

Zeitschrift:	Eclogae Geologicae Helvetiae
Herausgeber:	Schweizerische Geologische Gesellschaft
Band:	90 (1997)
Heft:	3
Artikel:	Anthropodenlaufspuren von Hochdorf (LU) und weitere Arthropodennachweise aus der Oberen Süsswassermolasse der Schweiz
Autor:	Bolliger, Thomas / Gubler, Thomas
DOI:	https://doi.org/10.5169/seals-168201

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: 28.01.2026

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

Arthropodenlaufspuren von Hochdorf (LU) und weitere Arthropodennachweise aus der Oberen Süsswassermolasse der Schweiz

THOMAS BOLLIGER¹ & THOMAS GUBLER²

Key words: Upper Freshwater Molasse (OSM), Miocene, ichnofossils, arthropods, Decapoda, Switzerland

ZUSAMMENFASSUNG

Zum ersten Mal werden Laufspuren von Arthropoden (vermutlich von Decapoden) aus der Oberen Süsswassermolasse (OSM) der Schweiz vorgestellt. Ein Spuren Typ wird als *Hamipes molassicus* nov. Ichnospec. beschrieben. Daneben werden Körperfossilien von Krebsscheren sowie Spuren verschiedener Arthropoden beschrieben. Weil Funde von Arthropoden und ihrer Spuren in der OSM der Schweiz generell selten sind, wird eine Übersicht der bisher bekannten Nachweise gegeben.

ABSTRACT

For the first time, trackways of arthropods (Decapoda or Branchiopoda) from the Upper Freshwater Molasse (OSM) of Switzerland are presented. One type of trackways is described as *Hamipes molassicus* nov. ichnospec. Beside body fossils of crabs, trace fossils from various arthropods are described. Due to the rarity of arthropod remains and arthropod trace fossils of the OSM of Switzerland, an overview of the known data is given here.

1. Einleitung

Bei einer gemeinsamen Begehung im Herbst 1993 konnten die Autoren die nachfolgend beschriebenen Laufspuren auffinden. Diese werden Süsswasserkrebsen zugeschrieben.

Bisher ist nur wenig über Spurenfossilien aus der OSM bekannt geworden. So erwähnen etwa Weidmann & Reichel (1979) Vogelspuren vom Risisobel (Stäfa ZH) und Sulzigtobel (Werthenstein LU) und Bolliger (1992) *Rhizocorallium* (Wohnbauten einer Ephemeriden-Larve ähnlich *Hexagenia*) aus der Glimmersandbasis von Helsighausen (TG). Nicht näher definierte Bioturbationsspuren (Wurmgänge, Wurzelsspuren) finden sich in der OSM verbreitet. Spuren von diversen Invertebraten sind in den flachmarinen Bereichen der Randfazies der Unteren und Oberen Meeresmolasse (UMM und OMM) recht zahlreich (Frei 1979, Keller 1989). Besonders in wattartigen Bereichen der OMM, aber auch gelegentlich in der Unteren Süsswassermolasse (USM) sind Spuren von Wirbeltieren (vorwiegend von Vögeln, seltener von Säugetieren) nicht selten (Bräm 1954, Berger 1992, Müller 1971, Speck 1945, Weidmann & Reichel 1979).

Fossile Krebsreste sind wiederum vorwiegend aus der OMM bekannt geworden (Bachmayer & Rutsch 1962, Studer 1892, 1898), selten aus der UMM (Fröhlicher 1951), sodann aber auch aus der OSM (Pavoni 1952, 1957). Im angrenzenden Deutschland fanden sich Krebsreste in der OSM vorab in Oeh-

ningen und in Sigmaringen (Fraas 1972, Heer 1865). Eine Übersicht der Arthropodennachweise der OSM der Schweiz ist in Figur 1 und Tabelle 1 gegeben.

2. Der OSM-Aufschluss Hochdorf (LU)

2.1. Profilabfolge, Fossilinhalt

Die Profilfolge der Ziegelei-Grube Hochdorf (Fig. 2) zeigt mehrere Zyklen, die meist mit Überschwemmungs- und Seesedimenten beginnen, von sandigen und mergeligen Rinnensystemen abgelöst werden und schliesslich mit Sumpf- und Bodenbildungen enden (Fig. 3).

In einer mergeligen Sandsteinrinne des 5. Sedimentationszyklus des Profiles fanden sich im Norden der Grube diverse eingeschwemmte Fossilreste wie Planorbiden, Heliciden, Unioniden und Knochenreste (Schildkröten?). Eine Schlämmprobe von etwa 5–10 kg lieferte keine Kleinsäugerreste. An der Basis eines Sandsteins des 6. Sedimentationszyklus lag ein dunkler Mergel mit Schnecken (Heliciden). Eine Schlämmprobe lieferte auch hier keine Kleinsäugerreste. Der 6. Sedimentationszyklus vermergelt im Süden weitgehend, im Dach derselben fand sich eine grauschwarze Lage, die zahlreiche Süsswassermollusken enthielt (*Brotia* sp., Planorbidae, Limnaei-

¹ Paläontologisches Institut und Museum der Universität, Karl Schmid-Str. 4, CH-8006 Zürich

² Aeschenstrasse 11, CH-8873 Amden

Tab. 1. Arthropodennachweise in der OSM der Schweiz.

Fundort	Koordinaten / m ü. M.	Landeskarte 1:25'000	Fossil	Literatur	Alter
Schwarz/Rüti	705800 / 235525 / 480 m	1112 Stäfa	Krebsscheren	Bolliger 1992	MN5
HR 1, Dürnten	707500 / 236075 / 485 m	1112 Stäfa	Krebsscheren	Bolliger 1992	MN5
Vermes	603100 / 242000 / 575 m	1107 Balsthal	Krebsscheren	Engesser et al. 1981	MN5
Hochdorf	663100 / 224500 / 525 m	1130 Hochdorf	Repichnia	diese Arbeit	MN5
Alznach	676750 / 223730 / 425 m	1131 Zug	Repichnia, Scyenia	diese Arbeit	MN5
Käpfnach	688500 / 234000 / 430 m	1111 Albis	Repichnia	diese Arbeit	MN5
Chatzenstreb	746100 / 256730 / 710 m	1075 Rohrschach	Krebsscheren	diese Arbeit	MN6
Schwamendingen (Ziegelei)	685600 / 250350 / 478 m	1091 Zürich	Krebsscheren	Heer 1865	MN6
Helsighausen	721800 / 277800 / 610 m	1053 Frauenfeld	Rhizocorallium	Bolliger 1992, 1994	MN7
Le Locle	548675 / 213080 / 960 m	1143 Le Locle	Insekten	Berger 1992	MN7
Aentlisberg W-Hang	681775 / 242400 / 470 m	1091 Zürich	Krebsscheren	Pavoni 1952, 1957	OSM
La Chaux-de-Fonds	-	1144 Val de Ruz	Insekten	Berger 1992	OSM
Oehningen	BRD, 5 km E Stein am Rhein	1037 Steckborn	Krebse, Insekten	Heer 1865	OSM
Baarburg	684400 / 228450 / 560 m	1131 Zug	Krebsscheren	Gubler, unpubl.	OSM

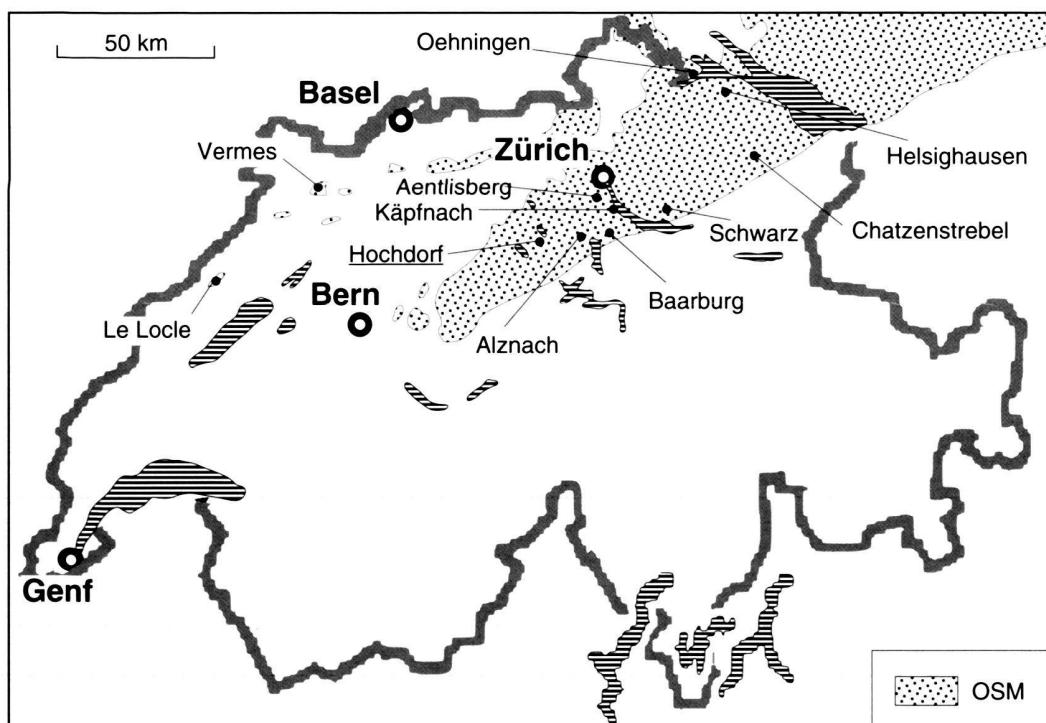


Fig. 1. Geographische Übersicht der erwähnten Lokalitäten.

dae, *Bithynia*). Weiter liessen sich Heliciden, Characeen und Säugerzähnchen nachweisen. An Kleinsäugern sind bisher belegt: *Megacricetodon cf. minor*, *Democricetodon* sp., *Galerix* sp. und *Ochothonidae* indet. Die Landeskordinaten dieser Fundstelle betragen etwa 663/100/224/500/520 m.

Die nachfolgenden obersten aufgeschlossenen Sandsteine, Siltmergel und Tonsteine des 7. Sedimentationszyklus sind teilweise gut geschichtet bis feinst laminiert. Neben Bioturbationen (Grabgänge, Wurzelsspuren) kommen Blattreste von

Rohrkolben (*Typha latissima*), weitere nicht bestimmte Pflanzenreste und die nachfolgend beschriebenen Spurenfossilien vor.

2.2 Krebsfährten

Bis ins feinste Detail überlieferte Spurenfossilien konnten erstmals im Herbst 1993 in der OSM-Mergelgrube bei Hochdorf entdeckt werden. Ihre Deutung als Laufspuren (Repichnia,



Fig. 2. Ansicht der Grube Hochdorf aus Osten. Sehr schön sind lokale Rinnenbildungen der Sandsteine der Sedimentationszyklen 3a und 3b zu sehen (vgl. Fig. 3).

Bromley 1990) von Arthropoden soll hier kurz erläutert werden. Als praktisch einzige mögliche Verursacher kommen Süßwasserkrebse (langschwänzige Krebse und/oder Krabben) in Frage. Über rezente Krebsfährten ist in der Literatur wenig zu finden (Chamberlain 1975).

Diplichnites, *Kouphichnium* und *Hamipes* sind Schreitfährten von Arthropoden (Häntzschel 1962, 1975), welche aber teilweise in einigen Punkten von den vorliegenden Fährten abweichen.

Parallel angeordnete Schreitfährten von Arthropoden aus Hochdorf werden dem Ichnogenus *Hamipes* zugeordnet (Fig. 4 und 5). Es wird für sie die Ichnospezies *Hamipes molassicus* nov. Ichnospec. aufgestellt:

Hamipes HITCHCOCK 1858

Hamipes molassicus nov. Ichnospec.

Holotypus: PIMUZ 17369 aus der OSM (MN5–6) von Hochdorf/LU, Schweiz (Fig. 4).

Paratypus: PIMUZ 17370 von der gleichen Lokalität (Fig. 5). Die Spur des Holotypus ist vermutlich in der Erzeugerebene erhalten.

Namengebung: *molassicus*, in der Molasse vorkommend (mittelmiozäne Obere Süßwassermolasse der Schweiz, MN5–6).

Diagnose und Beschreibung: parallel angeordnete Beinabdrücke eines Arthropoden (Laufspur, Repichnia). Der Abstand zwischen jedem Beinpaar beträgt rund 1,5 cm, die Beinabdrücke sind etwas mehr als 1 cm lang, parallel zur Laufrichtung ausgerichtet bis leicht nach hinten divergierend, gerade bis leicht konvex nach aussen gekrümmmt. Am Hinterende jedes Abdruckes wurde (wohl durch eine Abstossbewegung)

jeweils ein kleiner Wulst aufgeworfen. Alle 1,5–2 cm folgt ein weiterer Abdruck eines Beinpaars. Sporadisch treten neben der primär einfach paarigen Laufspur akzessorische Beinabdrücke auf.

Vergleich: Folgende Unterschiede bestehen zu *Hamipes didactylus* aus der Trias der USA: Die viel jüngeren Spuren von *Hamipes molassicus* nov. Ichnospec. aus der miozänen Oberen Süßwassermolasse der Schweiz sind primär nur einfach paarig angeordnet, diejenigen von *Hamipes didactylus* sind doppelpaarig und weisen einen mehr als doppelt so grossen Spurenabstand auf.

Diplichnites beschreibt eine Lauffährte mit von der Laufrichtung weit abgespreizten, gestreckten, strichförmigen bis leicht geschwungenen Abdrücken, welche wiederum meist paarig vorliegen. *Diplichnites* wurde vom Kambrium bis Perm gefunden und wird heute meist als Trilobiten-Laufspur gedeutet (Häntzschel 1962, Higgs 1988). Eine ähnliche Fährte (*Kouphichnium*) erzeugten offenbar limulide Krebse. Ein weiterer von Hochdorf vorliegender Spurenart zeigt teils einfache, teils paarig bis verzweigend angeordnete Spurenpaare (Fig. 6). Diese sind nach hinten aussen gerichtet und konvex nach aussen gekrümmmt. Zudem zeigen sich an einem Stück (PIMUZ 17375) in der Mitte weitere undeutliche Abdrücke, möglicherweise eine Schwanzschild-Schleifspur, oder verwischte Spuren weiterer Beinpaare. Da diese Spurenfamilie von Hochdorf noch zu wenig gut belegt ist, wird auf eine neue Namengebung verzichtet, sie werden vorläufig als cf. *Diplichnites/Kouphichnium* angesprochen.

Unsere zu *Diplichnites/Kouphichnium* und *Hamipes molassicus* nov. Ichnospec. zugehörigen Fährten könnten u. U. ein und demselben Erzeuger zugerechnet werden. Der heutige

Profil der Ziegeleigrube Hochdorf / LU (Koord. 663'000/224'500)

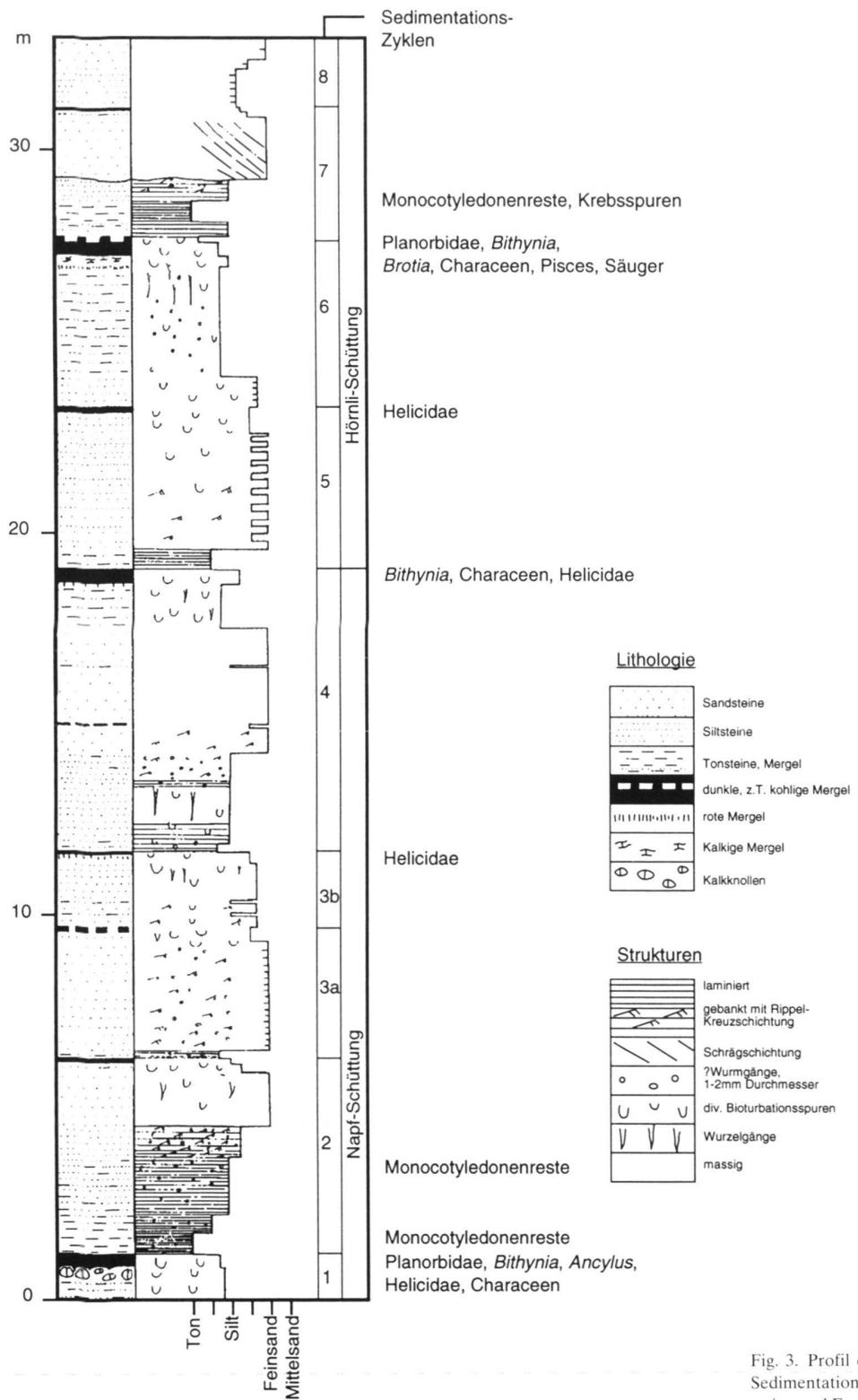


Fig. 3. Profil der Mergelgrube Hochdorf mit Angabe von Sedimentationszyklen, lithologisch-sedimentologischen Kriterien und Fossilinhalt.



Fig. 4. Arthropoden-Fährte, *Hamipes molassicus* nov. Ichnospec. aus der Ziegeleigrube Hochdorf (Miozän MN5–6, OSM), Holotypus, PIMUZ 17369. Der Bewegungsablauf verlief von rechts nach links. Ebene der Spurenerzeugung.



Fig. 5. Arthropoden-Fährte, *Hamipes molassicus* nov. Ichnospec. aus der Ziegeleigrube Hochdorf (Miozän MN5–6, OSM), Paratypus, PIMUZ 17370. Der Bewegungsablauf erfolgte von links nach rechts. Ebene vermutlich etwas tiefer als Oberfläche der Spurenerzeugung.

Süßwasserkrebs (*Astacus astacus*) bewegt sich laufend oder halb schwimmend. Genau diesen Unterschied scheinen die Fährten darzulegen, indem die *Hamipes*-Fährten dem halb schwimmenden Tier, die *Diplichnites/Kouphichnium*-ähnlichen Fährten dem laufenden bis kriechenden Tier zugeordnet

werden könnten. Eine Laufspur des marinen jurassischen *Me-cochirus longimanatus* zeigt eine überraschend grosse Ähnlichkeit zu unseren *Hamipes*-Spuren (Moore 1969). Auch die ebenfalls jurassischen fossilen Spuren von *Limulus* zeigen unter Umständen einige Ähnlichkeiten (Goldring & Seilacher

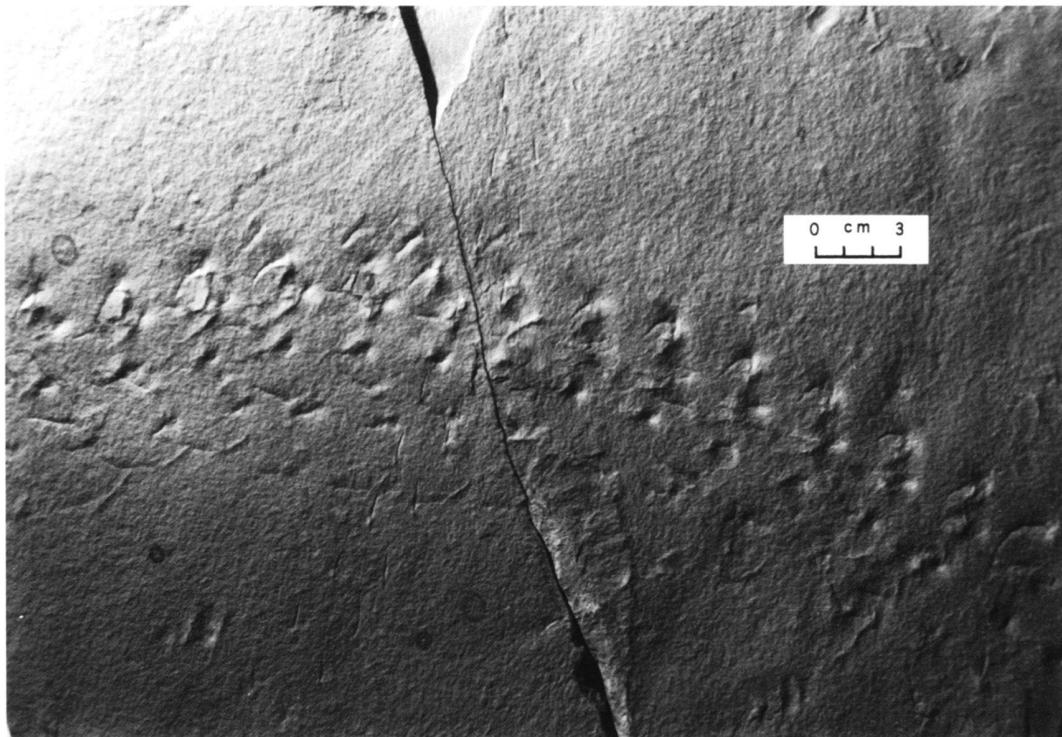


Fig. 6. Arthropoden-Fährte cf. *Diplichnites/Kouphichnium* aus der Ziegeleigrube Hochdorf (Miozän MN5–6, OSM), PIMUZ 17371. Der Bewegungsablauf erfolgte von rechts nach links.

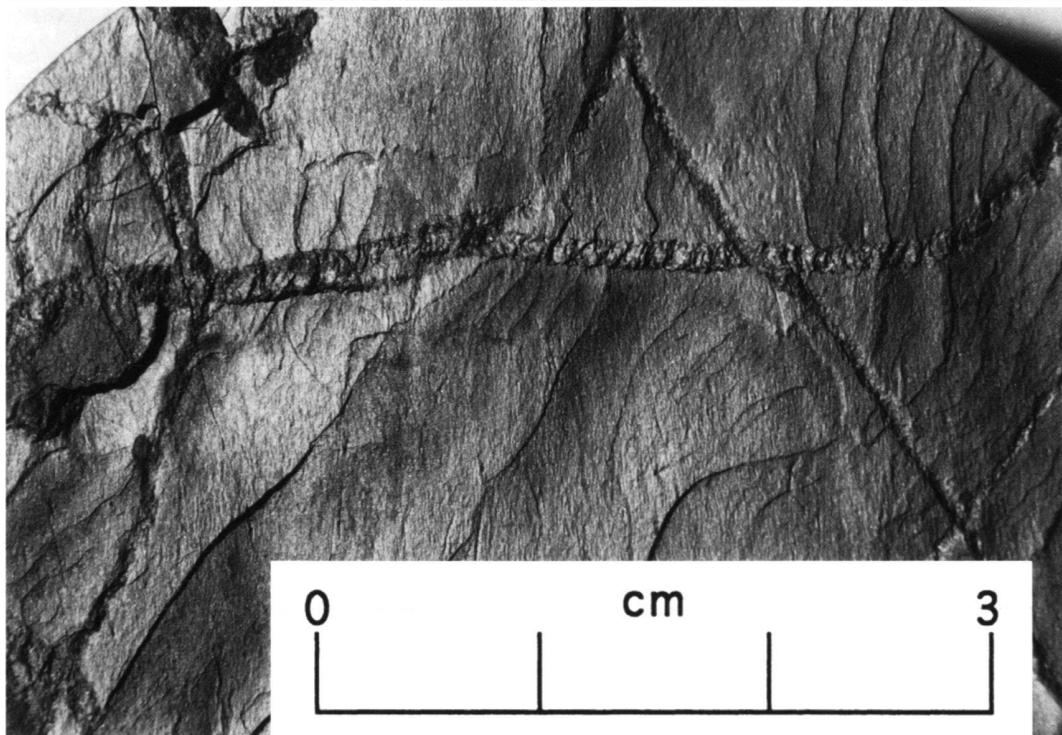


Fig. 7. Stopf-Fressbau *Scyenia*, PIMUZ 17372. Erzeuger dieser Spur war vermutlich ein kleiner Arthropode (Kleines Krebstier, Insektenlarve), die Spur entstand im wassergesättigten Sediment.

1971), was andeutet, dass eine genauere Zuordnung von Arthropodensspuren zu ihrem Erzeuger ein oft recht schwieriges Unterfangen ist.

Es müssen für unsere Spuren aus der OSM von Hochdorf

auch Kurzschwanzkrebse als Verursacher diskutiert werden. Hertweck (1970) bildet eine mässig deutliche Fährte der marinen Strandkrabbe *Carcinus maenas* im Wattschlick ab, die ebenfalls einige Ähnlichkeiten mit unseren Spuren aufweist.

**Sammelprofil der OSM aus den Bohrungen der Deponie Alznach,
Gemeinden Risch und Hünenberg / ZG**

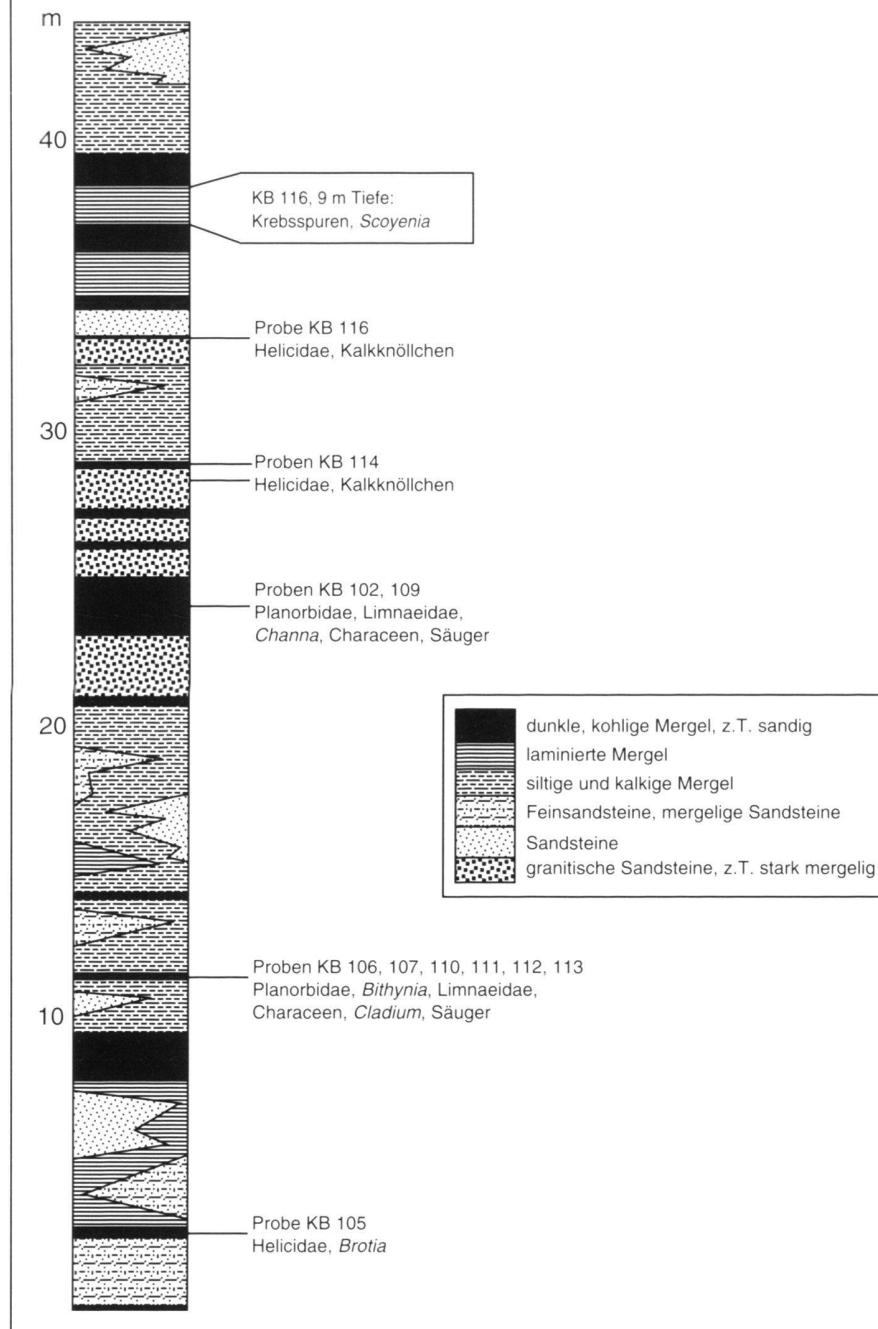


Fig. 8. Sammelprofil der Bohrungen der Deponie Alznach. Der Fossilinhalt und die Nummern der Bohrungen mit Fossilnachweis sind angegeben.

Eine vergleichbare, aber sehr undeutliche Spur einer marin, ocypodiden Krabbe (*Macrophthalmus*) bilden Frey et al. (1987) ab. Heute lebt in Südeuropa noch eine Flusskrabbe, *Potamonautes fluviatilis*. Das Vorkommen einer Erdkrabbe (*Gecarcinus punctatus*) ist in der OSM paläontologisch von Oehningen

belegt (Heer 1865), wo auch die Süßwasserkrabbe *Potamon* (= *Telphusa*) nachgewiesen ist.

Dass allenfalls Kiemenfüßer (Notostraca) die Spurenerzeuger waren, ist eher unwahrscheinlich, da sie zu klein sind und ihre vielen Beinpaare eine dichter angeordnete Laufspur

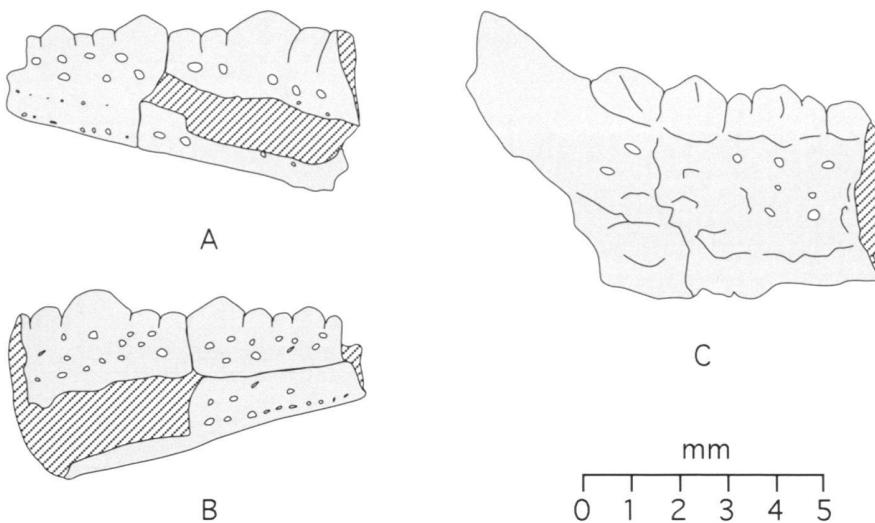


Fig. 9. Reste von Krebsscheren aus der OSM, möglicherweise der Gattung *Potamon*. A, B: Schwarz bei Rüti (ZH), PIMUZ 17373. A: leicht konkav gebogen, Schereninnenseite. B: leicht konvex nach aussen gewölbt, Scherenaussenseite. C: Chatzenstreb (SG), PIMUZ 17374, leicht zerdrückter Scherenrest auf Matrix. Schraffiert: Bruchflächen, Ergänzungen.

hätten hinterlassen müssen. Heutige Kiemenfüßer Mitteleuropas (*Triops cancriformis*) werden etwa maximal 6–7 cm lang; sie gehören zu den grössten bekannten Kiemenfüßern. Auch Süßwassergarnelen, deren Überreste fossil aus der OSM von Oehningen bekannt wurden (mit der Art *Homelys major*), sind ebenfalls zu klein, als dass sie als Erzeuger der vorliegenden Spuren in Frage kämen. Libellenlarven oder andere Insekten werden ebenso nicht als Verursacher der Spuren vermutet.

Die Spurenbreite von ca. 1,5 cm bei den Schreitspuren von *Hamipes molassicus* und von ca. 5–6 cm bei cf. *Diplichnites/Kouphichnium* lässt auf Tiere von 7–12 cm Länge schliessen, wenn es sich um Flusskrebse handelte, falls Krabben die Erzeuger waren, kommen Carapaxdurchmesser unter 10 cm in Betracht. Bei der Beurteilung der Spuren muss auch berücksichtigt werden, dass dieselben unter Umständen in einer tiefen Ebene als derjenigen, auf welcher sie erzeugt wurden, erhalten vorliegen, was ein unterschiedliches Reliefbild ergeben kann (vgl. Fig. 4 und 5).

2.3 Spuren unsicherer Herkunft

Eine fein geschwungene Linie auf einer mergeligen Siltsteinplatte (PIMUZ 17369) wurde möglicherweise durch Schwimmbewegungen eines Fisches verursacht. Ähnliche Spuren wurden von Anderson (1976) und von Higgs (1988) unter dem Namen *Undichnia* als durch Schwimmbewegungen von Fischflossen verursachte Spuren beschrieben.

2.4 Altersstellung

Die etwa 10 km südöstlich gelegene Grube Pfaffwil (LU) (Koord.: 671/500/220/500/440 m) lieferte aus einer an Planorbiden reichen Mergelinne einen unteren Prämolaren von *Prola-*

gus aff. oeningensis. Dieser Zahn ist ohne Hinterlobussporn, wie die meisten entsprechenden Zähne von Hüllistein. Da sonst solche Morphotypen kaum auftreten, kann hier eine stratigraphische Einstufung nahe zu Hüllistein (tiefes MN5) vorgenommen werden. Da Hochdorf lithostratigraphisch etwa 150 m höher zu liegen kommen dürfte, erfolgt hier eine Einstufung in MN5 oder jünger. Aufgrund der spärlichen Sägerfunde von Hochdorf kann jedenfalls eine Einstufung noch in MN5 vermutet werden, eine genauere Aussage wäre statistisch nur mit mehr Sägerzähnen möglich.

2.5 Ablagerungsraum

Das Ablagerungsmilieu der laminierten Silt- und Tonsteine des Sedimentationszyklus 7 der Grube Hochdorf ist als ruhiges, flaches Süßgewässer zu bezeichnen. Als solches ist am ehesten ein temporärer See anzunehmen. Die Frage nach der Ablagerungsdauer der etwas über 50 cm mächtigen Schichtfolge ist schwierig zu beantworten. Die nur mässige Bioturbation, die Erhaltung der Feinlamination und der Arthropodenfährten sprechen für eine schnelle Einbettung. Einige Jahrzehnte bis Jahrhunderte scheinen bereits die längstmögliche Zeitdauer darzustellen. Ausser den erwähnten Spurenfossilien, Rohrkolbenresten und einigen schlecht erhaltenen Blattresten von zweikeimblättrigen Pflanzen konnten keine weiteren Fossilien gefunden werden.

Bei der Frage nach der Wasserbedeckung muss berücksichtigt werden, dass, falls bereits nur etwas mehr als 10 cm Wasserbedeckung vorhanden war, die Tiere sich sowohl laufend als auch halb schwimmend hätten fortbewegen können. Das Fehlen von Vogelspuren spricht für eine Wasserbedeckung von mehr als etwa 40 cm. Gegen ein gelegentliches Trockenfallen spricht das völlige Fehlen von Trockenrissen. Aufgrund

Tab. 2. Systematik der erwähnten Süßwasserkrebsen.

Stamm Arthropoda SIEBOLD & STANNIUS 1845
Klasse Crustacea PENNANT 1777
Ordn. Notostraca SARS 1867
Fam. Triopsidae KEILHACK 1910
<i>Triops</i> SHRANK 1803 (= <i>Apus</i> , Kiemenfuss)
Ordn. Decapoda LATREILLE 1803
Subord. Pleocyemata BURKENROAD 1963
Infraord. Astacidea LATREILLE 1803
Fam. Astacidae LATREILLE 1802
<i>Astacus</i> FABRICIUS 1775 (Süßwasserkrebs)
Subord. Paleocyemata
Infraord. Brachyura LATREILLE 1803
Fam. Potamidae ORTMANN 1896
<i>Potamon</i> SAVIGNY 1816 (= <i>Telphusa</i> , Süßwasserkrabbe)
Fam. Gecarcinidae MACLEAY 1838
<i>Gecarcinus</i> LEACH 1814 (Landkrabbe)
Subord. Paleocyemata BURKENROAD 1963
Infraord. Caridea DANA 1852
Fam. Palaemonidae RAFINESQUE 1815
<i>Homelys</i> VON MEYER 1859 (Süßwassergarnelen)

der Dimensionen der begleitenden Sandsteinrinnen scheint eine Wassertiefe von 1–3 m am wahrscheinlichsten. Für die teilweise sehr deutliche Fährtenüberlieferung war möglicherweise ein dünner Algen- oder Bakterienrasen verantwortlich.

3. Weitere Arthropodennachweise in der OSM der Schweiz

3.1 Fährten

In einer Bohrung in der OSM von Alznach/ZG (KB 116, Koord. ca. 676'750/223'730/425 m, Profil Fig. 8) konnten in 9 m Tiefe in feinlaminierten Sedimenten etwas undeutliche Spuren vorgefunden werden, welche ganz an die Arthropoden-Schreitspuren von Hochdorf erinnern. Leider ist davon auf dem Bohrkerndurchmesser von 10 cm nur ein kleiner Ausschnitt erhalten geblieben. Weitere Fossilauswertungen durch Schlämmen von Bohrkernproben ergaben aus den begleitenden Mergeln *Brotia* sp., Planorbidae, Limnaeidae, Helicidae, Limacidae, Pisces indet., *Channa* cf. *elliptica*, *Ophisaurus* sp., Vogeleischalen indet., *Megacricetodon* cf. *bavaricus-germanicus*, *Midyromys hamadryas*, *Prolagus* aff. *oeningensis*, Insectivora indet., *Cladium* sp. Characeae. Aufgrund der Säuger kann die OSM im Bereich Alznach in ein tiefes MN5 eingestuft werden, möglicherweise nahe dem Übergang von MN4 zu MN5.

Ein weiterer Nachweis von Arthropodenfährten stammt aus der OSM des Kohlebergwerkes Käpfnach, wo im Hangenden des Kohleflozes über einem Versturz Spuren entdeckt wurden, die denen von Hochdorf stark ähneln. Der Sedimentationsraum war hier offensichtlich vergleichbar; es liegen ebenfalls laminierte Siltsteine und Feinsandsteine mit fossilen Resten von monocotyledonen Pflanzen vor. Auch Käpfnach kann mittels der hier vorkommenden Säuger und der lithostratigraphischen Lage unter dem Meilener Kalk (= Hüllsteinleithorizont) in ein tiefstes MN5 eingestuft werden.

3.2 Stopf-Fressbauten

Stopf-Fressbauten vom Typ *Scyenia* konnten in einer Bohrung der OSM von Alznach (KB 116, Koord. ca. 676'750/223'730/425 m) in ca. 9 m Tiefe aufgefunden werden (Fig. 7). Die Gänge können Würmern und/oder Insektenlarven zugeordnet werden, wie sie in stehendem und träge fließendem Süßwasser vorkommen (Ekdale et al. 1984, Häntzschel 1975, Seilacher 1967). Frey et al. (1984) betrachten den Verursacher dagegen als “arthropod other than insect or decapod”. Diese Autoren beschreiben die Bedingungen für das Vorkommen der sich sehr ähnlichen Spurenfossilien *Scyenia* und *Ancorichnus* als “shallow aquatic deposits, periodically exposed to air or low lying subareal deposits periodically inundated by water”.

3.3 Fress-Wohnbauten

Ebenfalls Insektenlarven zugesprochen werden die U-förmigen Wohnbauten von *Rhizocorallium*, die gelegentlich an der Basis sandiger Flusssedimente auftreten (Fürsich & Mayr 1981). In der OSM können diese generell Dipterenlarven zugesprochen werden. In der Schweiz konnten sie an der Basis der OSM-Glimmersande von Helsighausen (TG) nachgewiesen werden (Bolliger 1992, 1994). Diese Fundstelle ist mit Kleinsäugern in MN7 eingestuft worden.

3.4 Fossilreste von Süßwasserkrebsen

Scherenspitzen stellen den resistentesten Teil eines Süßwasserkrebses dar, weshalb es nicht verwundert, dass fast ausschliesslich diese in den OSM-Ablagerungen gefunden werden können. Die bekannten Funde sind in Tabelle 1 zusammengefasst:

Die Figur 9 zeigt Zeichnungen von Krebsscherenspitzen aus der OSM von Schwarz, Rüti ZH und Chatzenstreb SG. Im Vergleich ähneln sie rezenten Krabben-scherenspitzen, insbesondere was das Vorliegen von prominenten Warzen betrifft. Bei den körperlichen Fossilresten höherer Krebse aus der OSM liegen offenbar vorwiegend Krabbenreste vor, während sichere Nachweise von *Astacus*-ähnlichen Langschwanzkrebsen offensichtlich fehlen.

Von der Fundstelle Oehningen (Heer 1865) sind Fossilreste von zwei grösseren Krebsarten bekannt geworden: *Potamon* (= *Telphusa*) *gracilis*, eine Flusskrabbe, und die Erdkrabbe *Gecarcinus punctatus*, deren nächste Verwandte heute im tropischen Amerika zu finden sind. Die rezenten Erdkrabben leben an feuchten Waldstellen, wo sie Löcher ins Erdreich graben (Goeldi 1914).

Der Vollständigkeit halber muss noch auf das gelegentliche Vorkommen von Muschelkrebsen (Ostracoda) in der OSM hingewiesen werden (vgl. Oertli 1956). Diese Kleinstfossilien wurden in diesem Artikel nicht weiter berücksichtigt. Ferner wurden von Heer (1865) aus den Oehninger Kalken 876 fossile Insekten- und 28 Spinnenarten beschrieben.

4. Schlussfolgerung

Die Gegend um Hochdorf, Pfaffwil, Alznach und östlich bis nach Käpfnach lag zur Zeit der basalen Oberen Süßwassermolasse hauptsächlich zwischen den grossen Schuttfächern des Napf und des Hörnli, was der Bildung temporärer flacher Seen förderlich war. In feinlaminierten Ablagerungen dieser Gewässer konnten sich Krebsspuren erhalten. Seilacher (1978, S. 171) schreibt: "The fact that their [small limulids and merostome arthropods] tracks are mainly found in non-marine deposits is a preservational bias. Varved, silty sediments, which favor the formation and preservation of recognizable undertracks, are deposited more frequently in smaller, non-marine basins, than in the marine realm." Die Überlieferung von Krebslaufspuren ist also stark an die sedimentologischen Be-

dingungen gebunden. Solche für die Überlieferung von Arthropodenspuren günstige Bedingungen waren in der OSM der Schweiz insbesondere in Schuttfächer-intermediären Gebieten häufig gegeben.

Auch höherenergetische Bereiche boten den Süßwasserkrebsen verbreitet gute Lebensbedingungen, jedoch konnten hier ihre Fährten nicht erhalten bleiben. Dagegen blieben gelegentlich einige Scheren- und Panzerreste fossil überliefert.

Dank

Dem geologischen Büro Dr. Lorenz Wyssling AG, Pfaffhausen ZH, und dem Diplomgeologen R. Bleiker sei für Hinweise zu den Bohrungen in Alznach herzlich gedankt. Herrn Dr. H. Furrer danken wir für hilfreiche Diskussionen betreffend Spurenfossilien.

LITERATUR

- ANDERSON, A. M. 1976: Fish trails from the Early Permian of South Africa. *Palaeontology* 19/2, 397–409.
BACHMAYER, F. & RUTSCH, R. F. 1962: Brachyurenfunde (Crustacea) aus der miozänen Meeresmolasse der Schweiz. *Eclogae geol. Helv.* 55/2, 675–687.
BERGER, J.-P. 1992: Paléontologie de la Molasse de Suisse occidentale. *Habilitationsschrift*, Fribourg.
BOLLIGER, T. 1992: Kleinsäugerstratigraphie in der miozänen Hörnli schüttung (Ostschweiz). *Documenta naturae* 75, 1–296.
– 1994: Geologie und Paläontologie der Glimmersandgrube Helsighausen (Kt. Thurgau). *Mitt. thurg. naturf. Ges.* 52, 63–79.
BRAM, H. 1954: Fährten von Wirbeltieren in der subalpinen Molasse des Bergsturzgebietes von Goldau. *Eclogae geol. Helv.* 47/2, 306–316.
BROMLEY, R. G. 1990: Trace Fossils. Special Topics in Paleontology 3. Cambridge University Press, Unwin Hyman, London, 280 Seiten.
CHAMBERLAIN, C. K. 1975: Chapter 19. Recent Lebensspuren in Nonmarine Aquatic Environments. in: FREY, R. W. (ed.): *The study of trace fossils*. Springer Verlag New York, 431–458.
EKDALE, A. A., BROMLEY, R. G. & PEMBERTON, S.G. 1984: Ichnology: The Use of Trace Fossils in Sedimentology and Stratigraphy. S. E. P. M. Short course Nr. 15, 317 S.
ENGESSER, B., MATTER, A. & WEIDMANN, M. 1981: Stratigraphie und Säugetierfaunen des mittleren Miozäns von Vermes (Kt. Jura). *Eclogae geol. Helv.* 74/3, 893–952.
FRAAS, E. 1972: Der Petrefaktensammler. Ott Verlag Thun. 312 S. Reprint von Fraas, E. 1910: Der Petrefaktensammler. Lutz Verlag Stuttgart.
FREY, R. W., HOWARD, J. D. & HONG, J. S. 1987: Prevalent lebensspuren on a modern macrotidal flat, Inchon, Korea: ethological and environmental significance. *Palaios* 2/6, 571–593.
FREY, R. W., PEMBERTON, S. G. & FAGERSTROM, J. A. 1984: Morphological, ethological, and environmental significance of the ichnogenera *Scyenia* and *Ancorichnus*. *Journal of Paleontology* 58/2, 511–528.
FREI, H.P. 1979: Stratigraphische Untersuchungen in der subalpinen Molasse der Nordost-Schweiz, zwischen Wägitaler Aa und Urnäsch. Dissertation Universität Zürich, 219 S.
FRÖHLICHER, H. 1951: Brachyuren aus den stampischen Fischschiefern des Entlebuchs, Kt. Luzern. *Eclogae geol. Helv.* 44/2, 358–359.
FÜRSICH, F. T. & MAYR, H. 1981: Non-marine *Rhizocorallium* (trace fossil) from the Upper Freshwater Molasse (Upper Miocene) of southern Germany. *Neues Jahrbuch für Geologie und Paläontologie, Monatshefte* 6, 321–333.
GOELDI, E. A. 1914: *Die Tierwelt der Schweiz in der Gegenwart und in der Vergangenheit*. A. Francke, Bern, 654 S.
GOLDRING, R. & SEILACHER, A. 1971: Limulid undertracks and their sedimentological implications. *Neues Jahrbuch für Geologie und Paläontologie, Abhandlungen* 137, 422–442.

- HANTZSCHEL, W. 1962: The trace fossils and Problematica. In: MOORE, R. C. (ed.). Treatise on Invertebrate Paleontology, Part W. Lawrence, Kansas Geol. Soc. Amer. and Univ. Kansas press, 177–245.
- 1975: Trace Fossils and Problematica. In: TEICHERT, C. (ed.), Treatise of Invertebrate Paleontology (2nd Edition), Part W, Miscellanea, Supplement 1, University of Kansas and Geological Society of America, Boulder, Colorado, 269 S.
- HEER, O. 1865: Die Urwelt der Schweiz. Verlag Friedrich Schulthess Zürich, 622 S.
- HERTWECK, G. 1970: Kapitel IV. Die Bewohner des Wattenmeeres in ihren Auswirkungen auf das Sediment. In: REINECK, H.-E. (ed.): Das Watt, Ab- lagerungs- und Lebensraum. Kramer Verlag, Frankfurt/Main, 106–130.
- HIGGS, R. 1988: Fish trails in the Upper Carboniferous of southwest England. Palaeontology 31/2, 255–272.
- KELLER, B. 1989: Fazies und Stratigraphie der Oberen Meeressmolasse (un- teres Miozän) zwischen Napf und Bodensee. Dissertation Universität Bern, 403 S.
- MOORE, R. C. 1969: Treatise on Invertebrate Paleontology, Part R, Arthropoda 4, Vol. 2. Univ. of Kansas, 399–651.
- MÜLLER, H.-P. 1971: Geologische Untersuchungen in der subalpinen Molasse zwischen Einsiedeln und oberem Zürichsee (Kt. Schwyz). Vjschr. der Naturf. Gesellschaft in Zürich 116/1, 1–153.
- OERTLI, H. J. 1956: Ostrakoden aus der oligozänen und miozänen Molasse der Schweiz. Schweiz. Paläontolog. Abh. 74, 1–120.
- PAVONI, N. 1952: Geologie der Fallätsche und die Bedeutung des limnischen Niveaus für die Zürcher Molasse. Vjschr. naturf. Gesellsch. Zürich 97, 239–269.
- 1957: Geologie der Zürcher Molasse zwischen Albis und Pfannenstil. Vjschr. naturf. Gesellsch. Zürich 102, 117–315.
- SPECK, J. 1945: Fährtenfunde aus dem subalpinen Burdigalien und ihre Be- deutung für die Fazies und Paläogeographie der Oberen Meeressmolasse. Eclogae geol. Helv. 38, 411–416.
- SEILACHER, A. 1967: Bathymetry of Trace Fossils. Marine Geology 5, 413–428.
- 1978: Chapter 6: Use of Trace Fossil Assemblages for Recognizing Depo- sitional Environments. in: BASAN, P. B. (ed.): Trace Fossil Concepts. S. E. P. M. Short course Nr. 5, 167–181.
- STUDER, TH. 1892: Über zwei fossile decapode Krebse aus den Molasseablage- rungen des Belpberges. Abh. schweiz. Pal. Ges. 19, 1–8.
- 1898: Zwei neue Brachyuren aus der miocaenen Molasse. Abh. schweiz. Pal. Ges. 25, 1–9.
- WEIDMANN, M. & REICHEL, M. 1979: Traces de pattes d'oiseaux dans la Mo- lasse suisse. Eclogae geol. Helv. 72/3, 953–971.

Manuskript eingegangen 27. Juni 1997
Revidierte Fassung angenommen 3. September 1997

