



universität
wien

DIPLOMARBEIT

„Analyse von Paarhufer-Fährten aus dem
Rohrbacher Konglomerat (NÖ, Obermiozän)“

verfasst von

Sophie Klein, BSc

angestrebter akademischer Grad

Magistra der Naturwissenschaften (Mag.rer.nat.)

Wien, 2015

Studienkennzahl lt.
Studienblatt:

A 190 445 344

Studienrichtung lt.
Studienblatt:

Lehramtsstudium
UF Biologie und Umweltkunde
UF Englisch

Betreut von:

Univ.-Prof. Dr. Doris Nagel

Danksagung

Ich möchte mich an dieser Stelle bei meiner Diplomarbeitsbetreuerin Doris Nagel bedanken, zum einen für die Möglichkeit, die Arbeit unter ihrer Anleitung zu schreiben, zum anderen für die Unterstützung und das stets in kürzester Zeit eintreffende Feedback.

Außerdem möchte ich meiner Familie und Freunden dafür danken, dass sie in dieser sehr arbeitsintensiven Zeit und auch während meines restlichen Studiums immer hinter mir gestanden sind und mich unterstützt und ermutigt haben.

Eidesstaatliche Erklärung

Ich erkläre hiermit an Eides Statt, dass ich die vorliegende Arbeit selbstständig und ohne Benutzung anderer als der angegebenen Hilfsmittel angefertigt habe. Die aus fremden Quellen direkt oder indirekt übernommenen Gedanken sind als solche kenntlich gemacht.

Die Arbeit wurde bisher in gleicher oder ähnlicher Form keiner anderen Prüfungsbehörde vorgelegt und auch noch nicht veröffentlicht.

Inhaltsverzeichnis

Inhaltsverzeichnis	4
Teil I. Einführung	6
1. Einleitung	7
2. Paläozoologie	8
2.1. Bestimmen von Spurenfossilien	8
2.2. Einteilung von Spurenfossilien	9
2.3. Namensgebung	10
2.4. Erhaltungsmöglichkeiten	11
3. Spuren von Säugetieren und Vögeln	12
3.1. Exkreme	12
3.2. Fraßspuren	13
3.3. Wohnbauten	14
3.4. Fährten	14
3.4.1. Feststellung der Gangart anhand von Spuren	15
3.4.2. Die besondere Bedeutung von Fährten für die Evolutionsforschung	16
3.4.3. Laetoli Fußspuren	16
3.4.4. <i>Chirotherium</i>	18
4. Artiodactyla (Paarhufer)	21
4.1. Entstehung	21
4.2. Artiodactyla-Familien	21
4.3. Morphologie des Hufes	23
5. Rohrbacher Konglomerat	25
5.1. Das Wiener Becken	25
5.1.1. Entwicklung des Beckens	25
5.1.2. Der Einfluss der Paratethys	27
5.2. Fauna und Klima des Obermiozäns	27
5.2.1. Klima	28
5.2.2. Flora und Fauna	28
5.3. Fossilfunde im Rohrbacher Konglomerat	29
5.4. Spurenfossilien im Rohrbacher Konglomerat	30
5.4.1. Carnivorensuren	30
5.4.2. Herbivorensuren	33
Teil II. Materialien und Methoden	34
6. Materialien und Methoden	35
6.1. Vermessung der Spurenfossilien der Huftiere	35

6.2. Rezente Trittsiegel	43
6.3. Fossilfunde aus der NOW-Datenbank	45
Teil III. Ergebnisse & Diskussion	48
7.Ergebnisse	49
8.Diskussion	55
9.Conclusio	58
Quellenverzeichnis	59
Onlinequellen	62
Abbildungsverzeichnis	63
Tabellenverzeichnis	64
Appendix	65
Zusammenfassung	66
Summary	67
Curriculum Vitae	73

Teil I.
Einführung

1. Einleitung

Die vorliegende Arbeit beschäftigt sich mit den miozänen Spuren von Huftieren aus dem Rohrbacher Konglomerat. In der einzigen paläontologischen Bearbeitung dazu (Thenius 1967) wurde auf die möglichen Erzeuger der Spuren von Herbivoren weniger eingegangen, als auf die der Carnivoren. Eine Analyse der möglichen Erzeuger zunächst mithilfe der Trittsiegel rezenter Paarhufer (Liebenberg 1990, Olsen 2012) und anschließend nach Region und Zeit unter Zuhilfenahme der NOW Datenbank (Fortelius 2015) soll zumindest eine Eingrenzung der Gruppen ermöglichen. Für die Untersuchung ist ein Überblick über die Erzeugung von Spuren, deren Klassifikation und Problematik in der Bestimmung ebenso notwendig, wie eine Übersicht über die Huftiere des Obermiozäns in Mitteleuropa.

2. Palichnologie

Ein Spurenfossil ist per Definition nach Seilacher (1967) „fossiles Verhalten“. Dies bedeutet, dass es sich bei einem solchen nicht etwa um ein erhaltenes Lebewesen handelt, sondern viel mehr um Spuren, die dieses zu Lebenszeiten hinterlassen hat. Daher kann man diese ebenso als fossile Lebensspuren bezeichnen. Das Teilgebiet der Paläontologie, welches diese Spurenfossilien behandelt, ist die Palichnologie (Martin & Pyenson 2005).

2.1. Bestimmen von Spurenfossilien

Ein Lebewesen kann mehrere verschiedene Spuren hinterlassen, die fossilisiert werden können, je nachdem, in welcher Phase seines Lebens es sich befindet. Dies bedeutet, dass ein Organismus beispielsweise bei der Nahrungssuche oder im Falle dessen, dass er vor einem Fressfeind flüchten muss, unterschiedliche Spuren erzeugt. Eine zusätzliche Schwierigkeit stellt die Tatsache dar, dass das Verhalten eines Organismus oftmals entsprechend unterschiedlicher umweltlicher Gegebenheiten variiert und beispielsweise bei unterschiedlicher Bodenhumidität verschieden erhalten werden kann. Organismen unterschiedlicher Taxa entwickeln oftmals im Laufe ihrer Evolution vergleichbare Verhaltensmuster, welche als „Verhaltenskonvergenzen“ (Bromley 1999: 154) bezeichnet werden. Die oben erwähnten Problemstellungen führen dazu, dass sich die Zuordnung eines Spurenfossils zu einer bestimmten Art als sehr diffizil gestalten kann. Dies ist jedoch, wie Bromley (1999) postuliert, auch nicht von vorrangiger Bedeutung, sondern vielmehr Erkenntnisse bezüglich anderer Informationen, wie zum Beispiel bezüglich der Lebensbedingungen (Bromley 1999).

Dementsprechend wurden Fossilien des Öfteren mit Namen bezeichnet, die auf eine bestimmte Art hinweisen, bei denen sich jedoch von Zeit zu Zeit gezeigt hat, dass sie entweder einer anderen Art zuzuordnen sind oder dass sie kein Körperfossil, sondern ein Spurenfossil darstellen und umgekehrt. Um dieser Problematik entgegenzuwirken, wurde eine eigene Nomenklatur für Spurenfossilien entwickelt. Wie in der Systematik üblich, wird auch hier die duale Nomenklatur angewendet. Es wird zwischen einer Benennung der „Sedimentstrukturen, die auf biologische Aktivität zurückgehen“ (Bromley 1999: 161) und der als „Biotaxa“ (Bromley 1999: 161) bezeichneten Lebewesen, die diese Strukturen geschaffen haben, unterschieden, woraus folgt, dass die Lebensspur eines Organismus eine Bezeichnung erhalten kann, die sich von der des Lebewesens unterscheidet (Bromley 1999). Das Ichnotaxon wird grundsätzlich anhand mehrere Kriterien bestimmt. Eine grobe Gruppierung kann mithilfe der Form getroffen werden, wobei hier die Größe des Spurenfossils eine untergeordnete Rolle spielt. Für die weitere Einteilung werden

„Wandstruktur und -auskleidung; Verwezigung [und] Füllung“ (Bromley 1999: 163) untersucht.

2.2. Einteilung von Spurenfossilien

Bromley (1999) schildert zwei Möglichkeiten der Einteilung von Spurenfossilien. Zum einen ist diese anhand der Art und Weise der Erhaltung möglich, zum anderen nach dem Verhalten des die Spur erzeugten Organismus. Eine Nomenklatur für Ersteres wurde von Seilacher (1964) entwickelt, bei der zwischen Vollrelief und Semirelief unterschieden wird. Hierbei ist die Unterscheidung zwischen dem Spurenfossil und dem Substrat, in welchem es sich befindet, von entscheidender Bedeutung.

Bei der Einteilung nach der Ethologie, also nach dem Verhalten der Lebewesen, gibt es deutlich mehr Kategorien, welche wiederum von Seilacher (1964) etabliert und von Müller (1962) expandiert wurden. Problematisch kann bei dieser Einteilung sein, dass sich mehrere Verhaltensbereiche überschneiden können, aber laut Bromley (1999) ist dies dem natürlichen Verhalten der Tiere entsprechend, und daher können diese Überlappungen akzeptiert werden.

An dieser Stelle soll nun die ethologische Einteilung der Spurenfossilien näher erläutert werden. Cubichnia oder Ruhespuren entstehen durch die Aktivitäten des Benthos (Bromley 1999), welches aus Organismen besteht, die am Boden von Gewässern leben und sich oftmals von Detritus ernähren (Campbell & Reece 2011). Ein Beispiel hierfür ist der in Abb. 1 mit 2 versehene Seestern, welcher sich für einen bestimmten Zeitraum in den Boden eingräbt, um so Beutetieren aufzulauern. Repichnia, Kriechspuren, sind jene Spuren, die durch die in eine bestimmte Richtung gehende Fortbewegung eines Organismus entstehen. Hierbei kann es sich beispielsweise um die Fortbewegungspuren eines Vogels (Abb. 1 Punkt 5), einer Schlange oder eines Säugetiers handeln. Die Repichnia stellen die in dieser Arbeit untersuchten Spurenfossilien dar. Weidespuren oder Pascichnia unterscheiden sich von den Repichnia dahingehend, dass sich die Spur als bestimmtes Muster darstellt, die ein Abgrasen des Untergrunds vermuten lässt. Die *Helminthoida* (Abb. 1 Punkt 7) wären ein Beispiel hierfür. In der Abbildung wird das Abweiden der Fläche deutlich ersichtlich. Fodinichnia oder Fressspuren vereinen die beiden Tätigkeiten Nahrungsaufnahme und Wohnen miteinander, wofür *Thalassionoides* (Abb. 1 Punkt 11) ein Beispiel wären. Domichnia, Wohnspuren, hingegen zeigen lediglich die Art und Weise des Wohnens auf, selbst wenn der Organismus in oder aus der Wohnung heraus fressen sollte. Eine gewisse strukturelle Ähnlichkeit zwischen Domichnia und Fodinichnia kann jedoch ohne weiteres bestehen, wie in Abb. 1 Punkt 16 im Vergleich mit Punkt 11 ersichtlich wird. Die nächste

Kategorie sind Fallen und Kultivierungs-Spuren, die so genannten Agrichnia. Diese sind Bauten, die eine hohe Komplexität aufweisen (Abb. 1 Punkt 8 und 9) und laut Seilacher (1977) zweierlei Zwecke erfüllen können. Zum einen dienen sie als Fallen, zum anderen als Anbaugesamt von Mikroorganismen, welche im weiteren Verlauf als Nahrung dienen. Raubspuren (Praedichnia) finden sich hauptsächlich in harten Oberflächen, wie zum Beispiel in Form eines Bohrlochs in der Schale einer Muschel. Die als Equibrichnia bezeichneten Ausgleichsspuren zeigen an, wie sich das Sediment im Wasser verändert. Die im Substrat lebenden Organismen müssen sich an diese Gegebenheiten anpassen und dementsprechend beim Anwachsen des Sediments ihre Wohnbauten ausbauen beziehungsweise ihre Lage verändern (siehe Abb. 1 18-20). Fluchtspuren (Fugichnia) unterscheiden sich von diesen dadurch, dass es zu ihnen kommt, wenn nicht allmählich Substrat aufgelagert wird, sondern plötzlich eine große Menge. Dies veranlasst die Tiere, sich zur Oberfläche durchzugraben (Abb. 1 Punkt 1). Aedificichnia sind Bauten, die über dem Untergrund geschaffen werden. Ein Beispiel hierfür sind die von Sabellariiden angelegten Sandröhren (Abb. 1 Punkt 14). Die Calichnia, die Brutstrukturen, ähneln den Aedificichnia zwar, man kann sie jedoch relativ deutlich abgrenzen, da dies lediglich Bauten umfasst, welche zum Heranwachsen des Nachwuchses dienen, wie dies zum Beispiel bei Bienen der Fall ist (Bromley 1999).

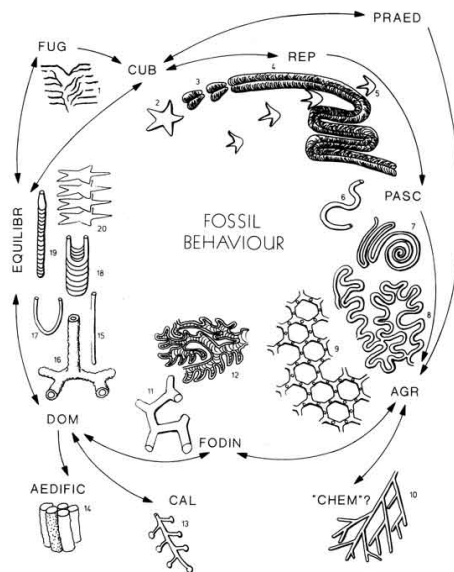


Abbildung 1: Darstellung der ethologischen Klassifikation von Spurenfossilien (Bromley 1999: 187).

2.3. Namensgebung

Die Benennung von Spuren folgt den Linnischen Regeln. Da der Erzeuger einer Spur selten eindeutig bestimmt werden kann, werden eigene Namen für diverse Spuren verwendet. So

ist der Ausdruck "Chirotherium" bezeichnend für eine Reihe von sich stark ähnelnden Spurenfossilien, deren Erzeuger lange Zeit nicht bekannt waren. Auch heute gibt es diesbezüglich noch Zweifel (Swinton 1961). Dementsprechend folgt die duale Nomenklatur hier nicht zwangsläufig der Benennung des Erzeugers, es kann nämlich nicht davon ausgegangen werden, dass ein freigelegtes Spurenfossil immer in unmittelbarer Nähe eines seinem Erzeuger entsprechenden Fossils vorkommt. Selbst wenn dies der Fall wäre, so wird, sobald eine Spur nicht mehr in direkter Verbindung zu ihrem Erzeuger steht, diese gesondert behandelt (Bromley 1999).

2.4. Erhaltungsmöglichkeiten

Laut Berger et al. (1979) können generell jene Spuren zu Spurenfossilien werden, welche sich unterhalb der Grenze befinden, bis zu der Bioturbation stattfindet. Dies gilt vor allem für jene Exemplare, welche Wohn- oder Fraßbauten darstellen, und dies vor allem in Gewässern, da dort die Durchmischung des Substrates sehr hoch ist und auch in regelmäßigen Abständen passiert.

Wenn es jedoch zu einem schlagartig eintretenden Ereignis, wie zum Beispiel dem Zuschütten des Substrats durch große Mengen Sediment in Folge eines Erdbebens kommt, kann dies zur Erhaltung von Strukturen führen. Dies liegt nicht nur am Schutz der Spuren vor Erosion, sondern auch daran, dass es durch die große Menge an Substanz zu einem Absterben der obligat aeroben Organismen kommt, was einen Abbau der organischen Substanzen verhindert (Bromley 1999).

3. Spuren von Säugetieren und Vögeln

Hier soll nun, da für diese Arbeit von essentieller Bedeutung, ein Einblick in die unterschiedlichen Spuren, die von Säugetieren und teilweise, zum Zwecke der Vergleichbarkeit und Verdeutlichung der Unterscheidung, von Vögeln hinterlassen werden.

3.1. Exkreme

Exkreme, welche auch als Losung bezeichnet werden, stellen für gewöhnlich relativ offensichtliche Spuren dar, deren Zuteilung zu ihrem Erzeuger vielfach unkomplizierter ist als jene anderer Spuren (Olsen 2012). Fossilisierte Losungen werden als Kotsteine oder Koprolithen bezeichnet (Hunt et al. 2012). In der Geschichte der Paläozoologie spielten diese Spurenfossilien zunächst eine eher untergeordnete Rolle, was sich jedoch schlagartig änderte, als sich ab den 1950er Jahren immer mehr Wissenschaftler mit menschlichen, anderen, dem Pliozän zuordenbaren, Säugetierlosungen und auch den Koprolithen von Dinosauriern befassten. Im Laufe dieser Studien wurde festgestellt, dass man aus diesen wichtige Informationen bezüglich der Ernährungsweise, des Klimas und etwaigen Parasitenbefalls erhalten kann (Hunt et al. 2012).

Schwierigkeiten bezüglich der Untersuchung der Koprolithen von Vertebraten werden laut Hunt et al. (2012) vor allem dadurch aufgeworfen, dass, wie auch bei einigen anderen Spurenfossilien, die Größe und Anzahl der Proben gering ist. Es ist außerdem nur bis zum Ende des Pleistozäns, also bis vor etwa 2,55 Millionen Jahren, möglich, die Kotsteine taxonomisch auf niedrigerem Niveau als dem der Familie einzuordnen. Zusätzlich kann auch das Substrat, in dem sich der Koprolith befindet, diesen in seiner Morphologie beeinflussen, und außerdem ist die Erhaltung der oft sehr fragilen Kotsteine ebenfalls vom Substrat abhängig. Die häufigsten Kotsteine stammen von Carnivoren, da der hohe Phosphatanteil oftmals zur schnellen Fossilisierung und damit Erhaltung führt. Daraus folgt, dass die Anzahl an Fossilgruppen, die mithilfe der Kotsteine bestimmt werden kann, begrenzt ist. Trotz dieser Komplikationen werden diese Spurenfossilien immer häufiger zur Bestimmung eines Erzeugers herangezogen, besonders dann, wenn kein Körperfossil vorhanden ist (Hunt et al. 2012).

Wie bereits erwähnt, kommen die Koprolithen von Raubtieren in größerer Abundanz vor als jene von Herbivoren. Sie sind generell an einer zylinderförmigen und an einem Ende konischen Gestalt zu erkennen und beinhalten oftmals Knochenfragmente oder andere Bestandteile der konsumierten Tiere. Für die Erhaltung und auch taxonomische Einteilung problematisch sind jene Losungen, die durch den Verzehr von pflanzlichen Materialien verdünnt wurden. Die Menge an Exkrementen, die von Pflanzenfressern erzeugt wird, ist

größer als jene der Carnivoren. Dies liegt am geringeren Energiegehalt pflanzlicher Nahrung. Die Ausscheidungen sind für gewöhnlich kleiner und mehr oder weniger pillenförmig, wobei jedoch auch bei Pflanzenfressern ein erhöhter Wassergehalt zur Verflüssigung der Losung führen kann (Hunt et al. 2012).

3.2. Fraßspuren

Auch bei Fraßspuren gibt es eine relativ eindeutige grundsätzliche Unterscheidung zwischen Carnivoren und Herbivoren. Dies hängt mit der Nahrung der jeweiligen Großgruppen zusammen.

Prädatoren hinterlassen beim Verzehr ihrer Nahrung Zahnspuren auf den Knochen und beschädigen sie außerdem durch Zerbrechen oder ähnliches, was rückblickend Schlussfolgerungen über die Wechselbeziehung zwischen Jäger und Beute und auch über die Art und Weise des Beuteverzehr zulässt. Ein Beispiel hierfür ist in Abbildung 2 zu sehen. Es handelt sich hierbei um den Humerus einer Kuh, welche von einem Nilkrokodil attackiert wurde. Es sind deutliche Bissspuren in Form eines Loches (siehe Pfeil) und auch von Kratzern und kleinen Einkerbungen zu sehen. Zusätzlich finden sich auch des Öfteren Spuren von Nagetieren oder kleinerer Fleischfresser (Njau & Blumenschine 2006).

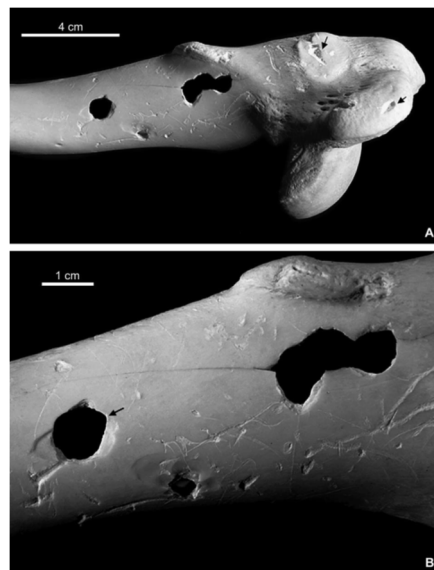


Abbildung 2: Humerus einer Kuh mit deutlichen Bissspuren eines Nilkrokodils (Njau & Blumenschine 2006: 151).

Bei Herbivoren kommen unterschiedliche Fraßspuren vor, welche direkt oder indirekt erzeugt sein können. Nagespuren können an unterschiedlichen Stellen von Bäumen auftreten. Vor allem in der kalten Jahreszeit dienen diese Nagetieren und Huftieren als

Nahrungsquelle, und somit sind relativ häufig erhaltene Fraßspuren in Form von Zahnabdrücken in der Rinde vorhanden. Ebenfalls als Nahrungsquelle dienen die Früchte der Bäume. Bei Fichtenzapfen kann beispielsweise relativ eindeutig festgestellt werden, ob es sich um die Fraßspuren eines Nagetieres (beispielsweise *Sciurus vulgaris*), bei dem der Zapfen feinsäuberlich abgenagt ist, oder eines Vogels (unter anderem aus der Familie der Picidae), welche die Zapfen gröber bearbeiten. Auch an Nüssen finden sich oft Fraßspuren von Nagetieren wie den Muridaen oder Vögeln wie *Garrulus glandarius*. Wie bei den Zapfen ist auch hier die grundsätzliche Unterscheidung dadurch möglich, dass die Nagetiere sauberere Löcher nagen, während Vögel hackenderweise die Schale aufbrechen (Olsen 2012).

3.3. Wohnbauten

Der Sinn und Zweck eines Baus ist der Schutz vor Fressfeinden und auch vor der Witterung und teilweise dem Fangen oder zumindest Verzehren der eigenen Nahrung. Entsprechend der Körpergröße und den Mitteln, die zum Erbauen zur Verfügung stehen, können diese Wohnbauten unterschiedliche Formen annehmen (Olsen 2012).

3.4. Fährten

Den für diese Arbeit essentiellen Fährten kommt besondere Bedeutung zu. Als Fährte werden „sich wiederholende Fußabdrücke oder andere Zeichen der Fortbewegung, wie Kriechen oder Schwimmen in einem wässrigen Substrat“ (Bromley 1999: 172) bezeichnet. Im Allgemeinen werden diese Spurenfossilien den bereits besprochenen Repichnia zugeordnet und umfassen zahlreiche Exemplare (Bromley 1999).

Bei Säugetierspuren kann man mehrere Unterscheidungsweisen heranziehen. Haubold (1966) hat einen einzelnen Abdruck mit der Bezeichnung ‚Eindruck‘ bedacht und zu ein- und demselben Tier gehörige Abdrücke einer Vorder- und Hinterextremität als ‚Einzelfährte‘. Als ‚Fährte‘ wird in diesem Fall nur eine Abfolge von Trittsiegeln bezeichnet, die aus drei oder mehr Eindrücken besteht. Im Vergleich dazu werden von Jägern sämtliche Trittsiegel, unabhängig von der Anzahl der Einzelabdrücke, Spur genannt (Scheibenpflug 1950, Brandt & Eisenhardt 1961). Hier soll die Charakterisierung anhand von Haubold stattfinden, da sie eine genauere Differenzierung der Spurenfossilien erlaubt. Anstelle des Begriffs ‚Eindruck‘ kann ebenfalls ‚Trittsiegel‘ verwendet werden.

Die Unterschiede zwischen den einzelnen Spuren, selbst wenn sie von ein und demselben Tier stammen, können groß sein, da sie je nach Substratzusammensetzung und – beschaffenheit sehr unterschiedlich aussehen können. Daher wurde von Trewin (1994)

eine Bestimmungshilfe für diese Spurenfossilien zusammengestellt. Hierbei werden mehrere Merkmale der Fährte festgehalten, unter anderem die Breite des Abdrucks, das Aussehen ebendieses, das „Wiederholungsmuster“, der Abstand zwischen den einzelnen Spuren, die „Symmetrie“ und die Durchgängigkeit der Fährte (Bromley 1999: 172).

Dementsprechend vorsichtig muss man bei der Interpretation von Trittsiegeln vorgehen. Wegen abweichender Strukturierung eines Spurenfossils umgehend von einer anderen Art von Erzeuger auszugehen, könnte zu fälschlichen Schlüssen führen (Martin & Pyenson 2005). Sobald mit großer Sicherheit festgestellt werden konnte, welche Trittsiegel eine Fährte bilden, kann unter anderem die Gangart bestimmt werden, was wiederum zu verhaltensbiologischen Theorien führen kann. Vor allem plötzliche Richtungswechsel und damit verbundene Variationen in der Geschwindigkeit des Erzeugers lassen Vermutungen bezüglich der Umwelt, in der sich der Erzeuger befand, zu. So kann ein Richtungswechsel den Hintergrund haben, dass das Tier einem Hindernis auswich, oder aber er diente entweder dem Erjagen von Beute oder dem Entkommen vor einem Prädatoren. In solch einem Fall ist die Interpretation zusätzlicher Fährten notwendig. Außerdem konnten Martin und Pyenson (2005) an den Fährten mehrerer Amphibien auf relativ engem Raum feststellen, dass sich diese Tiere vergesellschafteten. Solch eine Feststellung ist bei Spurenfossilien von Wirbeltieren nur relativ selten möglich (Martin & Pyenson 2005).

3.4.1. Feststellung der Gangart anhand von Spuren

Bei dem Fund einer Fährte kann man unter anderem auf die Fortbewegungsgeschwindigkeit des Erzeugers schließen. In Ruheposition oder bei langsamer Bewegung ist das Trittsiegel für gewöhnlich klar gezeichnet. Bei schneller Bewegung ist das Trittsiegel meist zumindest teilweise zerstört, da es beispielsweise zu einem Ausrutschen des Beines oder dem Aufwirbeln des Untergrunds kommen kann. Der Abstand zwischen den Abdrücken zeigt die Geschwindigkeit des Tieres an, während die Lage der Abdrücke im Verhältnis zueinander die Gangart anzeigt (Liebenberg 1990).

Während des Gehens wird jedes der Beine zu unterschiedlichen Zeiten gehoben, und zwar in einer vorgegebenen Reihenfolge. Das Hinterbein wird hierbei immer nahe an dem Punkt abgesetzt, wo zuvor das Vorderbein war, woraus bei einer Fährte oftmals ein zumindest teilweises Übertreten eines Trittsiegels resultiert (siehe Abb. 3). Bei langsamem Gehen befindet sich der Abdruck des Hinterbeins hinter dem Vorderbeinabdruck, bei schnellem Gehen vor dem Vorderbein (Liebenberg 1990).

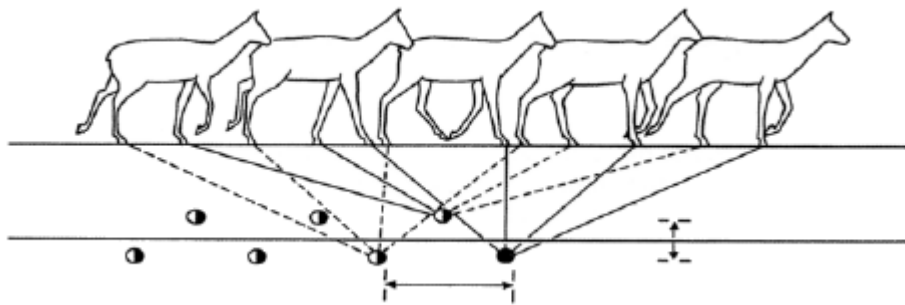


Abbildung 3: Darstellung des langsamen Ganges eines Säugetiers mit Über tretungen (Liebenberg 1990:24).

Der Unterschied zwischen Gehen und Traben liegt in den weiter auseinander und eher auf einer Linie liegenden Abdrücken. Im Galopp gibt es eine Phase, in der sich das Tier in der Luft befindet. Die Reihenfolge des Auftretens der Beine ist abhängig von der Geschwindigkeit und der Art. Beim Springen verlässt das Tier ebenso den Untergrund, wobei hierbei der Abstand zwischen Einzelfährten sehr viel weiter ist als beim Galopp, da ein Absprung mit beiden Hinterbeinen erfolgt und die Landung auf den Vorderbeinen stattfindet. Beim neuerlichen Absprung werden die Hinterbeine ein Stück vor den Abdrücken der Vorderbeine platziert (Liebenberg 1990).

3.4.2. Die besondere Bedeutung von Fährten für die Evolutionsforschung

Die besondere Bedeutung von Trittsiegeln liegt darin, dass sie uns wichtige Informationen über den Erzeuger geben können, selbst wenn sich keine Körperfossilien in unmittelbarer Nähe der Fundstelle befinden. Außerdem kann man, wie bereits erläutert, mithilfe einer Fährte einen Einblick in die Lebensweise und Fortbewegungsart des Erzeugers erhalten. Es wurden hier zwei unterschiedliche Beispiele gewählt, um diese näher zu beleuchten. Ein für die Evolutionsgeschichte des Menschen besonders bedeutsamer Fund sind die Fußspuren von Laetoli. Weiters soll hier ebenfalls *Chirotherium* erwähnt sein, eine Spurenfossilgruppe bei der lange Zeit darüber debattiert wurde, ob es sich eventuell auch um Abdrücke von Hominiden/Primaten handeln könnte.

3.4.3. Laetoli Fußspuren

Die Laetoli Fundstelle befindet sich im nördlichen Tansania und wurde in den dreißiger Jahren des 20. Jahrhunderts entdeckt. Das Sediment besteht hauptsächlich aus Tuff, mit einer maximalen Dicke von 130 Metern. Der Hauptteil der Fossilfunde wurde zwischen 45

und 60 Metern gemacht (Leakey & Hay 1979). Für die Entwicklungsgeschichte des Menschen von Bedeutung wurde die Fundstelle erst in den siebziger Jahren, als mehrere Knochenfragmente und 1978 schließlich die Fußspuren von Hominiden gefunden wurden. Sämtliche dieser Funde stammen aus dem Pliozän, sind also in einem Zeitraum von vor 5,3 bis 2,6 Millionen Jahren entstanden (White & Suwa 1987). Die genaue Datierung der Aschelagen, in denen die Spurenfossilien abgebildet sind, ließ eine Eingrenzung auf etwa 3,6 Millionen Jahre zu (Raichlen et al. 2010), und außerdem eine nach wie vor nicht vollkommen gesicherte Zuordnung zu *Australopithecus afarensis* (White & Suwa 1987). Das Substrat, auf dem sich die Hominiden bewegten, war, laut Hay und Leakey (1982), beinahe flach und frei von Pflanzenwuchs. Sowohl Oberfläche als auch Substrat hatten die Textur von feinem bis mittelkorngroßem Sand. Der Boden war außerdem leicht feucht und sehr weich, was wohl die Entstehung der Abdrücke ermöglicht hat. Die sandige Oberfläche kam vermutlich durch den Ausbruch des in der Nähe gelegenen Vulkans, Sadiman, zustande (Hay & Leakey 1982). Durch weitere Episoden von Ascheregen wurden die Fußabdrücke zugedeckt und konnten so vor Erosion durch Wind oder Wasser weitgehend bewahrt werden (White & Suwa 1987). Es konnten bei den Abdrücken drei Individuen identifiziert werden, von denen eines in den Spuren eines anderen ging, weshalb man den dritten Erzeuger erst nach genauerer Untersuchung bestimmen konnte. Leakey (1981) stellte die Vermutung auf, dass sich die Hominiden während des Gehens gegenseitig festhielten oder zumindest berührten und auch im Gleichschritt fortbewegten. Diese Behauptung wird durch die Feststellung gestützt, dass sich bei jedweder Kursabweichung eines Individuums unmittelbar auch die Gehrichtung des anderen Individuums änderte (White & Suwa 1987). Das große Interesse an den Laetoli Fußspuren ist laut Raichlen et al. (2010) darin begründet, dass durch diese Fahrten gezeigt wurde, dass die Fortbewegung dieser Organismen bereits auf zwei Beinen stattfand. Außerdem kann mithilfe der Laetoli Fußspuren untersucht werden, wie sich die bipede Fortbewegungsweise entwickelt hat. Von besonderem Interesse ist hierbei die Frage, ob diese Zweibeiner bereits den energetisch ökonomischeren Gang angenommen hatten, bei dem die Extremitäten gestreckt sind, oder ob sie sich noch des Affen-ähnlichen Gangs mit gebeugten Knien bedienten, welcher energieaufwändiger ist. Wäre zweiteres der Fall, wäre dies ein Hinweis darauf, dass sich die energiesparende zweibeinige Fortbewegung erst bei der Gattung *Homo* durchgesetzt hat. In der Studie von Raichlen et al. (2010) wurde mithilfe von acht Probanden die Morphologie der Fußabdrücke heutiger Menschen mit den Laetoli-Abdrücken verglichen (siehe Abbildung 4). Die Probanden wurden angeleitet, sich sowohl wie gewöhnlich als auch mit gebeugten Knien über eine Strecke von fünf Metern in

unterschiedlichen Substraten fortzubewegen, um so Ähnlichkeiten und Unterschiede leichter erkenntlich zu machen. Außerdem sollte auf diese Weise auch ersichtlich werden, wie stark die Laetoli Abdrücke durch die Substratbeschaffenheit verzerrt wurden. Man hat festgestellt, dass die Zehenabdrücke bei der ursprünglicheren Gangart tiefer waren. Hierbei muss jedoch auch erwähnt werden, dass in feuchtem Substrat die Zehenabdrücke tiefer als die des restlichen Fußes einsanken, unabhängig von der Geschwindigkeit, mit der sich der Proband/ die Probandin fortbewegte, und auch von der Fortschrittlichkeit des Ganges. Bei den Laetoli Abdrücken zeigte sich, dass das Verhältnis der Tiefe von Zehen- und Fersenabdrücken dem aufrechten Gang des modernen Menschen weit ähnlicher ist als dem Gang mit gebeugten Knien (siehe Abb. 4). Dies führte zu der Schlussfolgerung, dass *Australopithecus afarensis* sich bereits eines dem Gehen mit gestreckten Extremitäten sehr nahe kommenden Ganges bediente (Raichlen et al. 2010).

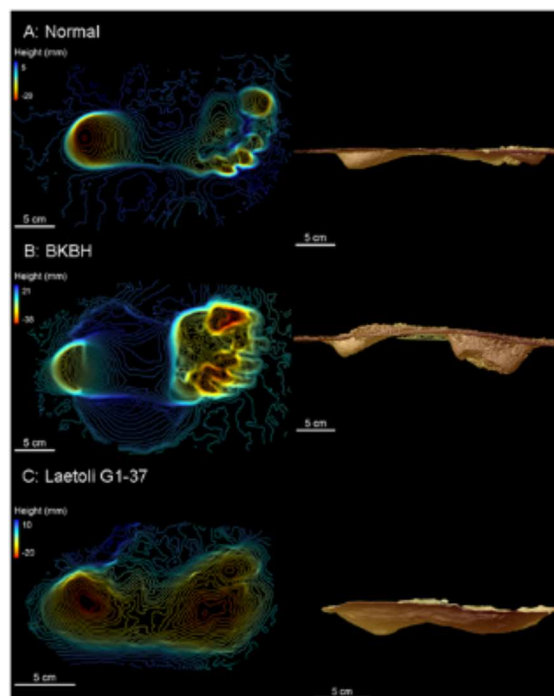


Abbildung 4: Abdrücke von a. Gang mit gestreckten Beinen (*Homo sapiens*),
 b. Gang mit gekrümmten Beinen (*Homo sapiens*),
 c. Gang eines Hominiden von Laetoli (Raichlen et al. 2010: 2).

3.4.4. *Chirotherium*

Chirotherium bezeichnet eine Gruppe von Spurenfossilien, die zunächst für Abdrücke von Primaten gehalten wurden. Der erste Fund wurde 1835 von Kaup in Deutschland gemacht und als *Chirotherium barthii* bezeichnet. Weit größere Abdrücke, welche jedoch in ihrer sonstigen Morphologie denen des ersten Fundes glichen, fand Egerton drei Jahre darauf in

England (Tresise 1991). Seitdem wurden noch viele weitere Spurenfossilien gesichert, die in diese Gruppe eingeordnet wurden. Die große Problematik daran ist jedoch, wie Swinton (1961) postuliert, dass es keine Knochenfunde gibt. Die meisten Funde stammen aus der Trias, und hier vor allem aus der Unter- und Mitteltrias (Clark et al. 2002). Durch die zusätzliche weltweite Verbreitung kann *Chirotherium* laut Mader (1984) als Leitfossil in Buntsandstein verwendet werden.

Die Spurenfossilien weisen für gewöhnlich Abdrücke sowohl der Vorder- als auch der Hinterextremitäten auf (siehe Abbildung 5). Die Hinterbeine sind deutlich größer als die Vorderbeine und weisen einen handähnlichen Aufbau mit fünf Fingern auf, von denen einer dem menschlichen Daumen sehr stark ähnelt. Betrachtet man allerdings die Länge der einzelnen Finger und vergleicht diese miteinander, so wird deutlich, dass von den Proportionen her die Ähnlichkeit zur menschlichen Hand deutlich geringer ist als angenommen. Die Finger waren außerdem mit kegelförmigen Krallen besetzt und bestanden aller Wahrscheinlichkeit nach aus jeweils drei Gliedern. Die Vorderbeine sind vergleichsweise schlecht erhalten und weisen lediglich vier Zehen auf (Swinton 1961).

Durch das Fehlen von Körperfossilien war lange Zeit nicht geklärt, um welche Klasse der Wirbeltiere es sich bei dem Erzeuger handelte. Der handähnliche Aufbau hat zunächst dazu geführt, dass man Primaten oder andere Säugetiere als mögliche Erzeuger festlegte. Von Sollas (1879) wurde bei der Untersuchung eines Abdrucks und dessen Vergleich mit Trittsiegeln von Laufvögeln festgestellt, dass *Chirotherium* zwar eine gewisse Ähnlichkeit mit Vögeln hat, es sich jedoch eher um einen Vertreter der Reptilien handelte. Von Williamson (1867) wurde außerdem aufgezeigt, dass bei einigen der Spurenfossilien die Haut schuppige Muster aufwies, was die These der Zugehörigkeit zu den Reptilien weiter bestärkte und außerdem die Amphibien als Erzeuger ausschloss. Ähnliche Muster wurden auch auf einem Spurenfossil eines Rhynchosauriers gefunden. Watson (1914) verglich die Gangart von Eidechsen und Thecodontiern mit der, die *Chirotherium* anhand der Spuren zugesprochen wurde, und wies außerdem auf die Fußmorphologie von *Plateosaurus* hin, welcher ebenso wie *Chirotherium* aus der Trias stammt. Im Gegensatz zu den meisten anderen bipeden Dinosauriern hat *Plateosaurus* ebenfalls einen fünften Zeh. Diese Indikatoren ließen Watson (1914) darauf schließen, dass es sich hierbei um einen Verwandten von *Chirotherium* handelt. Von Soergel (1925) wurde schließlich ein Mitglied der Pseudosuchia als Vorfahre von *Chirotherium* festgelegt. Schlussendlich kann man nicht mit Sicherheit sagen, welches Reptil der Erzeuger dieser Spuren war, jedoch konnten durch ihre Analyse die Klassen der Säugetiere, Vögel und Amphibien definitiv ausgeschlossen werden (Swinton 1961).

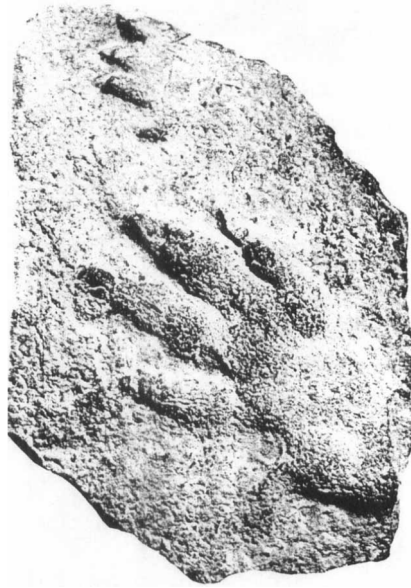


Abbildung 5: Abdruck einer Vorder- (oben) und einer Hinterextremität (unten) von Chirotherium (Swinton 1961: 470).

4. Artiodactyla (Paarhufer)

Da der Untersuchungsschwerpunkt dieser Arbeit auf Trittsiegeln liegt, die von Paarhufern stammen, sollen an dieser Stelle die Stammesgeschichte und die hier bedeutsamsten Familien behandelt werden, wobei auch besonderes Augenmerk auf die Morphologie der Extremitäten gelegt wird.

4.1. Entstehung

Die ersten bekannten Angehörigen der Artiodactyla stammen aus dem frühen Eozän, also aus einem Zeitraum, der sich von vor 56 bis circa 48 Millionen Jahren erstreckt. Diese ältesten Fossilien wurden in Nordafrika, Europa und Asien gefunden (Teile der Holarktis). Diese frühen Vertreter waren in etwa hasengroß und werden wegen ihres plötzlichen Auftretens zu Beginn des Eozäns und der relativ großen Anzahl an Fossilfunden und der weiten geographischen Verbreitung als wichtige Leitfossilien betrachtet. Für gewöhnlich wird angenommen, dass sie sich aus einer Gruppe ursprünglicher Huftiere entwickelt haben, obwohl ein großer Anteil der Fossilfunde Klauen und nicht einen Huf hat. Ein connecting link konnte bis jetzt nicht gefunden werden (Rose 1996).

4.2. Artiodactyla-Familien

Die Ungulata (Huftiere) als taxonomische Einheit zu präsentieren ist relativ problematisch, da auf der Morphologie und genetischen Informationen basierte Analysen gezeigt haben, dass diese Einteilung unzuverlässig ist. Dies liegt an den vielfach konvergent entstandenen Merkmalen bei unterschiedlichsten huftier-artigen höheren Säugetieren (Placentalia) (Welker et al. 2015). Dementsprechend kritisch muss die hier genutzte Einteilung der Huftierfamilien betrachtet werden.

Die Artiodactyla (siehe Abbildung 6) gehören zu einer Unterordnung der Huftiere, den Cetartiodactyla, bei denen der erste und vierte Zeh gleichermaßen stark entwickelt oder zurückgebildet ist. Zu ihnen zählen die sich in ihrer Entwicklungsgeschichte am stärksten veränderten Landsäugetiere, unter anderem Antilope und Hirsch, welche die schnellsten Läufer unter den Säugetieren darstellen. Dank ihres hochspezialisierten Verdauungstraktes, der die proteinarme pflanzliche Nahrung sehr effizient aufzuschließen vermag, zählen sie zu den zahlreichsten Säugetierfamilien. Die Giraffenartigen (Giraffidae) und Rinderartigen (Bovidae) stellen außerdem die größten Vertreter der Landsäugetiere dar, mit Ausnahme der Rüsseltiere (Proboscidae), zu denen die Elefanten gehören (Cope E.D. 1888).

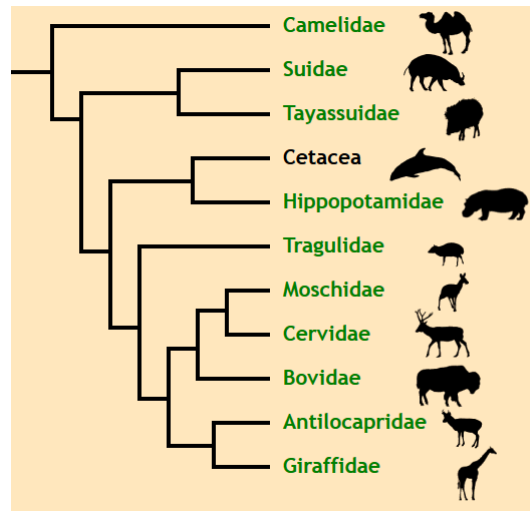


Abbildung 6: Das Taxon der Cetartiodactyla mit den Artiodactyla und den Walen (<http://www.ultimateungulate.com/Cetartiodactyla.html>).

Zu den sechs rezenten Familien der Artiodactyla (siehe Abb. 6) gehören die Hirschferkel (Tragulidae), die Kamele (Camelidae), die Moschustiere (Moschidae), die Giraffenartigen (Giraffidae), die Echten Schweine (Suidae), die Hornträger (Bovidae) und die Geweihträger beziehungsweise Hirsche (Cervidae) (Cope E.D. 1888). Von diesen sollen an dieser Stelle die drei letzteren näher behandelt werden.

Die Suidae umfassen insgesamt neun Arten, die weltweite Verbreitung finden. Sie sind Omnivoren (Allesfresser) und besitzen dementsprechend kein auf besondere Nahrung spezialisiertes Gebiss. Alle Schweine haben einen sehr gut ausgeprägten Geruchssinn. Die Weibchen leben für gewöhnlich in sozialen Gruppen, während die Männchen Einzelgänger sind. Als einzige Huftiere bringen die Bachen im Durchschnitt sechs Jungen zur Welt (<http://www.ultimateungulate.com/Cetartiodactyla/Suidae.html>). Das im Eurasischen Raum weit verbreitete Wildschwein (*Sus scrofa*) wird bis zu 1,80 m lang und kann, im Falle der männlichen Keiler, 200 kg schwer werden (Brockhaus Enzyklopädie Bd.24: 196). In Abbildung 7 ist links das Trittsiegel eines Wildschweins zu sehen. Das die Suidae von den anderen Paarhufern zuallererst unterscheidende Merkmale sind die deutlich sichtbaren Afterklauen. Die Länge des Abdrucks beträgt durchschnittlich 8,5 cm, die bei den Afterklauen gemessene Breite 7 cm (Olsen 2012).

Die Bovidae sind mit 143 Arten die größte Gruppe der rezenten Huftiere. Eines ihrer wichtigsten Erkennungsmerkmale sind die unverzweigten Hörner, die bei allen Männchen vorhanden sind. Bei manchen Arten sind auch die Weibchen Hornträger, dies kommt jedoch meist nur bei Arten vor, bei denen die adulten Weibchen über 40 kg wiegen. Die Hörner sind fest mit den Schädelknochen verbunden und bestehen aus einem knöchernen Kern, der mit einer Keratinschicht überzogen ist, wobei zwischen Knochen und Keratin ein Luftspalt

vorhanden ist (<http://www.ultimateungulate.com/Cetartiodactyla/Bovidae.html>). Die Klauen des Hausrinds sind deutlich nach innen gekrümmt (siehe Abb.7). Sie sind 10 bis 12 cm lang und 4,5 cm breit (Olsen 2012).

Die dritte Familie sind die Cervidae. Sie kommen auf jedem Kontinent außer Australien natürlich vor, obwohl sie in Afrika nur mit einer Art vertreten sind. Bei den Hirschen ist das Geweih das signifikante Bestimmungsmerkmal. Es besteht aus Knochen und wächst oft in komplizierten Verzweigungen. Die Geweihsprossen wachsen von einer Erweiterung des Schädelknochens aus und werden durch eine Schädelnaht mit dem Schädel verbunden. Diese Naht wird jährlich abgebaut, was zu einem Abfallen des Geweihs führt. Auf diese Art und Weise kann ein neues Geweih wachsen, ein weiteres Unterscheidungsmerkmal zu den Rinderartigen (<http://www.ultimateungulate.com/Cetartiodactyla.html>). Die Trittsiegel des Rothirsches (Abbildung 7: Mitte) sind bei den Männchen 8 cm breit und insgesamt 6 cm lang, die der Weibchen sind in etwa je 2 cm kleiner. Die Zehen liegen parallel zueinander, bilden also keinen Winkel. Im Gegensatz zu den Zehen des Hausrinds sind die des Rothirsches innen nicht gekrümmt (Olsen 2012).

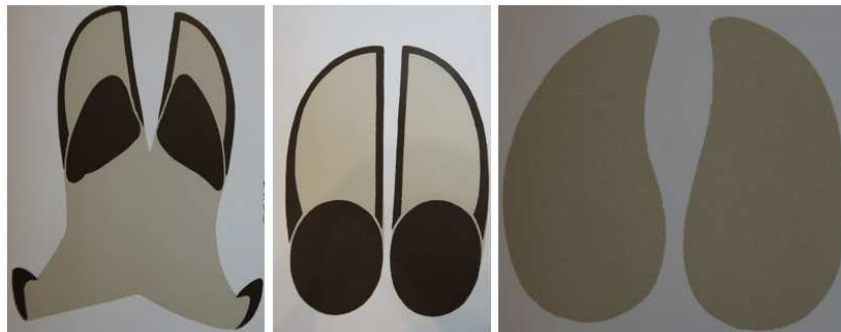


Abbildung 7: Von links nach rechts: Trittsiegel von Wildschwein, Rothirsch und Hausrind (Olsen 2012: 15-17).

4.3. Morphologie des Hufes

Ein Huf (siehe Abb. 8) ist ein modifizierter Zehennagel und besteht aus der Unguis, einer schuppenartigen Platte und der Subunguis, einer weicheren Schicht, die die Unguis mit dem Nagelbett verbindet. Hufe bilden den grundsätzlichen Kontaktpunkt zwischen Boden und Bein. Die harte Unguis umgibt die Spitze des Fingers als Zylinder und schließt auch die Subunguis mit ein. Die Sohlen liegen hinter den Hufen und berühren nur bei manchen Paarhufern den Boden. Bei vielen Arten berühren lediglich der dritte und vierte Zeh den Boden, die restlichen Phalangen sind zurückgebildet (wenn überhaupt vorhanden) und berühren den Untergrund nur bei sehr weichem Boden.

Die Entstehung der Hufe war eine Neuerung in der Entwicklung eines laufenden Lebenswandels. Ihre Struktur ist deshalb so extensiv, weil sie das gesamte Gewicht des

Tieres tragen müssen. Dadurch konnten die Zehen zu einem Teil des Beines werden und somit die Schrittlänge vergrößern.

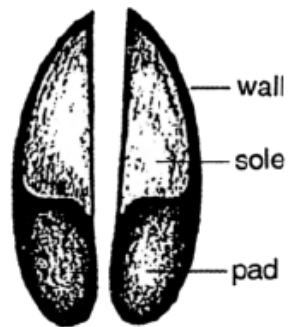


Abbildung 8: Unterseite des Paarhuferfußes, bestehend aus Hornwand, Sohle und Ballen (von oben nach unten) (Liebenberg 1990: 222).

5. Rohrbacher Konglomerat

Das Rohrbacher Konglomerat befindet sich in Niederösterreich, genauer gesagt im Süden des Wiener Beckens. Es erstreckt sich von Saubersdorf über Mooram, Rohrbach bis Stuppach und Hart bei Gloggnitz (Küpper 1954). Der Steinbruch, in dem die Trittsiegel gefunden wurden, befindet sich im Besitz der Familie Bamberger (Koukal 2009). Das dort befindliche Sediment besteht größtenteils aus den Konglomeraten, deren „Zwischenlagen aus feinkörnigem Sandstein und tonige[n] Partien sowie Lehmeinschaltungen“ (Thenius 1967: 365) bestehen. Darin kommen auch die in weiterer Folge genauer behandelten Spurenfossilien vor (Thenius 1967).

5.1. Das Wiener Becken

An dieser Stelle soll nun die Entstehung des Wiener Beckens behandelt werden, um deutlich zu machen, wie und wo die Trittsiegel hinterlassen wurden, da sich diese heute nicht in der Nähe eines Gewässers befinden. Geologisch gesehen liegt das Becken zwischen den Gebirgsformationen der Alpen und der Karpaten und ist in Nord-Süd-Richtung 200 km lang, in Ost-West-Richtung 60 km (Faupl 2000). Die Entwicklung des Wiener Beckens ist durch Zerrungstektonik geprägt, wodurch es in Hoch- und Tiefschollen unterteilt wurde, die in bis zu 60 Grad abfallenden Brüchen unterteilt sind (Wessely 2006).

5.1.1. Entwicklung des Beckens

Laut Wessely (2006) wird das Becken in unterschiedliche Entwicklungsphasen untergliedert. Die erste Phase, das Prä-Wiener Becken, erstreckt sich zeitlich vom Jura bis zur Kreide-Zeit, es handelt sich also um einen Zeitraum zwischen 199 und 65 Millionen Jahren. In diesem Zeitraum fanden Kalkablagerungen statt, welche noch heute als Kalkklippen in der Waschbergzone vorhanden sind und ein Relikt des damals noch vorhandenen Meeres darstellen (Sauer et al. 1992 in Hofmann et al. 2011). Das Proto-Wiener Becken war geprägt durch ein vor 20 bis 17 Millionen Jahren gebildetes Becken, welches durch Ablagerungen auf sich überschiebenden Decken entstand (Piller et al. 1996). Im unteren und mittleren Miozän (siehe Abb. 9) kam es zu starker Sedimentation in dieses Becken aus dem jungen alpinen Bereich. Gegen Ende des mittleren Miozäns, an der Grenze zwischen Karpatium und Badenium, wurde die Überschiebungsphase abgelöst von einer sogenannten "pull-apart Situation" (Koukal 2009: 13). Die Böhmisches Masse verhindert ein kontinuierliches Verschieben der Alpen Richtung Norden. Sie werden dadurch nach Nordosten verschoben und es entsteht eine Zerrungszone bzw. ein Zerrungsbecken - das Wiener Becken (Wessely 2006).

Aufgrund dieser Entwicklung kommt es im Neo-Wiener Becken zu einem Absinken des gesamten Beckens. Zur Zeit des Pannoniums (Abb. 9) endete die pull-apart Phase (Piller et al. 1996). Es kam zu einem surface-uplift (Abb. 10) von ungefähr 200 Metern (Decker et al. 2005).

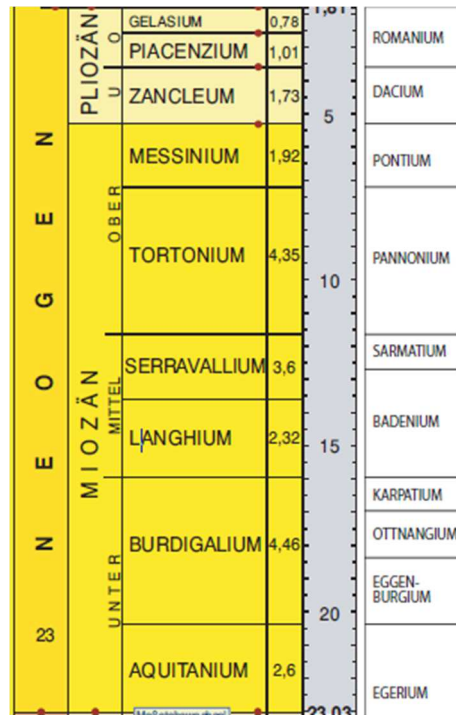


Abbildung 9: Die zeitliche Einteilung des Miozäns (Piller et al. 2004).

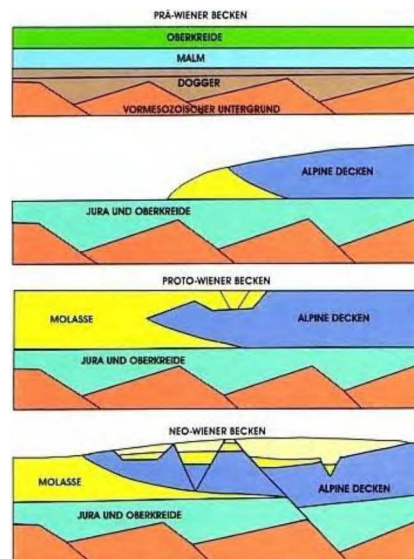


Abbildung 10: Entstehung des Wiener Beckens (Wessely 2006).

5.1.2. Der Einfluss der Paratethys

Die Paratethys war ein Randmeer, das einen Restbestand der Tethys darstellte und zwischen dem frühen Oligozän und dem Mittelmiozän existierte. Durch die Entstehung des Dinarischen Gebirges wurde die Verbindung zum Mittelmeer unterbrochen oder zumindest gestört, was zu einer im Pannonischen und auch Wiener Becken eigenen Entwicklung der Tier- und Pflanzenwelt führte (Tóth et al. 2010). Durch die Ausbreitung und das sich Zurückziehen der Paratethys entstand der nicht mehr mit dem Meer verbundene Pannonische See (siehe Abb. 11) im Pannon. Dessen Salzgehalt sank im Laufe der Zeit zunehmend, wodurch die Diversität zusätzlich vermindert wurde (Schultz 1998). Infolge dieser Meeresverschiebungen existieren im Wiener Becken unterschiedliche Ablagerungen. Es kommen sowohl grobkörnige Sedimente in den Außenbereichen als auch feinkörnige Sedimente im Inneren vor (Wessely 2006). Die Ablagerungen des Rohrbacher Konglomerats gehört zu den jüngsten Schichten und sind damit nicht im Meer entstanden, was die zeitliche Zuordnung verkompliziert (Küpper 1952). Als Thenius (1967) die zeitliche Einstufung des Rohrbacher Konglomerats vornahm, wurde dieser Zeitbereich noch dem Pliozän zugeordnet. Die korrekte stratigraphische Einstufung heute ist das Obermiozän.



Abbildung 11: Die bereits zurückgezogene Paratethis (links) und der Pannonische See. Der Standort des heutigen Wiens ist mit W gekennzeichnet (roter Pfeil) (Schultz 1998: 159).

5.2. Fauna und Klima des Obermiozäns

Für die Bestimmung der Rohrbacher Spurenfossilien ist es unerlässlich, die Tierwelt und die klimatischen Verhältnisse des Obermiozäns einzubeziehen. Das Miozän dauerte 23 bis 5 Millionen Jahren und stellt damit die zweitlängste Epoche des Känozoikums dar. In dieser Zeit machte das Klima weltweite mehrere Veränderungen durch. Im Frühmiozän fand eine

Wärmezeit statt (nach der oligozänen Abkühlung), dann kam es im mittleren Miozän zur Bildung der Antarktischen Eiskappe, was schließlich mit einem Abkühlen und trockener werden und damit zur Bildung von Savannen führte. Die Kollision Indiens mit Asien und damit die Auffaltung des Himalayas und später die Verbindung von Nord- und Südamerika durch die Panamabrücke veränderten das Klima weiter. Im Obermiozän begann die Tierwelt, ihre heutigen Formen anzunehmen. Am Ende des Miozäns existierten bereits die meisten rezenten Familien der Fauna als auch der Flora (Prothero 2006). Das Obermiozän wird im marinen Tortonium (11,6 bis 7,2 Millionen Jahre) und Messinium (7,2-5,3 Millionen Jahre), wie in Abbildung 10 ersichtlich, unterteilt. Im terrestrischen Bereich werden die Begriffe Vallesium und Turolium verwendet.

5.2.1. Klima

Zur Zeit des Tortoniums, also vor 11,6 bis 7 Millionen Jahren, war das Klima deutlich wärmer und feuchter als im heutigen Kontinentaleuropa. Die antarktische Eiskappe war bereits gut entwickelt, Grönland war jedoch beinahe eisfrei. Das Mengenverhältnis zwischen Land und Meer war dem heutigen sehr ähnlich, es gab jedoch vermutlich mehr offene Verbindungen zwischen den Ozeanen, beispielsweise existierte die Landbrücke von Panama noch nicht. Dies ermöglichte vermehrten Austausch zwischen den Ozeanen. Die Meerwassertemperaturen waren im Durchschnitt höher als heute, wodurch man im Nordatlantik von einem verstärkten nordwärts gerichteten Wärmetransport und erhöhter Feuchtigkeitszuführung ausgehen kann. Dies führte wiederum zu einem intensivierten meteorologischen Wasserkreislauf in ganz Europa. Es gab jedoch im späten Mittel- und im Obermiozän auch mehrere Abkühlungsphasen, denen jeweils eine Erwärmung folgte (Böhme et al. 2008). Das Miozän ist damit die letzte Wärmephase vor der Entstehung der großen nördlichen Eisschicht.

Laut Montuire et al. (2006) wurde in mehreren Studien gezeigt, dass das jeweilige Klima die geographische Verteilung von Säugetieren beeinflusst. Klarerweise musste sich bei einer klimatischen Veränderung auch die Flora wandeln.

5.2.2. Flora und Fauna

Im Obermiozän breiteten sich weltweit Savannenlandschaften aus. Diese wurden von einer großen Anzahl von Weidegängern und deren Prädatoren bewohnt, die alle abhängig von den großen Grasflächen als Futterquelle waren.

In Europa jedoch wurden die subtropischen immergrünen Wälder des Untermiozäns durch saisonale, im Sommer von einer Trockenzeit geprägte Wälder ersetzt. Im Obermiozän

lichteten sich die dichten Wälder. Grasflächen, die die Dimensionen von Savannen annahmen, gab es jedoch nicht. Die Herbivoren waren an das Verzehren des harten Pflanzenmaterials angepasst, sie adaptierten sich jedoch bis zum Obermiozän und es tauchten Weidegänger auf, als die Wälder offener wurden. Diese Huftiere waren größtenteils Familien, die auch heute in der Alten Welt dominieren. Es gab viele Bovidae, darunter bis zu 300 kg schwere Boselaphinen (ein Vorgänger der Nilgauantilope), Gazellen und einige ausgestorbene Arten. Im Obermiozän waren die Giraffen bereits zu einer erstaunlichen Größe angewachsen, sie unterschieden sich jedoch von den heutigen Vertretern durch die kurzen Häse und elch-ähnlichen Hörner. Die Cervidae erlebten zu dieser Zeit einen starken Anstieg der unterschiedlichen Arten. Auch die Suidae hatten ein großes Verbreitungsgebiet mit einigen heute ausgestorbenen Gattungen wie *Kubanochoerus*, welches ein Horn auf der Stirn trug. Die Nashörner gediehen ebensogut wie die Equidae, bei denen vor allem das dreizehige *Hipparion* vorherrschend war, welches im Laufe des Miozäns von Amerika nach Eurasien einwanderte. Der größte Herbivore war *Deinotherium* aus der Familie der Proboscidea (Rüsseltiere). Die Bärenhunde (Amphicyonidae) verschwanden im Mittleren Miozän und wurden durch Bären (Ursidae) und Katzen (Felidae) ersetzt. Anstatt der Hundartigen (Canidae) gab es unterschiedliche Hyänenarten (Hyaenidae). Es gab zahlreiche Nagetiere (Rodentia) wie Eichhörnchen, Hamster, Mäuse und Ratten, und sogar Primaten waren im Obermiozän in Europa verbreitet (Prothero 2006).

5.3. Fossilfunde im Rohrbacher Konglomerat

Nach Brix (1988) befinden sich in den aus Mergel und Lehm bestehenden Bereichen Ostracoda, dem Zooplankton angehörige, in geringer Zahl aber auch an Land vorkommende, Muschelkrebse (Campbell 2011). Weitere Fossilfunde stammen aus den sandigen Zwischenlagen und beinhalten laut Papp (in Küpper et al. 1952) ebenfalls Muschelkrebse und auch einen Vertreter der Gastropoden. Diese sind Vertreter ihrer Klassen, die nicht im Salzwasser vorkommen, was wiederum darauf hindeutet, dass zur Zeit der Entstehung des Rohrbacher Konglomerats tatsächlich nur noch Süßwasser vorhanden war (Küpper et al. 1952).

Zusätzlich zu Funden von Mikroorganismen wurden auch Pflanzenteile entdeckt. Diese stammen zu einem großen Anteil von Buche und Ahorn, es wurden jedoch auch einige fossilisierte Blätter gefunden, von denen noch nicht bekannt ist, welcher Art sie zuzuordnen sind. Mithilfe dieser Funde kann man eine Hypothese bezüglich des damaligen Klimas

stellen: es entsprach einem warmen bis gemäßigten Milieu, das keine Trockenzeit hatte (Küpper et al. 1952).

5.4. Spurenfossilien im Rohrbacher Konglomerat

Zur Konservierung der Trittsiegel konnte es dadurch kommen, dass wechselweise Ton und Sand abgelagert wurden, wodurch die Fährten als Vollreliefs im unteren Bereich der Sandsteinschichten erhalten wurden. Im Bereich des Rohrbacher Steinbruchs fand man Wellenfurchen im Sandstein. Diese deutet an als Rand einer Süßwasserbucht, die im Miozän von Tieren als Wasserstelle genutzt wurde und die so ihre Fährten hinter lassen haben (Thenius 1967).

5.4.1. Carnivorensuren

Im Rohrbacher Steinbruch kommen mehrere unterschiedliche Arten von Trittsiegeln vor, die von Thenius (1967) verschiedenen Arten von Raubtieren zugeordnet werden. Die Bestimmung der Spuren erfolgt anhand mehrerer Merkmale. Es wurden die Anzahl der Zehen, das Vorhandensein von Kralleneindrücken, die Form der Ballen, die Fährte als Ganzes und die Größendimension der Trittsiegel untersucht. Auf diese Art und Weise konnten die einzelnen Trittsiegel vier Großgruppen zugeordnet werden. Eine genauere Bestimmung ist jedoch mangels Fossilfunde nur schwer mit Sicherheit zu treffen. Mithilfe rezenter Abdrücke war es außerdem möglich, Vorder- und Hinterbeine zu unterscheiden, da die Abdrücke der Vorderextremitäten breiter und die Morphologie leicht abgeändert ist (Thenius 1967).

Die erste Gruppe, die hier beschrieben werden soll, ist der kleine Felidentyp (Katzenartige). Von diesem gibt es insgesamt zwei einzelne Eindrücke. Anhand der Größe und Form des Ballens und dem Größenverhältnis zu den Zehen konnte Thenius (1967) feststellen, dass es sich um einen Hinter- und einen Vorderfuß (siehe Abb. 12) handelt. Anhand der Gesamtgröße der Trittsiegel von 40-48 mm in der Breite und einer Länge von 45-50 mm kann der Erzeuger der Spuren zwischen der Wildkatze (*Felis silvestris*) und dem Luchs (*Lynx lynx*) eingeordnet werden.



Abbildung 12: Trittsiegel des Vorderfußes eines kleinen Katzenartigen (Thenius 1967: Tafel II).

Die nächste Katzenartige ist der mittelgroße Typ und bildet die zahlreichste Gruppe der Carnivoren. In Abbildung 13 ist ein einzelnes Trittsiegel abgebildet, viele der anderen Exemplare sind teilweise überdeckt. Der Aufbau der Spuren entspricht dem des kleineren Typs, wobei hier der Unterschied zu den heute lebenden Vertretern darin besteht, dass die Zehen weniger in einem Bogen angeordnet sind. Die Größendimensionen der Spuren kommen in einem Bereich von 60-90 mm Breite und 65-85 mm Länge vor, was als Erzeuger große Luchse oder Leoparden (*Panthera sp.*) vermuten lässt (Thenius 1967).



Abbildung 13: Abdruck eines mittelgroßen Feliden (Thenius 1967: Tafel I).

Der Ampicyonidentyp (Abbildung 15), ein heute nicht mehr präsenter Hundertiger, stellt einen der bedeutsamsten Fährtenfunde im Rohrbacher Konglomerat dar (siehe Abb. 14). Bei dem vordersten und hintersten Abdruck handelt es sich um Trittsiegel der Vorderextremitäten, der mittlere Abdruck ist der eines Hinterfußes. Durch die ausgezeichnete Erhaltung der Fährte kann die Bestimmung nicht nur mithilfe der einzelnen Abdrücke, sondern auch durch die Verhältnisse zwischen den Einzelabdrücken erfolgen. Die Schrittlänge entspricht mit 60 cm nur sehr bedingt der eines vergleichbar großen

Felidentypen, zum Beispiel einem Tiger (*Panthera tigris*), mit einer Schrittlänge von 60 bis 85 cm. Außerdem kommt es nicht, wie bei Katzenartigen, zu einem Eintreten des Hinterbeins in die Spur des Vorderbeines, die Gangart entspricht viel mehr der eines Bären (Ursidae). Der Aufbau der Trittsiegel entspricht ebenfalls nicht der eines Katzenartigen. Die Abdrücke der Vorderbeine zeigen fünf Zehen auf, es sind deutliche Kralleneindrücke zu sehen und die Form der Sohlen ist nicht symmetrisch. Auch wenn so ein katzenartiger Erzeuger ausgeschlossen werden kann, gibt es zu den rezenten Bären mehrere deutliche Unterschiede. Die Kralleneindrücke sind kürzer als die rezenter Bären, und zusätzlich weist die Vorderextremität eine Krümmung des Fußballens auf, die heutige Bären nicht besitzen. Zusätzlich haben die Spurenfossilien nur vier Zehenabdrücke bei den Hinterextremitäten (Thenius 1967).

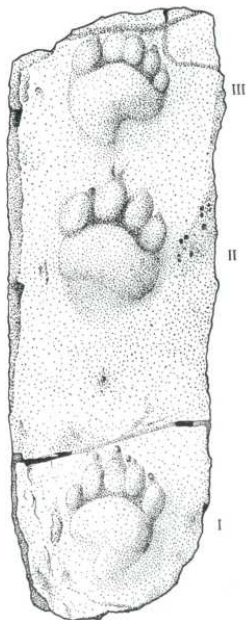


Abbildung 14: graphische Darstellung der Fährte des Amhicyonidentyps (Thenius 1967: 370).



Abbildung 15: Trittsiegel des Amhicyonidentyps (Thenius 1967: Tafel III).

Die vierte Gruppe von Carnivorensuren bildet der Mustelidentyp. Von diesem ist lediglich ein Trittsiegel erhalten, es stellt jedoch einen sehr bedeutsamen Fund dar. Der Eindruck (siehe Abb. 16) weist fünf Zehen mit Krallen auf, und durch diese Merkmale zusammen mit der Form des Abdrucks kann mit großer Sicherheit davon ausgegangen werden, dass es sich hierbei um keinen Feliden handelt. Genauso wenig ist ein Bärenartiger als Erzeuger zu vermuten, da die Krallenabdrücke zu kurz sind und die Zehenabdrücke eine andere Anordnung aufweisen. Aus diesem Grund wird ein Marderartiger als Erzeuger vermutet. Hier ist die Unterfamilie der Mustelinae der wahrscheinlichste Vertreter. Mit einer Breite von 93 cm und einer Länge von 132 cm weist das Trittsiegel Größendimensionen auf, die mit jenen des rezenter Fielfraßes (*Gulo gulo*) vergleichbar sind. Es handelt sich daher bei dem Erzeuger dieses Abdrucks um einen

„Riesenmarder aus der Verwandtschaft von *Plesigulo*“ (Thenius 1967: 374), der aus der Zeit des Miozäns stammt (Thenius 1967).

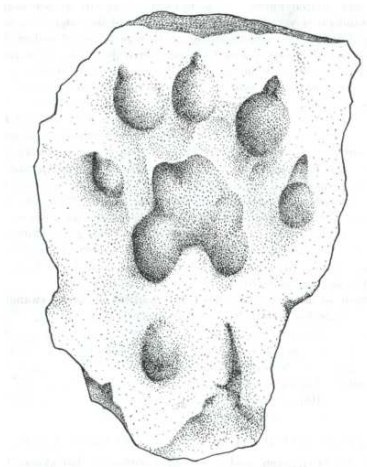


Abbildung 16: Schema des Trittsiegel eines Mustelidentyps (Thenius 1967: 373).

5.4.2. Herbivorensuren

Die Beschreibung der Spurenfossilien von Pflanzenfressern von Thenius (1967) ist bei weitem weniger detailliert als die der Carnivoren. Er differenziert zwischen kleinen, mittelgroßen sowie großen Trittsiegeln, die allesamt von Paarhufern stammen. Durch das Nichtvorhandensein von Afterklauenabdrücken können die Suidae (Schweine) als Erzeuger ausgeschlossen werden. Eine Vielzahl der Spuren weist Übertretungen auf, was bei der Bestimmung der Erzeuger berücksichtigt werden muss, da die Trittsiegel dadurch teilweise größer erscheinen als sie tatsächlich sind. Die starke Spreizung von einigen Abdrücken lässt die Vermutung zu, dass sich die Erzeuger auf weichem Untergrund bewegt haben. Da die Eindrücke der Zehenballen schmal sind, handelt es sich vermutlich um Hirsche (Cervidae) oder Antilopen, welche zu den Bovidae gehören (Thenius 1967).

Teil II.
Materialien und Methoden

6. Materialien und Methoden

Die hier untersuchten Spurenfossilien wurden im Rohrbacher Konglomerat (Miozän, Niederösterreich) gefunden und stammen aus der Sammlung des Städtischen Museums Neunkirchen. Aus demselben Steinbruch in Rohrbach beschrieb bereits Thenius (1967) Trittsiegel aus den Sammlungen Matzke und Ritter-Gulder, Weinfurter und des NÖ Landesmuseums (Thenius 1967), wobei er eine detaillierte Analyse nur zu den Raubtierfährten durchführte. Die vorliegende Bearbeitung hat ihren Schwerpunkt auf den Fährten der Artiodactyla (Paarhufer). Zunächst wurde jedes der Trittsiegel fotografiert und die Bilder ausgedruckt. Durch die Vereinfachung der dreidimensionalen Fährten auf ein zweidimensionales Medium, war es leichter Messungen durchzuführen. Anschließend wurden Länge, Breite und der Winkel beziehungsweise der Abstand zwischen den Zehen vermessen (Abb. 17). Vergrößerungen sind vorteilhaft bei kleineren Fährten und wurden in den Messungen berücksichtigt. Bei Paarhufern sind die beiden Zehen symmetrisch. Unterschiede in den Fährten sind auf unterschiedliche Eintiefung im Sediment zurückzuführen. Deshalb werden beide Zehen vermessen und anschließend ein Mittelwert errechnet. Die hier verwendeten Messergebnisse sind die bereits korrigierten Werte.

6.1. Vermessung der Spurenfossilien der Huftiere

Bei Trittsiegel 1 (Abb. 18) handelt es sich um das Negativ zu der tatsächlichen Fährte, weshalb das Trittsiegel aus dem Sediment herausragt. Der rechte Zeh ist 58,5 mm lang und 19 mm breit, der linke Zeh ist 57,3 mm lang und 8 mm breit. Aus diesen Werten ergibt sich ein Durchschnittswert von 57,9 mm Länge und 13,5 mm Breite. Der linke Zeh ist deutlich breiter als der rechte. Der Winkel zwischen den Zehen beträgt 27° (Tabelle 1). Die Zehen sind proximal leicht gerundet und enden distal spitz. Sie weisen weder eine Krümmung nach innen noch nach außen auf.



Abbildung 17: : Vermessung von Trittsiegel 1. Die schwarzen Hilfslinien dienen der Vermessung von Länge und Breite der Klauen, die blauen Hilfslinien zur Vermessung des Winkels.



Abbildung 18: Trittsiegel 1 Artiodactyla-Fährte aus dem Rohrbacher Konglomerat (Miozän).

Tabelle 1: Messwerte von Abdruck 1: Artiodactyla-Fährte aus dem Rohrbacher Konglomerat (Miozän).

	Linker Huf	Rechter Huf	Mittelwert
Länge [mm]	57,3	58,5	57,9
Breite [mm]	8	19,0	13,5
Winkel: 27°			

Bei Trittsiegel 2 (Abb. 19) handelt es sich um den tatsächlichen Hufeindruck. Die Länge des rechten Zehs beträgt 49 mm, die des Linken 47, woraus sich ein Mittelwert von 48 mm ergibt. Die Breite ist bei dem rechten Zeh 22 mm, bei dem Linken 18 mm, der Mittelwert ist 20 mm. Der Winkel der Spreizung zwischen den Zehen beträgt 16°. Bei beiden Zehen ist distal eine deutliche Krümmung nach innen zu beobachten, die distalen Enden sind etwas zugespitzt. Der gesamte Huf hat eine kreisähnliche Form.



Abbildung 19: Trittsiegel 2 Artiodactyla-Fährte aus dem Rohrbacher Konglomerat (Miozän).

Tabelle 2: Messwerte von Abdruck 2: Artiodactyla-Fährte aus dem Rohrbacher Konglomerat (Miozän).

	Linker Huf	Rechter Huf	Mittelwert
Länge [mm]	47	49	48
Breite [mm]	18	22	20
Winkel: 16°			

Trittsiegel 3 (siehe Abb. 20) ist, wie auch Trittsiegel 1, der Gegendruck zu dem tatsächlichen Eindruck. Die Länge des rechten Hufes beträgt 52 mm, die des linken Hufes 57 mm. Der linke Huf ist also um 5 mm länger als der rechte. Dies ergibt einen Mittelwert von 54,5 mm. Die Breite beträgt rechts 32 mm und links 30 mm, wodurch sich ein Mittelwert von 31 mm errechnen lässt. Bei diesem Trittsiegel wurde der Abstand nicht der Winkel zwischen den Zehen berechnet, da die Zehen parallel zueinander liegen (Abbildung 20). Eine sehr leichte Krümmung nach innen ist bei dem linken Zeh zu erkennen. Die distalen Spitzen der Zehen sind rundlich, wobei auch hier bei der linken Zehe eine dezente Zuspitzung zu sehen ist. Proximal sind die Klauen ebenfalls abgerundet.



Abbildung 20: Trittisiegel 3 Artiodactyla-Fährte aus dem Rohrbacher Konglomerat (Miozän).

Tabelle 3: Messwerte von Abdruck 3: Artiodactyla-Fährte aus dem Rohrbacher Konglomerat (Miozän).

	Linker Huf	Rechter Huf	Mittelwert
Länge [mm]	57	52	54,5
Breite [mm]	32	30	31
Abstand: 9 mm			

In Trittisiegel 4 (siehe Abbildung 21) sind zwei Gegendrücke vorhanden. Die Spitzen zeigen in unterschiedliche Richtungen, weshalb sie nicht als Einzelfährte behandelt werden sondern als voneinander unabhängige Trittisiegelgegendrücke. Zunächst werden die in Abbildung 16 oben liegenden Klauen behandelt. Die Länge der linken Klaue beträgt 50 mm, die der Rechten 47 mm. Daraus folgt ein Mittelwert von 48,5 mm. Die Breite der linken Klaue ist 15 mm, die rechte Klaue ist 14 mm lang, woraus sich ein Mittelwert von 14,5 mm ergibt. Hier wurden sowohl der 6 mm große Abstand zwischen Klauen als auch der Winkel zwischen den Spitzen mit 40° gemessen. Bei der rechten Klaue ist hier eine deutliche Innenkrümmung zu sehen. Beide Klauen sind an den distalen Enden deutlich zugespitzt. Proximal ist keine Rundung zu erkennen.

Die linke Klaue des unteren Gegendrucks ist 40 mm lang, die Rechte 44 mm. Daraus ergibt sich ein Mittelwert von 42 mm. Die Breite der linken Klaue beträgt 14 mm, die rechte Klaue ist 16 mm breit. Wie auch bei dem oberen Trittisiegel wurden hier der Abstand zwischen den Klauen und der Winkel, den die Spitzen bilden, gemessen. Der Abstand beträgt 9 mm, der Winkel 43°. Die in der Abbildung nach unten gerichteten distalen Enden sind deutlich zugespitzt, eine Krümmung ist jedoch nicht zu sehen. Bei den proximalen Enden ist ebenfalls keine Rundung zu sehen, was, ebenso wie bei dem oberen Trittisiegel, zu einem von der Form her eher rechteckigen Abdruck führt. Der untere Abdruck ist 6,5 mm kleiner.



Abbildung 21: Trittsiegel 4 Artiodactyla-Fährte aus dem Rohrbacher Konglomerat (Miozän).

Tabelle 4: Messwerte von Abdruck 4 oben: Artiodactyla-Fährte aus dem Rohrbacher Konglomerat (Miozän).

	Linker Huf	Rechter Huf	Mittelwert
Länge [mm]	50	47	48,5
Breite [mm]	15	14	14,5
Abstand: 6 mm			
Winkel: 40°			

Tabelle 5: Messwerte von Abdruck 4 unten: Artiodactyla-Fährte aus dem Rohrbacher Konglomerat (Miozän).

	Linker Huf	Rechter Huf	Mittelwert
Länge [mm]	40	44	42
Breite [mm]	14	16	15
Abstand: 9 mm			
Winkel: 43°			

Auch bei Trittsiegel 5 (Abb. 22) handelt es sich um einen Gegendruck. Die Länge des rechten Hufes beläuft sich auf 55 mm, die des linken Hufes auf 54 mm, woraus sich ein Mittelwert von 54,5 mm berechnen lässt. Aus einer Breite von 24 (rechts) und 25 (links) mm ergibt sich ein Mittelwert von 24,5 mm. Bei diesem Trittsiegel ist kein Abstand zwischen den Hufen zu erkennen. Ebenso wenig ist distal eine deutliche Krümmung der Zehen zu erkennen. Die distalen Enden sind leicht zugespitzt. Die proximalen Enden sind leicht abgerundet. Die Form des Abdrucks entspricht der eines Ovals.



Abbildung 22: Trittsiegel 5 Artiodactyla-Fährte aus dem Rohrbacher Konglomerat (Miozän).

Tabelle 6: Messwerte von Abdruck 5: Artiodactyla-Fährte aus dem Rohrbacher Konglomerat (Miozän).

	Linker Huf	Rechter Huf	Mittelwert
Länge [mm]	54	55	54,5
Breite [mm]	25	24	24,5

Trittsiegel 6 (Abb. 23) ist ebenso das Negativ des Eindrucks. Der linke Huf ist mit 34 mm um 2 mm kürzer als der Rechte, woraus sich ein Mittelwert von 35 mm ergibt. Die Breite ist bei beiden Hufen mit 13 mm gleich. Somit ist dies das kleinste Exemplar der hier untersuchten Trittsiegel. Wie bei Trittsiegel 5 ist auch hier kein Abstand zwischen den Hufen ersichtlich. Folglich ist auch keine Krümmung der Innenseiten der Klauen zu sehen. Zumindest das distale Ende des rechten Hufes ist zugespitzt und es ist eine leichte Krümmung der Spitze nach innen zu beobachten. Auch proximal ist eine leichte Rundung zu sehen.



Abbildung 23: Trittsiegel 6 Artiodactyla-Fährte aus dem Rohrbacher Konglomerat (Miozän).

Tabelle 7: Messwerte von Abdruck 6: Artiodactyla-Fährte aus dem Rohrbacher Konglomerat (Miozän).

	Linker Huf	Rechter Huf	Mittelwert
Länge [mm]	34	36	35
Breite [mm]	13	13	13

Trittsiegel 7A und Trittsiegel 7B stellen Abdruck (Abb. 24) und Gegendruck (Abb. 25) ein- und derselben Einzelfährte dar. Im Fall von Trittsiegel 7A ist der rechte Huf 50mm lang, der Linke 52 mm, daher ist der daraus berechnete Mittelwert eine Länge von 51 mm. Die Breite des rechten Hufes beträgt 22 m, die des linken Hufes 27 mm, der Mittelwert beträgt also 24,5 mm. Der Abstand zwischen den Zehen beträgt 8 mm, ein deutlicher Winkel ist hier nicht vorhanden. Ebenso wenig ist eine deutliche Krümmung der Zehen erkennbar. Das distale Ende des rechten Zehs ist leicht zugespitzt, bei dem linken Zeh ist distal keine Zuspitzung zu sehen. Proximal ist der linke Zeh deutlich schmaler als distal, beide Klauen weisen eine Rundung auf. Eine Krümmung der Innenseiten der Klauen ist nicht zu erkennen. Links des proximalen Endes des Abdrucks ist ein weiterer, kleiner Abdruck zu sehen. Bei diesem könnte es sich eventuell um einen Afterklauenabdruck handeln. Auch auf der rechten Seite ist ein sehr leichter Abdruck zu sehen.



Abbildung 24: Trittsiegel 7A Artiodactyla-Fährte aus dem Rohrbacher Konglomerat (Miozän).

Tabelle 8: Messwerte von Abdruck 7A: Artiodactyla-Fährte aus dem Rohrbacher Konglomerat (Miozän).

	Linker Huf	Rechter Huf	Mittelwert
Länge [mm]	52	50	51
Breite [mm]	27	22	24,5
Abstand: 8 mm			

Trittsiegel 7B ist, wie oben angeführt, das Negativ zu Trittsiegel 7A. Somit ist hier der linke Zeh das Gegenstück zum rechten Zeh von Trittsiegel 7A und umgekehrt. Der linke Zeh ist 50 mm lang, der rechte 52 mm, woraus sich ein Mittelwert von 51 errechnen lässt. Die Breite des linken als auch des rechten Zehs beträgt 22 mm, der Abstand zwischen den Zehen ist 6 mm lang. Auch hier sind weder ein deutlicher Winkel zwischen den Zehen noch eine Krümmung der Innenseite zu erkennen. Der linke Zeh zeigt distal ein deutlich zugespitztes Ende, wohingegen der rechte Zeh distal auch hier stark abgerundet ist. Es sind hier keine deutlichen Erhebungen neben den Zehen zu erkennen. Proximal ist auch hier eine Verschmälerung beider Klauen zu sehen, die Enden sind abgerundet.



Abbildung 25: Trittsiegel 7B Artiodactyla-Fährte aus dem Rohrbacher Konglomerat (Miozän).

Tabelle 9: Messwerte von Abdruck 7B: Artiodactyla-Fährte aus dem Rohrbacher Konglomerat (Miozän).

	Linker Huf	Rechter Huf	Mittelwert
Länge [mm]	50	52	51
Breite [mm]	22	22	22
Abstand: 7 mm			

6.2. Rezente Trittsiegel

Um festzustellen, um welche Familien der Paarhufer es sich bei den Spurenfossilien handelt, wurden diese nach der genauen Vermessung mit rezenten Trittsiegeln von Artiodactyla sowohl aus Südafrika als auch aus Mitteleuropa verglichen. Hier werden die wichtigsten Typen und Unterschiede der Boviden und Cerviden beschrieben.

Die hier wichtigen Unterfamilien der Bovidae sind die Antilopinae, die Bovinae, die Aepycerotinae, die Reduncinae und die Cephalophinae.

Die Antilopinae können weiter in die beiden Triben Antilopini und Neotragini unterteilt werden. Die Antilopini sind mittelgroße Hornträger, die speziell an das Leben im offenen Grasland angepasst sind (<http://www.ultimateungulate.com/Cetartiodactyla/Antilopinae.html>). Die Klauen der Antilopini sind deutlich länger als breit, sind distal spitz und proximal abgerundet und innenseitig leicht gekrümmt. Im ungespreizten Zustand bilden die Klauen in etwa die Form eines Pfeiles (Abbildung 31). Zum Tribus Neotragini gehören Arten, die ein Gewicht von 30 kg oder weniger erreichen. Diese auf der Größe basierende Einteilung ist jedoch problematisch und spiegelt nicht zwangsläufig die Verwandtschaftsverhältnisse wider (<http://www.ultimateungulate.com/Cetartiodactyla/Antilopinae.html>). Aus diesem Grund wird hier

lediglich der Greisbock beschrieben. Distal ist bei diesem eine deutliche Krümmung des spitzen Endes nach innen zu sehen, proximal sind die Enden der Klauen gerundet. Der (von der Größe abgesehen) deutlichste Unterschied zu den Trittsiegeln der Antilopini liegt in der stärker ausgeprägten Krümmung der Innenseiten der Klauen (Abbildung 33).

Die Bovinae werden in die Tribe Bovini, Boselaphini, Pseudorygini und Tragelaphini unterteilt, wovon hier lediglich letztere beschrieben werden. Die Tragelaphini zeichnen sich vor allem durch spiralförmig gewundene Hörner aus (<http://www.ultimateungulate.com/Cetartiodactyla/Bovinae.html>). Die Klauen sind in ihrer Gesamtform eher rundlich, was zu einer mehr oder weniger eiförmigen Kontur führt. Die distalen Enden sind zugespitzt, die proximalen Enden abgerundet. Eine Krümmung der Innenseiten ist nicht zu erkennen, die Klauen liegen daher parallel.

Der einzig rezente Vertreter der Aepycerotinae ist der Impala. Dieser ist ein Endemit Afrikas und ist in seiner Lebensweise ein Generalist (<http://www.ultimateungulate.com/Cetartiodactyla/Aepycerotinae.html>). Das Trittsiegel eines Impala ist in etwa pfeilförmig, mit distal spitzen und leicht nach innen gekrümmten Enden und proximal runden Enden. Die Innenseiten der Klauen sind nur wenig gekrümmt, der Abstand zwischen den Klauen ist deutlich (Abbildung 32).

Die Reduncinae besteht aus mittelgroßen bis großen Weidegängern, von denen viele an Frischwasserquellen gebunden sind. Es gibt zwei Tribe, die Reduncini und die Peleini. Die Reduncini werden hier genauer behandelt. Zu ihnen gehören die Riedböcke und die Wasserböcke (<http://www.ultimateungulate.com/Cetartiodactyla/Reduncinae.html>). Die Klauen sind sehr schmal und in ihrer Gesamtform leicht nach innen gebogen. Die Enden sind distal spitz, proximal abgerundet, jedoch ist von distal nach proximal nur eine geringe Breitenzunahme zu sehen (Abbildung 26). Ungespreizt bilden die Klauen die Form eines Pfeiles.

Die Cephalophinae oder auch Ducker sind hochspezialisiert und leben in den tropischen Wäldern Afrikas. Alle Vertreter dieser Unterfamilie haben gedrungene Körper, kurze Beine und starke Hinterläufe, die Variationen in der Körpergröße sind jedoch mit einer Spannweite von fünf bis achtzig kg beträchtlich (<http://www.ultimateungulate.com/Cetartiodactyla/Cephalophinae.html>). Der Abdruck eines Duckers hat circa ovale Form. Die distalen Enden sind zugespitzt und außen abgerundet, die proximalen Enden sind rund. Eine Krümmung der Innenseite ist nicht vorhanden (Abb. 34).

Die Cervidae werden in drei Unterfamilien unterteilt, die Hydropotinae, die Capreolinae und die Cervinae. In diesem Fall von Bedeutung sind jedoch lediglich die zweite und dritte Unterfamilie. Die Capreolinae oder auch Trughirsche sind vor allem in Amerika verbreitet. In Europa ist das Reh (*Capreolus capreolus*) aus dem Tribus Capreolini der bedeutsamste Vertreter

(<http://www.ultimateungulate.com/Cetartiodactyla/Capreolinae.html>). Die Klauen des Rehs sind halbmondförmig nach innen gebogen und, bis auf die distale Spitze, durchgehend beinahe gleichmäßig breit. Proximal sind die Enden abgerundet. Die Afterklauen sind oftmals in Abdrücken zu sehen, dies ist jedoch nur bei Trittsiegeln in weichem Untergrund der Fall.

Die Cervinae (Echte Hirsche) sind im Gegensatz zu den Trughirschen hauptsächlich in Eurasien verbreitet. Sie werden in zwei Tribus unterscheiden, die Cervini und die Muntiacini (hier nicht genauer beschrieben). Sowohl Rothirsch als auch Damhirsch gehören zu den Cervini (<http://www.ultimateungulate.com/Cetartiodactyla/Cervinae.html>). Die Klauen bilden einen eher ovalen Umriss, die distalen Enden sind zugespitzt, die proximalen Enden rundlich. Beim Damhirsch ist eine deutliche Innenkrümmung der Klauen zu beobachten, beim Rothirsch ist dies jedoch nicht der Fall (Abbildung 7, 29).

6.3. Fossilfunde aus der NOW-Datenbank

Die Version der NOW (Neogene of the World)-Datenbank, die in dieser Arbeit verwendet wird, ist Now public release 030717, heruntergeladen am 18.05.2015 (Fortelius 2015). Die Datenbank wurde nach der Mammal biozonation for the European continental Neogene (MN-Zonation, Mein 1999) nach MN-Zonen 12 und 13 durchsucht. Diese Mammal Neogene Zonen decken das Mittel- und Oberturolian ab, was wiederum die Zeit des Obermiozäns darstellt (Krijgsman et al. 1996). Bei den aus diesem zeitlichen Bereich stammenden Einträgen wurden anschließend die Vertreter der Artiodactyla genauer durchgearbeitet. Es wurden die Vertreter der Bovidae (Tabelle 10), der Cervidae (Tabelle 11) und auch der Tragulidae (Tabelle 12) tabellarisch aufgelistet und der Größe nach geordnet. Es kommen insgesamt drei Größenkategorien vor: von 10 cm bis 1 m, von 1 m bis 2 m und von 2 m bis 5 m.

Tabelle 10: Bovidae aus der NOW-Datenbank (Fortelius 2015).

Gattung	Art	Größe	MN-Zone(n)	Länder
<i>Hispanodorcas</i>	<i>torrubiae</i>	10cm-1m	12, 13	Spanien
	<i>orientalis</i>	10cm-1m	13	Griechenland
<i>Prostrepsiceros</i>	<i>houtumschindleri</i>	10cm-1m	12	Ukraine
	<i>zitteli</i>	10cm-1m	12	Griechenland
	<i>rotundicornis</i>	10cm-1m	12	Griechenland
	<i>woodwardi</i>	10cm-1m	12, 13	Griechenland
<i>Oioceros</i>	<i>occidentalis</i>	10cm-1m	13	Italien
	<i>wegneri</i>	10cm-1m	12	Griechenland
	<i>rothi</i>	10cm-1m	12	Griechenland
<i>Palaeoreas</i>	<i>lindermayeri</i>	10cm-1m	12, 13	Griechenland
<i>Maremmia</i>	<i>lorenzi</i>	10cm-1m	12	Italien
<i>Protragelaphus</i>	<i>theodori</i>	10cm-1m	13	Griechenland

	<i>skouzesi</i>	10cm-1m	12	Griechenland
				Ukraine
			13	Moldawien
<i>Pseudotragus</i>	<i>parvidens</i>	10cm-1m	12	Griechenland
	<i>capricornis</i>	10cm-1m	12	Griechenland
			13	Moldawien
<i>Tyrrhenotragus</i>	<i>gracillimus</i>	10cm-1m	12	Italien
<i>Helladorcas</i>	<i>geraadsii</i>	10cm-1m	12	Ukraine
<i>Gazella</i>	<i>deperdita</i>	10cm-1m	12, 13	Spanien
			12	Frankreich
			12, 13	Moldawien
			12	Ukraine
	<i>cf. deperdita</i>	10cm-1m	12	Griechenland
	<i>schlosseri</i>	10cm-1m	12	Ukraine
			13	Moldawien
	<i>pilgrimi</i>	10cm-1m	12	Griechenland
	<i>capricornis</i>	10cm-1m	12	Griechenland
<i>Miotragocerus</i>	<i>pannoniae</i>	1m -2m	13	Österreich
<i>Pachytragus</i>	<i>crassicornis</i>	1m-2m	12, 13	Moldawien
			12	Griechenland
	<i>laticeps</i>	1m-2m	12	Griechenland
<i>Procobus</i>	<i>melania</i>	1m-2m	12	Ukraine
			13	Moldawien
<i>Protoryx</i>	<i>carolinae</i>	1m-2m	12	Spanien
				Griechenland
<i>Tragoportax</i>	<i>gaudryi</i>	1m -2m	12, 13	Spanien
			12, 13	Georgien
			13	Griechenland
			12	Frankreich
	<i>amalthea</i>	1m -2m	12, 13	Spanien
			12	Griechenland
			12, 13	Moldawien
	<i>leskewitschi</i>	1m -2m	12, 13	Georgien
			12	Ukraine
	<i>frolovi</i>	1m-2m	12	Moldawien
			12	Ukraine
	<i>ventiensis</i>	1m -2m	13	Spanien
	<i>rugosifrons</i>	1m-2m	13	Moldawien
	<i>validus</i>	1m-2m	13	Moldawien
<i>Palaeoryx</i>	<i>stutzeli</i>	1m-2m	12	Moldawien
	<i>pallasi</i>	2m-5m	12, 13	Moldawien
			12	Griechenland
			12	Spanien

Tabelle 11: Cervidae aus der NOW-Datenbank (Fortelius 2015).

Gattung	Art	Größe	MN-Zone(n)	Länder
<i>Euprox</i>	<i>dicranoceros</i>	10 cm - 1 m	12	Spanien
	<i>furcatus</i>	10 cm - 1 m	13	Österreich
			12	Spanien
<i>Procapreolus</i>	<i>loczyi</i>	10 cm - 1 m	13	Ungarn
			12	Österreich
	<i>flerovi</i>	10 cm - 1 m	13	Ukraine
	<i>concludensis</i>	10 cm - 1 m	12	Spanien
<i>Turiacemas</i>	<i>concludensis</i>	10 cm - 1 m	12	Spanien
<i>Cervavitus</i>	<i>variabilis</i>	10 cm - 1 m	12	Moldawien
				Ukraine
<i>Cervavitus</i>	<i>novorossiae</i>	1m-2m	13	Ungarn
				Moldawien
<i>Pliocervus</i>	<i>turolensis</i>	1m -2m	13	Spanien
	<i>pentelici</i>	1m-2m	12	Griechenland
	<i>cf. matheroni</i>	1m-2m	13	Spanien
<i>Neomegaloceros</i>	<i>gracilis</i>	1m -2m	13	Ukraine
<i>Croizetocerus</i>	<i>cf. pyrenaicus</i>	1m -2m	13	Spanien

Tabelle 12: Tragulidae aus der NOW-Datenbank (Fortelius 2015).

Gattung	Art	Größe	MN-Zone(n)	Länder
<i>Dorcatherium</i>	<i>nau</i>	10 cm - 1 m	13	Österreich
	<i>puyhauberti</i>	10 cm - 1 m	13	Griechenland

Teil III.
Ergebnisse & Diskussion

7. Ergebnisse

Hier wird nun der direkte Vergleich zwischen rezenten Trittsiegeln und den Spurenfossilien angestellt. Wenn nicht anderweitig beschrieben, handelt es sich bei den Erzeugern der folgenden Trittsiegel um adulte Männchen. Handelt es sich etwa um ein Weibchen oder ein Jungtier, werden die Größendimensionen des Tieres dementsprechend von diesem beschrieben.

Trittsiegel 1 ist in Größe, Winkel zwischen den Klauen und Form dem Riedbock (Abb. 26) und dem Nyala (Abb. 27) am ähnlichsten.

Der Großriedbock, *Redunca arundinum*, gehört zur Gattung der Riedböcke und ist damit ein Hornträger. Er hat Klauen, welche etwa 55 mm lang und 13 mm breit sind. Es ist eine deutliche Krümmung der Klauen nach innen zu sehen. Der Winkel zwischen den Klauen beträgt in etwa 14°. Laut Liebenberg (1990) kommt es auf weichem Boden zu dieser Spreizung. Die Körperlänge beträgt 130-160 cm bei Männchen, die Schulterhöhe erreicht 90 cm und die ausgewachsenen Tiere können ein Gewicht 80 kg erreichen. Zum Überleben benötigt der Riedbock hohes Gras als Versteck, offenes Gelände und eine Wasserquelle. (Liebenberg 1990).

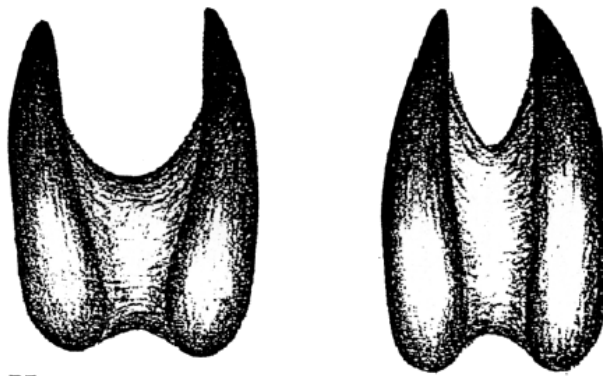


Abbildung 26: Trittsiegel eines Riedbocks
(Liebenberg 1990: 196).

Der Nyala, *Tragelaphus angasii*, (siehe Abb. 27) gehört zur Gattung *Tragelaphus* und somit zur Familie der Bovidae. Die Zehen des weiblichen Nyala sind durchschnittlich 55 mm lang und 14 mm breit. Die Krümmung der Klauen geht hier leicht nach innen, ist jedoch nur sehr schwach. Auch diese Spur ist ein Beispiel für auf weichem Boden gespreizte Zehen. Die Schulterhöhe der Weibchen erreicht 97 cm, und das Gewicht kann sich auf bis zu 62 kg belaufen. Nyalas halten sich grundsätzlich im Wäldern oder Gebüsch auf, kommen jedoch vor allem in der Nacht auch im offenen Grasland vor. Von einer Frischwasserquelle sind sie nicht zwangsläufig abhängig (Liebenberg 1990).

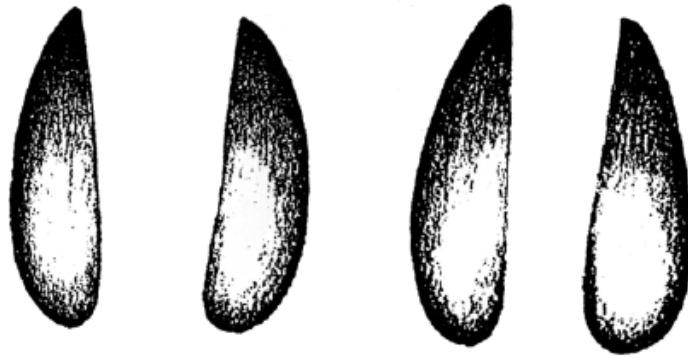


Abbildung 27: Trittsiegel eines jungen weiblichen Nyala
(Liebenberg 1990: 200).

Im Vergleich von Trittsiegel 2 mit den in Liebenberg (1990) befindlichen Spuren wurde festgestellt, dass der Abdruck des Buschbocks und der des Damhirsches dem Spurenfossil in etwa gleich kommen.

Der Buschbock, *Tragelaphus scriptus*, (Abbildung 28) wird der Familie der Bovidae zugeordnet. Das Trittsiegel ist etwa 45 mm lang, eine Klaue hat eine Breite von 12 mm. Die Klauen sind deutlich nach innen gekrümmt, die spitzen Enden berühren sich beinahe. Der Abstand zwischen den Klauen beträgt circa 3 mm. Es handelt sich bei diesem Exemplar jedoch um den Abdruck eines Tieres mit stumpfen Enden. Der Buschbock gehört zur Familie der Hornträger. Die Schulterhöhe der Männchen erreicht 80 cm, das Gewicht 40 kg. Der Buschbock lebt in Fließgewässernähe im Unterholz, was andeutet, dass er von einer Trinkwasserquelle abhängig ist (Liebenberg 1990).

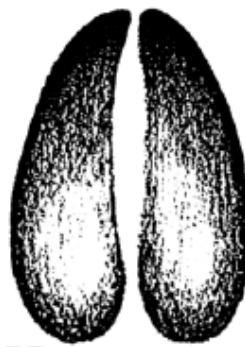


Abbildung 28: Klauenabdruck eines
Buschbocks (Liebenberg 1990: 192).

Der Damhirsch, *Cervus dama*, (Abb. 29) gehört zu den Cervidae. Die Länge der Hufe beträgt 51 mm und die Breite 17mm. Die Klauen sind ebenfalls nach innen gekrümmt und auch hier berühren sich die distalen Spitzen beinahe. Der Mindestabstand zwischen den Klauen beträgt 1mm. Die proximalen Enden sind deutlich gerundet. Die Schulterhöhe des ausgewachsenen Tieres kann zwischen 80 und 100 cm liegen, Männchen können ein Gewicht von bis zu 110 kg erreichen.

Damhirsche kommen in verschiedenen Habitaten vor, von Wäldern bis zu offenem Grasland. Von einer permanenten Wasserquelle sind sie nicht abhängig (Liebenberg 1990).

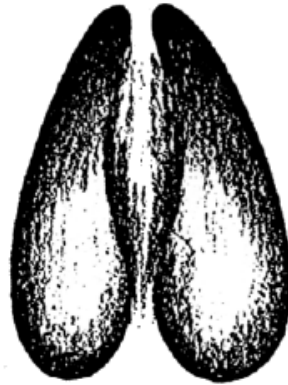


Abbildung 29: Trittsiegel eines Damhirsches
(Liebenberg 1990: 201).

Trittsiegel 3 hat am ehesten Ähnlichkeit mit dem Abdruck eines jungen männlichen Kudus oder mit dem einer weiblichen Rothirschkuh. Bei beiden sind die Übereinstimmungen mit dem Spurenfossil jedoch nur teilweise vorhanden.

Der Rothirsch, *Cervus elaphus*, gehört zu den Cervinae (Echte Hirsche) und damit zu den Geweihträgern. Der Abdruck in Abbildung 7 stammt von einem Weibchen, wobei die Unterscheidung zwischen männlichen und weiblichen Trittsiegeln lediglich anhand der Größe möglich ist. Die Länge der Klauen des Weibchens beträgt 60 mm, die Breite einer Klaue 20 mm (Olsen 2012). Der Abstand zwischen den parallel liegenden Klauen ist 3 mm, die distalen Enden sind leicht zugespitzt und stark nach innen gekrümmt. Die proximalen Enden sind deutlich abgerundet. Die Gesamtform des Abdrucks ist eher oval. Die Weibchen erreichen ein Stockmaß von 120 cm und ein wiegen zwischen 90 und 130 kg. Der Rothirsch zieht als Habitat den Wald vor, bewegt sich jedoch auch im Grasland (Dragesco 2002).

Der Kudu, *Tragelaphus strepsiceros*, ist eine Antilopenart und damit ein weiteres Mitglied der Familie der Bovidae. Das in Abbildung 30 sichtbare Trittsiegel stammt von einem noch nicht zur Gänze ausgewachsenen Männchen. Der Abdruck ist 60 mm lang und jede Klaue ist 20 mm breit (dies entspricht den Dimensionen eines adulten Weibchens). Zwischen den Klauen ist ein Abstand von 2 mm. Distal sind die Klauen spitz und leicht nach innen gekrümmt. Die proximalen Enden sind rundlich. Dies führt zu einem ovalen, leicht A-förmigen Umriss. Die Weibchen erreichen eine Schulterhöhe von 125 cm und ein Gewicht von 160 kg. Kudus bewohnen Savannenwälder und bewegen sich bevorzugt auf felsigem Terrain mit nahegelegener Wasserquelle (Liebenberg 1990).

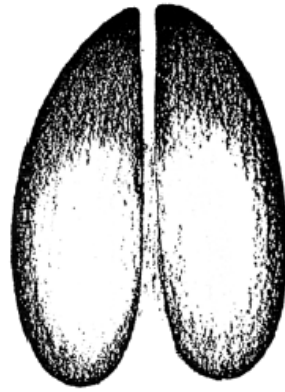


Abbildung 30: Trittsiegel einer jungen männlichen Kudu (Liebenberg 1990:198).

Trittsiegel 4 entspricht in seiner Morphologie (die Spreizung der Zehen außer Acht lassend) der des Springbocks beziehungsweise des Impalas.

Der Springbock, *Antidorcas marsupialis*, gehört zu den Gazellenartigen (Antilopinae) in der Familie der Bovidae. Der Abdruck in Abbildung 31 hat eine Länge von durchschnittlich 52 mm und die Klauen sind je 12 mm breit. Der sehr geringe Abstand zwischen den Zehen beläuft sich auf etwa 1 mm. Die Klauen sind distal stark zugespitzt und die äußersten Spitzen sind leicht nach innen gekrümmt. Proximal sind die Spitzen deutlich gerundet. Die Innenseiten der Klauen sind stark gekrümmt. Der gesamte Huf ist pfeilförmig. Die männlichen Springböcke erreichen eine Schulterhöhe von 75 cm und ein Gewicht von 41 kg. Sie bewohnen aride Gebiete, und dort vor allem Grasland. Von einer direkten Trinkwasserquelle sind sie nicht abhängig (Liebenberg 1990).

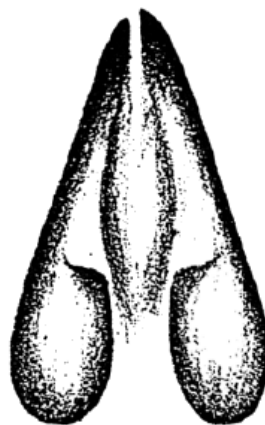


Abbildung 31: Trittsiegel eines Springbocks (Liebenberg 1990:194).

Impalas (*Aepyceros melampus melampus*) gehören als Antilopen ebenfalls zu den Hornträgern. Das Trittsiegel (Abb. 32) ist 47 mm lang und eine Zehe ist 13 mm breit. Ähnlich wie bei dem Springbock liegen die Klauen in etwa parallel zueinander und sind nach distal zugespitzt, mit einer leichten Krümmung nach innen. Proximal sind die Enden gerundet. Der Abstand zwischen den Klauen beträgt 3

mm. Die Innenseiten der Zehen sind gekrümmt. Die Männchen erreichen ein Stockmaß von 90 cm und ein Gewicht von 55 kg. Impalas leben in bewaldeten Gebieten und dort auf eher lichten Flächen, wobei sie jedoch offenes Grasland vermeiden. Zum Überleben benötigen sie eine direkte Wasserquelle.

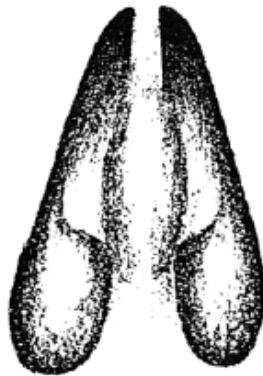
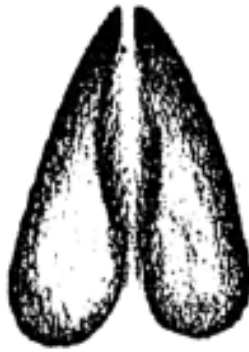


Abbildung 32: Abdruck eines Impala
(Liebenberg 1990: 194).

Bei Trittsiegel 5 kommen ebenfalls mehrere Arten als Erzeuger-Verwandte in Frage. Wie bei Trittsiegel 3 ist auch hier der männliche, noch nicht ausgewachsene, Kudu ein brauchbares Vorbild. Außerdem in Frage kommen der im Zusammenhang mit Trittsiegel 2 ebenfalls bereits beschriebene Damhirsch (Abbildung 29) und der Buschbock (Abbildung 28).

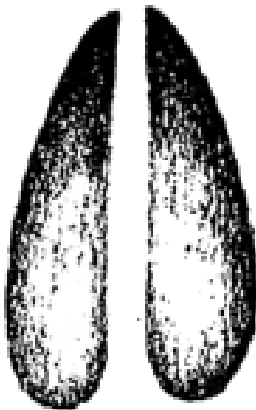
Trittsiegel 6 stellt das kleinste der hier behandelten Spurenfossilien dar, was auch die Möglichkeiten bezüglich ähnlicher rezenter Erzeuger einschränkt. Von Interesse sind hier der Greisbock und der Rotducker.

Der Greisbock (*Raphicerus melanotis*) gehört zu den Gazellenartigen und ist damit ein weiterer Vertreter der Hornträger. Die Klauenlänge (Abb. 33) beträgt 32 mm, die Breite 11 mm. Die Innenseite der Klauen zeigt eine deutliche Krümmung, der Abstand dazwischen beträgt 1 mm. Ebenfalls gekrümmt sind die distalen spitzen Enden. Die proximalen Enden sind wiederum gerundet. Dies gibt dem Abdruck die Form eines Pfeiles. Der Greisbock erreicht ein Stockmaß von 54 cm und ein Gewicht von 10 kg. Er ist ein Bewohner von dichtem Gebüsch und benötigt nur von Zeit zu Zeit Trinkwasser (Liebenberg 1990).



*Abbildung 33: Trittsiegel des Greisbocks
(Liebenberg 1990: 190).*

Der Unterfamilie der Ducker (Cephalophinae) und daher ebenfalls den Hornträgern angehörig ist der Rotducker, *Cephalophus natalensis* (Abbildung 34). Seine Klauen sind 32 mm lang und 8 mm breit. Der Abstand zwischen den Zehen beträgt 2 mm, eine Krümmung der Innenseiten ist nicht vorhanden. Die distalen Enden der Zehen sind spitz und wiederum leicht nach innen gekrümmt, die proximalen Enden sind abgerundet. Bis zu den Schultern erreicht er eine Höhe von 35-45 cm, sein Gewicht beträgt 14 kg. Der Rotducker lebt im Unterholz von Wäldern, in denen Trinkwasser erhältlich ist.



*Abbildung 34: Trittsiegel von einem Rotducker
(Liebenberg 1990: 190).*

Bei dem Vergleich von Trittsiegel 7 A und B mit den in Liebenberg (1990) und Olsen vorkommenden Abdrücken, bei denen Afterklauen zu sehen sind, fand sich keine Übereinstimmung. Die von Suidae stammenden Trittsiegel sind bezüglich der Größe der Klauen zu groß, außerdem befinden sich die Abdrücke der Afterklauen deutlich weiter hinter den Klauen (Abbildung 7), als es bei Trittsiegel 7 der Fall ist.

Lässt man die potentiellen Afterklauenabdrücke außer Acht, ist ein Vergleich mit dem Damhirsch (Abbildung 29) am ehesten möglich, da dieser in etwa die Größendimensionen von Trittsiegel 7 erreicht.

8. Diskussion

Bei Trittsiegel 1 stammen beide rezente Vertreter, die dem Spurenfossil ähnliche Abdrücke erzeugen, aus der Familie der Bovidae. Da der Riedbock eine Größe von bis zu 160 cm erreichen kann und auch der Nyala ansatzweise einen Meter Stockmaß erreicht werden hier nur die 1-2 m großen Vertreter der Bovidae aus der NOW-Datenbank berücksichtigt (siehe Tabelle 10). Besonders interessant ist hier der aus Österreich stammende Fund von *Miotragocerus pannoniae*, einer Antilopenart. Eine zur damaligen Zeit in weiten Teilen Europas verbreitete Gattung stellt *Tragoportax* dar. Fossilfunde wurden in Spanien, Frankreich, Georgien, der Ukraine, Moldawien und Griechenland gemacht. Auch wenn beispielsweise Griechenland klimatisch nicht mit der Gegend des Wiener Beckens übereinstimmte, so zeigt die weite Verbreitung doch darauf hin, dass *Tragoportax* auch im Gebiet des heutigen Österreichs vorgekommen sein könnte. Ein weiterer eventuell möglicher Erzeuger ist *Palaeoryx stutzeli*, da von diesem jedoch lediglich aus Moldawien Fossilfunde stammen, ist seine Anwesenheit in Österreich zurzeit unwahrscheinlich. Aus diesen Funden kann gefolgert werden, dass es sich bei dem Erzeuger von Trittsiegel 1 um einen mittelgroßen bis großen Vertreter aus der Familie der Bovidae gehandelt haben muss.

Trittsiegel 2 ist in seinen Dimensionen etwas kleiner als Trittsiegel 1, daher kommen eher Buschbock und Damhirsch als Vergleichsmöglichkeiten in Frage. Bei dem Trittsiegel ist zwar eine leichte Spreizung zu sehen, diese kann jedoch daher rühren, dass der Untergrund relativ weich gewesen sein könnte. Der Buschbock erreicht eine Schulterhöhe von 80 cm, der Damhirsch sogar 80-100 cm. Ein Problem bei der Bestimmung eines Erzeugers stellt hier die Tatsache dar, dass der Buschbock zur Familie der Bovidae gehört, der Damhirsch zu den Cervidae. Da jedoch der Abdruck des Buschbocks von einem Tier mit distal abgestumpften Hufspitzen stammt und auch die Größendimensionen des Trittsiegels eher denen des Damhirsches ähneln, ist die Wahrscheinlichkeit, dass Trittsiegel 2 von einem Geweihträger stammt, größer. Bei den 10 cm bis 1 m großen Cervidae ist die Gattung *Procapreolus* ein sehr wahrscheinlicher Erzeuger. Es existieren Fossilfunde sowohl in Österreich als auch in Ungarn, der Ukraine und Spanien. Diese Gattung ist außerdem mit *Capreolus capreolus* verwandt, dem Reh (Valli 2010), welches zwar mit circa 12 mm einen weniger breiten Abdruck hinterlässt als Trittsiegel 2, jedoch von der sonstigen Morphologie her starke Ähnlichkeiten aufweist. Ein weiterer möglicher Erzeuger ist *Euprox furcatus*, welcher ebenfalls in Österreich gefunden wurde.

Auch bei Trittsiegel 3 stellt sich das Problem, dass die beiden dem Abdruck ähnelnden Trittsiegel von einem Geweihträger und einem Hornträger stammen. Hinzu kommt, dass der Abdruck des Kudu von einem jungen Männchen stammt, der des Rothirsches von einem adulten Weibchen. Bei

beiden entspricht vor allem die Breite der Klauen nicht ganz denen des Spurenfossils, es sind jedoch die sich in der Morphologie am ehesten eignenden Abdrücke als Vergleichswerte. Trittsiegel 5 stellt eines der größten Exponate dar, weshalb auch der mögliche Erzeuger auf ein Stockmaß von circa 120-125 cm geschätzt werden kann. Bei den Cervidae existieren von den 1-2 m großen Tieren hauptsächlich Fossilien in Ländern wie Griechenland oder Spanien, was die Wahrscheinlichkeit, dass es diese auch in Österreich gegeben haben könnte eindeutig schmälert. Einzig *Cervavitus novorossiae* findet sich sowohl in Ungarn als auch in Moldawien. Da vor allem Ungarn klimatisch dem in Österreich vorherrschenden Klima entspricht, kann *Cervavitus novorossiae* als Erzeuger durchaus in Betracht gezogen werden. Bei den Bovidae kommen *Tragoportax* und *Miotragocerus pannoniae* als Erzeuger in Frage, hier ist jedoch der Unterschied in der Morphologie des Abdrucks zu den Trittsiegeln 1 und 4 sehr groß, weshalb als Erzeuger dieselbe Art eher unwahrscheinlich ist.

Trittsiegel 4 stammt anhand des Vergleichs mit den rezenten Erzeugern mit großer Wahrscheinlichkeit von einem Bovidae. Der Springbock erreicht eine Schulterhöhe von 75 cm, der Impala 90 cm. Damit ist der Erzeuger dieses Trittsiegel bei den Fossilien, die eine Größe zwischen 10 cm und 1 m erreichen, zu suchen. Da Trittsiegel 1 und 4 sehr ähnlich aufgebaut sind, werden hierfür ebenfalls *Tragoportax* und *Miotragocerus pannoniae* als wahrscheinlichste Erzeuger gesehen. Die Länge der Gegendrücke von Trittsiegel 4 erreicht zwar nicht ganz jene von Trittsiegel 1, die Größe passt jedoch trotzdem in den Bereich von bis zu 1 m.

Trittsiegel 5 ist sowohl in Form als auch in der Größe Trittsiegel 2 sehr ähnlich, bis auf die Tatsache, dass bei Trittsiegel 5 kein Winkel zwischen den Klauen vorhanden ist. Wie jedoch bereits erwähnt, wird diese Spreizung bei dem Vergleich zu rezenten Tieren nicht berücksichtigt, da sie aller Wahrscheinlichkeit nach durch unterschiedliche Bodenfeuchtigkeit zustande gekommen ist. Dementsprechend wird auch hier der Buschbockabdruck ob seiner vom Standard abweichenden Morphologie als Vergleichswert ausgeschlossen und wiederum der Damhirsch herangezogen. Da Trittsiegel 5 jedoch größer ist als Trittsiegel 2, muss man ebenso den Abdruck des jungen männlichen Kudu berücksichtigen, da das Trittsiegel bezüglich der Größe zwischen Damhirsch und diesem liegt. Damit stellt sich wieder die Problematik der beiden Familien Cervidae und Bovidae. Bei den Cervidae kommt bei den 1-2 m großen Exemplaren wie bereits erwähnt lediglich *Cervavitus novorossiae* in Frage. Ebenso sind bei den Bovidae wiederum nur *Tragoportax* und *Miotragocerus pannoniae* mögliche Erzeuger.

Bei Trittsiegel 6, dem kleinsten im Rohrbacher Konglomerat gefundenen Herbivorentrittsiegel, haben rezent der Greisbock und der Rotducker die größte Ähnlichkeit. Bei beiden ist der

Klauenabdruck zwar etwas schmaler als bei dem Spurenfossil, trotzdem kann bei dieser Größe angenommen werden, dass ein ähnlich großes Tier der Erzeuger des Gegendrucks war. Von den fossilen Vertretern der Bovidae in einem Größenbereich von 10 cm bis 1 m kommt einzig die Gattung *Gazella* eventuell in Frage, und hier die Art *Gazella deperdita*, da diese die in Europa weiteste Fossilverbreitung aufweist. Ein von der Größe her jedoch eher vor allem dem Rotducker entsprechender Fossilvertreter wäre jedoch *Dorcatherium* aus der Familie der Tragulidae (Hirschferkel). Das in Österreich gefundene *Dorcatherium naui* erreichte eine Schulterhöhe von 40-50 cm (Aiglstorfer et al 2014) und hatte damit eine Größe ähnlich dem Rotducker. Dementsprechend ist es auch möglich, dass dieses der Erzeuger von Trittsiegel war, auch wenn von *Dorcatherium naui* kein Vergleichsabdruck vorhanden ist.

Bei den beiden Trittsiegeln 7A und 7B konnten die Suidae als Erzeuger bereits ausgeschlossen werden, weshalb auch hier der Damhirschabdruck als Vergleichsmittel herangezogen werden konnte. Tatsächlich besteht zwischen den Trittsiegeln 2, 3 und 7 eine relativ starke Ähnlichkeit. Bei Trittsiegel 7 muss jedoch definitiv berücksichtigt werden, dass die klare Abgrenzung der Klauen problematisch war. Trotzdem können *Procapreolus loczyi* und *Euprox furcatus* als mögliche Erzeuger festgelegt werden.

9. Conclusio

Zusammenfassend kann gesagt werden, dass, wie schon Thenius (1967) vermutet hat, die Erzeuger zu den Familien der Bovidae und Cervidae gehören. Zusätzlich kommt die Familie der Tragulidae hinzu. Die Suidae können ausgeschlossen werden.

Trittsiegel 1 und 4 wurden, bedingt durch die große morphologische Ähnlichkeit, mit sehr großer Wahrscheinlichkeit von der gleichen Art erzeugt. Diese gehört zu den Hornträgern, und hier wahrscheinlich entweder zur Gattung *Tragoportax* oder *Palaeoryx*. Trittsiegel 2, 3 und 7 werden ebenfalls einem gemeinsamen oder zumindest eng verwandten Erzeuger zugeordnet. Da der Aufbau von Trittsiegel 1 und 4 sich sehr stark von diesen unterscheidet, werden die Cervidae als Erzeuger gesehen. Bei Trittsiegel 2 und 7 werden aufgrund der Größe und Verteilung der Fossilien *Procapreolus* und *Euprox* als Hersteller vermutet, bei Trittsiegel 3 ist entweder ein größerer Vertreter, *Cervavitus*, anzunehmen, oder man geht davon aus, dass die Klauen des Erzeugers kleiner waren als der Gegendruck, dieser also verrutscht oder übertreten ist, und sieht die gleichen Erzeuger wie für Trittsiegel 2 und 7 vor. Bei Trittsiegel 5 stellt sich ein ähnliches Problem wie bei Trittsiegel 3. Hier ist eine sichere Zuordnung zu einer Familie jedoch noch schwieriger, und somit kann nur mit Sicherheit gesagt werden, dass es weder zu den Suidae noch zu den Tragulidae gehört. Trittsiegel 6 unterscheidet sich von allen anderen stark in der Größe, weshalb es entweder zu den kleinsten Hornträgern zugeordnet werden könnte, oder aber zu den Tragulidae, und hier im speziellen zu der Art *Dorcatherium nauti*.

Für eine sichere Bestimmung der Erzeuger wären Trittsiegel der Fossilien vonnöten, da ohne diese die Zuordnung anhand der Morphologie der Abdrücke mehrere Probleme aufwirft, die unter anderem auch durch die Übertretungen oder die unterschiedlichen Bodenbeschaffenheiten, auf denen sich die Tiere fortbewegten, bedingt sind. Ebenfalls hilfreich wäre die Durchführung von Experimenten mit lebenden Tieren ähnlich den Versuchen von Raichlen et al. (2010), um die Abweichung eines Abdrucks von der Morphologie des Hufes auf unterschiedlichen Böden genauer untersuchen zu können.

Quellenverzeichnis

- Aiglstorfer M., Rössner G. E., Böhme M. (2014): *Dorcatherium nauii* and pecoran ruminants from the late Middle Miocene Gratkorn locality (Austria). – *Palaeobiodiversity and Palaeoenvironments* 94, 83-123.
- Berger W. H., Ekdale A., Bryant P. (1979): Selective preservation of burrows in deep-sea carbonates. – *Marine Geology* 32, 205-230.
- Böhme M., Ilg A., Winklhofer M. (2008): Late Miocene “washhouse” climate in Europe. – *Earth and Planetary Science Letters* 275, 393-401.
- Brix F., Plöschinger B. (1988): Geologische Karte der Republik Österreich 1:50000. – Erläuterungen zu Blatt 76 Wiener Neustadt. – Wien: GBA 85, 7 Abb., 4 Tab.
- Brockhaus Enzyklopädie in 24 Bänden: Bd 24. WEK-ZZ. 19. Auflage, Mannheim: Brockhaus Verlag 1994, 196.
- Campbell N. A., Reece J. B. (2011): Biologie. – Pearson Education Deutschland GmbH 8. Auflage.
- Clark N.D.L., Aspen P., Corrance H. (2002): *Chirotherium barthii* Kaup 1835 from the Triassic of the Isle of Arran, Scotland. – *Scottish Journal of Geology* 38, 83-92.
- Cope E.D. (1888): The Artiodactyla. – *The American Naturalist* 22: 264, 1079-1095.
- Dragesco E. (2002): Der Hirsch. – *Die Alpen* 8, 30-33.
- Faupl, Peter (2000): Historische Geologie – Eine Einführung. – Wien: Facultas UTB: 270.
- Fortelius M. (coordinator) (2015): New and Old Worlds Database of Fossil Mammals (NOW). – University of Helsinki.
- Hay R.L., Leakey M. D. (1982): The fossil footprints of Laetoli. – *Scientific American* 246, 50-57.
- Hofmann T., Havlicek P., Harzhauser M. (2011): Das Wiener Becken – geologische Betrachtungen. – *Wissenschaftliche Mitteilungen Niederösterreichisches Landesmuseum* 22, 13-24.
- Hunt A. P., Lucas S. G., Milàn J., Spielmann J. A. (2012): Vertebrate coprolite studies: Status and Prospectus. – *New Mexico Museum of Natural History and Science Bulletin* 57, 5-24.
- Koukal V. (2009): Sedimentologie und Definition der Rohrbach-Formation (“Rohrbacher Konglomerat”, Pliozän) im Steinbruch Rohrbach/Ternitz (NÖ) – Diplomarbeit am Department of Geodynamics and Sedimentology der Universität Wien zur Erlangung des akademischen Grades „Magistra der Naturwissenschaften“, Wien.
- Krijgsman W., Garcés M., Langereis C.G., Damms R., van Dam J., van der Meulen A.J., Augustí J., Cabrera L. (1996): A new chronology for the middle to late Miocene continental record in Spain. – *Earth and Planetary Science Letters* 142, 367-380.
- Küpper H. (1954): Geologie und Grundwasservorkommen im südlichen Wiener Becken. – *Jahrbuch Geologische Bundesanstalt* Band XCVII.

- Küpper H., Papp A., Thenius E. (1952): Über die stratigraphische Stellung des Rohrbacher Konglomerates. – Wien: Sitzungsbericht der Österreichischen Akademie der Wissenschaften, mathematisch-naturwissenschaftliche Klasse Abteilung I 161, 441-453.
- Leakey M. (1981): Tracks and tools. – *Philosophical Transactions of the Royal Society London* 292, 95-102.
- Leakey M., Hay R. L. (1979): Pliocene footprints in the Laetoli beds at Laetoli, northern Tanzania. – *Nature* 278, 317-323.
- Liebenberg L (1990): *A Field Guide to the Animal Tracks of Southern Africa*. – David Philip Publishers Ltd.
- Mader D. (1984): Charakteristische Fossilien des mitteleuropäischen Buntsandsteins. – *Naturwissenschaften* 71, 69-78.
- Martin A. J., Pyenson N. D. (2005): Behavioral significance of vertebrate trace fossils from the Union Chapel site. In: Buta, R.J; Rindsberg, A.K. and Kopaska-Merkel, D.C. (eds) *Pennsylvanian Footprints in the Black Warrior Basin of Alabama*. Alabama Paleontological Society Monograph 1, 59-73.
- Mein P. 1999. European Miocene Mammal Biochronology. In: Rössner & Fahlbusch (eds.): *The Miocene. Land Mammals of Europe*. – Verlag Dr. F. Pfeil: S 25-38.
- Montuire S., Maridet O., Legendre S. (2006): Late Miocene-Early Pliocene temperature estimates in Europe using rodents. – *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 238, 247-262.
- Nja J. K., Blumenschine R. J. (2006): A diagnosis of crocodile feeding traces on larger mammal bone, with fossil examples from the Pli-Pleistocene Olduvai Basin, Tanzania. – *Journal of Human Evolution* 50, 142-162.
- Olsen L.-H. (2012): *Tierspuren*. – München: BLV Buchverlag GmbH.
- Piller W.E., Decker K., Haas M. (1996): *Sedimentologie und Beckendynamik des Wiener Beckens*. – Wien: Exkursionsführer Sediment '96.
- Piller W.E., Egger H., Gross C.W., Harzhauser M., Hubmann M., van Husen B., Krystyn H.-G., Lein R., Lukeneder A., Mandl G.W., Rögl F., Roetzel R., Rupp C., Schnabel W., Schönlaub H.P., Summesberger H., Wagreich M., Wessely G. (2004): *Die stratigraphische Tabelle von Österreich 2004 (sedimentäre Schichtfolgen)*. – Kommission für die paläontologische und stratigraphische Erforschung Österreichs der Österreichischen Akademie der Wissenschaften und Österreichische Stratigraphische Kommission.
- Prothero D.R. (2006): *After the Dinosaurs: the age of mammals*. – Bloomington: Indiana University Press.

- Raichlen, D.A., Gordon, A., Harcourt-Smith, W.E.H., Foster, A.D., Haas Jr W.R. (2010): Laetoli Footprints Preserve Earliest Direct Evidence of Human-Like Bipedal Biomechanics. – PloS ONE 5 (3): 1-7.
- Rose K. D. (1996): On the origin of the order Artiodactyla. – Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America 93, 1705-1709.
- Sauer R., Seifert P., Wessely G. (1992): Guidebook to Excursions in the Vienna Basin and the adjacent alpine-carpathian thrustbelt in Austria. – Mitteilungen Österreichische Geologische Gesellschaft 85, 1-264.
- Schultz O. (1998): Tertiärfossilien Österreichs- Wirbellose, niedere Wirbeltiere und marine Säugetiere. – Goldschneck-Verlag.
- Seilacher A. (1964): Biogenic sedimentary structures. In: Imbrie, J; Newell, N. (eds) Approaches to Paleocology. – New York: Wiley, 296-316.
- Steininger F., Thenius E. (1964): Eine Wirbeltierfauna aus dem Sarmat (Ober-Miozän) von Sauerbrunn (Burgenland). – Mitteilungen der Geologischen Gesellschaft in Wien 57, 449-467.
- Swinton W.E. (1961): The history of *Chirotherium*. – Geological Journal 2 (3): 443-473.
- Thenius E. (1967): Säugetierfährten aus dem Rohrbacher Konglomerat (Pliozän) von Niederösterreich. – Annalen des Naturhistorischen Museums Wien 71, 363-379.
- Tóth E., Görög Á., Lécuyer C., Moissette P., Balter V., Monstori M. (2010): Palaeoenvironmental reconstruction of the Sarmatian (middle Miocene) Central Paratethy based on palaeontological and geochemical analyses of foraminifera, ostracods, gastropods and rodents. – Geological Magazine 147 (2), 299-314. Cambridge University Press.
- Tresise G. (1991): 'Chirotherium herculis' – Problems posed by the first finds. - Annals of Science 48:6, 565-576.
- Trewin N.H. (1994): A draft system for the identification and description of arthropod trackways. – Paleontology 37: 811-823.
- Valli A.M.F. (2010): Dispersion of the genus *Procapreolus* and the relationships between *Procapreolus cusanus* and the roe deer (*Capreolus*). – Quaternary International 212: 80-85.
- Welker F., Collins M.J., Thomas J.A., Wadsley M., Brace S., Cappellini E., Turvey S.T., Reguero M., Gelfo J.N., Kramarz Al., Burger J., Thomas-Oates J., Ashford D.A., Ashton P.D., Rowsell K., Porter D.M., Kessler B., Fischer R., Baessmann C., Kaspar S., Olsen J. V., Kiley P., Elliott J.A., Kelstrup C. D., Mullin V., Hofreiter M., Willerslev E., Hublin J-J., Orlando L., Barnes I., MacPhee R.D.E. (2015): Ancient proteins resolve the evolutionary history of Darwin's South American ungulates. – Nature, DOI: 10.1038/nature 14249.

Wessely G. (2006): Geologie der österreichischen Bundesländer – Niederösterreich. – Geologische Bundesanstalt S. 416.

White T. D., Suwa G. (1987): Hominid Footprints at Laetoli: facts and interpretations. – American Journal of Physical Anthropology 72, 485-514.

Onlinequellen

<http://www.ultimateungulate.com/Cetartiodactyla.html> DOR: 24.05.2015

<http://www.ultimateungulate.com/Cetartiodactyla/Aepycerotinae.html> DOR: 03.06.2015

<http://www.ultimateungulate.com/Cetartiodactyla/Antilopinae.html> DOR: 03.06.2015

<http://www.ultimateungulate.com/Cetartiodactyla/Bovidae.html> DOR: 24.05.2015

<http://www.ultimateungulate.com/Cetartiodactyla/Bovinae.html> DOR: 03.06.2015

<http://www.ultimateungulate.com/Cetartiodactyla/Capreolinae.html> DOR: 03.06.2015

<http://www.ultimateungulate.com/Cetartiodactyla/Cephalophinae.html> DOR: 03.06.2015

<http://www.ultimateungulate.com/Cetartiodactyla/Cervinae.html> DOR: 03.06.2015

<http://www.ultimateungulate.com/Cetartiodactyla/Reduncinae.html> DOR: 03.06.2015

<http://www.ultimateungulate.com/Cetartiodactyla/Suidae.html> DOR: 24.05.201

Abbildungsverzeichnis

<i>Abbildung 1: Darstellung der ethologischen Klassifikation von Spurenfossilien (Bromley 1999: 187).</i>	10
<i>Abbildung 2: Humerus einer Kuh mit deutlichen Bissspuren eines Nilkrokodils (Njau & Blumenschine 2006: 151).</i>	13
<i>Abbildung 3: Darstellung des langsamen Ganges eines Säugetiers mit Übertretungen (Liebenberg 1990:24).</i>	16
<i>Abbildung 4: Abdrücke von a. Gang mit gestreckten Beinen (Homo sapiens), b. Gang mit gekrümmten Beinen (Homo sapiens), c. Gang eines Hominiden von Laetoli (Raichlen et al. 2010: 2).</i>	18
<i>Abbildung 5: Abdruck einer Vorder- (oben) und einer Hinterextremität (unten) von Chirotherium (Swinton 1961: 470).</i>	20
<i>Abbildung 6: Das Taxon der Cetartiodactyla mit den Artiodactyla und den Walen (http://www.ultimateungulate.com/Cetartiodactyla.html).</i>	22
<i>Abbildung 7: Von links nach rechts: Trittsiegel von Wildschwein, Rothirsch und Hausrind (Olsen 2012: 15-17).</i>	23
<i>Abbildung 8: Unterseite des Paarhuferfußes, bestehend</i>	24
<i>Abbildung 9: Die zeitliche Einteilung des Miozäns (Piller et al. 2004).</i>	26
<i>Abbildung 10: Entstehung des Wiener Beckens (Wessely 2006).</i>	26
<i>Abbildung 11: Die bereits zurückgezogene Paratethis (links) und der Pannonische See. Der Standort</i>	27
<i>Abbildung 12: Trittsiegel des Vorderfußes eines kleinen</i>	31
<i>Abbildung 13: Abdruck eines mittelgroßen Feliden</i>	31
<i>Abbildung 14: graphische Darstellung der Fährte des Amhicyonidentyps (Thenius 1967: 370).</i>	32
<i>Abbildung 15: Trittsiegel des Amhicyonidentyps (Thenius 1967: Tafel III).</i>	32
<i>Abbildung 16: Schema des Trittsiegel eines</i>	33
<i>Abbildung 17: : Vermessung von Trittsiegel 1. Die schwarzen Hilfslinien dienen der Vermessung von Länge und Breite der Klauen, die blauen Hilfslinien zur Vermessung des Winkels.</i>	36
<i>Abbildung 18: Trittsiegel 1 Artiodactyla-Fährte aus dem Rohrbacher Konglomerat (Miozän).</i>	36
<i>Abbildung 19: Trittsiegel 2 Artiodactyla-Fährte aus dem Rohrbacher Konglomerat (Miozän).</i>	37
<i>Abbildung 20: Trittsiegel 3 Artiodactyla-Fährte aus dem Rohrbacher Konglomerat (Miozän).</i>	38
<i>Abbildung 21: Trittsiegel 4 Artiodactyla-Fährte aus dem Rohrbacher Konglomerat (Miozän).</i>	39
<i>Abbildung 22: Trittsiegel 5 Artiodactyla-Fährte aus dem Rohrbacher Konglomerat (Miozän).</i>	40
<i>Abbildung 23: Trittsiegel 6 Artiodactyla-Fährte aus dem Rohrbacher Konglomerat (Miozän).</i>	41
<i>Abbildung 24: Trittsiegel 7A Artiodactyla-Fährte aus dem Rohrbacher Konglomerat (Miozän).</i>	42
<i>Abbildung 25: Trittsiegel 7B Artiodactyla-Fährte aus dem Rohrbacher Konglomerat (Miozän).</i>	43
<i>Abbildung 26: Trittsiegel eines Riedbocks</i>	49
<i>Abbildung 27: Trittsiegel eines jungen weiblichen Nyala</i>	50
<i>Abbildung 28: Klauenabdruck eines Buschbocks (Liebenberg 1990: 192).</i>	50
<i>Abbildung 29: Trittsiegel eines Damhirsches (Liebenberg 1990: 201).</i>	51
<i>Abbildung 30: Trittsiegel eine jungen</i>	52
<i>Abbildung 31: Trittsiegel eines Springbocks (Liebenberg 1990:194).</i>	52
<i>Abbildung 32: Abdruck eines Impala</i>	53
<i>Abbildung 33: Trittsiegel des Greisbocks (Liebenberg 1990: 190).</i>	54
<i>Abbildung 34: Trittsiegel von einem Rotducker</i>	54

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Messwerte von Abdruck 1: Artiodactyla-Fährte aus dem Rohrbacher Konglomerat (Miozän).	36
Tabelle 2: Messwerte von Abdruck 2: Artiodactyla-Fährte aus dem Rohrbacher Konglomerat (Miozän).	37
Tabelle 3: Messwerte von Abdruck 3: Artiodactyla-Fährte aus dem Rohrbacher Konglomerat (Miozän).	38
Tabelle 4: Messwerte von Abdruck 4 oben: Artiodactyla-Fährte aus dem Rohrbacher Konglomerat (Miozän).	39
Tabelle 5: Messwerte von Abdruck 4 unten: Artiodactyla-Fährte aus dem Rohrbacher Konglomerat (Miozän).	39
Tabelle 6: Messwerte von Abdruck 5: Artiodactyla-Fährte aus dem Rohrbacher Konglomerat (Miozän).	40
Tabelle 7: Messwerte von Abdruck 6: Artiodactyla-Fährte aus dem Rohrbacher Konglomerat (Miozän).	41
Tabelle 8: Messwerte von Abdruck 7A: Artiodactyla-Fährte aus dem Rohrbacher Konglomerat (Miozän).	42
Tabelle 9: Messwerte von Abdruck 7B: Artiodactyla-Fährte aus dem Rohrbacher Konglomerat (Miozän).	43
Tabelle 10: Bovidae aus der NOW-Datenbank (Fortelius 2015).	45
Tabelle 11: Cervidae aus der NOW-Datenbank (Fortelius 2015).	47
Tabelle 12: Tragulidae aus der NOW-Datenbank (Fortelius 2015).	47
Tabelle 13: Messwerte der Trittsiegel 1 bis 7B.	68
Tabelle 14: Zusammenfassung der Maße der rezenten Vertreter der Artiodactyla.	69
Tabelle 15: Die der NOW-Datenbank entnommenen potentiellen Erzeuger der Trittsiegel (Fortelius 2015).	69

Appendix

Zusammenfassung

Das Teilgebiet der Paläobiologie, welches sich mit den fossilisierten Spuren von Lebewesen befasst, ist die Palichnologie. Der Fund eines Spurenfossils kann wichtige Informationen über den Erzeuger, dessen Lebensweise, Größe und Ernährung und kann auch zur Zuordnung eines Fossilfonds beitragen.

Ziel dieser Arbeit ist es, eine genauere Bestimmung von sieben Trittsiegeln, die von Herbivoren stammen, zu erreichen. Die Spurenfossilien stammen aus dem Steinbruch Rohrbach (NÖ), der Teil des Rohrbacher Konglomerats ist. Diese Spurenfossilien stammen aus dem Obermiozän. Sie wurden gemeinsam mit ebenfalls aus diesem Zeitraum stammenden Carnivorensuren bereits 1967 von Thenius kurz beschrieben. In seinem Bericht wurden die Trittsiegel jedoch nur oberflächlich den Familien der Bovidae und Cervidae zugeordnet.

Aufbauend auf dieser Vermutung soll eine genauere Einteilung der Trittsiegel stattfinden. Zu diesem Zwecke werden zunächst die Trittsiegel genau nach Länge und Breite der Klauen, dem Winkel den diese bilden beziehungsweise dem Abstand zwischen ihnen vermessen. Anschließend werden diese mit den Abdrücken rezenter Artiodactyla aus Südafrika (Liebenberg 1990) und Europa (Olsen 2012) verglichen und deren Größendimensionen vermerkt. Um festzustellen, welche Tiere die tatsächlichen Erzeuger der Trittsiegel im Obermiozän waren, wird die NOW-Datenbank (Fortelius 2015) nach Einträgen durchsucht, die aus diesem Zeitraum stammen. Schlussendlich werden die rezenten Familien dazu verwendet, eine Größeneinteilung der tatsächlichen Erzeuger zu treffen.

Auf diese Weise soll es möglich sein, die Trittsiegel zumindest auf Familienniveau einzuordnen. Die Familien, welche mit großer Sicherheit sicher bestimmt werden können, sind die Bovidae und die Cervidae und eventuell die Tragulidae. Die Suidae können als Erzeuger ausgeschlossen werden. Eine weitere sichere Einteilung auf Gattungsniveau ist nur mit Vorbehalt zu treffen. Hier müssen mehr Informationen bezüglich der Hufmorphologie der Erzeuger gesammelt werden.

Summary

The subarea of palaeobiology that is concerned with the fossilised tracks of organisms is called paleichnology. Trace fossils can provide important information about the originator, its mode of life, size and diet, and can even contribute to the classification of a fossil.

The aim of this thesis is the identification of seven trace fossil tracks originating from herbivores. They were found in a stone quarry in Rohrbach (Lower Austria), which is part of the Rohrbacher Konglomerat. These trace fossils date back to the upper Miocene and have already been described together with trace fossils made by carnivores by Thenius in 1967. However, the report only includes an overall statement about the producer probably belong to the families of the Bovidae or Cervidae.

Based on this assumption, a more specific classification of the trace fossils is to be made. Thus, the trace fossils are measured. The length, width, angle and distance between the claws are recorded, followed by a comparison with claw imprints of recent Artiodactyla from South Africa (Liebenberg 1990) and Europe (Olsen 2012). In order to determine, which animals might actually have been the originators of these the upper Miocene tracks, the NOW-database (Fortelius 2015) is scanned for entries from this period. Recent families are used for sizing the animals that made the tracks.

In this way, it should be possible to determine the originators of the trace fossils at least on family level. The families that are certainly involved are the Bovidae and Cervidae, and probably the Tragulidae, whereas the Suidae can be excluded. Any further classification on the genus level has to be made with reservations. Here, more information about the claw morphology of the producers of the trace fossils needs to be gathered.

Tabelle 13: Messwerte der Trittsiegel 1 bis 7B.

	Linker Huf	Rechter Huf	Mittelwert
Trittsiegel 1			
Länge [mm]	57,3	58,5	57,9
Breite [mm]	8	19	13,5
Winkel: 27°			
Trittsiegel 2			
	Linker Huf	Rechter Huf	Mittelwert
Länge [mm]	47	49	48
Breite [mm]	18	22	20
Winkel: 16°			
Trittsiegel 3			
	Linker Huf	Rechter Huf	Mittelwert
Länge [mm]	57	52	54,5
Breite [mm]	32	30	31
Abstand: 9 mm			
Trittsiegel 4			
oben	Linker Huf	Rechter Huf	Mittelwert
Länge [mm]	50	47	48,5
Breite [mm]	15	14	14,5
Abstand: 6 mm			
Winkel: 40°			
unten	Linker Huf	Rechter Huf	Mittelwert
Länge [mm]	40	44	42
Breite [mm]	14	16	15
Abstand: 9 mm			
Winkel: 43°			
Trittsiegel 5			
	Linker Huf	Rechter Huf	Mittelwert
Länge [mm]	54	57	55,5
Breite [mm]	25	24	24,5
Trittsiegel 6			
	Linker Huf	Rechter Huf	Mittelwert
Länge [mm]	34	36	35
Breite [mm]	13	13	13
Trittsiegel 7			
A	Linker Huf	Rechter Huf	Mittelwert
Länge [mm]	52	50	51
Breite [mm]	27	22	24,5
Abstand: 8 mm			
B	Linker Huf	Rechter Huf	Mittelwert
Länge [mm]	50	52	51

Breite [mm]	22	22	22
Abstand: 7 mm			

Tabelle 14: Zusammenfassung der Maße der rezenten Vertreter der Artiodactyla.

Name	Schulterhöhe [cm]	Klauenlänge [mm]	Klauenbreite [mm]	Winkel [°]	Abstand [mm]
Buschbock	80	45	12		3
Damhirsch	80-100	51	17		1
Greisbock	54	32	11		1
Impala	90	47	13		3
Kudu	125	60	20		2
Nyala	97	55	14		
Riedbock	130-160	55	13	14	
Rotducker	35-45	32	8		2
Rothirsch	120	60	20		3
Springbock	75	52	12		1

Tabelle 15: Die der NOW-Datenbank entnommenen potentiellen Erzeuger der Trittsiegel (Fortelius 2015).

Familie	Gattung	Art	Größe	MN-Zone(n)	Land
Cervidae	<i>Euprox</i>	<i>dicranoceros</i>	10 cm - 1 m	12	Spanien
Bovidae	<i>Tragoportax</i>	<i>gaudryi</i>	1m -2m	12	Spanien
Bovidae	<i>Tragoportax</i>	<i>gaudryi</i>	1m -2m	12	Spanien
Bovidae	<i>Tragoportax</i>	<i>gaudryi</i>	1m -2m	12	Spanien
Bovidae	<i>Tragoportax</i>	<i>amalthea</i>	1m -2m	12	Spanien
Bovidae	<i>Gazella</i>	<i>deperdita</i>	10cm - 1 m	12	Spanien
Cervidae	<i>Procapreolus</i>	<i>concludensis</i>	10cm - 1 m	12	Spanien
Cervidae	<i>Turiacemas</i>	<i>concludensis</i>	10cm - 1 m	12	Spanien
Bovidae	<i>Tragoportax</i>	<i>gaudryi</i>	1m-2m	12	Spanien
Bovidae	<i>Gazella</i>	<i>deperdita</i>	10cm-1m	12	Spanien
Bovidae	<i>Palaeoryx</i>	<i>pallasi</i>	2m-5m	12	Spanien
Bovidae	<i>Hispanodorcas</i>	<i>torrubiae</i>	10cm-1m	12	Spanien
Bovidae	<i>Tragoportax</i>	<i>gaudryi</i>	1m -2m	12	Spanien
Bovidae	<i>Tragoportax</i>	<i>gaudryi</i>	1m -2m	13	Spanien
Bovidae	<i>Tragoportax</i>	<i>amalthea</i>	1m -2m	13	Spanien
Bovidae	<i>Tragoportax</i>	<i>ventiensis</i>	1m -2m	13	Spanien
Cervidae	<i>Croizetocerus</i>	<i>cf. pyrenaicus</i>	1m -2m	13	Spanien
Bovidae	<i>Gazella</i>	<i>deperdita</i>	10 cm - 1 m	13	Spanien
Bovidae	<i>Hispanodorcas</i>	<i>torrubiae</i>	10 cm - 1 m	13	Spanien
Cervidae	<i>Pliocervus</i>	<i>cf. matheroni</i>	1m -2m	13	Spanien
Cervidae	<i>Pliocervus</i>	<i>turoloensis</i>	1m -2m	13	Spanien

Cervidae	<i>Euprox</i>	<i>furcatus</i>	10 cm - 1 m	13	Österreich
Bovidae	<i>Oioceros</i>	<i>occidentalis</i>	10 cm - 1 m	13	Italien
Bovidae	<i>Tragoportax</i>	<i>gaudryi</i>	1m -2m	12	Frankreich
Bovidae	<i>Gazella</i>	<i>deperdita</i>	10 cm - 1 m	12	Frankreich
Cervidae	<i>Neomegaloceros</i>	<i>gracilis</i>	1m -2m	13	Ukraine
Bovidae	<i>Tragoportax</i>	<i>leskewitschi</i>	1m -2m	12+13	Georgien
Bovidae	<i>Tragoportax</i>	<i>gaudryi</i>	1m -2m	12+13	Georgien
Bovidae	<i>Tragoportax</i>	<i>leskewitschi</i>	1m -2m	12	Ukraine
Bovidae	<i>cf. Hispanodorcas</i>	<i>rodleri</i>	1m -2m	12	Ukraine
Cervidae	<i>Procapreolus</i>	<i>cf. ukrainicus</i>	10 cm - 1 m	12	Ukraine
Cervidae	<i>Procapreolus</i>	<i>flerovi</i>	10 cm - 1 m	13	Ukraine
Cervidae	<i>Procapreolus</i>	<i>loczyi</i>	10 cm - 1 m	13	Ungarn
Cervidae	<i>Cervavitus</i>	<i>variabilis</i>	10 cm - 1 m	12	Moldawien
Bovidae	<i>Gazella</i>	<i>deperdita</i>	10 cm - 1 m	12	Moldawien
Tragulidae	<i>Dorcatherium</i>	<i>nauai</i>	10 cm - 1 m	13	Österreich
Bovidae	<i>Miotragoceros</i>	<i>pannoniae</i>	1m -2m	13	Österreich
Bovidae	<i>Tragoportax</i>	<i>leskewitschi</i>	1m-2m	12	Ukraine
Bovidae	<i>Gazella</i>	<i>schlosseri</i>	10cm-1m	12	Ukraine
Bovidae	<i>Palaeoryx</i>	<i>pallasi</i>	2m-5m	12	Ukraine
Bovidae	<i>Procobus</i>	<i>melania</i>	1m-2m	12	Ukraine
Bovidae	<i>Tragoportax</i>	<i>amalthea</i>	1m-2m	12	Griechenland
Bovidae	<i>Prostrepsiceros</i>	<i>zitteli</i>	10cm-1m	12	Griechenland
Bovidae	<i>Prostrepsiceros</i>	<i>rotundicornis</i>	10cm-1m	12	Griechenland
Bovidae	<i>Protragelaphus</i>	<i>skouzesi</i>	10cm-1m	12	Griechenland
Bovidae	<i>Palaeoreas</i>	<i>lindermayeri</i>	10cm-1m	12	Griechenland
Bovidae	<i>Palaeoryx</i>	<i>pallasi</i>	2m-5m	12	Griechenland
Bovidae	<i>Gazella</i>	<i>pilgrimi</i>	10cm-1m	12	Griechenland
Bovidae	<i>Tyrrhenotragus</i>	<i>gracillimus</i>	10cm-1m	12	Italien
Bovidae	<i>Maremmia</i>	<i>lorenzi</i>	10cm-1m	12	Italien
Bovidae	<i>Maremmia</i>	<i>hauptii</i>	10cm-1m	12	Italien
Cervidae	<i>Euprox</i>	<i>furcatus</i>	10cm-1m	12	Österreich
Bovidae	<i>Tyrrhenotragus</i>	<i>gracillimus</i>	10cm-1m	12	Italien
Bovidae	<i>Maremmia</i>	<i>lorenzi</i>	10cm-1m	12	Italien
Bovidae	<i>Maremmia</i>	<i>hauptii</i>	10cm-1m	12	Italien
Cervidae	<i>Cervavitus</i>	<i>novorossiae</i>	1m-2m	13	Ungarn
Cervidae	<i>Procapreolus</i>	<i>loczyi</i>	10cm-1m	13	Ungarn
Cervidae	<i>Cervavitus</i>	<i>variabilis</i>	10cm-1m	12	Ukraine
Bovidae	<i>Gazella</i>	<i>schlosseri</i>	10cm-1m	12	Ukraine
Bovidae	<i>Prostrepsiceros</i>	<i>houtumschindleri</i>	10cm-1m	12	Ukraine
Bovidae	<i>Protragelaphus</i>	<i>skouzesi</i>	10cm-1m	12	Ukraine
Bovidae	<i>Helladorcas</i>	<i>geraadsii</i>	10cm-1m	12	Ukraine
Bovidae	<i>Tragoportax</i>	<i>amalthea</i>	1m-2m	12	Griechenland
Bovidae	<i>Gazella</i>	<i>cf. deperdita</i>	10cm-1m	12	Griechenland

Bovidae	<i>Gazella</i>	<i>cf. gaudryi</i>	10cm-1m	12	Griechenland
Bovidae	<i>Tragoportax</i>	<i>frolovi</i>	1m-2m	12	Moldawien
Bovidae	<i>Gazella</i>	<i>deperdita</i>	10cm-1m	12	Moldawien
Bovidae	<i>Pachytragus</i>	<i>crassicornis</i>	1m-2m	12	Moldawien
Bovidae	<i>Palaeoryx</i>	<i>stutzeli</i>	1m-2m	12	Moldawien
Bovidae	<i>Hispanodorcus</i>	<i>torrubiae</i>	10cm-1m	13	Spanien
Cervidae	<i>Pliocervus</i>	<i>cf. matheroni</i>	1m-2m	13	Spanien
Cervidae	<i>Pliocervus</i>	<i>turoloensis</i>	1m-2m	13	Spanien
Cervidae	<i>Cervavitus</i>	<i>novorossiae</i>	1m-2m	13	Moldawien
Bovidae	<i>Tragoportax</i>	<i>amalthea</i>	1m-2m	13	Moldawien
Bovidae	<i>Tragoportax</i>	<i>rugosifrons</i>	1m-2m	13	Moldawien
Bovidae	<i>Tragoportax</i>	<i>validus</i>	1m-2m	13	Moldawien
Bovidae	<i>Gazella</i>	<i>deperdita</i>	10cm-1m	13	Moldawien
Bovidae	<i>Gazella</i>	<i>schlosseri</i>	10cm-1m	13	Moldawien
Bovidae	<i>Protragelaphus</i>	<i>skouzesi</i>	10cm-1m	13	Moldawien
Bovidae	<i>Criotherium</i>	<i>argalioides</i>	2m-5m	13	Moldawien
Bovidae	<i>Palaeoryx</i>	<i>pallasi</i>	2m-5m	13	Moldawien
Bovidae	<i>Pachytragus</i>	<i>crassicornis</i>	1m-2m	13	Moldawien
Bovidae	<i>Pseudotragus</i>	<i>capricornis</i>	10cm-1m	13	Moldawien
Bovidae	<i>Procobus</i>	<i>melania</i>	1m-2m	13	Moldawien
Bovidae	<i>Procobus</i>	<i>brauneri</i>	1m-2m	13	Moldawien
Bovidae	<i>Tragoportax</i>	<i>amalthea</i>	1m-2m	12	Moldawien
Bovidae	<i>Tragoportax</i>	<i>frolovi</i>	1m-2m	12	Moldawien
Bovidae	<i>Gazella</i>	<i>deperdita</i>	10cm-1m	12	Moldawien
Bovidae	<i>Palaeoryx</i>	<i>pallasi</i>	2m-5m	12	Moldawien
Cervidae	<i>Cervavitus</i>	<i>variabilis</i>	10cm-1m	12	Ukraine
Bovidae	<i>Tragoportax</i>	<i>frolovi</i>	1m-2m	12	Ukraine
Bovidae	<i>Gazella</i>	<i>deperdita</i>	10cm-1m	12	Ukraine
Bovidae	<i>Gazella</i>	<i>schlosseri</i>	10cm-1m	12	Ukraine
Bovidae	<i>Protragelaphus</i>	<i>skouzesi</i>	10cm-1m	12	Ukraine
Bovidae	<i>Tragoportax</i>	<i>gaudryi</i>	1m-2m	13	Spanien
Bovidae	<i>Gazella</i>	<i>deperdita</i>	10cm-1m	13	Spanien
Cervidae	<i>Pliocervus</i>	<i>turoloensis</i>	1m-2m	13	Spanien
Cervidae	<i>Pliocervus</i>	<i>pentelici</i>	1m-2m	11+12	Griechenland
Bovidae	<i>Prostrepsiceros</i>	<i>zitteli</i>	10cm-1m	11+12	Griechenland
Bovidae	<i>Oioceros</i>	<i>wegneri</i>	10cm-1m	11+12	Griechenland
Bovidae	<i>Pseudotragus</i>	<i>parvidens</i>	10cm-1m	11+12	Griechenland
Bovidae	<i>Criotherium</i>	<i>argalioides</i>	2m-5m	11+12	Griechenland
Bovidae	<i>Palaeoryx</i>	<i>pallasi</i>	2m-5m	11+12	Griechenland
Bovidae	<i>Pachytragus</i>	<i>crassicornis</i>	1m-2m	11+12	Griechenland
Bovidae	<i>Pachytragus</i>	<i>laticeps</i>	1m-2m	11+12	Griechenland
Bovidae	<i>Pseudotragus</i>	<i>capricornis</i>	10cm-1m	11+12	Griechenland
Bovidae	<i>Gazella</i>	<i>pilgrimi</i>	10cm-1m	11+12	Griechenland

Bovidae	<i>Prostrepsiceros</i>	<i>cf. houtumschindleri</i>	1m-2m	11+12	Griechenland
Bovidae	<i>Prostrepsiceros</i>	<i>woodwardi</i>	10cm-1m	11+12+13	Griechenland
Bovidae	<i>Gazella</i>	<i>capricornis</i>	10cm-1m	12	Griechenland
Bovidae	<i>Prostrepsiceros</i>	<i>rotundicornis</i>	10cm-1m	12	Griechenland
Bovidae	<i>Protragelaphus</i>	<i>skouzesi</i>	10cm-1m	12	Griechenland
Bovidae	<i>Palaeoreas</i>	<i>lindermayeri</i>	10cm-1m	12	Griechenland
Bovidae	<i>Oioceros</i>	<i>rothi</i>	10cm-1m	12	Griechenland
Bovidae	<i>Pseudotragus</i>	<i>parvidens</i>	10cm-1m	12	Griechenland
Bovidae	<i>Palaeoryx</i>	<i>pallasi</i>	2m-5m	12	Griechenland
Bovidae	<i>Protoryx</i>	<i>carolinae</i>	1m-2m	12	Griechenland
Cervidae	<i>Pliocervus</i>	<i>pentelici</i>	1m-2m	12	Griechenland
Bovidae	<i>Tragoportax</i>	<i>gaudryi</i>	1m-2m	13	Griechenland
Bovidae	<i>Gazella</i>	<i>deperdita</i>	10cm-1m	13	Griechenland
Bovidae	<i>Protragelaphus</i>	<i>theodori</i>	10cm-1m	13	Griechenland
Bovidae	<i>Palaeoreas</i>	<i>lindermayeri</i>	10cm-1m	13	Griechenland
Bovidae	<i>Protragelaphus</i>	<i>theodori</i>	10cm-1m	13	Griechenland
Bovidae	<i>Hispanodorcas</i>	<i>orientalis</i>	10cm-1m	13	Griechenland
Bovidae	<i>Tyrrhenotragus</i>	<i>gracillimus</i>	10cm-1m	12	Italien
Bovidae	<i>Maremmia</i>	<i>lorenzi</i>	10cm-1m	12	Italien
Bovidae	<i>Maremmia</i>	<i>hauptii</i>	10cm-1m	12	Italien
Bovidae	<i>Tragoportax</i>	<i>amalthea</i>	1m-2m	12	Moldawien
Bovidae	<i>Tragoportax</i>	<i>frolovi</i>	1m-2m	12	Moldawien
Bovidae	<i>Tragoportax</i>	<i>cf. spectabilis</i>	1m-2m	12	Moldawien
Bovidae	<i>Gazella</i>	<i>deperdita</i>	10cm-1m	12	Moldawien
Bovidae	<i>Palaeoreas</i>	<i>lindermayeri</i>	10cm-1m	12	Moldawien
Bovidae	<i>Palaeoryx</i>	<i>pallasi</i>	2m-5m	12	Moldawien
Cervidae	<i>Procapreolus</i>	<i>loczyi</i>	10cm-1m	12	Österreich
Cervidae	<i>Pliocervus</i>	<i>cf. matheroni</i>	1m-2m	13	Spanien
Cervidae	<i>Pliocervus</i>	<i>turolensis</i>	1m-2m	13	Spanien
Bovidae	<i>Tragoportax</i>	<i>gaudryi</i>	1m-2m	12	Spanien
Bovidae	<i>Gazella</i>	<i>deperdita</i>	10cm-1m	12	Spanien
Bovidae	<i>Palaeoryx</i>	<i>pallasi</i>	2m-5m	12	Spanien
Bovidae	<i>Protoryx</i>	<i>carolinae</i>	1m-2m	12	Spanien
Cervidae	<i>Turiacemas</i>	<i>concludensis</i>	10cm-1m	12	Spanien

Curriculum Vitae

Name: Sophie Klein

Ausbildung:

1995-1999	Volksschule Altenburg (NÖ)
1999-2007	Bundesgymnasium Horn (NÖ)
Juni 2007	Absolvierung der Matura mit Auszeichnung
2007-2010	Studium Medizinische und Pharmazeutische Biotechnologie IMC FH Krems (NÖ)
Juni 2010	Abschluss des Bsc
2010-2015	Lehramtsstudium Biologie & Umweltkunde und Englisch Universität Wien

Berufserfahrung:

Seit 03/2014	Nachhilfelehrerin Schülerhilfe Brigittenau (Wien)
10/2013-10/2014	Cateringpersonal bei Flexible Marketing (Wien)
11/2013-04/2014	Cateringpersonal bei MAG (Wien)
09/2011, 09/2012	Briefträgerin Post (Horn)
07/2011, 07/2012, 07/2013, 07+08/2014	Betreuerin Juniorcamp (Allentsteig)
08/2009-01/2010	Forschungsassistentin Universitätslabor (Oxford, England)
08/2006, 08/2007	Ferialpraktikum im Altenpflegeheim Stephansheim (Horn)
07/2005	Ferialpraktikum McDonalds (Horn)

Sprachkompetenzen:

Muttersprache	Deutsch
Englisch	C2 geschrieben, C1+ gesprochen
Französisch	B1 geschrieben, B1 gesprochen
Latein	B2 geschrieben