©Naturwissenschaftlicher Verein Osnabrück e.V.

Osnabrücker Naturwissenschaftliche Mitteilungen
Band 27, S. 21–38, 2001

Feinstratigraphische Untersuchungen der Wirbeltierfährtenhorizonte des Unteren Muschelkalkes am Westerberg in Osnabrück (NW-Deutschland)

Cajus Diedrich

Kurzfassung: Die Wirbeltierfährtenhorizonte des Westerberges in Osnabrück (NW-Deutschland) werden beschrieben. Die Vertebratenspuren befinden sich in drei Fährtenbereichen des Unteren Muschelkalkes, die wiederum zahlreiche Fährtenhorizonte beinhalten. Die stratigraphisch ältesten Funde stammen aus dem höchsten Unteren Wellenkalk (muW1C-Top), die mittleren aus dem unteren Mittleren Wellenkalk (muW2A-Top) und die jüngsten aus dem zentralen Mittleren Wellenkalk (muW2B-Top). Die Wirbeltierfährten entstanden in einem Karbonatwatt auf Laminiten mit typischen Sedimentstrukturen wie polygonalen Trockenrissen, Granularstrukturen und Oszillations-Rippelmarken. Es fanden sich die Fährten *Rhynchosauroides peabodyi* (Faber), *Procolophonichnium haarmuehlensis* (Holst, Smit & Veenstra) sowie Kratz- und Schleifspuren. Die Fährten entstanden durch Reptilien im Bereich eines Karbonatwattgürtels, der sich nördlich der Rheinischen Masse befand und das damalige Muschelkalkmeer säumte.

Abstract: The vertebrate track beds in the Lower Muschelkalk formation of the Westerberg in Osnabrueck (NW-Germany) were presented. These tracks are found in three levels of the Lower Muschelkalk formation, containing many track horizons. The stratigraphically oldest tracks are of the uppermost Lower Wellenkalk member (muW1C-Top), the middle ones of the lower Middle Wellenkalk member (muW2A-Top) and the youngest of the central Middle Wellenkalk member (muW2B-Top). The vertebrate tracks are produced on laminites. The laminated sediments of a carbonate tidal flat exhibit typical structures like polygonal mud cracks, granular structures and oscillation ripple marks. The vertebrate tracks *Rhynchosauroides peabodyi* (Faber), *Procolophonichnium haarmuehlensis* (Holst, Smit & Veenstra) as well as scratch marks, are common. The reptile tracks were left in a carbonate tidal flat belt north of the Rhenish Massif surrounding the Muschelkalk sea.

Key words: Tetrapodenfährten, *R. peabodyi, P. haarmuehlensis,* Osnabrück-Westerberg, Unterer Muschelkalk, muW1-muW2, Feinstratigraphie, drei Fährtenbereiche, Megatracksite.

Autor:
Dr. Cajus Diedrich, Nansenstr. 8, D-33790 Halle/Westf., email: cdiedri@gmx.net,
website: http://www.geocities.com/CapeCanaveral/Lab/1654.

©Naturwissenschaftlicher Verein Osnabrück e.V.

1 Einleitung

Die grauen oder auffällig gelblichen, plattigen Kalksteine des Unteren Muschelkalkes waren schon im Mittelalter als Baumaterial für die ersten Steinhäuser (Latein = domus tota lapidea) in Osnabrück genutzt worden. 1177 wurde das erste Steinwerk, wie man ein isoliertes Gebäude im 13 Jh. nannte, das ursprünglich Lager- oder Speicherfunktion hatte, urkundlich erwähnt (Poppe 1979b). In diese Zeit fallen auch Befestigungsanlagen, wie die Burg Holte (vgl. Warnecke 1979), die aus Muschelkalkgestein gebaut wurden. Besondere Mauertechniken im Fundamentbereich, wie dem sog. „opus spicatum“ (lateinisch = Ähre) wurden z. B. an der Holter Burg entwickelt (Warnecke 1979). Auch im höheren Mittelalter verwandte man den beliebten Baustein für die gesamten Befestigungsanlagen (Bürgergehorsam, Pernickelturm, etc., Switala 1979) und weitere Gebäude der Stadt Osnabrück, wie z. B. den Ledenhof (Poppe 1979b). Sakralbauten, wie die Dominikanerkirche, Johanniskirche, Marienkirche und der Dom zu Osnabrück sind teilweise ganz aus Bruchsteinen des Unteren Muschelkalkes gefertigt worden (Feldwisch-Drentrup 1979, Poppe 1979a). Auch der an etlichen Höfen im Osnabrücker Bergland vermauerte Kalkstein weist immer wieder auf den in nächster Umgebung anstehenden Unteren Muschelkalk. Das teilweise dolomitische gelbliche Gestein charakterisierte die Architektur bis in die Wilhelminische Zeit hinein. Doch woher kam dieser Baustein?

Zwei sehr große Steinbrüche am Westerberg im Nordwesten von Osnabrück waren mit Sicherheit die wichtigsten Lieferanten für den plattig absondernden Bruchstein, der sich leicht mauern ließ. Diese Gruben sind bereits auf frühen Karten z. B. von 1807 eingetragen (Müller 1979). Auch ein nun völlig verfüllter Steinbruch im Süden der Stadt lieferte sicherlich Material. Im nördlichen Steinbruch am Westerberg wurde ein Botanischer Garten mit Geologischem Lehrpfad eingerichtet (Langer & Bosbach 1994); der südliche für botanische Untersuchungen offen gelassen und unter Naturschutz gestellt.

Um so verwunderlicher ist, daß die ersten Funde von Wirbeltierfährten erst kürzlich (Abb. 1) in dem südlichen Steinbruch (TK 25 Blatt 3714 Osnabrück, R 3433,80, H 5794,42) entdeckt wurden, obwohl schon jahrhundertelang der Stein per Hand bis in die 60 er Jahre des 20 Jahrhunderts (Middelberg 1994) abgebaut wurde und bereits etliche Geologen hier Untersuchungen durchgeführt haben (z. B. Groetzner 1984, Langer 1989, Thiele 1990, May 1996).

Lange nach der Stillegung der Steinbruchbetriebe wurden im Zuge eines Saurierfährtenprojektes vom Autor zunächst nur Proben im Sommer 1999 schichtweise entnommen und anschließend aufgespalten. Dabei wurde der gesamte Bereich des Unteren Muschelkalkes im südlichen Steinbruch am Westerberg auf Fährtenführung untersucht.

Die wenigen Fährtenfunde wurden im Zusammenhang mit einer ersten wissenschaftlichen Veröffentlichung (Diedrich 2000a) im Museum des Geologisch-Paläontologischen Institutes der Universität Münster (Abkürzung im Text = GPI) unter den Nummern B4B.–6 und B4B.–10 hinterlegt. Einige Fährten vom Westerberg sind bereits auf der Website www.geocities.com/CapeCanaveral/Lab/1654 abgebildet.

Da aufgrund der Aufschlußbedingungen und des Naturschutzcharakters des Steinbruches noch keine Flächengrabungen angelegt werden konnten, ließen sich auch keine Fährten flächig kartieren. Es wurden lediglich einzelne Trockenrißpolygone mit Einzelspuren entnommen. Flächige Grabungen sind das wünschenswerte Ziel weiterer Untersuchungen, um paläoökologische Stu-

©Naturwissenschaftlicher Verein Osnabrück e.V.

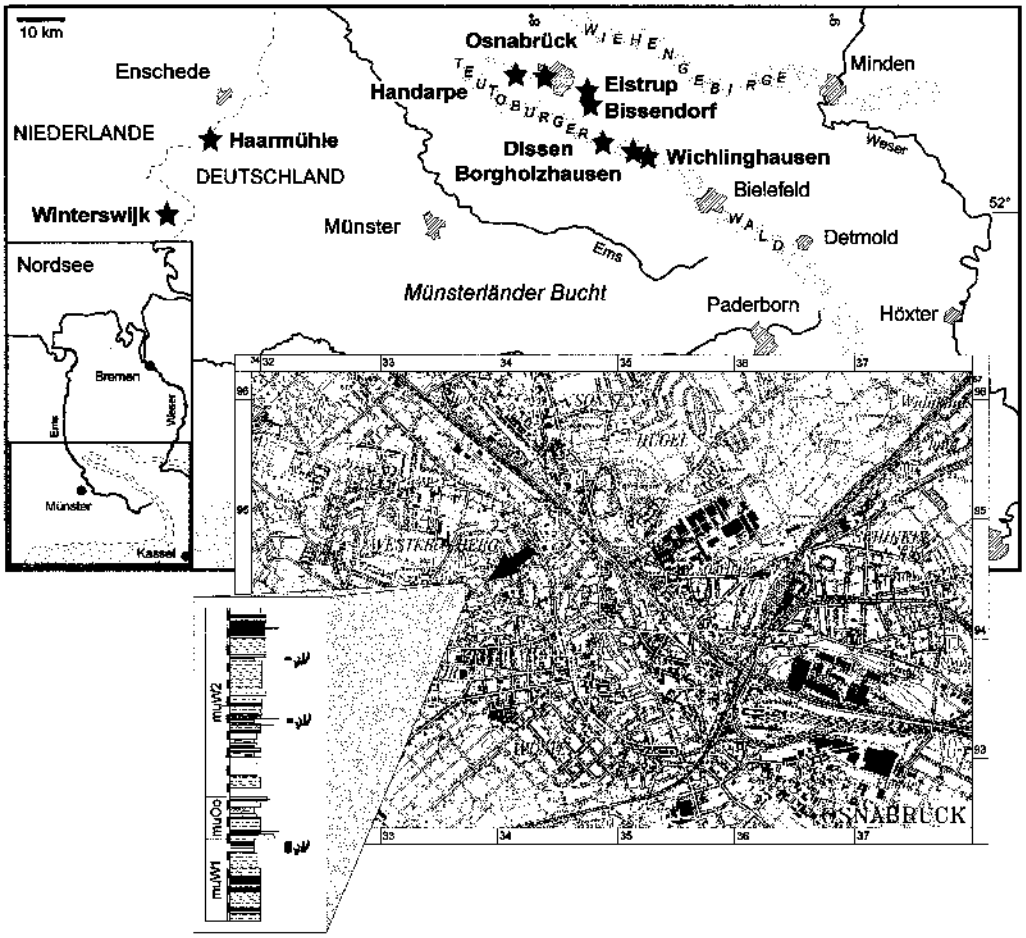


Abb. 1: Geographische Lage und Übersichtsprofil der Wirbeltierfährten-Fundstelle Osnabrück-Westerberg (Vervielfältigungsgenehmigung: Landesvermessungsamt NWR, Bonn, S 2001 017) sowie Verbreitung der Wirbeltierfährten im Unteren Muschelkalk (Unterer Wellenkalk, Oolith-Zone und Mittlerer Wellenkalk) am Nordrand der Rheinischen Masse.

dien (Bewegungsrichtung, Geschwindigkeit, Individuengrößen etc.) an den Spuren durchzuführen.

2 Geologie

Die Fundstelle Westerberg gehört strukturgeologisch zum Osnabrücker Bergland (Klassen 1984).

Der Untere Muschelkalk ist im gesamten Osnabrücker Bergland und Teutoburger Wald karbonatisch ausgebildet und besitzt eine Schichtmächtigkeit von ca. 90 m (Groetzner 1984, Thiele 1990). Nur in der Oolith-Zone können sich im Teutoburger Wald geringmächtige rotviolette Tonsteine einschalten (Diedrich 1998b). Faziell handelt es sich um Flachwasserkarbonate, die durch Wellenkalke, knauerige Kalke, Oolithe, Schil-

©Naturwissenschaftlicher Verein Osnabrück e.V.

le, Laminite und Gelbkalke charakterisiert werden, die im, bzw. am Rande des Germanischen Beckens abgelagert wurden (vgl. Groetzner 1984, Thiele 1990, May 1996, Diedrich 1998d).

3 Stratigraphie

Der Untere Muschelkalk läßt sich im Osnabrücker Bergland, im Teutoburger Wald und in Niedersachsen in die Basiskonglomerat-Zone (muK), den Unteren Wellenkalk (muW1), die Oolith-Zone (muOo), den Mittleren Wellenkalk (muW2), die Terebratel-Zone (muT), den Oberen Wellenkalk (muW3) und die Schaumkalk-Zone (muS) gliedern (Schulz 1972, Groetzner 1984, Langer 1989, Thiele 1990, Rosenfeld & Thiele 1992).

Am untersuchten Profil des südlichen Steinbruches am Westerberg sind von diesen Schichten nur 36 m mit dem Unteren Wellenkalk (muW1B, C), der Oolith-Zone (muOo) und dem Mittleren Wellenkalk (muW2A, B) aufgeschlossen (vgl. auch Profil von Langer 1989). Dieses bestätigen auch die Beschreibungen des Profils im Botanischen Garten von Langer & Bosbach (1994).

Fährten treten in drei Bereichen auf. Diese sind der Top des Unteren Wellenkalkes (muW1C), der basale Mittlere Wellenkalk (muW2A-Top) und zentrale Mittlere Wellenkalk (muW2B-Top). Im folgenden werden das Profil und die Fährtenbereiche sowie Leithorizonte (Abb. 2a, b) ausgeschieden und beschrieben:

Das Profil beginnt im unteren muW1C mit 80 cm, grauen bioturbaten Mergeln. Ein erster Slump-Horizont (10 cm) zeigt lediglich Verbiegungen der Schichten und stellt möglicherweise einen Seismit dar. Auf diesen folgen 30 cm bioturbate Mergel und wiederum ein Slump-Horizont (25 cm), in dem nun starke Verwürgungstexturen auftreten. Nach 190 cm, von *Rhizocorallium* und *Thalassinoides* durchzogenen grauen, bioturbaten Mergeln, finden sich fünf Parasequenzen (vgl. Sequenzinterpretation im Unteren Muschelkalk bei Knaust 1998a, Götz & Feist-Burkhardt 1999). Diese beginnen mit einem Gelbkalk oder -mergel und enden in einem grauen bioturbaten Mergel. Die erste, 10 cm dünne Gelbkalk-Bank leitet die fünfte Parasequenz ein, die mit 100 cm mächtigen, grauen, bioturbaten Mergeln abschließt. Es folgen 175 cm graue, mergelige, bioturbate Mergel, denen fährtenführende, mit Trockenrissen durchzogene, 90 cm mächtige Laminite folgen (= Fährtenbereich I). Granularstrukturen, Oszillationsrippelmarken und die Fährten *R. peabodyi, P. haarmuehlensis* sowie Kratz- und feinste Scheifspuren treten in den Fährtenhorizonten I bis IX am Top des muW1C auf. Eine 5 cm dünne Gelbkalk-Bank und eine 15 cm mächtige, mit Trockenrissen durchzogene Laminit-Bank, bilden eine erneute Parasequenz. In den Laminiten sind Schleifspuren im Fährtenhorizont III lokalisiert worden. Erneut bilden eine 5 cm dünne Gelbkalk-Bank und ein folgender 10 cm mächtiger gelblicher Laminit eine Parasequenz. Eine 35 cm mächtige Gelbkalk-Bank unterlagert dann die Oolith-Zone.

Die Untere Oolith-Bank beginnt mit einer Knauerkalkbank (65 cm). Auf dieser lagern mit *Planolites* stark bioturbate, 5 cm mächtige gelbliche Mergel, gefolgt von 20 cm gelblichen, ooidführenden Knauerkalken, denen 5 cm gelbliche Mergel auflagern. Abgeschlossen wird die Untere Oolith-Bank mit einem 12 cm mächtigen Bioklasten- (Gastropoden/Muscheln) Rud-/Float-stone. Das Graue Zwischenmittel besteht aus 150 cm grauen bioturbaten Mergeln, 10 cm gelblichen, plattigen Mergeln und 40 cm gelblichen, gebankten Knauerkalken, die das Gelbe Zwischenmittel einleiten. Sie werden gefolgt von einer markanten, 80 cm mächti-

©Naturwissenschaftlicher Verein Osnabrück e.V.

gen Gelbkalk-Bank, endend in 50 cm mächtigen gelblichen, plattigen und 20 cm mächtigen gelblichen, dünnplattigen Mergeln.

Die Obere Oolith-Bank ist ein gelblicher bankiger Knauerkalk, in dessen unteren Abschnitt schillgefüllte Rinnen auftreten.

Der muW2A beginnt mit 90 cm plattigen, gelblichen Mergeln, auf denen 130 cm graue bioturbate Mergel folgen. Darüber finden sich 15 cm gelbliche plattige Kalke, eine 5 cm dünne Gelbkalk-Bank und wiederum 210 cm plattige, gelbliche Dolomite. Die nächsten 295 cm werden aus einer Folge mehrerer 15-50 cm mächtiger Gelbkalk-Bänke und plattigen, gelblichen Kalken aufgebaut. Der muW2A endet mit Laminiten (55 cm), in denen sich der Fährtenbereich II findet. In diesem ließen sich zwei Fährtenhorizonte lokalisieren. Trockenrisse, Granularstrukturen und Rippelmarken sind in diesem Fährtenbereich wiederum typisch.

Den Laminiten lagert direkt ein 3 cm dünner Ooid-Grainstone auf, der nun eine bioturbate Mergelfolge des muW2B einleitet. Nach 25 cm grauen bioturbaten Mergeln findet sich ein markanter Leithorizont, ein Slump mit Würgestrukturen und großen Phacoiden. Dieser stellt möglicherweise wiederum einen Seismit dar. Nach 40 cm grauen bioturbaten Mergeln nimmt die Bioturbation durch *Planolites* innerhalb weiterer, 35 cm mächtiger bioturbater Mergel stark zu und erreicht ein Maximum in einem leitenden, völlig entschichteten Ichno-Horizont (10 cm). In den folgenden, 15 cm mächtigen, bioturbaten Mergeln ist immer noch eine erhöhte Bioturbation festzustellen, die dann in den weiteren 60 cm grauen bioturbaten Mergeln abnimmt. Darauf lagern 115 cm graue kristalline Kalke, die durch zwei 5 cm dünne Mergellagen dreigeteilt werden. Nach weiteren 325 cm mächtigen Wellenkalken wird der muW2B mit einem 40 cm starken Laminitbereich abgeschlossen. Die trockenrißdurchzogenen gelblichen Laminite stellen den Fährtenbereich III dar, der mindestens zwei Fährtenhorizonte beinhaltet.

Die Abfolge des muW2C wird mit einem 5 cm dünnen kristallinen Kalk eingeleitet, dem 25 cm bioturbate Mergel folgen. Diesem lagern wiederum 20 cm kristalline Kalke auf. Im weiteren folgen 160 cm bioturbate Mergel, ein 5 cm dünner Mergelbesteg, dann 20 cm plattiger kristalliner Kalk, ein 90 cm bioturbater Mergel, weiter eine markante, 5 cm mächtige Schillbank, 60 cm bioturbate Mergel, 110 cm plattiger Kalk und schließlich mindestens 60 cm plattige gelbliche Dolomite, die vermutlich bereits das Top des muW2C darstellen.

4 Sedimentologie

Mikrofazielle Untersuchungen an den Karbonaten des Unteren Muschelkalkes im Teutoburger Wald und Osnabrücker Bergland führten Langer (1984) und Thiele (1990) durch. May (1996) diskutierte bereits die Mikrofaziestypen des Unteren Muschelkalkes am Westerberg. Hier finden sich ausführliche Beschreibungen und Abbildungen der unterschiedlichen Mikrofaziestypen.

An- und Dünnschliffe wurden am Westerberg nur für die fährtenführenden Laminite angefertigt. Die mm feingeschichteten Mergel stellen mikrofaziell einen Grainstone dar. Diese auch von Langer & Bosbach (1994) abgebildeten, trockenrissdurchzogenen Karbonate zeigen dieselbe feinlaminare Struktur, wie sie bei Dünnschliffuntersuchungen an der Fundstelle Borgholzhausen an Algenlaminiten beobachtet wurden (vgl. Diedrich 2001c). Solche Laminite treten rezent z. B. im Golf von Akaba (Gavish Sabkha) auf (Gerdes, Krumbein & Holtkamp 1985) und sind Bildungen von Mikrobenmatten. Cyanobakterien oder Algen sind an der feinlaminaren

©Naturwissenschaftlicher Verein Osnabrück e.V.

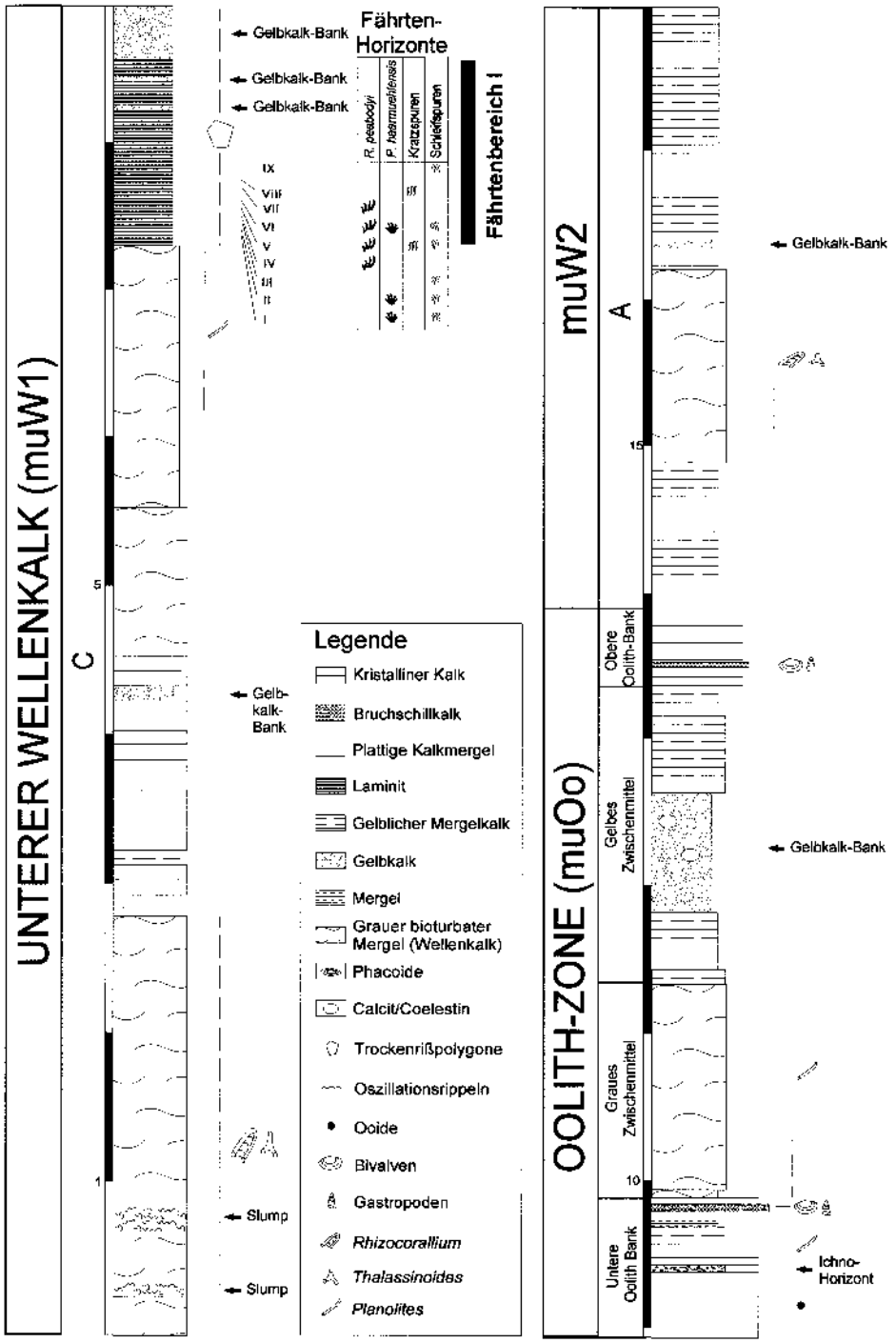
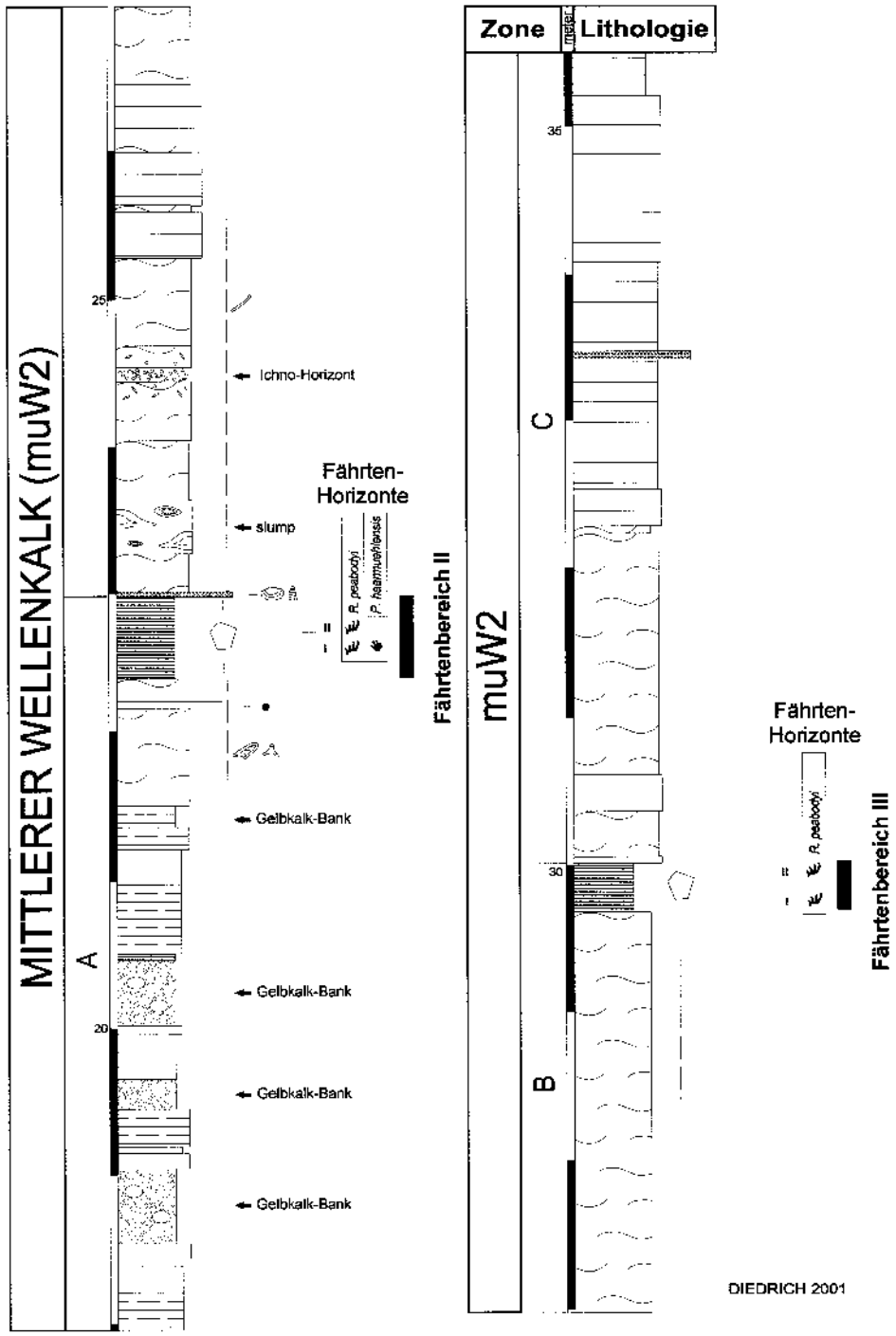


Abb. 2: Feinstratigraphie des Unteren bis Mittleren Wellenkalkes (Unterer Muschelkalk, Mitteltrias) an der Wirbeltierfährten-Fundstelle Osnabrück-Westerberg.

©Naturwissenschaftlicher Verein Osnabrück e.V.



©Naturwissenschaftlicher Verein Osnabrück e.V.

Bindung von Sedimentpartikeln beteiligt (Gerdes, Krumbein & Holtkamp 1985).

Oberflächen-Sedimentstrukturen treten in den fährtenführenden Schichten in Form von Wellenrippel- und Oszillationsrippelmarken auf (vgl. Diedrich 2001c). Sie sind für den intertidalen Bereich des Karbonatwattes und für Priele charakteristisch. Weiterhin sind Granularoberflächen vorhanden, die als Bildungen des Supratidals angesehen werden. Ihre genaue Genese ist noch nicht gänzlich geklärt (Diedrich 2001c). Insgesamt handelt es sich bei den fährtenführenden Laminiten um Bildungen von Bakterien (möglicherweise Cyanobacteria) oder Algen, die im Gezeitenbereich des Karbonatwattes periodisch Karbonatpartikel im Schluffbereich durch einen dünnen Schleimfilm binden konnten. Durch periodisches Trockenfallen entstanden mit Trockenrissen durchsetzte Karbonatschlämme. Priele und Resttümpel charakterisierten die damalige, weit ausgedehnte Wattlandschaft am nördlichen Rande der Rheinischen Masse (Diedrich 2000b). Dieser fährtenführende Karbonatwattgürtel säumte auch andere Festlandsmassive im Germanischen Becken wie den Westrand der Vindelizischen Masse (Diedrich 2001a).

5 Paläontologie

Die bisher am Westerberg auftretenden Tetrapodenfährtentaxa sind *Rhynchosauroides peabodyi* (Faber) (Abb. 3A, 4A) und *Procolophonichnium haarmuehlensis* (Holst, Smit & Veenstra) (Abb. 3B, 4B) zuzuordnen. Diese liegen in Abhängigkeit von der damaligen Plastizität des Sedimentes in unterschiedlicher Erhaltung vor.

Eine ausführliche Beschreibung der beiden Fährten-Ichnospecies, die hier nur kurz zusammenfassend wiedergegeben werden, lieferten Demathieu & Oosterink (1983), Synonymlisten sowie die Fährtenerhaltung Diedrich (2001c). Weiterhin traten seltener Kratz- (Abb. 3D, 4D) und Schleifspuren (Abb. 3C, 4C) hinzu.

Ichnogenus *Rhynchosauroides* Maidwell 1911

Rhynchosauroides peabodyi (Faber 1958)
Abb. 3A, 4A

*1958 *Chirotherium peabodyi*. – Faber: 318, Abb. 1-4.
1983 *Rhynchosauroides peabodyi* (Faber). – Demathieu & Oosterink: 11, Abb. 4, 18-30, 32.
1998b *Rhynchosauroides peabodyi* (Faber). – Diedrich: 78, Abb. 3-4.
2000b *Rhynchosauroides peabodyi* (Faber). – Diedrich: 379, Abb. 3, 4A-M.

Material
Siebzehn Einzeleindrücke, Osnabrück-Westerberg, GPI Nr. B4B.–10 Os1-14, 18, 30).

Stratigraphische Verbreitung
R. peabodyi ist vom Grenzgelbkalk des obersten Röt über den Unteren Wellenkalk (muW1B, C) und die Oolith-Zone (muOo) bis zum unteren Mittleren Wellenkalk (muW2A) (Bithyn/Pelson), Unterer Muschelkalk, Mitteltrias bekannt geworden (Diedrich 1998b, c, 2000b, Diedrich & Oosterink 2000).

Geographisches Vorkommen
R. peabodyi konnte im westlichen Germanischen Becken am Nordrand der Rheinischen Masse nachgewiesen werden: Winterswijk (Niederlande) (Faber 1958, Regteren Altena van 1958, Oosterink 1976, 1986, 1988, Demathieu & Oosterink 1983, 1988, Diedrich & Oosterink 2000), Haarmühle (Holst, Smit & Veenstra 1970), Osnabrück, Bissendorf, Handarpe, Eistrup (Osnabrücker Bergland, Diedrich 2000b), im Teutoburger Wald bei Dissen, Borgholzhausen (Diedrich 1997,

©Naturwissenschaftlicher Verein Osnabrück e.V.

1998a, b) und Wichlinghausen (Diedrich 1998c) sowie am Westrand der Vindelizischen Masse in Thüringen bei Geilsdorf (Diedrich 2001a).

Beschreibung

Im allgemeinen handelt es sich um die sogenannte Normal-Erhaltung nach Diedrich (1998d). Hautstrukturen auf den Sohlenflächen wurden nicht beobachtet.

Es liegen mehrere einzelne Manus- und Pes-Eindrücke (z. B. Pes auf Abb. 3A), jedoch noch keine Fährten vom Westerberg vor. Die Eindrücke gleichen den Spuren z. B. von Winterswijk und Borgholzhausen. Die Kratzspuren (Abb. 3D) wurden vom selben Erzeuger der *R. peabodyi*-Eindrücke produziert, wie die Untersuchungen am Borgholzhausener Material ergaben (Diedrich 2000b).

Manus und Pes sind pentadactyl, der Pes ist größer als die Manus (Verhältnis 3/2). Die Zehenlänge nimmt von I nach IV zu. Sohlstrukturen von Fuß und Hand sind bei guter Erhaltung an Fährten von Borgholzhausen und Winterswijk jedoch selten nachgewiesen und schuppenartig bedeckt.

Manus: Finger und Handflächen gut abgedrückt und Handumriß deutlich erkennbar. Handfläche dreieckig. Fingerwinkel ca. 60° bei I-IV, und 105° zwischen I-V. Phalangenformel 2, 3, 3, 4, 2 (Demathieu & Oosterink 1983, Diedrich 1998b).

Pes: gekrümmte Strahlen, meist nur die ersten vier Zehen eingedrückt (Abb. 3A). Zehe V nur am Kralleneindruck erkennbar und meist leicht nach außen gerichtete Zehenpolster manchmal erkennbar, wodurch sich die Phalangenformel 2, 3, 3, 4, (2 ?) ermitteln läßt (Diedrich 2001c). Der Zehenwinkel (I-IV) ist mit ca. 30° recht klein.

Fährte: Nach Diedrich (2000b) besitzt die hier nicht vorliegende Fährte einen breiten Schrittwinkel von ca. 110°. Fuß neben oder schräg vor der Hand gelegen (Übertreten). Verhältnis Doppelschritt/Gangbreite = 1/2,5.

Diskussion der Fährte

Als Erzeuger kommt vor allem der mitteltriassische *Macrocnemus bassanii* Nopcsa (vgl. Peyer 1937) in Betracht, der mit fast kompletten Skelettfunden aus der alpinen Mitteltrias (Brinkmann 1994), aber auch möglicherweise mit Schädelfunden aus dem Unteren Muschelkalk von Winterswijk (Niederlande) bekannt geworden ist (vgl. Oosterink 1986). Die Extremitätenanatomie sowie Grösse von *Macrocnemus* stimmen mit der Metrik von Fährten von *Rhynchosauroides* deutlich überein. Eine detaillierte Studie über den Fährtenerzeuger von *Rhynchosauroides* ist in Arbeit.

Ichnogenus *Procolophonichnium* Nopcsa 1923

Procolophonichnium haarmuehlensis (Holst, Smit & Veenstra 1970) Abb. 3B, 4B

*1970 *Rhynchosauroides haarmühlensis.* – Holst, Smit & Veenstra: 160-165, figs. 1-8.

1983 *Procolophonichnium winterswijkense.* – Demathieu & Oosterink: 13, Abb. 8, 33-50.

1998a *Procolophonichnium winterswijkense* Demathieu & Oosterink. – Diedrich: 78.

2000b *Procolophonichnium winterswijkense* Demathieu & Oosterink. – Diedrich: 383, Abb. 4, 6A-D.

Material

18 Einzeleindrücke, Osnabrück-Westerberg, GPI Nr. B4B. – Os19-24.

Stratigraphische Verbreitung

P. haarmuehlensis ist vom obersten Röt über den mittleren Unteren Wellenkalk (muW1B, C)

©Naturwissenschaftlicher Verein Osnabrück e.V.

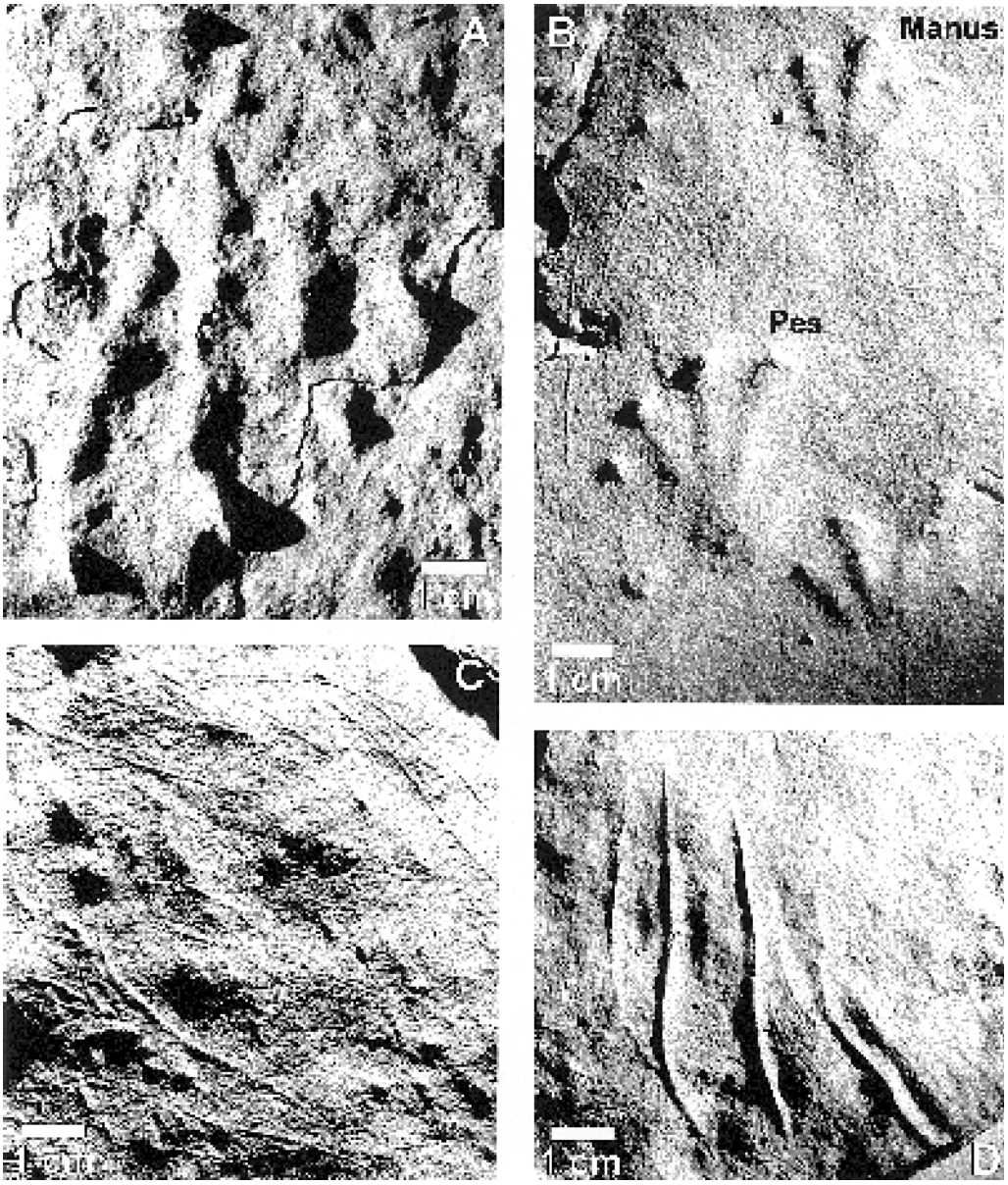


Abb. 3. A: *Rhynchosauroides peabodyi* (Faber), linker Manus-Eindruck (Negativ), Fährtenbereich I (muW1C-Top), Fährtenhorizont VII, Osnabrück-Westerberg, GPI Nr. – B4B. 10 – Os 4.
B: *Procolophonichnium haarmuehlensis* (Holst, Smit & Veenstra), Manus und Pes-Eindrücke (Negativ), Fährtenbereich I (muW1C-Top), Fährtenhorizont II, Osnabrück-Westerberg, GPI Nr. – B4B. 10 – Os 22.
C: Kratzspuren (Negativ), Fährtenbereich I (muW1C-Top), Fährtenhorizont VI, Osnabrück-Westerberg, GPI Nr. – B4B. 10 – Os 25.
D: Schleifspuren (Negativ), Fährtenbereich I (muW1C-Top), Fährtenhorizont I, Osnabrück-Westerberg, GPI Nr. – B4B. 10 – Os 16.

©Naturwissenschaftlicher Verein Osnabrück e.V.

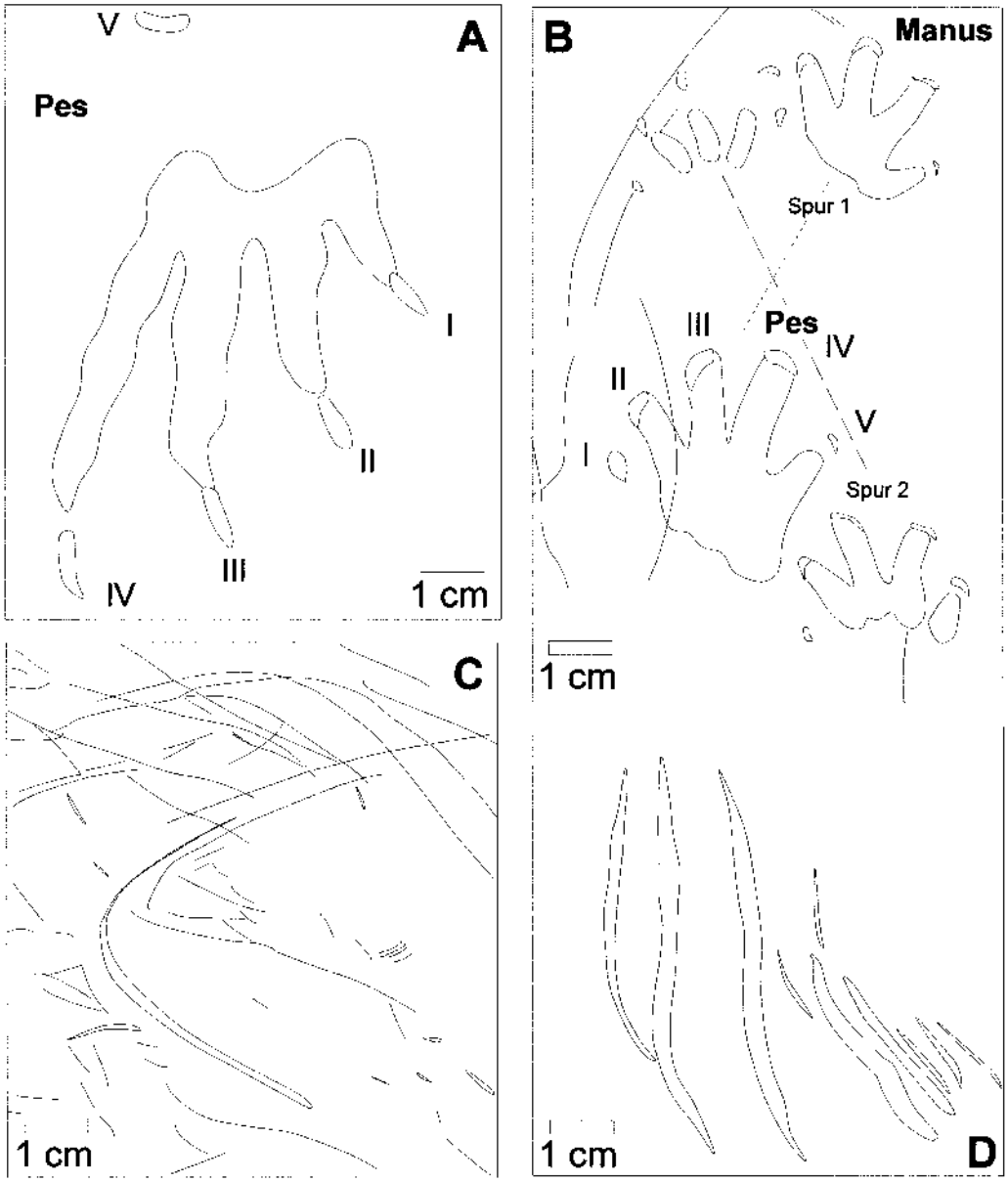


Abb. 4: Umzeichnungen der Spuren von Abb. 3.
A: *Rhynchosauroides peabodyi* (Faber), linker Manus-Eindruck (Negativ), Fährtenbereich I (muW1C-Top), Fährtenhorizont VII, Osnabrück-Westerberg, GPI Nr. – B4B. 10 – Os 4.
B: *Procolophonichnium haarmuehlensis* (Holst, Smit & Veenstra), Manus und Pes-Eindrücke (Negativ), Fährtenbereich I (muW1C-Top), Fährtenhorizont II, Osnabrück-Westerberg, GPI Nr. – B4B. 10 – Os 22.
C: Kratzspuren (Negativ), Fährtenbereich I (muW1C-Top), Fährtenhorizont VI, Osnabrück-Westerberg, GPI Nr. – B4B. 10 – Os 25.
D: Schleifspuren (Negativ), Fährtenbereich I (muW1C-Top), Fährtenhorizont I, Osnabrück-Westerberg, GPI Nr. – B4B. 10 – Os 16.

©Naturwissenschaftlicher Verein Osnabrück e.V.

und die Oolith-Zone (muOo) bis zum basalen Mittleren Wellenkalk (muW2A) (Bithyn/Pelson) Unterer Muschelkalk, Anis, Trias bekannt (Diedrich 1998b, c, 2000b, 2001b).

Geographisches Vorkommen
P. haarmuehlensis konnte im westlichen Germanischen Becken am Nordrand der Rheinischen Masse nachgewiesen werden: Winterswijk (Niederlande) (Faber 1958, Oosterink 1976, 1986, 1988, Dematheiu & Oosterink 1983, 1988), Osnabrück, Bissendorf, Handarpe, Eistrup (Osnabrücker Bergland, Diedrich 2000a, c), im Teutoburger Wald bei Dissen, Borgholzhausen (Diedrich 1997, 1998a, b, 2000a) und Wichlinghausen (Diedrich 1998b) sowie am Westrand der Vindelizischen Masse in Thüringen in Geilsdorf (Diedrich 2001a).

Beschreibung
Auch hier wurden an den wenigen Eindrükken keine Hautstrukturen auf den Sohlenflächen beobachtet. Oftmals sind nur die mittleren drei Kralleneindrücke vorhanden („Krallen-Eindruck“ nach Diedrich 1998d).

Manus und Pes (Abb. 3B) sind pentadactyl und besitzen gerade Strahlen mit Ausnahme von III und IV, die manchmal leicht nach außen gekrümmt sind. Eine zunehmende Länge der Strahlen von I nach IV ist festzustellen. Der Strahl IV ist ähnlich lang wie III, wobei ein großer Winkel zwischen den Strahlen vorhanden ist. Die Vorderextremität erscheint etwas kleiner als die Hinterextremität (Abb. 3B). Spitze, tief eingedrückte und gebogene Krallen sind ein typisches Charakteristikum dieser Fährten.

Manus: Diese ist meist nur schwach eingedrückt. Lediglich die Strahlen II, III und IV sind deutlich sichtbar. Die letzten Phalangen bilden ein deutliches Relief ab, welches auf eine Digitigradie der Hand hinweist.

Pes: Er ist etwas deutlicher eingedrückt als der Vorderfuß, erscheint damit mehr semi-plantigrad als plantigrad. Die Ferse ist konvex nach hinten abgedrückt.

Fährte: Eine solche konnte am Westerberg noch nicht kartiert werden. An anderen Fundstellen (Winterswijk: Dematheiu & Oosterink 1988) besitzt sie einen breiten Schrittwinkel von 80-120°. Das Verhältnis zwischen Doppelschritt und Gangbreite ist = 1. Die Hand liegt bei „normalem“ Gang vor dem Fuß leicht versetzt. Die typischen Schwanzschleifspuren, die hier nicht nachgewiesen werden konnten, bestehen aus meist zwei sehr feinen, parallelen, sinusförmigen Linien, die unterbrochen sein können (Dematheiu & Oosterink 1983).

Diskussion der Fährte
Der Erzeuger dieses Fährtentaxons wurde noch nicht eindeutig nachgewiesen, dürfte aber höchstwahrscheinlich nach den Recherchen von Dematheiu & Oosterink (1983) ein kleiner Procolophonide sein.

6 Diskussion

Das gesamte Profil im südlichen Steinbruch am Westerberg kann nicht an einer einzigen Stelle im Steinbruch komplett aufgenommen werden. Mächtigkeitsschwankungen zu den Profilen des Westerberges von Langer (1989) oder May (1996, übernommen von Langer 1989) im Bereich der Oolith-Zone (4 m bei May, 5 m in dieser Arbeit) sind höchstwahrscheinlich auf die schlechten Aufschlussbedingungen im Bereich der Unteren Oolith-Bank zurückzuführen, da überhalb dieser Bank etwa 1-2 m Schutt an der Steinbruchwand liegen. An einer Stelle, die etwas freigeräumt wurde, liessen sich in dieser Arbeit die Schichtmächtigkeiten ermitteln. Ähnliche Probleme ergeben sich für den Bereich muW2, da hier der hangende Profilabschnitt

©Naturwissenschaftlicher Verein Osnabrück e.V.

im Steinbruch selbst hinüber zum Profil des Steinbruchzuweges korreliert werden musste. Dieses kann aber problemlos anhand der drei mächtigen Gelbkalkbänge im muW2A geschehen, die auch im Botanischen Garten (nördlicher Steinbruch) sehr gut aufgeschlossen sind.

Die starke Dominanz von gelblichen bis eidottergelben Dolomiten im Profil vom Westerberg zeigt eine starke Nähe zu supratidalen Ablagerungen der Sabkha-Fazies, also zu Bereichen die der Salzmarsch entsprechen. Die Fährten befinden sich in den trokkenrißdurchzogenen Laminiten, Bildungen von Mikrobenmatten, die teilweise in diese Gelbkalke eingeschaltet sind oder diese unterlagern und im Intertidal des Karbonatwattes gebildet wurden (Diedrich 1998a, 2000b). Graue, bioturbate, von *Rhizocorallium* und *Thalassinoides* sowie *Planolites* durchzoge Mergel weisen auf subtidale Flachwasserbedingungen hin (Thiele 1990, Rosenfeld & Thiele-Papke 1995, May 1996). Die wenigen, sehr dünnen Schillhorizonte und Oolithe sind Barrenbildungen, die dem Wattbereich vorgelagert waren (Thiele 1990, Rosenfeld & Thiele-Papke 1995, May 1996).

Osnabrück lag (insbesondere durch die Dominanz von gelben Dolomitbänken angezeigt) somit zur Zeit des Unteren bis Mittleren Wellenkalkes am Rande des subtropischen Germanischen Muschelkalkmeeres, einem Randmeer, in dem leichte Meeresspiegelschwankungen auftraten. Drei solche Schwankungszyklen werden deutlich durch die Fährtenführung angezeigt. Die Fährtenbereiche und Gelbkalke repräsentieren jeweils den Meeresspiegeltiefststand (vgl. Rosenfeld & Thiele-Papke 1995). Für solche Schwankungen sind vor allem tektonische Parameter zur Zeit des Unteren Muschelkalkes verantwortlich, insbesondere durch Absenkungen des Beckenzentrums (Knaust 1998b). Diese zeichnen sich ebenfalls in den Sedimenten am Westerberg ab, nämlich in den Seismiten. Solche Seismite sind submarine Gleitmassen von unverfestigtem Schlamm oder bereits teilweise frühverfestigten Sedimenten und wurden mit denselben Strukturen auch in anderen Schichten des Unteren Muschelkalkes im Germanischen Becken beschrieben (vgl. Knaust 1998b). Diese Slumps bilden entweder Würgetexturen oder bis zu Meter große linsenartige Phacoide (vgl. Knaust 1998b). Ein solcher Phacoid ist am Westerberg kurz oberhalb des Fährtenbereiches II an der Basis des muW2B angeschnitten (Profil Abb. 2b).

Am Fundplatz Westerberg sind dreizehn Fährtenhorizonte in drei Fährtenbereichen festgestellt worden (Abb. 2). Im Fährtenbereich I des muW1C-Top wurden neun fährtenführende Horizonte ermittelt. *R peabodyi* ist hier in den Horizonten IV-VII, *P. haarmuehlensis* in den Horizonten I-II und VI vertreten. Feine Schleifspuren treten im Horizont I-III, V-VI und IX auf, Kratzspuren im Horizont V und VIII. Im Fährtenbereich II des muW2A-Top sind zwei Horizonte festgestellt worden. Hier traten im Horizont I und II *R. peabodyi* auf, *P. haarmuehlensis* nur im Horizont I. Der Fährtenbereich III am muW2B-Top lieferte zwei Horizonte, in denen jeweils Einzeleindrücke von *R. peabodyi* nachgewiesen werden konnten.

Wie in Borgholzhausen und Wichlinghausen (Diedrich 1997, 1998c, d, 2001c) schließen sich auch in Osnabrück die Fährtentypen *P. haarmuehlensis* und *R. peabodyi* fast immer gegenseitig in den Fährtenhorizonten aus. *P. haarmuehlensis* und *R. peabodyi* sind an unterschiedliche Faziesbereiche innerhalb des Karbonatwattes gebunden, wobei eine Überlagerung dieser Bereiche zeitweilig zu beobachten ist.

Diese Überlagerung kommt durch die Gezeitenbeeinflussung zustande, die gleichzeitig für die Konservierung der Fährten verant-

©Naturwissenschaftlicher Verein Osnabrück e.V.

wortlich ist. Mit der Überflutung der Karbonatwatte wurde zuerst eine Kratz- und Schleifspuren-Ichnofazies von *R. peabodyi* (Schwimmeindrücke, Schwimmhauteindrücke, *Undichnia* isp.) hinterlassen. Mit sinkendem Wasserspiegel bildete sich eine *R. peabodyi*-Ichnofazies mit Fährtenerhaltungen vom Normal- bis Sohlstrukturen-Eindruck. Schließlich erschienen bei Trockenfallen des Watts kleinere terrestrische Reptilien und hinterließen die *P. haarmuehlensis*-Ichnofazies (Diedrich 1998d, 2001c).

Der Erzeuger von *R. peabodyi* hinterließ in den feuchten bis nassen Schlämmen Einzeleindrücke, Fährten oder Kratzspuren. Die Kratzspuren deuten auf eine seichte Wasserbedeckung, da sie in Resttümpeln oder Prielen von schwimmenden Reptilien erzeugt wurden. Demnach und nach den Körpergrößenangaben von Diedrich (2001c) muß es sich um ein bis zu 1,5 m großes Reptil handeln. Der Erzeuger war möglicherweise *Macrocnemus bassanii* Nopcsa. Schädelreste dieser Reptilien sind im Unteren Muschelkalk (Oolith-Zone) von Winterswijk belegt (vgl. Oosterink 1986). Die teilweise extrem hohe Spurendichte innerhalb einiger Fährtenhorizonte weist das Karbonatwatt als primären Lebensraum dieser Reptilien aus, die sich auf den periodisch trockenfallenden Karbonatflächen aufhielten und in den Resttümpeln, Prielen und der Lagune intensiv nach Nahrung suchten.

P. haarmuehlensis wird meist auf supratidalen Sedimenten der Sabkha (Gelbkalke) und schon entwässerten oder nur noch leicht feuchten Laminiten des Intertidals an allen Fährtenfundstellen angetroffen. Aus diesem Grund, sowie dem geringen Körpergewicht der nur 40-60 cm großen Reptilien finden sich fast ausschließlich die mittleren Strahlen oder Nageleindrücke aber keine gut abgedrückten vollständigen Eindrücke mit allen Strahlen. Nach den Befunden wurden die Spuren von einem terrestrischen kleinen Reptil, möglicherweise einem Procolophoniden (Haubold 1984, Demathieu & Oosterink 1983), erzeugt.

Nach aktuellen multistratigraphischen Studien in den Niederlanden (Diedrich 2001b), dem Osnabrücker Bergland und dem mittleren Teutoburger Wald (Diedrich 2000b) lassen sich die Wirbeltier-Fährtenhorizonte, trotz ihrer Faziesabhängigkeit im Bereich der ehemaligen küstensäumenden Karbonatwatten, im Unteren Muschelkalk erstmals korrelieren und sind sehr bedeutend für die Bio- und Sequenzstratigraphie. Sie werden eine erste Korrelation von terrestrisch beeinflußten Bereichen wie in Winterswijk zu mehr marin beeinflußten Profilen im Osnabrücker Bergland und Teutoburger Wald ermöglichen. Hierbei wird das Megatracksite-Modell (Lockley & Pittman 1989, Meyer 1993) von Bedeutung sein, um regionale Fährtenhorizonte von weit korrelierbaren Megatracksites unterscheiden zu können. Die Fährten finden sich immer in den mit Trockenrissen durchsetzten Algenlaminiten oder teilweise sogar in feingeschichteten trockenrißdurchzogenen Gelbkalken.

Die bisher bekannte Fährtenführung im Unteren Muschelkalk des Osnabrücker Berglandes ist nach Diedrich (2000b) und den Neufunden vom Westerberg in Abb. 5 zusammengefaßt und wird in den nächsten Jahren sicherlich durch weitere Fundhorizonte und Megatracksites ergänzt. Insgesamt zeichnen sich bereits drei Megatracksites in den Fährtenbereichen I-III ab. Zu den Fährtenbereichen IV-V fehlen zu den Horizonten am Westerberg noch zeitgleiche Fährtenfundstellen im Osnabrücker Bergland.

Erst nach der Aufnahme zahlreicher Profile und Korrelation der Fährtenbereiche nicht nur im Osnabrücker Bergland können genaue Aussagen zu den Megatracksites im

©Naturwissenschaftlicher Verein Osnabrück e.V.

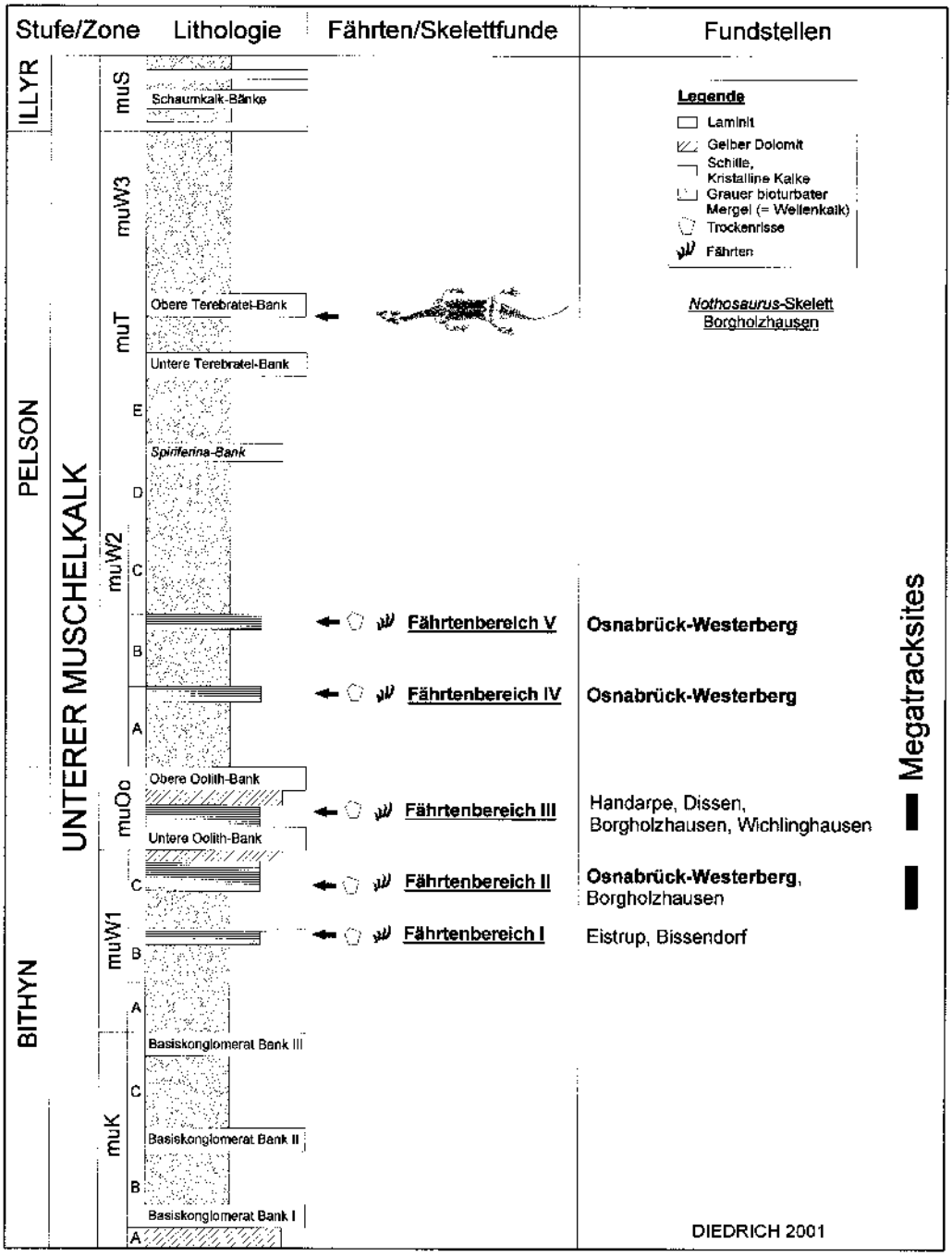


Abb. 5: Stratigraphisches Auftreten von Tetrapodenfährten im Unteren Muschelkalk (Mitteltrias) des Osnabrücker Berglandes und Megatracksites im Bereich der Oolith-Zone.

©Naturwissenschaftlicher Verein Osnabrück e.V.

Unteren Muschelkalk gemacht werden. Nach den bisherigen Funden können die Fährtenbereiche unterhalb und in der Oolith-Zone mit Sicherheit als Megatracksite angesprochen werden (Abb. 4). Auch die Fährtenbereiche muW1B-Top und muW1C-Top zeichnen sich im Osnabrücker Bergland aufgrund ihrer weiten isochronen Verfolgbarkeit als Megatracksites ab.

Anhand der Fährten läßt sich ein Karbonatwattgürtel am Rande des ehemaligen Festlandes der Rheinischen Masse genau kartieren. Die Wirbeltierfährten *R. peabodyi* und *P. haarmuehlensis* sind nun von neun Fundstellen am Nordrand der Rheinischen Masse im Unteren Muschelkalk neben seltenen anderen Ichnotaxa bekannt. Die Fundstellen Winterswijk (Demathieu & Oosterink 1983, Oosterink 1986) und Haarmühle/ Westf. (Holst, Smit & Veenstra 1970) befinden sich westlich der Hunte-Schwelle. Auf der Schwelle wurden die neuen Fundstellen Handarpe, Osnabrück-Westerberg, Eistrup und Bissendorf lokalisiert (Diedrich 2000b). Die Fundstellen Dissen und Borgholzhausen (Diedrich 1997, 1998a, b, d) sowie Wichlinghausen (Diedrich 1998c, d, 2000a,b) liegen östlich dieser Schwelle am Rande der Bielefelder Bucht. Erste Funde aus der Oolith-Zone von Thüringen (Diedrich 2001a) sind von großer Bedeutung, da damit Fährten auch erstmals am Rande der Vindelizischen Festlandsmasse belegt sind.

Die Prospektion und Erforschung weiterer Fundstellen zwecks paläogeographischer Studien wird das Ziel zukünftiger Arbeiten sein. Sie ermöglicht die weitere Fazieskartierung des fährtenführenden Karbonatwattgürtels, außerdem die Kartierung von Wirbeltierfährten-Ichnotaxa nicht nur im Osnabrücker Bergland, sondern im gesamten Germanischen Becken.

Dank

Die Aufnahme der wenigen Belegfährten vom Westerberg erfolgte durch das Geologisch-Paläontologische Museum der Universität Münster, wofür ich Herrn Dr. M. Bertling danken möchte. Dem Museum am Schölerberg, insbesondere Frau A. Leipner, und der Stadt Osnabrück danke ich für die Projektunterstützung. Ein kritisches Review des Manuskriptes erfolgte dankenswerterweise durch Herrn Dr. F.-J. Harms (Forschungsinstitut Senckenberg) und Herrn Priv.-Doz. Dr. Ch. Meyer (Naturhistorisches Museum Basel).

Literatur

Brinkmann, W. (1994): Paläontologisches Museum der Universität Zürich. – Verl. Uni. Zürich: 108 S; Zürich.

Demathieu, G. & Oosterink, H. W. (1983): Die Wirbeltier-Ichnofauna aus dem Unteren Muschelkalk von Winterswijk (Die Reptilfährten aus der Mitteltrias der Niederlande). – Staringia, 7: 1-51; Winterswijk.

– (1988): New discoveries of ichnofossils from the Middle Triasic of Winterswijk (the Netherlands). – Geol. Mijnb., 67 (1): 3-17; Dordrecht.

Diedrich, C. (1997): Erste Ausgrabungsergebnisse einer neuen Wirbeltierfährtenfundstelle aus der Oolith-Zone (Bithyn, Unterer Muschelkalk) von Borgholzhausen (Teutoburger Wald, NW-Deutschland). – Terra Nostra, 97 (7): 42, 138; Daun.

– (1998a): Saurier und Saurierfährten im „Triassic Park“ von Borgholzhausen. – Heimatjahrb. Kr. Gütersloh, 1998: 74-78; Gütersloh.

– (1998b): Stratigraphische Untersuchungen der Ichnofaziestypen einer neuen Wirbeltierfährtenfundstelle aus dem Unteren Muschelkalk des Teutoburger Waldes, NW-Deutschland. – N. Jb. Geol. Paläont., Mh, 1998 (10): 626-640; Stuttgart.

©Naturwissenschaftlicher Verein Osnabrück e.V.

– (1998c): Vertebrate tracks of the Oolith-Zone (Bithyn, Lower Muschelkalk) from the middle Teutoburger Wald (NW-Germany) and their stratigraphical and palaeogeographical significance. – Hall. Jb. Geowiss., B, 5: 36-37; Halle/Saale.
– (1998d): Vertebrate track ichnofacies types of the Oolith member (Lower Muschelkalk, Middle Triassic) in the central Teutoburger Wald (NW-Germany) and their stratigraphical, facial and palaeogeographical significance. – Zbl. Geol. Paläont., I, 1998 (7-8): 1-15; Stuttgart.
– (2000a): New vertebrate track sites in the Lower Muschelkalk of the western Germanic Basin. – In: Sachs, S. & Windolf, R. (Hrsg.): First Symposium on European Dinosaurs, 14-18 March: 8-9; Düsseldorf.
– (2000b): Neue Wirbeltierfährten aus dem Unteren Muschelkalk (Mitteltrias) des Osnabrücker Berglandes und Teutoburger Waldes (NW-Deutschland) und ihre stratigraphische und paläogeographische Bedeutung im Germanischen Becken. – N. Jb. Geol. Paläont., Abh., 217 (3): 369-395; Stuttgart.
– (2001a): Wirbeltierfährten aus dem Unteren Muschelkalk von Geilsdorf (Thüringen). – N. Jb. Geol. Paläont., Mh., (im Druck).
– (2001b): Vertebrate track bed stratigraphy of the Upper Bunter and basal Lower Muschelkalk (Middle Triassic) of Winterswijk (East Netherlands). – Neth. J. Geosc. (im Druck).
– (2001c): Die Wirbeltierfährtenfundstelle Borgholzhausen (Teutoburger Wald, NW-Deutschland) aus der Oolith-Zone (Bithyn, Unterer Muschelkalk). – Pal. Z., (im Druck).
– & Oosterink, H. (2000): Bergings- en Documentatietechniek van *Rhynchosauroides peabodyi* (Faber) – Saurierspоren op de Grens Boven-Bontzandsteen/Onder Muschelkalk van Winterswijk. – Grondb. Hamer, 54 (6): 125-130; Maastricht.
Faber, F. J. (1958): Fossiele voetstappen in de Muschelkalk van Winterswijk. – Geol. Mijnb., NS, 20: 317-321; s'-Gravenhage.
Feldwisch-Drentrup, H. (1979): Der Dom zu Osnabrück. – In: Römisch Germanisches Zentral-Museum (Hrsg.): Führer zu vor- und frühgeschichtlichen Denkmälern. Bd. 43. Das Osnabrücker Land II. Beitr. Gesch. Kunstgesch. Stadt Osnabrück:31-43; Mainz.
Gerdes, G., Krumbein, W.E. & Holtkamp, E. (1985): 11. Salinity and Water Activity Related Zonation of Microbial Communities and Potential Stromatolites of Gavish Sabkha. – Ecological Studies, 53. In: Friedmann, G.M. & Krumbein, W.E. (eds.): Hypersaline Ecosystems; Springer-Verlag Berlin-Heidelberg, 186-217.
Götz, A. & Feist-Burkhardt, S. (1999): Sequenzstratigraphische Interpretation der Kleinzyklen im Unteren Muschelkalk (Mitteltrias, Germanisches Becken). – Zbl. Geol. Paläont., I 1997 (7-9): 1205-1219; Stuttgart.
Groetzner, J.-P. (1984): Unterer und Mittlerer Muschelkalk. – In: Klassen, H. (Hrsg.): Geologie des Osnabrücker Berglandes: 153-168; Osnabrück.
Harms, F.-J. (1994): Streichen, Einfallen und Klüftung der Schichtfläche. – Schriftenr. Bot. Gart. Osnabr., 6: 24-26; Osnabrück.
Haubold, H. (1984): Saurierfährten. – 2. Auflage, 231 S.; Wittenberg-Lutherstadt, Ziemsen Verlag.
Holst, H. K.H., Smit, J. & Veenstra, E. (1970): Lacertoid footprints from the early Middle Triassic at Haarmühle, near Alstätte, W. Germany. – Proc. kon. Ned. Akad. Wet., B, 73 (2): 157-165; Amsterdam.
Klassen, H. (Hrsg.) (1984): Geologie des Osnabrücker Berglandes. – 672 S.; Osnabrück.
Knaust, D. (1998a): Trace fossils and ichnofabrics on the Lower Muschelkalk carboante ramp (Triassic) of Germany: tool for high resolution sequence stratigraphy. – Geol. Rundsch., 87: 21-31, Stuttgart.
Knaust, D. (1998b): Signatures of tectonically controlled sedimentation in Lower Muschelkalk carbonates (Middle Triassic) of the Germanic Basin. – Zbl. Geol. Paläont., I, 1998 (9-10): 893-924; Stuttgart.
Langer, A. (1989): Lithostratigraphische, technologische und geochemische Untersuchungen im Muschelkalk des Osnabrücker Berglandes. – Mitt. Geol. Inst. Uni. Hannover, 29: 1-114; Hannover.
Langer, A. & Bosbach, K. (1994): Geologie des Botanischen Gartens Osnabrück. – Schrif-

©Naturwissenschaftlicher Verein Osnabrück e.V.

tenreihe des Botanischen Gartens Osnabrück, 6: 1-40; Osnabrück.

Lockley, M.G. & Pittman, J.G., 1989. The Megatracksite Phenomenon: implications for Paleoecology, Evolution and Stratigraphy. – J. Vert. Paleont. 9: 30A, Lawrence.

Maidwell, F.T. (1911): Notes on footprints from the Keuper of Runcorn Hill. – Proc. Liverpool geol. Soc. 11 (2): 140-152; Liverpool.

May, A. (1996): Mikrofazies und Zyklizität der Wellenkal-Formation (Unterer Muschelkalk) von Osnabrück (Norddeutschland). – Zbl. Geol. Paläont., I, 1996 5/6: 521-532; Stuttgart.

Meyer, C.A. (1993): A sauropod megatracksite from the Late Jurassic of Northern Switzerland. – Ichnos, 2: 1-10, Newark.

Middelberg, W. (1994): Zur jüngeren Geschichte des Steinbruchs. – Schriftenr. Bot. Gart. Osnabr., 6: 7-10; Osnabrück.

Müller, K. (1979): Die Osnabrücker Landwehr. – In: Römisch Germanisches Zentral-Museum (Hrsg.): Führer zu vor- und frühgeschichtlichen Denkmälern. Bd. 43. Das Osnabrücker Land II. Beitr. Gesch. Kunstgesch. Stadt Osnabrück: 98-104; Mainz.

Nopcsa, F. von (1923): Die Familien der Reptilien. – Fortschr. Geol. Paläont., 86: 1-210, Stuttgart.

Oosterink, H. W. (1976): Fossiele voetstappen in de eerste Muschelkalkgroeve van Winterswijk. – Grondb. Hamer, 30 (5): 130-144; Winterswijk.

– (1986): Winterswijk, Geologie Deel II. De Trias-periode (geologie, mineralen, en fossielen. – Wetenschap. Med. Konink. Nederl. Natuurhist. Ver., 178: 120 S.; Hoogwoud.

– (1988): Voetsporen van reptielen en amfibieen uit de Winterswijkse Muschelkalk. – Grondb. Hamer, 42 (3/4): 69-78; Winterswijk.

Peyer, B. 1937. Die Triasfauna der Tessiner Kalkalpen. XII. *Macrocnemus bassani* Nopcsa. – Abh. Schweiz. Paläont. Ges. 59, 3-140, Genf.

Poppe, R. (1979a): Die mittelalterlichen Kirchen Osnabrücks. – In: Römisch Germanisches Zentral-Museum (Hrsg.): Führer zu vor- und frühgeschichtlichen Denkmälern. Bd. 43. Das Osnabrücker Land II. Beitr. Gesch. Kunstgesch. Stadt Osnabrück: 44-59; Mainz.

– (1979b): Wohnbauten des Adels und des Bürgertums in Osnabrück. – In: Römisch Germanisches Zentral-Museum (Hrsg.): Führer zu vor- und frühgeschichtlichen Denkmälern. Bd. 43. Das Osnabrücker Land II. Beitr. Gesch. Kunstgesch. Stadt Osnabrück: 75-91; Mainz.

Regteren Altena, van C. O. (1958): Kritische opmerkingen over *Chirotherium peabodyi* Faber. – Geol. Mijnb., NS, 20: 447-448; s'-Gravenhage.

Rosenfeld, U. & Thiele-Papke, I. (1995): Zur Mikrofazies im Unteren Muschelkalk am Nordrand der Rheinischen Masse (Truias, NW-Deutschland). – N. Jb. Geol. Paläont., Abh., 198 (1/2): 197-221; Stuttgart.

Rosenfeld, U. & Thiele, I. (1992): Der untere Muschelkalk am Nordrand der Rheinischen Masse – Fazies und Mächtigkeiten. – N. Jb. Geol. Paläont., Mh, 1992 (8): 487-512; Stuttgart.

Schulz, M. G. (1972): Feinstratigraphie und Zyklengliederung des Unteren Muschelkalkes in Nord-Hessen. – Mit. Geol. Paläont. Inst. Uni. Hamburg, 41: 133-170; Hamburg.

Switala, B. (1979): Die mittelalterlichen Wehranlagen der Stadt Osnabrück. – In: Römisch Germanisches Zentral-Museum (Hrsg.): Führer zu vor- und frühgeschichtlichen Denkmälern. Bd. 43. Das Osnabrücker Land II. Beitr. Gesch. Kunstgesch. Stadt Osnabrück: 92-97; Mainz.

Thiele, I. (1990): Der Untere Muschelkalk am Nordrand der Rheinischen Masse. – 112 S.; Münster (unveröffentlichte Dissertation).

Warnecke, E.F. (1979): Burg Holte. – In: Römisch Germanisches Zentral-Museum (Hrsg.): Führer zu vor- und frühgeschichtlichen Denkmälern. Bd. 44. Das Osnabrücker Land III: 122-125; Mainz.

Ziegler, P.A. (1990): Geological Atlas of Western and Central Europe. – 239 S.; Amsterdam, Shell IPM.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Osnabrücker Naturwissenschaftliche Mitteilungen

Jahr/Year: 2001

Band/Volume: 27

Autor(en)/Author(s): Diedrich Cajus G.

Artikel/Article: Feinstratigraphische Untersuchungen der Wirbeltierfährtenhorizonte des Unteren Muschelkalkes am Westerberg in Osnabrück (NW-Deutschland) 21-38