Zeitschrift: Mitteilungen der Naturforschenden Gesellschaften beider Basel

Herausgeber: Naturforschende Gesellschaft Basel ; Naturforschende Gesellschaft Baselland

Band: 18 (2018)

Artikel: Der Insektenmergel der Schambelen : eine klassische Fossilfundstelle der Nordschweiz

Autor: Etter, Walter / Felber, Paul

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-813416

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: 16.07.2025

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

Der Insektenmergel der Schambelen: eine klassische Fossilfundstelle der Nordschweiz

Walter Etter[1,*], Paul Felber[2]

[1] Naturhistorisches Museum Basel, Abteilung Geowissenschaften, Augustinergasse 2, CH-4001 Basel, walter.etter@bs.ch
[2] Fröschbach 32, CH-8117 Fällanden, pm.felberfehr@ggaweb.ch
[*] Korrespondenz an, walter.etter@bs.ch

Zusammenfassung: Vor etwas mehr als 150 Jahren erschien das Buch «Die Urwelt der Schweiz» von Oswald Heer. Darin wurde ausführlich über den unteren Lias der Schambelen berichtet, eine Fundstelle, welche Heer 15 Jahre zuvor an der aargauischen Reuss entdeckt hatte. Die etwa 10 m mächtigen Ablagerungen enthielten nebst Resten von Meereslebewesen auch fossile Landpflanzen und Insekten, weswegen die Schichten als Insektenmergel bezeichnet wurden. Aufgrund der Funde rekonstruierte Heer das damalige untermeerische Leben und zog auch Schlüsse über das benachbarte Land, von welchem die Pflanzen und Insekten stammten.
2004 wurde eine neue Grabung an der Heer'schen Lokalität durchgeführt. Dabei liessen sich viele Befunde Heers bestätigen, andere mussten aber stark relativiert oder korrigiert werden. So sind Meeresfossilien selten, ebenso Insekten. Bei den von Heer beschriebenen Meerespflanzen handelt es sich in Wirklichkeit um Spurenfossilien. Anstelle eines vor Leben nahezu überquellenden Milieus muss ein Meeresboden ins Auge gefasst werden, der an Sauerstoff verarmt und deshalb nur spärlich besiedelt war.

Schlüsselwörter: Oswald Heer, unterer Lias, Insektenmergel, Meeresfossilien, fossile Insekten

Abstract: The Insektenmergel of Schambelen: a classical fossil bed of northwestern Switzerland. More than 150 years ago Oswald Heer's book «Die Urwelt der Schweiz» («The primeval world of Switzerland») was published. It contained a detailed chapter on the lowermost Jurassic of the Schambelen, a locality near the Argovian river Reuss that was discovered by Heer himself 15 years earlier. The 10 m thick marls contained, in addition to marine organisms, also fossil land plants and insects. Therefore they were named «Insect marls». Heer gave, based on the fossil content of the sediments, a detailed reconstruction of the submarine life but also of the neighbouring landmass.
In 2004, a new excavation at Heer's locality was made. Many of Heer's conclusions could be confirmed while others had to be modified or strongly revised. Fossils of marine organisms as well as insects are very rare. The fossils that Heer described as marine algae are indeed trace fossils. Instead of a lively sea floor we must envision an oxygen-restricted and therefore poorly populated bottom.

Key words: Oswald Heer, lower Lias, Insektenmergel, marine fossils, fossil insects

Einleitung

Während Generationen war das Werk von Oswald Heer «Die Urwelt der Schweiz» (Heer 1865) prägend für angehende schweizerische Geologen und Paläontologen. In 13 chronologisch angeordneten Kapiteln präsentierte der Autor exemplarisch die vorgeschichtliche Lebewelt der Schweiz. Beginnend im Karbon durchschreitet er bis zur Eiszeit alle wesentlichen Zeitabschnitte, die in der Schweiz durch Sedimente und Fossilien repräsentiert sind. Abgeschlossen wird das Werk durch vier allgemeinere Kapitel, die sich dem Gebirgsbau, der Erosion, dem Klima der Vorzeit und der Veränderung der Lebewelt im Laufe der Erdgeschichte widmen. Hier widerspricht er deutlich der damals noch jungen Evolutionstheorie. Im Gegensatz zu Charles Darwin, mit dem er eifrig korrespondierte (Leu 2013), sieht er keinen graduellen Wandel der Arten, sondern nur einzelne Phasen grosser Umwälzungen.

Das Werk ist packend und sehr anschaulich geschrieben, in einer Weise, die auch der interessierte Laie versteht. Heer entwirft in einer blumigen Sprache, zuweilen sogar durch eigene Gedichte ergänzt, Bilder der Urzeit und erweckt so die vergangenen Zeiten zum Leben. Das Buch enthält zahlreiche Abbildungen von Fossilien im Text, 11 Fossil-Tafeln, eine geologische Übersichtskarte und sieben Rekonstruktionen («landschaftliche Bilder») ausgewählter Epochen. Oswald Heer (1809–1883) verfasste dieses populärwissenschaftliche Buch auf der Höhe seines wissenschaftlichen Wirkens. Er war damals ordentlicher Professor für Botanik am Polytechnikum Zürich (heute ETH) und ein international anerkannter Experte für fossile Pflanzen, unterrichtete aber auch Entomologie und über fossile Insekten (Burga 2013). Das Buch «Die Urwelt der Schweiz» war ein grosser Erfolg, wurde neu aufgelegt (Heer 1879, 1883) und auf Französisch und Englisch übersetzt (Heer 1872, 1876). Eine stark gekürzte Version erschien nochmals 1948 (Burga 2009). Zudem erschien im Pestalozzi-Kalender von 1930 ein 19-seitiger Bericht «Bilder aus der Urwelt der Schweiz», welcher stark verkleinert Heers Landschaftsbilder wiedergibt (Anonym 1930).

Den mergeligen Liasbildungen der Schambelen widmet Heer 37 Seiten, fünf Tafeln und ein Lebensbild. Damit wird dieser Fundstelle deutlich mehr Platz eingeräumt als jeder anderen Lokalität der Schweiz. Heers Buch vermittelt uns den Eindruck, dass die Schambelen die wichtigste Fossilfundstelle unseres Landes war, wichtiger noch als die Schiefer von Matt und Engi (die fossilreichen Schichten der mittleren Trias des Monte San Giorgio waren damals noch nicht bekannt); dies vermutlich nicht zuletzt aus dem Grund, dass Heer die Fundstelle selbst entdeckt hatte.

Entdeckungsgeschichte und frühe Erforschung

Es war im April 1850, als Oswald Heer mit Peter Merian auf einer Exkursion Aufschlüsse am westlichen Reussufer zwischen Windisch und Mülligen/Birmensdorf (heute Birmenstorf) besuchten (Felber 2006). Heer war zu jener Zeit Dozent an der Universität Zürich und verantwortlich für Botanik und Entomologie. Merian (1795–1883) war an der Universität Basel Professor für Naturgeschichte und zudem Leiter des Naturhistorischen Museums Basel. Beide Wissenschaftler gehörten zu den führenden Paläontologen ihrer Zeit.

Das Exkursionsziel (Abb. 1) war mit Bedacht gewählt, denn hier konnte man auf kurzer Distanz steilstehende Schichten der mittleren und oberen Trias, des Lias, Doggers und Malms beobachten (siehe Bitterli-Dreher et al. 2007). Ausserdem gab es damals entlang des Reussufers mehrere künstliche Aufschlüsse: eine Gipsgrube in Keuper-Schichten, Mergelgruben im Lias und eine Grube im Opalinuston des unteren Doggers. Die tonig-mergeligen Ablagerungen des unteren Lias erreichen hier eine Mächtigkeit von etwa 10 m. Sie liegen mit scharfem Kontakt auf den dolomitischen Knollenmergeln des Keupers (heute Gruhalden-Member der Klettgau-Formation; Jordan et al. 2016). Ihrerseits werden sie vom Arieten- oder Gryphitenkalk (heute Beggingen-Member der Staffelegg-Formation; Reisdorf et al. 2011) überlagert. Es war in diesen 10 m mächtigen tonigen Mergeln, wo Oswald Heer nebst Mu-

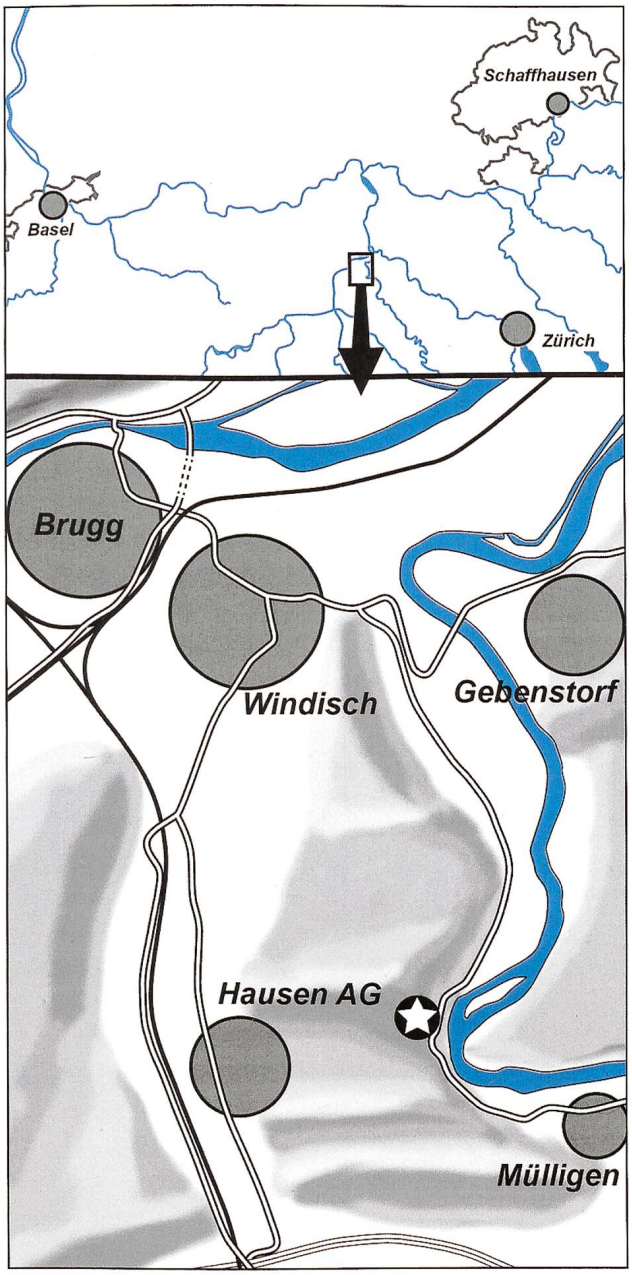


Abb. 1: Lage der Lokalität Schambelen (Stern), in welcher Oswald Heer 1850 erstmals fossile Insekten in den Mergeln des untersten Juras fand. Daten von swisstopo.

scheln und Ammoniten auch einen Deckflügel eines Käfers fand. Sowohl Heer wie auch Merian war die Bedeutung der Funde sofort klar: Es handelte sich um nichts weniger als eine Sensation, waren doch Insekten aus der Jura-Zeit bislang erst in England bekannt geworden.

Die Neuentdeckung wurde unglaublich schnell publik gemacht. Bereits am 6. Mai 1850 hielt Heer in der Naturforschenden Gesellschaft in Zürich einen Vortrag «über fossile Insekten im Lias von Birmensdorf» (Heer und Escher von der Linth 1850). Am 8. Mai orientierte Merian die Naturforschende Gesellschaft in Basel über die anlässlich der Exkursion gemachten sensationellen Funde. Hier taucht auch erstmals der Begriff «Schambele» in der Literatur auf (Merian 1850). Und am 27. Mai 1850 hielt Arnold Escher von der Linth (1807–1872), Professor für Geologie an der Universität Zürich, wieder in der Naturforschenden Gesellschaft in Zürich einen Vortrag «über die Weichthiere des Lias daselbst» (Heer und Escher von der Linth 1850).

Es war in der Folge der Initiative von Arnold Escher zu verdanken, dass von Zürich aus Nachgrabungen stattfanden und lokalen Grubenarbeitern Fossilfunde abgekauft wurden (Felber 2006). Heer selbst erkrankte im Sommer/Herbst 1850 ernsthaft, vermutlich an Lungentuberkulose (Burga 2013). Ein Kuraufenthalt im Winter 1850/51 auf der Insel Madeira brachte die erhoffte Genesung, so dass er sich wieder der Bearbeitung der Funde widmen konnte. In seiner ersten Publikation (Heer 1852) konnte er berichten, dass bereits 300 Exemplare von fossilen Insekten aus der Schambelen in seiner Sammlung seien: 30 Gattungen mit 70 Arten (Abb. 2), dazu Muscheln, Ammoniten, Krebse, Seeigel, Seelilien (von Heer als «gestielte Seesterne» bezeichnet) und Pflanzenreste. Die von Zürich finanzierten Grabungen wurden nach 10 Jahren eingestellt. Fossilien wurden aber auch nach 1860 von Sammlern an Escher und Heer verkauft (Escher von der Linth 1833–72). Dieses Material gelangte erst an die Universität Zürich, kam aber später in den Besitz des Polytechnikums (später Eidgenössische Technische Hochschule ETH), als sowohl Escher wie auch Heer 1855/56 als ordentliche Professoren an die neu gegründete Hochschule berufen wurden. Ab etwa 1875 waren die Gruben in den Liasmergeln verschüttet (Heer 1879).

Ursprünglich war eine monographische Bearbeitung der Funde von der Schambelen geplant. Allerdings beanspruchten die bereits in Angriff genommenen Arbeiten über die tertiäre Insektenfauna von Oehningen und Radoboj in Kroatien (Heer 1847–1853, 1867) sowie über die tertiäre Flora der Schweiz (Heer 1855–1859)

sehr viel Zeit, so dass Heers Darstellung in seiner «Urwelt der Schweiz» die umfangreichste zum Thema Schambelen bleiben sollte.

1857 führte Casimir Moesch für die tonigen Mergel der Schambelen den Begriff «Insektenmergel» ein (Moesch 1857), und diese Bezeichnung setzte sich schnell durch. Merkwürdigerweise vermied allerdings Oswald Heer auch in seinen späteren Publikationen diesen Begriff. Es zeigte sich, dass der Insektenmergel auch in anderen Gegenden des Kantons Aargau und weiter westlich auch im Baselland vorkam (Moesch 1867a, b; Waibel und Burri 1961; Jordan 1983). Weiter im Osten, im Kanton Schaffhausen, wur-

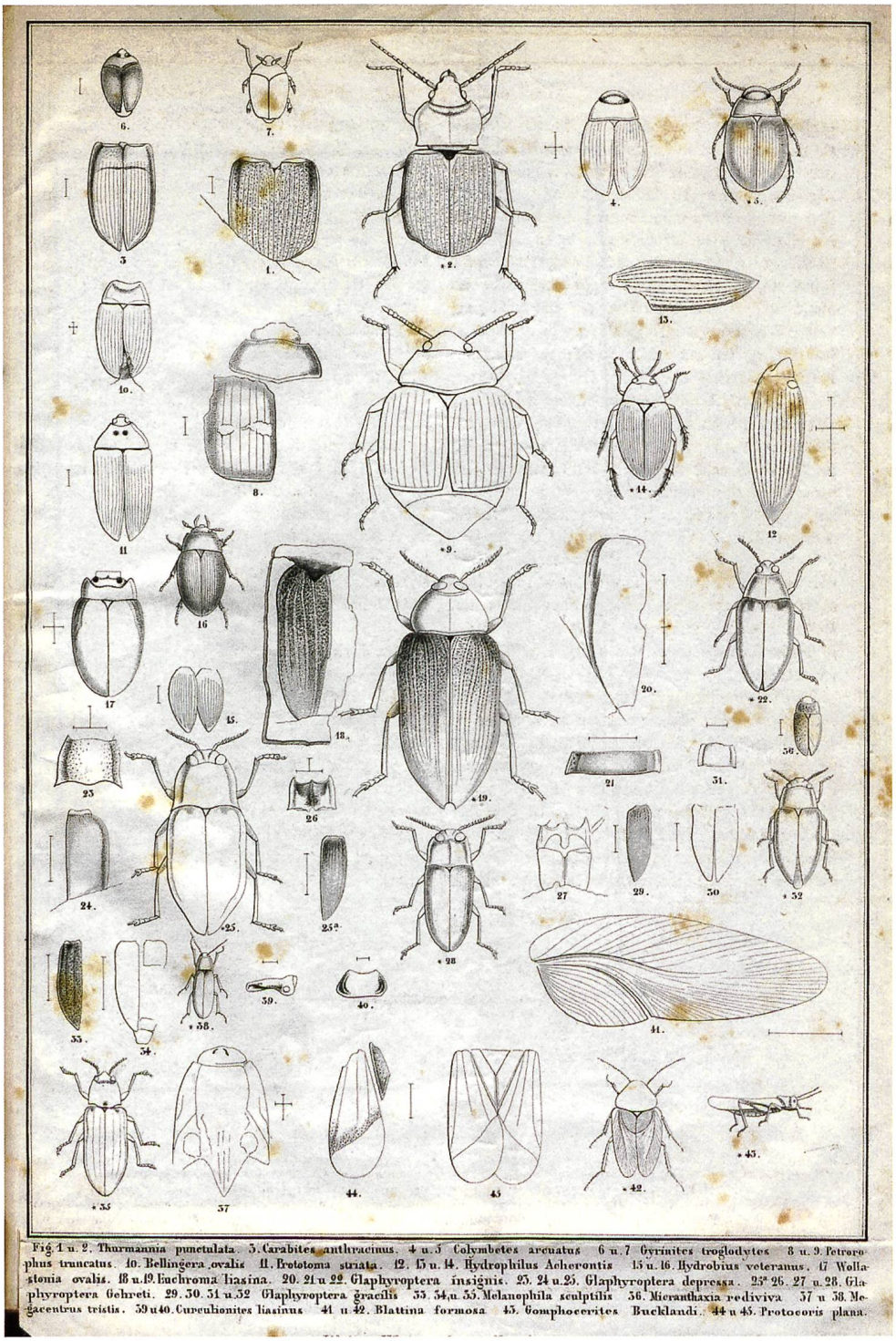


Abb. 2: Tafel mit Käfern und einer Schabe aus der ersten Publikation zu den Insekten der Schambelen (Heer 1852). Beachte, dass die Beine, Fühler und zumeist auch Kopf, Brustschild und Hinterleib nicht erhalten blieben und nur zeichnerische Rekonstruktionen sind.

den ähnlich ausgebildete Mergel als «Schwaichel» bezeichnet (Schalch 1880). Spätere Bearbeitungen des Insektenmergels beschränkten sich meist auf Nachweise und Mächtigkeitsangaben im Rahmen von Kartierungen (z.B. Bader 1925; Buser 1952; Gsell 1968; Diebold et al. 2006; Bitterli-Dreher et al. 2007). Etwas ausführlicher befassten sich zwei Diplomarbeiten mit dem Lias in der Region (Schlatter 1975; Jordan 1983). Schliesslich erfolgte eine längst überfällige Revision der lithostratigraphischen Einheiten des unteren Juras der Nordschweiz (Jordan et al. 2008; Reisdorf et al. 2011), und der Insektenmergel muss jetzt korrekterweise als Schambelen-Member der Staffelegg-Formation bezeichnet werden.

Die Fossilien

In seiner ersten Publikation zum Thema Schambelen (Heer 1852) erwähnt Heer die wichtigsten Arten von Landpflanzen, Insekten, Meerespflanzen und Meerestieren, die in den Schambelen gefunden wurden, und bemerkt, dass sich die Insektenfunde auf 70 Arten verteilen. 13 Jahre später (Heer 1865) gibt er ein viel detaillierteres Bild. Er zählt nun 22 Pflanzen- und 182 Tierarten auf. Bei letzteren handelt es sich um 17 Weichtiere, 6 Krebse, 4 Stachelhäuter, 11 Fische, 1 Reptil und 143 Insekten, die er allerdings nicht alle namentlich erwähnt. Eine Übersicht über die wichtigsten Fossilien geben die Abb. 2–5.

Das Aussergewöhnlichste an dieser Fossilien-Vergesellschaftung ist zweifellos das Vorkommen von Insekten. Ebenso ungewöhnlich ist aber auch die Erhaltung der Meereslebewesen. Hier wurden vollständige Krebse und Fische, Seeigel mit anhaftenden Stacheln, artikulierte Reste von Seelilien und vollständig erhaltene Schlangensterne gefunden (Abb. 3). Dadurch unterscheidet sich diese Fundstelle deutlich von

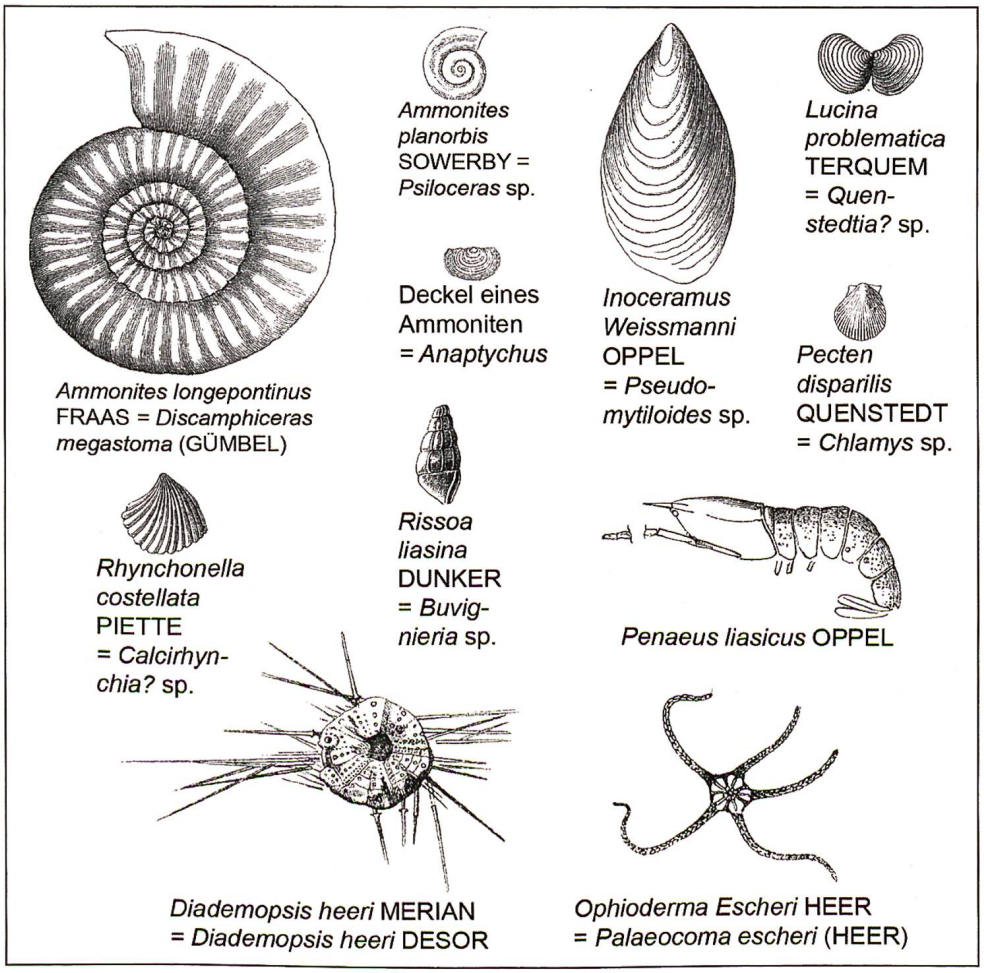


Abb. 3: Übersicht über wichtige Fossilien von Meeresorganismen. Aussergewöhnlich sind insbesondere der im Zusammenhang erhaltene Schlangenstern und der Seeigel mit anhaftenden Stacheln. Aus Heer (1865). Angegeben sind der von Heer verwendete Name und darunter die heute gültige Bezeichnung.

den meisten anderen, denn normalerweise bleiben zwar die Schalen von Armfüsslern, Muscheln, Schnecken und Ammoniten sowie die Gehäuse und Stacheln von Seeigeln erhalten. See- und Schlangensterne sowie Krebse und Fische sind aber fast immer zerfallen, so dass nur isolierte Skelettelemente gefunden werden.

Heers Auswertung der Funde

Heer wertet die Ergebnisse der Grabungskampagne in einer für die damalige Zeit vorbildlichen Weise aus. Er listet die Funde auf, bildet die wichtigsten Arten ab, erwähnt für einige Arten, in welchen Schichten diese gefunden wurden, und liefert Details zu ihrer Lebensweise. Aufgrund der drei Ammonitenarten *Ammonites longipontinus, A. planorbis* und *A. angulatus* folgert Heer, dass die Schichten dem untersten Lias, also der ältesten Jura-Zeit angehören. Eine vierte Ammonitenart, *A. uermoesense,* wird von ihm nicht erwähnt, ist aber in seiner Sammlung an der ETH Zürich vorhanden.

Heer kann aufzeigen, dass die meisten Schichten im Meer abgelagert wurden, dass aber sicher das nächstgelegene Land nicht fern war, wie eingeschwemmte Landpflanzen und Insekten belegen. Die Seltenheit der Landpflanzen könnte dahingehend interpretiert werden, dass das benachbarte Land weitgehend verödet war. Dem widersprechen aber die zahlreichen Holzkäfer (siehe Tab. 1), welche eine reiche Holzvegetation voraussetzen. Heer äussert sich auch zum Umfang des Festlandes (von ihm als «Liasinsel» bezeichnet). Die zahlreichen Süsswasserinsekten (Libellen, Wasserkäfer) setzen voraus, dass

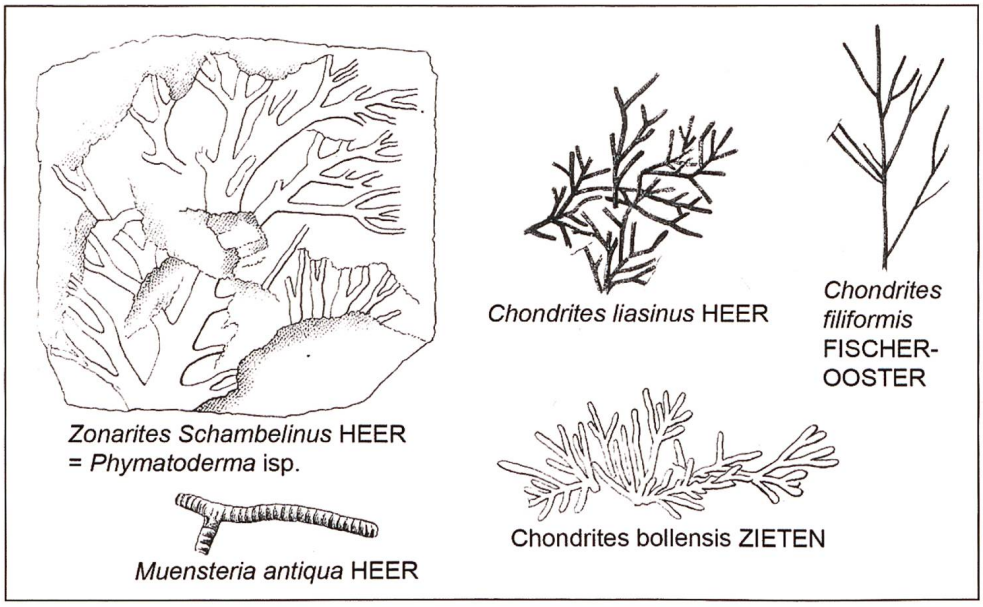


Abb. 4: Von Heer aus der Schambelen beschriebene «Meerespflanzen». Bei diesen «Tangen» handelt es sich aber um versteinerte, von Tieren verursachte Kriech- und Grabspuren. Aus Heer (1865).

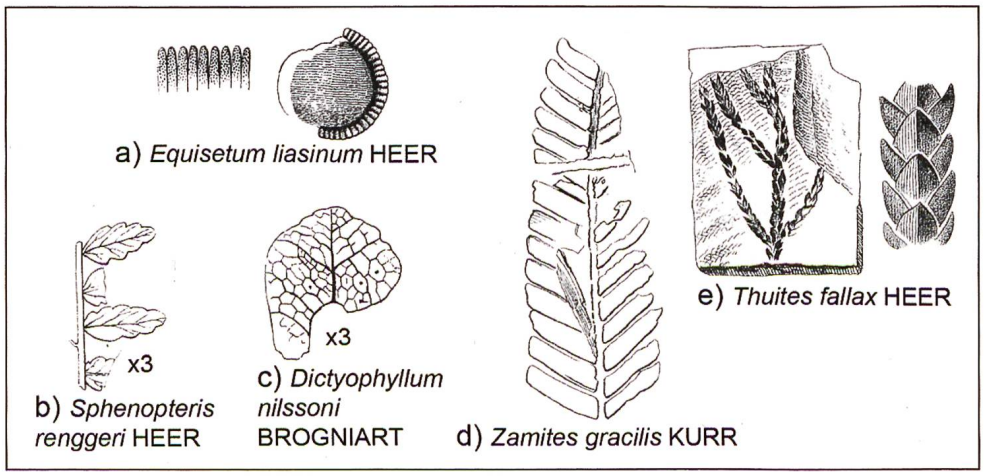


Abb. 5: Fossile Landpflanzen aus der Schambelen. Es handelt sich um Schachtelhalme (a), Farne (b, c), einen Vertreter der Cycadeen oder Bennettitales (d) und um eine Konifere (e). Aus Heer (1865).

Abb. 6: Rekonstruktion des Meereslebens der Schambelen. Bei den dargestellten Tangen handelt es sich jedoch um Spurenfossilien, und das Leben am Meeresboden war sicher spärlich. Aus Heer (1865).

während des ganzen Jahres fliessendes und stehendes Wasser vorhanden war. Das Land soll daher eine beträchtliche Grösse gehabt haben, denn auf kleineren Inseln soll das Süsswasser stets nur spärlich vorhanden und saisonal sogar fehlend sein. Heer führt hier allerdings nur die Kanaren, Azoren und Madeira als Vergleich an. Die Lage des Festlandes nimmt Heer im Gebiet des heutigen Schwarzwaldes an. Eine weitere Insel im Alpenraum dürfte nach Heer zu jener Zeit ebenfalls existiert haben.

Die oben erwähnte aussergewöhnliche Erhaltung der fossilen Krebse, Schlangensterne, Seeigel, Seelilien und Fische sowie teilweise artikulierte Insektenreste sind nach Heer eine Folge davon, «dass diese Ablagerungen in einer stillen, vor dem Wellenschlag des Meeres geschützten Bucht vor sich gegangen sein muss» (Heer 1852). Heers Auswertung kulminiert in dem Entwurf eines Lebensbildes («unterseeisches Leben der Schambelen», «Meerschaft»; Heer 1865; Abb. 6). Dieses zeigt reiches und vielfältiges untermeerisches Leben in einer küstennahen Umgebung und ist offensichtlich von seinen Beobachtungen von Madeira inspiriert. Ausgedehnte Algen- und Tangwälder bedecken grosse Teile des Grundes. Zwischen den Algen tummeln sich Fische und Ammoniten, und am Meeresboden leben Seeigel, Schlangensterne und eine Vielzahl von Muscheln, Krebsen und gestielten Seelilien. Die vom Festland eingeschwemmten Pflanzen und Insekten sind in dieser Darstellung nicht berücksichtigt.

Eine neue Grabungskampagne

Nach Oswald Heer und Casimir Moesch blieb eine paläontologische Neuuntersuchung des Insektenmergels aus. Dies hat ganz praktische Gründe: An der Oberfläche verwittert der Insektenmergel wie andere tonige Gesteine auch sehr schnell zu einer breiigen Masse, und die darin enthaltenen Fossilien werden zerstört. Eine brauchbare Ausbeute erhält man nur im bergfrischen Mergel. Dies wiederum bedingt systematische Grabungen.

Nachdem in den vorangegangenen Jahren der Insektenmergel in Frick, Küttigen und Arisdorf untersucht wurde, führte das Naturhistorische Museum Basel (NMB) in Zusammenarbeit mit Mitgliedern des Arbeitskreises Frick im August/September 2004 eine Grabung in den Mergeln an der Typuslokalität Schambelen durch. Um 1850 existierten wohl zwei Mergelgruben: eine am Hang westlich der Durchgangsstrasse Windisch–Mülligen und eine direkt östlich davon, oberhalb der Reuss. Die noch als Senke erkennbare ehemalige Grube östlich der Strasse wurde allerdings mit Bäumen verfüllt, die infolge des Sturms Lothar am 26. Dezember 1999 umgefegt wurden. Daher konnte nur in der Lokalität westlich der Strasse abgebaut werden.

Mit der Bewilligung des Baudepartements des Kantons Aargau wurden zuerst einige Bäume auf dem Grabungsareal gefällt und das tiefgrün-

dig verwitterte Oberflächensediment abgetragen. Anschliessend wurden die steilstehenden Sedimente auf einer Fläche von etwa 1.5 m^2 in willkürlich festgelegten Schichten von durchschnittlich 20 cm Dicke abgebaut. Die abgebauten Blöcke wurden fein gespalten und alle Fossilfunde quantitativ erfasst. Während der 15-tägigen Kampagne wurde der 10 m mächtige Insektenmergel vollständig durchgegraben und in 49 Schichten unterteilt. Insgesamt konnten wir knapp 700 Fossilien registrieren, wovon etwa 400 Spurenfossilien waren. Interessanteres und repräsentatives Material wurde noch bergfeucht eingepackt, im Labor gewaschen, präpariert und nach kurzer Antrocknungszeit dünn mit Zaponlack bepinselt. Die so konservierten Stücke erwiesen sich als stabil.

Kommt allerdings getrockneter und auch wie oben beschrieben konservierter Insektenmergel wieder mit Wasser in Berührung, so zerfällt er vollständig. Dies war schon lange bekannt und wurde im März 1913 explizit von einem Besucher der Heer'schen Sammlung an der ETH vermerkt: «fürchtet Wasser» (siehe Abb. 7).

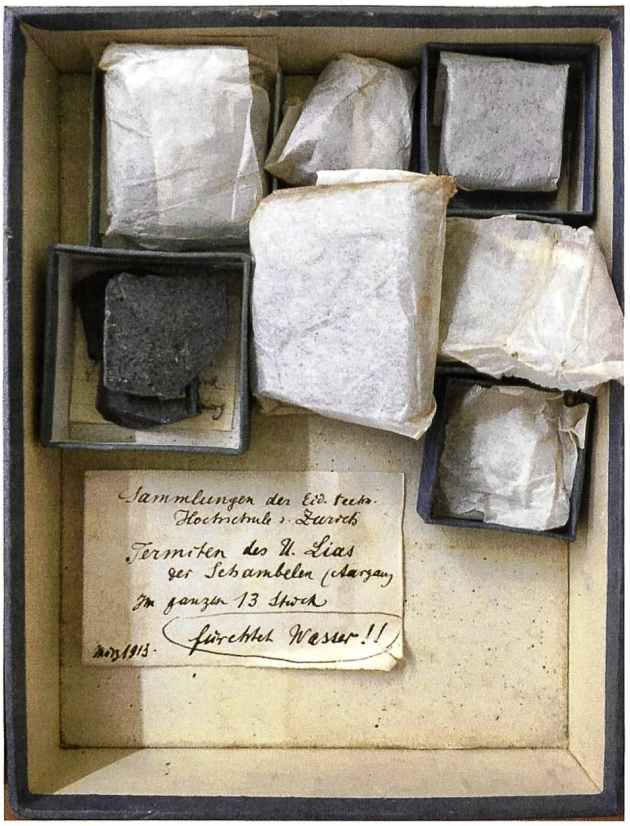


Abb. 7: Schon 1913 vermerkte ein Besucher der Heer'schen Sammlung an der ETH Zürich, dass der getrocknete Insektenmergel nicht mehr mit Wasser in Berührung kommen darf («fürchtet Wasser!!»), weil er sonst zerfällt.

Die neuen Funde und ihre Auswertung

In den rund 150 Jahren seit der Veröffentlichung von Heers «Urwelt der Schweiz» wurden in allen Bereichen der Geologie und Paläontologie grosse und zum Teil dramatische Fortschritte verzeichnet. Es darf daher nicht erstaunen, dass sich die neuen Ergebnisse teilweise stark von Heers Auswertung unterscheiden.

Paläogeographie, Sedimentologie, Stratigraphie

Aussagen zur Verteilung von Land und Meer und die Kartierung der Mächtigkeiten der Unterjura-Ablagerungen sind heute viel detaillierter möglich, nicht zuletzt dank der Tiefenbohrungen der NAGRA, welche Aufschluss über die geologischen Verhältnisse im Untergrund lieferten. Das nächstgelegene Land, das kleine Alemannische Hoch, befand sich während der frühesten Jura-Zeit im Gebiet der heutigen Alpen. Eine grössere Landmasse war das Böhmische Massiv im Gebiet des heutigen Tschechien mit einem Ausläufer, dem Vindelizischen Hoch, welches sich nach Südwesten bis in die Gegend von München erstreckte. Diese Landgebiete lieferten durch Erosion die sogenannten klastischen Sedimente Sand, Silt und Ton, welche in die flachen Meeresgebiete nordwestlich davon gespült wurden. Das Gebiet des heutigen Schwarzwaldes, von Heer noch als Landgebiet angesehen, war während der frühen Jura-Zeit ebenfalls von Meer bedeckt, wie bereits von Albert Heim (1919) richtig vermerkt. Vermutlich war das Gebiet Schwarzwald-Schwäbische Alb sogar das zentrale Becken des Ablagerungsraumes Nordschweiz-Süddeutschland.

Bei der Beschreibung der Sedimente beschränkte sich Heer weitgehend auf relative Festigkeit und Farbe der Schichten. Tatsächlich lassen sich aber viel mehr Merkmale beobachten. Im unteren Teil des Profils findet man Schichten mit Wellenrippeln, ein klares Indiz,

dass die Sedimente im untiefen Wasser abgelagert wurden, wo Stürme das Sediment am Boden noch aufwühlen konnten. Zahlreiche Siltbänkchen mit Schrägschichtung weisen ebenfalls darauf hin, dass die Sedimentation episodisch unter dem Einfluss von Stürmen erfolgte. Durch das ganze Profil verteilt treten immer wieder millimeterdicke, kalkige oder pyritisierte fladenförmige Gebilde mit unregelmässigen Rändern auf (Abb. 8). Zuweilen sind sie von Schrumpfrissen durchzogen. Diese Fladen müssen als fossile Mikrobenmatten interpretiert werden. Solche sind typisch für sauerstoffarme Milieus. In der Schambelen ist, im Gegensatz etwa zu den Verhältnissen in Frick, der Insektenmergel aber nirgends laminiert und enthält auch weniger organisches Material. Lamination, das heisst Feinschichtung im Submillimeterbereich, ist die ursprüngliche Sedimentstruktur bei Ablagerung in unbewegtem, also tieferem und nicht mehr von Stürmen aufgewühltem Bodenwasser. Die Lamination blieb aber nur erhalten, wenn infolge starken Sauerstoffmangels keine bodenlebenden Tiere vorhanden waren, welche diese Feinschichtung durch ihre wühlende Tätigkeit zerstört hätten. Das Ablagerungsmilieu dürfte im nördlichen Aargau (Frick, Riniken, Rietheim) also noch stärker an Sauerstoff verarmt und am Meeresboden vermutlich zeitweise anoxisch gewesen sein. Insgesamt ist die Schichtenfolge in der Schambelen ziemlich monoton und lässt keinesfalls die von Heer beschriebenen ausgeprägten Unterschiede zwischen den Schichten erkennen.

Abb. 8: Fossilisierte Mikrobenmatte aus dem Insektenmergel der Schambelen (Grabung des NMB 2004). Solche Strukturen sind typisch für sauerstoffarme Meeresböden.

Das Alter von Ablagerungen aufgrund ihres Fossilgehaltes zu bestimmen ist die Aufgabe der sogenannten Biostratigraphie. In dieser Disziplin wurden in den letzten 150 Jahren enorme Fortschritte erzielt, und die Schichten des Unteren Juras können heute mit Hilfe von Ammoniten viel feiner unterteilt werden als zu Heers Zeiten (Abb. 9). Zahlreiche kleinwüchsige, glattschalige *Psiloceras* sp. (Heers *Ammonites planorbis*) treten im unteren Teil des Profils auf. Obwohl eine Artbestimmung nicht möglich ist, belegen diese Ammoniten wohl die späte Planorbis- und die früheste Liasicus-Zone des Hettangians. Auch der Neufund eines *Caloceras beauregardiense* belegt die späte Planorbis-Zone (Guérin-Franiatte 1990). Bei den von Heer als *Ammonites angulatus* bezeichneten Formen handelt es sich um *Waehneroceras* sp. (Trümpy 1959), typisch für die frühe Liasicus-Zone. *Alsatites* sp. und *Discamphiceras megastoma* (Heers *Ammonites longipontinus*) treten im oberen Teil des Profils auf und sind kennzeichnend für die mittlere bis obere Liasicus-Zone des Hettangians. Insgesamt dürfte die Ablagerung des Insektenmergels vor rund 200 Millionen Jahren etwa 500'000 Jahre gedauert haben (Ogg et al. 2012).

Fossilien der pelagischen Organismen

Zu den sogenannten pelagischen, also in der Wassersäule des Meeres lebenden Organismen gehören in der Schambelen die Ammoniten (Abb. 9), Tintenfische und Fische. Unter diesen sind die Ammoniten bei weitem die häufigsten. Tintenfische sind nur durch wenige Häkchen der Fangarme nachgewiesen, und von den Fischen, bei Heer immerhin durch zwei Arten von Haien

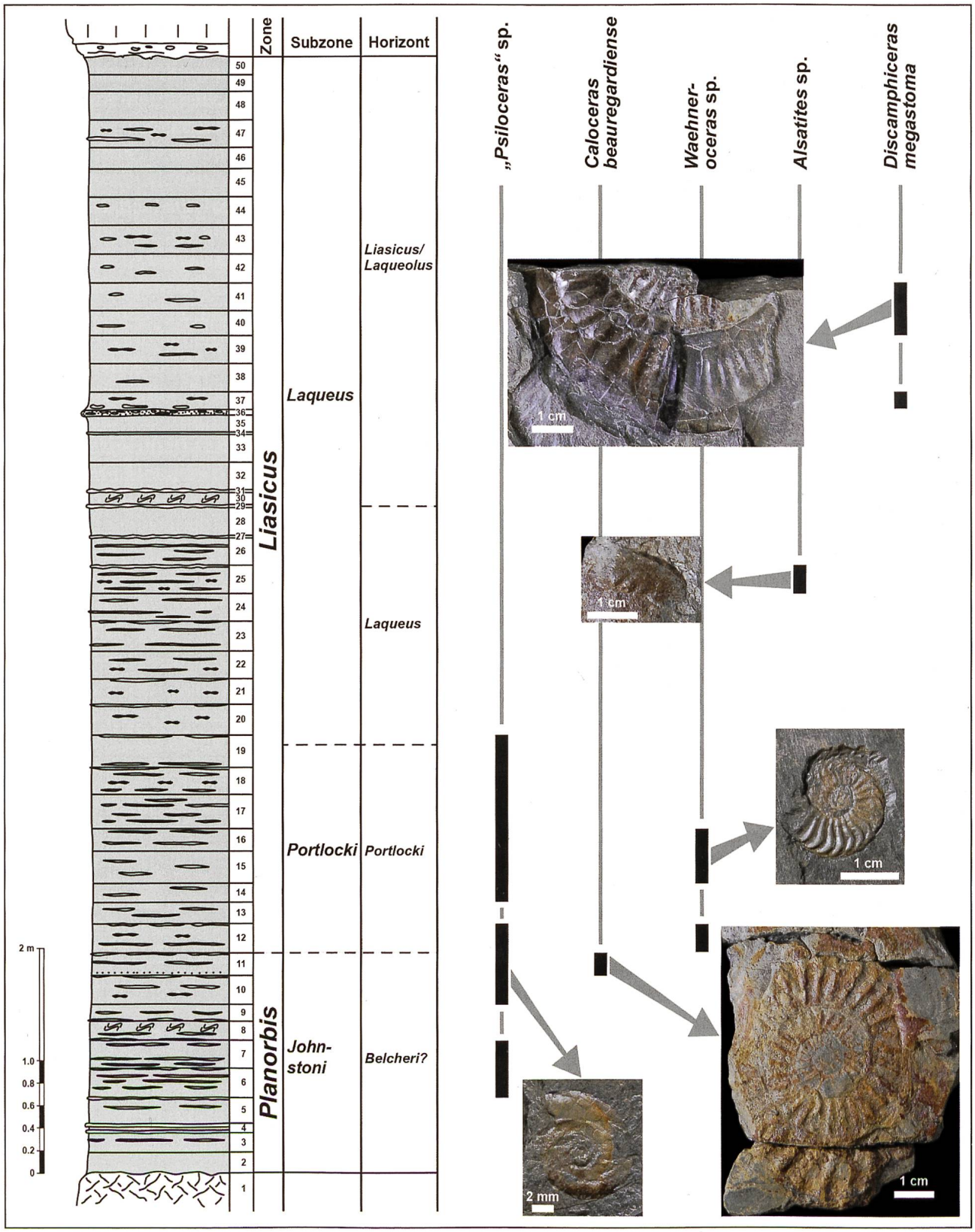


Abb. 9: Die gefundenen Ammoniten ermöglichen die zeitliche Einstufung der Insektenmergel in die unterste Stufe des Lias, genauer in die Planorbis bis Liasicus-Zone des Hettangians, also vor rund 200 Millionen Jahren. Alle abgebildeten Ammoniten sind Neufunde der Grabung des NMB von 2004.

und vier verschiedenen Knochenfischen nachgewiesen, konnten nur einzelne Schuppen gefunden werden. Fossilien pelagischer Lebewesen sind aber insgesamt viel seltener als solche des Meeresbodens. In Frick dagegen dominieren die Ammoniten in fast allen Schichten. Dies deutet darauf hin, dass der Insektenmergel der Schambelen in eher untiefem Wasser abgelagert wurde, während die Ablagerungen von Frick küstenferneres, tieferes Milieu repräsentieren.

Fossilien des Benthos – Körperfossilien

Unter dem Benthos (Abb. 10), den Lebewesen des Meeresbodens, sind die Muscheln mit mindestens 10 Arten vertreten. Die Mehrzahl von ihnen lebte als Filtrierer auf dem Boden, einige waren auch untief ins Sediment eingegraben. Von den Heer'schen Arten konnte bei der Neugrabung *Plagiostoma gigantea* (früher *Lima gigantea*), die angeblich im oberen Profilteil nicht selten sei, nicht gefunden werden. Dafür liessen sich einige zusätzliche Arten nachweisen (*Liostrea* sp., *Astarte* sp.). Auffallend ist, dass fast alle Muscheln sehr klein sind (Abb. 10a-d), also unter ungünstigen Bedingungen und vermutlich nur ein bis zwei Jahre lebten. Heer gibt auch den Fund der Schnecke *Rissoa liasina* an. Während der neuen Kampagne konnten aber keinerlei Schnecken gefunden werden. In der allerintersten Schicht und dann wieder im oberen Drittel des Profils tritt der Brachiopode *Calcirhynchia?* sp. auf (Abb. 10e; Sulser 2016), bei Heer als *Rhynchonella costellata* unter den Muscheln aufgeführt.

In der «Urwelt der Schweiz» sind vier Grosskrebse und ein Kleinkrebs aufgeführt, letzterer als Flohkrebs (Amphipode, aber siehe unten). Leider erbrachte die neue Grabung nur zwei unbestimmbare Beinreste und eine Schere (Abb. 10f).

Die Stachelhäuter sind nach den Muscheln die zweithäufigste Gruppe des Benthos. Der Seeigel *Diademopsis heeri* ist vor allem im unteren Drittel des Profils recht häufig. Die meisten Gehäuse sind zerbrochen (Abb. 10g), einige aber intakt, und nicht wenige besitzen anhaftende Stacheln. Angeblich sollen in der Schambelen drei verschiedene *Diademopsis*-Arten vorkommen (Tornquist 1908). Das dazugehörige Originalmaterial ist verschollen (Bloos 1973), aber vermutlich handelt es sich nur um eine einzige Art (Hess 1975). Vom Schlangenstern *Palaeocoma escheri* (früher *Ophioderma escheri*, siehe Hess 1960) konnten in zahlreichen Schichten disartikulierte Skelettelemente nachgewiesen werden. Vollständige Exemplare (Abb. 10h) sind deutlich seltener. Das gleiche Erhaltungsmuster gilt auch für die Seelilie *Chladocrinus angulatus* (früher *Pentacrinus angulatus*; siehe Hess 1985), von der nebst zahlreichen isolierten Skelettelementen nur ein Armfragment im Zusammenhang gefunden wurde (Abb. 10i).

Fossilien des Benthos – Spurenfossilien

Spurenfossilien, also von Tieren verursachte fossilisierte Kriech- und Grabspuren sowie weitere fossil erhaltene Spuren ihrer Aktivität (Abb. 11), sind im Insektenmergel der Schambelen häufiger als die Körperfossilien. Die wichtigsten Spurengattungen sind *Chondrites, Phymatoderma, Planolites, Palaeophycus, Thalassinoides* und *Trichichnus*, die unbestimmten Spurenarten werden als Ichnospecies (isp.) bezeichnet. Dies sind mehrheitlich Spuren von sedimentfressenden wurmförmigen Tieren (Bromley 1999), aber genauer lassen sich die Spurenerzeuger nicht bestimmen. Heer (1865) beschrieb *Chondrites* und «*Zonarites*» als Tange, und später (Heer 1877) führte er mit *Fucoides, Muensteria* und *Cylindrites* noch weitere Tange auf. Mit dieser Fehlbestimmung stand Heer allerdings nicht allein. Erst am Ende des 19. Jahrhunderts setzte sich die Erkenntnis durch, dass dies alles Spurenfossilien sind (Ekdale et al. 1984).

Der Aussagewert der Spurenfauna ist beschränkt. Die vielfach undeutlichen Ränder deuten darauf hin, dass die Spuren im oberflächennahen, unverfestigten Sediment angelegt wurden. Und die eher geringe Vielfalt der Spuren kann mit erniedrigten Sauerstoffwerten im Bodenwasser erklärt werden. Auffällig ist, dass im mittleren Drittel des Profils markant weniger Körper- und Spurenfossilien des Benthos auftreten als im unteren und oberen Drittel. Dieser Befund wird unten besprochen.

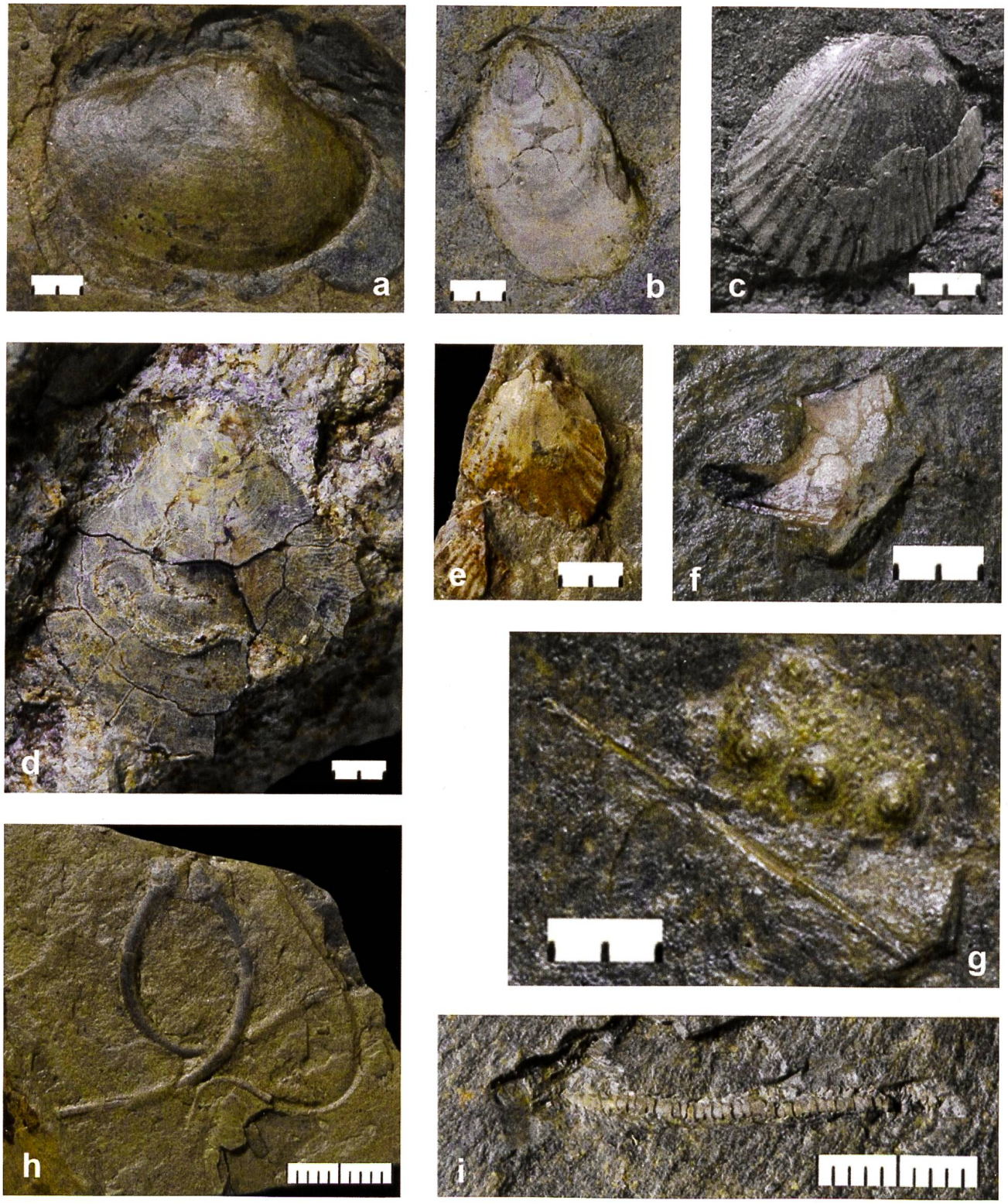


Abb. 10: Fossilien des marinen Benthos, der Meeres-Bodenbewohner. (a) Muschel *Quenstedtia?* sp. (b) Muschel *Pseudomytiloides* sp. (c) Muschel *Pseudolimea* sp. (d) Muschel *Camptonectes* sp. (e) Brachiopode *Calcirhynchia?* sp. (f) unbestimmte Krebsschere. (g) Bruchstück eines Seeigels *Diademopsis heeri* und dazugehöriger Stachel. (h) Vollständiger Schlangenstern *Palaeocoma escheri*, leider unvollständig geborgen. (i) Armfragment einer Seelilie *Chladocrinus angulatus*. Alle Funde Grabung NMB 2004. Massstab mit mm-Raster.

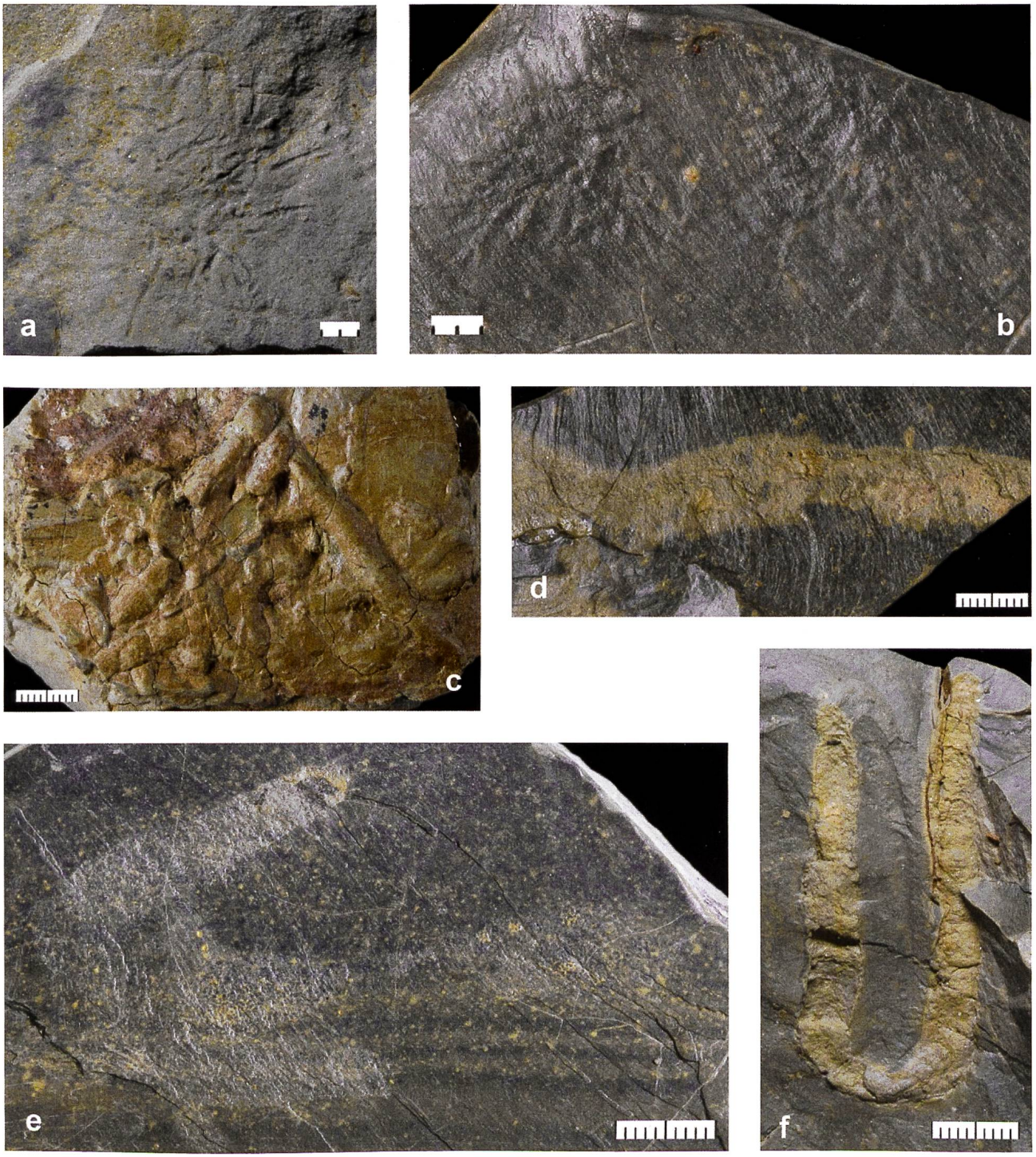


Abb. 11: Spurenfossilien des Insektenmergels der Schambelen. (a) und (b) *Chondrites* isp. (c) *Palaeophycus* isp. (d) *Planolites* isp. (e) *Phymatoderma* isp. (f) unbekannter U-förmiger schichtparalleler Grabgang. Alle Funde Grabung NMB 2004. Massstab mit mm-Raster.

Tab 1: : Insekten der Schambelen, nach der Bestimmung von Heer (1865). Beachte, dass insbesondere die Einteilung der Familien in die aufgeführten Ordnungen nicht mehr aktuell ist.

Ordnungen	Untergruppen	Anzahl Arten
Orthopteren (Geradflügler)	Kakerlaken	3
	Heuschrecken	3
	Ohrwürmer	1
Neuropteren (Gitterflügler)	Termiten	6
	Libellen	1
Coleopteren (Käfer, 16 Familien)	*nach Lebensweise:*	
	Holzkäfer	43
	Pilzkäfer	7
	Pillenkäfer	3
	Blattkäfer	10
	Blütenkäfer	3
	Dungkäfer	1
	Raubkäfer	29
	Wasserkäfer	20
Hymenopteren (Hautflügler)	Ameisen?	1
Hemipteren (Schnabelinsekten)	Baumwanzen	11

Fossile Landpflanzen

In der «Urwelt der Schweiz» und in der «Flora fossilis Helvetiae» (Heer 1865, 1877) beschreibt Heer insgesamt sieben Meer- und 20 Landpflanzen. Bei den «Meerpflanzen» handelt es sich aber mit einer Ausnahme um Spurenfossilien. Als *Zosterites* beschrieb Heer parallelnervige Blätter und stellte sie zu den Seegräsern. Diese Zuordnung ist sicher falsch, es handelt sich um eine nicht näher bestimmbare Landpflanze.
Von den 20 Heer'schen Arten von Landpflanzen dürften nur wenige einer kritischen Betrachtung standhalten. Vermutlich reduziert sich die Artenzahl auf drei bis vier Farne, einen Schachtelhalm, eine Cycadee und ein bis zwei Koniferen (Felber 2006).

Die Neugrabung zeigte, dass bestimmbare Pflanzenreste sehr selten sind. Einzig ein Koniferenrest (*Thuites* sp.; Abb. 12b) und ein Cycadeenblatt konnten geborgen werden. Ausserordentlich häufig sind dagegen kleine, unbestimmbare Pflanzenhäcksel, die gewisse Schichtflächen fast vollständig bedecken (Abb. 12a). Die Häcksel repräsentieren Reste von Pflanzenblättern, die während des Transports durch Flüsse zerrieben wurden. Treibholz ist selten und so stark verkohlt, dass auch hier eine Bestimmung nicht mehr möglich ist.

Fossile Landtiere

Die Landtiere sind einzig durch die Insekten repräsentiert. Nach Heer (1865, 1879) sollen sich in der gut 2000 Objekte umfassenden Insektensammlung 143 verschiedene Arten befinden. Von diesen werden allerdings nur 70 abgebildet (Abb. 2), kurz beschrieben oder wenigstens mit Namen erwähnt (Heer 1852, 1864, 1865). Von 73 Arten Heers kennen wir weder Namen noch Aussehen. Die 1852 angekündigte umfassende Arbeit über die Funde der Schambelen erschien nie, und das entsprechende Kapitel in der «Urwelt der Schweiz» blieb die umfangreichste Beschreibung dieser Fossilien.

Über 80% der Insekten sind zumeist durch isolierte Flügeldecken repräsentierte Käfer, die zu verschiedenen Familien und ökologischen Typen gestellt wurden. Der Rest der Arten gehört zu verschiedenen Insektengruppen (siehe Tab. 1).

Anfangs des 20. Jahrhunderts stellte der österreichische Paläontologe Anton Handlirsch sein monumentales Handbuch über die fossilen Insekten fertig (Handlirsch 1908). Zu diesem Zweck untersuchte er auch die Funde von der Schambelen. Im Text äusserte er sich sehr kritisch über die Bestimmungen von Heer und stellte diese bei über der Hälfte der beschriebenen Arten in Frage. Auch die Abbildungen überprüfte Handlirsch und stellte fest, dass diese in vielen Fällen geschönt waren: «...das Original lässt keine sichere Deutung zu und die Abbildung ist, wie alle anderen in jenem Werke, sehr stark ‚verbessert'» (Handlirsch 1908, S. 507); «...Heer zaubert aus diesen Flügeldecken eine wunderschöne Bachinus-ähnliche Carabidenform hervor. Ebensogut hätte er aber auch die fehlenden Teile z.B. von einer *Silpha* oder einem *Hister* nehmen können, denn das Papier ist sehr geduldig». Einige der angeblichen Insektenfunde sind zudem wohl kleine Pflanzenhäcksel (Fig. 13.).

Bei den Angaben von Heer müssen also einerseits die Artenzahl und seine Zuordnung zu bestimmten Familien in Frage gestellt werden, andererseits ist auch die Angabe von 2000 Objekten unsicher. In der Sammlung der ETH befinden sich gegenwärtig nur etwa 800 als Insekten bezeichnete Fossilien, darunter aber offenbar alle Abbildungsoriginale (persönliche Mitteilung Richard Kelley, Bristol/Edinburgh). Sowohl Handlirsch (1908) wie auch Heim (1919)

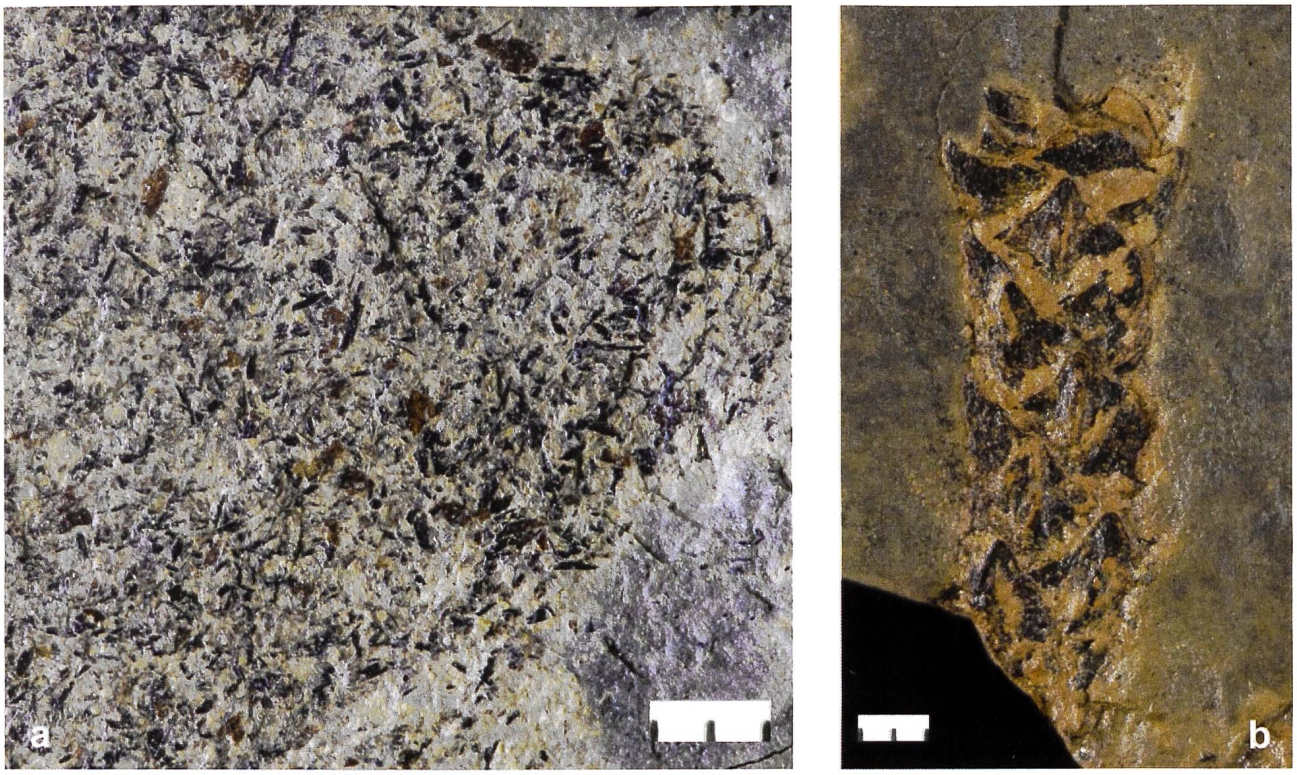


Abb. 12: (a) Pflanzenhäcksel auf einer Schichtfläche. (b) Einer der seltenen bestimmbaren Reste von Landpflanzen, *Thuites?* sp. Funde Grabung NMB 2004. Massstab mit mm-Raster.

beschrieben den Zustand der Sammlung anfangs des 20. Jahrhunderts als desolat, viele Stücke seien wegen Pyritzersetzung bereits zerfallen. Dass dies für den Grossteil der Insektenfossilien galt, darf aber angezweifelt werden, denn bei Sammlungsbesuchen in den letzten Jahren war das Material in einem ausgezeichneten Zustand. Wenn aber anfangs des 20. Jahrhunderts viel Material der Zerstörung anheimgefallen und anschliessend entsorgt worden wäre, dann müsste diese Zerstörung auch abgebildete Stücke betroffen haben und beim restlichen Material fortschreiten, denn Pyrit ist in fast jeder Schicht anzutreffen. Es scheint vielmehr möglich, dass die ursprüngliche Mengenangabe von Heer übertrieben war. Eine weitere Möglichkeit wäre, dass Heer'sche Insekten ausgeliehen, aber nicht zurückgegeben wurden. Dem steht jedoch wiederum entgegen, dass alle abgebildeten Stücke wie oben erwähnt noch in der Sammlung vorhanden sind.

Bei der Neugrabung 2004 konnten innerhalb von 15 Tagen insgesamt sechs Insektenreste gefunden werden (Abb. 14). Dies erscheint als wenig und belegt, dass Insekten in der Schambelen nicht häufig sind. Fossilien für die Zürcher Sammlung wurden dagegen während mehr als 10 Jahren gesammelt und auch später noch angekauft. Damit erscheint die Fossilausbeute, selbst wenn die angegebene Zahl von 2000 Insekten richtig war, durchaus vergleichbar. Eine eigentliche «Insektenschicht» wie von Heer beschrieben existiert dagegen nicht.

Die Erhaltung der Fossilien

Das Skelettbaumaterial von wirbellosen Tieren ist oft Kalk. Dieser kann in verschiedenen Modifikationen vorliegen: die Hartteile von Korallen, Schnecken, Ammoniten und vielen Muscheln werden von Aragonit gebildet; Calcit findet man dagegen bei Belemniten, einigen Muscheln und Stachelhäutern. Im Insektenmergel ist Calcit erhalten geblieben, der weniger stabile Aragonit aber weggelöst. Dies hat zur Folge, dass die Ammoniten und zahlreiche Muscheln nur als Steinkerne erhalten und stark flachgedrückt sind. Diese Situation ist allerdings auch von vielen anderen

tonigen Ablagerungen bekannt. Eher aussergewöhnlich ist dagegen, dass widerstandsfähigeres organisches Material der Fossilien erhalten blieb. Dies umfasst einerseits die Chitinskelette der Insekten und die Cutine, Lignine etc. der Landpflanzen, aber auch die Anaptychen (Unterkiefer) der Ammoniten (Abb. 3), die Tentakel-Fanghäkchen der Tintenfische und den organischen Überzug (Periostracum) der Schale von Ammoniten und anderen Weichtieren. Verglichen mit anderen Ablagerungen erscheint auch der Anteil der Disartikulation (Zerfall mehrteiliger Skelette) und Fragmentation (Bruch) eher gering. Aussergewöhnlich sind hier insbesondere die vollständig erhaltenen Schlangensterne und die Seeigel mit anhaftenden Stacheln (Abb. 3, 10h-i).

Nach der Lektüre von Heers Schambelen-Kapitel in seiner «Urwelt der Schweiz» und dem Studium der dazugehörenden Tafeln bleibt beim Leser der Eindruck, dass es sich hier um eine fantastische und reichhaltige Fundstelle handelt. Man müsste den Insektenmergel deshalb als «Konservat-Fossillagerstätte» bezeichnen, also als Gesteinskörper, welcher sich durch eine besonders vollständige Erhaltung der Fossilien auszeichnet (Seldon und Nudds 2007). Tatsächlich sind Fossilien im Insektenmergel

Abb 13: Zustand von Heers Insektensammlung der Schambelen heute. Mehr als die Hälfte der Funde ist immer noch eingepackt. Darunter befinden sich aber auch zahlreiche Objekte, die vermutlich keine Insekten sind: «unerkennbare Insekten», wie ein früherer Besucher notierte.

der Schambelen selten, und die aussergewöhnliche Erhaltung ist die Ausnahme. Zudem finden sich gleichartige Erhaltungsmuster zum Beispiel auch im Opalinuston der Nordschweiz (Etter 1990). Es muss daher vorläufig offen bleiben, ob der Insektenmergel als Fossillagerstätte bezeichnet werden soll.

Synthese

Der rund 10 m mächtige Insektenmergel (heute korrekterweise als Schambelen-Member der Staffelegg-Formation zu bezeichnen) der Schambelen ist, so muss aus der Paläogeographie und den sedimentologischen Merkmalen gefolgert werden, in einem küstennahen, untiefen Meer entstanden. Für die unteren Schichten ist belegt, dass sie im Einflussbereich von Wellen abgelagert wurden. Das nächstgelegene Festland, eine grössere Insel, befand sich etwa 100 km im Süden im Gebiet der heutigen Alpen und war die Quelle der Ton- und Siltpartikel, welche den Insektenmergel aufbauen. Eine etwas grössere Landmasse lag in der Gegend des heutigen Tschechien, war aber vermutlich nur unwesentlich als Sedimentlieferant beteiligt. Die küstennahe Lage der Schambelen während der frühen Lias-Zeit wird natürlich auch belegt durch die zahlreichen pflanzlichen Reste und die eingeschwemmten Insekten. Mit Hilfe der seltenen Ammoniten kann gezeigt werden, dass der Insektenmergel der Schambelen während der späten Planorbis-Zone und der frühen und mittleren Liasicus-Zone des Hettangians sedimentiert wurde. Die gesamte Ablagerungszeit dürfte nur einige hunderttausend Jahre gedauert haben.

Die Fossilien geben uns in verschiedener Weise Auskunft über das Milieu. Die im Vergleich zum Benthos sehr seltenen Fossilien des Pelagials belegen wiederum, dass der Insektenmergel in eher untiefem Wasser abgelagert wurde. Ammoniten mieden das sehr flache Wasser, weil ihre Schalen dort durch die starke Wasserbewegung bruchgefährdet waren. Unter den benthischen Organismen sind die Spurenfossilien am häufigsten. Diese wurden vorwiegend im oberflächennahen Sediment angelegt und sind wenig vielfältig. Eine tiefgründige Durchwühlung fand nicht statt. Unter den Körperfossilien des Benthos dominie-

ren die Muscheln. Die meisten von ihnen waren sehr kleinwüchsig und wuchsen offenbar unter suboptimalen Bedingungen. Im Zusammenhang vorliegende Schlangensterne und Seeigel mit anhaftenden Stacheln können nur erhalten bleiben, wenn sie vor oder kurz nach ihrem Tod plötzlich zugeschüttet werden. Essentiell ist auch, dass danach das Sediment mit den eingeschlossenen Fossilien nicht mehr durchwühlt wurde. Die gleichen Bedingungen mussten auch erfüllt sein, damit das organische Material von Fossilien erhalten blieb. Die zahlreichen fossilisierten Mikrobenmatten versiegelten zeitweise das Sediment und verhinderten so auch die Durchwühlung durch grabende Lebewesen.

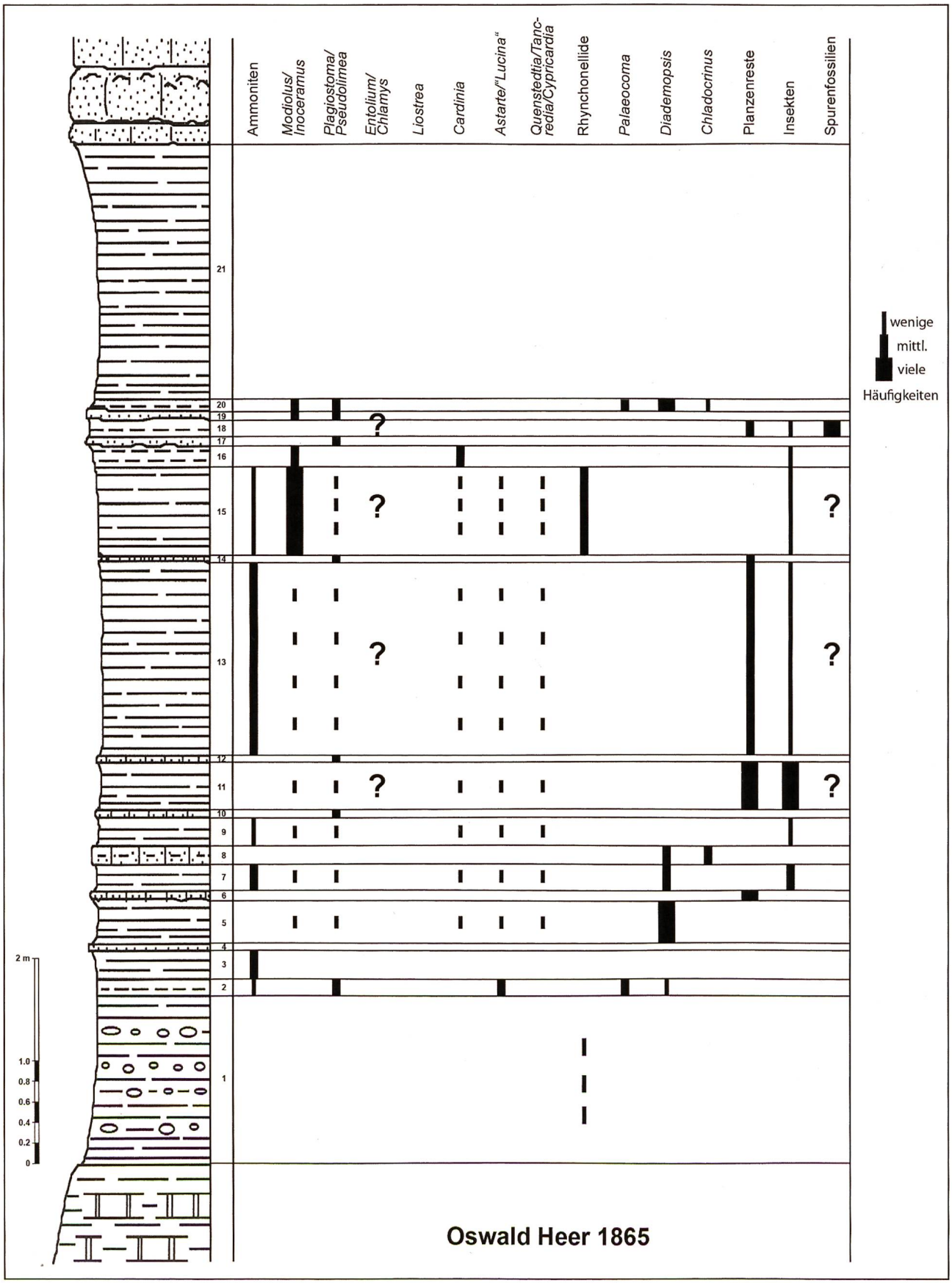
Dies alles sind eindeutige Indikatoren für eine starke Sauerstoffverarmung des Bodenwassers. Wir müssen uns also einen verödeten Meeresboden vorstellen, welcher abgesehen von Bakterienmatten nur von wenigen, kleinwüchsigen Lebewesen besiedelt wurde. Der Untergrund war ein sauerstofffreier Faulschlamm, der wohl ziemlich übel roch. Es ist auffällig, dass in der Schambelen im mittleren Drittel des Profils deutlich weniger Körper- und Spurenfossilien des Benthos auftreten als im unteren und oberen Drittel. Genau in diesem Abschnitt konnte auch ein erhöhter Gehalt an organischem Kohlenstoff im Sediment nachgewiesen werden, wie Messungen an der Universität Lausanne gezeigt haben (persönliche Mitteilung Iris Schoellhorn, Lausanne). Aufgrund dieser Ergebnisse müssen wir annehmen, dass der Sauerstoffgehalt am Meeresboden während der Ablagerung des mittleren Drittels nochmals deutlich tiefer war und Bakterien den organischen Kohlenstoff im Sediment deswegen nur unvollständig abbauen konnten.

Kritische Würdigung von Heers Leistung

Das Bild, das Heer vor über 150 Jahren vom Leben während der frühen Lias-Zeit an der Schambelen skizziert hat, war eine grossartige und mutige Rekonstruktion eines aussergewöhnlichen Paläontologen in einem insgesamt packend geschriebenen Buch. Allerdings haben die in der Grabung von 2004 erzielten neuen Befunde ergeben, dass die Heer'schen Ergebnisse in vielen Punkten revidiert werden müssen.

Abb 14: Fragmente von Käfer-Deckflügeln, eventuell von *Thurmannia punctulata* Heer, 1852 (siehe Abb. 2). Neufund Grabung NMB 2004.

- Heer erweckt in seinem Kapitel den Eindruck, dass in den Lias-Mergeln der Schambelen die Fossilien häufig und die im Zusammenhang erhaltenen Schlangensterne, Seeigel etc. die Regel sind. Dieses Bild ist falsch: Fossilien sind im Insektenmergel der Schambelen selten, und die meisten Echinodermen sind zerfallen.
- Das abgebildete und im Text beschriebene Profil ist nicht verlässlich. Im obersten Profilteil, von Heer als fossilleer beschrieben, treten nachweislich verschiedene Muscheln, Spuren und Ammoniten auf (Abb. 15). Auch erwähnt Heer mit keinem Wort die Wellenrippeln, die im untersten Profilteil zu beobachten sind. Zudem existiert keine «Insektenschicht». Vermutlich beruht die Profilbeschreibung weitgehend auf den Aussagen von Leuten, die Heer mit Funden versorgten. Und mindestens ein Fossil, der Kleinkrebs *Opsipedon gracilis*, stammt nachweislich aus dem Opalinuston und nicht aus dem Insektenmergel (Etter 2004). Es handelt sich übrigens entgegen der Annahme Heers nicht um einen Flohkrebs, sondern um eine Scherenassel. Dieses Fossil wurde Heer wohl vom Finder mit falscher Herkunftsangabe übergeben.
- Die von Heer angegebene Artenzahl der Insekten ist sicher zu hoch, wie das auch für die Landpflanzen gilt. Vermutlich ist auch die angegebene Anzahl der Insekten-Individuen


Ammoniten
Modiolus/ Inoceramus
Plagiostoma/ Pseudolimea
Entolium/ Chlamys
Liostrea
Cardinia
Astarte/"Lucina"
Quenstedtia/Tanc-redia/Cypricardia
Rhynchonellide
Palaeocoma
Diademopsis
Chladocrinus
Planzenreste
Insekten
Spurenfossilien
wenige
mittl.
viele
Häufigkeiten
21
20
19
18
17
16
15
14
13
12
11
10
9
8
7
6
5
4
3
2
1
2 m
1.0
0.8
0.6
0.4
0.2
0
Oswald Heer 1865

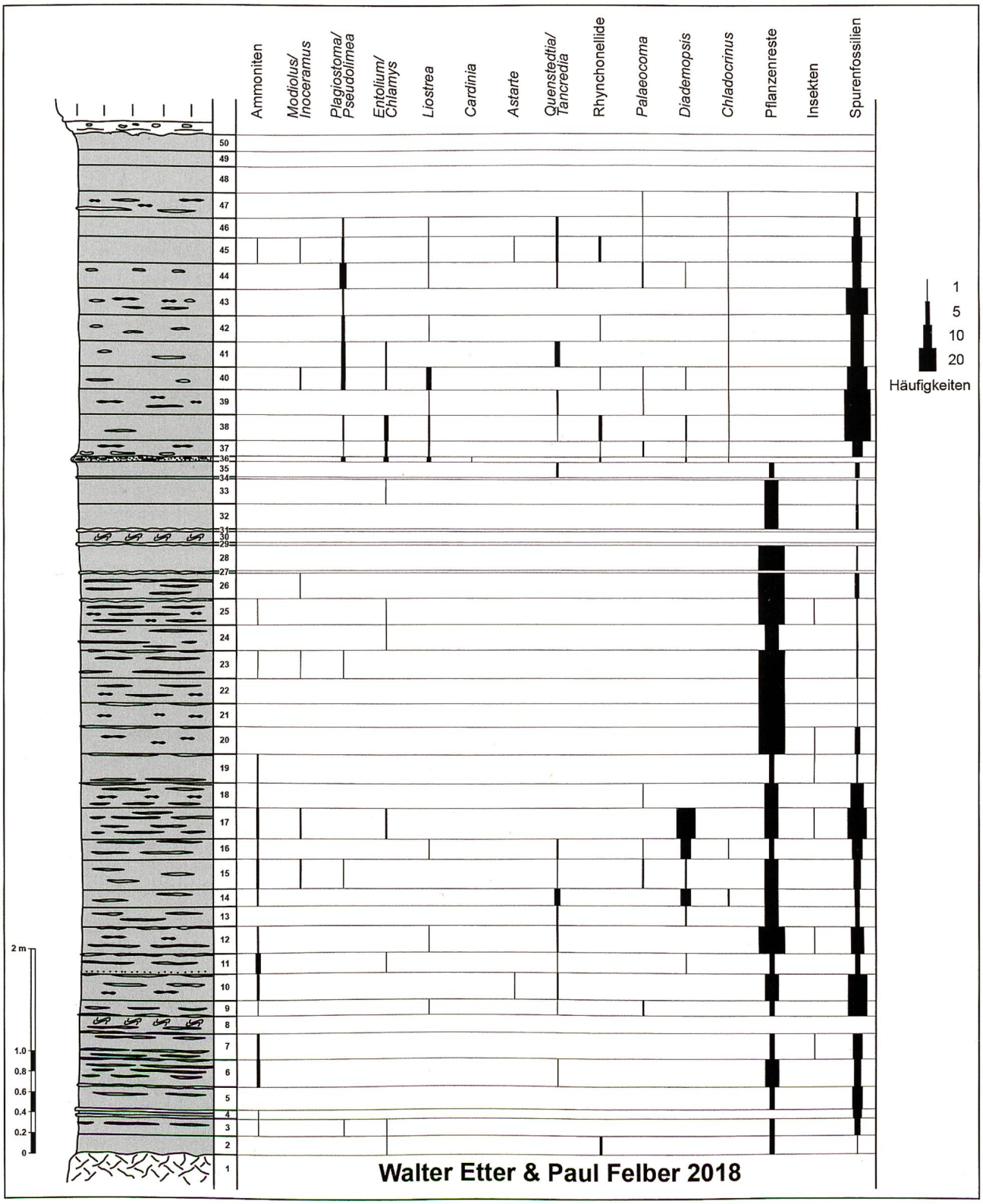


Abb. 15: Verteilung der Fossilien in den verschiedenen Schichten des Insektenmergels nach den Angaben in Heer (1865) und nach der quantitativen Neugrabung des NMB 2004. Ganz sicher falsch in Heers Darstellung ist die Bezeichnung des obersten Profilteils als fossilleer. Auch existiert keine «Haupt-Insektenschicht» (Heers Schicht 11). Bei der Verteilung der Seeigel, Schlangensterne und gewisser Muscheln ist die Übereinstimmung aber ziemlich gut.

übertrieben. Mindestens ein Teil davon sind zudem Pflanzenreste.

- Viele der Heer'schen Bestimmungen sind fraglich. Damit bleiben aber auch viele Folgerungen bezüglich des benachbarten Festlandes ohne Basis, denn diese werden aufgrund der Häufigkeit von Käfern gezogen, die Heer nach ihrer Lebensweise in Holzkäfer, Blattkäfer, Wasserkäfer etc. einteilte (Tab. 1).
- Die Darstellung der Insekten auf den Tafeln erweckt den Eindruck, dass diese mit erhaltenen Beinchen und Fühlern gefunden wurden (Abb. 2). Dies ist selbstverständlich nicht der Fall. Heer erwähnt dies wohl an untergeordneter Stelle im Text, die Abbildungen suggerieren aber trotzdem, dass wir es hier mit einer fantastischen Erhaltung zu tun haben.
- Die wohl grösste Fehlinterpretation betrifft die Verwechslung von Spurenfossilien mit Tangen. Daher ist auch das Bild untermeerischen Lebens (Abb. 6) grundfalsch, welches Heer weitgehend nach seinen Beobachtungen in Madeira zeichnen liess.

Die Leistung von Heer bei der Erforschung des Insektenmergels der Schambelen kann trotzdem kaum überschätzt werden. Er entdeckte diese Fundstelle und erkannte sofort deren Einzigartigkeit. Auch interpretierte er die Meeresfossilien völlig richtig und folgerte, dass es sich um eine küstennahe Ablagerung der frühesten Lias-Zeit handeln musste.

Dank

Unser Dank geht zuerst an die Mitglieder des Arbeitskreises Frick, damals unter der Leitung von Karl Haldimann. Ohne ihre Mithilfe wäre die Neugrabung 2004 nicht möglich gewesen. Antoine Heitz half ebenfalls tatkräftig bei der Feldarbeit. Peter Jordan besuchte mit uns die Schambelen-Lokalität und gab wertvolle Tipps für die Neugrabung. Milena Pika-Biolzi und Andreas Müller ermöglichten uns den Besuch der Heer'schen Sammlung an der ETH Zürich. Iris Schoellhorn von der Universität Lausanne stellte geochemische Messresultate zur Verfügung, und Richard Kelley von der Universität Bristol teilte mit uns seine vorläufigen Resultate über die Insekten der Sammlung Heer. Ihnen allen sei herzlich gedankt.

Literatur

Anonym (1930): Bilder aus der Urwelt der Schweiz. Pestalozzi-Kalender II. Teil, Kaiser's Schatzkästlein: 83–101.

Bader F (1925): Beiträge zur Geologie des nordöstlichen Tafeljura zwischen Aare und Rhein. Dissertation Universität Zürich.

Bitterli-Dreher P, Graf HR, Naef H, Diebold P, Matousek F, Burger H, Pauli-Gabi T (2007): Blatt 1070 Baden. Geologischer Atlas der Schweiz 1:25 000, Erläuterungen 120.

Bloos G (1973): Ein Fund von Seeigeln der Gattung *Diademopsis* aus dem Hettangium Württembergs und ihr Lebensraum. Stuttgarter Beiträge zur Naturkunde, Serie B 78: 1–59.

Bromley RG (1999): Spurenfossilien: Biologie, Taphonomie und Anwendungen. Springer, Berlin.

Burga CA (2009): Oswald Heers «Die Urwelt der Schweiz» im Licht der modernen Forschung: ausgewählte Aspekte zum Eiszeitalter. Vierteljahresschrift der Naturforschenden Gesellschaft in Zürich 154(3/4): 97–108.

Burga CA (2013): Beruflicher und wissenschaftlicher Werdegang, Bedeutung und Ehrungen. In: Burga CA (ed. 2013): Oswald Heer 1809–1883: Paläobotaniker – Entomologe – Gründerpersönlichkeit. Verlag Neue Zürcher Zeitung, Zürich: 25–228.

Buser H (1952): Beiträge zur Geologie von Blatt Bözen (Nr. 33) im Schweizerischen Tafeljura unter besonderer Berücksichtigung des Rhät und unteren Lias in den Nachbargebieten. Dissertation Universität Zürich.

Diebold P, Bitterli-Brunner P, Naef H (2006): Blatt 1069/1049 Frick–Laufenburg. Geologischer Atlas der Schweiz 1:25 000, Erläuterungen 110.

Ekdale AA, Bromley RG, Pemberton SG (1984): Ichnology. The Use of Trace Fossils in Sedimentology and Stratigraphy. Society of Economic Paleontologists and Mineralogists, Tulsa, Oklahoma.

Escher von der Linth A (1833-1871): Tagebücher der geologischen Exkursionen und Reisen. Band III.1 (Seiten 1–3; ca. 1850). Handschriftenabteilung ETH-Bibliothek Zürich, Signatur HS 04a: 246.

Etter W (1990): Paläontologische Untersuchungen im unteren Opalinuston der Nordschweiz. Dissertation Universität Zürich.

Etter W (2004): Redescription of *Opsipedon gracilis* Heer (Crustacea, Tanaidacea) from the Middle Jurassic of northern Switzerland, and the palaeoenvironmental significance of tanaidaceans. Palaeontology 47: 67–80.

Felber P (2006): Die klassische Fossilfundstelle Schämbelen (Insektenmergel, unterer Lias) in Mülligen, Kt. Aargau. Unpubliziertes Manuskript, 1 Exemplar in der Geologie-Bibliothek der ETH Zürich vorhanden.

Gsell F (1968): Geologie des Falten- und Tafeljura zwischen Aare und Wittnau und Betrachtungen zur Tektonik des Ostjura zwischen dem Unteren Hauenstein im W und der Aare im E. Dissertation Universität Zürich.

Guérin-Franiatte S (1990): Ammonites du Lias inférieur de France (II): Psiloceratidae, Schlotheimiidae et premiers Arietitidae. Centre d'Etudes et de Recherches Géologiques et Hydrologiques, Université Libre du Vivarais, Mémoire XXIX: 1–206.

Handlirsch A (1908): Die fossilen Insekten und die Phylogenie der rezenten Formen: ein Handbuch für Paläontologen und Zoologen. Wilhelm Engelmann, Leipzig.

Heer O (1847-1853): Die Insektenfauna der Tertiärgebilde von Oeningen und von Radoboj in Croatien. 3 Bde. Wilhelm Engelmann, Leipzig.

Heer O (1852): Über die Lias-Insel im Aargau. In: Zwei geologische Vorträge gehalten im März 1852 von Oswald Heer und A. Escher von der Linth. G. Kiesling, Zürich. 1–15, Taf. 1.

Heer O (1855-1859): Flora tertiaria Helvetiae: Die tertiäre Flora der Schweiz. 3 Bde. Wurster & Cie, Winterthur.

Heer O (1864): Über die fossilen Kakerlaken. Vierteljahresschrift der Naturforschenden Gesellschaft in Zürich 9: 273–302.

Heer O (1865): Die Urwelt der Schweiz. Schulthess, Zürich.

Heer O (1867): Fossile Hymenopteren aus Oeningen und Radoboj. Neue Denkschriften der Schweizerischen Naturforschenden Gesellschaft 12: 1–42.

Heer O (1872): Le monde primitif de la Suisse; traduit de l'allemand par I. Demole. Ramboz et Schuchardt, Genève.

Heer O (1876): The primaeval world of Switzerland; edited by J. Haywood. Longmans, Green, and Co, London.

Heer O (1877): Flora fossilis Helvetiae, 1.–3. Lieferung. Wurster, Zürich.

Heer O (1879): Die Urwelt der Schweiz, zweite, umgearbeitete und vermehrte Auflage. Schulthess, Zürich.

Heer O (1883): Die Urwelt der Schweiz, zweite Subscriptions-Ausgabe der zweiten, umgearbeiteten und vermehrten Auflage. Schulthess, Zürich.

Heer O (1948): Die Urwelt der Schweiz. Eine gut lesbare, auf das Wesentliche beschränkte Neuausgabe des klassischen Werkes. Sammlung Dalp, Band 19. Francke, Bern.

Heer O, Escher von der Linth A (1850): «Über fossile Insekten im Lias von Birmensdorf» (Heer) und «Über die Weichthiere des Lias daselbst» (Escher). Vorträge gehalten in der Naturforschenden Gesellschaft in Zürich am 6. und 27.5.1850. Mitteilungen der Naturforschenden Gesellschaft Zürich 2: 411.

Heim A (1919): Geologie der Schweiz, Band I: Molasseland und Juragebirge. Tauchnitz, Leipzig.

Hess H (1960): *Ophioderma escheri* Heer aus dem unteren Lias der Schämbelen (Kt. Aargau) und verwandte Lias-Ophiuren aus England und Deutschland. Eclogae geologicae Helvetiae 53: 757–793.

Hess H (1975): Die fossilen Echinodermen des Schweizer Juras. Veröffentlichungen aus dem Naturhistorischen Museum Basel, Nr. 8. Naturhistorisches Museum, Basel.

Hess H (1985): Schlangensterne und Seelilien aus dem unteren Lias von Hallau (Kanton Schaffhausen). Mitteilungen der Naturforschenden Gesellschaft Schaffhausen 33: 1–15.

Jordan P (1983): Zur Stratigraphie des Lias zwischen Unterem Hauenstein und Schinznach (Solothurner und Aargauer Faltenjura). Eclogae geologicae Helvetiae 76: 355–379.

Jordan P, Wetzel A, Reisdorf AG (2008): Jurassic. Swiss Jura Mountains. In: McCann (Ed.): The Geology of Central Europe, Volume 2: Mesozoic and Cenozoic. The Geological Society of London, London. 880–889.

Jordan P, Pietsch JS, Bläsi H, Furrer H, Kündig N, Looser N, Wetzel A, Deplazes G (2016): The middle to late Triassic Bänkerjoch and Klettgau formations of northern Switzerland. Swiss Journal of Geosciences 109: 257–284.

Leu UB (2013): Der Paläobotaniker Oswald Heer im Briefwechsel mit Charles Darwin und Charles Lyell. Neujahrsblatt der Naturforschenden Gesellschaft in Zürich 216: 1–88.

Merian P (1850): Coleopteren aus dem Lias der Schambele. Bericht über die Verhandlungen der Naturforschenden Gesellschaft in Basel 9: 51.

Moesch C (1857): Das Flözgebirge im Kanton Aargau. Neue Denkschriften der allgemeinen schweizerischen Gesellschaft für die gesamten Naturwissenschaften 15: 1–80, Taf. 1–3.

Moesch C (1867a): Geologische Beschreibung der Umgebung von Brugg mit Karte und Profilen. Neujahrsblatt der Naturforschenden Gesellschaft in Zürich 69. Stück: 1–88, 2 Taf.

Moesch C (1867b): Der Aargauer Jura und die nördlichen Gebiete des Kantons Zürich. Beiträge zur geologischen Karte der Schweiz 4: 1–319, 10 Taf.

Ogg JG, Hinnov LA, Huang C (2012): Jurassic. In: Gradstein FM, Ogg JG, Schmitz MD, Ogg GM (eds.): The Geologic Time Scale 2012 Volume 2. Elsevier, Amsterdam. 731–791.

Reisdorf AG, Wetzel A, Schlatter R, Jordan P (2011): The Staffelegg Formation: a new stratigraphic scheme for the Early Jurassic of northern Switzerland. Swiss Journal of Geosciences 104: 97–146.

Schalch F (1880): Die Gliederung der Liasformation des Donau-Rhein-Zuges. Neues Jahrbuch für Mineralogie, Geologie und Paläontologie 1: 177–266.

Seldon P, Nudds J (2007): Fenster zur Evolution. Berühmte Fossilfundstellen der Welt. Elsevier, München.

Schlatter RK (1975): Geologische und Paläontologische Untersuchungen im Unteren Lias des Donau-Rheinzuges und im Kanton Aargau. Diplomarbeit Universität Zürich.

Sulser H (2016): Die fossilen Brachiopoden der Schweiz und der umliegenden Gebiete, 2. Auflage. Paläontologisches Institut und Museum der Universität Zürich, Zürich.

Tornquist A (1908): Die Diadematoiden des württembergischen Lias. Zeitschrift der deutschen geologischen Gesellschaft 60: 378–430.

Trümpy R (1959): Hypothesen über die Ausbildung von Trias, Lias und Dogger im Untergrund des Schweizerischen Molassebeckens. Eclogae geologicae Helvetiae 52: 435–448.

Waibel A, Burri F (1961): Lexique Stratigraphique International: Europe, Fascicule 7 Suisse, Fascicule 7a Juragebirge und Rheintalgraben. Centre National de la Recherche Scientifique, Paris.