicht fein gerunzelt. Beiden Typen gemeinsam ist das Vorhandensein einer deutlichen Zunge als distaler Abschluss der Schilder. Diese Zunge ist beim Typ I B weniger entwickelt. Die proximalen Schilder von I C fallen durch den sehr grossen Tentakelporen-Einschnitt und durch 4 in einer schrägen Reihe stehende hufeisenförmige Warzen auf. Die Aussenfläche ist nicht eingeschnürt. Die recht grossen Warzen in Vierzahl sind die wichtigsten Unterscheidungsmerkmale gegenüber Typ II B.

Das Material ist zu spärlich um eine genaue Abgrenzung zu ziehen oder gar die Schilder zu benennen.

6.8 Unsicher klassifizierbare Wirbel (62 Stück,. Fig. 129–132)

Nach Ausscheidung von 16 schmalen *Ophiomusium*-Wirbeln (siehe 6.1 und Fig. 128), sowie von 5 *Ophiopinna*-Wirbeln (siehe 6.3 und Fig. 133) verbleiben 62 nicht klassifizierbare Wirbel. Diese sind verhältnismässig breit und zeigen eine recht charakteristische Dorsalansicht («betende Figur mit vollgestopften Seitentaschen» – diese Seitentaschen sind die dorsalen Überdeckungen der ventralen, proximalen Muskelansatzflächen). Auf die Unterschiede zu den *Ophiomusium*-

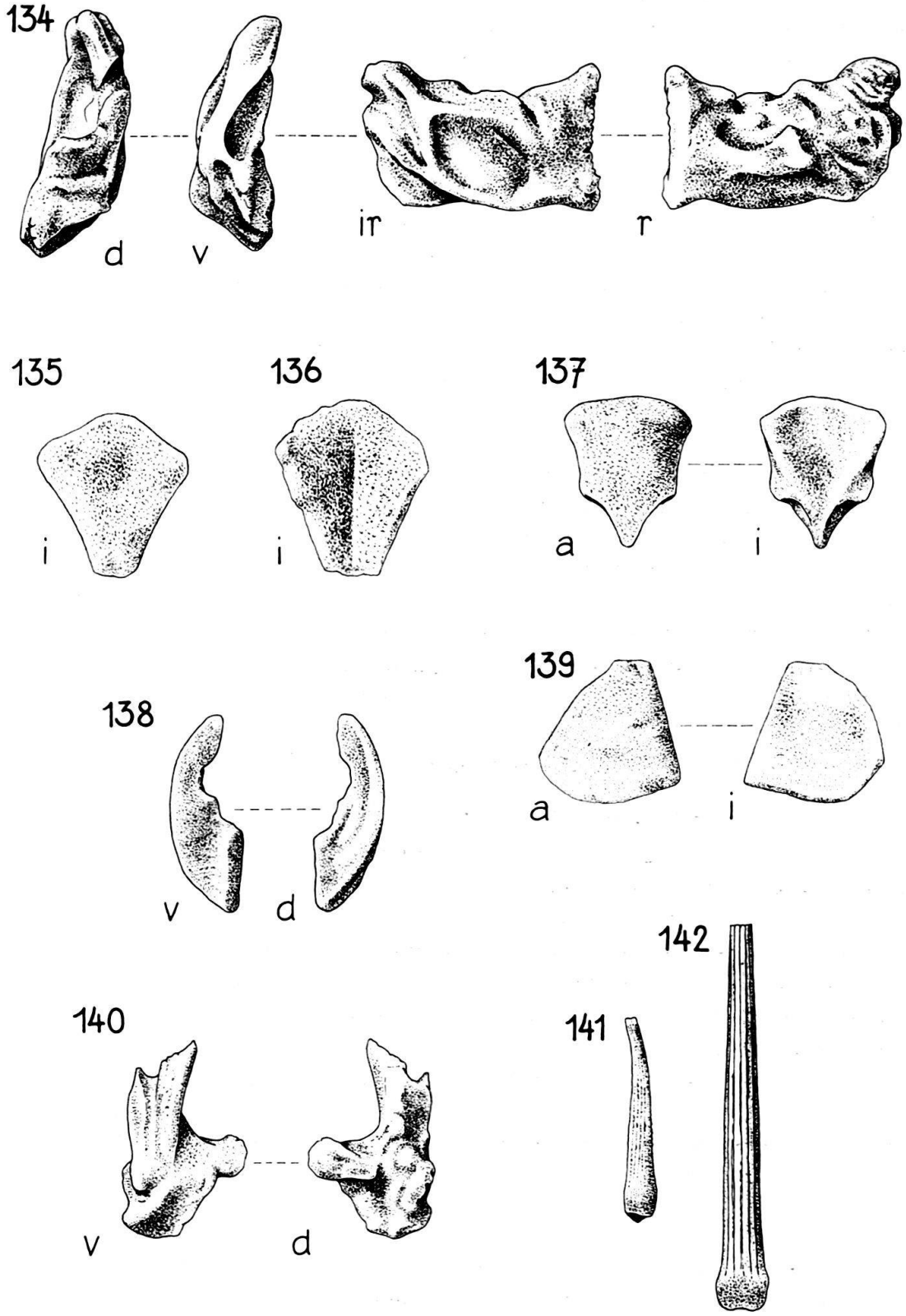

Fig. 134–142. Nicht klassifizierbare Ophiurenelemente, Toarcien mit aufgearbeitetem Pliensbachien (Schicht C), Seewen. × 20. Museum Basel M 5899–5907. Fig. 134: Mundeckstück; Fig. 135, 136: Dorsalschilder; Fig. 137: Ventralschild; Fig. 138: interradiale Bursalspange; Fig. 139: Radialschild; Fig. 140: radiale Bursalspange; Fig. 141, 142: Armstacheln.

Wirbeln wurde bereits hingewiesen. Mit den *Ophiopinna*-Wirbeln besteht keine Verwechslungsgefahr.

Die in Fig. 130–132 abgebildeten Wirbel sind den in Fig. 89 und 91 dargestellten sehr ähnlich. Eine recht gute Übereinstimmung besteht auch zwischen den in Fig. 87 und 129 abgebildeten grossen Wirbeln.

6.9 Mundeckstücke (4 Stück, Fig. 134)

Das grösste der 4 ähnlichen Elemente (zwei sind nicht gut erhalten) ist in Fig. 134 dargestellt. Dieses Mundeckstück zeigt gegenüber dem in Fig. 48 dargestellten keine prinzipiellen Unterschiede. An keinem der 4 Mundeckstücke von Schicht C sind die ambulakralen Teile mit Fortsätzen oder Flügeln versehen.

6.10 Ventralschilder (16 Stück, Fig. 137)

14 dieser Schilder entsprechen dem abgebildeten (und sind damit ähnlich den in Fig. 101 und 102 dargestellten). Zwei Schilder sind kleiner, weichen aber in der Form nicht stark vom abgebildeten Schild ab.

6.11 Dorsalschilder (3 Stück, Fig. 135, 136)

Die nur 3 Elemente können in zwei Gruppen geteilt werden. Zwei Schilder sind praktisch glatt und nur sehr wenig gewölbt (Fig. 135), ein Schild ist in der Innenansicht deutlich gekielt (Fig. 136).

6.12 Radialschilder (2 Stück, Fig. 139)

Die Innenansicht des abgebildeten kleinen Radialschildes zeigt einen leicht abgeschrägten Distalrand. Höcker und Grube zur Artikulation mit der radialen Bursalspange sind nicht entwickelt.

6.13 Bursalspangen

6.13.1 Radiale Bursalspangen (2 Stück, Fig. 140)

Das besser erhaltene der beiden ähnlich aussehenden Stücke ist abgebildet. Auffallend ist der radialwärts (d. h. gegen die Armwirbel) gerichtete Fortsatz. Solche radiale Bursalspangen kamen sonst in Seewen nicht zum Vorschein und sind mir auch von rezenten Formen nicht bekannt. Die abgebildete Spange ist oben etwas abgebrochen. Zur Gelenkung mit dem Radialschild sind relativ starke Höcker (vermutlich zwei) ausgebildet.

6.13.2 Interradiale Bursalspangen (1 Stück, Fig. 138)

Dieses Element besitzt eine etwas andere Form als das in Fig. 68 abgebildete, welches ihm noch am nächsten kommt.

6.14 Armstacheln (Fig. 141, 142)

Ein Stachelfragment entspricht dem in Fig. 72 abgebildeten Stachel. 2 Stacheln sind längsgestreift (Fig. 142), es scheint sich um eine ähnliche, wenn nicht die gleiche Form wie die in Fig. 108 und 109 abgebildete zu handeln (der nicht abgebildete Stachel ist kürzer und gedrungener als der in Fig. 142 dargestellte). Die restlichen drei Stacheln sind klein und besitzen eine etwas rauhe Oberfläche. Der längste ist in Fig. 141 abgebildet.

7. Versuch zur wahren stratigraphischen Einstufung der vorgefundenen Ophiuren-Arten

In Anbetracht der Tatsache, dass sowohl die Ostracoden als auch die Foraminiferen und Ammoniten der Schichten B und C Mischfaunen zwischen Toarcien und Pliensbachien darstellen, ist das gleiche auch für die Ophiuren anzunehmen. Wenn wir in Schicht B die Ophiurenelemente mit anhaftendem Glaukonit als aufgearbeitet annehmen, und dieses Resultat auf Schicht C übertragen, sowie die Seltenheit gewisser Elemente in B und C in Betracht ziehen, dann kommen wir zu folgender stratigraphischer Verteilung:

	A (Pliensbachien)	B (Toarcien)	C (Toarcien)
Palaeocoma gaveyi (Wr.)	———		
Ophiomusium solodurense n. sp. .	———		
– *scabrum* n. sp. . .		———	———
Ophiacantha ? dorecki n. sp. . . .	———		
– *? toarcensis* n. sp. . .		———	———
Ophiopinna ? helvetica n. sp. . .	———	? - - - -	- - -
Hemieuryale ? lunaris n. sp. . . .	———		

In dieser Aufstellung sind die artlich unbenannten Lateralschilder nicht berücksichtigt.

Die einzige Art, die vermutlich sowohl im Pliensbachien als auch im Toarcien nativ vorkommt, ist *Ophiopinna? helvetica* n. sp. Aus Callovien-Oxfordien wissen wir, dass eine sehr ähnlich gebaute Form, *Ophiopinna? wolburgi*, sowohl im Callovienton, als auch im Renggeriton und in den Effingerschichten vorkommt (siehe I. Teil), also ausgesprochen faziesabhängig ist. Dies scheint aber nicht für alle Ophiuren zuzutreffen, wie die angeführte Aufstellung vermuten lässt. Die allgemein übliche Klassierung der Ophiuren als Faziesfossilien ohne Leitwert dürfte damit in Frage gestellt sein.

SUMMARY

This paper deals with isolated Ophiurid ossicles from Liassic strata exposed near Seewen (Canton of Solothurn, Swiss Jura). The microfauna from three strata has been examined. The lowermost stratum is represented by a 10 cm thick bed of fossiliferous marls rich in glauconite and pyrite. The macrofossils include *Prodactylioceras davoei* (Sow.), *Androgynoceras capricornum* (Schl.), and *Amaltheus margaritatus* (Montf.) mixed in the same thin bed which is obviously highly condensed. The Ostracods and Foraminifera found point to an Upper Pliensbachian («Domerian») age. The Ophiurid fauna consists of *Palaeocoma gaveyi* (Wr.), *Ophiomusium solodurense* n. sp., *Ophiacantha? dorecki* n. sp., *Ophiopinna? helvetica* n. sp., and *Hemieuryale? lunaris* n. sp., as well as of two types of lateral shields as yet unnamed. The new species have been established on the basis of lateral shields. Besides these ossicles, the following have been recognized and partly classified: vertebrae, half jaws, ventral, dorsal and radial shields, as well as genital plates and scales and arm spines. The middle and upper strata consist

of marls and clays and are of Toarcian age, but contain some re-worked Pliensbachian recognized on the basis of both macro- and microfossils. From these beds the following two Ophiuran species have been established as new: *Ophiomusium scabrum* n. sp., and *Ophiacantha? toarcensis* n. sp. In addition, ossicles relating to *Ophiomusium solodurense* n. sp., *Ophiopinna? helvetica* n. sp., *Hemieuryale? lunaris* n. sp., and *Palaeocoma gaveyi* (WR.) have also been found, as well as four unnamed types of lateral shields and the other types of isolated ossicles mentioned as occurring in the lower stratum. The ossicles of at least three of these species, namely *O. solodurense*, *H.? lunaris*, and *P. gaveyi*, are thought to have been re-worked and thus to originate from the Pliensbachian.

LITERATURVERZEICHNIS ZUM II. TEIL

ARKELL, W. J. (1956): *Jurassic Geology of the World.* Edinburgh and London.

CLARK, H. L. (1911): *North Pacific Ophiurans in the collection of the United States National Museum.* Bull. U.S. Nat. Museum *75.*

FELL, H. BARRACLOUGH (1960): *Synoptic keys to the genera of Ophiuroidea.* Zool. Publ. Victoria Univ. Wellington, No. 26.

HESS, H. (1960): *Ophiurenreste aus dem Malm des Schweizer Juras und des Departements Haut-Rhin.* Eclogae geol. Helv. *53*/1.

– (1961 a): *Über zwei Ophiuren (Ophiocoma? rasmusseni* n. sp. *und Ophiotitanos tenuis Spencer) aus der englischen Kreide.* Eclogae geol. Helv. *53*/2.

– (1961 b): *Ophioderma escheri Heer aus dem unteren Lias der Schambelen (Kt. Aargau) und verwandte Lias-Ophiuren aus England und Deutschland.* Eclogae geol. Helv. *53*/2.

JÖRG, E. (1941): *Die Tonmergellagen des Hauptmuschelkalkes im Breisgau und im Gebiet der Dinkelberge, ihre Fauna und stratigraphische Bedeutung.* Jb. Mitt. oberrh. geol. Ver. (NF) *30* (Stuttgart).

LYMAN, T. (1882): *Report on the Ophiuroidea.* Rept. Sci. Results Voyage Challenger, Zool. *5.*

MATSUMOTO, H. (1917): *A monograph of Japanese Ophiuroidea, arranged according to a new classification.* J. Coll. Sci. Tokyo *38*, Art. 2.

PIETRZENUK, E. (1961): *Zur Mikrofauna einiger Liasvorkommen in der Deutschen Demokratischen Republik.* Freiberger Forschungshefte *C 113* (Berlin).

RASMUSSEN, H. WIENBERG (1950): *Cretaceous Asteroidea and Ophiuroidea with special reference to the species found in Denmark.* Danmarks Geol. Undersøgelse, *2*, Nr. 77.

– (1951): *Cretaceous Ophiuroidea from Germany, Sweden, Spain and New Jersey.* Meddel. Dansk Geol. Foren. *12.*

TERQUEM, O., & PIETTE, E. (1865): *Le Lias inférieur de l'Est de la France.* Mém. Soc. géol. France (2) *8*, No. 1.

WOLBURG, J. (1939): *Skelettreste von Ophiuren aus dem deutschen Lias, ihre systematische Zugehörigkeit und Bedeutung als Mikrofossilien.* Paläont. Z. *21.*

WRIGHT, T. (1866): *A monograph on the British fossil Echinodermata from the Oolitic formations. 2*/2. *On the Ophiuroidea.* Palaeontogr. Soc. London.