

1  
S 937  
NH

# Stuttgarter Beiträge zur Naturkunde

## Serie B (Geologie und Paläontologie)

Herausgeber:

Staatliches Museum für Naturkunde, Rosenstein 1, D-70191 Stuttgart

Stuttgarter Beitr. Naturk.	Ser. B	Nr. 230	31 S., 3 Taf., 10 Abb., 3 Tab.	Stuttgart, 20. 9. 1995
----------------------------	--------	---------	--------------------------------	------------------------

### Wirbeltier-Fährten aus dem Rötquarzit (Oberer Buntsandstein, Mittlere Trias) von Hardheim bei Wertheim/Main (Süddeutschland)

Vertebrate tracks from the Rötquarzit (Upper Buntsandstein, Middle Triassic) of Hardheim near Wertheim/Main (South Germany)

Von Frank-Otto Haderer, Aichwald, Georges R. Demathieu, Dijon, und  
Ronald Böttcher, Stuttgart

Mit 3 Tafeln, 10 Abbildungen und 3 Tabellen

#### Summary

New findings of vertebrate tracks in the Upper Buntsandstein (Röt, s8) of Hardheim can be allocated to the following forms: *Chirotherium sickleri* KAUP, *Chirotherium barthii* KAUP, *Isochirotherium felenci* COUREL & DEMATHIEU, *Rhynchosauroides* MAIDWELL and two *Chirotheriidae* incertae sedis. The trackmaker of the large *Chirotherium sickleri* at Hardheim very probably is the same species of raiusuchid, the bones of which were found in the Upper Buntsandstein near Waldshut recently.

#### Zusammenfassung

Neue Funde von Wirbeltier-Fährten im Oberen Buntsandstein (Röt, s8) von Hardheim lassen sich folgenden Formen zuordnen: *Chirotherium sickleri* KAUP, *Chirotherium barthii* KAUP, *Isochirotherium felenci* COUREL & DEMATHIEU, *Rhynchosauroides* MAIDWELL und zwei *Chirotheriidae* incertae sedis. Der Fährtenerezeuger des großen *Chirotherium sickleri* in Hardheim ist sehr wahrscheinlich der gleiche Raiusuchier, dessen Knochen vor kurzem im Oberen Buntsandstein bei Waldshut gefunden wurden.

#### Inhalt

1. Einleitung	2
2. Geologie	3
2.1. Fundort und Fundschicht	3
2.2. Begleitfauna	3
2.3. Stratigraphie	5
3. Bisherige Fährtenfunde	7
4. Beschreibung der Fährten	11
4.1. <i>Chirotherium sickleri</i> KAUP	12
4.2. <i>Chirotherium barthii</i> KAUP	14



4.3. <i>Isochirotherium felenci</i> COUREL & DEMATHIEU . . . . .	15
4.4. Chirotheriidae incertae sedis . . . . .	18
4.5. <i>Rhynchosauroides</i> MAIDWELL . . . . .	19
5. Das Hardheimer <i>Chirotherium sickleri</i> . . . . .	20
5.1. Rekonstruktion des Hardheimer <i>C. sickleri</i> . . . . .	20
5.2. Hardheim und der Waldshuter Rauisuchier . . . . .	22
5.3. <i>Chirotherium sickleri</i> und <i>Chirotherium barthü</i> . . . . .	23
6. Literatur . . . . .	23

## 1. Einleitung

Im Oktober 1992 entdeckte der Hobbypaläontologe W. HOLLERBACH, Hardheim, auf der Baustelle der Firma Leiblein in der hier anstehenden Röt-Folge des Buntsandsteins Sandsteinplatten mit Wirbeltierfährten. Die vom Grundstückseigentümer gerne ermöglichte und vom Staatlichen Museum für Naturkunde in Stuttgart (SMNS) durchgeführte mehrtägige Grabung ergab die bedeutendsten und umfangreichsten Fährtenfunde aus dem Buntsandstein in neuerer Zeit. Auf einer Fläche von etwa 15 m × 6 m konnten 10 Fährtenzüge mittelgroßer bis großer Archosaurier festgestellt werden.

Methodik. – Die schweren, bis 20 cm mächtigen Sandsteinplatten mußten vom zähen Tonsteinuntergrund abgehoben, umgedreht und die im Liegenden verbliebenen Originaltrittsiegel sofort eingemessen werden. Die Zugehörigkeit einzelner Trittziegel zu bestimmten Fährten war deshalb nicht von Anfang an klar, und die Fährtennumerierung ist deshalb nicht logisch durchgängig, wurde aber beibehalten, um spätere Verwechslungen zu vermeiden. Zur späteren nochmaligen Kontrolle wurden nach einer Idee von Frau B. WILD die wichtigsten Fährten in situ auf durchsichtige Folie übertragen.

Mit römischen Zahlen wurden die Gesamt-Fährten benannt, mit arabischen Zahlen die einzelnen Trittziegel innerhalb der Fährten. Fährte I mußte letzten Endes in drei Fährten aufgeteilt werden und Fährte VII entpuppte sich als ein Teil von Fährte V. Die Verteilung der Numerierung im Fährtenplan (Abb. 4) entspricht der Reihenfolge der Entdeckung. Außerdem ist durch die Beibehaltung der ursprünglichen Numerierung bei manchen Fährten das mit 1 gekennzeichnete Trittziegel nicht das erste einer Fährtenfolge. Später entdeckte, vorhergehende Trittziegel wurden mit 0, –1 usw. bezeichnet.

Von dem sehr umfangreichen Material wurden nur die am besten erhaltenen Trittziegel und wichtige Belege in die Sammlung des Staatlichen Museums für Naturkunde in Stuttgart übernommen. Es sind dies die Trittziegel II/12, V/1, IV/4, VI/–1, VI/2, VI/4, VIII/3, III/2, Ib/2, II/8, Ic/9, V/2 mit den fortlaufenden Inventarnummern SMNS Inv.-Nr. 80125 bis 80136 sowie vier kleine Platten mit *Rhynchosauroides* sp. (SMNS Inv.-Nr. 80137 bis 80140). Alle weiteren geborgenen Platten der Grabungsfläche befinden sich in der Schausammlung und im Magazin des Hardheimer Heimatmuseums (Erfatal-Museum, Schloßplatz 6, D-74736 Hardheim).

Die in Tabelle 1 bis 3 dargestellte Statistik benutzt übliche Parameter der Häufigkeitsverteilung: Mittelwert, Standardabweichung und Vertrauensgrenzen für den Mittelwert. Eine kleine Variabilität (<10%) und eine gute Wahrscheinlichkeit für den Cramer-Test (>15%) zeigen eine zuverlässige Verteilung der Meßwerte des Merkmals an, wenn die Stichprobe klein ist (<10). Das bedeutet, das entsprechende Merkmal ist beständig und kann rückhaltlos für Vergleiche verwendet werden. Zum

Vergleich von Mittelwerten können nicht nur die gemessenen Werte selbst, sondern auch die Verhältnisse zweier Meßwerte verwendet werden. Damit wird der Annahme Rechnung getragen, daß die Fährtenerezeuger einer Ichnoart nicht dieselbe Körpergröße haben müssen, Größenverhältnisse hingegen bei mehreren Tieren gleich sein können.

### Dank

An erster Stelle soll Herrn W. Hollerbach, Hardheim, gedankt werden, der nach einer ersten kleinen Sondierungsgrabung mit seinem Sohn Dr. R. Hollerbach und Herrn B. Hess, ebenfalls aus Hardheim, die Bedeutung dieser Funde erkannte und die Fundstelle dem Staatlichen Museum für Naturkunde in Stuttgart meldete. Herr A. Leiblein ermöglichte dann freundlicherweise die Grabung des Stuttgarter Museums auf der Baustelle seiner neuen Werkshalle. Besonderer Dank gebührt Herrn Dr. R. Wild (SMNS), der die Grabung bestens organisiert hat, sowie seiner Frau B. Wild, die trotz ungünstiger Witterungsverhältnisse tatkräftig mitgeholfen hat. An der Grabung waren außerdem folgende Personen beteiligt: N. Adorf (SMNS), B. Hess, W. und Dr. R. Hollerbach und J. G. Wegele, Waldenburg; ferner zwei der Autoren (F.-O. H. und Dr. R. B.). Durch Bereitstellung eines großen Schaufelladers trug Herr Bürgermeister E. Hornberger entscheidend zur zügigen Durchführung der Grabung bei, und Frau H. Hollerbach sorgte für Verpflegung und warme Getränke. Herr Dr. H. Bahlburg, Universität Heidelberg, ermöglichte dankenswerterweise die Durchsicht der Beleg-sammlung zur Dissertation Gehenn (1962).

Der Juniorautor (F.-O. H.) möchte dem Seniorautor (Dr. G. R. D.) und Herrn Dr. R. Böttcher (SMNS) außerdem an dieser Stelle danken für ihre freundliche und entgegenkommende Mitarbeit am Projekt „Hardheimer Fährten“. Außerdem möchte ich Herrn Dr. R. Wild danken für seine Auskünfte zur Osteologie des Waldshuter Rausuchiers und meiner Frau Eva-Maria Haderer für die Reinschrift der Tabellen.

## 2. Geologie

### 2.1. Fundort und Fundschicht

Die Fundstelle liegt innerhalb des mitteleuropäischen Buntsandstein-Beckens etwa in der Mitte zwischen der Rheinischen und der Vindelizischen Masse, in der südwestlichen Verlängerung der Thüringischen Senke (Abb. 1). Diese geht weiter nach Südwesten in das Bruchsaler Becken über (ORTLAM 1968).

Die Fährten fanden sich auf der Sohlfläche einer weißlichen, teilweise auch rosa bis roten, 10–20 cm mächtigen glimmerfreien, quarzitischen Sandsteinbank. Eine Schichtung innerhalb der Bank ist nicht erkennbar. Die Fundschicht wird von rotem, an der Kontaktfläche grünem, teilweise violett geflecktem Ton unterlagert und offensichtlich von ähnlichen, plattigen Sandsteinen überlagert. Wegen ungünstiger Aufschlußverhältnisse konnte ein Profil nicht aufgenommen werden.

### 2.2. Begleitfauna

Neben den Fährten wurden in der Fundschicht fünf Prägekerne der Muschel *Costatoria costata* (ZENKER) gefunden (Taf. 1, Fig. 1–2). Drei Funde liegen auf der Sohlfläche, zwei weitere innerhalb der Bank. Die Art ist in der Fundschicht wahrscheinlich relativ häufig, in dem Gestein aber nur schwer zu erkennen. So wurden alle Funde erst nach der Reinigung der geborgenen Fährtenplatten entdeckt.

Diese Muschel ist eine bezeichnende Art des Oberen Buntsandsteins, die bevorzugt in Küstensedimenten des aus Osten vordringenden Rötmeeres zu finden ist

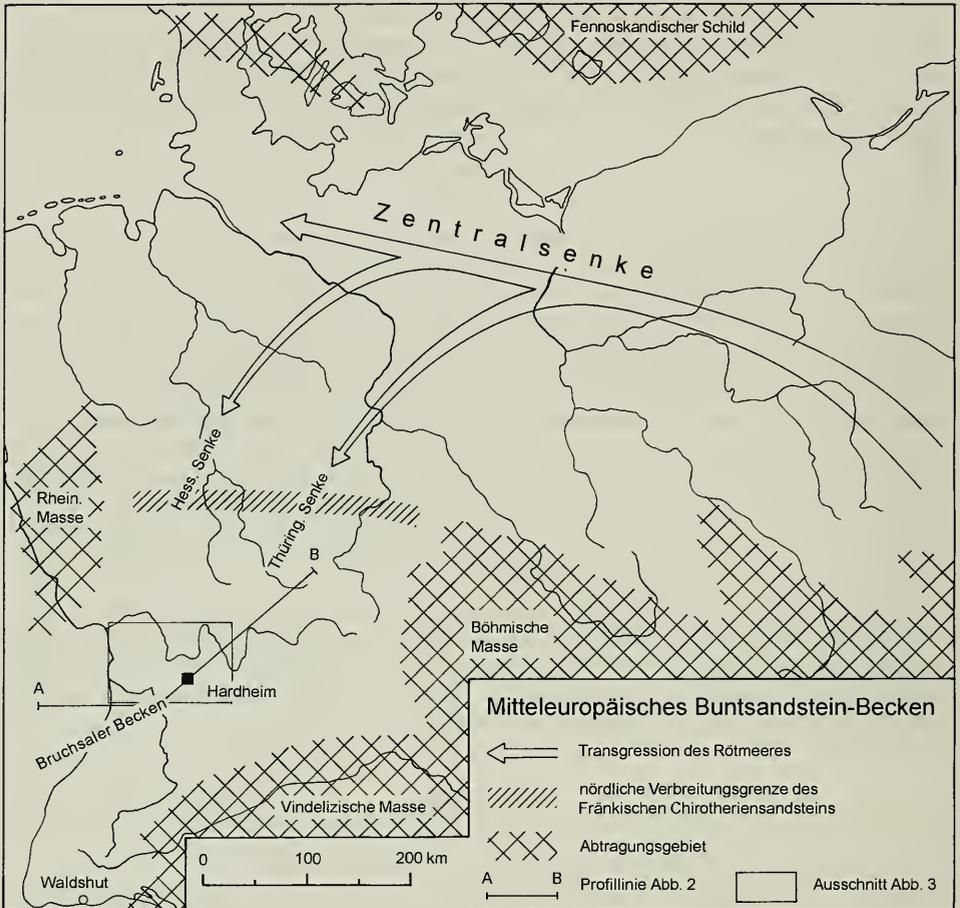


Abb. 1. Lage des neuen Fährtenvorkommens von Hardheim innerhalb des mitteleuropäischen Buntsandstein-Beckens (nach GRUMBT 1974, Abb. 76).

(Abb. 1, 2). Dementsprechend kommt sie in Oberschlesien bereits im untersten Röt vor (BACKHAUS 1981: 362). In Hildburghausen und Umgebung (Werra) ist sie in größeren Mengen im Plattensandstein zu finden, sehr vereinzelt auch im Rötquarzit (SCHNEIDER 1967: 65, 71). Bei Kronach kommt sie häufig in den Pseudomorphosen-Schichten vor (DEMATHEIU & LEITZ 1982: 66). In Unterfranken stammen die geologisch ältesten Funde bisher aus dem Plattensandstein von Elfershausen bei Bad Kissingen (SCHUSTER 1936: 6) und dem Fränkischen Chirotheriensandstein bei Erlabrunn, 10 km nordwestlich von Würzburg (SCHUSTER 1935: 32, 46). Die Funde von Hardheim sind die bisher südwestlichst gelegenen Nachweise der Art im Rötquarzit. Die frühesten Nachweise in Hardheim und dem südwestlich anschließenden Gebiet lagen bisher in der *vulgaris/costata*-Bank am Top der Epfenbacher Schichten, einer sandigen Folge oberhalb des Rötquarzits (BACKHAUS 1981: 378; MAHLER & SEIL 1993).

### 2.3. Stratigraphie

Nach der geologischen Karte 1:25000 von Baden-Württemberg (Blatt 6322 Hardheim) gehören die Sandsteine zu dem auf Blatt Hardheim bis zu 12 m mächtigen Rötquarzit oder Fränkischen Chirotheriensandstein des Oberen Buntsandsteins, wofür auch die lithologische Ausbildung spricht. Der Rötquarzit ist häufig durch einen tonigen Abschnitt zweigeteilt. Auf Blatt Hardheim überwiegen im unteren Teil dicke, über einen Meter mächtige Bänke, während der obere Abschnitt aus dünnplattigen Bänken besteht (GÜNZBURGER 1936). Demnach liegt das Fährtenvorkommen vermutlich im oberen Abschnitt des Rötquarzits. Die Situation scheint somit derjenigen innerhalb des Thüringischen Chirotheriensandsteins zu entsprechen, wo die bekannten Fährtenvorkommen Südthüringens ausschließlich auf den obersten plattigen Abschnitt beschränkt sind, in den unterlagernden bankigen Sandsteinen dagegen fehlen (HAUBOLD & PUFF 1976: 70).

Die Erforschungsgeschichte der Stratigraphie des Oberen Buntsandsteins ist von vielen Mißverständnissen geprägt und daher recht verwirrend. Dazu hat nicht zuletzt beigetragen, daß in fast allen sandigen Horizonten Fährten gefunden worden sind, was zur Folge hatte, daß die jeweiligen Bearbeiter unterschiedliche stratigraphische Einheiten als Chirotheriensandstein bezeichnet haben. Seit den grundlegenden Arbeiten von SCHUSTER (1933, 1934, 1935, 1936) sind die Verhältnisse jedoch geklärt (Abb. 2). Wegen seiner reichen Fährtenvorkommen in Südwest-Thüringen ist der „Thüringische Chirotheriensandstein“, der zur Solling-Folge des Mittleren Buntsandsteins gehört (RICHTER-BERNBURG 1974), am bekanntesten. Er ist im Odenwald-Gebiet kaum noch ausgebildet. Zur Unterscheidung wird der hier zur Diskussion stehende, höher gelegene Fährtenhorizont als „Fränkischer Chirotheriensandstein“ bezeichnet. Um Verwechslungen mit anderen fährtenführenden Sandsteinen auszuschließen ist auch die Bezeichnung „Rötquarzit“ gebräuchlich. Jedoch kann auch dieser Terminus zu Mißverständnissen führen, da innerhalb des Oberen Buntsandsteins mehrere quarzitische Horizonte ausgebildet sind. So ist selbst in der neuesten Auflage der „Geologie von Baden-Württemberg“ (GEYER & GWINNER 1991: 75) der Rötquarzit mit dem stratigraphisch tiefer liegenden Grenzquarzit gleichgesetzt worden (Abb. 2). Der Grenzquarzit, aus dem nur sehr wenige Fährtenfunde bekannt sind, wird auch als mittlerer Chirotheriensandstein bezeichnet (SCHUSTER 1933: 18).

Der Rötquarzit wird von den Röttonen unter- und überlagert (Abb. 2). Nach Norden wird er geringmächtiger und keilt schließlich aus (Abb. 1). Nach Südwesten wird er dagegen mächtiger, die unteren Röttonen gehen in Sandsteine über und auch die oberen Röttonen werden an der Basis sandiger (Epfenbacher Sandstein). Dadurch wird seine Identifizierung zunehmend erschwert.

ORTLAM (1967) hat versucht, anhand violetter Horizonte (Bodenbildungen) die Stratigraphie des südlichen Odenwalds mit derjenigen des nördlichen Schwarzwalds zur Deckung zu bringen. Dabei faßte er den Rötquarzit bedeutend enger auf als z. B. BACKHAUS (1974), woraus sich bereits Unstimmigkeiten ergeben. Erschwerend kommt hinzu, daß zwischen den beiden Vorkommen eine Aufschlußlücke von ca. 50 km liegt. Die Möglichkeit einer Parallelisierung anhand der violetten Horizonte wird daher angezweifelt (BACKHAUS 1975: 314). Das Vorkommen von Fährten zur Parallelisierung heranzuziehen (ORTLAM 1967: 533) ist auf keinen Fall zulässig, da Fährten im Bereich des Odenwalds in nahezu allen Sandsteinen des Oberen Buntsandsteins vorkommen und entsprechendes auch für den Schwarzwald anzunehmen ist. Gleiches gilt auch für die Bauten von *Diplocraterion luniformis* (BLANCKEN-

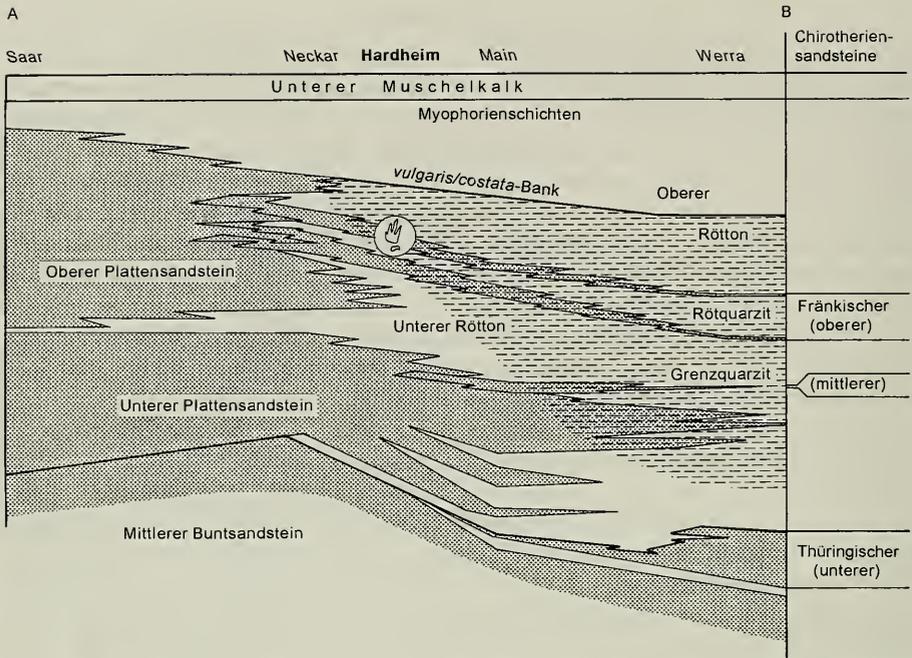


Abb. 2. Vereinfachtes Fazies-Profil durch den süddeutschen Oberen Buntsandstein (nach BACKHAUS 1981, Abb. 1). Zuordnung der Chirotherien-Sandsteine nach SCHUSTER (1933). Gestrichelte Fläche: Verbreitung von *Costatoria costata*. Lage des Profils siehe Abb. 1.

HORN), früher auch als *Arenicoloides* oder *Corophioides* bezeichnet. Diese kommen in der Umgebung von Hardheim (GÜNZBURGER 1936: 20) und auch im übrigen Unterfranken häufig im Rötquarzit vor, der daher auch schon „*Arenicoloides*-Quarzit“ genannt worden ist (SCHUSTER 1935: 29), sie sind aber keineswegs auf diesen beschränkt (SCHUSTER 1935: 36). Trotzdem verwandte ORTLAM (1967) diese Bauten zur Parallelisierung, wobei er die *Corophioides*-Bank des Schwarzwalds allerdings dem Grenzquarzit Unterfrankens gleichsetzte, was aus den dargelegten Gründen keineswegs zwingend ist. Ob sich der Rötquarzit sogar bis in den südlichen Schwarzwald eindeutig verfolgen läßt (ORTLAM 1970), erscheint bei der stark kondensierten Abfolge in dieser randlichen Lage mehr als fraglich.

Wegen dieser nach wie vor bestehenden Unsicherheiten ist eine eindeutige Zuordnung der in der Literatur erwähnten Fährtenvorkommen im Buntsandstein des Schwarzwalds zu einem der Fährtenhorizonte des Odenwalds nach dem derzeitigen Kenntnisstand noch nicht mit Sicherheit möglich.

Ähnlich ist die Situation in Oberfranken, wo der Rötquarzit nach Süden ebenfalls zunehmend von anderen Sandsteinen eingeschlossen wird, so daß er ab Kulmbach kaum mehr als eigenständiger Horizont erkennbar ist. Auch über den Rhein hinweg nach Westen ist ein Verfolgen der einzelnen Horizonte kaum mehr möglich.

Die chronostratigraphische Einstufung des Buntsandsteins gestaltet sich wegen der überwiegend terrestrischen Verhältnisse ebenfalls schwierig. KOZUR (1975: 60) versuchte eine Festlegung der Grenze Untere/Mittlere Trias innerhalb des Oberen

Buntsandsteins mit Hilfe der beiden Muscheln *Myophoria vulgaris* und *Costatoria costata*. Beide Arten kommen nur in einem geringmächtigen Horizont gemeinsam vor, der sich von Oberschlesien bis Thüringen (KOZUR 1975: 60) und weiter bis Unterfranken (MAHLER & SELL 1993) verfolgen läßt. MAHLER & SELL (1993) erweiterten den bereits von GEHENN (1962) für den entsprechenden Horizont eingeführten Terminus „*costata*-Bank“ in „*vulgaris/costata*-Bank“.

*C. costata* tritt im Osten bereits im untersten Oberen Buntsandstein auf und breitet sich mit fortschreitender Transgression allmählich nach Westen aus, wobei sie in zunehmend höheren stratigraphischen Positionen auftritt (Abb. 2). *M. vulgaris* ist aus diesen tieferen Niveaus bisher unbekannt, sie taucht im gesamten Germanischen Becken erst in der *costata/vulgaris*-Bank auf, in der gleichzeitig das letzte Vorkommen von *C. costata* liegt. Es scheint sich also bei dieser Bank um einen brauchbaren Leithorizont zu handeln.

KOZUR (1975: 60) stellte die *costata/vulgaris*-Bank ursprünglich an die Basis der Mittleren Trias, was für den Rötquarzit ein untertriassisches Alter ergab. Neuerdings (KOZUR 1993) stellt er sie jedoch an die Basis des Bithyniums, woraus sich auch für die Fundschicht ein jüngerer, mitteltriassisches Alter ergibt. In eine ähnliche Richtung scheinen palynologische Untersuchungen zu deuten, die jedoch noch nicht genügend abgesichert sind (MAHLER & SELL 1993).

Ein weiteres Indiz zur Klärung der Stratigraphie könnte die Anzahl der extrarealen Rippen von *C. costata* sein, die sich im Laufe der Phylogenese anscheinend erhöht hat (MAHLER & SELL 1993: 191; KOZUR 1993). Wegen ungenügender Erhaltung läßt sich diese jedoch an dem Hardheimer Material nicht mit der notwendigen Sicherheit feststellen.

Nach dem derzeitigen Kenntnisstand sind die Hardheimer Fährten daher in das Aegae der basalen Mitteltrias zu stellen.

### 3. Bisherige Fährtenfunde

Wegen der bereits oben erwähnten Probleme, die anfangs mit der Stratigraphie des Oberen Buntsandsteins bestanden, ist es schwierig, alle in der Literatur erwähnten Funde genau in das heutige stratigraphische Schema einzuordnen. Hinzu kommt, daß nur in wenigen Fällen Beschreibungen oder Abbildungen vorliegen und auch der Verbleib der Fährten nur sehr selten angegeben ist, wenn sie überhaupt geborgen worden sind. Es bleibt daher in vielen Fällen unklar, ob es sich wirklich um Tetrapodenfährten gehandelt hat, zumal noch zu Beginn dieses Jahrhunderts Schichtflächen, die die Ausgänge der Bauten von Würmern zeigten, z. B. *Diplocraterion luniformis* (BLANCKENHORN), ebenfalls als Fährtenflächen bezeichnet wurden (BRÄUHÄUSER 1910). WALTHER hat diese „Vogelfährten“ sogar noch 1918 als *Chirotherium* bezeichnet. Ferner wurden Sedimentstrukturen als Fährten gedeutet, die mit großer Wahrscheinlichkeit anderer Entstehung sind (SPITZ 1905, Abb. 1–3). So ist die Ähnlichkeit von manchen Strömungsmarken mit Tetrapodenfährten teilweise sehr groß (MADER 1981, Taf. 2, Fig. 7; GRUMBT 1974, Abb. 45d). Derartige zweifelhafte Literaturangaben bleiben daher in der folgenden Aufstellung unberücksichtigt, ebenso wie fast alle Vorkommen im Schwarzwald, da deren stratigraphische Stellung unklar ist (s. o.).

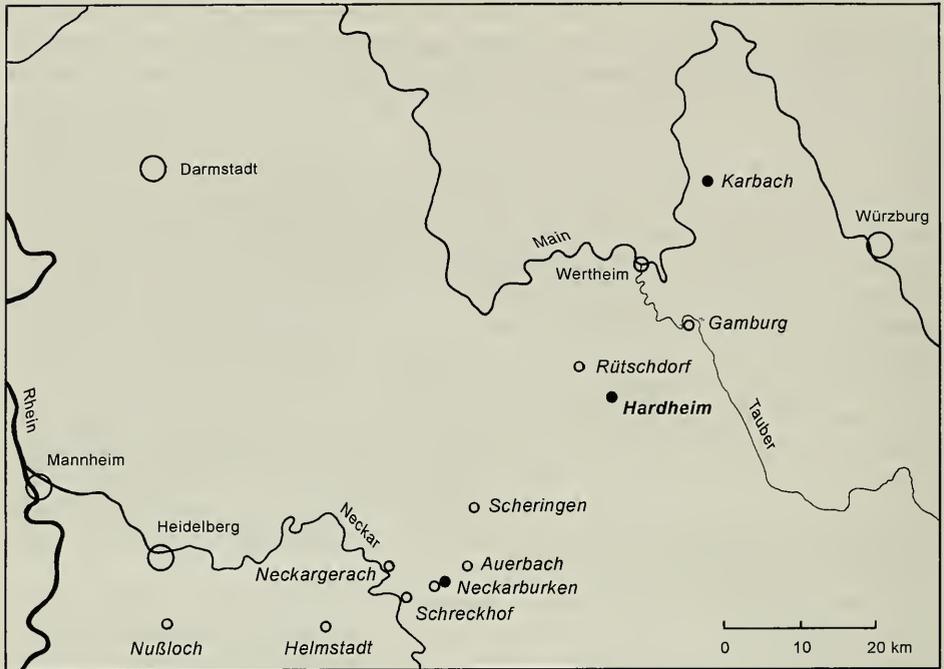


Abb. 3. Fundorte (kursiv) von Fährten im Röt Quarzit. Lage des Ausschnitts siehe Abb. 1. Kleine Kreise: Nachweise ohne Abbildungen in der Literatur; Ausgefüllte Kreise: Nachweise mit Abbildungen in der Literatur.

Eine erste Zusammenstellung hat SCHUSTER (1935: 34–35) gegeben. Danach gibt es aus dem Röt Quarzit sichere Fährten von:

Karbach, Abbildung bei SCHUSTER (1935, Taf. 4).

Neckarburken, Steinbruch am Bahnhof, Abbildung bei RÜGER (1929, Taf. 1). Eine offensichtlich sehr reiche Fundstelle, an der auch GEHENN (1962: 85) noch in mehreren Horizonten Fährten gefunden hat.

Auerbach  
Scheringen

Gamburg: Von DEMATHIEU & HAUBOLD (1972: 810) ist diese Fundstelle allerdings dem Thüringischen Chirotheriensandstein zugeordnet worden (s. auch PLATZ 1869: 64).

Einige weitere Vorkommen hat GEHENN (1962, Teil 1: 19) erwähnt, ohne jedoch genauere Beschreibungen oder Abbildungen zu geben. In der Belegsammlung zu der Dissertation in der Universität Heidelberg fand sich nur eine Fährte von Neckarburken. Da es sich um eine relativ neue Arbeit handelt, wird angenommen, daß die beobachteten Strukturen tatsächlich Tetrapoden-Fährten waren. Folgende Vorkommen sind angeführt:

Nußloch, Steinbruch am östlichen Ortsausgang. „Unterseite z. T. eben, meistens aber mit zahlreichen Fährtenausgüssen von *Chirotherium* sp., bis 20 cm breit u. 25 cm lang.“ (Teil 2: 12; s. auch BACKHAUS 1974, Taf. 1).

Helmstadt, Eisenbahneinschnitt NE der Waldmühle. „Stellenweise große, deformierte Fährtenausgüsse“ (Teil 2: 54; s. auch BACKHAUS 1974, Taf. 1).

Neckargerach – Reichenbuch, Steinbruch an der Straße zwischen den beiden Orten.  
Schreckhof, Steinbruch an der Ludolfsklänge.

Neckarburken, Straßeneinschnitt WSW des Ortes. „Fährtenausgüsse von *Chirotherium* sp. u. anderen Tetrapoden“ (Teil 2: 82).

In einer späteren Zusammenstellung hat HAUBOLD (1971: 409–410) einige weitere Fundorte fälschlicherweise dem Rötquarzit zugeordnet:

Gambach: Von Gambach sind zwei Fährtenfunde bekannt. 1. Der sehr alte Fund von SANDBERGER, der ihn veranlaßte, die Fundschicht „Chirotheriumbank“ zu benennen (KIRCHNER 1928, Abb. 3). Wie sich später herausstellte, handelt es sich jedoch um den Grenzquarzit, den mittleren Chirotheriensandstein (SCHUSTER 1933: 12, 18). 2. Ein Neufund aus dem Plattensandstein (SCHUSTER 1936: 44, Taf. 2).

Thüngersheim (bei DEMATHIEU & HAUBOLD (1972: 811) fälschlich Thüringersheim): Die Fährten von Thüngersheim (KIRCHNER 1928, Abb. 10) stammen aus dem Plattensandstein und dem überlagernden Grenzquarzit (SCHUSTER 1934: 23).

Aura: Die Fährten von Aura (SOERGEL 1925; KIRCHNER 1928, Abb. 1–2, 4–9) stammen aus dem Thüringischen Chirotheriensandstein (SCHUSTER 1934: 34).

Adelsberg: Die stratigraphische Stellung der Funde geht aus der Beschreibung KIRCHNERS (1941: 312, Abb. 1c) nicht eindeutig hervor. Da das entsprechende geologische Kartenblatt noch nicht erschienen ist, kann dies auch nicht überprüft werden. DEMATHIEU & HAUBOLD (1972: 810, fälschlich Adelsbach) ordneten die Fährtenfunde dem Thüringischen Chirotheriensandstein zu.

Knauerndorf bei Kulmbach: Die etwa 100 Fährtenplatten der Sammlung HESSE aus der Kulmbacher Gegend stammen nach DORN (1932: 31) „aus den stratigraphisch verschiedensten Lagen der Plattensandsteinstufe.“ Da der Rötquarzit in dieser Gegend zwar geomorphologisch noch erkennbar, lithologisch aber von dem überlagernden Plattensandstein kaum mehr unterscheidbar ist (GUDDEN 1955), dürfte eine stratigraphische Einstufung der alten Funde kaum mehr möglich sein. STEINLEIN (1953: 79) betonte daher ausdrücklich: „Von einem besonderen Chirotherien-Horizont kann man also in unserem Gebiet (Kronach-Kulmbach) nicht sprechen, und Chirotheriumfährten sind stratigraphisch nicht zu verwerten.“

Außerdem erwähnte HAUBOLD (1971: 410) einige weitere „unklare oder nicht abgebildete Formen“ aus dem Oberen Buntsandstein Baden-Württembergs. Die von ANDREAE (1893: 353) erwähnten „etwa 1 cm großen, zweiteiligen Fährten“ von Schönau stammen sicherlich nicht von Tetrapoden. Bei den von BRÄUHÄUSER (1910) beschriebenen und abgebildeten „Fährtenplatten“ von Simmersfeld handelt es sich um *Diplocraterion luniformis*. Bei den von SPITZ (1905) beschriebenen und abgebildeten „Fährten“ von Neckarsteinach, Pforzheim und Karlsruhe-Durlach handelt es sich vermutlich um Strömungsmarken oder ähnliche Bildungen, jedenfalls nicht um Tetrapodenfährten.

Eine erneute, veränderte Zusammenstellung gaben DEMATHIEU & HAUBOLD (1972: 811). Neben bereits erwähnten Fundorten führten sie auf:

Eckartshofen bei Wiesenfeld: Hierzu schrieb SCHUSTER (1935: 34): „Die Annahme ZELGER's, es handele sich um *Chirotherium barthi*, ist irrig.“ Es ist nicht ganz klar, ob damit gemeint ist, daß die Art falsch bestimmt ist, oder ob es sich, was wohl wahrscheinlicher ist, um gar keine Fährte handelt.

Kössing bei Rothenfelden (richtig: Steinbruch Kössig, Rotfelden, ORTLAM 1967: 488): Eine sichere Zuordnung der im nördlichen Schwarzwald gelegenen Fundschicht zum Rötquarzit ist aus den oben genannten Gründen derzeit nicht möglich. Zudem erscheint es nicht ganz sicher, ob es sich bei den Funden (ORTLAM 1967, Abb 12, Taf. 46, Fig. 5) wirklich um Tetrapodenfährten handelt. Auch die Erzeugung der „Schwanzschleifspur“ durch einen Tetrapoden (ORTLAM 1968, Taf. 57, Fig. 1) erscheint zweifelhaft.

Auf folgende Fundstellen gibt es weitere, noch nicht in die Sekundärliteratur übernommene Hinweise:

Ruppen bei Kronach: SCHREIBER (1956: 17) erwähnte aus dem „Fränkischen Chirotherienhorizont“ eine 7,5×6 cm große Fährte von *Chirotherium*, ohne aber nähere Angaben darüber zu machen.

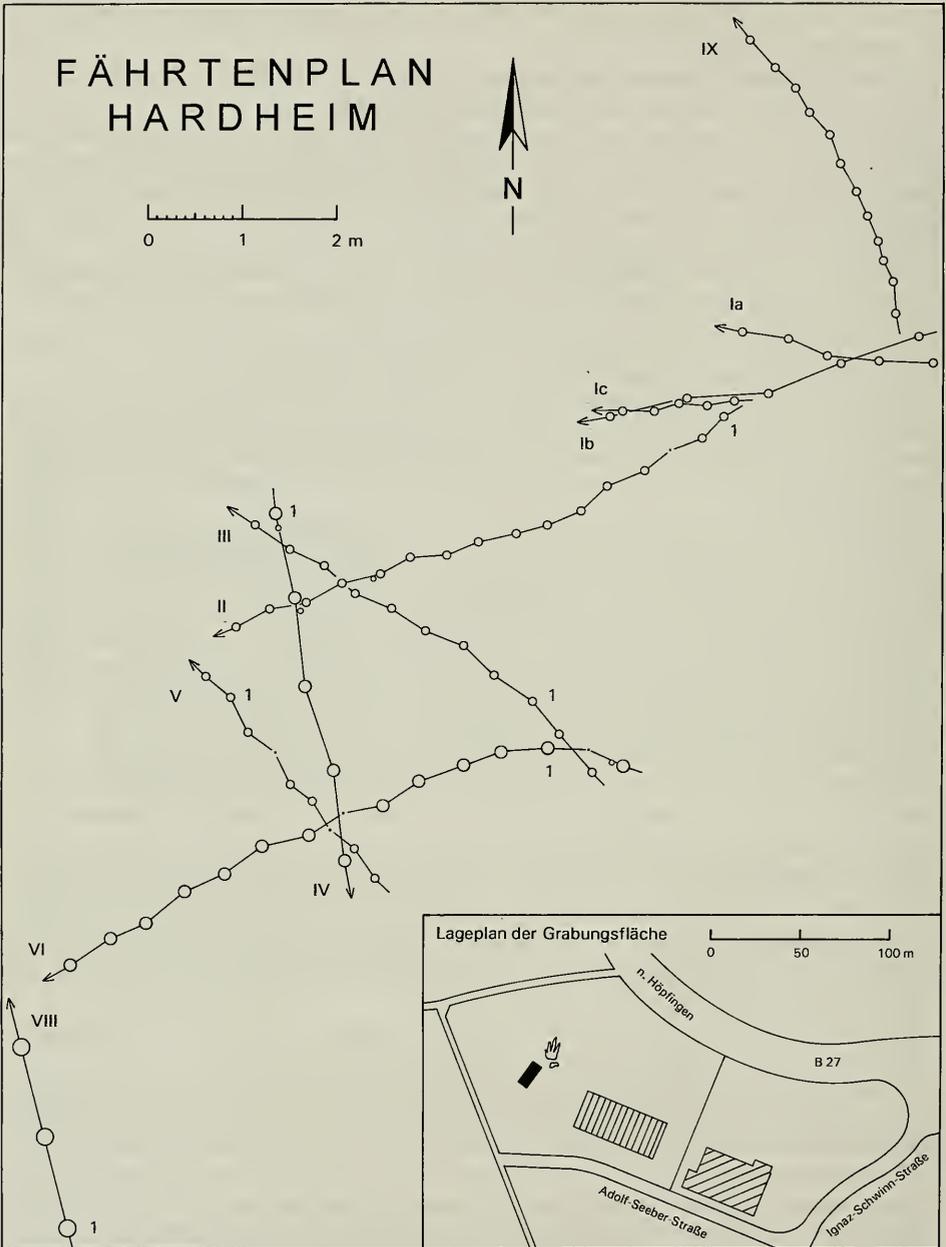


Abb. 4. Fährtenplan Hardheim. Große Kreise: *Chirotherium barthii*; mittelgroße Kreise: *Isochirotherium felenci*; kleine Kreise: *Chirotherium sickleri* und *Chirotheriidae* inc. sed. Punkte: Trittsiegel nicht gefunden oder nicht einmeßbar. Festgestellte Handeindrücke sind als zusätzliche kleinste Kreise eingetragen. Die Pfeile geben die Laufrichtung an. Römische Ziffern: Nummer der Fährte; 1: Trittsiegel Nr. 1 innerhalb einer Fährte, Numerierung fortlaufend in Laufrichtung.

Rütschdorf bei Hardheim: GÜNZBURGER (1936: 21) erwähnte „eine frisch herausgeackerte Platte mit drei Fährten von *Chirotherium*“, geborgen „nördlich von Rütschdorf auf dem Gewinn Steinmauer.“

Wenn auch viele Fährtenvorkommen irrtümlich dem Rötquarzit zugeschrieben worden sind, verbleiben dennoch insgesamt elf Vorkommen, die als gesichert erscheinen (Abb. 3). Darunter stellen die Neufunde von Hardheim die ersten vollständig dokumentierten Fährtenfolgen mehrerer verschiedener Tiere dar.

#### 4. Beschreibung der Fährten

Bei den entdeckten Fährten können unterschieden werden: *Chirotherium sickleri* KAUP 1835, *Chirotherium barthii* KAUP 1835, *Isochirotherium felenci* COUREL & DEMATHIEU 1976, zwei *Chirotheriidae* incertae sedis und *Rhynchosauroides* MAIDWELL 1911. Aus der Erhaltung der Fährten läßt sich ableiten, daß das Sediment zur Zeit ihrer Entstehung sehr plastisch war. Die größeren Archosaurier sind beim Auftreten zum Teil bis über 70 mm in den Untergrund eingesunken. Auch sind „Kurz-zehfährten“ im Sinne von SOERGEL (1925: 36) recht häufig, welche oft kaum mehr als Trittsiegel erkennbar sind. Aber durch das sehr umfangreiche Material von 10 Fährten mit bis zu 16 Trittsiegeln konnten genügend bestimmbare Trittsiegel für konkrete Aussagen gewonnen werden.

Verteilung und Orientierung der Fährten sind im Fährtenplan (Abb. 4) dargestellt. Außerdem wird die Orientierung der Fährten veranschaulicht durch ein Vektorschaubild (Abb. 5): Die Fährten II und VI verlaufen von ENE nach WSW und sind fast parallel. Ib und Ic liegen fast übereinander und verlaufen etwa von E nach W. Die Laufrichtungen von 7 Fährten liegen im Azimutbereich  $263^{\circ}$ – $349^{\circ}$ . Die drei

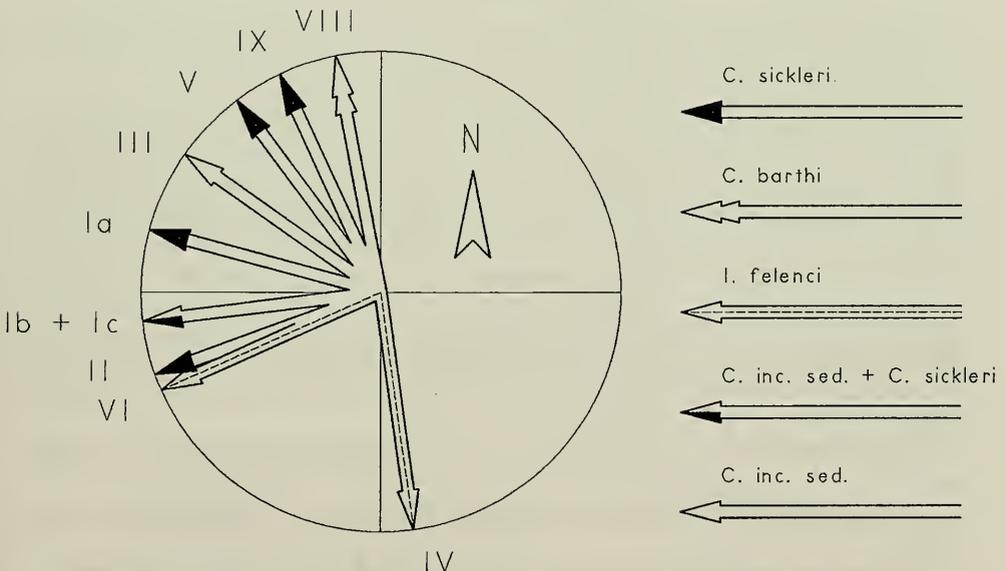


Abb. 5. Vektorschaubild der Hardheimer Fährten.

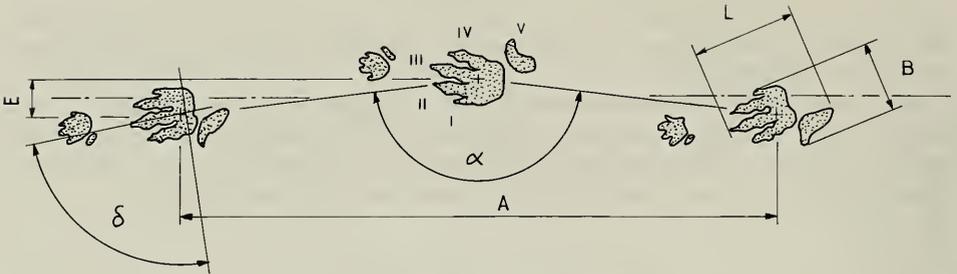


Abb. 6. Darstellung der wichtigsten Meßgrößen einer Tetrapoden-Fährte (verändert nach HAUBOLD 1984): A: Stride („Doppelschritt“); E: Gangbreite der Füße; L u. B: Länge und Breite des Fußeindrucks;  $\delta$ : Kreuzachse des Fußes (Linie der Metatarsus-Phalangengelenkverbindung zur Achse von Zehe III);  $\alpha$ : Schrittwinkel der Füße. Vom Schrittwinkel zu unterscheiden ist der Schreitwinkel (Projektion der Extremitäten auf die Sagittalebene).

restlichen liegen im Azimutbereich  $172^{\circ}$ – $250^{\circ}$ . Fährte IV ausgenommen, sind alle Laufrichtungen in einem Winkelbereich von Azimut  $246^{\circ}$  bis Azimut  $349^{\circ}$  enthalten. Insgesamt betrachtet scheint es bei der Entstehung der Fährten somit eine Vorzugs-Bewegungsrichtung gegeben zu haben, welche nach heutiger Orientierung der Fährtenfläche etwa von ESE nach WNW anzusetzen ist.

Die im Text verwendeten Meßgrößen für Fährten und Einzeltrittsiegel sowie die Numerierung der Fußzehen ist in Abb. 6 dargestellt. Die Tab. 1 bis 3 enthalten die ausführlichen Zahlenangaben zu nachfolgenden Beschreibungen.

#### 4.1. *Chirotherium sickleri* KAUP 1835

Abb. 7; Taf. 1, Fig. 3–6

Synonyme: *C. bipes* BERTHOLD, *C. minus* SICKLER, *C. bornemanni* WILLRUTH, *C. baesleyi* NOPCSA, *C. pfeifferi* SOERGEL. Ausführliche Synonymieliste bei HAUBOLD (1971).

Vorkommen: Olenek bis unteres Anis (Deutschland, England, Arizona).

Diagnose (nach PEABODY 1948): „Fährte schmal, Stride lang, Schrittwinkel  $160^{\circ}$ ; Fußlänge maximal 15,5 cm, durchschnittlich 9 cm, Fußzeh IV wenig kürzer als III, aber beträchtlich länger als II, Zehen ohne eindeutige Polster, außer Zeh V, der ein schmales Polster in Höhe der Metatarsal-Phalangenverbindung hat; Handzeh IV ist kürzer als III, Zeh V ist in seiner Stellung variabel. Bei den Fußeindrücken fehlt oft der V. Zeh.“ (Maximale Fußlänge erweitert auf 155 mm nach HAUBOLD 1971: 455.)

Vorliegendes Material: Fährten II und V aus Hardheim. Sehr wahrscheinlich gehören auch die schlecht überlieferten Fährten Ia, Ic und IX zu *C. sickleri*. Es ist hier allerdings keine statistische Auswertung möglich. Archivierte Trittsiegel: Ic/9 (Nr. 80135), II/8 (Taf. 1, Fig. 5; Nr. 80134), II/12 (Abb. 7B; Taf. 1, Fig. 3; Nr. 80125), V/1 (Abb. 7A; Taf. 1, Fig. 4; Nr. 80126), V/2 (Taf. 1, Fig. 6; Nr. 80136).

An den Hardheimer *C. sickleri*-Fährten sind folgende Hauptmerkmale beobachtbar:

1. Zehe V ist deutlich isoliert von der schmalen Metatarsus-Phalangengelenkregion I–IV.

2. Zehe I ist relativ kurz, schmiegt sich eng an Zehe II an und ist daher im Eindruck oft nicht mehr unterscheidbar.

3. Zehe III ist die längste.

4. Die bei gut überlieferten Trittsiegeln eindeutige Längenabstufung  $I < II < IV < III$  der Zehen ist bei den Hardheimer Fährten oft nicht eindeutig erkennbar.

5. Die Fußlänge liegt mit durchschnittlich 151 mm an der Obergrenze für diese Fährtenart.

Krallenspuren sind nur in sehr wenigen Fällen (vgl. Abb. 7A) erkennbar, und Phalangengelenkpolster können ebenfalls meist nicht identifiziert werden. Lediglich bei einem einzigen Trittsiegel ist ein Handeindruck erkennbar (Abb. 7B). Fehlende Handeindrücke sind bei *Chirotherium sickleri* häufig (HAUBOLD 1971: 452) und haben auch zur Aufstellung der synonymen Art *C. bipes* geführt. Eine so ausgeprägte Bipedie wie in Hardheim wurde allerdings bis jetzt nicht beobachtet. Vergleichbar sind nur die *C. sickleri*-Fährten auf Platte II des WINZERSCHEN Steinbruchs von 1834 (HAUBOLD 1971: 454 und HAUBOLD 1984, Abb. 79), welche allerdings kleiner sind.

Die Schrittwinkel betragen  $148^{\circ} - 166^{\circ}$ , was auf voll erhobene Gliedmaßenstellung schließen läßt. Für Doppelschritt, Schrittwinkel und Gangbreite sind die Variabilitäten in Tabelle 3 dargestellt. Die Variabilitäten von Schrittwinkel und Doppelschritt liegen unter 10% oder wenig darüber. Zu wesentlich größeren Variabilitäten kommt es bei der Gangbreite. Dies hat wahrscheinlich seine Ursache im zur Zeit der Fährtenentstehung sehr weichen Substrat. Das Verhältnis Länge/Breite des Fußes liegt mit einem Mittelwert von 1,77 in der gleichen Größenordnung wie die von HAUBOLD (1971) ermittelten Werte von etwa 1,65.

Durch die Hardheimer Funde von *Chirotherium sickleri* ergeben sich neue Aspekte hinsichtlich der Identität des Fährtenenerzeugers. Dieser Problematik ist Kapitel 5 gewidmet.

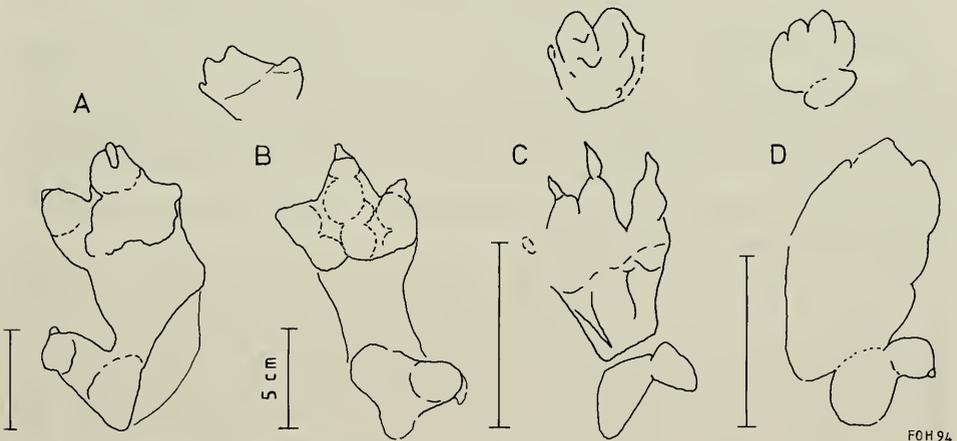


Abb. 7. *Chirotherium sickleri* KAUP.

A: Trittsiegel V/1 aus Hardheim (Taf. 1, Fig. 4); Nr. 80126.

B: Trittsiegel II/12 aus Hardheim (Taf. 1, Fig. 3); Nr. 80125.

C: Trittsiegel aus dem obersten Mittleren Buntsandstein von Bad Karlshafen (nach DEMATHIEU & FICHTER 1989, Abb. 6B).

D: Trittsiegel aus dem Thüringischen Chirotheriensandstein von Heßberg, Thüringen (nach HAUBOLD 1971, Abb. 16g).

4.2. *Chirotherium barthii* KAUP 1835

Taf. 2, Fig. 1–2

Synonyme: *C. majus* SICKLER, *C. storetonense* MORTON, *C. gallicum* WILLRUTH, *C. vorbachi* KIRCHNER, *C. biguerensis* RUSCONI. Ausführliche Synonymieliste bei HAUBOLD (1971).

Vorkommen: Olenek bis Ladin, weltweit (Deutschland, England, Frankreich, Spanien, Argentinien, Arizona).

Diagnose (nach PEABODY 1948): „Fährten großer Chirotherien mit geringer Gangbreite, Schrittwinkel um 170°, aber relativ geringe Stridelänge, Verhältnis von Stride:Fußlänge etwa 5:1; die Hand ist stärker auswärts gedreht als der Fuß; Fußzehengruppe I–IV ist relativ lang, nicht kurz und breit wie die anderer großer Chirotherien, der Fuß zeigt eine schwache Ausbildung spezieller Polster, die mehr oder weniger unter den einzelnen Zehengelenken liegen; ein großes rundes Polster bedeckt die Basis von Zehe II und III; Zehe IV ist kürzer als III und ebenso lang wie II; Zehe V liegt mit einem großen Polster nahe der Metatarsal-Phalangenverbindung hinter Zehe IV; die maximale Fußlänge überschreitet nicht 25 cm; die Klauen sind im Umriss dreieckig; Fußzehe V kann posterior durch einen Metatarsalrücken verlängert sein.“

Vorliegendes Material: Fährte VIII aus Hardheim. Archiviertes Trittsiegel: VIII/3 (Taf. 2, Fig. 1–2; Nr. 80131).

An der Hardheimer *C. barthii*-Fährte sind folgende Hauptmerkmale erkennbar:

1. Der Fuß ist fünfzehig, und die Längen der ersten vier Zehen verhalten sich wie I < II < IV < III.
2. Zehe V liegt hinter den vier ersten, ist kurz und nach hinten außen gekrümmt.
3. Zehen I bis IV haben kräftige Krallen.
4. Zehe III ist die längste.
5. Die Zehen II, III und IV sind breiter als Zehe I.
6. Der Fuß ist länger als breit mit etwa L/B=1,7.
7. Die Fährte ist schnürend, und es ist kein Handeindruck feststellbar.

Mit einer Stridelänge von 1995 mm und einem Schrittwinkel von 180° ist Fährte VIII vergleichbar einer von DEMATHIEU & LEITZ (1982, Abb. 7B) beschriebenen Fährte. Der Mittelwert der Stridelängen von *C. barthii* liegt bei etwa 1100 mm (HAUBOLD 1971), und wahrscheinlich deutet die hier vorliegende große Stridelänge auf schnellen Gang und folglich einen größeren Schreitwinkel von etwa 60° bis 70°. Dies zugrundegelegt erhalten wir wie bei DEMATHIEU & LEITZ (1982) eine Länge der Hinterextremitäten von 110–130 cm.

An den Flanken des Fußreliefs können vertikale Leisten beobachtet werden (Taf. 2, Fig. 2). Diese lassen sich nur als Abbilder von Riefen erklären, welche laterale Körnerschuppen der Haut beim Einsinken des auftretenden Fußes erzeugt haben. Die hier beobachteten Strukturen entsprechen sehr genau der Beschreibung von SOERGEL (1925: 14), nur treten bei Fährte VIII diese Strukturen hauptsächlich an der Innenseite von Zehe I, II und III auf. Dies läßt sich leicht dadurch erklären, daß der Fuß beim Auftreten im weichen Sediment nach außen rutschte.

DEMATHIEU & LEITZ (1982: 81) haben dargelegt, daß der Erzeuger von *C. barthii* sehr wahrscheinlich nicht unter den großen Pseudosuchiern der Mitteltrias zu suchen ist und wahrscheinlich ein Vorfahr der Theropoden war (DEMATHIEU & HAUBOLD 1978). Neue Aspekte werden in Kapitel 5 in Zusammenhang mit *Chirotherium sickleri* dargestellt.

### 4.3. *Isochirotherium felenci* COUREL & DEMATHIEU 1976 Abb. 8; Taf. 3

Vorkommen: Anis von Largentière (Ardèche, Frankreich) und Hardheim (Nordbaden, Süddeutschland).

Diagnose (nach COUREL & DEMATHIEU 1976): „Im Fuß ist die lange und dünne Zehe I an Zehe II angeschmiegt, und man kann nur ein Metatarsus-Phalangengelenkpolster für beide Strahlen beobachten. Die gut entwickelte Kralle von Zehe I ist oft zur Mittellinie der Fährte hin gekrümmt. Der zweite Strahl ist wenig kürzer als der längste dritte. Der vierte, welcher wenig kürzer ist als der erste, divergiert stark vom dritten. Die Krallen der ersten vier Zehen sind kräftig. Der sichtbare Teil der Ballenpolster ist fast immer sehr ausgedehnt und proximal scharf begrenzt. Zehe V ist kurz und gekrümmt oder geradlinig, aber sie ist nicht immer sichtbar. Der Winkel, welcher von der Achse des dritten Strahls mit der Achse der Metatarsus-Phalangengelenke gebildet wird, ist recht klein (77°). Die im Verhältnis zum Fuß kleine Hand (ungefähr 1/7), erscheint fast quadratisch. Der zweite Finger ist der längste und der fünfte ist selten sichtbar.“

Vorliegendes Material: Fährten IV und VI aus Hardheim. Archivierte Trittsiegel: IV/4 (Taf. 3, Fig. 1; Nr. 80127), VI-1 (Taf. 3, Fig. 3; Nr. 80128), VI/2 (Taf. 3, Fig. 4; Nr. 80129), VI/4 (Nr. 80130).

*Isochirotherium felenci* wurde erstmalig in kieseligen triassischen Sandsteinen des Nordostrandes des französischen Zentralmassivs gefunden, welche ins Obere Anis gestellt werden. Bis zum Bekanntwerden der Hardheimer Fährten war diese Fährtenart auf das Département Ardèche beschränkt.

An den Hardheimer Isochirotheria sind folgende Hauptmerkmale beobachtbar:

1. Der Fuß ist fünfzehig. Zehe III ist die längste, Zehe II ist nur wenig kürzer. Zehe I und IV sind kurz, wobei I etwas kürzer als IV ist. Zehe V ist etwa gleich lang wie Zehe IV. Wahrscheinlich ist der proximale Teil des Metatarsus-Phalangengelenkpolsters von Zehe V oft nicht ganz eingedrückt.

2. Die Fußzehen divergieren wenig, aber die Zehenwinkel zeigen große Variabilität, wie dies oft der Fall ist.

3. Die Krallen sind bis auf wenige Ausnahmen nur schlecht erkennbar und sind an ihrem distalen Ende abgerundet (Taf. 3 Fig. 1). Die Kralle von Zehe I ist die größte.

4. Phalangengelenkpolster sind andeutungsweise erkennbar an den Zehen II, III und IV.

Nur bei wenigen Trittsiegeln ist ein undeutlicher Handeindruck erkennbar (vgl. Abb. 4 und Abb. 8c). Wir haben daher im Erzeuger von *Isochirotherium felenci* ein fakultativ bipedes Tier vor uns oder doch zumindest einen Archosaurier, bei welchem die Vordergliedmaßen stark entlastet waren.

Die statistische Analyse (Tab. 1) zeigt eine gute Gleichartigkeit der Stichproben. Die Cramer-Tests sind generell ziemlich hoch und zeigen eine zuverlässige Verteilung der Meßwerte an, wie dies in einer einzigen Fährtenart zu erwarten ist. Die Zehenwinkel ausgenommen, sind die Variabilitäten niedriger als 15% und ihr Mittelwert liegt bei ungefähr 10%. Die Studie der Verhältnisse (Tab. 2) zeigt größere Variabilitäten als die Variabilitäten der Einzelmaße (Tab. 1). Die Ursache hierfür liegt in den schlechten Fortbewegungsbedingungen der Tiere auf weichem Untergrund.

Die Stridelängen von Fährte IV sind fast genau doppelt so groß wie bei Fährte VI (1880 mm und 936 mm), wobei gleichzeitig die Schrittwinkel nicht sehr verschieden

Tab. 1. Maße des Fußes und Parameter der Häufigkeitsverteilung der Hardheimer Fährten. ML u. MB: Länge und Breite der Fußsehengruppe I–IV.

Merkmale	Zahl	Mittelwert	Standardabweichung	Variabilität (%)	Vertrauensgrenzen für den Mittelwert 5%	Cramer-Test		
						Asymmetrie	Test Variable $a$	Wahrscheinlichkeit (%) $x > a$
<i>I. felenci</i> Zehe (mm)	I	82,8	6,319	7,6	77,4 ; 88,1	-0,373	0,50	62
	II	105,4	7,170	6,8	99,3 ; 111,4	-0,453	0,60	55
	III	113,4	9,783	8,6	105,1 ; 121,6	-0,078	0,10	92
	IV	87,0	10,744	12,3	78,0 ; 96,0	0,185	0,25	80
	V	95,1	11,261	11,8	84,7 ; 105,6	-1,097	1,38	17
Fuß (mm)	L	190,9	16,728	8,8	175,3 ; 206,4	-0,812	1,02	31
	B	147,3	21,182	14,4	125,1 ; 169,6	-0,676	0,80	43
	ML	118,8	9,392	7,9	110,8 ; 126,6	-0,568	0,76	45
	MB	133,8	16,403	12,3	120,0 ; 147,5	-0,789	1,05	29
Winkel (°)	II–IV	32,4	15,165	46,8	19,6 ; 45,1	0,145	0,19	98
	I–IV	49,0	16,895	34,5	34,8 ; 63,2	0,090	0,12	91
	I–V	65,5	16,790	25,6	47,8 ; 83,2	0,632	0,75	45
<i>C. sickleri</i>	L	150,8	6,238	4,1	140,8 ; 160,7	1,869	1,84	07
	B	85,8	9,535	11,1	70,5 ; 101,0	0,628	0,62	54
<i>C. barthii</i>	L	231,7	6,110	2,64	216,5 ; 246,9	–	–	–
	B	141,7	15,948	11,3	102,1 ; 181,3	–	–	–

Tab. 2. Meßwert-Verhältnisse des Fußes und Parameter der Häufigkeitsverteilung der Hardheimer Fährten.

Merkmale	Zahl	Mittelwert	Standard- abweichung	Variabilität (%)	Vertrauensgrenzen für den Mittelwert 5%	Korrelationen		
						Beobachter Koeffizient	niedrigster Wert des Koeffizienten (5%)	
<i>I. felenci</i>	8	1,28	0,0936	7,3	1,19 ; 1,36	0,419	0,707	
	8	1,37	0,1569	11,5	1,23 ; 1,50	0,021	"	
	8	1,08	0,0405	3,8	1,04 ; 1,11	0,908	"	
	8	1,31	0,1091	8,3	1,22 ; 1,41	0,715	"	
	7	1,20	0,2504	20,8	0,97 ; 1,44	-0,706	0,755	
	8	1,06	0,1562	14,8	0,92 ; 1,19	0,042	0,707	
	8	0,83	0,0946	11,4	0,74 ; 0,91	0,443	"	
	6	1,31	0,2695	20,5	1,03 ; 1,60	-0,325	0,811	
	8	0,90	0,0936	10,4	0,81 ; 0,97	0,547	0,707	
	7	1,72	0,2714	15,8	1,47 ; 1,98	0,734	0,755	
	8	1,05	0,0909	8,6	0,98 ; 1,13	0,458	0,707	
	<i>C. sickleri</i>	4	1,77	0,189	10,7	1,47 ; 2,08	0,111	0,950
	<i>C. bartbii</i>	3	1,72	0,096	5,6	1,48 ; 1,96	-	-

Tab. 3. Maße der Gesamt-Fährten.

	Zahl	Doppelschritt Mittelwert (mm)	Schrittwinkel der Füße Mittelwert (°)	Neigung v. III zur Mittellinie (°)	Gangbreite E (mm)
<i>C. sickleri</i>					
Ia	3	1023 ± 193	166 ± 26	—	68 ± 34
Ic	3	587 ± 57	148 ± 23		82 ± 14
II	14	754 ± 29	157 ± 7	0 bis 18	95 ± 22
V	7	690 ± 64	150 ± 6	—	91 ± 22
IX	10	606 ± 52	157 ± 7	—	66 ± 18
<i>C. barthii</i>					
VIII	1	1995	180	—	0
<i>C. inc. sed.</i>					
Ib	3	1690 ± 43	169 ± 22	—	105 ± 62
III	9	900 ± 42	159 ± 10	0 bis 10	80 ± 28
<i>I. felenci</i>					
IV	3	1880 ± 43	169 ± 13	+ 20	50 ± 0
VI	11	936 ± 45	159 ± 6	+ 15	85 ± 13

sind (169° und 159°). Deutliche Unterschiede zeigen die Gangbreiten (50 mm und 85 mm). Diese Werte sind charakteristisch für verschiedene Fortbewegungsgeschwindigkeit der Fährtenenerzeuger. Der Erzeuger von Fährte IV schritt schneller als der Erzeuger von Fährte VI, wie sich auch aus der kleineren Gangbreite ablesen läßt. Bei ungefähr gleicher Fußlänge führt dies zu unterschiedlichen Schreitwinkeln bei etwa gleicher Gliedmaßenlänge. Nimmt man einen Schreitwinkel von 70° für den Erzeuger von Fährte IV und einen Schreitwinkel von 30° für der Erzeuger von Fährte VI an, so kommt man in beiden Fällen auf eine Länge der Hintergliedmaßen von etwa 110 cm. Die Rumpflänge ist wegen des weitgehenden Fehlens von Handeindrücken schwierig zu schätzen und dürfte 75 cm bis 85 cm betragen haben, woraus sich wiederum eine Gesamtlänge des Tieres von etwa 3 m bis 4 m ableiten läßt.

Wie bereits ausführlich dargelegt, handelt es sich bei den Erzeugern von Isochirotherien mit sehr kleinen Händen am wahrscheinlichsten um hochbeinige Krokodilier (HADERER 1991).

In sehr ähnlicher Weise wie bei *C. barthii* lassen sich hier auch die Riefen der lateralen Körnerschuppen der Haut beobachten. Es besteht lediglich ein Unterschied: Bei *I. felenci* sind, wie aus der Querschnittsform der Leisten ersichtlich ist, die Schuppen zumindest bei Fährte VI nicht konvex, sondern abgeplattet (Taf. 3, Fig. 5). Dies entspricht den Verhältnissen bei rezenten Krokodiliern. Einzelfährte IV/4 (Taf. 3, Fig. 1 und 2) zeigt allerdings, daß innerhalb einer Fährtenart die Form der Körnerschuppen nicht gleich sein muß.

#### 4.4. Chirotheriidae incertae sedis

Taf. 2, Fig. 3–4

Vorliegendes Material: Fährten Ib und III. Archivierte Trittsiegel: Ib/2 (Taf. 2, Fig. 3; Nr. 80133), III/2 (Taf. 2, Fig. 4; Nr. 80132).

Die schlecht erhaltenen Fährten Ib und III gestatten keine nähere Bestimmung. Erkennbar sind an manchen Einzelfährten nur mehr oder weniger nach vorne gerich-

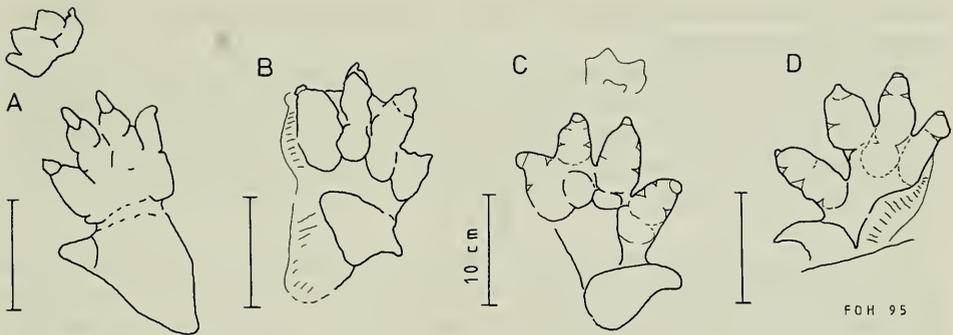


Abb. 8. *Isochirotherium felenci* COUREL & DEMATHIEU.  
 A: Typus nach COUREL & DEMATHIEU (1976).  
 B bis D: Trittsiegel aus Hardheim.  
 B: IV/4, (Taf. 3, Fig. 1); Nr. 80127.  
 C: VI/-1, (Taf. 3, Fig. 3); Nr. 80128.  
 D: VI/2, (Taf. 3, Fig. 4); Nr. 80129.

tete Fußzehen I-IV. Dennoch konnten die Maße der Gesamtfährten aufgenommen und ausgewertet werden.

Für Fährte Ib ergeben sich folgende Durchschnittswerte: Stride 1690 mm, Schrittwinkel 169°, Gangbreite 105 mm. Eine außerordentlich große Variabilität bei der Gangbreite hängt auch hier wohl mit dem zur Zeit der Fährtenentstehung weichen Substrat zusammen. Fährte III weist im Durchschnitt 900 mm Stride, 159° Schrittwinkel und 80 mm Gangbreite auf.

Wegen des Fehlens von Meßwerten für die Fußlängen können die Proportionen der Fährtenerezeuger nur unvollständig abgeschätzt werden. Nimmt man einen Schreitwinkel von etwa 40° an, so ergibt sich eine Länge der Hinterextremität von ungefähr 80 cm für Fährte III und ungefähr 150 cm für Fährte Ib.

#### 4.5. *Rhynchosauroides* MAIDWELL 1911

Taf. 2, Fig. 5

Die Bedeutung von Fährten vom Typ *Rhynchosauroides* für die Fährtenfläche von Hardheim ist nicht eindeutig. Auf vielen Platten sind undeutliche drei- oder vierzehige kleine Eindrücke erkennbar; aber weder können diese bestimmt werden, noch sind zusammenhängende Fährtenzüge identifizierbar. Dennoch ist es möglich, daß die zum Teil sehr unruhige Oberfläche der Hardheimer Platten aus sehr eng beieinanderliegenden kleinen Eindrücken besteht. Bei vielen der kleinen Erhebungen sind nämlich an den höchsten und damit ursprünglich tiefsten Bereichen Krallenspuren erkennbar. Die im Vergleich zu den großen Archosauriern leichten Erzeuger von *Rhynchosauroides* waren, obwohl wahrscheinlich zahlreich vorhanden, einfach nicht schwer genug, um bei der zur Entstehungszeit der Fährten vorhandenen Plastizität des Sediments eindeutige Eindrücke zu hinterlassen.

Die einzigen einigermaßen bestimmbareren Funde sind Lesefunde aus der unmittelbaren Umgebung der Grabungsfläche, stammen aber nicht von dieser selbst: Manche Trittsiegel erinnern an *Rhynchosauroides schochardti* (RÜHLE v. LILIENSTERN), andere wiederum an *Rhynchosauroides peabodyi* (FABER). Somit kann für die Hard-

heimer *Rhynchosauroides*-Fährten keine eindeutige Zugehörigkeit der Fährten-erzeuger bestimmt werden.

Die Erzeuger von *R. peabodyi*-Fährten werden mit Archosauriern in Verbindung gebracht (DEMATHIEU & OOSTERINK 1983: 12); für die Erzeuger von *R. schochardti* sind ebensogut Lepidosaurier möglich (DEMATHIEU & FICHTER 1989: 125). Außerdem kommt erschwerend hinzu, daß *R. peabodyi* und *R. schochardti* nicht in jedem Fall sicher gegeneinander abgegrenzt werden können (DEMATHIEU & FICHTER 1989: 124).

Ob zwischen den *Rhynchosauroides*-Erzeugern und den großen Archosauriern ein ökologischer Zusammenhang besteht, läßt sich ebenfalls nicht feststellen. Da nur für die Fährten IV und VIII beschleunigte Gangart sicher nachgewiesen ist, erscheint eine direkte Jäger-Beute-Beziehung eher unwahrscheinlich.

## 5. Das Hardheimer *Chirotherium sickleri*

Der Erzeuger von *C. sickleri*-Fährten war ein fakultativ bipeder Archosaurier, wie bereits ältere Funde belegt haben (HAUBOLD 1971: 454). Der Trend zur Bipedie ist bei den Hardheimer Funden besonders ausgeprägt. Dies trifft selbst dann zu, wenn bedingt durch die unruhige Sedimentoberfläche manche Handeindrücke nicht überliefert sind.

### 5.1. Rekonstruktion des Erzeugers

*Chirotherium sickleri* variiert stark hinsichtlich absoluter Größe und dem Verhältnis Stride:Fußlänge (vgl. HAUBOLD 1971: 455). Es kommt hier die Beziehung zum Ausdruck, daß eine Fährtenart wahrscheinlich einer osteologischen Gattung entspricht, wie von PEABODY (1948) und FICHTER (1982) dargelegt wurde. Folglich kann hier keine generelle, sondern nur eine auf die in Hardheim vorliegenden Fährtenproportionen zugeschnittene Rekonstruktion vorgelegt werden: Für die sicher als *Chirotherium sickleri* bestimmbaren Hardheimer Fährten ergibt sich bei einer Fußlänge von durchschnittlich 151 mm ein Durchschnittswert von 4,8:1 für das Verhältnis Stride:Fußlänge, welcher den Werten um 5:1 bei großen *Chirotherium sickleri* gut entspricht (vgl. HAUBOLD 1971: 455).

Die Rekonstruktion des Hardheimer *C. sickleri* (Abb. 9) geht nun davon aus, daß es sich bei den Erzeugern von *C. sickleri* um die Nachfahren der Erzeuger von *Synaptichnium* cf. *pseudosuchoides* handelt, wobei diese sehr wahrscheinlich *Turfanosuchus*-ähnliche Thecodontier waren (HADERER 1993). Man gelangt daher zu der Rekonstruktion eines Erzeugers von *C. sickleri*, indem man die Rekonstruktion des Erzeugers von *Synaptichnium* cf. *pseudosuchoides* (HADERER 1993, Abb. 3) wie folgt verändert:

Erstens wird die Länge des Oberschenkels bei Projektion auf die Sagittalebene um 15% vergrößert (vgl. HADERER 1993: 28). Dies entspricht voll erhobener Gliedmaßenstellung, wie sie aus 148° bis 166° Schrittwinkel des Hardheimer *C. sickleri* abgeleitet werden kann.

Zweitens wird der Abstand Glenoid-Acetabulum so weit vergrößert, daß die Hand eindeutig vor dem distalen Ende des Eindruckes des Fußes zu liegen kommt. Dies entspricht *C. sickleri* im allgemeinen und der einzigen in Hardheim erhaltenen Einzelfährte mit Handeindruck im besonderen.

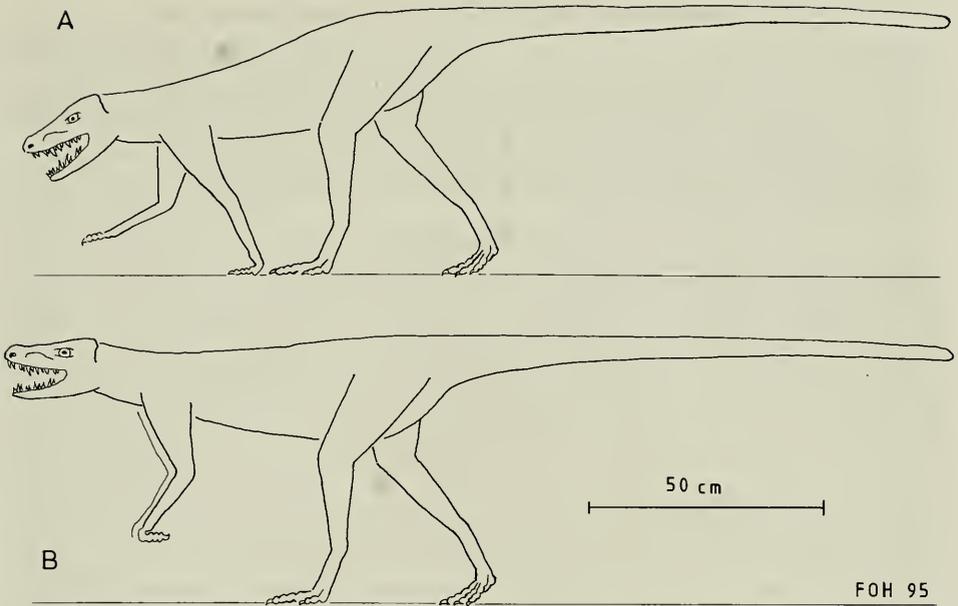


Abb. 9. A: Habitusbild des Erzeugers großer Formen von *Chirotherium sickleri*, nach den Proportionen der Hardheimer Fährten.  
 B: Habitusbild des Hardheimer *Chirotherium sickleri* bei bipeder Fortbewegung.

Drittens wird ein Schreitwinkel von etwa  $40^\circ$  für die Hintergliedmaßen angenommen, wie er für nicht beschleunigte Fortbewegung eines ziemlich großen Tieres charakteristisch ist (DEMATHIEU 1987). Bei voll erhobener Gliedmaßenstellung ergibt dies entsprechend verlängerte Hintergliedmaßen.

Viertens wird eine Fußhaltung mit steil aufgerichtetem Metatarsus angenommen, wie sie bereits von PEABODY (1948) (vgl. HAUBOLD 1984, Abb. 83) für *C. sickleri* erarbeitet wurde.

Diese so abgeleitete Rekonstruktion (Abb. 9A) entspricht nun den Proportionen des Hardheimer *C. sickleri*, da sich auch hier ein Wert von etwa 5:1 für das Verhältnis Stride:Fußlänge ergibt. Sie gilt sehr wahrscheinlich für alle sehr großen *C. sickleri* mit einem Wert um 5:1 für das Verhältnis Stride:Fußlänge. Für kleine *C. sickleri* mit einem Wert um 7:1 für das Verhältnis Stride:Fußlänge gilt nach wie vor die von HAUBOLD (1967: Abb. 11) gegebene Rekonstruktion.

Bedingt durch seinen langen, *Turfanosuchus*-ähnlichen Schwanz und die dadurch bedingte Lage des Körperschwerpunkts wenig unterhalb der Beckenmitte, konnte das Hardheimer *C. sickleri* auch ohne Einschränkungen zu bipeder Gangart übergehen ohne dabei zu rennen. Nach den Proportionen der Fährten können wir uns den Erzeuger der *C. sickleri*-Fährten in Hardheim daher vorstellen wie in Abb. 9B dargestellt: Abb. 9 entspricht mit einem Verhältnis Stride:Fußlänge von 5:1 sehr genau den Proportionen von Fährte II mit einem Verhältnis der Durchschnittswerte Stride:Fußlänge = 754:151.

## 5.2. Hardheim und der Waldshuter Rausuchier

Ebenfalls im Oberen Buntsandstein wurden von dem Hobbypaläontologen F. FALKENSTEIN bei Waldshut (Abb. 1) Knochen eines Rausuchiers gefunden (FALKENSTEIN 1994). Nachdem SOERGEL (1925) bereits Pseudosuchier als Urheber von *Chirotherium*-Fährten vermutet hatte, und KREBS (1965) die Rausuchier anhand von *Ticinosuchus* als Erzeuger chirotheriider Fährten darlegen konnte, kommt diesem Fund besondere Bedeutung zu.

Obwohl die Hinterextremitäten nicht überliefert sind, läßt das gefundene linke Ilium nach Dr. R. WILD (persönliche Mitteilung) auf einen möglichen Vorfahren der Puposauriden schließen, welcher sich zumindest fakultativ biped fortbewegen konnte. Eine endgültige Aussage ist derzeit noch nicht möglich, da sich andere Skeletteile noch in Präparation befinden. Sollten sich diese Annahmen jedoch bestätigen, so würden sie sehr gut zu der Vorstellung eines „dinosaurierhaften Thecodontiers“ als Erzeuger von *Chirotherium* (vgl. HAUBOLD 1984) bzw. zur Vorstellung der *Chirotherium*-Erzeuger als Ahnen der Theropoden (DEMATHIEU & HAUBOLD 1978; HADERER 1993) passen, da *Postosuchus* von CHATTERJE (1985) ebenfalls zu den Ahnen späterer Theropoden gestellt wird. Einbezogen werden in diese Überlegungen können aber nur sehr fortschrittliche Chirotherien wie *Chirotherium sickleri* und *Chirotherium barthii*, welche eine nach vorne gekrümmte Metatarsus-Phalangengelenkpolsterlinie und eine etwa rechtwinklige Kreuzachse haben (vgl. DEMATHIEU & FICHTER 1989: 127).

Nicht in den Zusammenhang zu passen scheint hier der krokodilnormale Tarsus von *Postosuchus*, denn von einem Vertreter der Dinosaurier-Aves-Linie wäre eigentlich ein krokodilreverser Tarsus zu erwarten (vgl. HAUBOLD 1989: 9).

Daß aber tatsächlich auch ein Thecodontier mit krokodilnormalem Tarsus Trittsiegel morphologisch ähnlich *Chirotherium sickleri* erzeugen konnte, zeigt ebenfalls

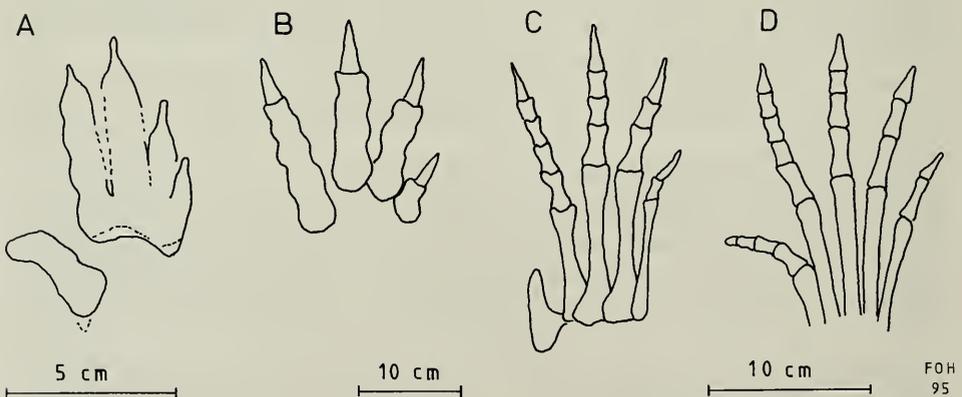


Abb. 10. A: Deutliches Trittsiegel von *Chirotherium sickleri* (nach PEABODY 1948, Abb. 23; Untere Moenkopi Formation, Arizona/USA) im Vergleich mit B: dem rekonstruierten Trittsiegel von *Postosuchus*, wenn alle Zehen I–IV einen Eindruck hinterlassen; C: dem Fußskelett von *Postosuchus* nach CHATTERJE (1985); D: dem rekonstruierten Fußskelett von *Chirotherium barthii* nach PEABODY (1948).

*Postosuchus*. Zwischen *C. sickleri* und dem Fußskelett von *Postosuchus* gibt es folgende Gemeinsamkeiten (Abb. 10):

1. Beide haben eine nahezu rechtwinklige Kreuzachse und eine nach vorne gekrümmte Verbindungslinie der Metatarsus-Phalangengelenke.

2. Beide haben eine kleine Zehe I, welche sich eng an Zehe II anschmiegt.

Der leider nicht gefundene Tarsus des Waldshuter Rausuchiers würde nach diesen Überlegungen daher der Diskussion um die Bedeutung des Tarsus in der Evolution der Thecodontier sicher neue Informationen liefern.

Als interessanter Aspekt hinzuzufügen ist noch, daß der Waldshuter Rausuchier und der Erzeuger des Hardheimer *Chirotherium sickleri* ungefähr die gleiche Größe hatten: Die Gesamtlänge des Iliums des Waldshuter Rausuchiers beträgt etwa 165 mm; die Trittsiegellänge des Hardheimer *C. sickleri* beträgt etwa 151 mm. Ein sehr ähnliches Verhältnis ist bei dem sicher quadrupeden *Ticinosuchus* innerhalb einer Tierart feststellbar. *Ticinosuchus* erzeugt bei einer Gesamtlänge des Iliums von etwa 145 mm Trittsiegel des Hinterfußes mit einer Gesamtlänge von etwa 134 mm (KREBS 1965: 126).

Ähnliches Alter, ähnliche Größe und ähnliche Fortschrittlichkeit lassen vermuten, daß der Erzeuger des Hardheimer *C. sickleri* und der Waldshuter Rausuchier artgleich sind.

### 5.3. *Chirotherium sickleri* und *Chirotherium barthii*

Mit einer Zehe I, welche eindeutig dünner ausgebildet ist als die Zehen II, III und IV (vgl. Abb. 10D), weist *C. barthii* ein Merkmal auf, welches bei *C. sickleri* und *Postosuchus* noch stärker ausgeprägt ist (vgl. Abb. 10A bis C). Dieses Merkmal ist bei ursprünglichen Archosauriern meist nicht ausgebildet (vgl. HAUBOLD 1984, Abb. 94) und legt nahe, die Identität von *C. barthii* in der Nähe der Identität von *C. sickleri* zu suchen, worauf schon die ähnliche Fortschrittlichkeit beider Fährtenarten einen Hinweis gibt (vgl. 5.2.). Der Erzeuger von *C. barthii* hatte aber sehr wahrscheinlich keinen so stark aufgerichteten Metatarsus wie *C. sickleri* (PEABODY 1948, vgl. HAUBOLD 1984, Abb. 83) und lief außerdem weit seltener biped.

Der Erzeuger von *Chirotherium sickleri* war daher noch fortschrittlicher als der Erzeuger von *C. barthii* und war einer der am höchsten entwickelten Archosaurier seiner Zeit.

## 6. Literatur

- ANDREAE, A. (1893): Normalprofil des Buntsandsteins bei Heidelberg, nach den Aufnahmen auf Sektion Heidelberg und Neckargemünd. — Mitt. grossherzog. Bad. geol. Landesanst., 2: 347–357, Taf. 14; Heidelberg.
- BACKHAUS, E. (1974): Limnische und fluviatile Sedimentation im südwestdeutschen Buntsandstein. — Geol. Rdsch., 63: 925–942, 13 Abb., 1 Taf.; Stuttgart.
- (1975) Der Buntsandstein im Odenwald. — Aufschluß, Sonderbd. 27: 299–320, 5 Abb.; Heidelberg.
- (1981): Der marin-brackische Einfluß im Oberen Röt Süddeutschlands. — Z. Deutsch. geol. Ges., 132: 361–382, 5 Abb., 1 Tab.; Hannover.
- BRÄUHÄUSER, M. (1910): Über Fährtenplatten im oberen Buntsandstein des württembergischen Schwarzwalds. — N. Jb. Min., Geol. Paläont., 1910/ 2: 123–130, Taf. 2; Stuttgart.
- CHATTERJE, S. (1985): *Postosuchus*, a new thecodontian reptile from the Triassic of Texas and the origin of tyrannosaurs. — Phil. Trans. roy. Soc. London, B, 309: 395–460, 30 Abb., 11 Tab.; London.

- COUREL, L. & DEMATHIEU, G. (1976): Une ichnofaune reptilienne remarquable dans les grès triasique de Largentière (Ardèche, France). – *Palaeontogr., A*, 151: 194–216, 8 Abb., 7 Tab., Taf. 20–23; Stuttgart.
- DEMATHIEU, G. (1987): Apparent Limbs. – *In*: LEONARDI, G. (Hrsg.): Glossary and manual of tetrapod footprint palaeoichnology: 59. – Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico; Brasilia.
- DEMATHIEU, G. & FICHTER, J. (1989): Die Karlshafener Fährten im Naturkundemuseum der Stadt Kassel. – *Philippia*, 6: 111–154, 13 Abb., 3 Tab., 4 Taf.; Kassel.
- DEMATHIEU, G. & HAUBOLD, H. (1972): Stratigraphische Aussagen der Tetrapodenfährten aus der terrestrischen Trias Europas. – *Geologie*, 21: 802–836, 8 Abb., 7 Tab.; Berlin.
- DEMATHIEU, G. & HAUBOLD, H. (1978): Du problème de l'origine des dinosauriens d'après les données de l'ichnologie du trias. – *Geobios*, 11: 409–412; Lyon.
- DEMATHIEU, G. & LEITZ, F. (1982): Wirbeltier-Fährten aus dem Röt von Kronach (Trias, Nordost-Bayern). – *Mitt. Bayer. Staatslg. Paläont. hist. Geol.*, 22: 63–89, 7 Abb., 10 Tab., Taf. 5–9; München.
- DEMATHIEU, G. & OOSTERINK, H. (1983): Die Wirbeltier-Ichnofauna aus dem Unteren Muschelkalk von Winterswijk. – *Staringia*, 7, 52 S., 56 Abb., 13 Tab.; Winterswijk.
- DORN, P. (1932): Der oberfränkisch-oberpfälzische Buntsandstein. – *Z. Deutsch. geol. Ges.*, 83: 13–38, 5 Abb.; Berlin.
- FALKENSTEIN, F. (1994): Ein sensationeller Saurierfund. – *Heimat am Hochrhein* (Jb. Landkrs. Waldshut), 19: 104–109, 3 Abb.; Konstanz.
- FICHTER, J. (1982): Aktuopaläontologische Untersuchungen an den Fährten einheimischer Urodelen und Lacertilier. Teil I: Die Morphologie der Fährten in Abhängigkeit von der Sedimentbeschaffenheit. – *Mainzer naturwiss. Archiv*, 20: 91–129, 26 Abb.; Mainz.
- GEHENN, R. (1962): Feinstratigraphische Untersuchungen im Oberen Buntsandstein der Kraichgau-Umrandung. – *Diss. Univ. Heidelberg*, 98 + 123 S., 27 Abb.; Heidelberg. – [Mskr.]
- GEYER, O. F. & GWINNER, M. P. (1991): *Geologie von Baden-Württemberg*. 4. Aufl. 482 S., 255 Abb., 26 Tab.; Stuttgart (Schweizerbart).
- GRUMPT, E. (1974): Sedimentgefüge im Buntsandstein Südwest- und Südthüringens (Ein Beitrag zur Untersuchung von Rotsedimenten). – *Schriftenr. geol. Wiss.*, 1, 204 S., 80 Abb., 18 Tab., 15 Taf.; Berlin.
- GUDDEN, H. (1955): Erläuterungen zur Geologischen Karte von Bayern 1:25000 Blatt Nr. 5834 Kulmbach. 154 S., 27 Abb., 1 Taf.; München (Bayer. geol. Landesamt).
- HADERER, F.-O. (1991): Erstnachweis eines chirotheriiden Fährtenrestes aus dem Unteren Stubensandstein (Obere Trias, Nor) des Strombergs (Nordwürttemberg). – *Stuttgarter Beitr. Naturk.*, B, 174, 12 S., 5 Abb.; Stuttgart.
- (1993): Ist *Turfanosuchus* ein möglicher Erzeuger chirotheriider Fährten? – *Jh. Ges. Naturkde. Württemberg*, 148: 25–31, 3 Abb.; Stuttgart.
- HAUBOLD, H. (1967): Eine Pseudosuchier-Fährtenfauna aus dem Buntsandstein Südthüringens. – *Hall. Jb. Mitteldeutsch. Erdgesch.*, 8: 12–48, 18 Abb., 10 Tab., Taf. 3–9; Leipzig.
- (1971): Die Tetrapodenfährten des Buntsandsteins in der Deutschen Demokratischen Republik und in Westdeutschland und ihre Äquivalente in der gesamten Trias. – *Paläont. Abh., A*, 4: 397–548, 34 Abb., 22 Tab., 35 Taf.; Berlin.
- (1984): Saurierfährten. – *Neue Brehm-Bücherei*, 479, 231 S., 135 Abb., 19 Tab.; Wittenberg. [2. Auflage]
- (1989): Die Dinosaurier. – *Neue Brehm-Bücherei*, 432, 248 S., 118 Abb., 11 Tab.; Wittenberg. [3. Auflage]
- HAUBOLD, H. & PUFF, P. (1976): Zur Genese der Solling-Folge (Untere Trias, Buntsandstein) in Thüringen. – *Schriftenr. geol. Wiss.*, 6: 63–80, 6 Abb., 1 Tab.; Berlin.
- KAUP, J. (1835): Mitteilung über Thierfährten von Hildburghausen. – *N. Jb. Geogn., Geol. Petrefactenk.*, 1835: 327–328; Stuttgart.
- KIRCHNER, H. (1928): Über die Tierfährten im oberen Buntsandstein Frankens. – *Paläont. Z.*, 9: 112–122, 10 Abb.; Berlin.
- (1941): Versteinerte Reptil-Fährten als Grundlage für den Drachenkampf in einem Heldenlied. – *Z. Deutsch. geol. Ges.*, 93: 309–314, 1 Abb.; Berlin.

- KOZUR, H. (1975): Probleme der Triasgliederung und Parallelisierung der germanischen und tethyalen Trias. Teil II: Anschluß der germanischen Trias an die internationale Triasgliederung. – Freiburger Forschungsh., C 304: 51–77, 1 Tab.; Leipzig.
- (1993): Annotated correlation tables of the Germanic Buntsandstein and Keuper. – Bull. New Mexico Mus. nat. Hist. Sci., 3: 243–248, 5 Tab.; Albuquerque.
- KREBS, B. (1965): Die Triasfauna der Tessiner Kalkalpen. XIX. *Ticinosuchus ferox* n. gen. n. sp. – Schweiz. paläont. Abh., 81, 140 S., 68 Abb., 9 Tab., 3 Taf.; Basel.
- (1976): Pseudosuchia. – Handb. Paläoherpetol., 13: 40–98, 36 Abb.; Stuttgart & New York (Fischer).
- MADER, D. (1981): Fluviale Sedimentation im Oberen Buntsandstein der Westeifel. – Z. Deutsch. geol. Ges., 132: 383–420, 7 Abb., 2 Taf.; Hannover.
- MAHLER, H. & SELL, J. (1993): Die „*vulgaris/costata*-Bank“ (Oberer Buntsandstein, Mitteltrias) – ein lithostratigraphisch verwertbarer Leithorizont mit chronostratigraphischer Bedeutung. – In: HAGDORN, H. & SEILACHER, A. (Hrsg.): Muschelkalk, Schöntaler Symposium 1991: 187–192, 3 Abb.; Stuttgart & Korb (Goldschneck).
- MAIDWELL, F. T. (1911): Notes on footprints from the Keuper of Runcorn Hill. – Proc. Liverpool geol. Soc., 11: 140–152, Taf. 4–6; Liverpool.
- ORTLAM, D. (1967): Fossile Böden als Leithorizonte für die Gliederung des Höheren Buntsandsteins im nördlichen Schwarzwald und südlichen Odenwald. – Geol. Jb., 84: 485–590, 28 Abb., 4 Tab., 5 Taf.; Hannover.
- (1968): Neue Ergebnisse aus dem höheren Buntsandstein des nördlichen Schwarzwaldes und des Kraichgaues. – Geol. Jb., 86: 693–750, 6 Abb., Taf. 57; Hannover.
- (1970): Die Randfazies des germanischen Buntsandsteins im südlichen Schwarzwald. – Geol. Jb., 89: 135–168, 3 Abb., 3 Taf.; Hannover.
- PEABODY, F. E. (1948): Reptile and amphibian trackways from the Lower Triassic Moenkopi Formation of Arizona and Utah. – Univ. Calif. Publ., Bull. Dep. geol. Sci., 27: 295–468, 40 Abb., Taf. 23–45; Berkeley.
- PLATZ, P. (1869): Die Triasbildungen des Tauberthals. – Verh. naturwiss. Ver. Karlsruhe, 3: 59–100, 3 Taf.; Karlsruhe.
- RICHTER-BERNBURG, G. (1974): Stratigraphische Synopsis des deutschen Buntsandsteins. – Geol. Jb., A25: 127–132, 1 Abb., 1 Taf.; Hannover.
- RÜGER, L. (1929): Über Fährtenfunde aus dem oberen Buntsandstein von Neckarburken bei Mosbach (Baden). – Badische geol. Abh., 1: 83–96, 3 Abb., 1 Taf.; Karlsruhe.
- SCHNEIDER, H.-E. (1967): Stratigraphische und sedimentpetrographische Untersuchungen im Oberen Buntsandstein südlich des Thüringer Waldes. – Freiburger Forschungsh., C217, 138 S., 36 Abb.; Leipzig.
- SCHREIBER, S. (1956): Faziesverhältnisse des Buntsandsteins und Keupers bei Kronach. – Erlanger geol. Abh., 22, 72 S., 10 Abb., 2 Taf.; Erlangen.
- SCHUSTER, M. (1933): Die Gliederung des Unterfränkischen Buntsandsteins. II. Der Obere Buntsandstein oder das Röt. a. Die Grenzschieben zwischen Mittlerem und Oberem Buntsandstein. – Abh. geol. Landesunters. Bayer. Oberbergamt, 9, 58 S., 9 Abb., 2 Taf.; München.
- (1934): Die Gliederung des Unterfränkischen Buntsandsteins. II. Der Obere Buntsandstein oder das Röt. b. Das Untere Röt oder die Stufe des Plattensandsteins. – Abh. geol. Landesunters. Bayer. Oberbergamt, 15, 64 S., 10 Abb., 4 Taf.; München.
- (1936) Die Gliederung des Unterfränkischen Buntsandsteins. II. Der Obere Buntsandstein oder das Röt. c. Das Obere Röt oder die Stufe der Röt-Tone (2. Die Oberen Röt-tone mit den Myophorien-Schichten). – Abh. geol. Landesunters. Bayer. Oberbergamt, 23, 53 S., 6 Abb., 2 Taf.; München.
- SOERGEL, W. (1925): Die Fährten der Chirotheria. Eine paläobiologische Studie. 92 S., 62 Abb.; Jena (Fischer).
- SPIITZ, W. (1905): Über Fährten und Reste von Wirbeltieren im Buntsandstein des nördlichen Baden. – Z. Deutsch. geol. Ges., 57 (Mber.): 392–394; Berlin.
- STEINLEIN, H. (1953): Der Buntsandstein am Westrand der Böhmisches Masse. – Erlanger geol. Abh., 8: 94 S., 3 Taf.; Erlangen.
- WALTHER, J. (1918): Über *Chirotherium*. – Z. Deutsch. geol. Ges., 69 (Mber.): 181–184; Berlin.

Anschriften der Verfasser:

Dipl.-Ing. F.-O. Haderer, Höhenweg 8, D-73773 Aichwald.

Dr. G. R. Demathieu, Institut des Sciences de la Terre de l'Université de Dijon,  
6, Boulevard Gabriel, F-21000 Dijon.

Dr. R. Böttcher, Staatliches Museum für Naturkunde in Stuttgart,  
Rosenstein 1, D-70191 Stuttgart.

Tafel 1

*Costatoria costata* (ZENKER)

M = 1 cm

Fig. 1. Prägesteinkern auf der Sohlfläche der Bank; Nr. 80134a.

Fig. 2. 2 Prägesteinkerne innerhalb der Bank; Nr. 80136a + b.

*Chirotherium sickleri* KAUP

M = 5 cm

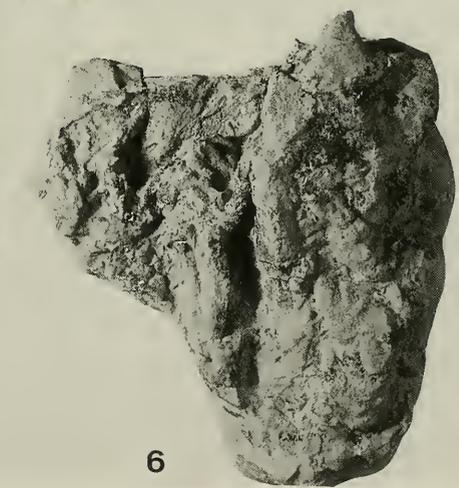
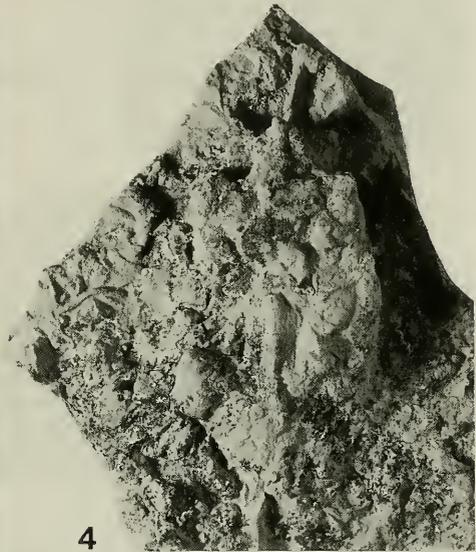
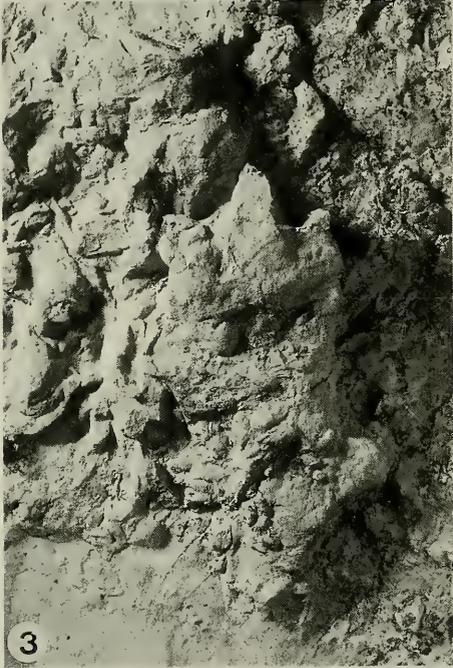
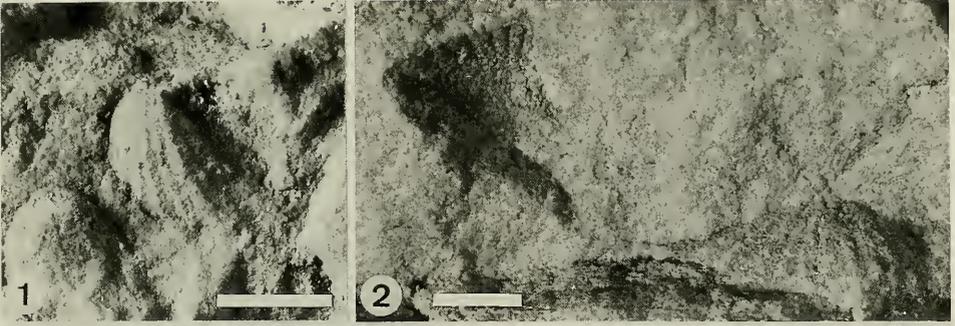
Fig. 3. Linkes Trittsiegel, am oberen Bildrand schwach zu erkennendes Trittsiegel der Hand  
(s. Abb. 7B); II/12; Nr. 80125.

Fig. 4. Rechtes Trittsiegel (s. Abb. 7A); V/1; Nr. 80126.

Fig. 5. Linkes Trittsiegel; II/8; Nr. 80134.

Fig. 6. Linkes Trittsiegel; V/2; Nr. 80136.

Alle Originale zu den Tafeln 1–3 sind verwahrt im Staatlichen Museum für Naturkunde in  
Stuttgart (SMNS).



Tafel 2

*Chirotherium barthii* KAUP

M = 5 cm

Fig. 1. Rechtes Trittsiegel; VIII/3; Nr. 80131.

Fig. 2. Wie Fig. 1, Ansicht von der rechten Seite (s. Pfeil in Fig. 1).

Chirotheriidae incertae sedis

M = 5 cm

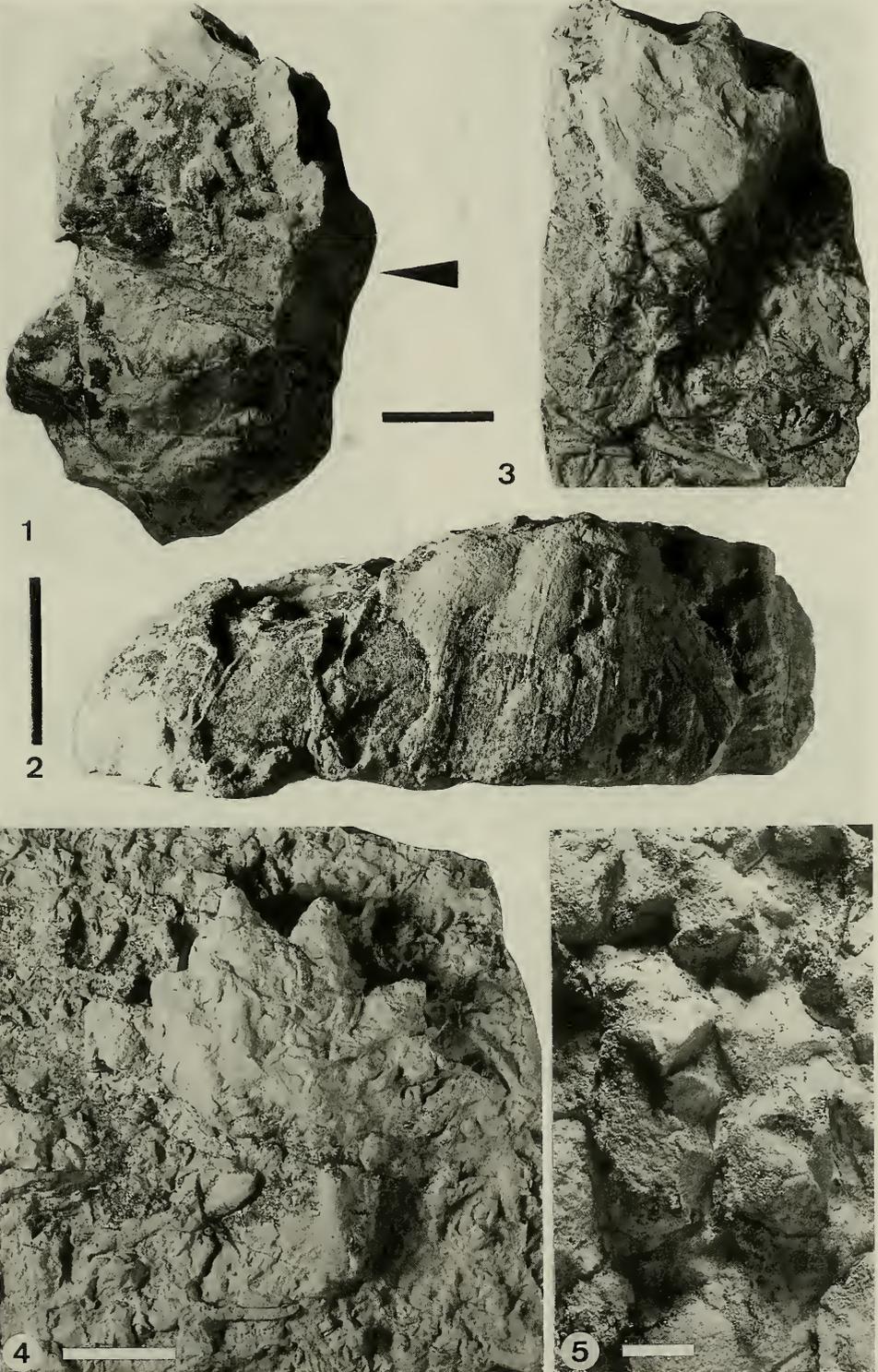
Fig. 3. Trittsiegel; Ib/2; Nr. 80133.

Fig. 4. ? rechtes Trittsiegel; III/2; Nr. 80132.

*Rhynchosauroides* sp. MAIDWELL

M = 1 cm

Fig. 5. Trittsiegel; Nr. 80138.



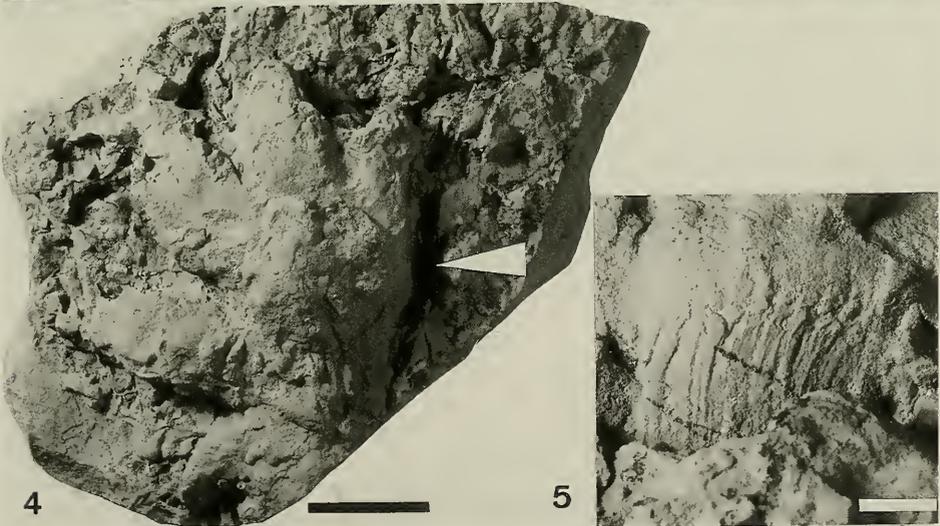
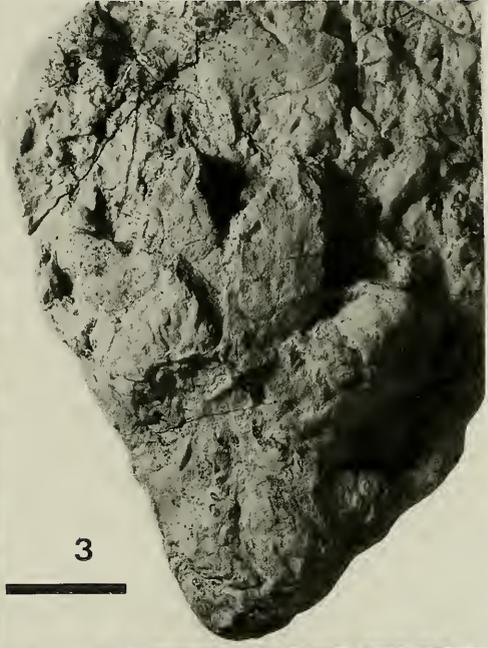
Tafel 3

*Isochirotherium felenci* COURELL & DEMATHIEU

M = 5 cm

Detailaufnahmen: M = 1 cm

- Fig. 1. Linkes Trittsiegel (Abb. 8B); IV/4; Nr. 80127.  
Fig. 2. Wie Fig. 1, Detailaufnahme von der rechten Seite (s. Pfeil in Fig. 1).  
Fig. 3. Linkes Trittsiegel; VI/-1, am oberen Bildrand schwach zu erkennendes Trittsiegel der Hand (vgl. Abb. 8C); Nr. 80128.  
Fig. 4. Rechtes Trittsiegel (Abb. 8D); VI/2; Nr. 80129.  
Fig. 5. Wie Fig. 4, Detailaufnahme von der rechten Seite (s. Pfeil in Fig. 4).



# ZOBODAT - [www.zobodat.at](http://www.zobodat.at)

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

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

Jahr/Year: 1995

Band/Volume: [230\\_B](#)

Autor(en)/Author(s): Haderer Frank-Otto, Demathieu Georges, Böttcher Ronald

Artikel/Article: [Wirbeltier-Fährten aus dem Rötquarzit \(Oberer Buntsandstein, Mittlere Trias\) von Hardheim bei Wertheim/Main \(Süddeutschland\) 1-31](#)