

Geol. Paläont. Westf.	52	19 - 39	9 Abb. 5 Taf.	Münster Februar 1999
--------------------------	----	---------	------------------	-------------------------

Tetrapodenfährten im Unteren Muschelkalk von Borgholzhausen - ein Grabungsbericht -

Friedrich Albat*

Z u s a m m e n f a s s u n g: Es wird über ein Vorkommen von Tetrapodenfährten aus Gesteinen des Unteren Muschelkalk in Borgholzhausen (Teutoburger Wald) berichtet. Hauptsächlich kommen rhynchosauroide Fährten vor, deren Erzeuger einen küstennahen Lebensraum besiedelten. Das Fährteninventar ähnelt dem aus dem Unteren Muschelkalk von Winterswijk (Niederlande).

A b s t r a c t: It is reported about an occurrence of tetrapod footprints from the Lower-Muschelkalk formation in Borgholzhausen (Teutoburger Wald, Germany). Most frequent are footprints from rhynchosauroid tetrapods that settled in a coastal environment. The footprints are similar to those of the Lower-Muschelkalk of Winterswijk (Netherlands).

Inhaltsverzeichnis

1. Vorbemerkungen	19
2. Bergungsgeschichte und -verfahren	20
3. Geologischer Rahmen	21
4. Fundschichten	22
5. Tetrapodenfährten	25
5.1 Fährtenhorizonte.....	25
5.2 Erhaltungsvarianten	26
5.2.1 Schwimmfährten	26
5.2.2 "Underprints" und "Transmitted Prints"	27
5.2.3 "Normale" Fährten	27
6. Schlußbemerkungen	29
7. Danksagung.....	29

1. Vorbemerkungen

Im September 1996 wurden bei Bauarbeiten in Borgholzhausen Saurierfährten in den Gesteinen des Unteren Muschelkalk entdeckt. Die Fährten waren durch den Neubau eines Sportplatzgeländes gefährdet.

Die im folgenden beschriebenen Tetrapodenfährten stammen aus einem temporären Aufschluß an der neu erstellten Sportanlage in Borgholzhausen am Teutoburger Wald (Topographische Karte 1 : 25 000, Blatt

* Anschrift des Verfassers:
Dipl. Geol. Friedrich Albat; Westfälisches Museum für Naturkunde; Sentruper Straße 285; 48161 Münster

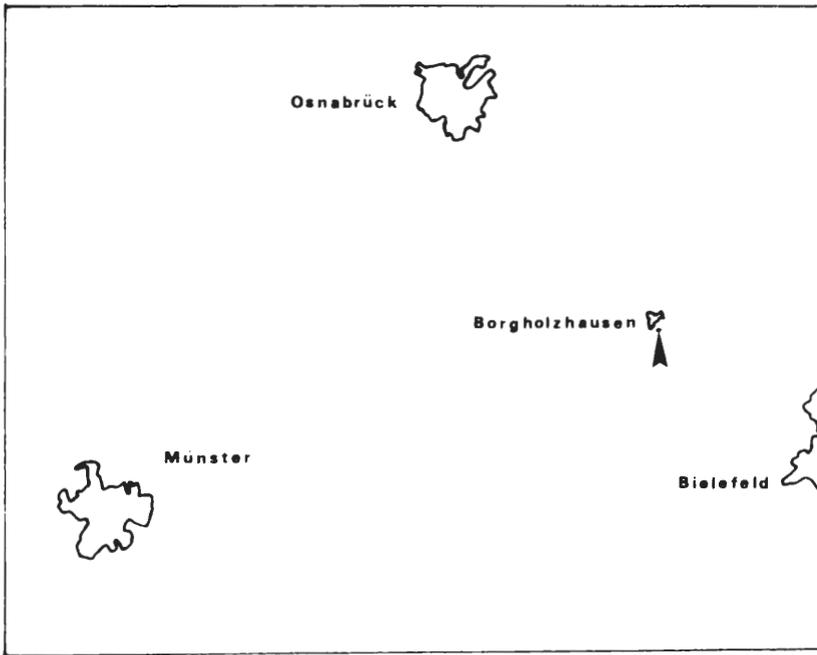


Abb. 1: Lage der Grabungsstelle.

3815 Dissen, R: 34 52650, H: 57 74300). Der bearbeitete Aufschluß befand sich im Böschungsbereich zwischen dem Parkplatz der Sportanlage und der Wichlinghauser Straße.

Inzwischen sind die fährtenführenden Schichten auf der Grundlage des Denkmalschutzgesetzes von Nordrhein-Westfalen als ortsfestes Bodendenkmal in die Denkmalliste der Stadt Borgholzhausen eingetragen.

2. Bergungsgeschichte und -verfahren

Vom Entdecker wurde, zunächst ohne Beteiligung und Information der zuständigen Bodendenkmalbehörde, eine nicht genehmigte paläontologische Grabung durchgeführt. Im März 1997 übernahm dann das Westfälische Museum für Naturkunde in Münster die Grabung. Zu dem Zeitpunkt waren bereits 13 Fährtenhorizonte freigelegt und geborgen. Die Einzelteile der entnommenen Horizonte befinden sich derzeit im Naturkundemuseum Osnabrück.

Im ersten Grabungsabschnitt wurden vom Entdecker der Fährten *Rhynchosaurides peabodyi* (gemeint ist wohl *Rhynchosauroides peabodyi*) und *Procolophonichnium winterswijkense* bestimmt (DIEDRICH, 1997).

Der vom Westfälischen Museum durchgeführte 2. Grabungsabschnitt mußte wegen des Fortschreitens der Bauarbeiten im Mai beendet werden. Zu diesem Zeitpunkt zeigte sich bereits eine Abnahme der Häufigkeit und der Qualität der freigelegten Fährtenabdrücke.

Der folgende Bericht beschäftigt sich mit dem zweiten Grabungsabschnitt, der unter Federführung des Westfälischen Museums für Naturkunde in Münster durchgeführt wurde.

Der technische Ablauf des zweiten Grabungsabschnitts wird im folgenden kurz beschrieben.

Die einzelnen Schichten - z.T. nur 1 mm dick - wurden sorgfältig abgetragen, um ein möglichst lückenloses Profil zu erhalten. Erschwerend für die Arbeiten war ein starker Grundwasserandrang, der eine Wasserhaltung erforderlich machte. Die freigelegten Fährten wurden im Gelände zeichnerisch und fotografisch dokumentiert. Die zeichnerische Dokumentation erfolgte mit Hilfe eines Gitternetzes im Maßstab 1 : 5.

Befanden sich auf der freigelegten Schichtfläche nur einzelne Abdrücke, dann wurden diese auch einzeln geborgen. Nur bei einer Häufung von Fährten wurde eine zusammenhängende Gesteinsplatte entnommen.

Die anstehenden Schichten sind in Polygone zerlegt, die an Trockenrisse erinnern. Die Begrenzungsrisse der einzelnen Polygone durchziehen das gesamte abgetragene Profil. Die daraus resultierende Zerstückelung der Schichten erschwerte die Bergung von ganzen Gesteinsplatten. Das angewandte Verfahren ermöglichte jedoch auch eine Bergung der Polygone im Verbund. Es wird nachfolgend kurz beschrieben:

Nach der Freilegung einer fährtenführenden Schicht und der vor-Ort-Dokumentation wurde die Schichtoberfläche mit einer Silikonschicht abgedeckt. Diese wurde durch eine Gipsauflage stabilisiert. Danach erst wurde mit Hilfe von Metallplatten die vom Silikon zusammengehaltene und maximal 2 cm dicke Gesteinschicht vom Untergrund abgelöst. Erleichtert wurde dies durch die gute Spaltbarkeit des Gesteins parallel zu den Schichtflächen. Das Gestein blieb in der Silikonschicht haften und konnte zusammen mit der Gipsstabilisierung abgehoben werden. Die weitere Bearbeitung erfolgte im Labor der Präparation des Westfälischen Museums für Naturkunde. Hier wurde zunächst eine weitere Stabilisationsschicht auf der Rückseite (= Schichtunterseite) aufgebracht. Anschließend wurde die Gipslage oben entfernt. Nun konnte das Silikon recht mühelos von der Gesteinsplatte mit den Fährten abgezogen werden.

So konnte die Bergung einzelner Fährtenplatten mit relativ geringem Zeitaufwand und sehr gutem Ergebnis durchgeführt werden.

3. Geologischer Rahmen

Die markanten Höhenzüge des Teutoburger Waldes werden aus kretazischen Sedimentgesteinen aufgebaut, die im Bereich von Borgholzhausen in überkippter Lagerung mit ca. 60° nach NNE einfallen. Nordöstlich der Gebirgskämme aus Kreidesedimenten liegt im Streichen des Teutoburger Waldes die Osning Überschiebung, an der nach Südwesten Gesteine der Trias über Jura- und Kreidegesteine aufgeschoben wurden (DEUTLOFF et al., 1986).

Eine weitere bedeutende tektonische Struktur stellt das Borgholzhausener Quertal dar. An ihr sind die Gebirgskämme des Teutoburger Waldes gegeneinander verschoben (MESTWERDT, 1930).

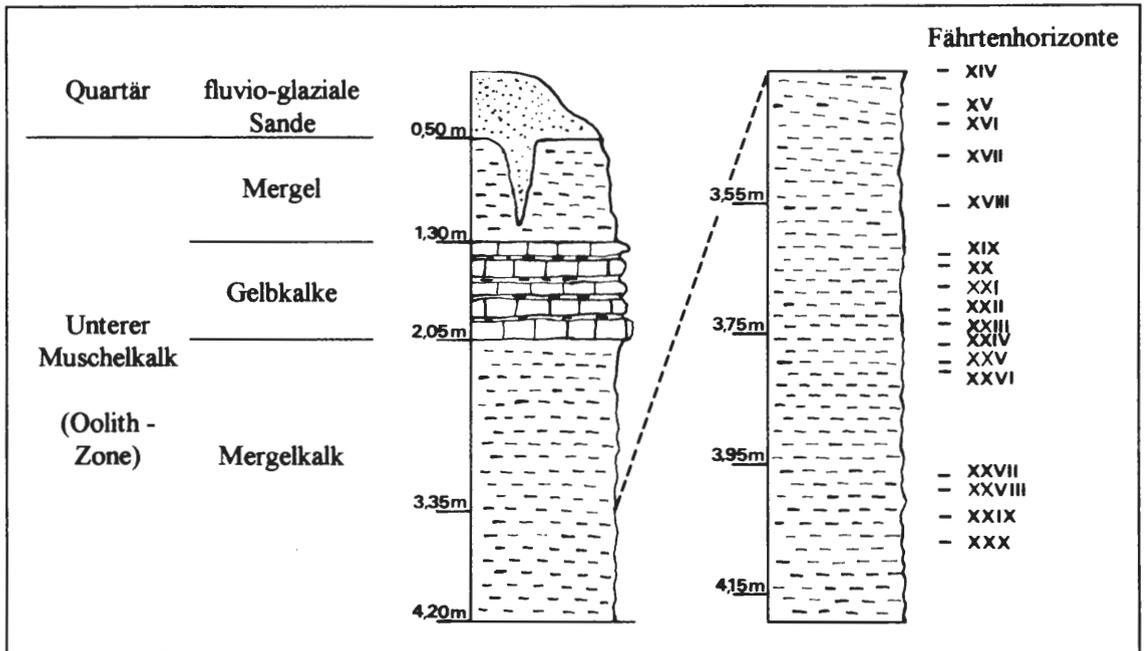


Abb. 2: Partielles Profil der Grabungsstelle am Parkplatz der neuen Sportanlage in Borgholzhausen. Es umfaßt die durch die Grabung aufgeschlossenen Schichten.

Die Grabungsstelle befindet sich östlich dieser großen Querstörung in Gesteinen des Unteren Muschelkalk.

4. Fundschichten

In dem temporären Aufschluß, in dem die Grabung durchgeführt wurde, waren Kalk- und Mergelsteine des Unteren Muschelkalk aufgeschlossen, die von geringmächtigen quartären Lockersedimenten überlagert wurden (Abb. 2).

Die quartäre Überlagerung setzt sich aus ca. 0,50 m mächtigen schluffigen Fein- und Mittelsanden zusammen. Erwähnenswert ist das Vorkommen von Eiskeilen, die zum Teil bis 0,80 m tief in die Mergel des Unteren Muschelkalk hineinreichen und mit den beschriebenen Sanden verfüllt sind.

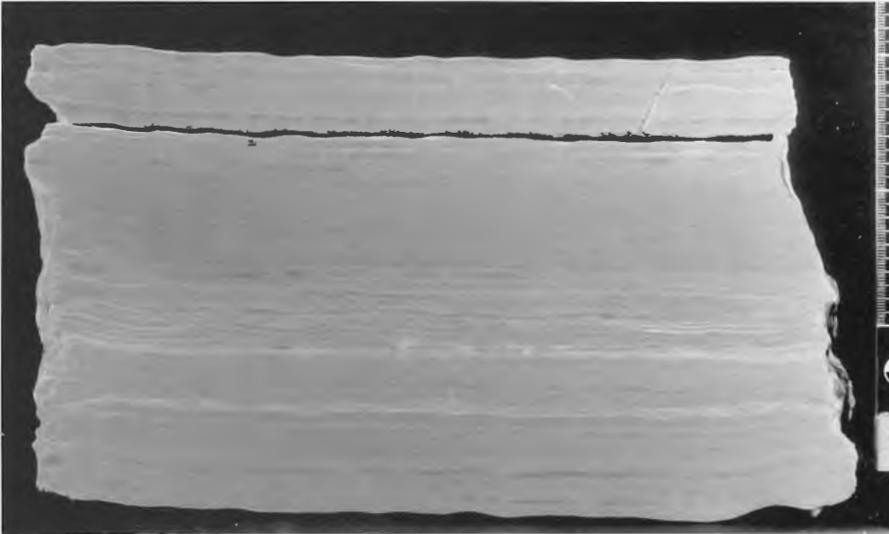


Abb. 3: Anschlag eines Gesteinsblockes aus dem Grauen Zwischenmittel. (Maßstab in cm.)

Unter dem Quartär stehen im Bereich der Grabungsstelle stark verwitterte, bis ca. 0,80 m mächtige, fein laminierte graue Mergel an, deren Liegendes von einer 0,75 m mächtigen Folge von Gelbkalken gebildet wird. Die darunter anstehenden Mergelkalk- und Mergelsteine werden dem grauen Zwischenmittel der Oolith-Zone zugerechnet (DIEDRICH, 1997). Die durch die Grabung aufgeschlossenen Schichten des grauen Zwischenmittels umfassen ein Gesteinspaket von insgesamt 2,15 m Mächtigkeit, in dem die Fährtenhorizonte angetroffen wurden. Die Lage (Streichen und Einfallen) der durch die Grabung aufgeschlossenen Schichtflächen kann im Mittel mit $150^\circ / 25^\circ$ NE angegeben werden.

Der zweite Grabungsabschnitt umfaßt die unteren 0,84 m des durch die Grabung aufgeschlossenen Profils (Abb. 2). Die Gesteine des grauen Zwischenmittels zeigen einen Wechsel von fein laminiertes Parallelschichtung und welliger Schichtung, hervorgerufen durch Interferenzrippeln. Dieser Schichtungswechsel wird im Anschlag (Abb. 3) besonders deutlich.

Allgemein werden die Gesteine des Unteren Muschelkalk in Norddeutschland als Produkt eines flachen, zeitweilig geringfügig übersalzenen Meeres angesehen (GROETZNER, 1984). Strukturen in den Sedimenten, aus denen die Tetrapodenfährten stammen, deuten sogar auf ein vorübergehendes Trockenfallen des Sedimentationsraumes hin. Hinweise dafür sind das Auftreten von Trockenrissen und punktförmige Vertiefungen (Abb. 4), bei denen es sich vermutlich um Abdrücke von Regentropfen oder um Schaumabdrücke (vgl. REINECK & SINGH, 1980: 61 f) handelt. Sicher ist, daß diese punktförmigen Vertiefungen keine Entgasungsstrukturen sind. Im Anschlag ist deutlich zu erkennen, daß die dünnen Sedimentlagen im Bereich der Vertiefungen eingedrückt, aber nicht zerstört sind.



Abb. 4: Regentropfen oder Schaumabdrücke auf rhynchosauroidem Fußabdruck aus Fährtenhorizont XXI. (Maßstab in mm).

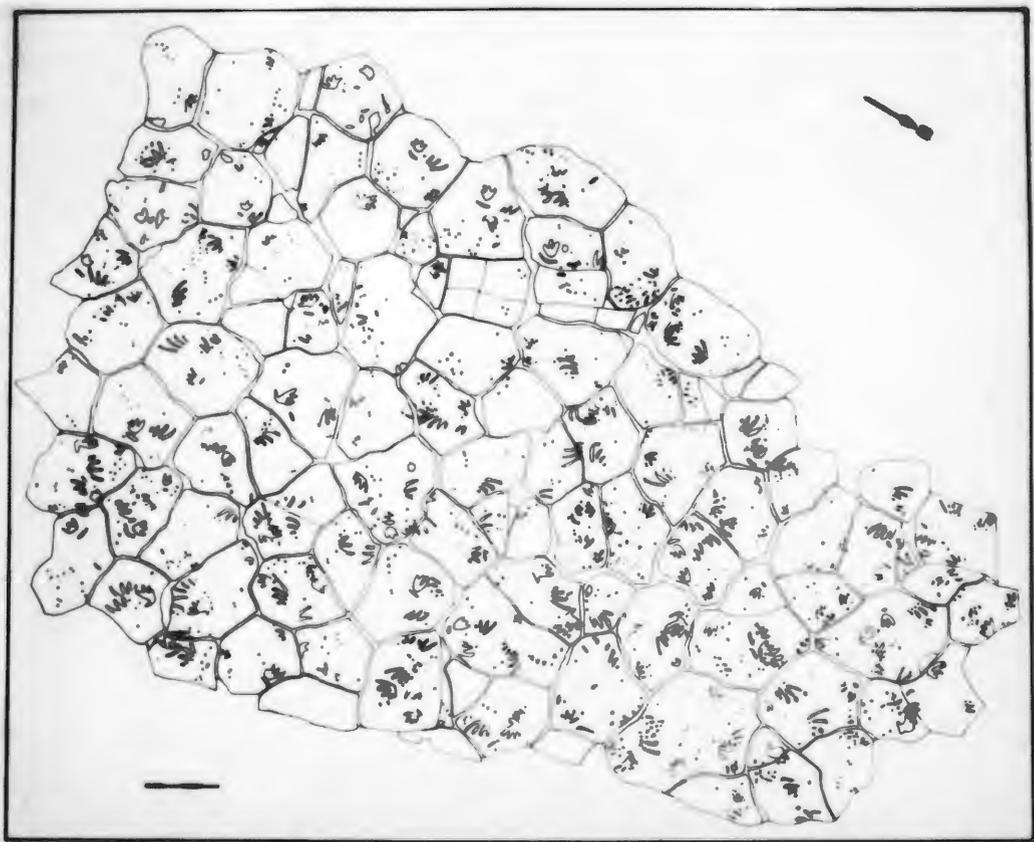


Abb. 5: Maßstabgetreue Zeichnung von Fährtenhorizont XVI. Deutlich wird die hohe Fährtdichte. Der obere Rand der Abbildung entspricht dem Streichen der Schicht. (Maßstabsbalken: 20 cm).

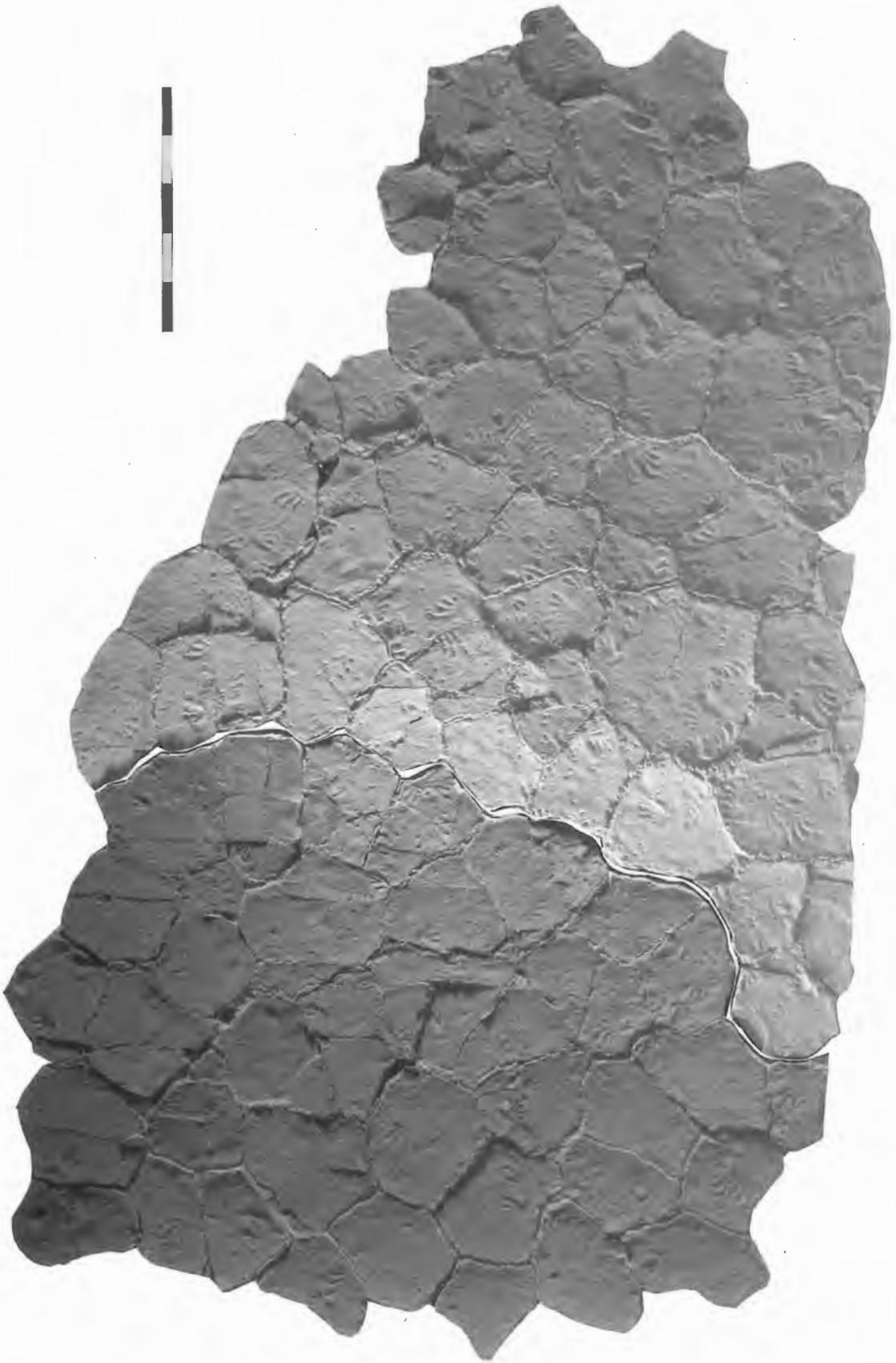


Abb. 6: Geborgene Gesteinsplatte aus Fährtenhorizont XVI. (Maßstabsbalken: 50 cm).

5. Tetrapodenfährten

Die bei der Grabung geborgenen Fährten werden nachfolgend beschrieben und interpretiert. Eine ausführliche Bearbeitung des Fährtenmaterials erfolgt durch Herrn Dr. J. Fichter (Kassel) in Zusammenarbeit mit dem Autor.

5.1 Fährtenhorizonte

Insgesamt wurden in den Schichten des grauen Zwischenmittels 30 fährtenführende Horizonte festgestellt. Davon wurden 17 im zweiten Grabungsabschnitt freigelegt. Die Lage der einzelnen fährtenführenden Horizonte ist dem Profil (Abb. 2) zu entnehmen.

Meist wurden in den verschiedenen Horizonten nur einzelne Abdrücke angetroffen. Es gab jedoch auch Horizonte mit einer sehr hohen Fährtdichte. Hierfür liefert der Fährtenhorizont XVI (Abb. 5 u. 6) ein gutes Beispiel.

Wegen der hohen Fährtdichte waren nur mit Mühe mögliche Schrittfolgen auszumachen. Zwei der möglichen Schrittfolgen sind in Abbildung 7 dargestellt. Sie sind rhynchosauroiden Typs. Leider sind fast ausschließlich digitigrade Fußabdrücke überliefert. Die Schrittfolge wurde vermessen und die ermittelten Parameter in Tabelle 1 zusammengestellt. Da die im Bereich der Schrittfolge vorhandenen Handabdrücke nicht eindeutig zugeordnet werden können, wird auf eine Abschätzung der Rumpflänge verzichtet.

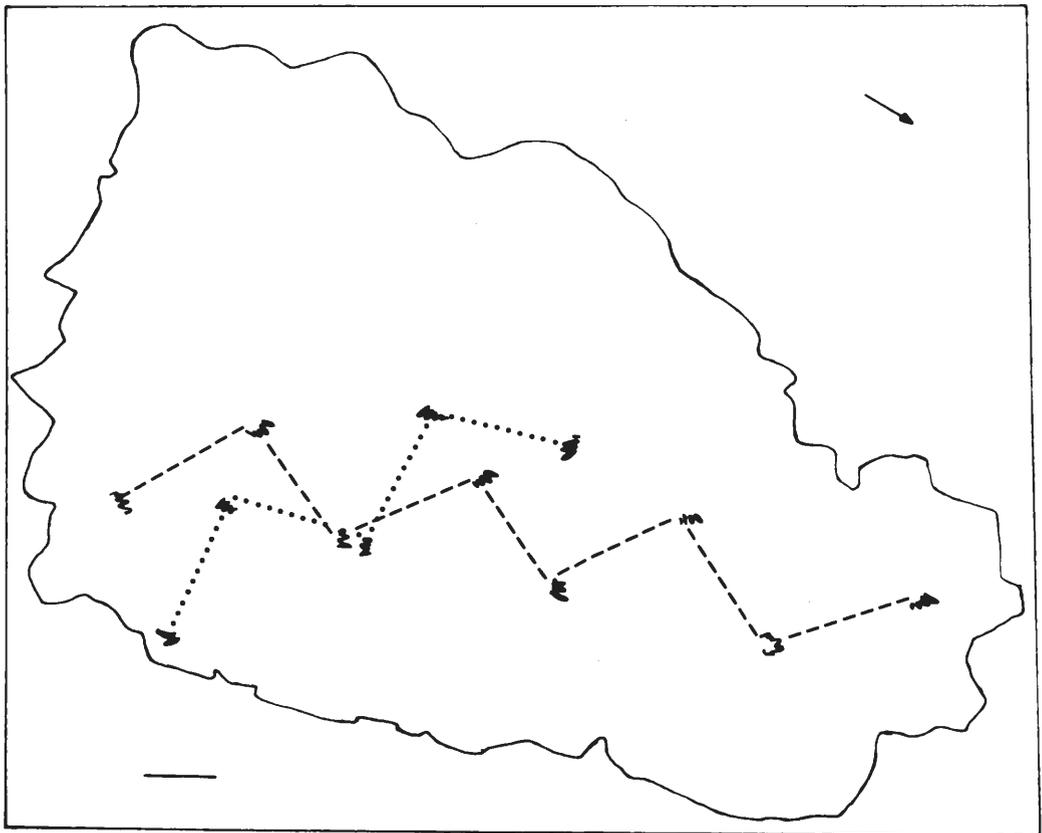


Abb. 7: Mögliche Schrittfolgen rhynchosauroider Abdrücke aus Fährtenhorizont XVI. (Maßstabsbalken: 20 cm).

	Schrittfolge 1 (-----)	Schrittfolge 2 (.....)
Stride (Doppelschritt)	61 cm	62 cm
Pace (Einzelschritt)	41 cm	41 cm
Schrittwinkel	97 °	97 °
Gangbreite der FüÙe	26 cm	27 cm

Tab. 1: Maßangaben (Mittelwerte) der möglichen Schrittfolgen.

5.2 Erhaltungsvarianten

Die angetroffenen Fährten liegen in unterschiedlichen Erhaltungsvarianten bzw. Erzeugungsvarianten vor. Insgesamt handelt es sich um sehr flache Eindrücke, die meist nur bei streifendem Licht deutlich zu erkennen sind.



Abb. 8: Deformierter Handabdruck; vermutlich *Rhynchosauroides peabodyi* (FABER 1958). (Maßstab in cm).

5.2.1 Schwimmfährten

Die Schwimmfährten liegen in Form unterschiedlich ausgebildeter Kratzspuren vor. Die Variation ihres Erscheinungsbildes kann unter anderem auf unterschiedliche Wassertiefen zurückgeführt werden (Mc ALLISTER, 1989), wobei dies immer in Relation zur Größe des Fährteners zu betrachten ist.

Bei etwas geringerer Wassertiefe berühren nicht nur die Krallen, sondern auch noch Teile der Zehen das Sediment und hinterlassen dadurch vollständigere Abdrücke (Taf.1, Fig. 1). In diesem Fall ist es möglich, die Fährte als rhynchosauroiden Fußabdruck anzusprechen. Die Kratzspuren im vorderen Teil des Abdrucks sind bei der erneuten Vorwärtsbewegung des Fußes erzeugt worden.

Die Schwimmfährte auf Tafel 1, Figur 2 wird repräsentiert durch relativ tiefe Furchen, die nur von den Krallen erzeugt wurden. Das Wasser war in diesem Fall so tief, daß der Erzeuger nur noch mit den Krallen den Boden erreicht hat.

Bei noch höherer Wasserbedeckung können die Erzeuger nur noch mit den Krallenspitzen gerade eben den Boden berühren, wodurch sehr kurze Kratzspuren entstehen (Taf. 1, Fig. 3).

Auffallend ist, daß die als Schwimmfährten gedeuteten Kratzspuren immer gemeinsam mit Rippelmarken (Interferenzrippeln) auftreten.

5.2.2 "Underprints" und "Transmitted Prints"

Die Art der Erhaltung der Fährten variiert sehr stark. Teils sind sehr deutliche Hand- / Fußabdrücke (Taf. 2, Fig. 1 u. 2) erhalten, teils aber auch nur unvollständige Fährten. Häufig sind nur die Abdrücke der Krallen erkennbar. Die Art der Erhaltung hängt von verschiedenen Faktoren bei der Sedimentation und Diagenese ab. THULBORN (1990) beschreibt den Einfluß dieser Faktoren ausführlich. Hinzu kommt, daß die Fährten eines Erzeugers je nach Art der Fortbewegung ein unterschiedliches Erscheinungsbild haben (THULBORN & WADE, 1989).

Auf der in Abbildung 5 und 6 dargestellten Fährtenplatte sind neben gut erhaltenen Fährten auch lediglich Abdrücke von Krallen vorhanden. Dieses Nebeneinander unterschiedlicher Erhaltungsvarianten wird folgendermaßen gedeutet:

- Die Krallenabdrücke stellen eine ältere Generation von Fährten dar. Die zu den Krallenabdrücken gehörenden Fährten wurden durch geringfügige Sedimentumlagerungen - zum Beispiel bedingt durch eine kurzzeitige Überflutung - verwischt. Nur der Abdruck der tiefer ins Sediment eingedrungenen Krallen blieb erhalten. Damit kann es sich bei den Krallenabdrücken (Taf. 2, Fig. 3) um sogenannte "underprints" (THULBORN, 1990: S. 26) handeln.
- Denkbar ist auch, daß sich die Fährten bis in unterlagernde Sedimentschichten durchgedrückt haben. Von ihnen kann auch nach einer geringfügigen Erosion ein schwacher Abdruck, ein sogenannter "transmitted print" (THULBORN, 1990: S. 27), erhalten sein.
- Nach der erfolgten geringfügigen Sedimentumlagerung wurden dann im gleichen Niveau neue Fährten erzeugt, die jedoch eine etwas jüngere Fährtengeneration darstellen.

"Underprints" und "transmitted prints" sind nur schwer voneinander zu unterscheiden und wurden deshalb hier zusammengefaßt. Es ist meist nicht möglich, sie eindeutig einem Erzeuger zuzuordnen. Nach HAUBOLD (1996: S. 35) handelt es sich daher um Phantome.

5.2.3 "Normale" Fährten

Rhynchosauroide Fährten:

Die *Rhynchosauroides* sind als Sammelgattung zu bewerten (HAUBOLD, 1971: S. 45). Ihre Fährten sind dadurch gekennzeichnet, daß der Fuß digitigrad und die Hand mehr plantigrad erscheint. Die Zehnlängen nehmen von I bis IV zu, Zeh V ist viel kürzer (HAUBOLD, 1971: S. 45). Diese Charakterisierung der rhynchosauroiden Fährten ist sehr deutlich auf Tafel 2, Figur 1 und Abbildung 9 zu erkennen. In der Regel sind die Fährten jedoch nicht so vollständig erhalten.

Rhynchosauroide Fährten sind der am häufigsten vertretene Fährtentyp des hier beschriebenen Grabungsabschnitts. Bestimmt werden konnte die Fährte von *Rhynchosauroides peabodyi* (FABER 1958), die auch aus Winterswijk (FABER, 1958; OOSTERINK, 1976; DEMATHIEU & OOSTERINK, 1983; OOSTERINK, 1988; DEMATHIEU & OOSTERINK, 1988) beschrieben ist. Jedoch konnten in Borgholzhausen, im Gegensatz zu Winterswijk, keine Abdrücke von Schuppen in den Fährtenabdrücken festgestellt werden.



Abb. 9: *Rhynchosauroides peabodyi* (FABER 1958): Hand-/Fußabdruck (Positiv). (Maßstab in cm)

Ob alle der angetroffenen rhynchosauroiden Fährten *Rhynchosauroides peabodyi* (FABER 1958) zuzuordnen sind, ist noch unklar. Die Größe der Fährten ist recht unterschiedlich. Der kleinste rhynchosauroide Fußabdruck (Taf. 3, Fig 1) ist ca. 4 cm lang. Die meisten anderen Abdrücke sind deutlich größer. Die kleineren Fährtenabdrücke wurden vermutlich von juvenilen Tieren erzeugt.

Eine eindeutige Zuordnung der Fährten wird z.T. durch ihre Deformation (Taf. 3, Fig. 2 u. Abb. 8) erschwert bzw. unmöglich. Auch hierbei handelt es sich im Sinne von HAUBOLD (1996) um Phantome.

Incertae sedis:

Einige der bei der Grabung freigelegten Fährten konnten bisher nicht bestimmt werden. Die auffälligsten dieser Fährten sind Abdrücke, die an Fährten von "Dreizehern" (Taf. 2, Fig. 3) erinnern. Da dieser Fährten-typ häufig - aber nicht immer - in Verbindung mit rhynchosauroiden Fußabdrücken vorkommt, könnte es sich hierbei um einen deformierten rhynchosauroiden Handabdruck handeln.

Die anderen nicht bestimmten Fährten sind meist relativ klein. In Tafel 5 sind drei Beispiele abgebildet. Tafel 5, Figur 1 zeigt einen kleinen Abdruck der deutlich drei Zehen erkennen läßt. Ein weiterer Zehabdruck ist nur undeutlich. Die Fährte hat Ähnlichkeit mit *Procolophonichnium winterswijkense*. Die Zuordnung ist jedoch noch nicht eindeutig geklärt.

Die in Tafel 5 Figuren 2 und 3 abgebildeten Fährten lassen keine morphologischen Details erkennen. Es handelt sich um kleine Fährten, deren Zuordnung ungewiß ist.

6. Schlußbemerkungen

Vergleichbare Tetrapodenfährten aus dem Unteren Muschelkalk sind bisher aus dem norddeutschen Raum noch nicht beschrieben worden. (Der Bericht von DIEDRICH (1997) bezieht sich auf die gleiche Fundstelle.) Generell sind Berichte über Saurierfährten aus dem Muschelkalk im Norden Deutschlands selten.

Die beschriebene Ichnofauna ist mit der aus dem Unteren Muschelkalk von Winterswijk (Niederlande) vergleichbar (FABER, 1958; OOSTERINK, 1976; DEMATHIEU & OOSTERINK, 1983; OOSTERINK, 1988; DEMATHIEU & OOSTERINK, 1988). Auch FICHTER (1997) beschreibt eine ähnliche Fauna aus dem Mittleren Muschelkalk bei Lamerden (Nordhessen).

7. Danksagung

Danken möchte ich Herrn Dr. Hendricks und Herrn Dr. Lanser (Westfälisches Museum für Naturkunde, Münster; WMfN), die mir die Bearbeitung des Materials und die Veröffentlichung der Arbeit ermöglicht haben.

Mein besonderer Dank gilt Herrn M. Ludorf (WMfN) für die tatkräftige, verantwortungsbewußte Durchführung der Grabung und der Präparation des gewonnenen Materials und Frau G. Thomas (WMfN) für die Anfertigung der Fotografien.

Literatur

- DEMATHIEU, G. R. & OOSTERINK, H. W. (1983): Die Wirbeltier-Ichnofauna aus dem Unteren Muschelkalk von Winterswijk (Die Reptilienfährten aus der Mitteltrias der Niederlande). - *Staringia*, 7, Ned. Geol. Ver.: 51 S., 56 Abb., 13 Tab.; Winterswijk.
- DEMATHIEU, G. R. & OOSTERINK, H. W. (1988): New discoveries of ichnofossils from the Middle Triassic of Winterswijk (the Netherlands). - *Geol. en Mijnb.*, 67: 3-17, 9 figs., 4 tab.; Dordrecht.
- DEUTLOFF, O., KÜHN-VELTEN, H. & MICHEL, G. (1986): Erläuterungen zu Blatt C 3914 Bielefeld, Geol. Kt. NRW 1 : 100 000 - 104 S., 19 Abb., 2 Tab.; Krefeld.
- DIEDRICH, C. (1997): Erste Ausgrabungen einer neuen Wirbeltierfährtenfundstelle aus der Oolith-Zone (Bithyn, Unterer Muschelkalk) von Borgholzhausen (Teutoburger Wald, NW-Deutschland). - *Terra Nostra* 97/6, 67. Jahrest. d. Pal.Ges., Vortrags- und Posterkurzfassungen: 42.
- FABER, F. J. (1958): Fossiele voetstappen in de Muschelkalk van Winterswijk. - *Geol. en Mijnb.*, 20: 317-321, 5 fig., 1 tab.; S-Gravenhage.
- FICHTER, J. (1997): Vorläufige Mitteilung über ein Vorkommen von Tetrapodenfährten im Mittleren Muschelkalk bei Lamerden, Nordhessen. - *Philippia*, 8/1: 61-72, 8 Abb.; Kassel.
- GILLETTE, D. D. & LOCKLEY, M. G. (1989): *Dinosaur Tracks and Traces*. - 454 p., 347 figs.; New York (Cambridge University Press).
- GROETZNER, J.-P. (1984): Unterer und Mittlerer Muschelkalk. - In: Klassen, H. (Hrsg.): *Geologie des Osnabrücker Berglandes*: 153-168, 5 Abb.; Naturwissenschaftliches Museum Osnabrück.
- HAUBOLD, H. (1971): *Ichnia Amphibiorum et Reptiliorum fossilium*. - In: Kuhn, O.: *Handbuch der Paläoherpetologie*, Teil 18, 124 S., 65 Abb.; Stuttgart (Gustav Fischer Verlag).
- HAUBOLD, H. (1996): Ichnotaxonomie und Klassifikation von Tetrapodenfährten aus dem Perm. - *Hallesches Jahrb. Geowiss.*, B 18: 23-88, 36 Abb., 8 Tab., Halle (Saale).
- McALLISTER, J. A. (1989): Dakota Formation Tracks from Kansas: Implications for the Recognition of Tetrapod Subaqueous Traces. - In: Gillette, D. D. & Lockley, M. G. : *Dinosaur Tracks and Traces*: 343-348, 5 figs.; New York (Cambridge University Press).
- MESTWERDT, A. (1930): Erläuterungen zur Geologischen Karte von Preußen und benachbarten deutschen Ländern, hrsg. v. d. Preußischen Geologischen Landesanstalt, Lieferung 286, Blatt Borgholzhausen, Nr. 2080, Gradabt. 39, Nr. 54; Berlin.
- OOSTERINK, H. W. (1976): Fossiele voetstappen in de eerste Muschelkalk-groeve van Winterswijk. - *Grondb. en Hamer*, 5: 130-144, 5 figs., 4 foto, 1 tab.; Winterswijk.
- OOSTERINK, H. W. (1988): Voetsporen van Reptilien en Amfibien uit de Winterswijkse Muschelkalk. - *Grondb. en Hamer*, 42 (3/4): 69-78, 14 figs.; Winterswijk.

- REINECK, H.-E. & SINGH, I. B. (1980): *Depositional Sedimentary Environments*. 549 p., 683 figs., 2 nd Ed.; New York-Heidelberg-Berlin (Springer).
- THULBORN, T. (1990): *Dinosaur Tracks*. - 410 S., 14 Taf., 140 Abb., 9 Tab.; London (Chapman and Hall).
- THULBORN, T. & WADE, M. (1989): *A Footprint as a History of Movement*. - In: Gillette, D. D. & Lockley, M. G. : *Dinosaur Tracks and Traces*. - 51-56; New York (Cambridge University Press).

Tafel 1

Fig. 1: Rhynchosauroide Schwimmfährte (Positiv und Negativ) aus Fährtenhorizont XV. Auch Teile der Zehen erreichen noch den Boden. (Maßstab in cm).

Fig. 2: Schwimmfährte (Positiv) aus Fährtenhorizont XIX als Kratzspur im Sediment erzeugt von den Krallen. (Maßstab in cm).

Fig. 3: Schwimmfährte (Negativ) auf deutlich erkennbaren Rippelmarken (Horizont XXVII). Hier haben nur noch die Krallenspitzen beim Schwimmen den Boden erreicht. (Maßstab in cm).



1



2



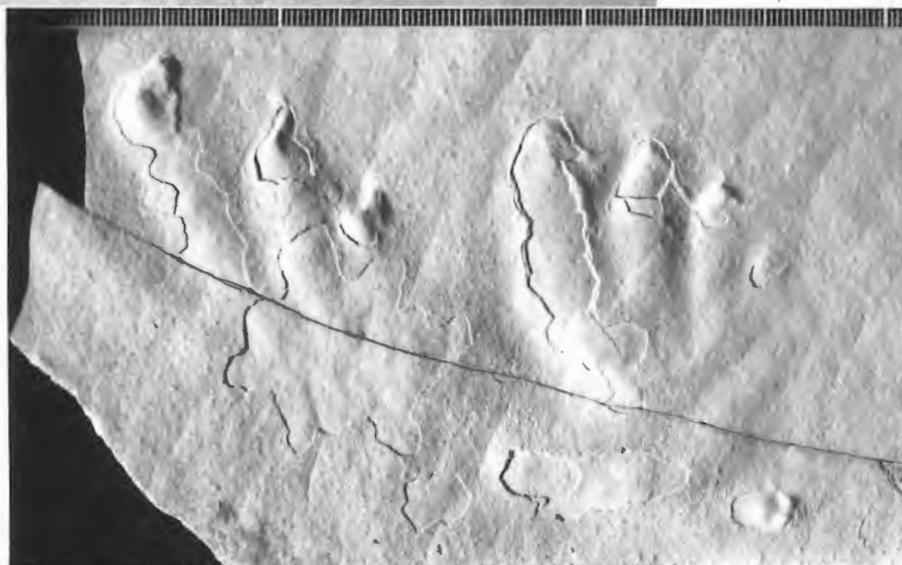
3

Tafel 2

Fig. 1: *Rhynchosauroides peabodyi* (FABER 1958): Hand- und Fußabdruck (Negativ) aus Fährtenhorizont XVI. (Maßstab in cm).

Fig. 2: *Rhynchosauroides peabodyi* (FABER 1958): Hand- und Fußabdruck (Negativ) aus Fährtenhorizont XVI. (Maßstab in cm).

Fig. 3: Krallenabdrücke (Negativ) als "underprints" oder "transmitted prints". Oben links ist ein Abdruck, der an eine "Dreizeherfährte" erinnert (Horizont XVI). Vermutlich handelt es sich um einen rhynchosauroiden Handabdruck. (Maßstab in cm).



Tafel 3

Fig. 1: Kleiner rhynchosauroider Fußabdruck (Positiv) aus Fährtenhorizont XXIX. (Maßstab: 1 Teilstrich = 1 mm).

Fig.2: Deformierter Abdruck (Negativ) einer Fährte aus Fährtenhorizont XVI. (Maßstab in cm).

Fig. 3: Rhynchosauroider Abdruck (Positiv) aus Fährtenhorizont XV. Die beiden linken Schleifspuren wurden bei der Vorwärtsbewegung erzeugt. (Maßstab in cm).



1



2



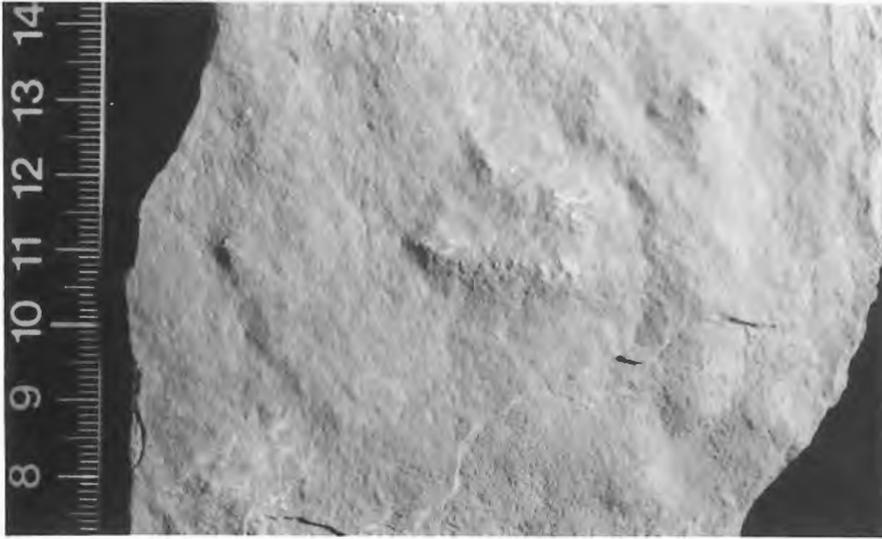
3

Tafel 4

Fig. 1: Rhynchosauroider Abdruck (Negativ) aus Fährtenhorizont XV. (Maßstab in cm).

Fig. 2: *Rhynchosauroides peabodyi* (FABER 1958): Digitigrade Fußabdrücke (Negativ) aus Fährtenhorizont XVI. (Maßstab in cm).

Fig. 3: Rhynchosauroider Abdruck (Positiv und Negativ) aus Fährtenhorizont XXX. Vermutlich handelt es sich um eine Schwimmfährte. (Maßstab in cm).



1



2



3

Tafel 5

Fig. 1: Incertae sedis: Kleine Fährte (Positiv) aus Fährtenhorizont XVIII, deren Zuordnung noch nicht endgültig geklärt ist. (Maßstab in cm).

Fig. 2: Incertae sedis: Kleiner, noch nicht bestimmter Fährtenabdruck (Positiv) aus Horizont XVIII. (Maßstab in cm).

Fig. 3: Incertae sedis: Abdruck (Positiv) einer kleinen, noch nicht bestimmten Fährte aus Horizont XVIII. (Maßstab in cm).



ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Geologie und Paläontologie in Westfalen](#)

Jahr/Year: 1999

Band/Volume: [52](#)

Autor(en)/Author(s): Albat Friedrich

Artikel/Article: [Tetrapodenfährten im Unteren Muschelkalk von Borgholzhausen - ein Grabungsbericht - 19-39](#)