

Zeitschrift: Mitteilungen der Naturforschenden Gesellschaften beider Basel
Herausgeber: Naturforschende Gesellschaft Basel ; Naturforschende Gesellschaft Baselland
Band: 20 (2022)

Artikel: Lebensformen fossiler See- und Schlangensterne aus der Klettgau-Formation (Belchen-Member, Rhät) des Kantons Basel-Landschaft
Autor: Meyer, Christian A. / Wetzel, Andreas
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-1008149>

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: 02.02.2026

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

Lebensspuren fossiler See- und Schlangensterne aus der Klettgau-Formation (Belchen-Member, Rhät) des Kantons Basel-Landschaft

MEYER, CHRISTIAN A.^{1*}, WETZEL, ANDREAS¹

¹ Department Umweltwissenschaften, University of Basel, Bernoullistrasse 32, CH-4056 Basel, Schweiz. *corresponding author: chris.meyer@unibas.ch

Zusammenfassung: Aus dem Belchen-Member (Rhät) der spättriassischen Klettgau-Formation werden drei Handstücke beschrieben, die Lebensspuren von Asterozoen enthalten. Zwei Stücke stammen von der Typus-Lokalität am Chilchzimmersattel (Belchen). Auf ihnen konnte *Asteriacites lumbricalis* bzw. *Asteriacites cf. stelliformis* nachgewiesen werden. Letztere Art tritt auch im Profil Niederschöntal (Frenkendorf/Füllinsdorf) auf. Während *A. lumbricalis* eine Spur ist, die sowohl Schlangen- und Seesternen zugewiesen werden kann, ist *A. stelliformis* von Seesternen hinterlassen worden. In unmittelbarer Nähe von *Asteriacites* finden sich Spuren von Muscheln (*Siphonichnus ophtalmoides*), die Beutetiere von Seesternen. Das Liegende der spurenführenden Bank in Niederschöntal, das sogenannte «bone-bed», ist aufgrund der enthaltenen Wirbeltierfauna im limnisch-brackischen Milieu entstanden. Die spurenführende Lage mit stenohalinen Echinodermen wurde jedoch im vollmarinen Bereich abgelagert; somit lässt sich die Transgression am Ende der Trias erstmals genauer eingrenzen.

Schlagworte: Klettgau-Formation, Belchen-Member, obere Trias, Basel-Landschaft, Spurenfossilien, *Asteriacites isp.*

Summary: Three specimens with trace fossils made by asterozoan are described from the Belchen Member (Rhaetian) of the Late Triassic Klettgau-Formation. Two specimens from the type locality Chilchzimmersattel (Belchen) indicate the presence of *Asteriacites lumbricalis* and *Asteriacites cf. stelliformis*, respectively. The latter can also be found in the section Niederschöntal (Frenkendorf/Füllinsdorf). *A. lumbricalis* is a trace fossil that can be produced by either ophiuroids or asteroids, whereas *A. stelliformis* is doubtlessly a product of an asteroid. Adjacent to these traces, burrows of bivalves are present (*Siphonichnus ophtalmoides*), organisms representing the prey of starfishes. The layer below the trace-fossil bearing bed in Niederschöntal, the so called «bone bed», contains a vertebrate fauna indicative of deposition in a limnic to brackish environment. The layer with the trace fossils containing stenohaline echinoderms was fully marine; therefore, we are able to pin down more precisely the transgressional phase during the Late Triassic.

Key Words: Klettgau-Formation, Belchen Member, Late Triassic, Baselland, trace fossils, *Asteriacites isp.*

Einleitung

Seit mehr als 150 Jahren sind die Ablagerungen des Belchen-Members, landläufig Rhät genannt, bekannt. Gressly (1838) war der erste Geologe, der sie als besondere Ablagerungen erkannte (Grès infraliasique). Merian (1837) beschrieb als Erster das sogenannte «bone-bed», doch erstmals gelang es Waagen (1863) aufgrund der Wirbellosenfauna, sie der Rhät-Stufe zuzuweisen. Dies, obwohl bereits Rütimeyer (1856) aufgrund der Wirbeltierfunde bei Niederschöntal (Füllinsdorf) auf ein Trias-Alter hingewiesen hatte. Die Ablagerungen des Belchen-Members bestehen vorwiegend aus gut sortierten, karbonatfreien Sandsteinen mit Tonstein-Intervallen, darüber folgen dunkle Mergel und Tonsteine mit sandigen, bioturbaten Lagen und «bone beds» (Erni 1910; Jordan et al. 2016). Erst kürzlich wurde ein Typus-Profil in der Nähe des Chilchzimmersattels (Belchen) festgelegt (Jordan et al. 2016), welches in der Nähe der bereits Merian bekannten Fundstelle liegt. In der sandigen Abfolge wurden zahlreiche Muscheln nachgewiesen, allerdings fehlt bis heute eine systematische Bearbeitung dieser Faunen. Vor allem die «bone beds» wurden immer wieder beprobt, da sie eine reiche Wirbeltierfauna geliefert haben. Eine nähere Untersuchung der Fossilien, die Gressly an der klassischen Fundstelle in Niederschöntal gesammelt hat (Sammlung Naturhistorisches Museum Basel), zeigt eine sehr diverse Fauna. Reste von Phytosauriern (Osteoderme, Wirbel, Schädelfragmente, Femora und Iliae) der Gattung *Angustirhinopsis* Huene 1911 und Zähne und Knochen von temnospondylen Amphibien (*Mastodonsaurus*) sind relativ häufig. Nebst heteropolaren und amphipolaren Koprolithen mit eingeschlossenen Fischschuppen sind hybodontide Haie und Fischreste sehr häufig (s. auch Tanner 1978; Arnet 2019). Pflanzenreste, Fusite und angebohrte Kalksandsteingerölle konnten ebenfalls geborgen werden (Meyer und Wetzels 2015).

Die von Schneebeil et al. (2017) beschriebene Palynomorphen-Assoziation von der Typlokalität und aus dem Adlerberg-Tunnel weist dem Belchen-Member ein Alter von unterem bis mittlerem Rhät zu, das obere Rhät scheint zu

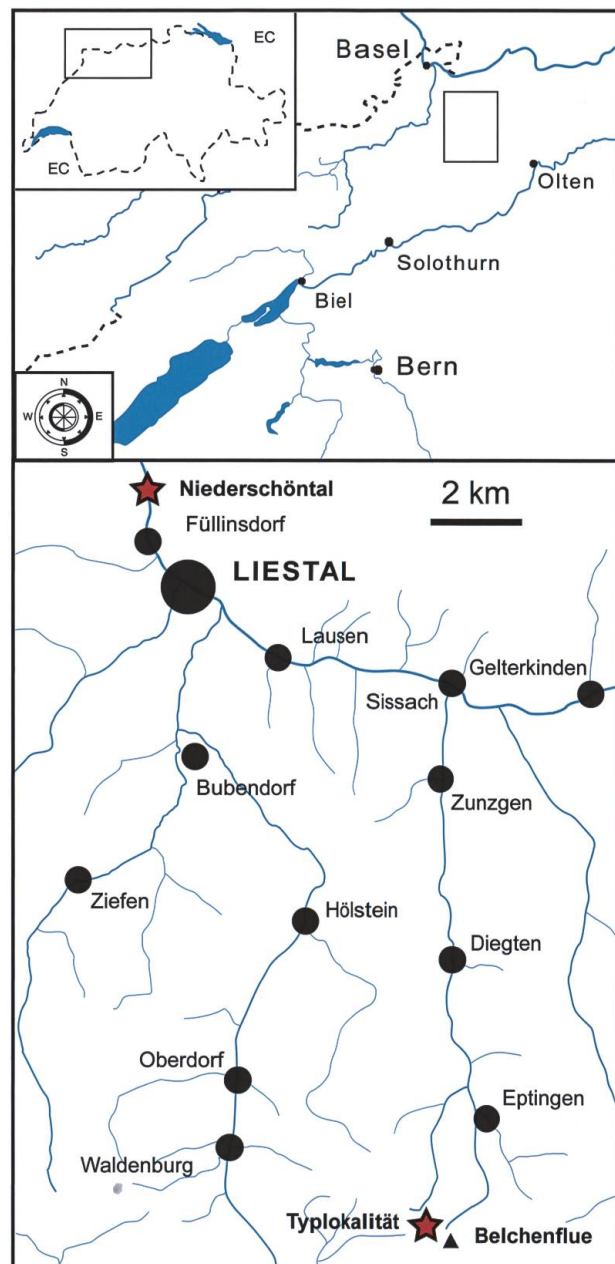


Abb. 1: Geografische Lage der Fundstellen Chilchzimmersattel und Niederschöntal.

fehlen. Erni (1910) betrachtete die Sedimente des «Rhät» als küstennahe Bildungen, aber aufgrund des Auftretens von Haien und Fischen als vollmarin. Meyer und Wetzels (2015) interpretierten die Abfolge im Aufschluss Niederschöntal als Schwemmebene mit aufgearbeiteten Bodenbildungen und Kanälen; eine detaillierte Analyse der Fauna, Flora und der Sedimentologie ist in Vorbereitung. Gemäss Jordan et al. (2016) dokumentiert der untere Teil des Bel-

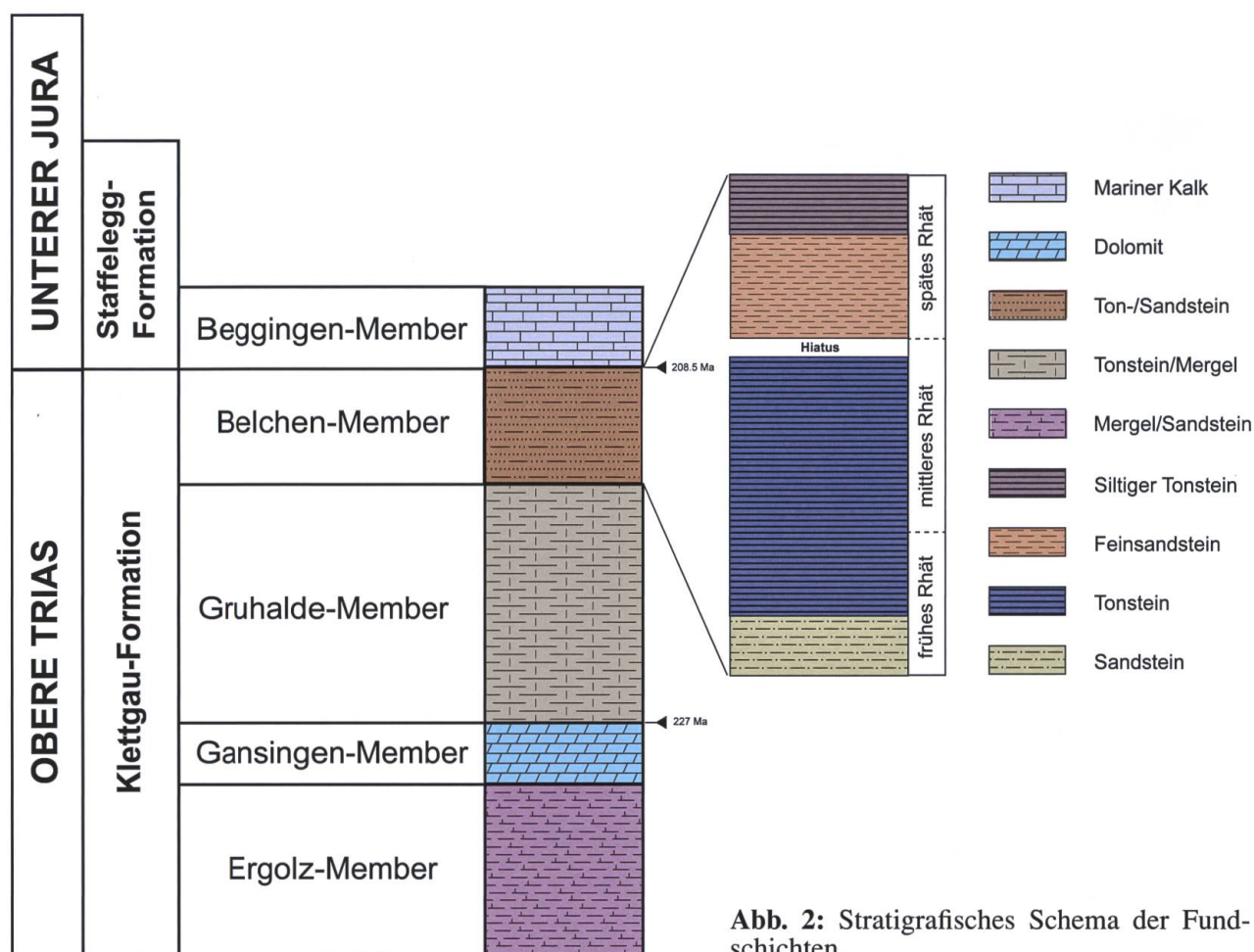


Abb. 2: Stratigraphisches Schema der Fundschichten.

chen-Members ein brackisch-ästuaries bis marines Milieu, das im oberen Teil von flachmarinen Sanden abgelöst wird.

Die Erwähnung eines Seesternfunds im Profil Niederschöntal (Strübin 1901) und einer Lebensspur (*Asteriacites lumbricalis*) aus dem Typus-Profil am Chilchzimmersattel (Jordan et al. 2016) veranlasste uns, diesen Funden nachzugehen. Im Frühling 2020 konnte der Erstautor an der gleichen Fundstelle im Schutt ein weiteres Handstück mit einer Spur eines Seesterns bergen.

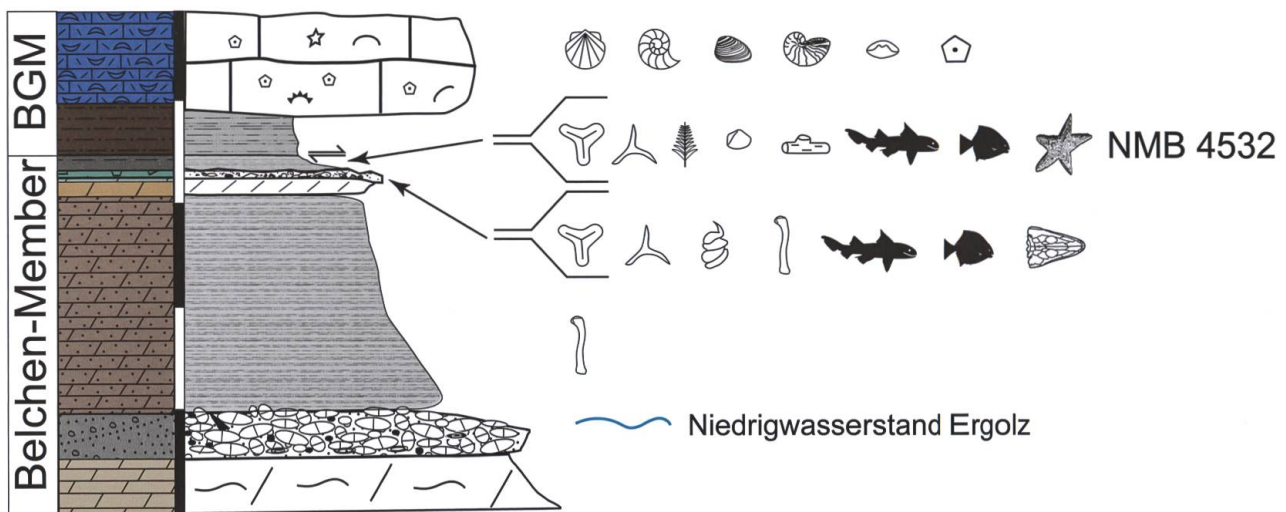
Geologische Übersicht

Die im vorliegenden Artikel beschriebenen Funde stammen vom Chilchzimmersattel und von Niederschöntal (Füllinsdorf) (Abb. 1, 2).

An der Typus-Lokalität unterhalb des Chilchzimmersattels (Koord.: 2'627.690/1'246.165)

besteht die Abfolge aus gut sortierten, karbonatfreien Sandsteinen mit eingeschalteten Tonstein-Intervallen. Laut Jordan et al. (2016; Abb. 13) wurde die Ruhespur eines Seesterns (*Asteriacites lumbricalis*) im Schutt gefunden, eine Zuordnung zu einem spezifischen Teil des Profils war nicht möglich. Unser Fund stammt aus dem oberen Teil der Abfolge, ungefähr 2 m unterhalb des Kontakts mit dem Beggingen-Member der Staffelegg-Formation.

Der dritte Fund stammt aus dem klassischen Profil Niederschöntal des Belchen-Members am linken Ufer der Ergolz (Frenkendorf/Füllinsdorf; Koord.: 2'621'655, 1'261'700). An dieser Stelle wurden in den letzten Jahren (2009, 2019) mehrere Teilprofile aufgenommen, aktuell sind die Profile aber von Schutt überdeckt und nicht mehr zugänglich. Unser Fund stammt aus der Grabung von Strübin (1901) aus dem Schürfloch V (Abb. 3). Das Flussbett besteht hier aus



Legende

	Toniger Siltstein		Pollen/Sporen		Isocyprina sp.		Knochen
	dolomitischer Siltstein		Holz/Kohle		Ammoniten		Knochenfische
	Dolomit		Pflanzen		Brachiopoden		Knorpelfische
	Konglomerat		Cardinia		Seelilien		Amphibien
	Kalkstein		Gryphaea		Asteriacites		
	Acritarchen		pectinide Muscheln		Koproliten		

Abb. 3: Profil Niederschöntal (Schürfloch V nach Strübin 1901), umgezeichnet und ergänzt (BGM = Beggingen-Member).

rötlich-grünen Mergeln des Gruhalde-Members: Über einem erosiven Kontakt folgt eine schräggeschichtete, konglomeratische Lage, die aus eckigen Kalkklasten besteht; sie enthält Knochenfragmente und Zähne von temnospondylen Amphibien. Die obere Schichtfläche ist mit grossen Pflanzen- und Holzfragmenten übersät. In einem unpublizierten Brief von Amanz Gressly an den damaligen Direktor des Museums, Ludwig Rütimeyer (Sept. 1856; Archiv Naturhistorisches Museum Basel), hält er fest, dass die Schichtfläche von grossen «Schilfrohren» bedeckt sei. Darüber folgen graue, dolomitische Mergel mit schwarzen Knochenfragmenten – die Fundschicht des «Gresslyosaurus». Darüber folgt das «bone bed» mit einem scharfen, erosiven Kontakt, dessen Oberfläche

unregelmässig ist und von einem schräggeschichteten Sand-Siltstein mit Rippelmarken überlagert wird. Diese Lage entspricht der Schicht 13 im Strübin'schen Profil (Schürfloch V) aus der der oben erwähnte «Seestern» (NMB 4523) stammt. Auf diese Lage folgen mehrere Zentimeter dunkler, sandiger Ton. Über einem tektonischen Kontakt sind schokoladefarbige, mergelige Tone sichtbar, die von bioklastischen fossilreichen Kalkareniten überlagert werden. Letztere enthalten zahlreiche Crinoidenreste, Austern (*Gryphaea arcuata*), pectinide Muscheln und Ammoniten (*Arnioceras semicostatum*, *Coroniceras* sp.). Diese beiden Schichten sind Teil des Beggingen-Members der Stafflegg-Formation und gehören zum unteren Jura (Lias; Sinemurium).

Material und Methoden

Es wurden insgesamt drei Handstücke näher untersucht.

Das eine Stück vom Chilchzimmersattel ist am Paläontologischen Institut der Universität Zürich hinterlegt (PIMUZ 31501), das andere am Museum BL (G6508). Das Handstück aus Niederschöntal wird unter der Nummer 4523 in der geologischen Sammlung am Naturhistorischen Museum Basel aufbewahrt. Alle Handstücke wurden mit einer Canon EOS Mark II fotografiert. Die Bilder wurden mit Luminar (v 4.3.0) mit voreingestellten Algorithmen für optimalen Kontrast und Qualität verarbeitet. Ausgehend von Fotografien von NMB 4523 mit einer Canon EOS Mark II (Makro-Objektiv 100 mm) wurde ein digitales 3D-Modell mit Metashape Pro (v 16.2.) erstellt. Die Reorientierung des Modells erfolgte mit Cloud Compare (v 2.9.1), das Höhenmodell und die Konturen wurden mit Paraview (v. 5.0.8) erstellt.

Resultate

Im Folgenden werden drei Handstücke aus dem Belchen-Member beschrieben, die Spurenfossilien aufweisen. Diese haben bisher nur kurze Erwähnung und keine nähere Beschreibung in der Literatur erfahren (Strübin 1901; Jordan et al. 2016), deshalb erscheint eine nähere Betrachtung sinnvoll.

PIMUZ 31501 ist eine rund 11 x 11 cm quadratische, glimmerreiche Sandsteinplatte (Abb. 4, 5) mit einem pentagonalen Eindruck, vermutlich als konkaves Epirelief erhalten. Die Arme sind geschwungen und rund 10 bis 12 mm lang. Der Gesamtdurchmesser beträgt 25 mm, der Durchmesser der Scheibe liegt bei 5 mm. Transverse Streifen sind nicht sichtbar. Es handelt sich um einen relativ kleinen Eindruck im Vergleich zu bereits bekannten Formen (z. B. Giachetti et al. 2020). Auf derselben Schichtfläche sind Abdrücke von kleinen, leicht dreieckigen Muscheln (*?Isocyprina* sp.) und senkrechte Grabgänge von Muscheln erhalten (s. u.).

Fünfstachelige Spurenfossilien, wie das hier vorliegende Stück, gehören zum Ichnotaxon *Asteriacites* von Schlotheim 1820, das als Ruhe-

spur (*Cubichnia*) von See- oder Schlangensternen interpretiert wird (z. B. Knaust und Neumann 2016). Innerhalb dieser Spurengattung werden drei verschiedene Arten in der Literatur aufgeführt (Seilacher 1953, Baucon und Neto de Carvalho 2016, Knaust und Neumann 2016, Giachetti et al. 2020).

Der deutliche sichtbare, abgesetzte Scheibeneindruck und die schlanken Armeindrücke sind laut Knaust und Neumann (2016) ein wesentliches Merkmal, um *A. lumbricalis* von *A. stelliformis* zu unterscheiden. Somit stellen wir PIMUZ 31501 zu *Asteriacites lumbricalis* (v. SCHLOTHEIM). Diese Zuordnung wurde bereits von Jordan et al. (2016) vermerkt, allerdings ohne eine nähere Beschreibung des Stücks.

G 6508 ist ein beiger Feinsandstein (Abb. 6), der vom Erstautor im April 2020 im Schutt des Typus-Profils Chilchzimmersattel gesammelt wurde. Auf dessen Oberfläche sind zwei längliche, mittig getrennte, doppelreihige Zopfmuster erhalten. Weitere, weniger gut sichtbare Muster sind ebenfalls vorhanden. Da das Stück abgebrochen ist, lässt sich keine Symmetrie erkennen.

Auf den ersten Blick liesse sich diese Lebensspur als Arthropodenspur, wie z. B. *Gyrochorte*,



Abb. 4: Ansicht der Sandsteinplatte vom Chilchzimmersattel-Profil (Belchen-Member; PIMUZ 31'501) mit *Asteriacites lumbricalis*, Muscheln (A *?Isocyprina* sp.) und B *Siphonichnus ophtalmoides*. (Foto: Heinz Furrer)



Abb. 5: Detailaufnahme von PIMUZ 31501 gegenüber Abb. 4 um 90° im Uhrzeigersinn gedreht (A *Asteriacites lumbricalis* und S *Siphonichnus ophthalmoides*; Foto: Heinz Furrer).

bestimmen. Bei diesem Ichnotaxon sind aber die Zopfmuster lediglich gepaart und von einem deutlich abgesetzten Rand umgeben. Unsere Form hingegen zeigt tiefe, gepaarte Kerben. Solche mit deutlichen Spuren der Tubenfüßchen versehene Lebensspuren lassen sich nicht eindeutig zuordnen, dürften aber am ehesten mit *Asteriacites cf. stelliformis* zu vergleichen sein. Vergleichbare Ruhespuren wurden von Singh et al. (2017) aus dem Karbon des Himalayas beschrieben und abgebildet. Aufgrund der Grösse und Breite der Armeindrücke wurden sie von einem Seestern erzeugt. Die aus der Trias bekannten Schlangensterne (z. B. *Aspidura stellata*, *Aplocoma*) besitzen eine deutlich abgesetzte Scheibe und sind wesentlich kleiner (Hess 1965; Chen und McNamara 2005).

NMB 4523 ist ein glimmerreiches Sandsteinstück mit einer Grösse von 5,0 x 4,5 cm und 6,6 mm Dicke (Abb. 7, 8); es stammt aus der Grabung von Strübin (1901, Schicht 13) vom bekannten Profil bei Niederschöntal (Abb. 3). Auf dem kleinen Gesteinsplättchen ist ein fünfstrahliges, konkaves Hyporelief erhalten. Weiter finden sich Muschelspuren (s. u.) und ein kleiner Haizahn (?*Hybodus* sp.). Dass es sich dabei um eine Schichtunterfläche handelt, lässt sich auch

gut auf dem 3D-Modell beobachten (Abb. 8), auf dem auch weitere Spurenfossilien besser erkennbar sind als auf Abbildung 7. Der fünfstrahlige Eindruck besitzt einen Gesamtdurchmesser von 8,3 mm, der Scheibenradius liegt bei 4 mm. Die Armlänge vom Zentrum bis zu den Spitzen beträgt 5,2 mm, die Armbasis ist 1,5 mm breit. Die Armeindrücke sind gerade und kurz, der Scheibenbereich ist nicht abgesetzt. Das Verhältnis von Armlänge zu Armdurchmesser liegt bei 3,5 : 1. In Anbetracht dieser typischen Merkmale gehört das Spurenfossil aus Niederschöntal zu *Asteriacites stelliformis* (Miller und Dyer).

Weitere Spurenfossilien

Auf allen Handstücken sind runde Kreise mit einer zentralen Erhebung erhalten. Der Querschnitt dieser Gänge ist oval bis rundlich, diese sind durch zwei Sedimenttypen gefüllt und weisen einen Zentralkanal auf, der von einem Mantel umgeben ist. Der Siphon-Eindruck ist etwa 2 mm im Durchmesser, der gesamte Querschnitt misst zwischen 4 und 8 mm. Es handelt sich dabei meist um senkrechte Grabgänge mit einem zentralen Siphon-Eindruck, manche sind auch leicht schräg im Sediment (Abb. 4, 6 – 8). Morphologie und Merkmale dieser Grabgänge wei-



Abb. 6: Sandsteinplatte vom Chilchzimmersattel-Profil (Belchen-Member; G 6508) mit *Asteriacites stelliformis* und *Siphonichnus ophthalmoides* (Foto Ch. A. Meyer).



Abb. 7: Handstück aus der Grabung Niederschöntal mit *Asteriacites stelliformis*, S *Siphonichnus ophtalmoides* und H ?*Hybodus* sp. (NMB 4523; Foto Ch. A. Meyer).

sen auf Grabspuren von Muscheln hin. Die Füllung des Mantels besteht aus laminiertem Sand, eine deutliche Sortierung der Quarzkörner am Rand wie beim Ichnotaxon *Skolithos* lässt sich nicht feststellen. Da die Mantelfüllung nicht aus homogenem Sand besteht wie bei *Laevicyclus* QUENSTEDT, lassen sich die im Belchen-Member vorkommenden Lebensspuren dem Ichnotaxon *Siphonichnus ophtalmoides* (JESSEN) zuweisen (s. Knaust 2015).

Interpretation

Das Ichnotaxon *Asteriacites* von Schlotheim 1820 ist ein fünfstrahliges Spurenfossil, das als Ruhespur (Cubichnia) von Asterozoen interpretiert wird (z. B. Knaust und Neumann 2016). Diese Lebensspuren sind das Produkt eines oberflächlichen Eingrabens mithilfe der Tubenfüsschen (Seilacher 1953) (Abb. 9) und kommen seit dem Kambrium vor (Mángano et al. 1999). Das Taxon *A. lumbricalis* wurde aufgrund seiner charakteristischen Merkmale – dem Eindruck der Scheibe – ausschliesslich von Ophiuren pro-

duziert (Knaust und Neumann 2016). Dieses Spurenfossil widerspiegelt entweder eine Grabaktivität oder eine Ruhephase auf dem Substrat. Rezente Beobachtungen zeigen, dass bestimmte Ophiuren einen grossen Teil der Scheibe und der Arme im Substrat vergraben, während andere Arten nur den Scheibenrand und den proximalen Bereich der Arme eingraben (Ishida et al. 2004). Beispiele aus dem Wattenmeer Norddeutschlands zeigen aber, dass Ophiuren sehr unterschiedliche Ruhe- und Bewegungsspuren hinterlassen können (Abb. 10 A – C).

A. stelliformis hingegen fehlt ein deutlich abgesetzter Eindruck der Scheibe, dafür werden aber die Arme proximal langsam breiter. Dieses Ichnotaxon kann sowohl von Ophiuren stammen, die beim Eingraben ihren proximalen Arm-bereich bewegen oder auch von Seesternen hinterlassen worden sein, deren Arme proximal wesentlich breiter sind als distal (Knaust und Neumann 2016 und Abb. 10 D). Bei NMB 4523 handelt es sich aufgrund der Grösse um einen juvenilen Seestern, der die Spur hinterlassen hat.

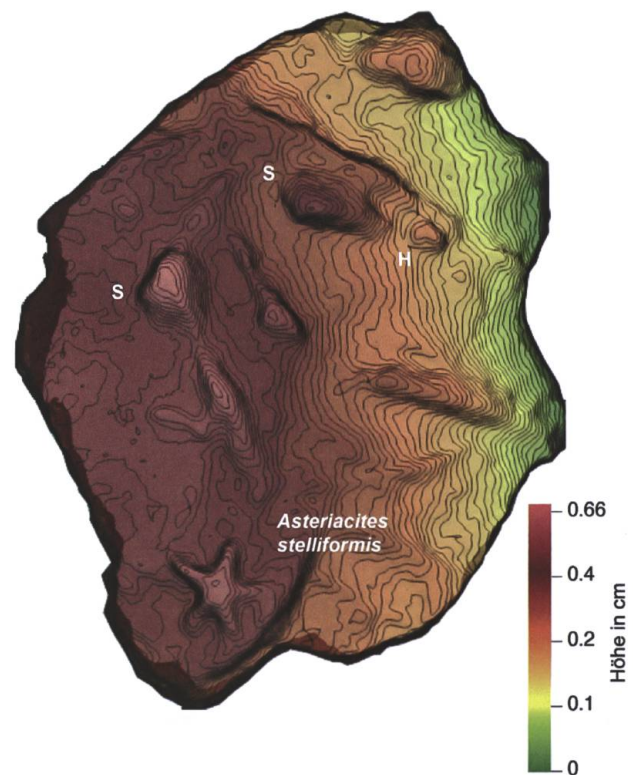


Abb. 8: Falschfarbenmodell und Höhenlinienmodell von NMB 4523 (S *Siphonichnus ophtalmoides* und H ?*Hybodus* sp.)

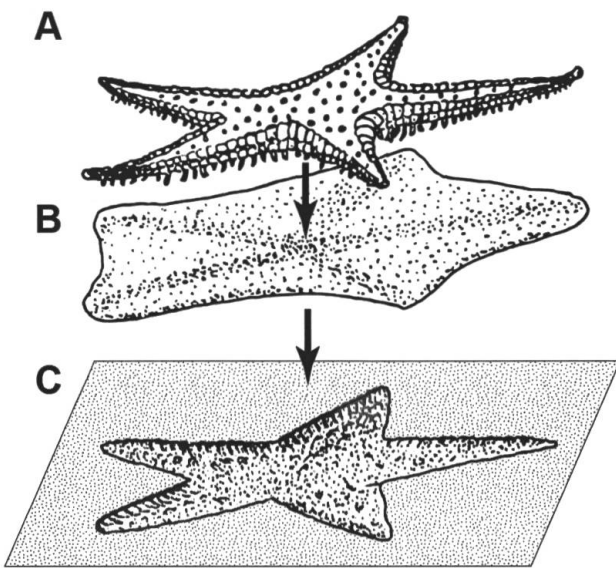


Abb. 9: Schematische Darstellung von Ruhespuren: A *Astropecten* sp. rezent; B experimentell erzeugte Ruhespur auf Sandunterlage; entspricht der in der Literatur beschriebenen Art *Asteriacites quinquefolius* Quenstedt; C experimentell erzeugte Ruhespur auf Tonunterlage; entspricht der in der Literatur beschriebenen Art *Asteriacites lumbricalis* Schlotheim (umgezeichnet nach Seilacher 1953).

Aus der Trias der karnischen Alpen (Campil Member, Werfen-Formation) sind dichte Aggregationen von *A. lumbricalis* bekannt geworden (Baucon und Neto de Carvalho 2016). Vergleichbare Funde und auch der Holotypus von *A. lumbricalis* sind aus dem Angulatensandstein (unterer Jura; Hettangium) aus Coburg in Süddeutschland, aber auch aus zeitgleichen Ablagerungen von Helmstedt in Niedersachsen bekannt.

Interessant ist nun die Frage nach dem Ablagerungsmilieu unserer Sandsteine.

Von wenigen Ausnahmen abgesehen sind Echinodermen Anzeiger eines stenohalinen Milieus (Seilacher 1953, 2007). Gewisse rezente Ophiuren vermögen aber auch ins Brackwasser vorzudringen, so ist *Ophiura albida* in der Ostsee sehr häufig (Salinität 24 ‰) und ist auch in schottischen Fjorden anzutreffen (Zettler et al. 2007; Cognetti und Maltagliati 2000). Das Vorkommen von Schlangensterne Spuren alleine ist also noch kein eindeutiger Indikator für marine Verhältnisse zur Zeit des Belchen-Members. Das Vorkommen von Lebensspuren von Seesterne an beiden Lokalisationen hingegen ist ein klarer

Beweis für marine Verhältnisse, Asteriden sind weder aus dem Brack- noch aus dem Süßwasser bekannt.

Spurenfossilien, die mit *Siphonichnus* vergleichbar sind, wurden aus Lokalisationen in Deutschland und anderen mesozoischen Lokalisationen beschrieben und werden normalerweise als Indikatoren für marine Inkursionen in Küstensümpfe angesehen (Knaust 2015; Fernández et al. 2019).

Siphonichnus wird, basierend auf dem Verhalten rezenter endobenthischer Muscheln, als Spur eines Suspensionsfressers angesehen, der seine Haltung im Substrat je nach Sedimentation oder Erosion entsprechend anpassen konnte (Knaust 2015). Da die Orientierung der Gänge im Substrat sehr variabel sein kann, schließt Knaust (2015), dass die Gänge aus der Bewegung eines (temporär) vagilen, endobenthischen Organismus resultieren, der zumindest teilweise ein Sedimentfresser, aber auch ein Suspensionsfresser war. Weiter schreibt er: «Deshalb können wir annehmen, dass eine kombinierte, sedentäre (senkrechte Grabgänge) und vagile Lebensweise (Gänge in verschiedenen Richtungen) vorherrschte».

Das gleichzeitige Auftreten von Asteriden-Spuren und von Muscheln und ihren Lebensspuren (*Siphonichnus* isp.) ist zwar selten überliefert (z. B. Fernández et al. 2019, Giachetti et al. 2020), überrascht aber nicht sonderlich. Rezente Seesterne, insbesondere endobenthische Formen wie Astropectiniden, ernähren sich vorwiegend von Bivalven, Gastropoden, jungen Seesternen, Ophiuren, Krebsen, Kopepoden und Polychaeten (Hyman 1955). Da sie räuberische Formen sind, graben sie aktiv nach ihrer Beute, in unserem Fall nach Muscheln.

Schlussfolgerungen

Die in beiden Profilen vorhandenen «bone beds» enthalten eine reiche Wirbeltierfauna, die bisher als rein marine Formen interpretiert wurden; somit galten die Ablagerungen des Belchen-Members als marine Sedimente. Bisherige und laufende Untersuchungen zeigen aber, dass sowohl Phytosaurier wie auch temnospondyle Amphibien und Lungenfische einem limnisch-fluviati-

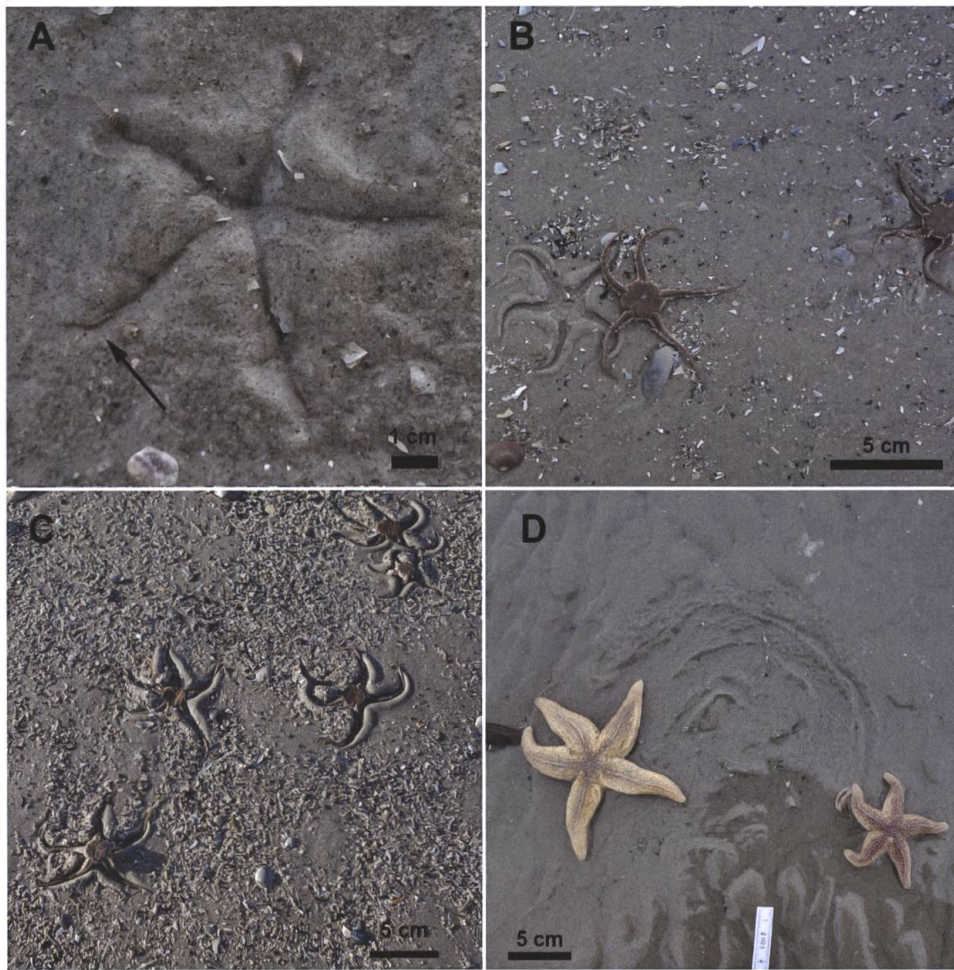


Abb. 10: Grab- und Fortbewegungsspuren im Wattenmeer (St. Peter Ording; Foto A. Wetzel): A oberflächlich eingegrabene *Ophiura ophiura* (Pfeil: sichtbare Armspitzen); B *Ophiura ophiura* oberflächliche Ruhespur; C Ruhespuren von *Ophiura ophiura*; D Fortbewegungsspur von *Asterias rubens*.

len Habitat zuzuordnen sind, während Fische wie *Severnichthys*, *Gyrolepis* und Haie der Gattung *Lissodus* eher ein brackisches Milieu anzeigen. Die darüber vorkommenden Sandsteine mit Muscheln, *Siphonichnus*, *Asteriacites lumbricalis* und *Asteriacites stelliformis* hingegen sind sicher in einem flachmarinen Milieu abgelagert worden. Besonders erwähnenswert erscheint auch das gemeinsame Vorkommen von Muscheln, das durch Muscheln erzeugten Spurenfossil *Siphonichnus* und deren Fressfeinde (Seesterne). Aufgrund der klar marinen Verhältnisse des obersten Abschnitts des Belchen-Members lässt sich die marine Transgression in unsere Region stratigrafisch exakt einordnen

und auch genauer datieren. Dies wird auch durch die palynologischen Befunde von Loser et al. (2018) und Schneebeil-Hermann et al. (2018) bestätigt.

Verdankungen

Wir bedanken uns bei Walter Etter und Loïc Costeur (Naturhistorisches Museum Basel) für den Zugang zur Sammlung. Besonderer Dank geht an Heinz Furrer (Zürich) für den Hinweis zum Aufbewahrungsort des in Jordan et al. (2016) erwähnten Stücks und für die Fotografien (Abb. 4, 5) aus der Sammlung des Paläontologischen Instituts der Universität Zürich.

Literaturverzeichnis

- Arnet M (2019): Eine statistische Auswertung des rhätischen Niederschönthal-«bonebeds». Bachelor Arbeit Universität Basel.
- Baucon A, Neto De Carvalho C (2016): Stars of the aftermath: Asteriacites beds from the Lower Triassic of the Carnic Alps (Werfen Formation, Sauris di Sopra), Italy. *Palaios* 31: 161–176.
- Chen ZQ und McNamara KJ (2006): End-Permian extinction and subsequent recovery of the Ophiuroidea (Echinodermata). *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 236: 321–344.
- Cognetti G und Maltagliati F (2000): Biodiversity and adaptive mechanisms in brackish water fauna: Marine Pollution Bulletin 40: 7–14.
- Fernández DE, Comerio M, Giachetti LM, Pazos PJ, Wetzel A (2019): Asteroid trace fossils from Lower Cretaceous shallow- to marginal-marine deposits in Patagonia. *Cretaceous Research* 93: 120–128.
- Giachetti LM, Fernández DE, Comerio M (2020): Analysis of Asteriacites von Schlotheim 1820 from Mulichinco Formation (Lower Cretaceous, Neuquén Basin) and ichnotaxonomic implications. *Revista de la Asociación Geológica Argentina* 77: 384–401.
- Gressly A (1838–41): Observations géologiques sur le Jura soleurois. *Nouvelles Mémoires Société helvétique des Sciences naturelles* 3–5: S. 349
- Hess H (1965): Trias-Ophiuren aus Deutschland, England, Italien und Spanien. *Mitteilungen Bayerische Staatssammlung Paläontologie Historische Geologie* 5: 151–177.
- Hyman LH (1955): *The Invertebrates. Echinodermata IV.* - McGraw-Hill, New York.
- 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.
- Knaust D (2015): Siphonichnidae (new ichnofamily) attributed to the burrowing activity of bivalves: Ichnotaxonomy, behaviour and palaeoenvironmental implications. *Earth-Science Reviews* 150: 497–519.
- Knaust D und Neumann C (2016): Asteriacites von Schlotheim, 1820 - the oldest valid ichnogenus name - and other asterozoan-produced trace fossils. *Earth-Science Reviews* 157: 111–120.
- Looser N, Schneebeil-Hermann E, Furrer H, Blattmann TM, Bernasconi SM (2018): Environmental changes and carbon cycle perturbations at the Triassic–Jurassic boundary in northern Switzerland. *Swiss Journal of Geosciences* 111: 417–432.
- Mángano MG, Buatois LA, West RR, Maples CG (1999) The origin and paleoecologic significance of the trace fossil Asteriacites in the Pennsylvanian of Kansas and Missouri. *Lethaia* 32, 17–30.
- Merian P (1857): Über das sogenannte bone bed. *Verhandlungen naturforschende Gesellschaft Basel* 1: 581.
- Meyer CA und Wetzel A (2015): The Late Triassic bonebed of Niederschönthal (Norian, Knollenmergel, Füllinsdorf BL) – Amanz Gressly's dinosaur locality revisited. In *Swiss Geoscience Meeting*, 152–153.
- Rütimeyer L (1856): Fossile Reptilknochen aus dem Keuper (in der Nähe von Liestal). *Verhandlungen Schweizerische Naturforschenden Gesellschaft* 41, 62–64.
- Schneebeil-Hermann E, Looser N, Hochuli PA, Furrer H, Reisdorf AG, Wetzel A, Bernasconi SM (2018): Palynology of Triassic–Jurassic boundary sections in northern Switzerland. *Swiss Journal of Geosciences* 111: 99–115.
- Seilacher A (1953): Studien zur Palichnologie II. Die fossilen Ruhespuren (Cubichnia). *Neues Jahrbuch für Geologie und Paläontologie Abhandlungen* 98: 87–124.
- Seilacher A (2007): *Trace Fossil Analysis*: Springer, Berlin, Heidelberg, S. 226
- Singh BP, Bhargava ON, Mikuláš R, Prasad SK, Singla G, Kaur R (2017): Asteriacites and other trace fossils from the Po Formation (Visean-Serpukhovian), Ganmachidam Hill, Spiti Valley (Himalaya) and its paleoenvironmental significance. *Geologica Carpathica* 68: 464–478.
- Strübin K (1901): Neue Aufschlüsse in den Keuper-Liasschichten von Niederschönthal (Basler Tafeljura). *Eclogae geologicae Helvetiae* 7/2: 119–123.
- Strübin K (1900): Beiträge zur Kenntnis der Stratigraphie des Basler Tafeljura. *Verhandlungen naturforschende Gesellschaft Basel* 13: 391–484
- Strübin K (1902): Neue Untersuchungen über Keuper und Lias bei Niederschönthal (Basler Tafeljura). *Verhandlungen naturforschende Gesellschaft Basel* 13: 586–602.
- Tanner KM (1978): Die Keuper-Lias Fundstelle von Niederschönthal, Kanton Baselland. *Bulletin der Schweizerischen Vereinigung von Petroleum-Geologen und-Ingenieuren* 44: 13–23.
- Waagen W (1863): Der Jura in Franken, Schwaben und der Schweiz. *Verglichen nach seinen paläontologisch bestimmbaren Horizonten. Jahreshefte vaterländische Naturkunde Württemberg* 19.
- Zettler ML, Schiedke D, Bobertz B (2007): Benthic biodiversity indices versus salinity gradient in the southern Baltic Sea: *Marine Pollution Bulletin* 55: 258–270.