

37
H

Stuttgarter Beiträge zur Naturkunde

Serie B (Geologie und Paläontologie)

Herausgeber:

Staatliches Museum für Naturkunde, Rosenstein 1, D-7000 Stuttgart 1

Stuttgarter Beitr. Naturk.	Ser. B	Nr. 160	14 S., 6 Abb.	Stuttgart, 30. 4. 1990
----------------------------	--------	---------	---------------	------------------------

Ein tridactyles Trittsiegel aus dem Unteren Stubensandstein (Obere Trias, Nor) des Rühlenbachtales (Württemberg)

A tridactyl footprint from the
Lower Stubensandstein (Upper Triassic, Norian) of the
Rühlenbach valley (Württemberg)

Von Frank-Otto Haderer, Aichwald

Mit 6 Abbildungen

Summary

A grallatorid footprint with a relative short digit III and a very big interdigital angle is described from the Middle Keuper of the Rühlenbach valley (Württemberg). The trackmaker very probably is a coelurosaur with a restored skeleton of the foot similar to that of *Syntarsus* RAATH.

Zusammenfassung

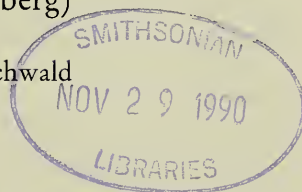
Ein grallatorides Trittsiegel mit einer relativ kurzen Zehe III und einem sehr großen Zehenvinkel wird beschrieben aus dem Mittleren Keuper des Rühlenbachtales (Württemberg). Der Fährtenerezeuger ist sehr wahrscheinlich ein Coelurosaurier mit einem rekonstruierten Fußskelett ähnlich demjenigen von *Syntarsus* RAATH.

Inhalt

1. Einleitung	1
2. Fundort und Fundumstände	2
3. Beschreibung und Vergleiche	5
4. Literatur	12

1. Einleitung

Die red-bed-Sedimente des Oberen Mittelkeupers, insbesondere des Vindelizischen Keupers, stellen mit ihrem Wechsel aus Sandsteinen, Tonsteinen und Steinmergeln eine typische Schichtenfolge dar, in welcher Tetrapodenfährten eigentlich häufiger vorkommen sollten als osteologische Reste dieser Tiere. Im Gegensatz zum Buntsandstein sind aber Fährtenreste aus dem Vindelizischen Keuper relativ selten



und osteologische Reste überwiegen. Für diese relative Fundarmut an Saurierfährten sind wahrscheinlich hauptsächlich zwei Gründe verantwortlich. Zum einen sind Fährten, in ihrer typischen Erhaltung in red-bed-Sedimenten als erhabene Ausfüllungen, in noch nicht freigewittertem Zustand mitunter schwer zu erkennen. Zum anderen ist die Fundarmut wohl auch auf die für solche Funde schlechten Aufschlußverhältnisse zurückzuführen (HADERER 1988).

Die mehrmalige Erwähnung von Fährtenhorizonten bei STOLL 1929 (S. 9, Nr. 12; S. 14, Nr. 11; S. 15, Nr. 8; S. 33; S. 42; S. 60, Nr. 3) entspricht schon eher der zu erwartenden Häufigkeit derartiger Reste.

Die in vorliegender Schrift beschriebene Fährtenplatte habe ich auf der Exkursion der Gesellschaft für Naturkunde in Württemberg, am 7. 5. 1989 auf die Frickenhofer Höhe beim Besuch eines Aufschlusses im Unteren Stubensandstein entdeckt.

Dank

Besonders danken möchte ich den Exkursionsleitern Dr. F. WURM und Dr. T. SIMON, beide Geologisches Landesamt, Stuttgart, sowie den anderen Exkursionsteilnehmern. Sie alle haben durch ihre tatkräftige Unterstützung die sofortige Bergung der Fährtenplatte ermöglicht. Herrn Dr. T. SIMON danke ich außerdem für seine freundliche Unterstützung bei der Profilaufnahme.

Herrn Dr. R. WILD, Staatliches Museum für Naturkunde in Stuttgart, danke ich sehr für seine Hilfsbereitschaft, wichtige Literatur und anregende Gespräche.

Wichtige Hinweise verdanke ich außerdem Herrn Dr. M. ÜRLICH, Herrn Dr. M. WARTH und Herrn Prof. Dr. K. D. ADAM, alle Stuttgart, Staatl. Museum für Naturkunde.

Herrn H. LUMPE, ebenfalls Staatl. Museum für Naturkunde, verdanke ich die Photographien der Abb. 2 und 3.

Herrn Prof. Dr. F. WESTPHAL, Institut für Geologie und Paläontologie der Universität Tübingen, danke ich für wichtige ältere Literatur.

Herrn Dr. G. DEMATHIEU, Institut des Sciences de la Terre de l'Université de Dijon, danke ich für wichtige Anregungen und neuere Literatur.

Besonders möchte ich auch meinen Eltern danken; meiner Mutter für die in bewährter Weise ausgeführte Reinschrift des Manuskripts und meinem Vater für die hervorragende Reinzeichnung des Profils Rühlenbachtal.

2. Fundort und Fundumstände

Auf der Exkursion der Gesellschaft für Naturkunde in Württemberg ins Gebiet der Frickenhofer Höhe und der Limpurger Berge unter Leitung von Herrn Dr. F. WURM und Herrn Dr. T. SIMON wurde im Rühlenbachtal, einem Seitental des ins Kochertal mündenden Krempelbachtals NE Seifertshofen, ein Aufschluß im Grenzbereich Unterer Stubensandstein/Obere Bunte Mergel (Basisletten BRENNERS 1973) besucht. Er befindet sich am rechten Ufer des Rühlenbaches ca. 100 m vor dessen Einmündung in den Krempelbach, bachabwärts direkt nach der den Rühlenbach querenden Talweg-Brücke. Die Schichtenfolge des Unteren Stubensandsteins besteht hier aus einer mehrere Meter mächtigen Tonsteinserie mit einzelnen eingeschalteten Steinmergel- und Sandsteinbänken (vgl. auch KANT 1969: Abb. 6). Die Schichtenfolge (Abb. 1) ist im einzelnen (aufgenommen am 31. 8. 1989 zusammen mit Herrn Dr. T. SIMON):

Unterer Stubensandstein

- >100 cm Sandstein, weißgrau, mittel- bis grobkörnig, schwach tonig, mürbe, kaolinitisch, mit millimeterdünnen Tonsteinlagen entlang von Schrägschichtungsblättern, Kreuzschichtung, einzelne Schichten bis 5 cm, Tonsteingerölle bis Ø 0,5 cm.
- 40 cm Tonstein, graugrün, auf Klüften rotbraun, untere 5 cm rotbraun, bei 10 cm von unten dunkelviolettblau (1 cm), brockelig, plattig, karbonatisch, Feinsandgehalt von unten nach oben stark zunehmend.
- 10 cm Sandstein, oben und unten grauviolett, in der Mitte weißgrau, fein- bis mittelkörnig, tonigkarbonatisch gebunden, an der Unterseite Scheifspuren etwa in NS-Richtung.
- 1 cm Tonstein, hellrotbraun, feinsandig, zu Ton und Schluff verwittert.
- 1 cm Sandstein, gelbgrau, feinkörnig.
- 7 cm Dolomit, grau, kalkig-mergelig, einzelne Schichten bis 2 cm mächtig, auf Schichtflächen glimmerig und feinsandig.
- 8 cm Tonstein, untere und obere Hälfte grauviolett, in der Mitte graugrün, feinsandig mit tonigen Feinsandsteinlinsen.
- 9 cm Sandstein, graugrün, feinkörnig, karbonatisch gebunden, tonsteinflaserig, an der Basis Rinne in SE-NW-Richtung, Breite 20 cm, Tiefe 7 cm, Tonsteinfasern grauviolett und in der Rinne vorwiegend graugrün.
- 40 cm Tonstein, untere 10 cm gelbgrau, mittlere 25 cm dunkelgrauviolett mit graugrünen Schlieren im oberen Bereich, obere 5 cm graugrün, feinschichtig mürb, stark feinsandig, Sandgehalt nach oben abnehmend.
- 30 cm Tonstein, untere Hälfte rotbraun, nach oben über schlierigen Bereich in graugrün übergehend, feinschichtig, unterer Bereich stark feinsandig, Feinsandgehalt nach oben stark abnehmend.
- 3 cm Sandstein, grauviolett, feinkörnig, stark tonig, vom liegenden Sandstein durchdrungen von der Lebensspur *Cylindricum grande* LINCK.
- 10 cm Sandstein (5 bis 12 cm), unterer Teil grau, oberer Teil grau und weißgrau gebändert, mittel- bis grobkörnig, karbonatisch gebunden, untere 2 cm schwach feinkiesig, *Cylindricum grande* LINCK die Bank vertikal querend.
- 7–18 cm Tonstein, grauviolett, untere 12 cm graugrün bei zunehmender Mächtigkeit, feinsandig, feinschichtig.
- 7–17 cm Sandstein, grau, fein- bis mittelkörnig, quarzitisch gebunden, zum Teil schräggeschichtet, an der Basis tonig-plattige Feinsandsteingerölle aus dem Liegenden, bei mächtigerer Ausbildung Bank zweigeteilt, oberer Bereich bis 5 cm und grobsandig.
- 4–8 cm Sandstein, gelbgrau, mittel- bis grobkörnig, sehr viel Quarzkörner, zum Teil feinkiesig, vereinzelt ganz erhaltene, rötliche Feldspäte, schwach quarzitisch, karbonatisch, obere 1 bis 2 cm stark tonig mit Feinsandsteinlinsen. Sandsteinbank keilt aus und geht in graugrünen Tonstein mit grauen Feinsandsteinlinsen über, welcher dann bis 4 cm mächtig wird. An der Basis Fährte, *Cylindricum*, Netzleisten.

Obere Bunte Mergel

- 2–5 cm Tonstein, graugrün, schwach feinsandig, feinschichtig.
- 20–23 cm Dolomit, grau, kalkig, stark tonig (Steinmergel), wellig gebankt, einzelne Bänke bis 5 cm, Oberseite wellig, scheinbarer Abstand der Hochpunkte 1,5 m in EW-Richtung, intensiv braune Schicht- und Kluftbeläge, stellenweise an der Basis rotbraune, kleine Flecken.
- 27–32 cm Tonstein, graugrün mit rostbraunen bis roten Flecken, besonders im oberen und unteren Bereich („Blutfleckenmergel“), feinschichtig.
- 12–17 cm Dolomit, kalkig, stark tonig (Steinmergel), grau mit rotbraunen bis roten Schlieren und Streifen, oft senkrecht angeordnet, Oberfläche wellig wie beim nächsten Dolomit im Hangenden, intensiv senkrecht geklüftet.
- 8 cm Tonstein, grau mit rotbraunen bis roten Flecken und Streifen („Blutfleckenmergel“), feinschichtig.

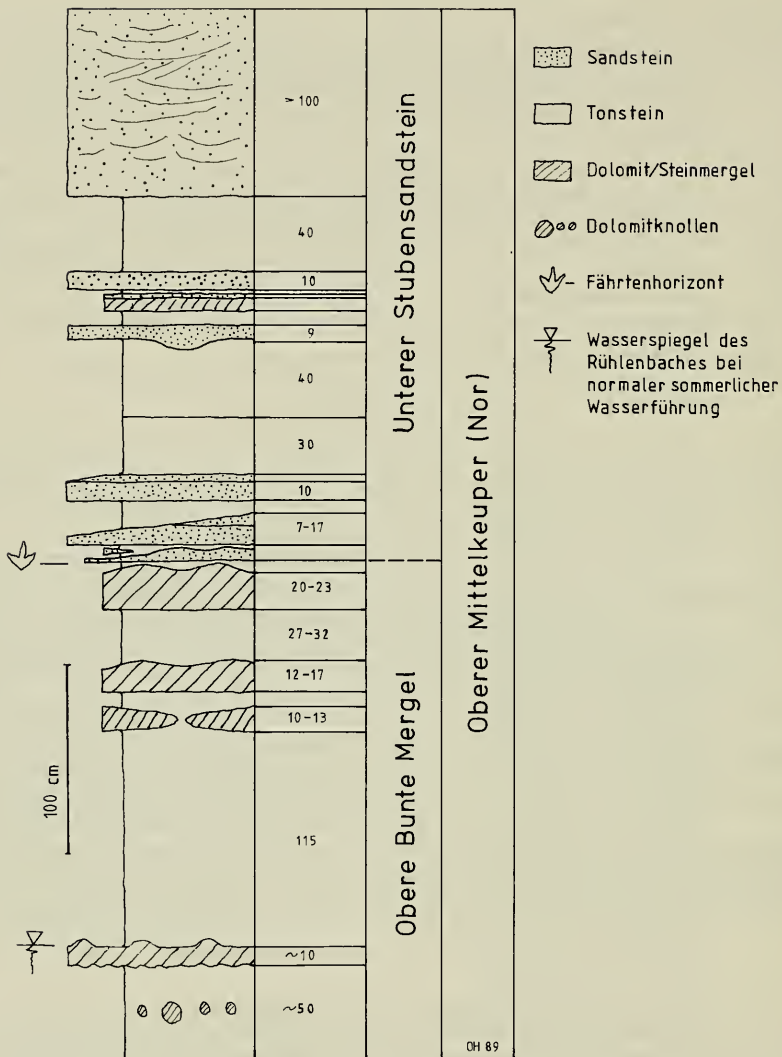


Abb. 1. Schichtenfolge im Grenzbereich Unterer Stubensandstein/Obere Bunte Mergel im Rühlenbachtal NE Seifertshofen (Blatt 7025 Untergrönigen, r = 62070, h = 20580). Mächtigkeitsangaben in cm.

- 10 bis 13 cm Dolomit, grau mit wenig rotbraunen bis roten Flecken, kalkig, tonig, in Linsen von ca. 2 m Länge, bis zur nächsten Linse 5 bis 10 cm Tonstein wie im Hangenden.
- 115 cm Tonstein, graugrün, feinplattig, untere 30 cm mit rotbraunen und roten Flecken.
- ca. 10 cm Dolomit, graugrün (Matrix) mit linsen- und knollenförmigem, weißem Calcit, Bankunterseite unregelmäßig wellig, Schichtoberseite von netzförmigen, 10–20 cm breiten und 5 bis 10 cm hohen Wülsten (Abstand ca. 50 cm) überzogen. Bank ist möglicherweise Caliche-Bildung.
- ca. 50 cm Tonstein, grau, rostbraun- bis rotfleckig, lagenweise Dolomitknollen bis Ø 10 cm, darunter wulstige Dolomitbank mit ca. 10 cm Mächtigkeit.

Die zu beschreibende Fährtenplatte (Abb. 2) lag im Fundzustand im Bett des Röhlenbaches, direkt unterhalb der untersten Sandsteinbank des Unteren Stubensandsteins. Der petrographische Aufbau entsprach genau dieser untersten Bank zusammen mit der hangenden Sandsteinbank. Schon bei der Bergung wurde die Hangendbank entlang des stark tonigen, 1 bis 2 cm mächtigen und mit Feinsandsteinlinsen durchsetzten oberen Bereichs der Liegendbank teilweise abgespalten.

Aufgrund dieser Fundumstände und Gegebenheiten ist der Fährtenhorizont genau bekannt. Es ist die Grenze Unterer Stubensandstein/Obere Bunte Mergel (Faziesgrenze). Das Trittsiegel wurde in den obersten Oberen Bunten Mergel eingetreten, bevor die an dieser Stelle erste Schüttung des Stubensandsteins es ausfüllte und als erhabene Ausfüllung bis heute konservierte.

Außer dem Fährtenhorizont ist in diesem Profil noch die als mögliche Caliche-Bildung beschriebene Dolomit-Bank im Niveau des Röhlenbach-Normalwasserspiegels bemerkenswert, entspricht aber durchaus den stratigraphischen Gegebenheiten dieses Gebietes (vgl. KANT 1969: 19).

3. Beschreibung und Vergleich

Die zu beschreibende Fährtenplatte weist im restaurierten Zustand die Maße 42 cm × 47 cm auf und ist 7 bis 8 cm mächtig. Die Hangendplatte wurde bei der Restauration vollends abgespalten. Aufgrund des Umstandes, daß die Fährtenplatte vermutlich lange Zeit im Röhlenbach gelegen hat, war diese teilweise sehr mürbe und zerbrach bei Bergung und Transport. Die zum Teil etwas schlierigen Klebefugen sind auf Abb. 2 erkennbar. Um dem Sandsteingefüge wieder die nötige Festigkeit zu geben, mußte die Fährtenplatte zuvor mit Zaponlack imprägniert werden.

Außer dem zu beschreibenden Trittsiegel sind auf der Fährtenplatte noch weitere Lebensspuren erkennbar, welche allerdings nicht mit dem Trittsiegel in Verbindung gebracht werden können. Ein flacher, gekrümmter Wulst auf der unteren Plattenhälfte, links neben dem Trittsiegel, wenig unterhalb der Mitte, kann nur als ein den liegenden Tonstein tangierender Grabgang gedeutet werden. Eine sich am linken Plattenrand erstreckende längliche, eingetiefte Struktur mit Längsrillen ist wohl der Abdruck eines Holzrestes. Auch kann auf der Platte mehrfach die Lebensspur *Cylindricum* LINCK 1948 beobachtet werden. So z. B. *Cylindricum* cf. *antiquum* (PLIENINGER 1845) zwischen Zehe II und III und *Cylindricum grande* LINCK 1961 laterad von Zehe IV.

Aufgrund der Umstände, daß tridactyle Trittsiegel wenig klassifikatorisch signifikante Merkmale aufweisen und daß nur ein einzelnes Trittsiegel vorliegt, kann dieses nur im Rahmen der offenen Namengebung zugeordnet werden. Wie die nachfolgenden paläoichnologischen und osteologischen Vergleiche zeigen, geschieht dies mit einer erweiterten Diagnose am zweckmäßigsten als

Ichnogenus cf. *Grallator* E. HITCHCOCK 1858

Typusart: *G. cursorius* E. HITCHCOCK 1858 (Amherst College collection, Massachusetts, U.S.A., Kat.-Nr. 4/1, Newark Supergroup).

Vorkommen: Obere Trias bis Unterer Jura (OLSEN & GALTON 1984, HADERER 1988).

Diagnose: „Three-toed footprint(s) . . . (which) has digits II, III and IV always impressing with digit III always the longest, and digits IV and II subequal in length. Occasionally, the tip of the claw on digit I impresses. There is never a manus impression“ (nach OLSEN & GALTON 1984).



Abb. 2. Stubensandstein-Platte mit tridactylem Trittsiegel aus dem Rühlenbachtal bei Seifertshofen (SMNS Nr. 56627).

Vorliegendes Material: Erhabene Ausfüllung des Trittsiegels eines linken Hinterfußes auf einer Sandsteinplatte. Die Platte wurde dem Staatlichen Museum für Naturkunde in Stuttgart übergeben (SMNS Inv.-Nr. 56627).

Fundort: Rühlenbachtal NE Seifertshofen, Süddeutschland. Der Rühlenbach ist ein Seitenbach des in den Kocher zwischen Sulzbach-Laufen und Untergröningen einmündenden Krempelbaches.

Fundschicht: Unterer Stubensandstein (Obere Trias, Nor), an der Grenze Obere Bunte Mergel/Unterer Stubensandstein.

Beschreibung. – Das vorliegende Trittsiegel (Abb. 3) ist rein tridactyl und weist eine Gesamtlänge von 15,5 cm und eine Gesamtbreite von 14 cm auf. Zehe II und Zehe III sind max. 1,8 cm über die Plattenoberfläche erhaben, Zehe IV hingegen nur max. 1,4 cm. Dennoch ist der lateral-proximale Rand von Zehe IV tiefer und steilrandiger eingetreten als bei Zehe II. Die Zehenwinkel betragen 37° (II–III) und 35° (III–IV). Ein Zehe III und Zehe IV querender Wulst ist ca. 2,4 cm über die Plattenoberfläche erhaben. An Zehe IV ist deutlich der Abdruck der Unterseite der Hornscheide der Krallenphalange erkennbar. Das Trittsiegel ist relativ tief einge-

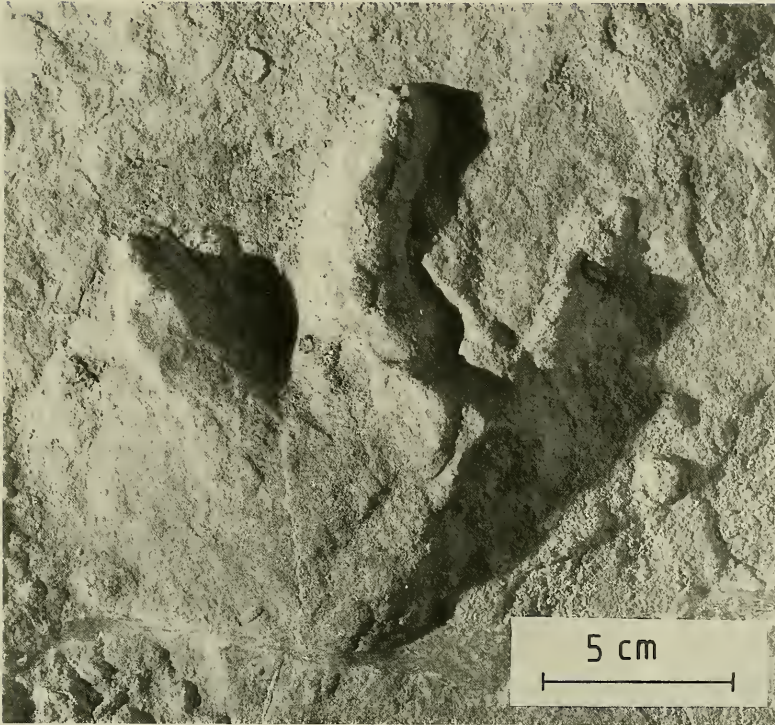


Abb. 3. Detailaufnahme des Trittsiegels aus Abb. 2. An Zehe IV ist der Abdruck der Unterseite der Hornscheide der Krallenphalange erkennbar.

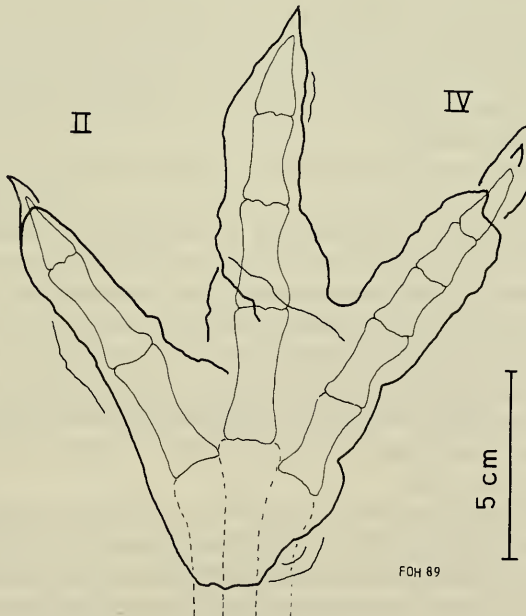


Abb. 4. Nachzeichnung des Trittsiegels aus Abb. 3 (dicke Linie) und Rekonstruktion des Fußskelettes (dünne Linie).

treten und kann daher als recht vollständiges Abbild der Fußstruktur des Fährten-erzeugers gewertet werden. Es ergibt sich ungefähr die in Abb. 4 dargestellte Rekonstruktion des Fußskelettes. Das Trittsiegel bzw. das daraus rekonstruierte Fußskelett weist folgende Merkmale auf, welche seine Vergleichbarkeit definieren:

1. Es kann eine relativ kurze Mittelzehe beobachtet werden. Dies kommt darin zum Ausdruck, daß, wenn man sich die lateralen Zehen II und IV um die Metatarsus-Phalangengelenke zur Mittelzehe III hin gedreht denkt, das Gelenk der Endphalange von Zehe II ungefähr dem Gelenk der Phalangen 2 und 3 von Zehe III und das Gelenk der Phalangen 1 und 2 von Zehe III ungefähr dem Gelenk der Phalangen 2 und 3 von Zehe IV gegenüberliegt. Hierbei liegen die distalen Enden der Zehen II und IV um ungefähr den gleichen Betrag gegenüber dem distalen Ende von Zehe III zurück.

2. Das Trittsiegel weist einen sehr großen Zehenwinkel auf.

3. Alle drei Zehen sind ungefähr gleichwertig hinsichtlich ihrer Breite und in Relation zum ganzen Trittsiegel relativ schmal. Die einzelnen Phalangen unterscheiden sich daher hauptsächlich in der Länge. Die Phalangen von Zehe IV waren wahrscheinlich nur unwesentlich dünner als diejenigen von Zehe II und III.

4. Die distalen Enden der Metatarsalia liegen eng beieinander.

Paläoichnologische Vergleiche

Von den Fährten des Connecticut-Tales kommt den obigen Merkmalen *Eubrontes divaricatus* (E. HITCHCOCK) am nächsten, unterscheidet sich aber vom Rühlenbach-Trittsiegel durch ungefähr doppelte Größe sowie relativ breitere Zehen (vgl. Abb. 5B). Die offene Zuordnung des Rühlenbach-Trittsiegels zu *Grallator* sp. erfolgte aufgrund dieser Ähnlichkeit und unter Berücksichtigung des Umstandes, daß *Eubrontes* E. HITCHCOCK von OLSEN & GALTON 1984 als Synonym von *Grallator* E. HITCHCOCK bewertet wird. Die diagnostischen Merkmale dafür sind: die grallatorid schmalen Zehen, die ungefähr gleichweit hinter dem distalen Ende von Zehe III zurückliegenden Zehen II und IV sowie das Fehlen eines Eindrucks von Zehe I, welcher – wäre die Zehe I ausgebildet – bei der Tiefe des Trittsiegel-Eindrucks sicher vorhanden wäre.

Hingewiesen werden muß an dieser Stelle auch auf die Ähnlichkeit mit der Fährten-gattung *Anomoepus* E. HITCHCOCK. Nach OLSEN & BAIRD 1986 (S. 77) und OLSEN & GALTON 1984 (S. 100) können als Erzeuger von *Anomoepus* sp. frühe Ornithischier gelten. *Anomoepus* sp. ist in zwei verschiedenen Erhaltungsformen überliefert, welche oft in einer Fährte vorkommen. Bei bipeder Fortbewegung entstanden relativ breite Fährten funktional dreizehiger Füße, wobei allerdings eine im Vergleich zu *Grallator* größere Zehe I fast immer einen Eindruck hinterließ. In Ruhe ist *Anomoepus* quadruped, Zehe I des Fußes ist manchmal in ihrer vollen Länge eingedrückt, der Zehenwinkel II–IV ist ein wenig kleiner als bei bipeder Fortbewegung und meist zeigt sich der Eindruck des Metatarsus (vgl. HAUBOLD 1971: 84 und OLSEN & GALTON 1984: 100).

Nach OLSEN & GALTON 1984 (S. 101) ist *Anomoepus* auf den Unteren Jura beschränkt. Mit dem Rühlenbach-Trittsiegel hat *Anomoepus* eine relativ kurze Mittelzehe, einen relativ großen Zehenwinkel und eine schmale Metatarsus-Phalangen-Gelenkregion gemeinsam. Dennoch kann fast sicher ausgeschlossen werden, daß das Rühlenbach-Trittsiegel, welches isoliert vorliegt, zu einer *Anomoepus*-Fährte gehört. Es fehlt ein Handeindruck, es fehlt der Eindruck von Zehe I und es fehlt ein Ein-

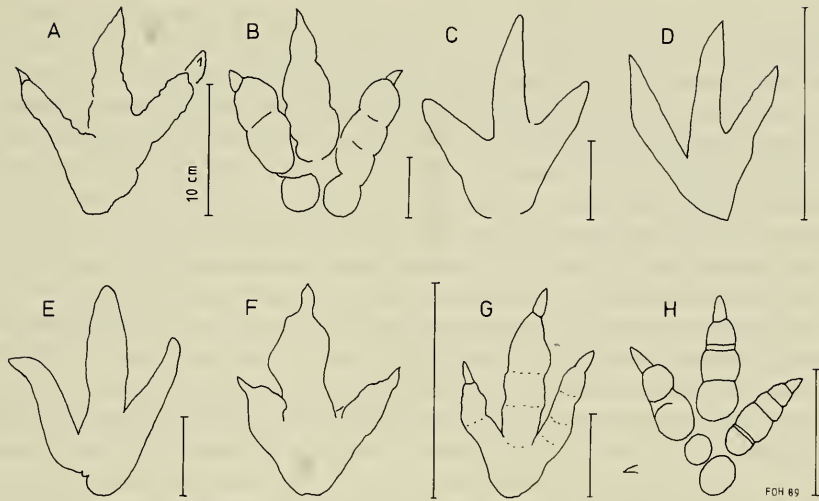


Abb. 5. Paläoichnologischer Vergleich des Röhlenbach-Trittsiegels (A) mit anderen Fährtenarten.

B: *Eubrontes divaricatus* (E. HITCHCOCK) (nach LULL 1953).

C: *Talmontopus tersi* LAPPARENT & MONTENAT 1967.

D: *Grallator* sp. (nach HUNT & LUCAS 1989).

E: Tridactyles Trittsiegel vom Üerts dal Diavel (nach FURRER 1983).

F: *Syntarsus* RAATH nahestelltes Trittsiegel (nach RAATH 1972).

G: *Coelurosaurichnus sassendorfensis* KUHN 1958.

H: *Anomoepus crassus* (C. H. HITCHCOCK) (nach LULL 1953).

druck des Metatarsus. Hinzu kommen der Altersunterschied und die meist geringere Größe. Von den *Anomoepus*-Arten des Connecticut-Tales erreicht allein *A. crassus* (C. H. HITCHCOCK) die Größe des Röhlenbach-Trittsiegels (vgl. Abb. 5H). Diese *Anomoepus* betreffenden Überlegungen gelten sowohl für das Connecticut-Tal wie auch für die Stormberg-Formation Südafrikas. Parallelen zum Röhlenbach-Trittsiegel können auch hier in verschiedenen *Grallator*iden gesehen werden (vgl. OLSEN & GALTON 1984: 98).

Aus dem Fährten-Vorkommen im Hettangium („Infralias“) von Le Veillon (Vendée) an der französischen Atlantikküste südlich von Les Sables d'Olonne ist die allerdings nur in wenigen, zum Teil schlecht erhaltenen Exemplaren bekannte Fährten-gattung *Talmontopus* LAPPARENT & MONTENAT 1967 mit dem Röhlenbach-Trittsiegel vergleichbar. Die Typusart *T. tersi* LAPP. & MONT. 1967 unterscheidet sich zwar durch ihre Größe und eine längere Mittelzehe vom Röhlenbach-Trittsiegel, stimmt aber im großen Zehenwinkel, in der Gleichwertigkeit der Zehen hinsichtlich ihrer Breite und im ungegliederten Metatarsus-Phalangen-Gelenkbereich überein (vgl. Abb. 5C).

Vom Fundort Mesa Redona in New Mexiko stammt ein dem Röhlenbach-Trittsiegel sehr ähnliches Trittsiegel aus dem Nor, welches von HUNT & LUCAS 1989 ebenfalls als *Grallator* sp. beschrieben wurde (vgl. Abb. 5D).

Bemerkenswert sind in diesem Zusammenhang auch tridactyle Trittsiegel aus dem oberen Nor des Üerts dal Diavel (Engadiner Dolomiten, Ostalpen). Diese von FURRER 1983 Carnosauriern zugeschriebenen Trittsiegel erfüllen die Merkmale des

Rühlenbach-Trittsiegels ebenfalls recht gut, sind aber wesentlich größer (vgl. Abb. 5E).

Aus der Oberen Trias Rhodesiens können für den Vergleich Trittsiegel herangezogen werden, welche RAATH 1972 *Syntarsus* RAATH 1969 nahestellt. Diese weisen eine lange Mittelzehe auf, haben aber mit dem Rühlenbach-Trittsiegel einen sehr großen Zehenwinkel und einen schmalen Metatarsus-Phalangen-Gelenkbereich gemeinsam (vgl. Abb. 5F).

Aus der fränkischen Obertrias weist die deutlich größere Fährtenart *Coelurosaurichnus sassendorfensis* KUHN 1958 morphologisch die meisten Gemeinsamkeiten mit dem Rühlenbach-Trittsiegel auf. Es können hier ähnliche Phalangengelenk-Positionen, ein relativ großer Zehenwinkel und eine schmale Metatarsus-Phalangen-Gelenkregion festgestellt werden. Wesentliche Unterschiede sind in der Größe und in einer sehr dominanten Mittelzehe zu sehen (vgl. Abb. 5G). *Coelurosaurichnus kehli* BEURLEN 1950 unterscheidet sich trotz oberflächlicher Ähnlichkeit vom Rühlenbach-Trittsiegel durch eine in Relation zu Zehe II und IV lange Mittelzehe (BEURLEN 1950: 317).

Die für den paläoichnologischen Vergleich relevanten Fährtenarten (Abb. 5B bis G) können alle als Theropoden-Fährten bewertet werden (HAUBOLD 1984, FURRER 1983, RAATH 1972). Dies gilt auch für *Talmontopus* LAPP. & MONT. 1967. Die von LAPP. & MONT. 1967 aufgrund einer gewissen Ähnlichkeit mit *Iguanodon* MANTELL vorgeschlagene Annäherung an die Ornithischier erscheint aufgrund des enormen Altersunterschiedes zu *Iguanodon* und des enormen Größenunterschiedes zu zeitgleichen Ornithischiern als nicht haltbar. Außerdem sind ungefähr zeitgleiche, große Theropoden bekannt (WELLES 1984: 141).

Osteologische Vergleiche

Als Fährtenrzeuger des Rühlenbach-Trittsiegels können frühe Ornithischier weitgehend ausgeschlossen werden. Zwar zeigt *Scutellosaurus* COLBERT 1981 die kurze Mittelzehe und ähnliche Phalangengelenk-Positionen wie der mutmaßliche Rühlenbach-Fährtenrzeuger (vgl. COLBERT 1981: Fig. 30) und *Lesothosaurus* GALTON 1978 sehr eng beieinanderliegende distale Enden der Metatarsalia (vgl. THULBORN 1972: Fig. 12), aber insgesamt betrachtet steht die Evolution der Ornithischier zur Zeit des Nor noch ganz an ihrem Anfang, und selbst geologisch jüngere Formen sind noch wesentlich kleiner als der mutmaßliche Rühlenbach-Fährtenrzeuger (BONAPARTE 1976, SANTA LUCA 1980, COLBERT 1981, THULBORN 1972). Wie schon die paläoichnologischen Vergleiche andeuten, ist es am sinnvollsten, nach dem mutmaßlichen Fährtenrzeuger bei den Theropoden zu suchen.

Von den nach ihren Fußskeletten gut bekannten Theropoden der Oberen Trias und des Unteren Jura können allerdings einige aufgrund ihrer Größe und der speziellen Struktur ihres Fußskelettes als möglicher Rühlenbach-Fährtenrzeuger ausgeschlossen werden.

Procompsognathus E. FRAAS (vgl. BAIRD 1957: 460) und *Segisaurus* CAMP (vgl. CAMP 1936: Taf. 3) sind deutlich kleiner und *Dilophosaurus* WELLES (vgl. WELLES 1984: Fig. 36) ist wesentlich größer als der Rühlenbach-Fährtenrzeuger. Außerdem haben alle drei Formen eine relativ lange Mittelzehe.

Coelophysis COPE hingegen steht dem Fährtenrzeuger des Rühlenbachtales durch seine fast gleiche Größe wesentlich näher (vgl. OSTROM 1969: Fig. 81a). Hauptsächlich

licher Unterschied des Fußskelettes von *Coelophysis* zum rekonstruierten Fußskelett des Röhlenbach-Fährtenerzeugers sind seine von den Metatarsus-Phalangengelenken aus sich proximad nicht verjüngenden, unverschmolzenen Metatarsalia und eine lange Mittelzehe. Obwohl *Coelophysis* beim Überqueren weichen Substrats sicher auch die Zehen spreizte, erzeugte *Coelophysis* wahrscheinlich doch meist grallatoride Trittsiegel mit mehr oder weniger subparallelen Zehen und einem in Relation zur Trittsiegelbreite relativ breiten Metatarsus-Phalangen-Gelenkbereich (vgl. BAIRD 1957: 461). Als dem Röhlenbach-Fährtenerzeuger nahestehend kann *Coelophysis* daher nicht vollkommen ausgeschlossen werden, erscheint aber unwahrscheinlich.

An dieser Stelle muß noch ein anderer Archosaurier bei der Betrachtung der Fußskelette berücksichtigt werden. *Trialestes* (REIG) aus der Oberen Trias Südamerikas (vgl. Abb. 6D) wurde ursprünglich von REIG als Podokesauride beschrieben (REIG 1963) und erst später aufgrund neuer Funde (REIG 1970: 291) als sehr dinosaurier-ähnlicher Krokodilier erkannt. Das Fußskelett von *Trialestes* stimmt mit dem rekonstruierten Fußskelett des Röhlenbach-Fährtenerzeugers hinsichtlich Größe, relativ kurzer Mittelzehe, Phalangengelenk-Positionen und Gleichwertigkeit der Zehen untereinander sehr gut überein. Als Röhlenbach-Fährtenerzeuger kommt *Trialestes* dennoch kaum in Frage, denn seine Metatarsus-Phalangen-Gelenkregion ist viel zu breit angelegt, und er erzeugte sicher kein so sehr vogelähnliches Trittsiegel wie das vorliegende.

Der für den Oberen Mittelkeuper wichtige *Liliensternus* („*Halticosaurus*“) (HUENE) ist deutlich größer und hat am distalen Ende von Metatarsale IV, und eben nur dort, eine gerundete Gelenkoberfläche (vgl. HUENE 1934: Taf. 15). *Liliensternus* konnte daher nur Zehe IV extrem laterad abspreizen (vgl. Abb. 6C) und kann als Erzeuger großer Trittsiegel gelten, bei denen Zehenwinkel III–IV größer ist als Zehenwinkel II–III. Folgerichtig ordnet BAIRD 1957 die Fährtenarten *Eubrontes giganteus* E. HITCHCOCK (vgl. LULL 1953: Fig. 47) und *Anchisauripus minusculus* (E. HITCHCOCK) (vgl. LULL 1953: Fig. 43) einem *Liliensternus*-ähnlichen Coelurosaurier zu. Als Röhlenbach-Fährtenerzeuger kommt *Liliensternus* aufgrund dieser Überlegungen nicht in Betracht.

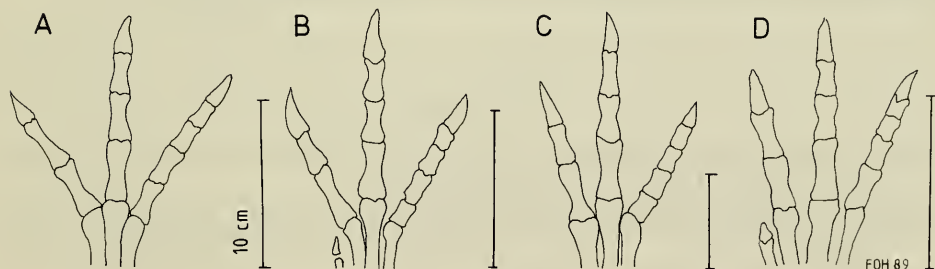


Abb. 6. Osteologischer Vergleich des rekonstruierten Fußskeletts des Röhlenbach-Fährten-erzeugers (A) mit anderen Fußskeletten.

B: *Syntarsus* RAATH 1969, gezeichnet mit normal vergrößerten Zehenwinkeln II–III und III–IV.

C: *Liliensternus* („*Halticosaurus*“) *liliensterni* (HUENE), gezeichnet nach BAIRD 1957 mit größtmöglichem Zehenwinkel III–IV.

D: *Trialestes* (REIG) (nach REIG 1963).

Das sehr vogelähnliche Trittsiegel des Röhlenbachtales setzt eine ganz spezielle Struktur des Metatarsus-Phalangen-Gelenkbereichs des Fährtenenerzeugers voraus. Diese spezielle Struktur zeigt in idealer Weise das auch ungefähr in der Größe mit dem rekonstruierten Fußskelett des Röhlenbach-Fährtenenerzeugers vergleichbare Fußskelett des oft als vogelähnlich bezeichneten Coelurosauriers *Syntarsus* RAATH 1969 (vgl. Abb. 6B). *Syntarsus* weist einen sehr schmalen Metatarsus auf, bei dem die Metatarsalia sehr eng beieinanderliegen. Metatarsale II und III sind im proximalen Bereich sogar untereinander und mit den entsprechenden Tarsalia verschmolzen. Metatarsale IV liegt frei, ist aber sehr an die Oberfläche von Metatarsale III angeschmiegt. Im Metatarsus-Phalangen-Gelenkbereich fallen die stark gerundeten distalen Enden von Metatarsale II und IV besonders auf (vgl. RAATH 1969: Fig. 6). Diese ermöglichten ein starkes, symmetrisches Spreizen der lateralen Zehen (RAATH 1969: 19; RAATH 1972: 3), wie dies beim Röhlenbach-Fährtenenerzeuger der Fall war. Es können daher beim mutmaßlichen Röhlenbach-Fährtenenerzeuger ebenfalls stark gerundete distale Enden an Metatarsale II und IV angenommen werden. Zehenvinkel vergleichbar dem Röhlenbach-Trittsiegel können bei *Syntarsus* als normal bezeichnet werden (RAATH 1972: 5). Die Metatarsalia verjüngen sich bei *Syntarsus* außerdem von den Metatarsus-Phalangen-Gelenken aus proximad sehr rasch. Auch dieser Sachverhalt trägt sicher zur Entstehung eines vogelähnlichen Trittsiegels bei und kann in ähnlicher Weise auch bei dem rekonstruierten Fußskelett des Röhlenbach-Fährtenenerzeugers angenommen werden (vgl. Abb. 4 und Abb. 6A). Aufgrund dieser Ähnlichkeiten sind die Unterschiede zwischen dem Röhlenbach-Fährtenenerzeuger und *Syntarsus* nicht prinzipieller Natur, sondern eher nur graduell. Berücksichtigt man, daß die Krallenphalange von Zehe II des rekonstruierten Fußskeletts des Röhlenbach-Fährtenenerzeugers auch noch etwas länger angenommen werden kann, so sind die Zehen II bei *Syntarsus* und dem Röhlenbach-Fährtenenerzeuger in Relation zu den Metatarsalia als praktisch gleich zu betrachten. Das Fußskelett von *Syntarsus* unterscheidet sich dann von dem rekonstruierten Fußskelett des Röhlenbach-Fährtenenerzeugers eigentlich nur noch durch eine in Relation zu Zehe II etwas längere Zehe III und etwas kürzere Zehe IV.

Unter den Theropoden der Oberen Trias ist der Röhlenbach-Fährtenenerzeuger aufgrund obiger Ausführungen wohl am besten charakterisiert als Coelurosaurier mit einem Fußskelett, das demjenigen von *Syntarsus* RAATH sehr ähnlich ist.

4. Literatur

- BAIRD, D. (1957): Triassic reptil footprint faunules from Milford, New Jersey. — Bull. Mus. Comp. Zoology, 117/5: 449–520; Cambridge/Mass.
- BRENNER, K. (1973): Stratigraphie und Paläogeographie des Oberen Mittelkeupers in Südwest-Deutschland. — Arb. Inst. Geol. Paläont. Univ. Stuttgart, N.F. 68: 101–222; Stuttgart.
- BEURLIN, K. (1950): Neue Fährtenfunde aus der Fränkischen Trias. — N. Jb. Geol. Paläont., Mh., 1950: 308–320; Stuttgart.
- BONAPARTE, J. F. (1976): *Pisanosaurus mertii* CASAMIQUELA and the origin of the Ornithischia. — J. Palaeont., 50/5: 808–820; Tulsa/Okla.
- CAMP, C. L. (1936): A new type of small bipedal dinosaur from the Navajo Sandstone of Arizona. — Univ. Calif. Publ., Bull. Dep. Geol. Sci., 24/2: 39–56; Berkeley/Calif.
- COLBERT, E. H. (1981): A primitive ornithischian dinosaur from the Kayenta-Formation of Arizona. — Bull. Mus. North. Ariz. Press., 53: VII + 61 S.; Flagstaff.

- FURRER, H. (1983): Dinosaurier in den Alpen. Fährtenplatten in der Trias der Schweiz. – Min. Mag., 2: 64–69; Stuttgart.
- GALTON, P. M. (1978): Fabrosauridae, the basal family of ornithischian dinosaurs (Reptilia: Ornithopoda). – Paläont. Z., 52, 1/2: 138–159; Stuttgart.
- HADERER, F.-O. (1988): Ein dinosaurioider Fährtenrest aus dem Unteren Stubensandstein (Obere Trias, Nor, km₁) des Strombergs (Württemberg). – Stuttgarter Beitr. Naturk., B, 138, 12 S.; Stuttgart.
- HAUBOLD, H. (1971): Ichnia Amphibiorum et Reptiliorum fossilium. – Handb. Paläoherp., Teil 18, 124 S.; Stuttgart (Fischer).
- (1984): Saurierfährten. – Neue Brehm-Bücherei, 479, 231 S.; Wittenberg.
- HITCHCOCK, E. (1858): Ichnology of New England. 220 S.; Boston.
- HUENE, F. v. (1934): Ein neuer Coelurosaurier in der thüringischen Trias. – Palaeont. Z. 16: 145–170; Berlin.
- HUNT, A. P. & LUCAS, S. G. (1989): Late Triassic vertebrate localities in New Mexico. – In: LUCAS, S. G. & HUNT, A. P. (Hrsg.): Dawn of the age of dinosaurs in the American southwest. New Mexico Mus. Nat. Hist.; Albuquerque.
- KANT, H.-R. (1969): Geologische Kartierung der westlichen Frickenhofer Höhe zwischen Auerbach–Gschwender Rot–Federbach (Württemberg). – Dipl.-Arb. Univ. Tübingen. – [Mskr.]
- KUHN, O. (1958): Zwei neue Arten von *Coelurosaurichnus* aus dem Keuper Frankens. – N. Jb. Geol. Paläont., Mh., 1958: 437–440; Stuttgart.
- LAPPARENT, A. F. DE & MONTENAT, C. (1967): Les empreintes de pas de reptiles de l'infra-lias du Veillon (Vendée). – Mém. Soc. géol. France, n. Ser., 46/2, Mém. 107, 44 S.; Paris.
- LINCK, O. (1948): Lebens-Spuren aus dem Schilfsandstein (Mittl. Keuper km₂) NW-Württembergs und ihre Bedeutung für die Bildungsgeschichte der Stufe. – Jh. Ver. vaterländ. Naturk. Württ., 97–101: 1–100; Stuttgart.
- (1961): Lebens-Spuren niederer Tiere (Evertrebraten) aus dem württembergischen Stubensandstein (Trias, Mittl. Keuper 4) verglichen mit anderen Ichnocoenosen des Keupers. – Stuttgarter Beitr. Naturk., 66, 18 S.; Stuttgart.
- LULL, R. S. (1953): Triassic life of the Connecticut Valley. – Bull. Geol. nat. Hist. Surv. Connecticut, 81, 336 S.; Hartford.
- OLSEN, P. E. & BAIRD, D. (1986): The ichnogenus *Atreipus* and its significance for Triassic biostratigraphy. – In: PADIAN, K. (Hrsg.): The beginning of the age of dinosaurs, S. 61–87; New York (Cambridge University Press).
- OLSEN, P. E. & GALTON, P. M. (1984): A review of the reptile and amphibian assemblages from the Stormberg of Southern Africa, with special emphasis on the footprints and the age of the Stormberg. – Palaeont. afr., 25: 87–110; Johannesburg.
- OSTROM, J. H. (1969): Osteology of *Deinonychus antirrhopus*, an Unusual Theropod from the Lower Cretaceous of Montana. – Bull. Peabody Mus. nat. Hist. Yale Univ., 30: 1–165; New Haven.
- PLIENINGER, W. H. TH. v. (1845): Über den englischen hydraulischen Cement. – Jh. Ver. vaterländ. Naturk. Württ., 1: 157–159; Stuttgart.
- RAATH, M. A. (1969): A new coelurosaurian dinosaur from the Forest Sandstone of Rhodesia. – Arnoldia, 28, 4: 1–25; Salisbury.
- (1972): First record of dinosaur footprints from Rhodesia. – Arnoldia, 27, 5: 1–5; Salisbury.
- REIG, O. A. (1963): La presencia de dinosaurios saurisquios en los „Estratos de Ischigualasto“ (Mesotriásico Superior) de las provincias de San Juan y la Rioja (República Argentina). – Ameghiniana, 3/1: 3–20; Buenos Aires.
- (1970): The Proterosuchia and the Early Evolution of the Archosaurs, an Essay about the Origin of a Major Taxon. – Bull. Mus. Comp. Zoology, 139/5; Cambridge/Mass.
- SANTA LUCA, A. P. (1980): The postcranial skeleton of *Heterodontosaurus tucki* (Reptilia, Ornithischia) from the Stormberg of South Africa. – Ann. S. Afr. Mus., 79/7: 159–211; Johannesburg.
- STOLL, H. (1929): Versuch einer stratigraphischen Gliederung des Stubensandsteins im westlichen Württemberg. – Diss. Univ. Tübingen, 63 S.; Tübingen.

- THULBORN, R. A. (1972): The post-cranial skeleton of the Triassic ornithischian dinosaur *Fabrosaurus australis*. — *Palaeontology*, 15/1: 23–60; London.
- WELLES, S. P. (1984): *Dilophosaurus wetherilli* (Dinosauria, Theropoda) Osteology and Comparisons. — *Palaeontogr., A*, 185: 85–180; Stuttgart.

Anschrift des Verfassers:

Dipl.-Ing. F.-O. Haderer, Höhenweg 8, Aichelberg, D-7307 Aichwald 2.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Stuttgarter Beiträge Naturkunde Serie B \[Paläontologie\]](#)

Jahr/Year: 1990

Band/Volume: [160_B](#)

Autor(en)/Author(s): Haderer Frank-Otto

Artikel/Article: [Ein tridactyles Trittsiegel aus dem Unteren Stubensandstein \(Obere Trias, Nor\) des Röhlenbachtals \(Württemberg\) 1-14](#)