

# Fossile Vogelfährten aus der Luzerner Molasse

Autor(en): **Keller, Beat**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Mitteilungen der Naturforschenden Gesellschaft Luzern**

Band (Jahr): **27 (1982)**

PDF erstellt am: **22.07.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-523470>

## **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.

Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.

Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

## **Haftungsausschluss**

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

Fossile Vogelfährten  
aus der Luzerner Molasse

von  
BEAT KELLER



## 1. EINFÜHRUNG

Im Februar 1980 entdeckte ich auf einer Baustelle an der Zinggendorstrasse auf den Schichtflächen des Luzerner Sandsteins versteinerte Vogelfährten.

Es zeigte sich, dass dies die ersten fossilen Vogelspuren sind, welche in der Stadt Luzern gefunden worden sind. Beim Studium der Literatur über Lebensspuren erfährt man, dass versteinerte Vogelfährten erst in den letzten 25 Jahren aus der Schweizerischen Molasse bekannt geworden sind. Dies mag daran liegen, dass Spurenfossilien lange Zeit bloss als Kuriositäten betrachtet wurden. Erst ab den dreissiger Jahren dieses Jahrhunderts fanden Lebensspuren breiteres Interesse der Wissenschaft (W. HÄNTSCHEL, A. SEILACHER, R. RICHTER, O.H. SCHINDEWOLF).

In der Schweiz beschrieb SPECK 1946 den wohl ersten Fund fossiler Vogelfährten, auf den er an der Sihl N von Finstersee gestossen war. Wie dieses stammt auch das von RUMEAU 1954 erwähnte Vorkommen von Payerne aus der Oberen Meeresmolasse (OMM). Aus der vor der OMM abgelagerten Unteren Süsswassermolasse (USM) wurde Material vom Bergsturz von Goldau (BRÄM 1954) und von Flühli (De CLERCQ & HOLST 1971) bekannt. 1979 haben WEIDMANN & REICHEL weiteres Fährtenmaterial aus der Schweiz vorgestellt und eingehend beschrieben, diesmal auch aus dem von ROESLI 1967 genauer untersuchten Rängglochprofil.

Die vorliegende Arbeit beschränkt sich auf die Beschreibung von Neufunden aus der Umgebung Luzerns, einigen Anmerkungen über fossile Überreste von Vögeln sowie der Bedeutung von Vogelfährten für die Geologie.

## 2. FOSSILE RESTE VON VÖGELN

Fossile Reste von Vögeln sind eher Seltenheiten. Aus der Schweizerischen Molasse sind lediglich einige Abdrücke von Vogelfedern, einige Knochenfragmente und als besondere Raritäten Eier von drei Fundstellen bekannt geworden. Das im letzten Jahrhundert gefundene und 1878 von BACHMANN beschriebene Eigelege aus der Oberen Süsswassermolasse der Emmenweid (LU) ist heute im Luzerner Naturmuseum ausgestellt.

Das spärliche Vorkommen von fossilen Vogelfährten mag erstaunlich sein, besetzen die Vögel doch die verschiedensten Biotope in mehr oder weniger grossen Populationen. Die Seltenheit der Reste ergibt sich sicher aus der terrestrischen Lebensweise der Vögel (Erklärung s.u.). Ein vermutlich ebenso wichtiger Grund liegt in ihrem Skelettbau. Als Anpassung an das Fliegen ist das Skelett der Vögel leicht gebaut. Viele Knochen des Vogelskeletts sind pneumatisiert, das heisst, die aus kompakter Knochensubstanz bestehenden Wände sind sehr dünn, und im Innern sind anstelle des spongiösen Knochens (schwammartig angeordnete Knochenstäbchen) lufthaltige Zellen ausgebildet.

Damit Überreste, in erster Linie Knochen von Vögeln erhalten bleiben können, müssen sie möglichst schnell in ein für ihre Fossilisation günstiges Sediment eingeschlossen werden. Auf dem Land sind die Fossilisationsbedingungen allgemein sehr schlecht, denn einen Transport in ein günstiges Milieu überstehen oft nicht einmal robuste Reptil- und Säugerknochen. Meist verwesene Weichteile rasch, wodurch das Skelett zerfällt. Auch Knochen werden im allgemeinen biologisch und physikalisch-chemisch abgebaut.

Gelangt eine Vogelleiche trotzdem durch Transport in das für die Fossilisation günstige aquatische Milieu, oder stirbt der Vogel gar, wie es häufig vorkommt, auf dem Wasser (Fluss, stehendes Gewässer oder Meer), so driftet seine Leiche normalerweise dank des pneumatisierten Skeletts, der Luftsäcke und der in der Leibeshöhle gestauten Verwesungsgase längere Zeit auf der Wasseroberfläche und zerfällt nach und nach in einzelne Skeletteile, welche verstreut auf den Grund des Gewässers sinken. Auch hier fallen die zarten Vogelknochen bevorzugt einer biologischen oder chemisch-physikalischen Zerstörung zum Opfer. Was danach übrig bleibt und fossilisiert wird, ist nachher meist schwerlich als Vogelrest zu erkennen.

Eine grössere Chance für die fossile Überlieferung haben dagegen Lebensspuren von Vögeln, da diese täglich in riesigen Mengen von nahrungssuchenden Vögeln auch in für die Spurenerhaltung günstiger Umgebung hinterlassen werden.

### 3. FUNDSTELLEN VON VOGELFÄHRTEN IN DER MOLASSE VON LUZERN

Die bisher in der Luzerner Molasse gefundenen Vogelfährten stammen aus der Unteren Süsswassermolasse (USM), der Oberen Meeresmolasse (OMM) und der Oberen Süsswassermolasse (OSM). Bisher fehlen Vogelspurfunde aus der Unteren Meeresmolasse (UMM) nicht nur aus dem Raume Luzern; es sind bisher auch aus andern Teilen der Schweiz keine Vorkommen bekannt geworden.

Im Folgenden werden neue Fundstellen aus dem Raume Luzern vorgestellt, wobei diejenige an der Zinggendorstrasse eingehender beschrieben ist. Im Kartenausschnitt von Figur 1 sind die Fundstellen in ihrer geographisch-geologischen Lage eingezeichnet.

#### 3.1. Zinggendorstrasse 1, Luzern. Koordinaten 666 740/2 12 000

Diese Fundstelle befindet sich hinter der Hofkirche in der Baugrube des heute fertiggestellten Hauses Zinggendorstrasse 1. Die anstehenden Gesteine gehören ins untere Burdigalian (unterste OMM).

Die Profilabfolge (Figur 2) zeigt hier im unteren Teil etwa 16 m Sandsteine, teilweise mit aufgearbeiteten Mergelfetzen und Rippelmarken als strandnahe Bildungen.

Darüber folgen feingeschichtete (cm-Bereich) Feinsandsteine, auf deren Schichtflächen eine schöne Spuren- und Markenassoziation zu erkennen war. Zusammen mit gut erhaltenen Vogelfährten (Tafel 1, Figur 1) fanden sich Rieselmarken, welche durch das abfliessende Wasser geformt werden, Kriechspuren kleiner Schnecken (Tafel 2, Figur 2) (z.B. *Hydrobia*) sowie vermutliche Schlupflöcher von Kleinkrebsen. Zu eher verwischten Vogelfährten (Tafel 1, Figur 2) gesellen sich Runzel-, Schleif-, Trift- und Aufprallmarken.

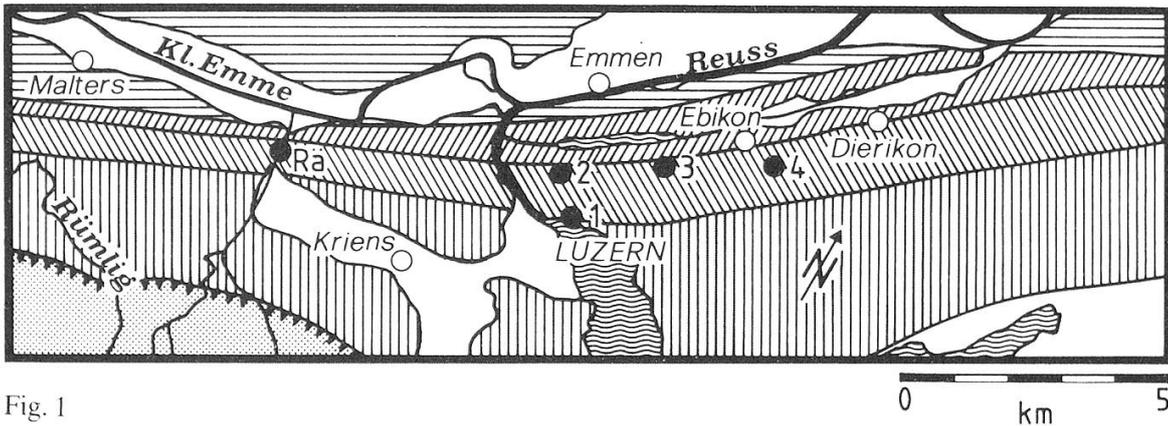


Fig. 1

Legende:

	Tortonian	OSM	● Fundstellen fossiler Vogelfährten
	Helvétian	OMM	1 Zinggendorstrasse
	Burdigalian		2 Hintersteinbruch
	Aquitanian	USM	3 Ob Schachen
	Aufgeschobene Molasse		4 Unter Äbrüti
	Hauptaufschiebung		Râ Ränggloch
	Quartär		

Diese Ablagerungen entstanden in Gebieten zeitweiser Trockenlegung, also im Gezeitenbereich einer flachen Küste, bzw. in Lagunen oder Ästuarien mit Gezeiten- oder Jahreszeitsschwankungen des Wasserspiegels.

In der weiteren Abfolge macht sich ein anhaltendes Zurückweichen des Meeres bemerkbar, was sich in der Bildung von Wurzelböden und Schieferkohlebändern mit Süsswasserkalken und zwischengelagertem Mergel mit Schilffresten und Characeen-Oogonien («Früchte» von Armleuchteralgen) äussert.

Die zugehörigen Ablagerungsräume liegen im Bereich zeitweise überfluteten Marschlandes und küstennaher Seen und Sümpfe. Das Hangende besteht aus Mergeln terrigenen Charakters mit kleineren, kohligen Lagen und sandigen Rinnenfüllungen von einst fliessenden Gewässern.

Als Ganzes belegt diese Schichtserie an dieser Stelle eine regressive Phase, das heisst ein relatives Zurückweichen des Meeres. Dabei wanderte die Fazies vom Flachmeer über die Brecher- und Gezeitenzone sowie durch zeitweise überflutetes Marschland und Küstensümpfe in küstennahe Landgebiete.

### 3.2. Hinter-Steinbruch (Theilismatte), Maihof, Luzern. Koord. 665775/212540

Beim Bau der Erschliessungsstrasse für die Überbauung Hinter-Steinbruch kamen die Ablagerungen des obersten Burdigalian (untere OMM) zum Vorschein (Figur 3).

Es handelt sich um eine Wechsellagerung mergeliger Sandsteine in knapp dm-mächtigen Bänken, welche innerhalb einiger Zentimeter in mergelig-sandige Silte mit etwas flaseriger Feinschichtung übergehen. Letztere lassen sich gut in Platten von

einigen Millimetern Dicke spalten. Nach Entfernung der siltigen Lagen kommen auf den Schichtflächen der sandigen Lagen eine Unmenge von Vogelfährten, Pickspuren und sonstige Bioturbationen zum Vorschein (Tafel 2, Figur 1).

Dazwischen eingelagert sind zwei kohlige, dünne Mergelhorizonte. Während einer Exkursion wurde in der oberen Schicht ein Säugerzahnrest gefunden. Im oberen Teil des Profils befindet sich eine etwa 1,5 m mächtige Schicht aus schlecht gebanktem, mergeligem Sandstein, in welchem viele fossile Wurzeln in ursprünglicher Position erhalten sind. Es handelt sich dabei also um eine alte Bodenbildung (Paläosol).

Diese küstennahen Landablagerungen gehen zum Jüngeren hin in Sandsteine mit Rippelmarken, weiter im Norden dann in die marinen Ablagerungen des Helvetian über. Hier erfolgte demnach eine Transgression (relativer Vorstoss) des Meeres.

### 3.3. *Ob Schachen, Ebikon.* Koordination 667770/213700

Direkt neben der Strasse, welche vom Wesemlin nach Ebikon führt, befand sich eine kleine Baugrube in den Gesteinen des oberen Burdigalian. Das Anstehende enthielt dünnplattige, sandig-mergelige Silte mit Vogelfährten auf den Schichtflächen. Im Liegenden folgten sandige Mergel, die einen kohligen Horizont mit Wirbeltierresten einschlossen.

### 3.4. *Unter Aebrüti, Ebikon.* Koordinaten 667770/213700

An der neuen Strasse nach Aebrüti konnte man in der Kurve auf 530 m ü.M. dünnplattige Pelite mit spärlichen Vogelspuren entdecken.

### 3.5. *Bergsturz Beichlen, Flühli LU.* Koordinaten ca. 641200/194200

Im Anschluss an die Fundstellen aus der direkten Umgebung Luzerns möchte ich noch kurz das Vorkommen von Vogelfährten im Abrissgebiet des Bergsturzes Flühli erwähnen.

Dank eines Hinweises des Geologen SCHLANKE konnten Herr Wick und ich in den verstürzten Blöcken nahe dem Abrissgebiet aus feinen Peliten eine schöne Kollektion von Vogelfährten bergen. Dieses neue Vorkommen lässt sich gut mit jenem aus der Lammschlucht bei Flühli vergleichen, welches De CLERCQ & HOLST 1971 beschrieben haben.

Beide Fundstellen liegen in der sogenannten «Beichlen-Serie», d.h. in Flussablagerungen der Unteren Süsswassermolasse.

Die Pelite mit den Vogelfährten befinden sich jeweils am Schluss mehr oder weniger vollständiger Sedimentationssequenzen (siehe auch SCHLANKE 1982). Diese meist etwa 10 m mächtigen, gradierten Sequenzen beginnen mit einer Konglomeratlage, welche alsbald in einen Sandstein übergeht und mit einer Pelitlage endet (sog. fining upward sequence). Sie sind typisch für zopfartig verflochtene Flusssysteme und werden durch das seitliche Wandern der einzelnen Wasserläufe produziert.

Nebst Vogelfährten enthalten die Pelite weitere, nicht näher untersuchte Spuren sowie in unterschiedlichen Horizonten eine Unmenge fossiler Pflanzenreste. (HANTKE 1982)

Zusammenfassend lässt sich festhalten:

- Bei den Gesteinen, in welchen Vogelfährten fossil erhalten sind, handelt es sich durchwegs um mehr oder weniger fein laminierte Feinsandsteine oder Pelite (Silte,

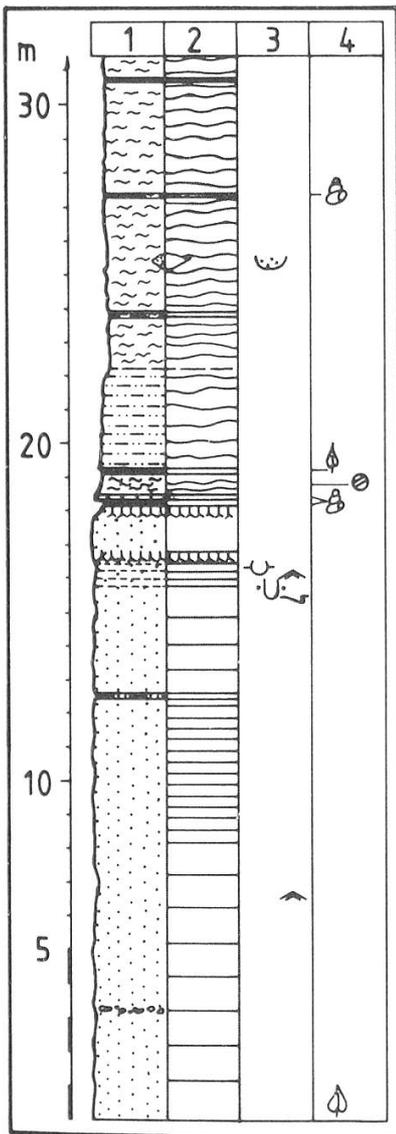


Fig. 2

Profil Zinggendorstrasse 1

## 2 Schichtung

	waagrechte Bankung
	Laminierung
	wellige Schichtung
	Rinnenfüllungen

## 4 Fossilien

	Pflanzenreste
	Süßwassergastropoden
	Characeen-Oogonien
	Wirbeltierreste

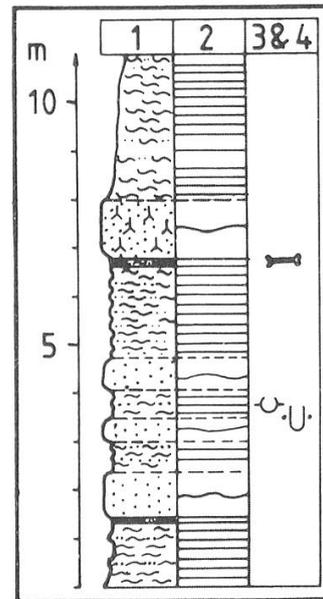


Fig. 3

Profil Hinter-Steinbruch

## LEGENDE:

### 1 Lithologie

	Mergel
	sandiger Mergel
	Silt / sandiger Silt
	Kohle / kohlige Gesteine
	Süßwasserkalk
	Sandstein
	Wurzelböden
	aufgearbeitete Tone
	scharfe Schichtgrenzen
	Übergang

### 3 Strukturen, Marken, Spuren

	Rippelmarken
	Strömungsmarken
	Epichnia («Fährten»)
	Endichnia («Bioturbation» s.l.)

Tone) mit unterschiedlich mergeligem Charakter. Diese feingeschichteten oder laminierten Gesteine bilden charakteristische Bänke, meist im dm-Bereich, aber auch bis in den m-Bereich.

- Die Vogelfährten sind praktisch immer mit Lebensspuren anderer Tiere und/oder mit Marken auf der Sedimentoberfläche vergesellschaftet.
- Im Innern lassen die Gesteine eine mehr oder weniger deutliche Bioturbation erkennen, oft auch Sedimentationsstrukturen.

Diese Befunde werden im Abschnitt 5 über die Bedingungen für die Entstehung der Vogelfährten gedeutet.

#### 4. BESTIMMUNG DER VOGELFÄHRTEN

Die Bestimmung von Spurenfossilien ist im allgemeinen mit grossen Schwierigkeiten verbunden, vor allem dann, wenn versucht wird, den eigentlichen Erzeuger zu eruieren. Dazu ein Zitat von SEILACHER 1953: «Die wesentlichen Unterschiede sind bei Spuren weniger durch den Körperbau des Erzeugers als durch sein ökologisches Verhalten und allgemeine biologische und technische Erfordernisse bedingt.»

Um diese Schwierigkeiten etwas zu umgehen, haben PANIN & AVRAM 1962 und PANIN 1965 eine eigene Ichnologie-Nomenklatur vorgeschlagen. Diese ist aber aus verschiedenen Gründen für die Bestimmung von Vogelfährten ungeeignet (vgl. dazu WEIDMANN & REICHEL 1979).

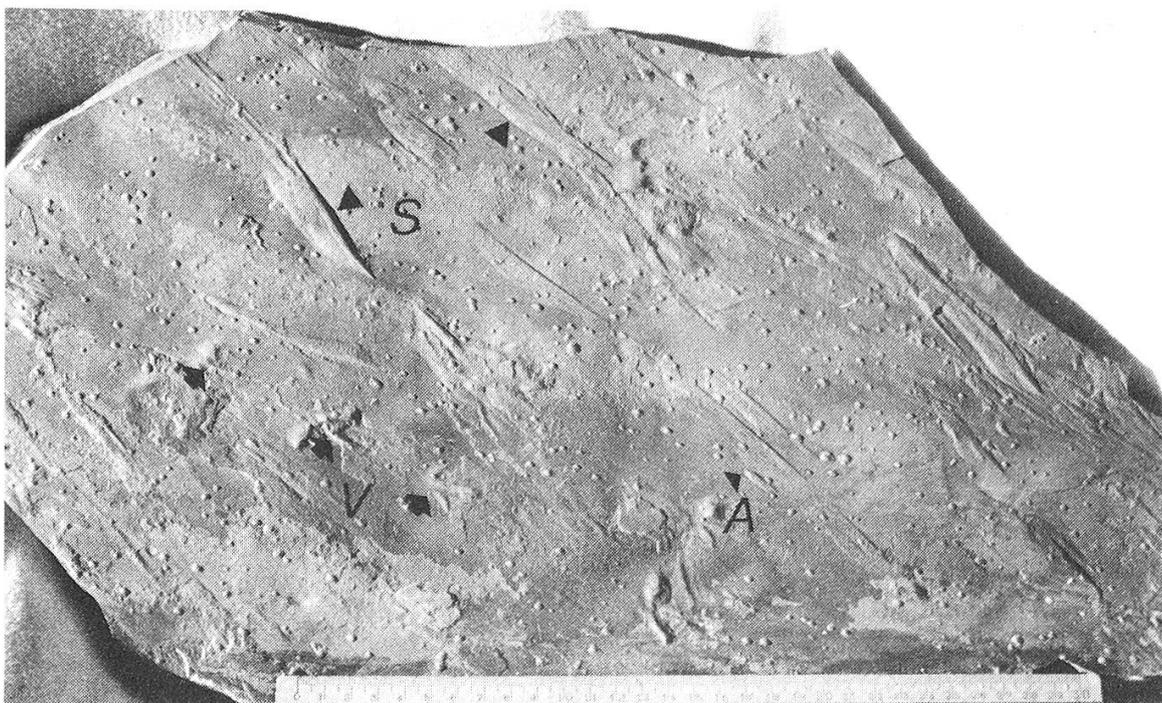
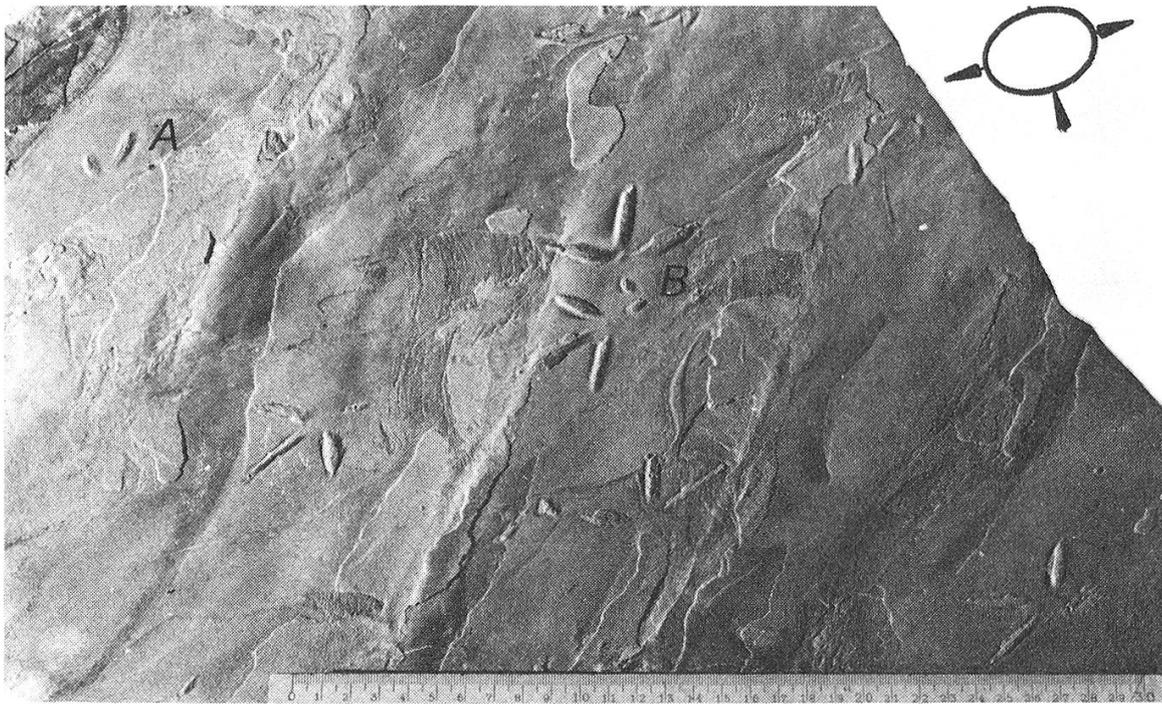
Die Bestimmungsschwierigkeiten gelten also auch für Vogelspuren, obwohl von der Seite der Evolution keine besonderen Erschwernisse bestehen, denn die Klasse der Vögel (*Aves*) hat sich seit dem Oligocän im Bezug auf die Zahl der Ordnungen evolutiv kaum verändert. Das heisst, dass wir im jüngeren Miocän etwa die gleichen Vogelarten erwarten dürfen wie heute.

Als bestimmungser schwerende Faktoren seien hier genannt:

- Die Ähnlichkeit der Füsse verschiedener Vögel, die im gleichen Milieu leben, da das Fuss skelett eine funktionsmorphologische (Beschreibung der Gestalt als Anpassung an den gleichen Biotop) Bedeutung hat.
- Der Erhaltungszustand der Fährten, wobei man nie genau weiss, ob alle Skeletteile (Schwimmhäute, Phalangen u. dgl.) als Abdruck wiedergegeben sind.
- Die nachträgliche Deformation der Spuren, (Tafel 1, Figur 1) ähnlich, wie sie bereits FANK 1929 für Lamellibranchier (Muscheln) nachgewiesen hat. Diese Deformation ist teils eine Folge der Diagenese, teils Ergebnis der tektonischen Kräfte bei der Bildung der Alpen, welche sich bis in die noch jungen Gesteine der Molasse ausgewirkt haben.
- Das Fehlen guter Vergleichsliteratur für die Bestimmung rezenter Vogelfährten. (Dies wäre wohl noch ein reiches Betätigungsfeld für einen in dieser Richtung interessierten Ornithologen.)

Trotz dieser Schwierigkeiten hat Dr. J. HEGELBACH vom Zoologischen Institut der Universität Zürich versucht, die Vogelspuren von der Zingentorstrasse genauer zu bestimmen. Er kommt dabei zu folgendem Schluss:

«Verschiedene hier nicht genannte Ordnungen fallen allein schon wegen der Grösse ihrer Vertreter, Biotop etc. weg. (. . .) Mit grosser Wahrscheinlichkeit stammen die Abdrücke der vorgelegten Bilder von zwei verschiedenen Vertretern aus der Ord-



Tafel 1

Figur 1: Ausschnitt aus einer grossen Feinsandsteinplatte von der Zinggendorstrasse 1. Negative von Vogelspuren auf der Schichtunterseite. Spuren von der Grösse einer Bekassine (B) und der Grösse eines Grünschenkels (A). Rechts oben ist die Deformation des Gesteins in Form einer Ellipse dargestellt.

Figur 2: Schichtunterseite einer Feinsandsteinplatte von der Zinggendorstrasse 1. Negative von verwischten Vogelfährten (V), Aufprallmarken (A) und Trift- oder Schleifmarken (S).

nung der *Charadriiformes* (Schnepfenvögel oder Möven- und Watvögel). Die Zuteilung in die Familien allein anhand der Fussmorphologie bleibt problematisch; ausser der Familie der *Charadriidae* (Regenpfeifer) kommt eventuell noch die Familie der *Scolopacidae* (Schnepfen) in Frage. Nach WORTMANN 1971 liegt die Schrittlänge von *Pluvialis apricaria* (Goldregenpfeifer), *Vanellus vanellus* (Kiebitz), *Charadrius hiaticula* (Sandregenpfeifer), *Gallinago gallinago* (Bekassine) und *Haematopus ostralegus* (Austernfischer) im Bereich von 80–110 mm, in welchem auch die Schrittlängen der hier fotografierten Abdrücke liegen. Die Ausbildung oder der Ausbildungsgrad der Phalange I, der Hinterzehe, ist in dieser Gruppe sehr unterschiedlich; bei den heutigen rezenten Formen ist sie oft reduziert.

Wir dürfen davon ausgehen, dass wir es mit Vertretern aus den Familien der *Charadriidae* oder *Scolapacidae* zu tun haben, wobei man sich beim grösseren Exemplar ein Vogel von der Grösse einer Bekassine oder eines Grünschenkels (Tafel 1, Figur 1, Spur B), beim kleineren ein Tier vom Habitus eines kleinen Regenpfeifers (Tafel 1, Figur 1, Spur A) vorzustellen hat.»

## 5. BEDINGUNGEN FÜR DIE FOSSILE ERHALTUNG VON VOGELFÄHRTEN

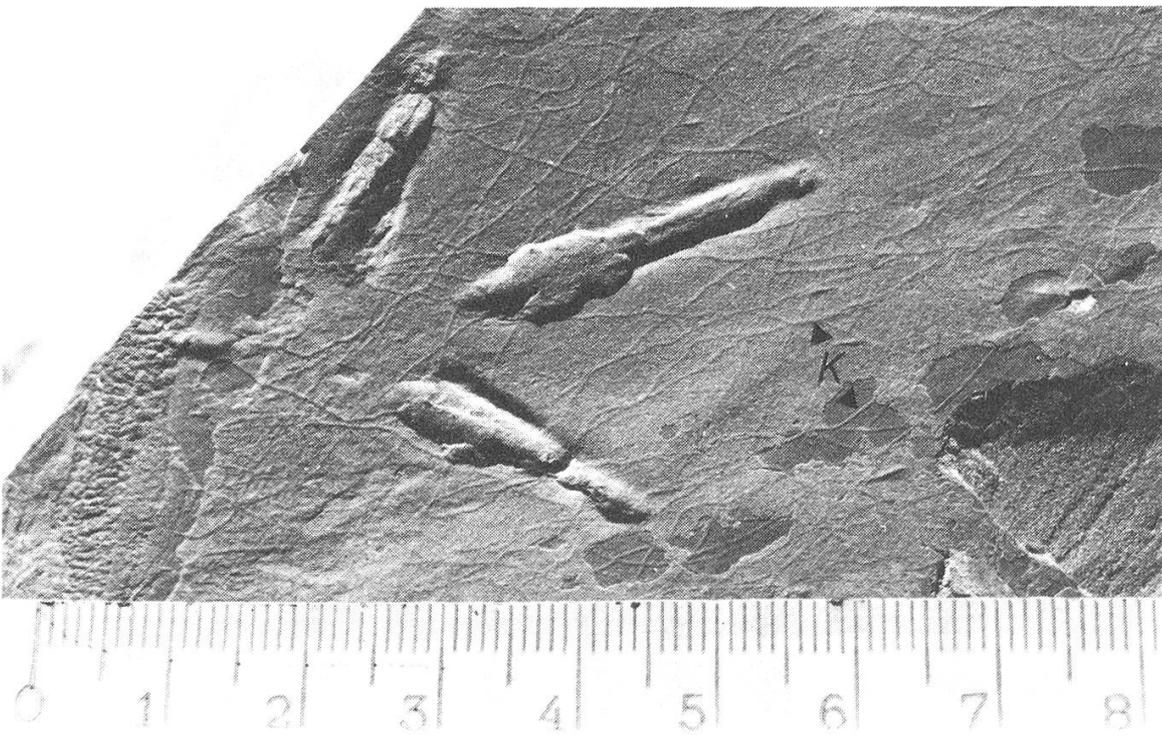
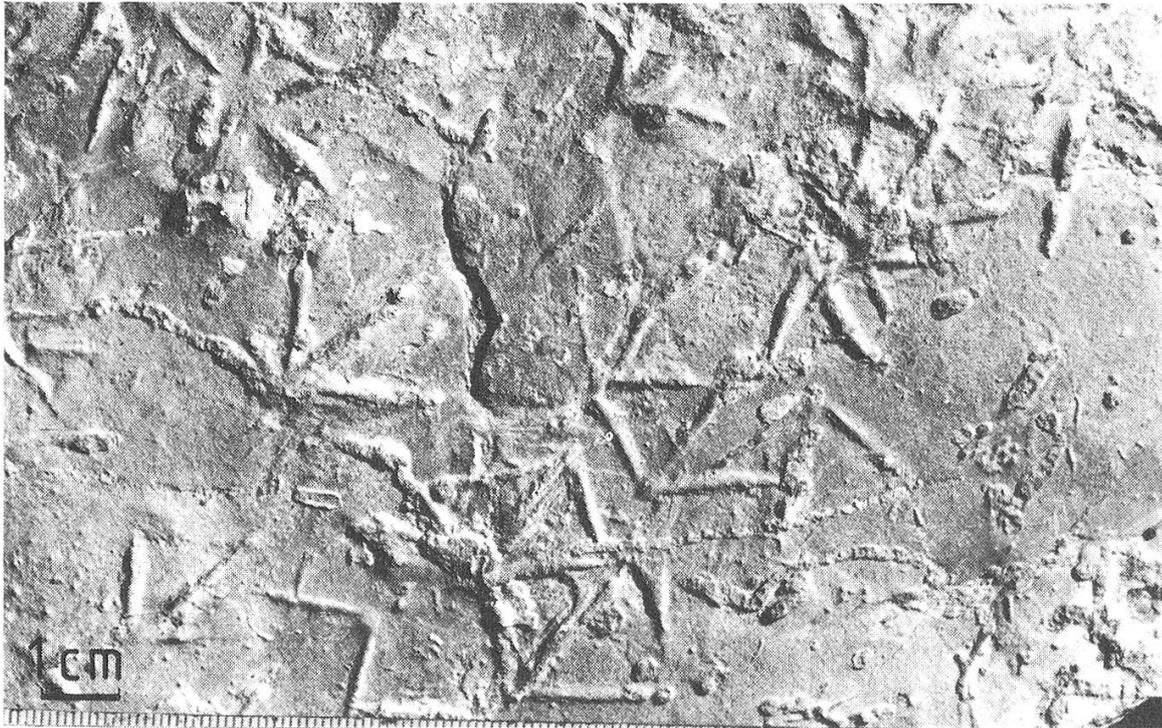
Besucht man bei Ebbe das Watt (z.B. in Wilhelmshaven), so sieht man, wie Hunderte von Vögeln allen Lebewesen nachjagen, welche sich nach dem Wasserrückzug nicht schnell genug ins schützende Sediment zurückgezogen haben (mobile Tiere, z.B. Schnecken und Würmer) oder durch die Flut daraus freigelegt wurden (sessile Tiere, z.B. Muscheln). Nebst anderen Tieren, Wellen und Wind hinterlassen die Vögel eine grosse Menge von Spuren auf dem noch feuchten Sand.

Beim Anblick der Sedimentgesteine mit Vogelfährten fragt man sich, wie es dazu kommen kann, dass uns Lauffährten, Pick- und Grabspuren nahrungssuchender Vögel von nur wenigen Zehnern Gramm Gewicht als versteinerte Lebensspuren erhalten bleiben können.

Nach Arbeiten von PLAZIAT 1964, De RAAF et al. 1965 und DEMATHIEU 1978 (alle in WEIDMANN & REICHEL 1979 zusammengestellt) und eigenen Anmerkungen können diese ganz speziellen Bedingungen folgendermassen formuliert werden:

- Der Boden muss vegetationslos sein und aus Silt oder Feinsand bestehen. Der Wassergehalt im Sediment muss dabei genau so gross sein, dass einerseits der Fussabdruck plastisch wiedergegeben wird, andererseits aber nicht zerfliesst.
- Der Boden muss sich kurz nach der Spurenbildung verfestigen, sei es durch Wasserverlust oder durch Zementation.
- Anschliessend muss die Sedimentoberfläche durch eine Suspension aus dem Wasser oder aus der Luft zugedeckt werden, ohne dass dabei erodiert wird.
- Das junge Sediment darf nicht nachträglich durch ein besonderes Ereignis wie Sturmflut oder schnell fliessendes Hochwasser wieder aufgearbeitet werden.

Da diese Bedingungen auch optimal für die Erhaltung anderer Spuren und Marken sind, ist es nicht erstaunlich, dass diese oft in charakteristischen Assoziationen miteinander vorkommen. Dass die Vogelfährten häufig in Sedimenten auftreten, die Bioturbation aufweisen, lässt sich leicht begründen. In den für die Spurenerhaltung prädestinierten Faziesräumen (siehe weiter unten) lebt meist eine reiche Endofauna,



*Tafel 2*

Figur 1: Negativ von Vogelspuren auf der Schichtunterseite einer Feinsandsteinplatte vom Hinter-Steinbruch.

Figur 2: Detailaufnahme vom Negativ einer Vogelspur von der Zinggendorstrasse 1. Hier sind die Kriechspuren von kleinen Schnecken (K) gut sichtbar.

welche diese Bioturbationen verursacht und auf die es die nahrungssuchenden Vögel abgesehen haben.

Faziesräume, welche die obengenannten Bedingungen erfüllen, finden wir:

- In Meeresküstenbereichen, welche nicht täglich von den Gezeiten überflutet werden, beispielsweise an vegetationslosen Stellen im Salzwiesenbereich des Watts, aber auch in Lagunen und Ästuarien, wo der Wasserspiegel jahreszeitlich schwankt, wie es z.B. heute im Mittelmeerraum beobachtet werden kann. Diese Möglichkeiten sind für die Vogelfährten an der Zinggendorstrasse, dem Ränggloch und anderen Fundstellen der OMM gegeben.
- In Altwassertümpeln von Flusssystemen, welche nur bei Hochwasser durch langsam fliessendes Wasser überflutet werden und nachher wieder austrocknen. Dieser Fall liegt wahrscheinlich bei den Vogelfährten des Bergsturzmaterials von Flühli vor.
- Vermutlich herrschen solche Bedingungen auch an Ufern flacher Seen mit Wasserstandsschwankungen.

Da sich unser Gebiet während der Molassesedimentation (USM, OMM und OSM) vorwiegend in solchen günstigen Faziesräumen befand, sind auch Vogelspuren ziemlich häufig.

## 6. BEDEUTUNG VON VOGELFÄHRTEN FÜR DIE GEOLOGIE

Obwohl die Vogelfährten nicht exakt bestimmbar sind, geben sie dem Geologen wichtige Anhaltspunkte:

- Sie markieren das stratigrafische Oben und Unten.
- Sie ermöglichen Aussagen über die ursprüngliche Beschaffenheit des Sediments.
- Lebensspuren sind sehr gute Faziesfossilien, das heisst, anhand ihres Vorkommens kann der Geologe die Fazies eines Gesteins sehr genau charakterisieren. Für fossile Vogelspuren kommen nur wenige, genau umschriebene Ablagerungsräume in Frage (siehe unter 5). Möglicherweise wäre die Einführung eines speziellen Begriffes gerechtfertigt.
- Deformierte Vogelspuren geben dem Strukturgeologen wichtige Hinweise für die Charakterisierung einer Deformation (Deformationsbetrag, Hauptspannungsrichtung etc.).
- Hingegen haben Vogelfährten für die Stratigrafie praktisch keine Bedeutung. Sie sind lediglich für die Ökostratigrafie und Lokalstratigrafie verwendbar (vgl. SEILACHER 1953).

## 7. NACHWORT

Dieser Artikel ist dem verstorbenen Dr. Franz Roesli gewidmet.

An dieser Stelle sei Herrn Dr. J. Hegelbach (Bestimmung der Vogelfährten), Herrn und Frau Wick (Durchsicht des Manuskripts, Fotografien), Prof. Dr. H. Rieber und Dr. K.A. Hünemann (Korrektur des Manuskripts), Prof. Dr. A. Matter (Hinweise für die Fundstelle Zinggendorstrasse) sowie Dr. A. Schifferli für ihre konstruktive Mitarbeit gedankt.

Die Belege befinden sich in der Sammlung des Gletschergartens Luzern.

## 8. LITERATURVERZEICHNIS

- AREGGER, J. (1978): Natur-Museum Luzern. – Mitt. d. Naturf. Ges. Luzern, Bd. XXVI.
- ARNHEM, R. (1977): Die Vögel Europas. – Der gr. Kosmos-Naturführer. Kosmos-Verlag, Stuttgart.
- BRÄM, H. (1954): Fährten von Wirbeltieren aus der subalpinen Molasse des Bergsturzgebietes von Goldau. – *Eclogae geol. Helv.* 47/2, 306–316.
- CLERCQ, S.W.G. DE, & HOLST, H.K.H. (1971): Footprints of Birds and Sedimentary Structures from the Subalpine Molasse near Flühli (Canton of Lucerne). – *Eclogae geol. Helv.* 64/1, 63–69.
- FANK, A. (1929): Die bruchlose Deformation von Fossilien durch tektonischen Druck und ihr Einfluss auf die Bestimmung der Arten. – Inaug.-Diss. Univ. Zürich.
- HANTKE, R. (1982): Die oberoligozäne Flora im Bergsturz-Anriss der Beichlen (Gem. Flühli LU). – Mitt. d. Naturf. Ges. Luzern. Bd. XXVII.
- KOPP, J. (1962): Geolog. Atlas der Schweiz. Erläuterungen zum Blatt Luzern. – Schweiz. Geol. Komm., Kümmerly & Frey, Bern.
- PANIN, N. (1965): Coexistence de traces de pas de vertébrés et de mécanoglyphes dans la molasse miocène des Carpathes orientales. – *Rev. roumaine Géol. Géophys. Géogr.* 9/2, 141–163.
- PANIN, N. & AVRAM, E. (1962): Noi urme de vertebrate în Miocenul Subcarpatilor Românesti. – *Stud. Cercet. Geol. Geofiz. Geogr.* 3/4, 455–484.
- READING, H.G. et al. (1978): *Sedimentary Environments and Fazies*. Blackwell Scientific Publications, Oxford.
- REINECK, H.-E., & SINGH, I.B. (1975): *Depositional Sedimentary Environments*. – Springer-Verlag, Berlin.
- REINECK, H.-E. et al. (1978): *Das Watt*. Waldemar Kramer, Frankfurt a.M.
- ROESLI, F. (1967): Luzern-Alpnachstad. In: *Exkursion 33: Luzern-Brünig-Meiringen*. – *Guide géol. Suisse*, 2<sup>e</sup> éd. 7, 583–589 (Wepf, Basel).
- RUMEAU, J.-L. (1954): *Géologie de la région de Payerne*. – Thèse Univ. Fribourg, Crépin-Leblond, Paris.
- SCHLANKE, S. (1982): Der Felsrutsch und Bergsturz Beichlen, Gemeinde Flühli LU. – Mitt. d. Naturf. Ges. Luzern. Bd. XXVII.
- SEILACHER, A. (1953): Die geolog. Bedeutung fossiler Lebensspuren. – *Zeitschrift der Deutschen Geol. Ges.* 105/1, 214–227.  
– (1960): Lebensspuren als Leitfossilien. – *Deutsche Geol. Rundschau*, 49, 41–50.
- SPECK, J. (1945): Fährtenfunde aus dem subalpinen Burdigalien und ihre Bedeutung für Fazies und Paläogeographie der oberen Meeresmolasse. – *Eclogae geol. Helv.* 38, 411–416.
- WEIDMANN, M. & REICHEL, M. (1979): Traces d'oiseaux dans la molasse. – *Eclogae geol. Helv.* 72/3, 953–971.

