PHILIPPIA	7/2	S. 91–108	14 Abb.	Kassel 1995

Jürgen Fichter

Ein bemerkenswerter Fund von Hans Penndorf (1879–1960)

Abstract

A normal sized manus and pes imprint of the reptilian track *Brachychirotherium praeparvum* (HAUBOLD 1967) from the top of the Stammen beds (Lower Triassic, Solling Formation) near Kassel is described in detail. Moreover very small sized manus and pes imprints of *Brachychirotherium praeparvum*-charakter are pictured. These very small imprints were obviously caused by juvenile animals. In connection with these juvenile tracks the *Sagittichnus*-problem is discussed, and a new interpretation of *Sagittichnus*-like problematical Lebensspuren is attempted.

Zusammenfassung

Es wird ein normal großer Hand- und Fußabdruck der Reptilfährte *Brachychirotherium praeparvum* (HAUBOLD 1967) aus dem Top der Stammen Schichten (Untere Trias, Solling-Folge) bei Kassel detailliert beschrieben. Daneben werden sehr kleine Fuß- und Handeindrücke vorgestellt, die ebenfalls *Brachychirotherium praeparvum* zugeordnet werden und ganz offensichtlich von juvenilen Tieren stammen. Im Zusammenhang mit diesen juvenilen Fährten wird das *Sagittichnus*-Problem diskutiert und eine neue Deutung *Sagittichnus*-ähnlicher Problematika versucht.

Inhalt

1. Vorwort 91
2. Einleitung 92
3. Stratigraphie 94
4. Überlieferung der Spurenfossilien 95
5. Beschreibung der Spurenfossilien
5.1 Problematische Lebensspuren – das *Sagittichnus*-Problem 95
5.2 Reptilspuren
5.2.1 Spur eines »adulten« Tieres 98
5.2.2 Spuren »juveniler« Tiere 102
5.3. Begründung für die Bestimmung der Reptilspuren 102
6. Schlußbemerkungen 107
Literatur 107

1. Vorwort

Mit der vorliegenden Arbeit soll auch an HANS PENNDORF erinnert werden, der sich so sehr um die Erforschung der nordhessischen Geologie verdient gemacht hatte. Man denke nur an seinen 1926 erschienenen geologischen Führer »Geologische Wanderungen im Niederhessischen Bergland«. In diesem Buch beschreibt Penndorf die geologischen Gegebenheiten und Besonderheiten im Verlauf von 34 Wanderstrecken in der engeren und weiteren Umgebung Kassels. Ein ausführlicher Lebenslauf HANS PENNDORFs und eine Würdigung seines Schaffens findet sich bei BUSSE (1961). Leider ist von seiner Sammlung fast nichts in Kassel geblieben, sondern wurde dem Senckenberg-Museum in Frankfurt/Main übereignet.

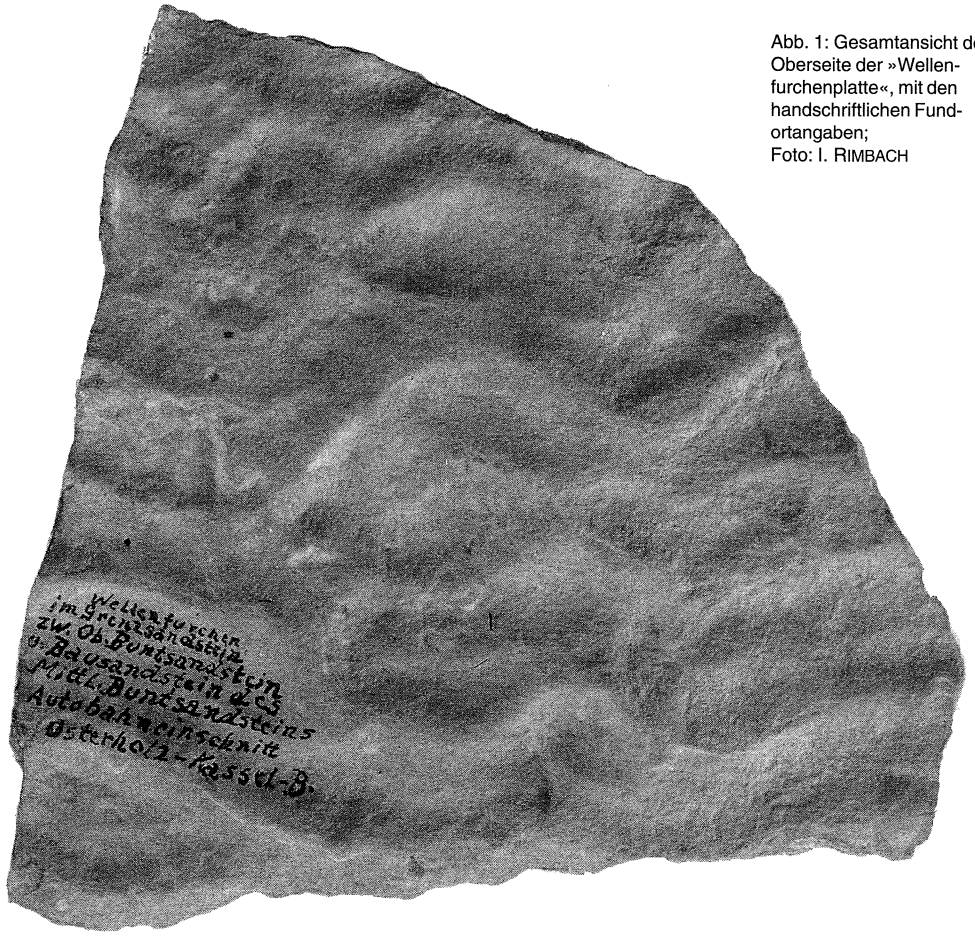


Abb. 1: Gesamtansicht der Oberseite der »Wellenfurchenplatte«, mit den handschriftlichen Fundortangaben; Foto: I. RIMBACH

2. Einleitung

Bei der Durchsicht eines Teils der geologisch-paläontologischen Sammlung des Naturkundemuseums fiel dem Verfasser eine nahezu dreieckige (Schenkellängen 20 bzw. 25 cm), ca. 15 mm dünne, hellgrau-gelbliche Platte eines sehr feinkörnigen, quarzitischen Sandsteins mit deutlich ausgeprägten Rippelmarken auf (Abb. 1). Auf der Seite mit den Rippelmarken sind mit Tusche die folgenden Angaben vermerkt worden: »Wellenfurchen im Grenzsandstein zw. ob. Buntsandstein u. Bausandstein des Mittl. Buntsandsteins Autobahneinschnitt Osterholz-Kassel-B.« Eine Inventarnummer ist nicht zu erkennen.

Diese Platte gehört jedoch eindeutig zu zwei ähnlich ausgebildeten Sandsteinplatten mit gleicher Beschriftung und den Inventarnummern Tr1572 und Tr1576. In dem entsprechenden Inventarbuch finden sich unter diesen Inventarnummern die Eintragungen: »Beleg, Autobahneinschnitt Osterholz/Kassel-B., Wellenfurchenhorizont zwischen mittl. u. oberem Buntsandstein, Slg. PENNDORF bzw. leg. et det. 1936 PENNDORF«. Da Hinweise auf sonstige Besonderheiten fehlen, sind diese Handstücke vermutlich ausschließlich als Belege für das Vorkommen von Rippelmarken an der genannten Lokalität aufgesammelt und der geologisch-paläontologischen Sammlung des Naturkundemuseums zugeführt worden.

Bei näherer Betrachtung zeigt die Platte ohne Inventarnummer auf ihrer Unterseite dennoch eine durchaus bemerkenswerte Besonderheit. Diese Unterseite besitzt eine wulstig-knotige –

teilweise wie von Pusteln übersäte – Struktur (Abb. 2). Bei schräg einfallendem Licht zeichnet sich auf dieser unruhigen Fläche ganz deutlich als erhabenes Relief der Hand- und Fußabdruck eines Sauriers ab. Auch die pustelförmigen Gebilde lassen wenigstens zum Teil regelmäßig geformte Umrisse erkennen, die sie unter Umständen als »Lebensspuren« von einem *Sagittichnus*-ähnlichen Habitus ausweisen könnten. *Sagittichnus* selbst wird aber von verschiedenen Bearbeitern sehr kontrovers behandelt. Aus diesem Grund soll bei der nachfolgenden Beschreibung das *Sagittichnus*-Problem als eigenständiges Problem kurz angeschnitten werden. Im Anschluß daran wird eine auf den ersten Blick etwas unwahrscheinlich anmutende Deutung dieser »Lebensspuren« versucht. Im Nachhinein stellt sich das Aufsammeln dieser Platte durch PENNDORF als ausgesprochener Glücksfall dar, auch wenn ihm das selbst offensichtlich nicht bewußt war.

Daß PENNDORF wirklich der Sammler dieser Handstücke war, geht eindeutig aus einem Schriftvergleich zwischen der Beschriftung des Stückes und den (handschriftlichen) Unterschriften von geologischen Profilen in seiner 1936 in der Festschrift des Vereins für Naturkunde zu Kassel zur Feier seines hundertjährigen Bestehens veröffentlichten Arbeit »*Beitrag zur Stratigraphie und Tektonik des Kasseler Beckens auf Grund neuer Aufschlüsse*« hervor.

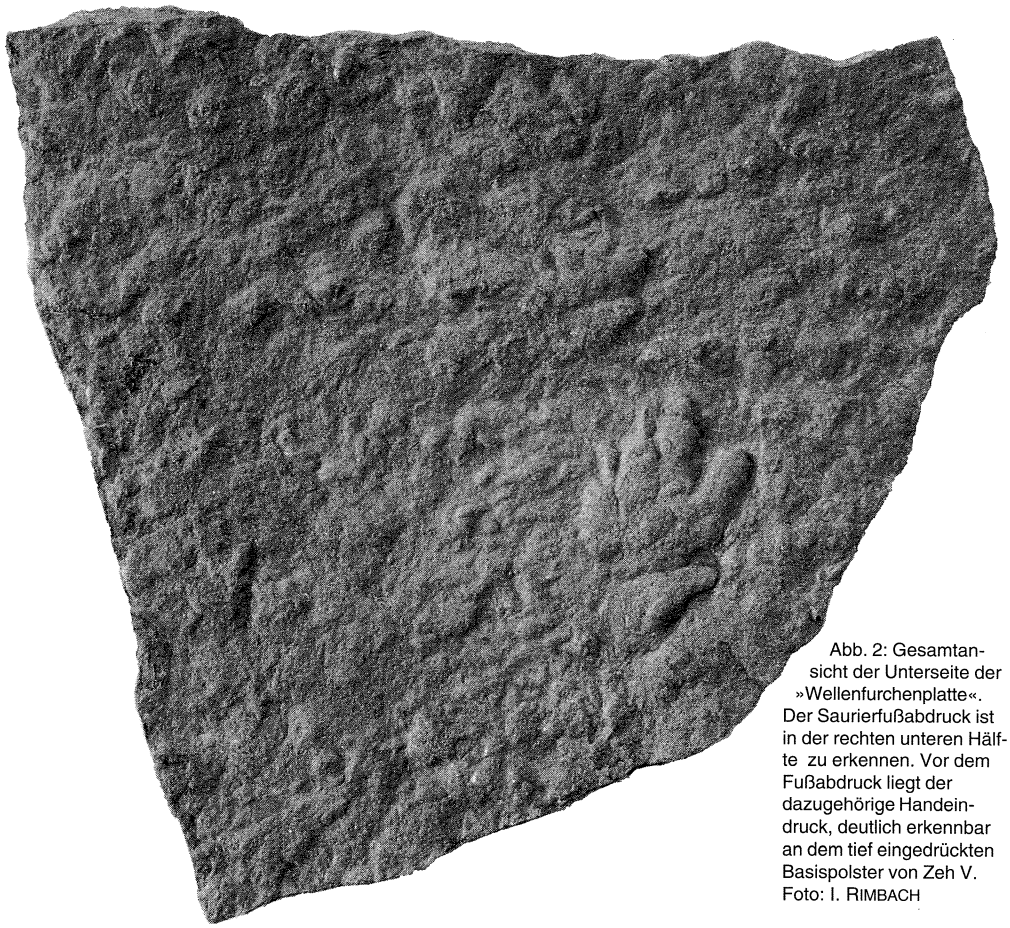


Abb. 2: Gesamtansicht der Unterseite der »Wellenfurchenplatte«. Der Saurierfußabdruck ist in der rechten unteren Hälfte zu erkennen. Vor dem Fußabdruck liegt der dazugehörige Handeindruck, deutlich erkennbar an dem tief eingedrückten Basispolster von Zeh V. Foto: I. RIMBACH

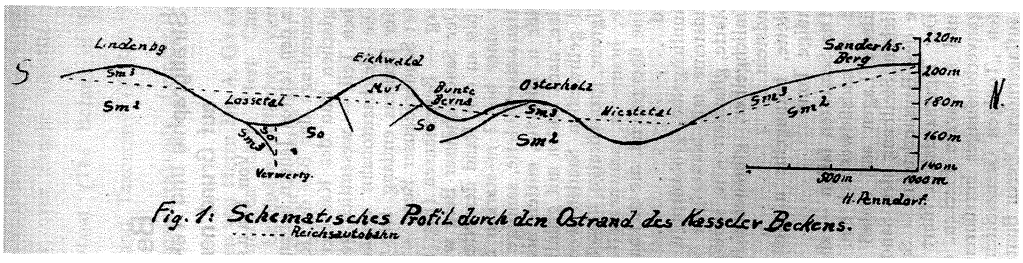


Abb. 3: Stark vereinfachtes geologisches Profil vom Bau der Reichsautobahn. Abbildung aus PENNDORF (1936)

3. Stratigraphie

In der oben zitierten Arbeit beschreibt PENNDORF geologische Profile, die im Zuge des Baus der Reichsautobahn östlich von Kassel entlang der Strecke Lindenberg-Eichwald-Osterholz-Sandershäuser Berg aufgeschlossen waren (Abb. 3). Seinen Aufzeichnungen verdanken wir die nachfolgend aufgeführte detaillierte Profilbeschreibung von der Fundstelle:

»Der breite Rücken des Osterholzes ist vom Sandershäuser Berg durch das Erosionstal der Nieste getrennt. Der Autobahn-Einschnitt ist 8,80 m tief. Er beginnt von Norden her mit 1,50 m Verwitterungsschutt, unter dem bläulichrote bis gelblichweiße, dichte, dickbankige Sandsteine auftauchen ..... ca. 1,30 m überlagert von hellgrünen, schieferigen, glimmerreichen mürben Platten, die nach oben massiger werden ..... 2,00 m bei der Straßenbrücke übergehend in hellgraue, kieselige bis quarzitische, klüftige Tigersandsteine ..... 4,00 m unterbrochen von hellvioletten, tonigsandigen Zwischenlagen, die nach Süden auf Kosten der festen Bänke anschwellen. Über dieser Schichtenfolge entwickelt sich bis zu 1 m Mächtigkeit ein grünlichweißer, glimmerreicher, schiefriger, mürber Sandstein, bedeckt von hellgelben, mürben bis sandigen Lagen ..... 1,20 m allmählich wandelt sich der schiefrige Sandstein in ein Paket quarzitischer, dünnplattiger, durch feinste glimmerreiche Tonlagen getrennter Schiefer, die leicht aufspalten und auf den Schichtflächen ausgezeichnete Wellenfurchen aufweisen.

Dieser Wellenfurchenhorizont fällt zunächst mit 3°, dann immer stärker nach Südwesten ein, bis er unter den bunten Mergeln des So verschwindet. Von da an bauen nur diese die Wände auf, durchzogen von Sandstein-, Dolomit- und Steinmergelbänkchen. Vielfach gestaucht und verbogen fallen sie ebenfalls südwestlich ein.

Der Osterholz-Einschnitt weist also – besonders in seinem mächtigen Tigersandstein – auch »Tonige Grenzschichten« und dazu Röt auf. Die scharfe Grenze zwischen beiden Formationsstufen bildet der Wellenfurchenhorizont.»

Nach der heute üblichen stratigraphischen Gliederung des Mittleren Buntsandsteins gehört dieser von PENNDORF im Bereich Osterholz beschriebene Profilabschnitt unter der Röt-Folge (= Oberer Buntsandstein) in den höchsten Teil der Solling-Folge und der Wellenfurchenhorizont bildet den Top der Stammen Schichten. Hierzu bemerkt KUPFAHL (1981: 36):

»Ein enger Wechsel von Sandstein mit Ton-Schluffstein, wie er für die Wechselfolgen des älteren Mittleren Buntsandsteins typisch ist, liegt offenbar nur am Top der Stammener Schichten vor. Schichten dieses Niveaus beschreibt PENNDORF (1936: 171, Tonige Grenzschichten) aus dem unweit der Blattgrenze auf Bl. 4623 Kassel Ost, nahe der Auffahrt Kassel-Ost (= heutige Anschlußstelle Kassel-Nord, Anmerkung des Verf.) *gelegenen Autobahneinschnitt«.*

Nach einer kurzen lithostratigraphischen Beschreibung fährt KUPFAHL fort:

»Auf gelblichweißen, von Wellenfurchen überzogenen Sandsteinplatten des obersten Me-

ters dieser Schichtserie, also unmittelbar unter dem Röt, fand FINDEISEN *(1952a) Fährten von Chirotherium barthi* KAUP *(Thüringischer Chirotheriensandstein i. e. S.)*«.

Die Fundstellen FINDEISENs und PENNDORFs müssen also dicht benachbart oder, was wahrscheinlicher ist, sogar identisch sein.

4. Überlieferung der Spurenfossilien

Die Spuren sind als konvexes Hyporelief auf der Unterseite des oben beschriebenen dünnplattigen »Wellensandsteins« überliefert. Erzeugt wurden die Spuren dagegen in einem gelblich-braunen tonig-schluffigen Sediment, dessen Reste sich noch in Vertiefungen der Platte finden lassen. Da diese tonig-schluffigen Reste sehr mürbe und weich reagieren, kann mit Sicherheit davon ausgegangen werden, daß die Ton-Schluffsteinlage, die die Sandsteinbank unterlagerte und die eigentlichen Hohlformen enthielt (= konkaves Epirelief), beim Abbau zerstört wurde.

Das Sediment muß relativ stark durchnäßt und weich gewesen sein, da auch kleine und kleinste Strukturen erkennbar sind. Andererseits konnte es nicht sehr kohäsiv gewesen sein, sonst wären beim Abheben des Fußes durch mitgerissene Sedimentpartikel Grate entstanden, die sich im Hyporelief als Rinnen auswirken würden (vgl. FICHTER 1982: 105, 109.). Das Fehlen jeglicher Anzeichen von Trockenrissen läßt die Vermutung zu, daß das Sediment entweder nicht oder nur ganz vorübergehend trockenfiel. Vielleicht sind die Spuren auch unter einer äußerst geringen Wasserbedeckung erzeugt worden.

Sicherlich waren in diesem sehr feinkörnigen Substrat auch feinere Details abgebildet worden wie z.B. die Struktur der Haut von Fuß- und Handsohlen. Leider ist aber das die Hohlform »ausgießende« Medium immer noch zu grobkörnig, um solche Feinheiten nachzuformen.

Da sich der Ausguß (= konvexes Hyporelief) spiegelbildlich zur Hohlform (= konkaves Epirelief) verhält, stammt ein in den folgenden Abbildungen als rechter Fuß erkennbarer Abdruck in Wahrheit vom linken Fuß des Tieres. Um Mißverständnissen vorzubeugen, sollte man sich diesen Sachverhalt beim Betrachten der Abbildungen stets vergegenwärtigen. Bei den Beschreibungen könnte unter Umständen auch der Eindruck entstehen, als ob mit dem Abdruck das getreue Abbild des verursachenden Körperteils vorliegen würde. Dies ist natürlich nicht richtig; jeder Abdruck – mag er auch noch so gut sein – stellt im Prinzip eine morphologische Modifikation dar, die von vielen Faktoren abhängig ist (Untergrundbeschaffenheit, Ganggeschwindigkeit etc.).

5. Beschreibung der Spurenfossilien

5.1 Problematische Lebensspuren – das Sagittichnus-Problem

1953 beschreibt SEILACHER unter der Bezeichnung *Sagittichnus lincki* Ruhespuren aus dem Schilfsandstein (mittl. Keuper) von Ster-

Abb. 4: *Sagittichnus lincki* SEILACHER 1953. Abbildung aus HÄNTZSCHEL (1975)

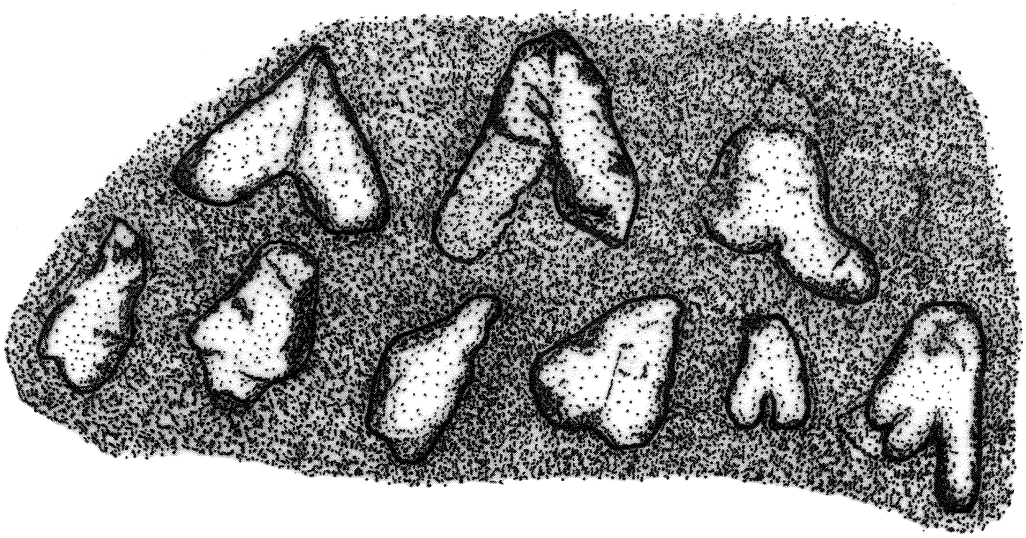


nenfels (Württemberg). Es handelt sich dabei um höchstens 5 mm lange Eindrücke, die bei bester Erhaltung einer Pfeilspitze mit medianem Kiel ähneln, wobei die Spitze sich schärfer von der Schichtfläche abhebt als der Hinterrand. Ein Flügel ist häufig schmäler als der gegenüberliegende, so als sei die Form schräg eingedrückt (Abb. 4). Als Abwandlung in der Erscheinungsform dieses Spurentyps erwähnt SEILACHER feine V-förmige Eindrücke von gleicher Größe und Orientierung. Als Besonderheit hebt SEILACHER die einheitliche rheotaktische Ausrichtung (alle Pfeile zeigen nach derselben Seite) der »Pfeilspitzen« hervor.

Auf der von PENNDORF aufgesammelten Platte sind Eindrücke zu erkennen, deren Umrisse z. T. ebenfalls eindeutig pfeilspitzenförmig zu nennen sind und deren einer Flügel meist schmäler ist als der gegenüberliegende (Abb. 5). Allerdings sind sie mit rund 10 mm doppelt so groß wie die von SEILACHER beschriebenen Formen. Auch lassen sie keinen medianen Kiel erkennen, und die Spitze hebt sich nicht schärfer von der Schichtfläche ab als der Hinterrand. Andererseits sind auch V-förmige Eindrücke zu erkennen. Von einer einheitlichen rheotaktischen Ausrichtung der »Pfeile« kann nicht die Rede sein. Die Unterschiede zu den von SEILACHER als *Sagittichnus lincki* beschriebenen Formen sind also offenkundig. Hier ist allerdings zu berücksichtigen, daß diese Unterschiede durchaus von zahlreichen äußeren Faktoren abhängig sein können; dazu sind in erster Linie Unterschiede in der Substratbeschaffenheit, der ökologischen Situation und in den Strömungsverhältnissen zu zählen. Dies alles berücksichtigend könnte man in Anbetracht der allgemeinen Formübereinstimmung dennoch geneigt sein, diese Spuren mit *Sagittichnus lincki* in Verbindung zu bringen.

Seit der Erstbeschreibung durch SEILACHER (1953) hat sich die Interpretation von *Sagittichnus* als Ruhespur allerdings grundsätzlich geändert. Während HÄNTZSCHEL (1975:

Abb. 5: Eine Auswahl von *Sagittichnus*-ähnlichen Strukturen auf der PENNDORFschen Fährtenplatte. Die Anordnung ist willkürlich. Die erste Abbildung von links in der oberen Reihe ist eine spiegelbildliche Rekonstruktion aus der 3. Abbildung von links in der unteren Reihe. Diese Rekonstruktion würde praktisch die Idealform der mehr oder weniger vollständigen V-förmigen Strukturen der oberen Reihe darstellen, ca. x 2,7. Zeichnung: J. FICHTER



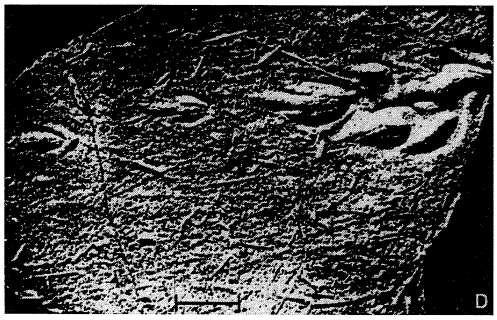


Abb. 6: *Sagittichnus lincki*-ähnliche Strukturen nach BROMLEY & ASGAARD (1979)

W 105, Abb. 5) es noch im ursprünglichen Sinne von SEILACHER als Spurenfossil betrachtet, weichen BROMLEY & ASGAARD (1979: 72, Abb. 20 D) von dieser Deutung ab. Die genannten Autoren, die eine Süßwasser-Ichnocoenose (Spurenvergesellschaftung) aus triassischen Schichten des Carlsberg Fjords in Ost-Grönland beschreiben, erkennen in *Sagittichnus* keine Lebensspuren mehr, sondern anorganisch entstandene Stoßmarken (Abb. 6). Nach ihren Feststellungen haben viele dieser Stoßmarken eine pfeilförmige Gestalt, die in die morphologische Spannbreite des vermeintlichen Spurenfossils *Sagittichnus lincki* fällt. Eine Überprüfung des Holotyps von *Sagittichnus lincki* und eine Diskussion mit dessen Erstautor (SEILACHER) lieferte den beiden Autoren die Bestätigung, daß die Formen identisch sind und *S. lincki* als anorganisch entstandene Stoßmarke betrachtet werden muß.

POLLARD (1981) wendet in diesem Zusammenhang ein, daß die genaue Art der Entstehung solch besonders geformter Strukturen erst noch erklärt werden muß. Letztgenannter Autor beschreibt aus der Trias von Cheshire (Großbritannien) Strukturen von dreieckigem oder herzförmigem Umriß, in denen er zunächst Ähnlichkeiten zu *Sagittichnus lincki* erkannte. Das Studium des deutschen Typusmaterials brachte ihn allerdings davon ab, sie *Sagittichnus lincki* zuzuordnen. Er verzichtet für die von ihm beobachteten Formen stattdessen generell auf eine Zuordnung zu einem bestimmten Ichnogenus und bezeichnet diese Strukturen als »small stuffed burrows or resting traces« (= Stopfbauten oder Ruhespuren).

Für die *Sagittichnus*-ähnlichen Strukturen auf der PENNDORFschen Fährtenplatte, die nach einem Vergleich mit Abbildung 20 D bei BROMLEY & ASGAARD nichts mit dem grönländischen Material gemeinsam haben, wohl aber mit der Beschreibung POLLARDs übereinstimmen könnten, wäre eine ganz andere, vielleicht unwahrscheinlich klingende, jedoch nicht ganz im Bereich des Unmöglichen liegende Erklärung denkbar. Auf der Platte ist nämlich bei näherer Betrachtung ein Abdruck zu erkennen (Abb.7), der zweifellos als Fußabdruck eines juvenilen Sauriers anzusprechen ist. Das chirotheride Erscheinungsbild dieses Eindruckes wird dominiert von dem tief eingedrückten V. Zeh und seiner Basis, auf dem offensichtlich die Hauptbelastung während der Lokomotion ruhte. Dieser Bereich der Haupbelastung entspricht größenordnungsmäßig den beobachteten pfeil- und herzförmigen Strukturen. Es ist somit durchaus vorstellbar, daß sich je nach Gangart, Fortbewegungsgeschwindigkeit und Untergrundbeschaffenheit Teilbereiche dieser Hauptbelastungszone bevorzugt in den Untergrund eindrückten. Hinterlassen außerdem die Zehen, die bei juvenilen Tieren dieser Größenordnung ohnehin sehr unkonsolidiert gewesen

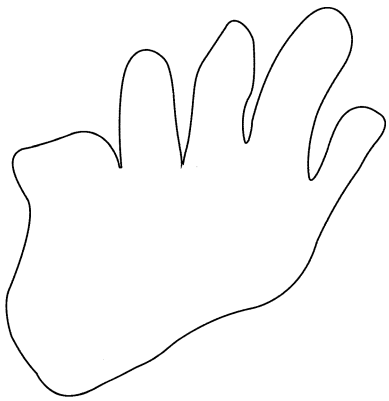


Abb. 7: *Brachychirotherium praeparvum* (HAUBOLD 1967), Umrißzeichnung des Fußeindruckes eines juvenilen Tieres, ca. x 4,1.

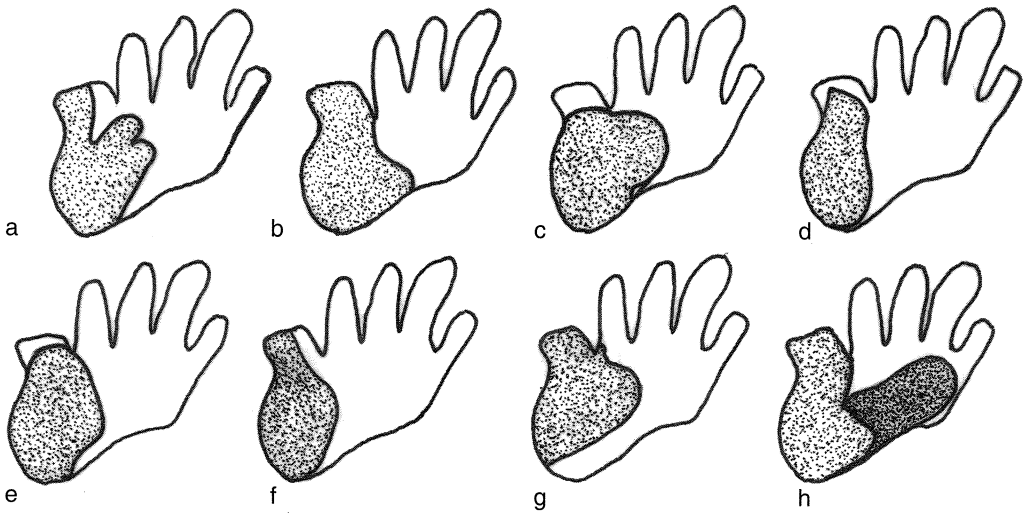


Abb. 8: Umrißlinien des juvenilen *Brachychirotherium*-Fußeindruckes der Abbildung 7 mit hineinprojizierten *Sagittichnus*-ähnlichen Strukturen. Es zeigt sich, daß solche Strukturen durchaus als Teileindrücke vorwiegend des V. Zehes entstanden sein könnten, ca. x 2,4.

sein dürften, keinen Eindruck, kann es zur Ausbildung der genannten Strukturen kommen (Abb. 8).

V-förmige Gebilde können entstehen, wenn in Ausnahmefällen außer Zeh V auch noch die Metatarsalanteile der Zehen I–IV schwach eingedrückt wurden, die Phalangen dagegen keinen Eindruck hinterließen (Abb. 8h). Um diesen Erklärungsversuch zu bestätigen (oder zu verwerfen) bedarf es allerdings noch weiterer Beobachtungen und Untersuchungen.

5.2 Reptilspuren

5.2.1 Hand und Fußeindruck eines »adulten« Tieres

Ichnofamilie: Chirotheriidae ABEL 1935
Ichnogattung: *Brachychirotherium* BEURLEN 1950
Ichnoart: *Brachychirotherium praeparvum* (HAUBOLD 1967)

Beschreibung (Abb. 9):
Fußeindruck
Der Fußeindruck zeichnet sich vor allem durch die eng zusammenstehenden, parallel ausgerichteten Zehen I bis III und den von dieser Zehengruppe deutlich nach außen abgespreizten Zeh IV aus. Die Eindrucktiefe nimmt von innen nach außen deutlich zu. Zeh I ist relativ kurz, scheint aber mit einer stark ausgebildeten Klaue bewehrt gewesen zu sein. Zeh III ist offensichtlich länger als Zeh II. An beiden mit Klauen bewehrten Zehen zeichnen sich die Phalangenpolster nur undeutlich ab. Digital-Metatarsalpolster sind mehr oder weniger deutlich im Bereich der Zehen I–III zu erkennen. Zeh IV ist sichtbar kürzer als II und III und läßt trotz stark eingedrückter Zehenspitze kein Anzeichen einer Klaue erkennen. Im Metatarsalbereich von Zeh IV wölbt sich ein markantes Polster nach außen. Proximal davon ist die Sohlenbegrenzung am deutlichsten zu erkennen, während sie am medialen und proximalen Fußrandbereich nur zu erahnen ist. Zeh V setzt sich im Hyporelief durch eine morphologische (Depression) deutlich von der Zehengruppe I–IV ab und liegt mit seinem prägnanten Basispolster hinter dem Metatarsalbereich der Zehen II und III. Sein nur andeutungsweise erkennbarer Phalangenabschnitt ist sehr kurz und ragt in der Breite nicht über die Zehengruppe I–IV hinaus, wenn man an Zeh IV eine Tangente parallel zu Zeh III anlegt.



Abb. 9: Hand- und Fußeindruck von *Brachychirotherium praeparvum* (HAUBOLD 1967), von einem »adulten« Tier stammend, ca. x 2,0.
Zeichnung: J. FICHTER

Von den Zehenlängen her gesehen, kommt also den Zehen II und III eine dominante Rolle zu. Betrachtet man sich allerdings die Druckverteilung (s.u.), so kommt dem V. Zeh funktionell immer noch eine nicht zu unterschätzende Bedeutung zu. Damit gehört das Tier, das diesen Fußeindruck hinterließ nach HAUBOLD (1971b: 488) in die Gruppe der quadrupeden Laufformen, die die Linie II, III und V betonen und so eine geschlossene Abrollfläche schaffen unter Reduktion der außerhalb liegenden Segmente wie Zehen I, IV und Phalangenteil V. HAUBOLD erkennt in dieser Gruppe die Erzeuger der Ichnogattung *Brachychirotherium*, wobei er *Brachychirotherium praeparvum* zu den Übergangsformen rechnet, bei denen die Phalangen V noch nicht ganz in das Basispolster eingeschlossen sind.

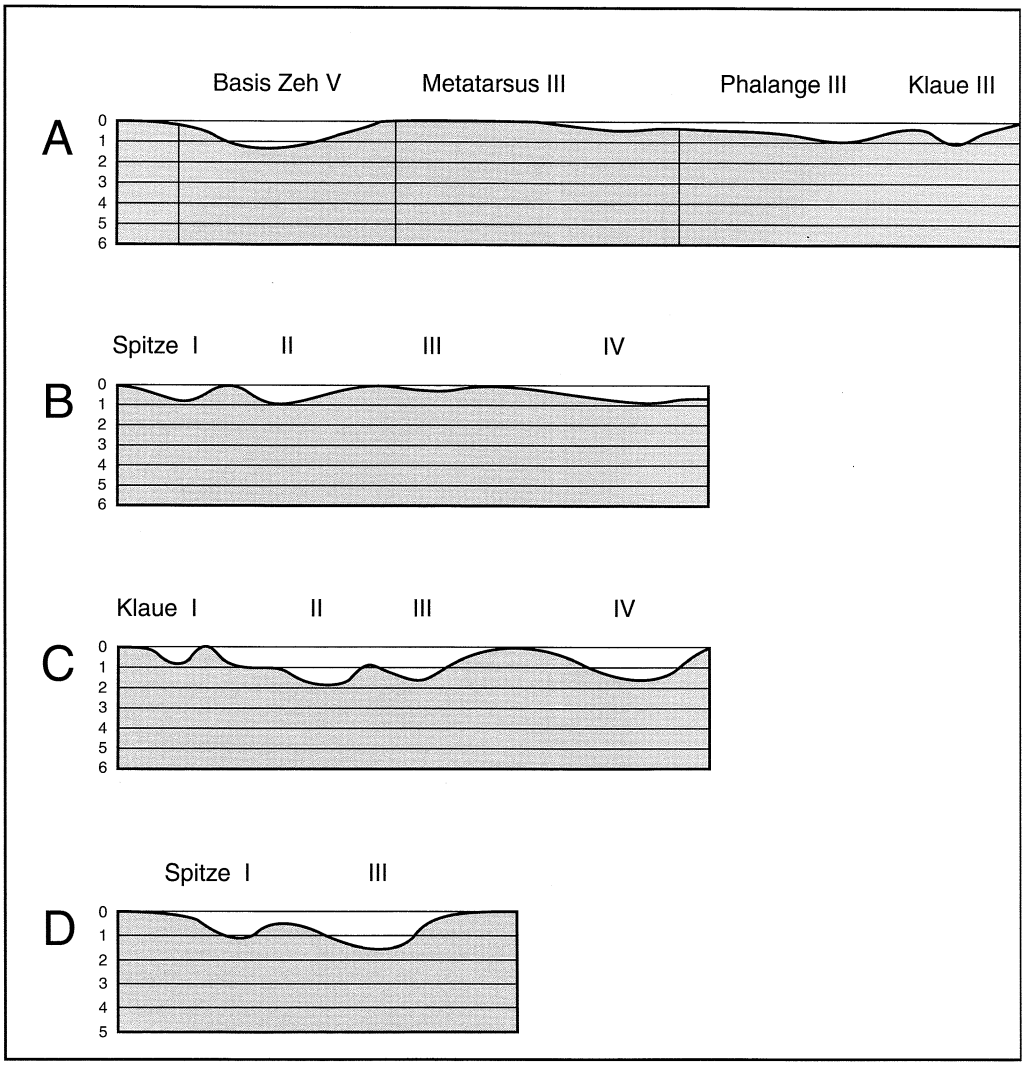


Abb. 10: Längs- (A) und Querschnitte (B-D) durch den Fußeindruck von *Brachychirotherium praeparvum* (HAUBOLD 1967) der Abbildung 9. Die Bereiche der größten Eindrucktiefen korrespondieren mit den Zonen größter Belastung. Die arabischen Ziffern am linken Rand der Schnitte bedeuten mm-Eindrucktiefe.

Nachstehend sind einige Meßwerte für den Fußeindruck aufgeführt. Diese Meßwerte können allerdings nur einen ungefähren Eindruck von den Größenordnungen, um die es sich hier handelt, vermitteln. Exakt verifizierbare Daten können es nicht sein, da die Grenzen Sedimentoberfläche/Eindruck z. T. sehr fliessend sind. Mit Zehenlängen sind im folgenden die freien Zehenlängen gemeint.

Fußlänge = 52,66 mm
Fußbreite = 35,15 mm
Zeh I = 16,49 mm
Zeh II = 20,94 mm
Zeh III = 21,46 mm
Zeh IV = 12,73 mm
Zeh V = ?5,62 mm
Kreuzachse = 62°
Zehenwinkel I/IV = 33°.

Belastungsverhältnisse des Fußes: Das Eindrücken eines Fußes in ein Substrat während der Lokomotion ist kein statischer, sondern ein dynamischer Prozeß. Das heißt, der Fuß wird vollständig oder teilweise der Unterlage aufgesetzt und rollt dann in der den Körper vorwärtstreibenden Phase kontinuierlich ab. Während des Abrollens wandern die Zonen bevorzugter Belastung in der Längsachse des Fußes von proximal nach distal und in der Querachse beispielsweise von medial nach lateral. Um diese Zonen stärkster Belastung in dem vorliegenden Fall sichtbar zu machen, wurden von dem Fußabdruck Plastilinabdrükke genommen, die anschließend in Längs- und Querrichtung geschnitten wurden. Die Abbildungen 10 a–d zeigen die aus diesen Schnitten resultierenden Eindrucktiefen entlang der Schnittlinien. Dabei dürften die größten Eindrucktiefen mit den Zonen stärkster Belastung korrespondieren. Abbildung 10a zeigt einen Längsschnitt durch Zeh III und die Basis von Zeh V. Es ist deutlich zu erkennen, daß zunächst die betragsmäßig größte Belastung auf der Basis von Zeh V liegt. Während des Abrollens wird die Belastung auf den proximalen Metatarsalabschnitt übertragen, um von hier ab mehr oder weniger kontinuierlich zur Spitze von Zeh III zuzunehmen. Zehenspitze und Klaue werden durch einen kleinen Grat voneinander getrennt. Abbildung 10b zeigt einen Querschnitt durch den Fußeindruck in Höhe der Spitze von Zeh I. Hier sind die Zehen II und IV am tiefsten eingedrückt. Während des Abrollens verlagert sich die Belastung in der Richtung quer zur Längsachse dann auch auf Zeh III (Abb. 10c). In der letzten Phase des Abrollens (Abb.10d) ist Zeh III am stärksten belastet.

Die Belastungsverhältnisse zeigen, daß auch Zeh IV in einem bestimmten Stadium des Abrollens stark belastet wird, bevor dann aufgrund seiner Längenreduktion der eigentliche Antriebsimpuls auf die längeren Zehen II und III übertragen wird.

Handeindruck

Der Handeindruck ist wesentlich schwächer eingedrückt als der Fußeindruck. Seine Position relativ weit vor dem Fußeindruck wird eigentlich nur durch das noch verhältnismäßig stark eingedrückte Basispolster von Zeh V verraten. Dieser V. Zeh, der ein Phalangensegment nur undeutlich erkennen läßt, liegt direkt hinter der Zehengruppe I–IV und ist (im Hyporelief) von dieser durch eine schmale Furche getrennt. Die distalen Abschnitte der Zehen I bis IV sind nur mit Mühe zu erkennen. Zeh I ist der kürzeste, Zeh III der längste, und Zeh IV ist kürzer als Zeh II. Zeh IV ist stark nach außen abgespreizt. Sämtliche Zehen waren vermutlich mit Klauen bewehrt.

Der Metacarpalbereich ist nicht durch einzelne Polster unterteilt und gegenüber der Basis von Zeh V mit einer leichten Wölbung nach vorne begrenzt. Da die Belastung von innen nach außen stärker ist, kann der mediale Rand des Handeindruckes nicht mehr gegen die Sedimentoberfläche abgegrenzt werden. Die nachfolgend aufgeführten Maße für den Handeindruck sind aufgrund der ungenügenden Überlieferung nur als grobe Anhaltswerte zu betrachten. Um die Unsicherheiten zu betonenn, sind die Werte in Klammern angegeben.

Handlänge = (30,04 mm)
Handbreite = (27,14 mm)
Zeh I = (4,43 mm)
Zeh II = (10,73 mm)
Zeh III = (11,06 mm)

Zeh IV = (10,85 mm)
Zeh V = (?9,15 mm)
Zehenwinkel I/IV = 77°
Hand-/Fußfläche = 1 : 2,26
Hand-Fuß-Abstand = 52,22 mm.

5.2.2 Hand- und Fußeindrücke »juveniler Tiere«

Ichnofamilie: Chirotheriidae ABEL 1935
Ichnogattung: Brachychirotherium BEURLEN 1950
Ichnoart: Brachychirotherium praeparvum (HAUBOLD 1967)

Beschreibung (Abb. 11a):
Fußeindruck
Der Eindruck läßt die Zehen II–V mehr oder weniger deutlich erkennen, Zeh I, der leicht nach innen gespreizt zu sein scheint, ist nur zu erahnen. Zeh IV ist schwach von Zeh III nach außen abgespreizt. Die Zehenlängen verhalten sich wie bei dem zuvor beschriebenen großen Fußeindruck. Zwischen der überproportional groß ausgebildeten Basis des V. Zehs und den Zehen I–IV zeichnet sich eine morphologische Trennung ab. Offensichtlich liegt die Hauptbelastung auf der Basis von Zeh V. Das Phalangensegment von Zeh V ist nur undeutlich zu erkennen und scheint sehr kurz zu sein. Anzeichen von Klauen sind nicht zu sehen. Der in Abbildung 11a vorne liegende Eindruck könnte der zugehörige Handeindruck sein. Die Erhaltung ist jedoch zu ungenügend, um irgendwelche Aussagen zu treffen.

Handeindruck
Die Abbildung 11b zeigt einen Eindruck, der mit seiner gedrungenen Form und der Ausrichtung der Zehen als Handeindruck angesprochen werden kann. Allerdings ist der Eindruck durch Rutschspuren vor allem in den distalen Zehenbereichen so stark verfremdet, daß auf eine nähere Beschreibung verzichtet wird. Im großen und ganzen stimmt der Eindruck jedoch gut mit dem zuvor beschriebenen großen Handeindruck überein. Dies läßt sich durch eine Übereinanderprojektion der Umrißlinien im angepaßten Maßstab eindeutig belegen. Nach der Ausrichtung der proximalen Zehenabschnitte in Abbildung 11b scheinen die Zehenwinkel bei der adulten und juvenilen Form nahezu identisch zu sein. Ein Vergleich der Größenverhältnisse zwischen dem Fußeindruck der Abbildung 7 und dem Handeindruck der Abbildung 11b zeigt, daß der Handeindruck von einem etwas größeren Tier erzeugt wurde.

Nachfolgend werden einige Meßwerte für den Fußeindruck der Abbildung 7 aufgeführt. Diese Angaben können jedoch nur als ungefähre Anhaltswerte aufgefaßt werden. Zur Verdeutlichung dieses Umstandes werden die Werte in Klammern gesetzt.

Fußlänge = (16.67 mm)
Fußbreite = (14.88 mm)
Zeh I = (2.20 mm)
Zeh II = (5.21 mm)
Zeh III = (5.56 mm)
Zeh IV = (4.46 mm)
Zeh V = (1.56 mm)
Zehenwinkel I/IV 30°.

5.3 Begründung für die Bestimmung der Reptilspuren

Die Dimensionen der großen Eindrücke sind – berücksichtigt man die möglichen Fehlerquellen – denen des Typus und Paratypus von *Brachychirotherium praeparvum* recht ähnlich (vgl. HAUBOLD 1967, Tab. 7).

Die Kreuzachse des Fußes (= Winkel zwischen der Achse, auf der die Digital-Metatarsalpolster I–IV liegen und der Längsachse des Fußes parallel zu Zeh III) ist mit 62° immer noch als »schief« zu bezeichnen. Nach Haubold (1967, Tab. 7) liegen die Winkel für die Kreuzachse bei *B. praeparvum* zwischen 60° und 65°. Dieser Winkel ist aber ohnehin nur bei sehr deutlich eingedrückten Polstern hinreichend genau zu ermitteln. Interessanterweise besteht nach HAUBOLD (1971a, S. 56) bei verschiedenen Arten von *Brachychirotherium* im Laufe der weiteren Entwicklung die Tendenz zur zunehmend rechtwinkligen Ausrichtung der Kreuzachse. von 50° zu 85°.

Obwohl in unserem Fall Zeh IV auffällig stark von der Zehengruppe I–III abgespreizt zu sein



Abb. 11a: *Brachychirotherium praeparvum* (HAUBOLD 1967), Detailzeichnung, Fußeindruck eines juvenilen Tieres. Der vor dem Fußeindruck liegende undifferenzierte Eindruck dürfte von der Hand stammen, ca. x 3,4. Zeichnung: J. FICHTER

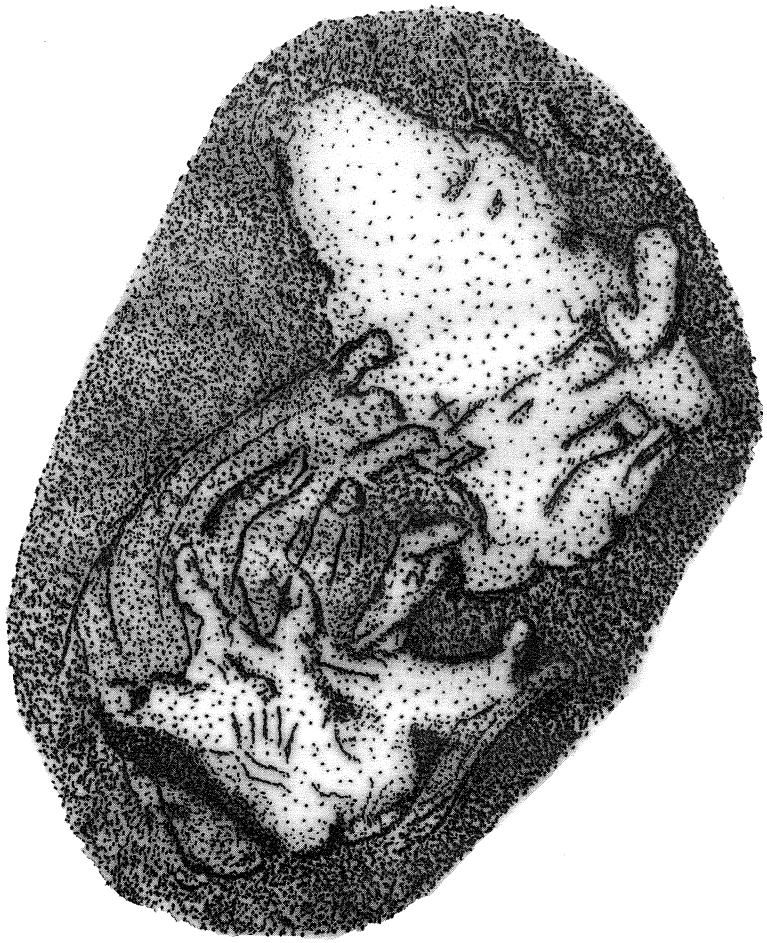


Abb. 11b: Handeindruck von *Brachychirotherium praeparvum* (HAUBOLD 1967), von einem juvenilen Tier stammend. Deutlich sind Rutschspuren zu erkennen, ca. x 3,4. Zeichnung: J. FICHTER

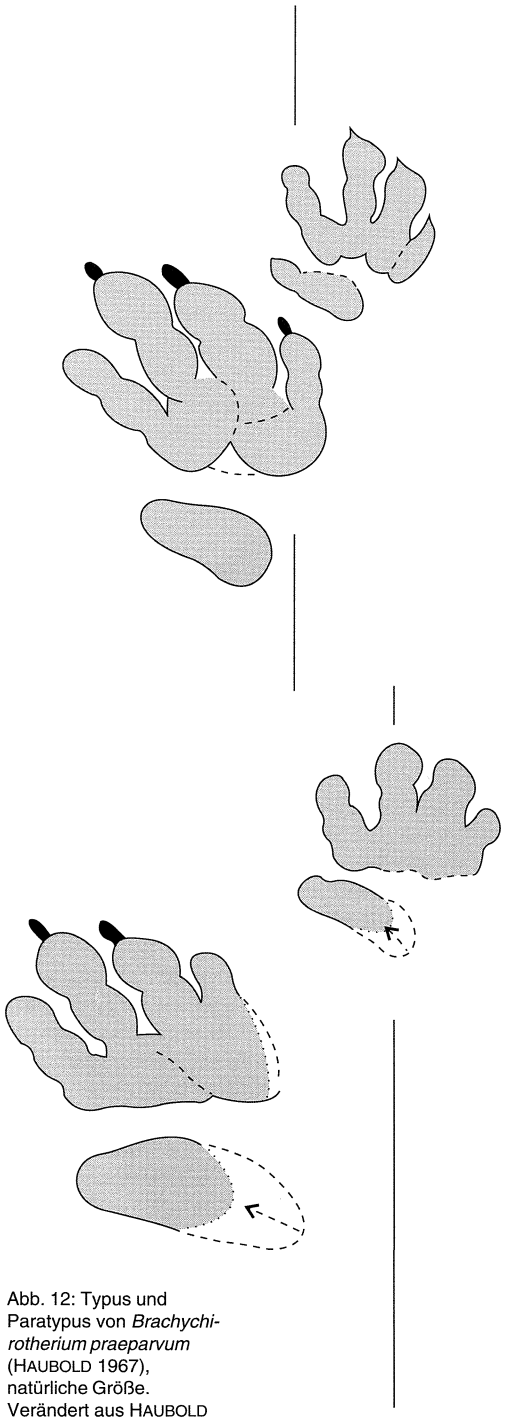


Abb. 12: Typus und Paratypus von *Brachychirotherium praeparvum* (HAUBOLD 1967), natürliche Größe. Verändert aus HAUBOLD 1967. Pfeile deuten Rutschspuren an.

scheint – verstärkt betont durch die parallele Ausrichtung dieser Zehen – liegt der Zehenwinkel I/IV mit 33° dicht bei dem des Typus (36°). Somit zeigt auch der Typus (HAUBOLD 1967, Abb. 14 a) eine Tendenz zur Abspreizung des IV. Zehes. Wie beim Typus sind auch die rundlichen, dicken Polster bei den Fußzehen zumindest andeutungsweise zu erkennen (Abb. 12). Daneben sind die Übereinstimmungen in den Zehenproportionen ebenso offensichtlich wie das Vorhandensein von Klauen an den Fußzehen I-III. Wichtigstes Merkmal ist jedoch der relativ undifferenzierte und weit zurückliegende V. Fußzeh. Insgesamt stimmt die Fußmorphologie auch einigermaßen gut mit *Brachychirotherium kuhni* (Abb. 13) überein, das erstmals von DEMATHIEU & HAUBOLD (1982) aus der Solling-Folge von Hartmutshausen in Hessen beschrieben wurde. Bei *B. kuhni* ist allerdings der IV. Zeh mit 60° noch sehr viel deutlicher von Zeh I abgespreizt als in unserem Fall. Außerdem weicht die Handmorphologie von *B. kuhni* recht deutlich vom Typusmaterial von *B. praeparvum* und von dem auf unserer Platte ab.

Soweit der Handeindruck zu erkennen ist, stimmt er morphologisch recht gut mit dem Typus von *B. praeparvum* überein. Dies gilt besonders für den stark abgespreizten IV. Zeh und die leicht geschwungene proximale Begrenzung der ansonsten völlig undifferenzierten Metacarpalregion. Daß der Hand-Fußabstand relativ größer und der Fuß im Vergleich zur Hand nicht so stark nach außen gedreht ist wie beim Typus, mag mit stark unterschiedlicher Ganggeschwindigkeit zu erklären sein.

Alles in allem erscheint die Zuordnung der von PENNDORF aufgesammelten Saurierfährte zu *Brachychirotherium praeparvum* (HAUBOLD 1967) gerechtfertigt. Geringe Unterschiede sind mit unterschiedlichen Zustandsbedingungen des Substrats (z.B. Dicke der Tonschicht, in die die Fährte eingetreten wurde) oder mit unterschiedlichen Ganggeschwindigkeiten und nicht zuletzt auch mit möglicherweise unterschiedlichen ontogenetischen Stadien zu erklären. In diesem Zusammenhang ist zu erwähnen, daß sich die kleinen Eindrücke der

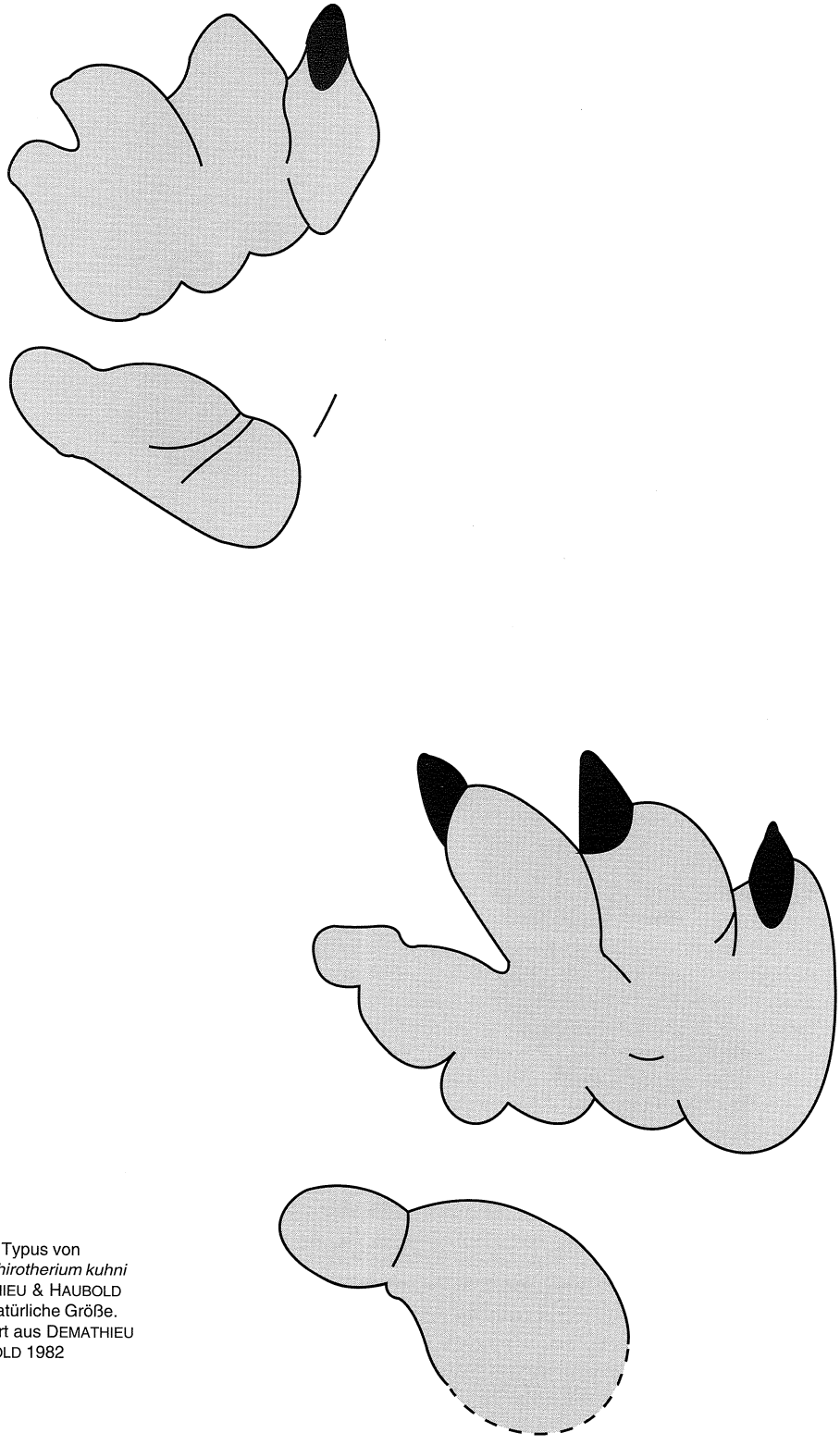


Abb. 13: Typus von *Brachychirotherium kuhni* (DEMATHIEU & HAUBOLD 1982), natürliche Größe. Verändert aus DEMATHIEU & HAUBOLD 1982

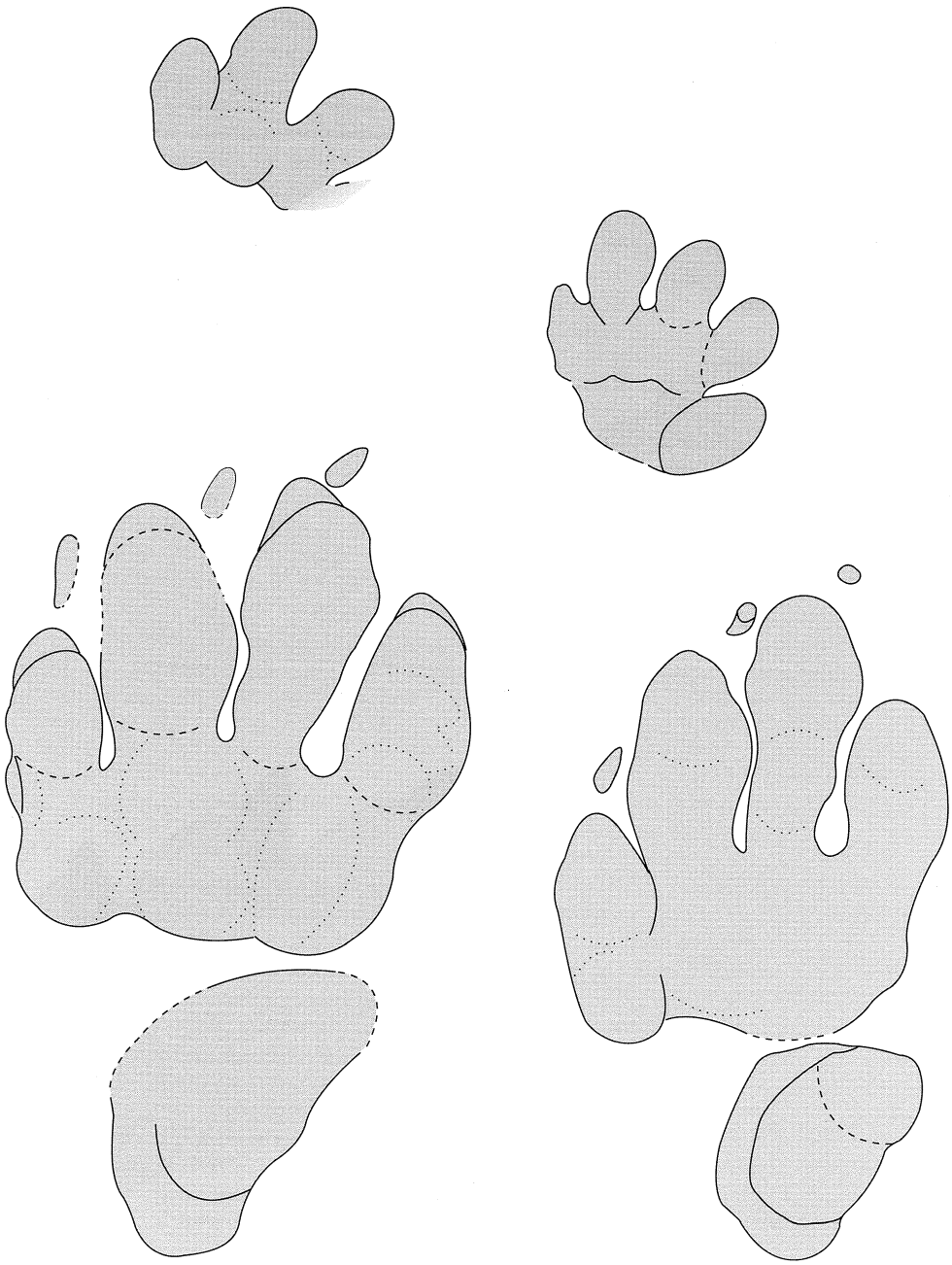


Abb. 14: *Brachychirotherium parvum* (C. H. HITCHCOCK 1889), ca. x 0,50. Fährte verändert aus HAUBOLD 1971a

juvenilen Tiere vor allem durch die überproportional große Basis des V. Zehes und durch das Fehlen von Klauen von den größeren Eindrükken unterscheiden. Anscheinend kommt es hier im Laufe des Wachstums zu nicht unerheblichen Verschiebungen in den Proportionen zwischen Zeh V und den übrigen Zehen.

6. Schlußbemerkungen

Mit dem vorliegenden Fund ist der Erstnachweis für die Art *Brachychirotherium praeparvum* im Mittleren Buntsandstein Hessens gelungen. Nach HAUBOLD (1983) setzt die Gattung *Brachychirotherium* erst in der Solling-Folge ein. Somit brauchen auch von stratigraphischer Seite aus gesehen, keine Bedenken gegen die Zuordnung zu bestehen.

HAUBOLD (1967: 37, 1971: 479b) stellt die Ähnlichkeit von *B. praeparvum* zu *B. parvum* aus der Oberen Trias von New Jersey hervor (Abb 14). Diese morphologische Ähnlichkeit ist zweifellos gegeben, dennoch wird eine artliche Differenzierung aufgrund unterschiedlichen stratigraphischen Auftretens und nach den Größenunterschieden der Hand- und Fußeindrücke sowie der Kreuzachse postuliert Mit dem Nachweis von Eindrücken, die eindeutig auf juvenile Tiere zurückzuführen sind, stellt sich in diesem Zusammenhang aber zwangsweise die Frage, ob solche Unterscheidungskriterien genügen. Vielleicht verbergen sich hinter so manchen derart zustande gekommenen Artdifferenzierungen lediglich ontogenetisch bedingte Größen- und Proportionsunterschiede? In unserem Falle ist der Fußeindruck des juvenilen Tieres um ca 32% kleiner als der Fußeindruck des »adulten« Tieres.

Literatur

ABEL, O. (1935): Vorzeitliche Lebensspuren – 644 S., 530 Abb.; Jena (Fischer)

BEURLEN, K. (1950): Neue Fährtenfunde aus der fränkischen Trias. – Neues Jahrbuch für Geologie und Paläontologie, Monatshefte, **1950**: 308–320, 4 Abb.; Stuttgart

BROMLEY, R. & ASGAARD, U. (1979): Triassic Freshwater Ichnocoenoses From Carlsberg Fjord, East Greenland. – Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology, **28**: 39–80, 22 Abb.; Amsterdam

BUSSE, E. (1961): HANS PENNDORF †. – Notizblatt des hessischen Landesamtes für Bodenforschung zu Wiesbaden, **89**: 451–452; Wiesbaden.

DEMATHIEU, G. & HAUBOLD, H. (1982): Reptilfährten aus dem Mittleren Buntsandstein von Hessen (BRD) – Hallesches Jahrbuch für Geowissenschaften, **7**: 97–110, 8 Abb., 1 Tab.; Gotha

FICHTER, J. (1982): Aktuopaläontologische Untersuchungen an den Fährten einheimischer Urodelen und Lacertilier. Teil I: Die Morphologie der Fährten in Abhängigkeit von der Sedimentbeschaffenheit. – Mainzer Naturwissenschaftliches Archiv, **20**: 91–129, 26 Abb.; Mainz

FINDEISEN, H. K. (1952): Geologische Beschreibung des Stadtgebietes von Kassel und seiner näheren Umgebung. [unveröffentlichte Diplomarbeit]; Heidelberg

HÄNTZSCHEL, W. F (1975): Trace Fossils and Problematika In: MOORE, R.C. & TEICHERT, C. (1975): Treatise on Invertebrate Paleontology. Part W, Miscellanea, Supplement 1; Boulder, Lawrence (The Geological Society of Amerika & The University of Kansas)

HAUBOLD, H. (1971a): Ichnia Amphibiorum et Reptiliorum fossilium In: KUHN, O. (1971): Handbuch der Paläoherpetologie; Stuttgart, Portland (Gustav Fischer Verlag)

HAUBOLD, H. (1971b): Die Tetrapodenfährten des Buntsandsteins in der Deutschen Demokratischen Republik und in Westdeutschland und ihre Äquivalente in der gesamten Trias. – Paläontologische Abhandlungen, Abteilung A: Paläozoologie, **4** (3): 397–548, 34 Abb., 22 Tab., 35 Taf.; Berlin

HAUBOLD, H. (1983): Archosaur evidence in the Buntsandstein (Lower Triassic). – Acta Palaeontologica Polonica, **28** (1/2): 123–132, 4 Abb.; Warszawa

HAUBOLD, H.(1967): Eine Pseudosuchier-Fährtenfauna aus dem Buntsandstein Südthüringens. – Hallesches Jahrbuch für Mitteldeutsche Erdgeschichte, (1966): 12–48, 18 Abb., 10 Tab., 7 Taf.; Leipzig

KUPFAHL, H.-.G.(1981): Erläuterungen zur Geologischen Karte von Hessen 1 : 25000, Blatt Nr. 4723 Oberkaufungen – Hessisches Landesamt für Bodenforschung: 212 S., 15 Abb., 17 Tab., 3 Taf., 1 Beibl.; Wiesbaden

PENNDORF, H. F. (1936): Beitrag zur Stratigraphie und Tektonik des Kasseler Beckens auf Grund neuer Aufschlüsse – Verein für Naturkunde zu Kassel. Festschrift zur Feier seines hundertjährigen Bestehens zugleich Abhandlungen und Bericht LVIII über das 94.–100. Vereinsjahr 1929–1936, **LVIII**: 165–176, 4 Abb.; Kassel

POLLARD, J. E. (1981): A comparison between the Triassic trace fossils of Cheshire and southern Germany. – Palaeontology, **24**: 555–588, 5 Taf., 8 Abb.

SEILACHER, A. (1953): Studien zur Palichnologie. II. Die fossilen Ruhespuren (Cubichnia) – Neues Jahrbuch für Geologie und Paläontologie, Abhandlungen, **98** (1): 87–124, 5 Abb., 13 Taf.; Stuttgart.

Manuskript bei der Schriftleitung eingegangen
am 7. März 1995

Anschrift des Verfassers
Dr. Jürgen Fichter
Naturkundemuseum Kassel
Steinweg 2
34117 Kassel

[Anmerkung des Verfassers: Der beschriebenen Fährtenplatte wird nachträglich die Inventarnummer Tr 1572/2 zugeordnet.]

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Philippia. Abhandlungen und Berichte aus dem Naturkundemuseum im Ottoneum zu Kassel

Jahr/Year: 1994-1996

Band/Volume: 7

Autor(en)/Author(s): Fichter Jürgen

Artikel/Article: Ein bemerkenswerter Fund von Hans Penndorf (1879-1960) 91-108