

Aus dem Institut für Anatomie und Embryologie
(Prof. Dr. med. C. Viebahn)
im Zentrum Anatomie
der Medizinischen Fakultät der Universität Göttingen

**Ursachen und Häufigkeit
der Arthrose und Enthesopathien
an den Untere Extremitäten der
neolithischen Population
aus Erwitte-Schmerlecke
(Soest, Grab II)
– Ein Beitrag zur Rekonstruktion
einer neolithischen Population**

INAUGURAL-DISSERTATION
zur Erlangung des Doktorgrades
der Medizinischen Fakultät der
Georg-August-Universität zu Göttingen

vorgelegt von

Konstantin Schütz

aus

Kemerowo (Russland)

Göttingen 2022

Dekan:	Prof. Dr. med. W. Brück
Referent:	Prof. Dr. med. Dr. phil. nat. M. Schultz
Ko-Referent/in:	Prof. Dr. med. G. Lewinski
Promotor:	Prof. Dr. med. R. Dressel
Datum der mündlichen Prüfung:	21.11.2023

Hiermit erkläre ich, die Dissertation mit dem Titel „Ursachen und Häufigkeit der Arthrose und Enthesopathien an den Unterextremitäten der neolithischen Population aus Erwitte-Schmerlecke (Soest, Grab II) – Ein Beitrag zur Rekonstruktion einer neolithischen Population“ eigenständig angefertigt und keine anderen als die von mir angegebenen Quellen und Hilfsmittel verwendet zu haben.

Göttingen, den

(Unterschrift)

Inhaltsverzeichnis

Abkürzungsverzeichnis.....	IV
1. Einleitung.....	1
1.1 Fragestellung und Zielsetzung	2
2. Material und Methoden.....	3
2.1 Makroskopische Untersuchungen	3
2.2 Vermessung der Knochen und Körperhöhenrekonstruktion.....	4
2.3 Geschlechtsbestimmung/Geschlechtsschätzung	7
2.4 Altersbestimmung/Altersschätzung	10
2.5 Untersuchung auf arthrotische Veränderungen.....	11
2.6 Untersuchungen der enthesopathischen Veränderungen	13
2.7 Morphologische Veränderungen am Femurkopf und Femurhals im Sinne epigenetischer Merkmale („non-metric traits“)	14
2.8 Foto- und Röntgenaufnahmen.....	14
2.9 Mikroskopische Untersuchungen.....	15
3. Ergebnisse der Untersuchung an den unteren Extremitäten	16
3.1 Untersuchungen am <i>Os coxae</i>	17
3.1.1 Arthrotische Veränderungen des <i>Acetabulum</i>	20
3.1.2 Enthesopathische Veränderungen am <i>Os ilium</i>	21
3.1.3 Enthesopathische Veränderungen am <i>Os ischii</i>	31
3.1.4 Enthesopathische Veränderungen am <i>Os pubis</i>	33
3.1.5 Enthesopathische Veränderungen am <i>Foramen obturatum</i> und <i>Rami inferiores ossis pubis et Corpus ossis ischii</i>	35
3.1.6 Veränderungen am <i>Os coxae</i> aufgeschlüsselt nach Geschlecht.....	37
3.1.7 Enthesopathische Veränderungen am <i>Os coxae</i> aufgeschlüsselt nach Altersgruppen	38
3.1.8 Mikroskopische Untersuchungen am <i>Os coxae</i>	39
3.2 Untersuchungen am <i>Os femoris</i>	51

3.2.1 Untersuchungen der Gelenke und gelenknaher Strukturen am <i>Os femoris</i>	51
3.2.2 Enthesopathische Veränderungen im proximalen Abschnitt des <i>Os femoris</i>	58
3.2.3 Enthesopathische Veränderungen im mittleren Abschnitt des <i>Os femoris</i>	61
3.2.4 Enthesopathische Veränderungen im distalen Abschnitt des <i>Os femoris</i>	64
3.2.5 Weitere Untersuchungen der Morphologie am <i>Os femoris</i>	66
3.2.6 Veränderungen am rechten <i>Os femoris</i> aufgeschlüsselt nach Geschlecht.....	69
3.2.7 Mikroskopische und röntgenologische Untersuchungen am <i>Os femoris</i>	79
3.3 Untersuchungen an der <i>Patella</i>	84
3.4 Untersuchungen an der <i>Tibia</i>	85
3.4.1 Untersuchungen der Gelenke an der <i>Tibia</i>	85
3.4.2 Enthesopathische Veränderungen an der <i>Tibia</i>	89
3.4.3 Weitere morphologische Untersuchungen an der <i>Tibia</i>	93
3.4.5 Mikroskopische und röntgenologische Untersuchungen an der <i>Tibia</i>	98
3.5 Makroskopische Untersuchungen an der <i>Fibula</i>	103
3.5.1 Mikroskopische und röntgenologische Untersuchungen an der <i>Fibula</i>	106
3.6 Makroskopische Untersuchungen am <i>Calcaneus</i>	113
3.6.1 Mikroskopische und röntgenologische Untersuchungen am <i>Calcaneus</i>	116
3.7 Vermessung des <i>Os metatarsale hallucis</i>	119
4. Diskussion.....	121
4.1 Körperstatur.....	121
4.2 Alter und Geschlecht.....	123
4.3 Soziale Strukturen	126
4.4 Allgemeine Veränderungen der Knochenmorphologie	126
4.5 Arthrotische Veränderungen	127
4.6 Enthesopathische Veränderungen	130
4.7 Veränderungen durch Reiten an der Knochen- und Gelenkmorphologie.....	134
4.8 Weitere unspezifische Stressmarker	136
4.9 Pseudopathologische Befunde	137

5. Zusammenfassung	140
6. Anhang.....	142
7. Literaturverzeichnis	167

Abkürzungsverzeichnis

CC-Winkel	Collum-Corpus-Winkel
DF	Durchmesser der Femurköpfe
DPP	Durchmesser des proximalen Gelenks
erw	erwachsen
fa	frühadult
Fdn	Fundnummer
fm	frühmatur
KG	Körpergewicht
KH	Körperhöhe
lat	lateral
Lig.	<i>Ligamentum</i> (lat. Band)
Ligg.	<i>Ligamenta</i> (lat. Bänder)
M.	<i>Musculus</i> (lat. Muskel)
m	männliches Individuum
Max.	Maximal
Min.	Minimal
med	medial
MLD	mediolaterale Durchmesser des distalen Gelenks
Mm.	<i>Musculi</i> (lat. Muskeln)
MTL	Länge des <i>Os metatarsale I</i>
m = w	Individuum, das keinem Geschlecht zugeordnet werden kann
m > w	wahrscheinlich männliches Individuum
Proc.	<i>Processus</i> (lat. Fortsatz)
Procc.	<i>Processus</i> (lat. Fortsätze)

sa	spätadult
sen	senil
sm	spät matur
T-BWZ	Teil-Bewertungszahl
w	weibliches Individuum
w > m	wahrscheinlich weibliches Individuum
Z	Mittelwert

1. Einleitung

Die biologische Rekonstruktion prähistorischer Populationen erlaubt Einblicke in die Lebensweise der Menschen vergangener Zeiten. Die damit verbundenen Kenntnisse können auch für unsere heutige Gesellschaft aufschlussreich sein. Bei den Menschen alter Kulturen, bei denen noch keine Schriftsprache entwickelt war, ist es besonders schwierig Aufschluss über damalige Lebensbedingungen zu erhalten. Mit den Methoden und Techniken der Paläopathologie, die verschiedene Fachgebiete, wie beispielsweise Anthropologie, Archäologie und Medizin in sich vereint, lassen sich aber Befunde erheben, die uns verlässlich über die damaligen Lebensbedingungen berichten. Im Vordergrund einer paläopathologischen Untersuchung steht die Analyse von Knochen und Zähnen, an denen die Spuren pathologischer und taphonomischer Prozesse abgelesen werden können, die im Laufe des Lebens eines Individuums oder unter Umständen auch nach seinem Tod entstanden sind. Bei einer anschließenden Auswertung gilt es, die medizinisch-naturwissenschaftlichen Ergebnisse in einen Kontext mit den archäologischen Befunden zu setzen, so dass auf die Lebensbedingungen des untersuchten Individuums bzw. der ganzen Population geschlossen werden kann (Ortner 2003).

Bei einer paläopathologischen Analyse kommt der Untersuchung der Knochen eine zentrale Rolle zu. Denn stetige physische Belastung und immer wiederkehrende Bewegungsabläufe hinterlassen entsprechende Veränderungen im Bereich der Ursprungs- und Ansatzpunkte der Muskeln (Enthesen), die bei pathologischer Veränderung als Enthesopathien bezeichnet werden. Auch im Bereich der Gelenke hinterlässt ein über die Norm einwirkender physischer Stress entsprechende Spuren am Knochen, die Hinweise auf mögliche Fehlbelastungen, Überbelastung und degenerative Prozesse geben. Aber auch zahlreiche andere Vorgänge wie entzündliche Erkrankungen, Mangelernährung und degenerative Veränderungen im Rahmen des Alterns hinterlassen zusätzliche Spuren auf bzw. an dem Knochen und stellen damit wertvolle Indizien zur Bewertung der Lebensweise, Todesursache und über berufliche Tätigkeiten dar (Grauer 2018).

Die in dieser Arbeit untersuchten Skelettfunde entstammen dem Grab II der neolithischen Galeriegräber von Erwitte-Schmerlecke. Bei diesen Gräbern handelt es sich um Kollektivgräber; d.h. in diesen Gräbern liegen keine vollständigen Skelete, sondern nur Einzelknochen vor. Deshalb fanden nur bestimmte Knochen - und hier vorwiegend Röhrenknochen - Berücksichtigung. Dabei wurde sich aus Gründen der Knochenerhaltung auf folgende Knochentypen der unteren Extremitäten beschränkt: *Os coxae*, *Os femoris*, *Patella*, *Tibia*,

Fibula, *Calcaneus* und *Os metatarsale hallucis*. Die Untersuchungen umfassen das Auftreten enthesopathischer Veränderungen, die durch Bänder und Sehnen verursacht wurden, Verschleißspuren im Sinne einer Arthrose sowie weitere Stressmarker, die sich über das Periost an der Knochenoberfläche manifestiert hatten. Dabei erhob sich die Frage nach alters- und geschlechtsspezifischen Veränderungen, die möglicherweise Aufschluss über Sexualdimorphismus im Rahmen von beruflichen oder körperlichen Tätigkeiten geben. Grundsätzlich galt es aber herauszufinden, ob Indizien für bestimmte Bewegungsmuster vorliegen, die Informationen über die Lebensweise und den Nahrungserwerb zulassen. Bisher erfolgte nur eine kurze Durchsicht der *Ossa femora* dieser Population im Rahmen einer vorläufigen Untersuchung durch S. Klingner und M. Schultz (Klingner und Schultz 2017). Ansonsten liegen keine weiteren Ergebnisse einer Begutachtung der restlichen Knochenfunde vor. Zur Interpretation der Auswertung wurden zusätzlich die archäologischen Ergebnisse über die Grabfunde, insbesondere der Tierknochenfunde herangezogen.

1.1 Fragestellung und Zielsetzung

Welchen Tätigkeiten sind die untersuchten Individuen aus dem Grab II von Schmerlecke nachgegangen und wie lässt sich das anhand der Knochenfunde rekonstruieren? Es soll geklärt werden, ob die entsprechende Population mittels Ackerbaues, Jagd, Viehhaltung oder in einer Mischung aus allen diesen Tätigkeiten ihre Nahrung beschafft haben. Haben die Individuen Pferde zur Fortbewegung genutzt und sind entsprechende Belastungsspuren an den Knochen der Unterextremität feststellbar? Weiterhin wird in dieser Arbeit der Frage nachgegangen, inwieweit sich die neolithische, vor 5.000 Jahren lebende Population aus Schmerlecke in Hinsicht auf die physische Belastung der Unterextremität von heutigen Populationen unterscheidet, welche krankhaften Veränderungen damals im Vergleich zu heutigen Populationen eine wesentliche Rolle spielten, welche Ursachen damals im Vergleich zu heute zu einer Häufung bestimmter Erkrankungen führte (z.B. Kniegelenkerkrankungen) und welche Faktoren damals am ehesten bei degenerativen Gelenkerkrankungen protektiv wirkten. Gab es zudem hinsichtlich der beschriebenen Faktoren einen Geschlechtsdimorphismus?

Ziel der paläopathologischen Untersuchung an den menschlichen Skelettfunden von Erwitte-Schmerlecke ist es, einen Überblick über die Lebensweise sowie über die gesellschaftlichen Strukturen der bestatteten Population trotz oder gerade wegen der fehlenden schriftlichen

Überlieferungen zu gewinnen. Die Arbeit soll damit einen Beitrag zum besseren Verständnis der neolithischen Kulturen und deren Entwicklung beitragen.

2. Material und Methoden

Die Knochen des zu untersuchenden Kollektivs stammten aus dem Grab II der Galeriegräber von Schmerlecke. Diese Gräber liegen in der Soester Börde im Kreis Soest im Norden des Bundeslandes Nordrhein-Westfalen und gehören zur hessisch-westfälischen Megalithik (Schierhold und Reuther 2014). Das Kollektiv wird zur Wartbergkultur gezählt, also einer archäologischen Kultur des Neolithikums. Die Gräber wurden über einen Zeitraum zwischen 3500 bis etwa 2800 v. Chr. genutzt. Insgesamt bestehen die Galeriegräber von Schmerlecke aus drei Gräbern. Das erste wurde bereits 1880 entdeckt und zerstört. Das zweite wurde 1953 und das dritte erst im 21. Jahrhundert, genauer im Jahr 2007, entdeckt. Im Gegensatz zu dem Grab III sind die untersuchten Knochen aus dem Grab II deutlich besser erhalten und weisen deutlich weniger Spuren von Beeinträchtigungen, vor allem durch Landwirtschaft, auf (Schierhold et al. 2015).

Das nach Ost-West ausgerichtete Grab II ist etwa 20m lang und zwischen zwei und drei Meter breit. Als Fundament und zum Bau der Kammer wurden tonnenschwere Kalkplatten von mehreren Metern Höhe genutzt, die unter anderem für den guten Erhalt der Knochen gesorgt hatten (Klingner und Schultz 2017). Die Kammer war bis auf die östliche Seite, die aus einer Trockenmauer aus kleineren Kalksteinen bestand, von den Kalksteinplatten umgeben (Schierhold et al. 2015).

Neben den Knochen wurden in den Gräbern Schmuck aus Kupfer, Pfeilspitzen, Steinklingen und -äxte sowie Meißeln aus Knochen gefunden. Zusätzlich wurden zahlreiche Faunafunde im Grab II registriert, die meisten davon, knapp über 800 an der Zahl, konnten als Anhänger aus Tierzähnen eingeordnet werden. In den weiteren Untersuchungen zeigte sich, dass die meisten Zähne dieser Anhänger wohl den eigenen Hunden angehörten und damit deutlich häufiger anzutreffen waren als Zähne von anderen Tieren wie zum Beispiel Füchsen oder Mardern (Meyer und Schierhold 2015).

2.1 Makroskopische Untersuchungen

Gegebenenfalls wurden die Knochen von grobem Dreck mit einer weichen Bürste befreit (Schultz 1988a). Dabei wurde der Knochen zunächst mit bloßem Auge betrachtet und die jeweiligen Veränderungen notiert. Anschließend wurden ausgewählte Stellen

lupenmikroskopisch (acht- bis zehnfache Vergrößerung) genauer untersucht. In besonderen Fällen wurde die Untersuchung mit einem Lupenmikroskop mit bis zu 50-facher Vergrößerung fortgeführt. Die Knochen wurden außerdem vermessen. Zum Vermessen kamen neben einem Maßband und Messbrett ebenfalls ein anthropologischer Gleitzirkel (Messschieber) (Abbildung 2), vor allem bei Messungen von Tiefen bzw. Höhlen, sowie ein Gerät zum Messen der Stärke von Leisten und Lippen (Abbildung 1) und ein Winkelmesser zum Messen des Collum-Corpus-Winkels am Oberschenkelknochen zum Einsatz. Die gesammelten Daten wurden dann in Excel-Tabellen zusammengetragen. Für jeden Knochen wurde eine entsprechende Excel-Tabelle erstellt. Die statistische Auswertung der Daten und die Erstellung von Tabellen und Graphen erfolgten ebenfalls mit dem Programm Excel.

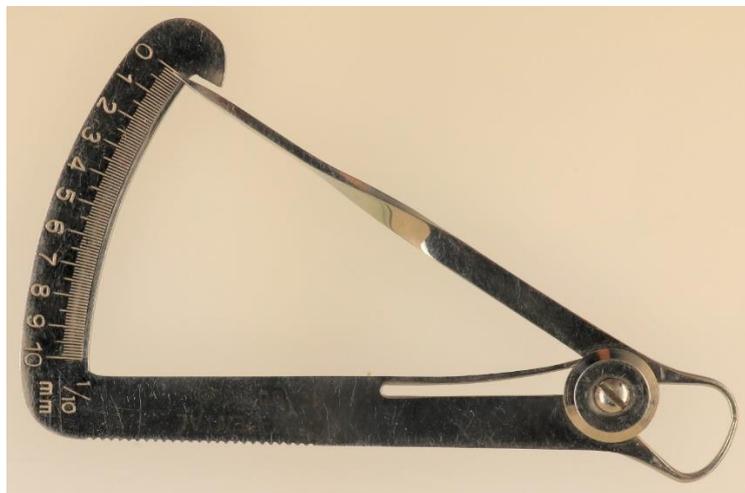


Abbildung 1: Gerät zur Messung von Knochenleisten.



Abbildung 2: Anthropologischer Gleitzirkel. Werkzeug zum Messen von Dicken und Längen.

2.2 Vermessung der Knochen und Körperhöhenrekonstruktion

Abhängig vom Knochen wurden unterschiedliche Messmethoden angewandt. Die Erfassung der Knochenlänge der erwachsenen Röhrenknochen erfolgte nach Martin (1914) mit Hilfe eines Messschiebers. Bei den kindlichen Röhrenknochen wurde die Diaphysenlänge

bestimmt. Bei den *Ossa femora* erfolgte zusätzlich die Erfassung des transversalen sowie sagittalen Durchmessers und die Messung des Umfangs in der Schaftmitte sowie im oberen Diaphysenbereich unterhalb des *Trochanter minor*. Daraus wurde anschließend der *Index pilastricus* (Index des Querschnittes aus der Schaftmitte), der *Index platymericus* (Index des Querschnittes im proximalen Abschnitt des Schaftes) und der Robustizitätsindex berechnet (Martin 1914):

$$\text{Index pilastricus} = \frac{\text{Sagittaler Durchmesser der Schaftmitte} \times 100}{\text{Transversaler Durchmesser der Schaftmitte}}$$

$$\text{Index platymericus} = \frac{\text{Sagittaler Durchmesser proximal} \times 100}{\text{Transversaler Durchmesser proximal}}$$

$$\text{Robustizitätsindex} = \frac{\text{Sagittaler} + \text{transversaler Durchmesser der Schaftmitte} \times 100}{\text{Länge des gesamten Femur}}$$

Am *Os coxae* wurde die Darmbeinbreite und -höhe, Schambeinlänge, Sitzbeinhöhe, Länge und Breite des *Foramen obturatum* sowie die Breite und die Länge des *Acetabulum* gemessen. Die Höhe bzw. die Länge des Darmbeins, des Schambeins und des Sitzbeins erfolgte jeweils von der Mitte des Gelenks bis zum am weitesten entfernten Punkt des jeweiligen Knochenabschnitts. Die Darmbeinbreite wurde von der *Spina iliaca anterior superior* bis zur *Spina iliaca posterior inferior* gemessen (Martin 1914).

Die Körperhöhenrekonstruktion erfolgte anhand der Röhrenknochen. In erster Linie wurden dafür die *Ossa femora* und die *Tibiae* genutzt. Da in vielen Fällen über die Morphologie der *Ossa femora* eine relativ verlässliche Zuordnung des Geschlechts erfolgen konnte, wurde für die Körperhöhenberechnung die Formel nach Trotter und Gleser (1952) genutzt.

$$KH (\text{Mann}) = 61,41 + 2,38 * \text{Femurlänge} \pm 3,27\text{cm}$$

$$KH (\text{Frau}) = 54,10 + 2,57 * \text{Femurlänge} \pm 3,27\text{cm}$$

Die Zuordnung der *Tibiae* zu einem Geschlecht gestaltet sich dagegen deutlich schwieriger bis unmöglich, so dass eine Formel verwendet wurde, die geschlechtsunabhängig angewendet wird. Dazu eignet sich die Formel nach Sjøvold (1990).

$$KH = 3,29 * Tibialänge + 47,34 \pm 4,15cm$$

Mit Hilfe des Durchmessers der Femurköpfe (DF) konnte außerdem anhand der Formel für Knochen ohne Geschlechtszuordnung nach Grine et al. (1995) und für Knochen, bei denen eine Geschlechtszuordnung erfolgen konnte nach Ruff et al. (1991) das Körpergewicht (KG) der Individuen geschätzt werden.

$$KG (m = w) = 2,268 * DF - 36,5$$

$$KG (Mann) = 2,741 * DF - 54,9$$

$$KG (Frau) = 2,426 * DF - 35,1$$

Zur Sicherung und Unterstützung der Körperhöhenberechnung und des Körpergewichtes anhand der *Tibia* und des *Os femoris* wurde außerdem die Länge des *Os metatarsale I* (MTL), der dorsoplantare Durchmesser des proximalen Gelenks (DPP) sowie der mediolaterale Durchmesser des distalen Gelenks (MLD) gemessen (Abbildung 3). Dabei wurde mit dem DPP der größtmögliche Durchmesser der proximalen Gelenkfacette (*Basis ossis metatarsalis*) gemessen, wobei der Gleitzirkel möglichst parallel zur Diaphyse ausgerichtet wurde. Mit der MLD wurde der größtmögliche Durchmesser des *Caput ossis metatarsalis* im mediolateralen Ausrichtung auf der plantaren Seite des *Os metatarsale I* gemessen (De Groote und Humphrey 2011).

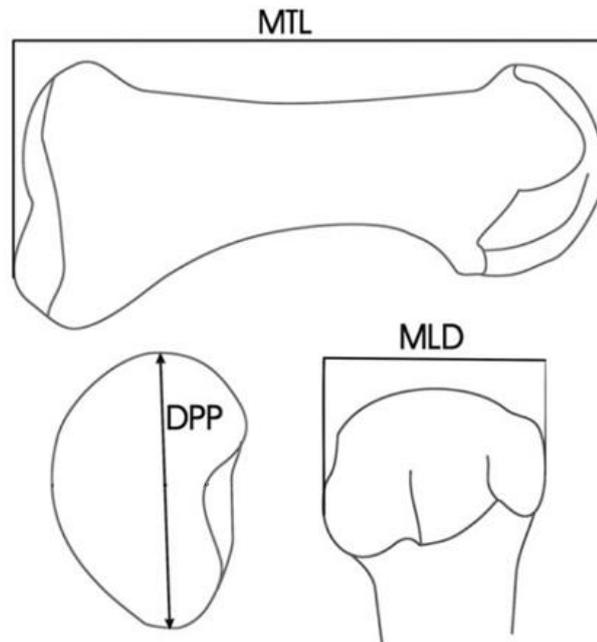


Abbildung 3: Messpunkte des *Os metatarsale I*. Gemessene Größen am *Os metatarsale I* aus De Groot und Humphrey (2011). Abbildung wurde nachträglich angepasst. Die Verwendung erfolgt mit freundlicher Genehmigung von John Wiley & Sons.

Die Formeln zur Schätzung der Femurlänge, des Durchmessers des Femurkopfes (DF1, DF2) und des Körpergewichtes (KG1, KG2) lauten folgendermaßen:

$$\text{Femurlänge} = 167,807 + 4,356 * \text{MTL}$$

$$\text{DF1} = 1,652 * \text{DPP} - 1,981$$

$$\text{DF2} = (3,553 * \text{DPP}) + (0,424 * \text{MLD}) - 2,578$$

$$\text{KG1} = 3,553 * \text{DPP} - 37,167$$

$$\text{KG2} = (2,900 * \text{DPP}) + (0,911 * \text{MLD}) - 38,450$$

2.3 Geschlechtsbestimmung/Geschlechtsschätzung

Die Geschlechtsbestimmungen der Population von Schmerlecke erfolgte bei den *Ossa femora* in Zusammenarbeit mit Dr. Susan Klingler und wurde bereits zum Teil nach der

Ausgrabung durchgeführt und im späteren Verlauf erneut validiert (Klingner und Schultz 2017). Sofern eine eindeutige Geschlechtsbestimmung erfolgen konnte, wurde der Knochen mit „m“ für eindeutig männlich oder mit „w“ für eindeutig weiblich gekennzeichnet. Für wahrscheinlich männliche wurde die Bezeichnung „m > w“ und für wahrscheinlich weibliche Individuen „w > m“ verwendet. Bei noch weniger eindeutigen Merkmalen wurde die Bezeichnung wohl männlich „m ≥ w“ bzw. wohl weiblich „w ≥ m“ verwendet. Bei nicht eindeutigem Geschlecht wurde der Knochen mit „m = w“ versehen.

Zur Geschlechtsbestimmung der *Ossa coxae* wurden die Merkmale nach Ascádi u. Nemeskéri (1970) und Ferembach et al. (1979) herangezogen. Diese sind in der Tabelle 1 zusammengestellt. Je mehr Merkmale ein Knochen aufwies, umso deutlicher konnte dieser einem Geschlecht zugeordnet werden. Grundsätzlich gilt, dass wenn ein Skelet komplett vorliegt, besteht die Möglichkeit des Geschlechtes dieses Individuums zu bestimmen bei 85-95%. Entsprechend gering ist die Sicherheit einer Geschlechtsbestimmung. Deshalb handelt es sich hier um eine Schätzung.

Tabelle 1: Geschlechtsmerkmale am *Os coxae*. Einteilungen der Merkmale am *Os coxae* nach Geschlechtern nach Ascádi u. Nemeskéri (1970) und Ferembach et al. (1979).

Merkmal	Gewicht w	hyperfeminum -2	feminum -1	indifferent 0	maskulin +1	hypermaskulin +2
Sulcus praeauricularis	3	tief, gut abgegrenzt	flacher, weniger gut abgegrenzt	angedeutet	nur spurenhafte vorhanden	fehlend
Incisura ischiadica major	3	sehr offen, V-förmig	offen, V-förmig	Übergangsform	U-förmig	eng, sehr U-förmig
Angulus subpubicus	2	100° oder mehr	90°-100°	60°-90°	45°-60°	weniger als 45°
Os coxae	2	niedrig, breit mit ausladenden Alae ossis ili und geringem Muskelrelief	geringere Ausprägung der weiblichen Merkmale	Übergangsform	geringere Ausprägung der männlichen Merkmale	hoch, eng, mit kräftigem Muskelrelief
Arc composé	2	doppelte Kurve		einfache Kurve		
Foramen obturatum	2	dreieckig mit spitzen Rändern	dreieckig	Form nicht klassifizierbar	oval	oval mit abgerundetem Rand
Corpus ossis ischii	2	sehr schmal mit wenig ausgeprägtem Tuber ischiadicum	schmal	mittel	breit	sehr breit mit stark ausgeprägtem Tuber ischiadicum
Crista iliaca	1	sehr flach S-förmig	flach S-förmig	Mittel	deutlich S-förmig	betont S-förmig
Fossa iliaca	1	sehr niedrig, breit	niedrig, breit	mittelhoch, mittelbreit	hoch, schmal	sehr hoch, schmal
Pelvis major	1	sehr breit	breit	mittel	schmal	sehr schmal
Pelvis minor	1	sehr breit, oval	breit, oval	mittelbreit, kreisförmig	eng, herzförmig	sehr eng, herzförmig

2.4 Altersbestimmung/Altersschätzung

Die Einteilung in die Altersklassen erfolgte nach dem folgenden Schema:

Tabelle 2: Altersklassengruppen. Einteilung der Altersklassen (vgl. Szilvássy 1988).

	Alterseinteilung
Infans I	vom Neugeborenen bis zum Ende des 6. Lebensjahres
Infans II	vom Beginn des 7. bis zum Ende des 13. Lebensjahres
Iuvenis	vom Beginn des 14. bis zum Ende des 20. Lebensjahres
Frühadult	vom Beginn des 21. Bis zum Ende des 30. Lebensjahres
Spätadult	vom Beginn des 31. bis zum Ende des 40. Lebensjahres
Frühmatur	vom Beginn des 41. bis zum Ende des 50. Lebensjahres
Spät matur	vom Beginn des 51. bis zum Ende des 60. Lebensjahres
Senil	ab dem 61. Lebensjahr

Die Altersbestimmung der *Ossa femora* wurde bereits durch Dr. Susan Klingner bei der Ausgrabung durchgeführt und später im Knochenlabor evaluiert (Klingner und Schultz 2017). Die Altersbestimmung der *Ossa coxae* erfolgte anhand eines Zusammenspiels mehrerer Merkmale. Zum einen wurden die *Tuberositas iliaca* nach Lovejoy et al. (1985) sowie das *Os pubis* nach Todd (1920) beurteilt. Zum anderen wurde die Gelenkpfanne nach Rougé-Maillart et al. (2004) untersucht, um die Altersbestimmungen zu präzisieren. Die Altersbestimmung der kindlichen *Tibiae* erfolgte anhand deren Länge und dem Abgleich mit einer Vergleichspopulation einer altslawischen Skeletserie aus dem siebten bis neunten Jahrhundert (Stloukal und Hanáková 1978). Die *Tibiae* wurden vermessen und anhand der Vergleichstabelle der Skeletserie dem entsprechenden Alter zugeordnet.

Bei der Altersbestimmung kommt es häufiger vor, dass eine Zuordnung zu einer bestimmten Altersgruppe nicht erfolgen konnte. Sofern ein Knochen zwei verschiedenen Gruppen zugeordnet wurde, wurde jeweils 50% der einen und 50% der anderen Gruppe zugerechnet. Am Beispiel eines Beckenknochens erörtert, der zwischen Frühmatur und Spät matur eingeordnet wurde, berechnete man 0,5 in die frühmature Altersgruppe und 0,5 in die spätmature Altersgruppe.

Die Altersschätzung an einem Einzelknochen ist noch deutlich schwieriger als eine Geschlechtsschätzung. Aus diesem Grunde können keine direkten Jahreszahlen angegeben werden, sondern nur Altersgruppen (z.B. „matur“, „adult“ usw.).

2.5 Untersuchung auf arthrotische Veränderungen

Für die Beurteilung der Gelenkflächen wurde der Grad der arthrotischen Gelenkveränderungen nach Schultz (1988b) vorgenommen:

Tabelle 3: Einteilung des Arthrosegrades. Beurteilung des Schweregrades arthrotischer Veränderungen nach Schultz (1988b).

	Veränderungen der Gelenkfläche	Veränderungen des GelenkranDES
Grad 0	Glatt	Linienförmig geschlossen
Grad I	Glatt, aber an einigen Stellen leicht gebuckelt	Linienförmig nicht geschlossen, an mehreren Stellen feine Rillen oder leicht verdickt
Grad II	Stärker gebuckelte Oberfläche, feine, nadelspitzgroße, dicht beieinanderliegende Lochdefekte, Corticalis intakt, feinkörnige Auflagerungen	Einige Randleistenbildung mit Breite < 3mm, einzelne kräftige Randzacken, Ränder von Pfannen ausgewalzt/abgeplattet, < 50% des Randes betroffen
Grad III	Wie Grad II aber > 50% der Gelenkoberfläche betroffen	Gleiche Veränderungen wie Grad II, aber > 50% des Randes betroffen
Grad IV	Abgeschliffene, eburnierte Areale, großporige Hohlräume mit teilweiser Bildung von Zysten/Gerollzysten, grobe höckerige Auflagerungen	Randleisten mit Breite > 3mm, Rand ausgewalzt bis auf die Höhe der Gelenkfläche, lippenförmige Abhebung der Gelenkkapsel, < 50% des Randes betroffen
Grad V	Wie Grad IV aber > 50% der Gelenkoberfläche betroffen	Gleiche Veränderungen wie Grad II, aber > 50% des Randes betroffen
Grad VI	Total zerstörtes Gelenk teilweise bis zur Unkenntlichkeit mit monströsen Knochenneubildungen oder Nekrosen	

Die typischen Veränderungen eingeteilt nach der Tabelle 3 sind schematisch an einer Gelenkpfanne in der Abbildung 4 und einem Gelenkkopf in der Abbildung 5 dargestellt.

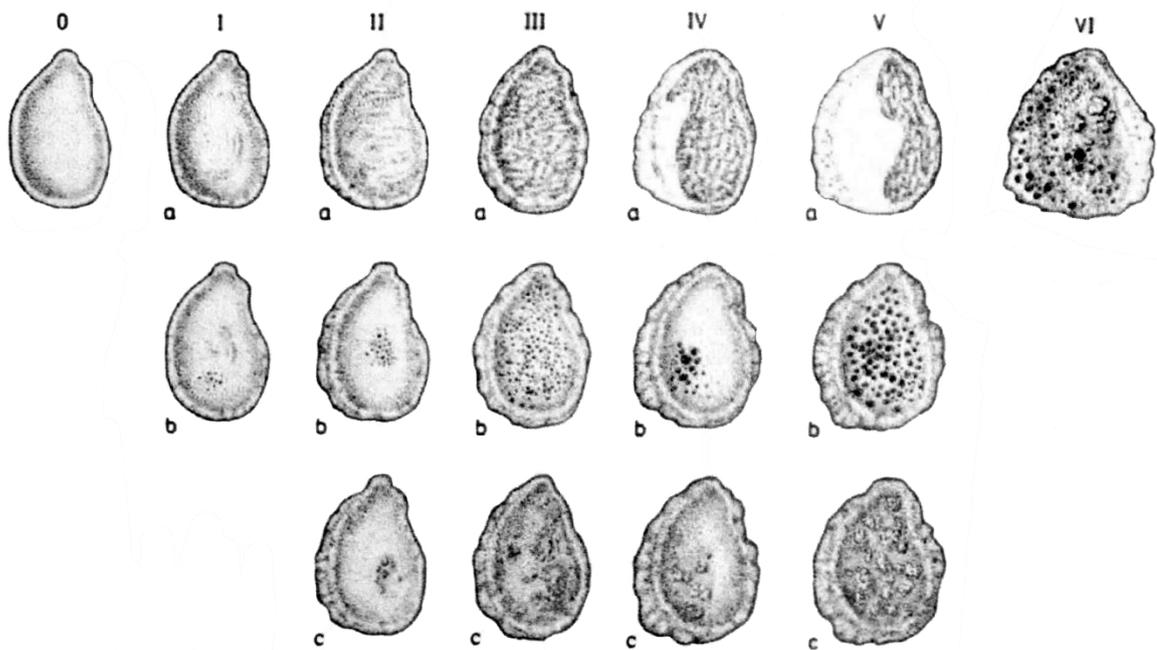


Abbildung 4: Schematische Darstellung von Arthrose einer Gelenkpfanne. In dieser Abbildung sind verschiedene morphologischen Veränderungen eines Gelenkes mit den Arthrostadien Grad I bis VI nach Schultz (1988b) sowie unterschiedliche Morphologie der Erscheinungsformen (a: eburnierte Veränderungen, b: poröse Veränderungen, c: Veränderungen mit Auflagerungen) dargestellt. Die Verwendung erfolgt mit freundlicher Genehmigung von Elsevier.

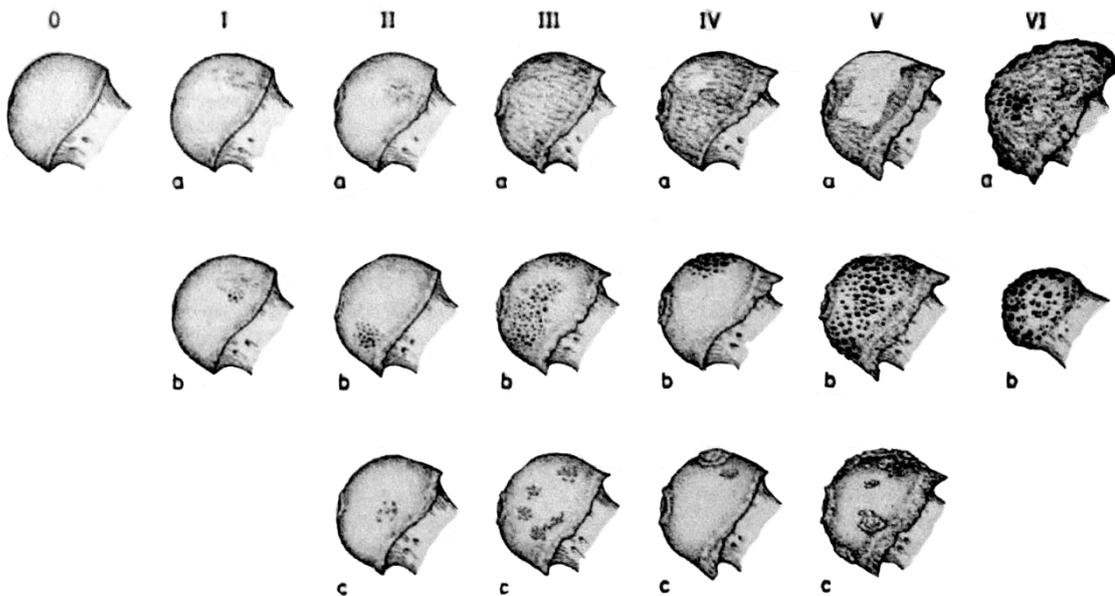


Abbildung 5: Schematische Darstellung von Arthrose eines Gelenkkopfes. In dieser Abbildung sind verschiedene morphologischen Veränderungen eines Gelenkes mit den Arthrostadien Grad I bis VI nach Schultz (1988b) sowie unterschiedliche Morphologie der Erscheinungsformen (a: eburnierte Veränderungen, b: poröse Veränderungen, c: Veränderungen mit Auflagerungen) dargestellt. Die Verwendung erfolgt mit freundlicher Genehmigung von Elsevier.

Zur Beurteilung eines Gelenkteiles wurde jeweils der Rand und die Fläche untersucht. Bei unterschiedlicher Bewertung des Randes und der Fläche, wurde der gesamte Gelenkteil mit dem schlechteren Grad der beiden bewertet und daraus entstand die Teil-Bewertungszahl (T-BWZ). Zum Beispiel wurde beim Untersuchen des *Caput femoris* für die Fläche Grad I

und für den Rand Grad II vergeben und der gesamte Gelenkteil des *Caput femoris* aus diesem Grund mit Grad II beurteilt.

2.6 Untersuchungen der enthesopathischen Veränderungen

Bei der Untersuchung auf enthesopathische Veränderungen wurde der Ursprungsbereich und Ansatzbereich von ausgewählten Muskeln sowie bestimmter Bandmarken begutachtet. Bereits zahlreiche Arbeiten haben sich an der Klassifikation der enthesopathischen Veränderungen versucht, jedoch ist keine der Methoden endgültig etabliert worden (Mariotti et al. 2004; Weiss 2007; Henderson et al. 2013). Für diese Befundung wurde deshalb eine eigene Gradeinteilung der Enthesopathien vorgenommen, um diese besser klassifizieren zu können:

Grad 0 = Glatte Muskelmarke, ohne unregelmäßige Ausziehungen, ohne einzelne *Spicula* oder nekrotische Areale

Grad I = kleine pathologische Veränderungen wie *Spicula* oder kleine Areale, die als Grube auffallen und kleiner als 1mm sind

Grad II = größere pathologische Veränderungen wie bei Grad I beschrieben, aber in einer Größe zwischen 1 und 2mm

Grad III = ähnlich wie in II, aber in einer Größe zwischen 2 und 3mm

Grad IV = ähnlich wie in III, aber in einer Größe zwischen 3 und 4mm

Grad V = ähnlich wie in IV, aber in einer Größe über 4mm

In einigen Fällen wurde diese Einteilung, aufgrund von zahlreichen anderen Veränderungen wie Randbildung, Aufwulstung bzw. Verdickung oder einfach einer fehlenden Möglichkeit diese adäquat messen zu können, verlassen. Als Beispiel ist hier der *Trochanter minor* aufzuführen, der neben den klassischen *Spicula* – wobei diese deutlich seltener als bei anderen Muskelansatzpunkten vorkamen – zusätzlich die Ausbildung einer Randleiste oder eine deutliche Verdickung aufzeigte. Auch die Ursprünge der *Mm. gastrocnemii laterales et mediales* gehören zu Bereichen, die gar keine *Spicula* aufwiesen, so dass eine Einteilung gewählt wurde, die zwischen „keine Veränderung“, einer „Aufwulstung“ bzw. „Verdickung“ und einer „Grube“ unterschied.

2.7 Morphologische Veränderungen am Femurkopf und Femurhals im Sinne epigenetischer Merkmale („non-metric traits“)

Bereits Ende des 19. Jahrhunderts und Anfang des 20. Jahrhunderts beschrieben französische und nordamerikanische Anthropologen morphologische Veränderungen, die als Poiriers Facette (Poiries 1911) und Allens Fossa (Allen 1884) benannt wurden. Später erfolgte noch eine weitere Klassifizierung (A, B, C) dieser Veränderungen durch M. Finnegan und M.A. Faust (1974) (Abbildung 6). Dabei entsprechen „A“ weiterhin der Fossa nach Allen und „B“ der Poiries Facette. Diese Einteilung wurde anschließend zur Untersuchung der vorliegenden Knochen angewandt:

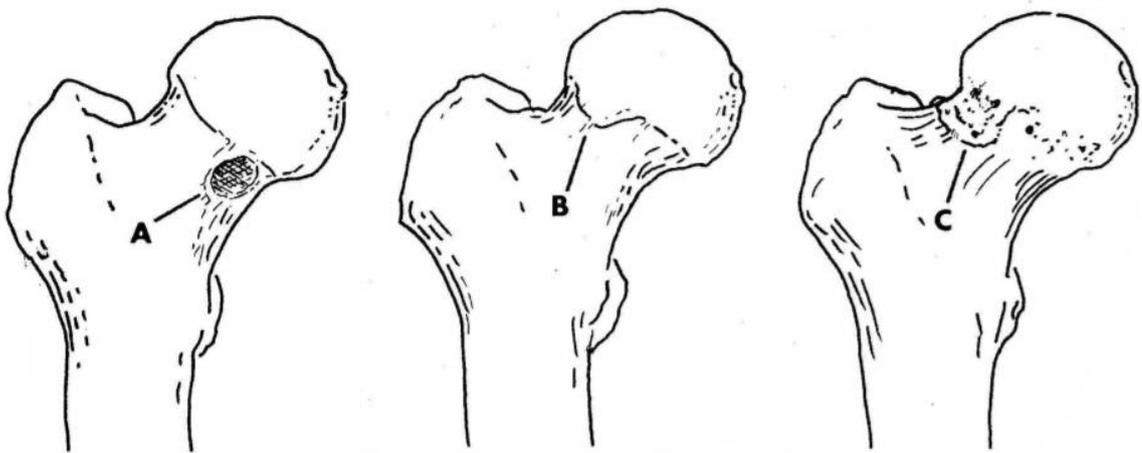


Abbildung 6: Schematische Veränderung am *Collum femorum*. Einteilung der Reaktionsbereiche (A, B, C) am *Collum femoris* nach Finnegan und Faust (1974).

Weiterhin soll erwähnt werden, dass die Autoren die Veränderungen A und C in verschiedene Klassifikationen eingeteilt haben. Von zahlreichen anderen Untersuchern wird dies weiterhin als Veränderungen nach Allen eingestuft (Belcastro et al. 2006; Sołtysiak 2010).

2.8 Foto- und Röntgenaufnahmen

Die fotografischen Aufnahmen in dieser Arbeit wurden mit Hilfe einer Digitalkamera (Canon EOS 700D) und dem Standardobjektiv EFS 18-55mm angefertigt. Mittels eines Vollschutzgerätes zum Röntgen (Hewlett Packard HP Faxitron) erfolgte die röntgengestützte Untersuchung einiger ausgewählter Knochen

2.9 Mikroskopische Untersuchungen

Zur genauen Untersuchung von ausgewählten Knochen und Spuren pathologischer Prozesse erfolgte zusätzlich die Anfertigung von Knochendünnschliffen mit der Stärke von 50µm bzw. 70µm mit dem Verfahren nach Schultz und Brandt (Schultz und Drommer 1983; Schultz 1988a). Der Vorteil der Schliffe ist, dass man nicht nur die Oberfläche, wie bei Auflichtmikroskopie, sondern auch die tieferen Schichten untersuchen und beurteilen kann.

Aufgrund der dreidimensionalen Struktur des Knochens sollten immer mehrere Schliffe von verschiedenen Ebenen einer Veränderung angefertigt werden. Dabei sollte der Knochen nicht einfach in hauchdünne Schnitte zersägt werden, da es aufgrund der brüchigen und trockenen Struktur des Knochens schnell zu Mikrofrakturen sowie Rissen kommt und dies wiederum die Diagnosestellung erschweren oder zu Fehldiagnosen führen kann. Daher wird zunächst ein größeres Fragment aus dem Knochen entnommen. Zur Plastination des Präparates wird ein Kunstharz – das Epoxidharz (Biodur®) – verwendet (von Hagens 1979). Zunächst muss die Probe aber, abhängig von ihrem Feuchtigkeitsgehalt, mittels einer aufsteigenden Alkoholreihe und Aceton dehydriert werden. Anschließend wird diese in das Intermedium Dichlormethan überführt und kann nach einer kurzen Ruhezeit (z.B. über Nacht) in das Kunstharz eingebettet werden. Der Prozess der Einbettung erfolgt in einem Exsikkator unter relativem Vakuum erzeugt durch eine motorische Öldruckpumpe. Der gesamte Schritt dauert zwischen sechs und acht Stunden. Der weitere Aushärtungsprozess erfolgt dann in einer angepassten Aluminiumform bei Raumtemperatur für etwa drei Wochen. Die ausgehärtete Probe wird dann mit Hilfe einer Diamanttrennscheibe in Form gesägt (Randbereich zur Probe etwa 5mm) sowie in der geplanten Untersuchungsebene getrennt, mit Schleifpapier geschliffen und anschließend mit einem Leder poliert. Auf einem Objektträger aufgesetzt und ausgehärtet wird die Probe etwa 800µm oberhalb des Objektträgers abgesägt und schließlich mit einer Schleifmaschine (Dr. Steeg & Reuter, Bad Homburg v.H.) und im Schlussprozess manuell auf eine Stärke von 50µm bzw. 70µm heruntergeschliffen sowie erneut poliert.

Die anschließende mikroskopische Untersuchung und fotografische Dokumentation der Dünnschliffpräparate erfolgte mittels eines Polarisationsmikroskops Leica DM-RXP.

3. Ergebnisse der Untersuchung an den unteren Extremitäten

Die Größe der bestatteten Population wurde anhand der *Ossa femora* ermittelt. Zum Zeitpunkt der Untersuchung lagen lediglich die Erwachsenen Oberschenkelknochen vor, so dass mindestens 160 erwachsene Individuen bestattet wurden. Die Untersuchung der nicht erwachsenen Oberschenkelknochen wurde durch Dr. Susan Klingner durchgeführt. Darunter befanden sich insgesamt 46 *Ossa femora* nicht erwachsenen Individuen (Klingner und Schultz 2019). Die Größe der Gesamtpopulation beträgt also mindestens 206 Individuen. Von den 160 erwachsenen Personen konnten 35 als männlich, 32 als wahrscheinlich männlich, zehn als wohl männlich, 22 als weiblich, 29 als wahrscheinlich weiblich, sieben als wohl weiblich, und 25 konnten keinem Geschlecht zugeordnet werden (Abbildung 7).

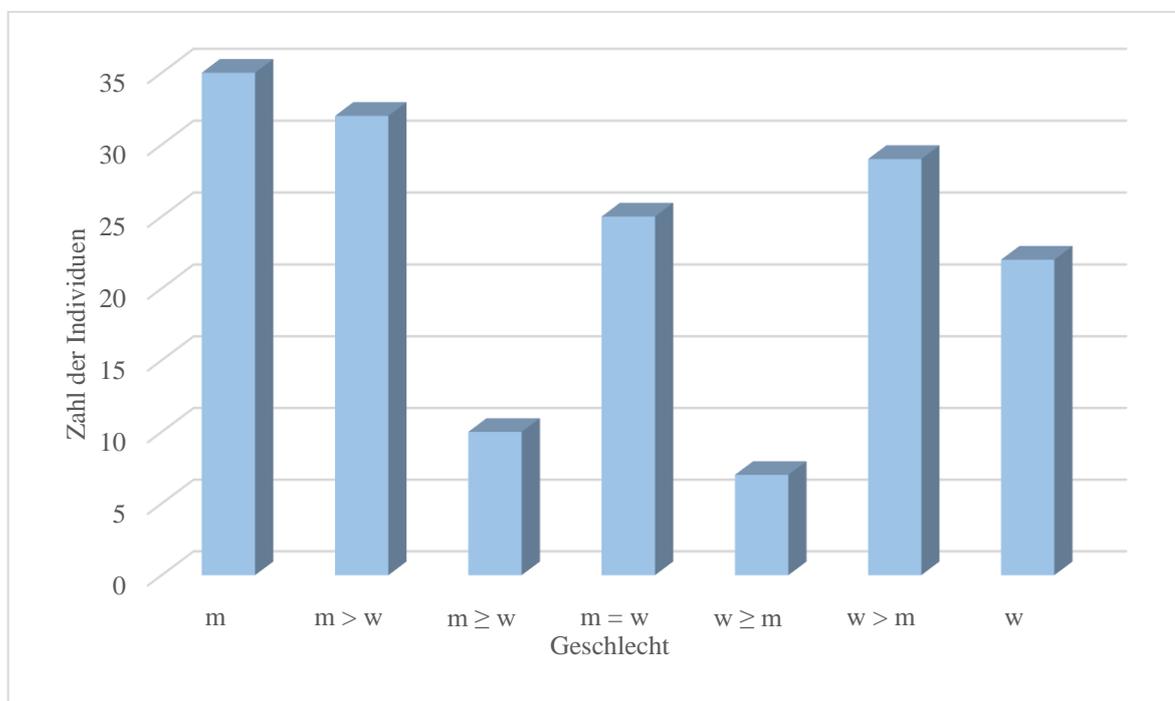


Abbildung 7: Geschlechtsverteilung der *Ossa femora*. Aufteilung der Gesamtpopulation anhand der erhaltenen *Ossa femora* nach dem Geschlecht (m, m > w, m ≥ w, m = w, w ≥ m, w > m, w).

Bei einem Teil der erwachsenen Individuen wurden zusätzlich Knochendünnschliffe angefertigt, um diese histologisch auf Alterungsmerkmale durch Dr. Susan Klingner zu untersuchen. Die Auswertung der makroskopischen und mikroskopischen Untersuchungen und die anschließende Einteilung in die jeweiligen Altersgruppen wurden in der folgenden Abbildung zusammengestellt (Abbildung 8). Zur besseren Übersichtlichkeit wurde die y-Achse logarithmisch skaliert. Bei den eindeutig männlichen Individuen konnten sechs als frühadult, sieben als spätadult, zwei als matur und 20 als erwachsen identifiziert werden. Von den

wahrscheinlich männlichen Individuen konnten fünf als frühadult, zwei als spätadult, zwei als matur und 23 als erwachsen eingestuft werden. Von den wohl männlichen Individuen sind zehn als erwachsen erkannt worden. Von den wohl weiblichen und wahrscheinlich weiblichen Individuen wurden jeweils eines als frühadult sowie sechs bzw. 28 Individuen als erwachsen eingestuft. Bei den weiblichen Individuen wurden sieben als frühadult, drei als spätadult, einer als matur und elf als erwachsen eingeordnet. Bei den Individuen, die keinem Geschlecht zugeordnet werden konnten, wurden zwölf als frühadult, einer als spätadult und zwölf als erwachsen identifiziert.

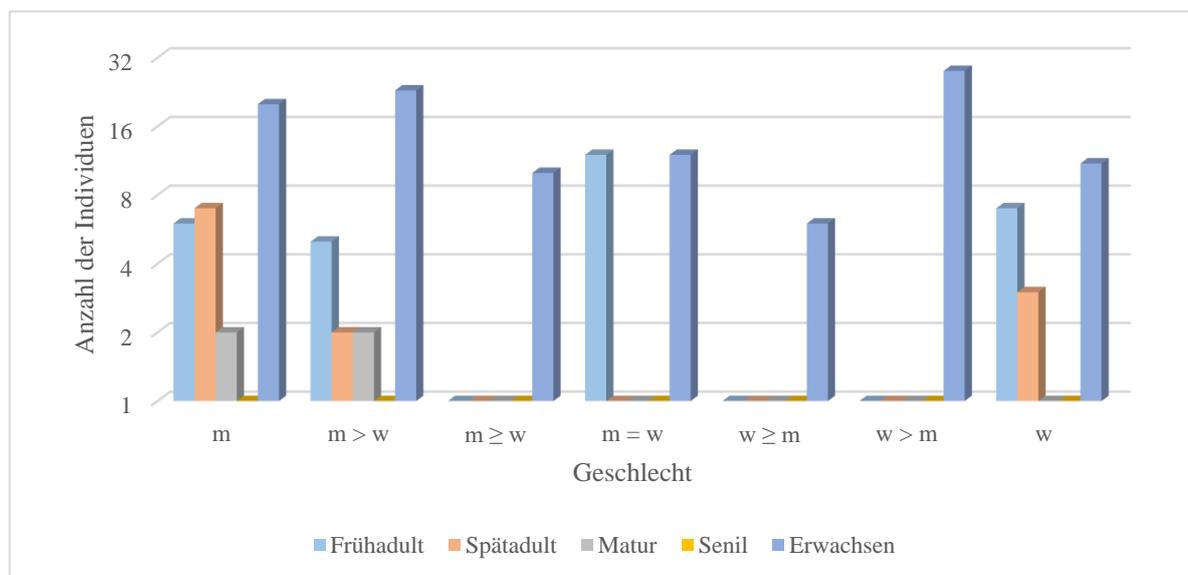


Abbildung 8: Geschlechts- und Altersverteilung der Ossa femora. Einteilung der untersuchten Ossa femora nach Alter (frühadult, spätadult, matur, senil, erwachsen) und Geschlecht (m, m > w, m ≥ w, m = w, w ≥ m, w > m, w).

3.1 Untersuchungen am *Os coxae*

Zur Beurteilung der *Ossa coxae* erfolgte neben der Vermessung der Beckenschaufel, des *Tuber ischiadicum* und des *Os pubis* eine Geschlechtsbestimmung. Obwohl die Gesamtzahl der Beckenknochen geringer und deren Erhalt gegenüber den *Ossa femora* deutlich schlechter war, dienten die Daten zur Überprüfung der Ergebnisse, die seitens der Oberschenkelknochen erhoben wurden. Insgesamt konnten 89 Individuen ermittelt werden - davon waren zwölf jünger als 18 Jahre. Von den 77 erwachsenen Individuen wurden acht als männlich, fünf als wahrscheinlich männlich, vier als wohl männlich, drei als wohl weiblich, sieben als wahrscheinlich weiblich und fünf als weiblich identifiziert, 45 konnten keinem Geschlecht zugeordnet werden. (Abbildung 9).

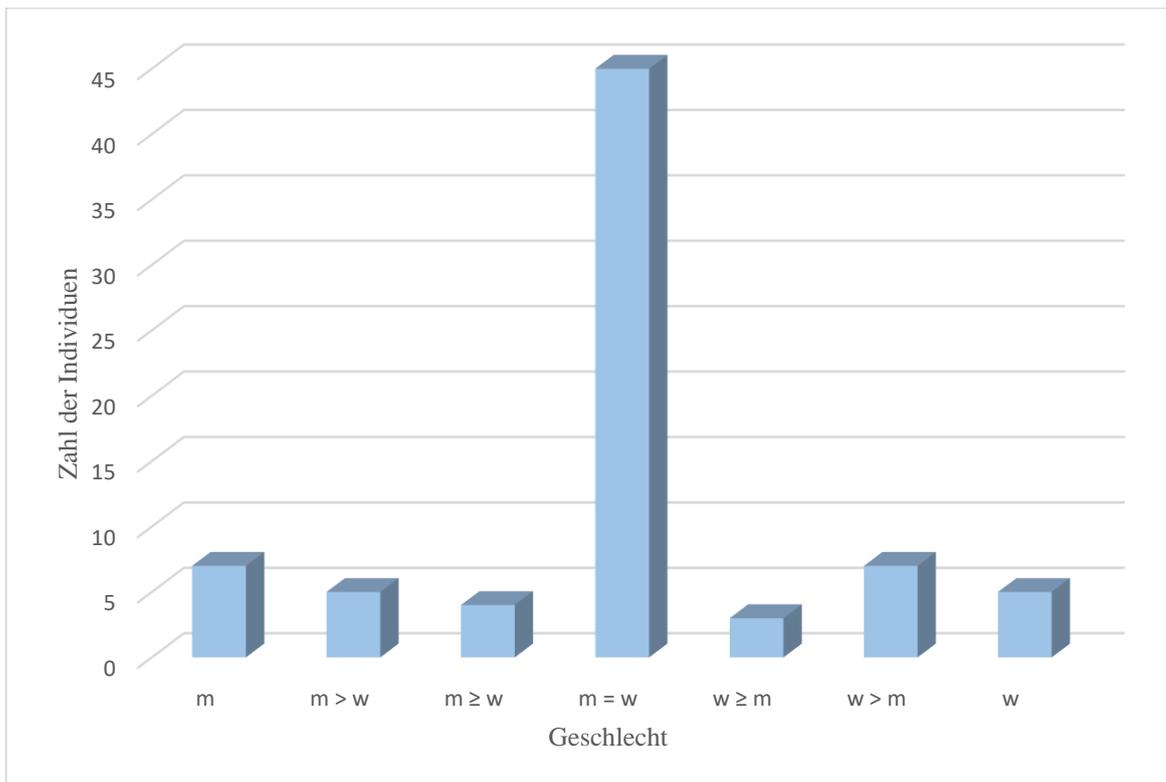


Abbildung 9: Geschlechtsverteilung der *Ossa coxae*. Aufteilung der Gesamtpopulation anhand der erhaltenen *Ossa coxae* nach Geschlecht (m, m > w, m ≥ w, m = w, w ≥ m, w > m, w).

Bei der Bestimmung des Sterbealters zeigte sich bei den erwachsenen *Ossa coxae* eine deutliche Häufung der früh- und spätadulten Individuen (Abbildung 10 und Abbildung 11). Von den vorliegenden Individuen wurden 14,5 als frühadult (1 männlich, 2,5 wahrscheinlich männlich, 1 wohl männlich, 1 wohl weiblich, 3 wahrscheinlich weiblich und 6 ohne Geschlechtszuordnung), 15,5 als spätadult (3 männlich, 1,5 wahrscheinlich männlich, 2 wohl männlich, 1 wahrscheinlich weiblich, 3 weiblich und 5 ohne Geschlechtszuordnung), 5 als frühmatur (1 männlich, 3 wahrscheinlich weiblich, 0,5 weiblich und 0,5 ohne Geschlechtszuordnung), 3 als spätmatur (1 wohl weiblich, 1,5 weiblich und 0,5 ohne Geschlechtszuordnung) und einer als senil eingestuft (1 männlich). 37 der *Ossa coxae* wurden als erwachsen eingestuft (1 männlich, 1 wahrscheinlich männlich, 1 wohl männlich, 1 wohl weiblich und 33 ohne Geschlechtszuordnung).

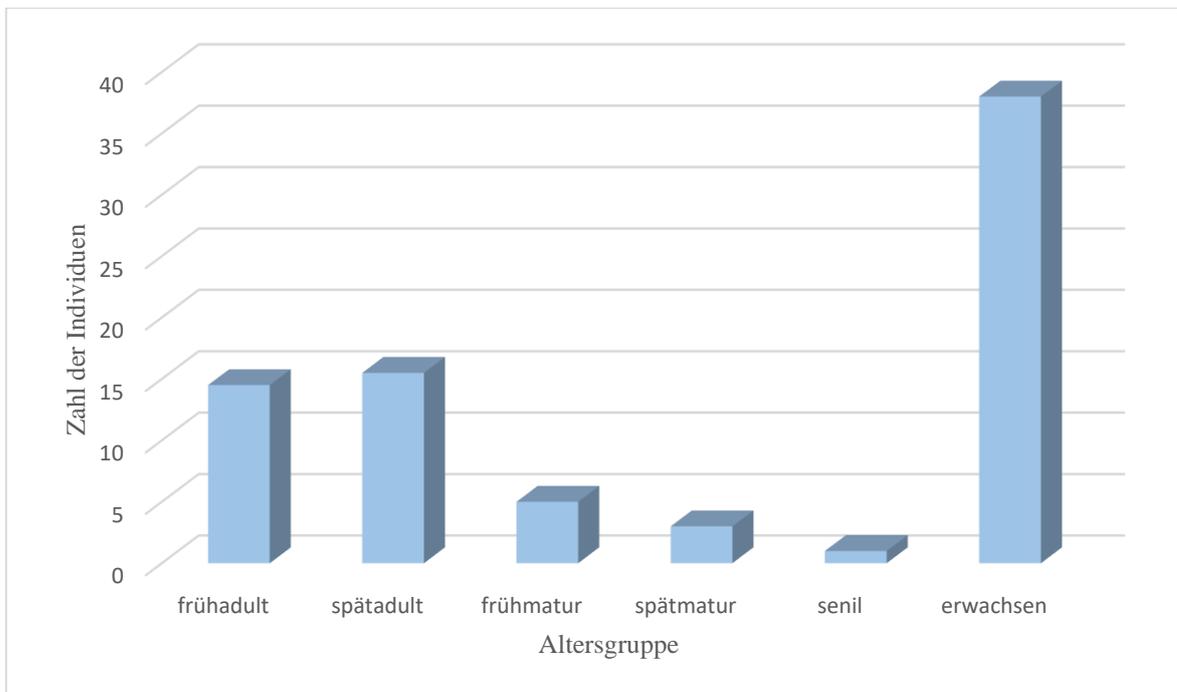


Abbildung 10: Altersverteilung der *Ossa coxae*. Aufteilung der Gesamtpopulation anhand der erhaltenen *Ossa coxae* nach Alter (frühadult, spätadult, matur, senil, erwachsen).

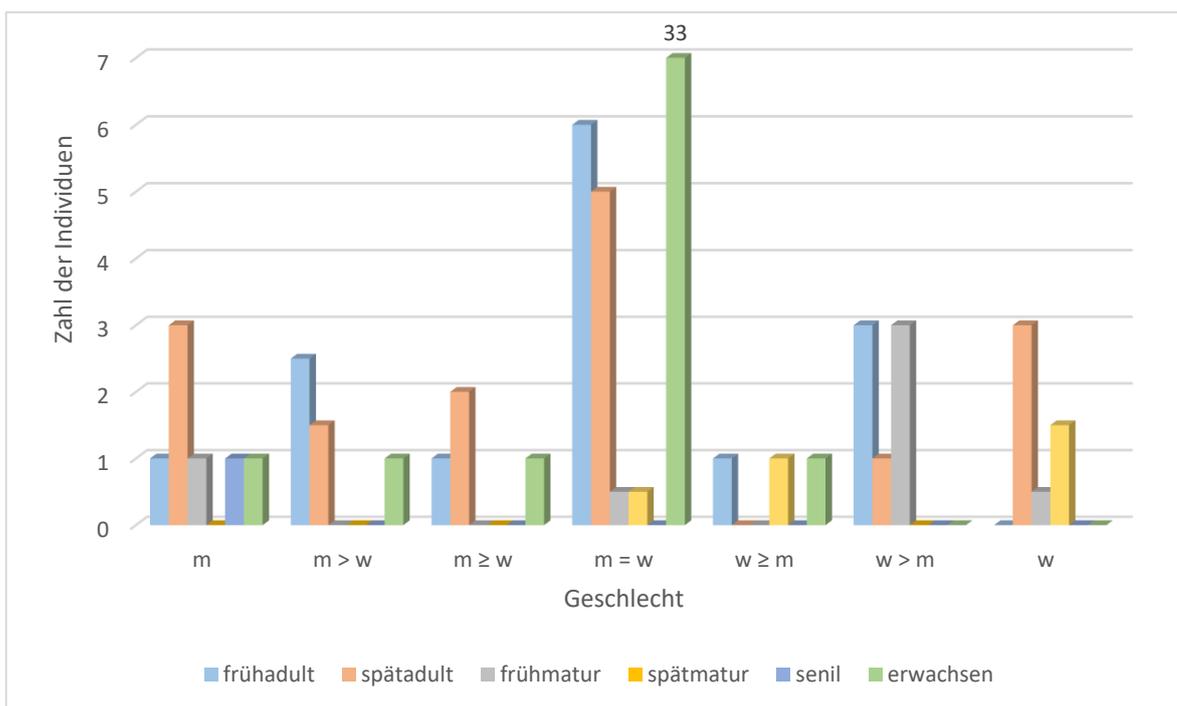


Abbildung 11: Geschlechts- und Altersverteilung der *Ossa coxae*. Einteilung der untersuchten *Ossa coxae* nach Alter (frühadult, spätadult, matur, senil, erwachsen) und Geschlecht (m, m > w, m ≥ w, m = w, w ≥ m, w > m, w).

Außerdem wurden die Knochenoberflächen auf Enthesopathien untersucht. Am *Os ilium* wurden *Crista iliaca*, *Lineae gluteales anteriores, posteriores et inferiores*, *Spinae iliaca*

anteriores superiores et inferiores und *Spinae iliaca posteriores superiores et inferiores*, *Linea arcuata* sowie die *Tuberositas iliaca* begutachtet. Am *Os pubis* wurde das *Tuberculum ossis pubis*, der *Pecten ossis pubis* und der *Ramus inferior ossis pubis* begutachtet, während am *Os ischii* vor allem das *Tuber ischiadicum* und der *Ramus inferior ossis ischii* begutachtet wurden. Der Gelenkstatus wurde anhand des *Acetabulum* erhoben.

3.1.1 Arthrotische Veränderungen des *Acetabulum*

Die Gelenkpfannen wurden auf Arthrosezeichen untersucht. Dabei wurden insgesamt 113 Gelenkflächen der *Acetabula*, davon 60 befundbar, begutachtet (n = 60/113; 53,1%).

Tabelle 4: Arthrose der *Acetabula*. Arthrosegrad (Grad 0 bis V) des *Acetabulum*, wobei sich alle befundbaren *Acetabula* in der Spalte „Befundbar“ befinden.

	Gesamt	Grad 0	Grad I	Grad II	Grad III	Grad IV	Grad V
Befundbar	n = 60	n = 0	n = 13	n = 31	n = 6	n = 7	n = 3
Rechts	n = 30	n = 0	n = 6	n = 17	n = 2	n = 3	n = 2
Links	n = 30	n = 0	n = 7	n = 14	n = 4	n = 4	n = 1

Bei der Untersuchung der Gelenkflächen der *Acetabula* dominierte vor allem der Grad II (Abbildung 12b). Dennoch hatten insgesamt sieben rechte und acht linke *Acetabula* deutlich ausgeprägte Veränderungen, die in vivo als krankhaft zu werten sind (n = 7/30; 23,3%; n = 8/30, 26,7%). In allen Fällen waren die Hauptdefekte am cranialen Punkt des Gelenkdaches lokalisiert. Neun der linken und sieben der rechten Gelenkflächen wiesen außerdem ein epigenetisches Merkmal (schwarzer Pfeil Abbildung 12c) im Sinne einer Hüftgelenkspfannenfalte im cranialen Bereich des Gelenkdaches auf (n = 9/62; 14,5%; n = 7/51; 13,7%), das bereits von Anderson (1968) zum ersten Mal als solche beschrieben wurde.

Neben diesen untersuchten *Acetabula* lagen außerdem 23 Hüftpfannen vor, bei denen die Epiphysenfuge noch offen war, davon zwölf von der linken und elf von der rechten Seite.

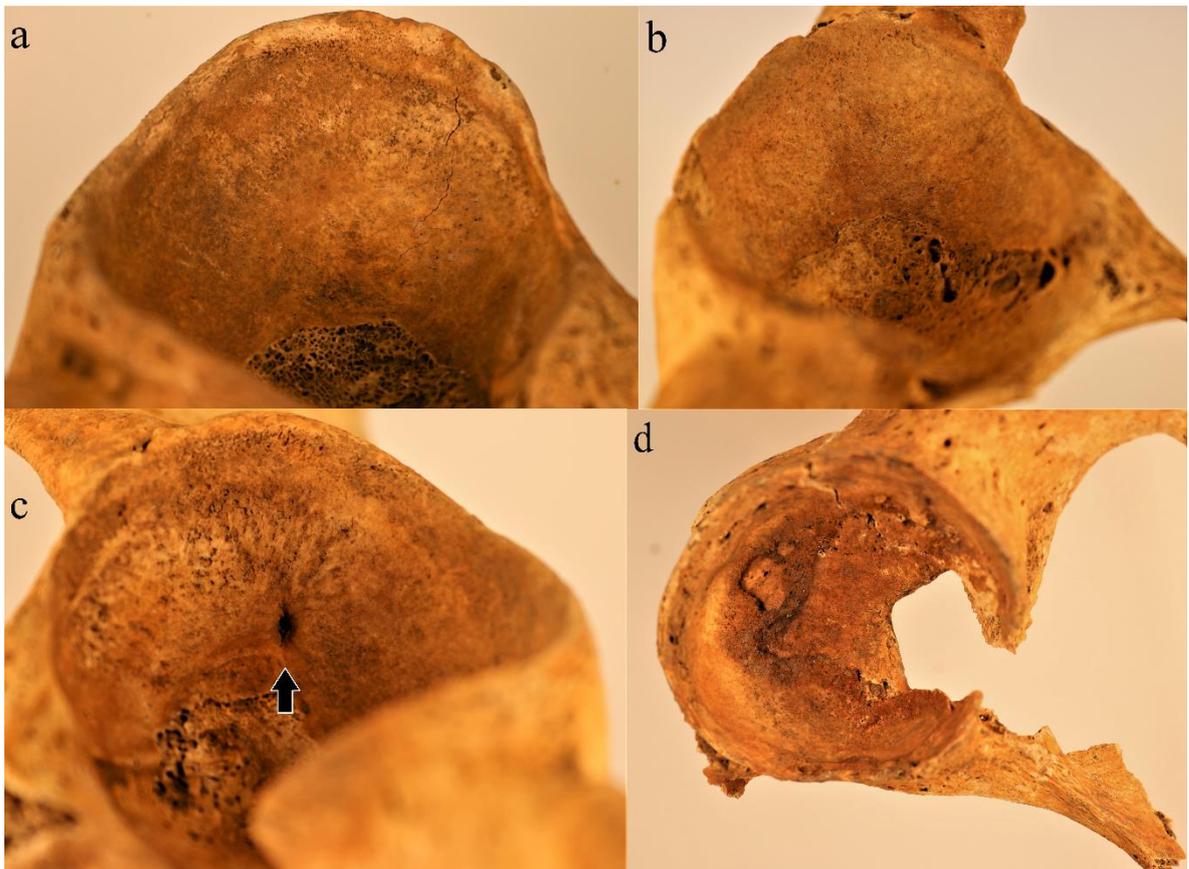


Abbildung 12: Arthrosebeispiele der Acetabula. Rechte (a, b) und linke (c, d) Acetabula. Fdn. 22070, frühadult wahrscheinlich Mann (a), Fdn. 1778, spätadult wahrscheinlich Frau (b), Fdn. 20503, spätadult bis frühmatur Frau (c), Fdn. 5350, frühmatur bis spätmatur m = w (d). Ansicht der Gelenkpfanne von unten auf das Gelenkdach (a, b, c) und von schräg unten lateral (d): Darstellung der verschiedenen arthrotischen Veränderungen der Gelenkpfanne; Sowohl bei (a) als auch bei (b) beträgt der Arthrosegrad Grad II bei gebuckelter Oberfläche, zusätzlich weist (b) eine leichte Randleistenbildung im Besonderen im Bereich des Gelenkdaches; (c) weist den arthrotischen Grad III bei Betroffenheit des nahezu gesamten Gelenkes mit gebuckelter Oberfläche auf, zusätzlich hat das Gelenk ein epigenetisches Merkmal in Form einer Kerbe im Bereich des Daches (schwarzer Pfeil); (d) ist am stärksten betroffen mit deutlich höckerigen Auflagerungen sowie porigen Hohlräumen über mehr als 50% der Gelenkoberfläche und zusätzlichem Nachweis einer fast vollständig geschlossenen Randleistenbildung.

3.1.2 Enthesopathische Veränderungen am *Os ilium*

Es wurden insgesamt 77 *Cristae iliacae* untersucht, davon wurden 57 *Cristae iliacae* als befundbar eingestuft (n = 57/77; 74%).

Tabelle 5: Enthesopathien der *Cristae iliacae*. Enthesopathische Veränderungen (Grad 0 bis V) im Bereich der *Crista iliaca*, wobei sich alle befundbaren *Cristae iliacae* in der Spalte „Befundbar“ befinden.

	Gesamt	Grad 0	Grad I	Grad II	Grad III	Grad IV	Grad V
Befundbar	n = 57	n = 17	n = 29	n = 4	n = 3	n = 2	n = 2
Rechts	n = 33	n = 9	n = 20	n = 1	n = 2	n = 0	n = 1
Links	n = 24	n = 8	n = 9	n = 3	n = 1	n = 2	n = 1

Neben den begutachteten 77 *Cristae iliacae* gab es zusätzlich insgesamt 16 *Cristae iliacae*, davon elf links und fünf rechts, bei denen die Epiphysenfuge noch offen war und die Epiphyse zum Beurteilen nicht mehr vorlag.

Insgesamt zeigte sich der Grad I bei den untersuchten *Cristae* am häufigsten vertreten (Abbildung 13b, e). Die *Crista iliaca* ist in ihrer Gesamtheit betrachtet eine Muskelmarke für zahlreiche Muskelansätze und -ursprünge. Grundsätzlich ist erwähnenswert, dass die stärksten Veränderungen sich im Bereich der *Labium externum* zeigten und dass Veränderungen mit geringgradiger Ausprägung im Bereich des Grades I und II sich eher gleichmäßig über die gesamte *Crista iliaca* verteilten. Bei höhergradigen Veränderungen waren lediglich bestimmte Bereiche betroffen. Alle höhergradige Veränderungen an den rechten *Ossa coxae* wurden lokal z.B. im Bereich der posterioren *Labium externum*, also hervorgerufen durch den *M. gluteus maximus*, im Bereich hinter dem *Tuberculum iliacum*, hervorgerufen durch die *Aponeurosis glutea* (Abbildung 13h blauer Pfeil, k schwarzer Pfeil), und an der posterioren *Labium interna*, hervorgerufen durch das *Lig. iliolumbale* (Drenckhahn und Eckstein 2008; Huang et al. 2013).

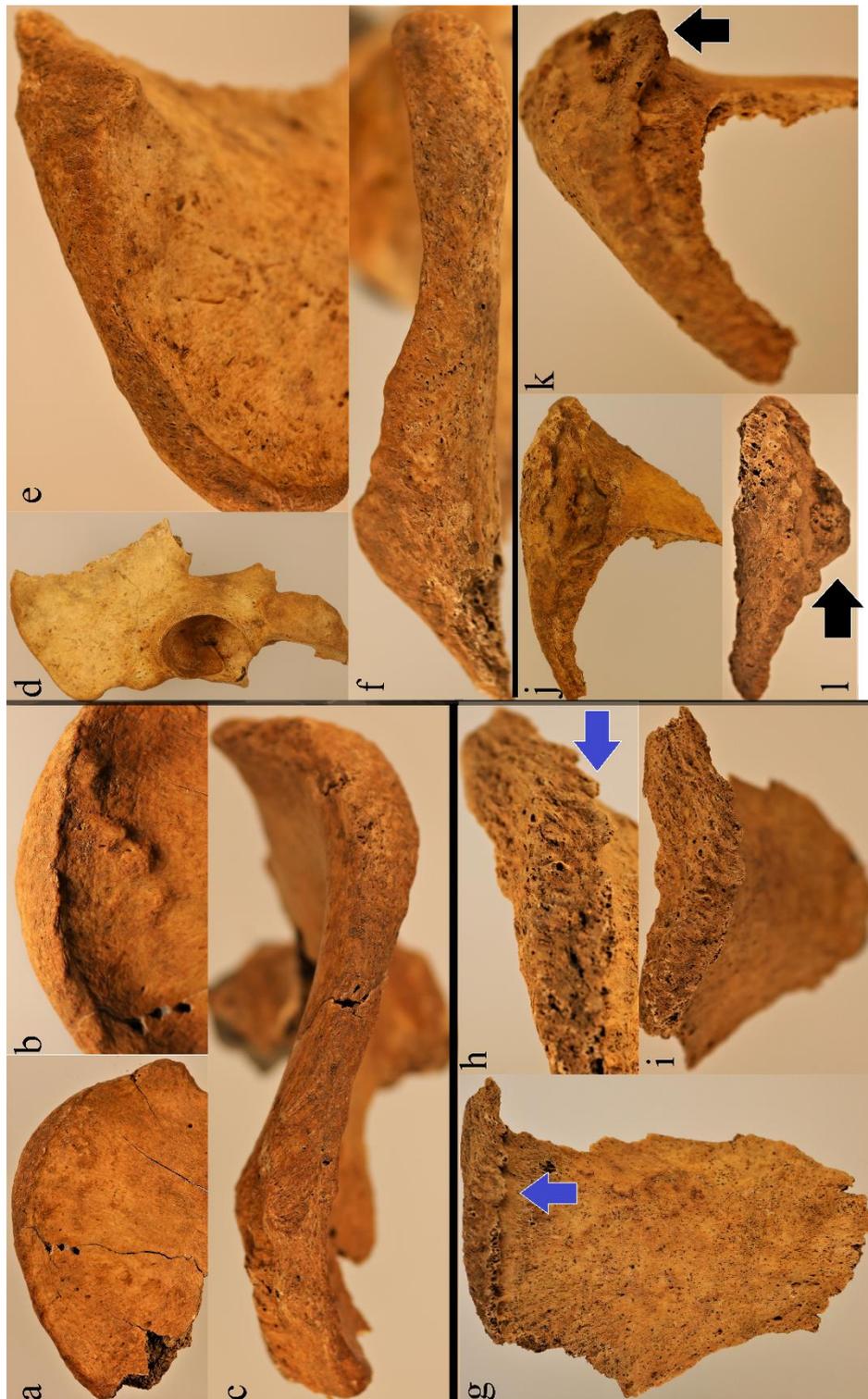


Abbildung 13: Enthesopathiebeispiele der *Cristae iliaca*. Rechte (a, b, c) und linke (d, e, f, g, h, i, j, k, l) *Ossa coxae*. Fdn. 26408, frühmatur Mann (a, b, c), Fdn. 20503, spätadult bis frühmatur Frau (d, e, f), Fdn. 8653, erwachsen m = w (g, h, i), Fdn. 23932, erwachsen m = w (j, k, l). Ansicht auf die Schaufeln von lateral (a, b, d, g, j), oben (c, f, h, l), schräg oben (e, i, k): Darstellung der Ausprägung verschiedener enthesopathischer Veränderungen im Bereich der *Crista iliaca* mit leichten Veränderungen im Sinne von kleinen Unebenheiten, also einem Grad I (a, b, c, d, e, f), aber auch deutlichen Ausprägungen mit großen spitzen *Spicula* (schwarzer und blauer Pfeil) mit Grad IV (g, h, i) oder Grad V (j, k, l).

Insgesamt wurden 43 *Lineae gluteales inferiores*, davon 37 befundbare (n = 37/43; 86%), 37 *Lineae gluteae anteriores*, davon 33 befundbare (n = 33/37; 89,2%) und 33 *Lineae gluteales posteriores*, davon 29 befundbare (n = 29/33; 87,9%), untersucht.

Tabelle 6: Enthesopathien der *Lineae gluteales inferiores*. Enthesopathische Veränderungen (Grad 0 bis V) im Bereich der *Linea glutealis inferior*, wobei sich alle befundbaren *Lineae gluteales inferiores* in der Spalte „Befundbar“ befinden.

	Gesamt	Grad 0	Grad I	Grad II	Grad III	Grad IV	Grad V
Befundbar	n = 37	n = 12	n = 22	n = 3	n = 0	n = 0	n = 0
Rechts	n = 14	n = 2	n = 9	n = 3	n = 0	n = 0	n = 0
Links	n = 23	n = 10	n = 13	n = 0	n = 0	n = 0	n = 0

Tabelle 7: Enthesopathien der *Lineae gluteales anteriores*. Enthesopathische Veränderungen (Grad 0 bis V) im Bereich der *Linea glutealis anterior*, wobei sich alle befundbaren *Lineae gluteales anteriores* in der Spalte „Befundbar“ befinden.

	Gesamt	Grad 0	Grad I	Grad II	Grad III	Grad IV	Grad V
Befundbar	n = 33	n = 19	n = 13	n = 1	n = 0	n = 0	n = 0
Rechts	n = 14	n = 6	n = 7	n = 1	n = 0	n = 0	n = 0
Links	n = 19	n = 13	n = 6	n = 0	n = 0	n = 0	n = 0

Tabelle 8 Enthesopathien der *Lineae gluteales posteriores*. Enthesopathische Veränderungen (Grad 0 bis V) im Bereich der *Linea glutealis posterior*, wobei sich alle befundbaren *Lineae gluteales posteriores* in der Spalte „Befundbar“ befinden.

	Gesamt	Grad 0	Grad I	Grad II	Grad III	Grad IV	Grad V
Befundbar	n = 29	n = 22	n = 7	n = 0	n = 0	n = 0	n = 0
Rechts	n = 8	n = 6	n = 2	n = 0	n = 0	n = 0	n = 0
Links	n = 21	n = 16	n = 5	n = 0	n = 0	n = 0	n = 0

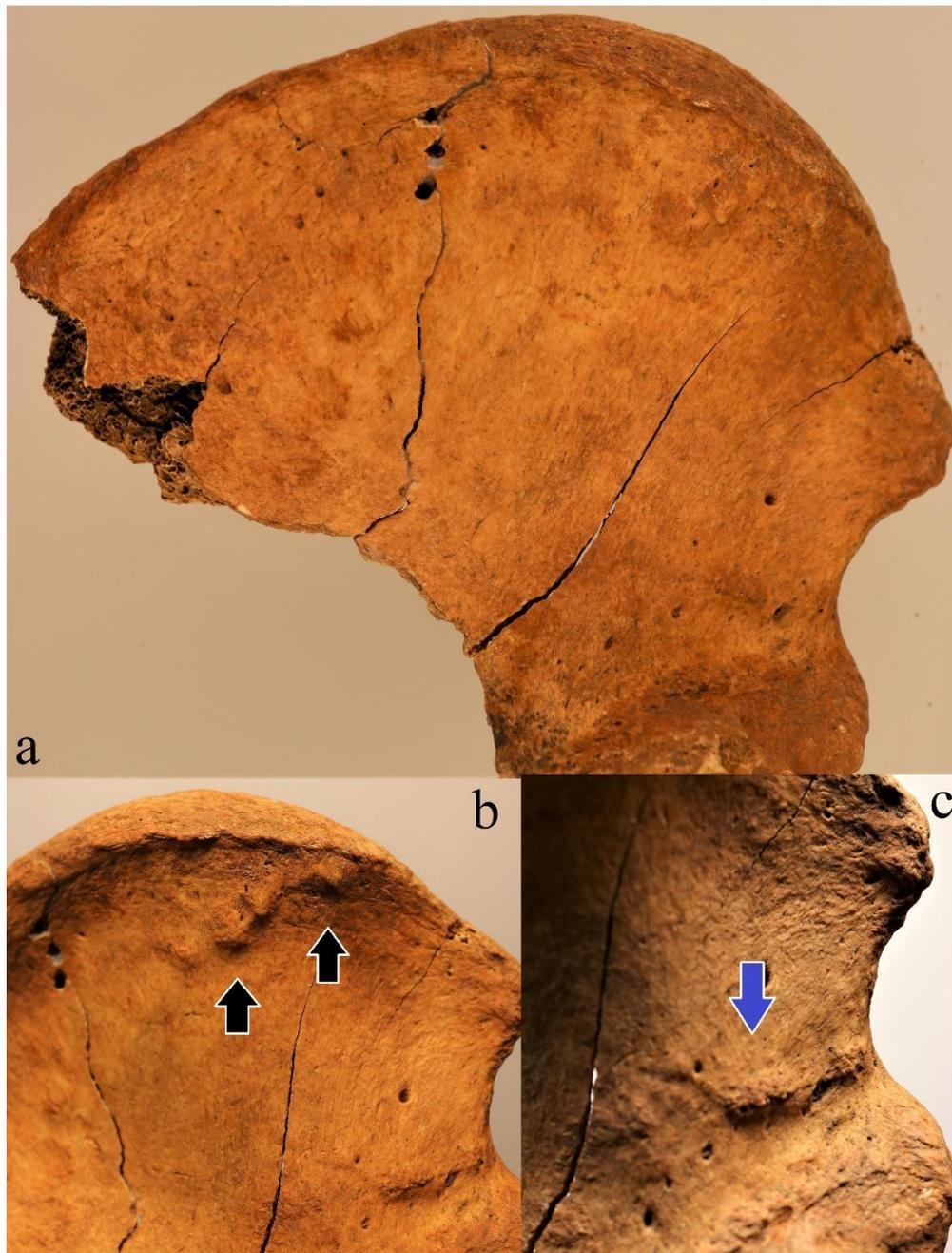


Abbildung 14: Enthesopathiebeispiele der *Lineae gluteales*. Rechtes *Os coxae*. Fdn. 26408, frühmatur Mann. Gesamtansicht (a) auf die Schaufel von lateral sowie als Nahaufnahmen (b, c): Beispiel für deutlich ausgebildete *Lineae gluteales anterior* (schwarzer Pfeil, b) *et inferior* (blauer Pfeil, c) mit Grad II.

Bei allen drei *Lineae gluteae* zeichnete sich ein ähnliches Bild ab. Am häufigsten sind keine bis geringgradige Veränderungen auf den Muskelmarken im Sinne eines Grades 0 und I sichtbar. Lediglich die *Linea glutealis inferior* ist in vier Fällen der rechten *Ossa coxae* mit höhergradigen Veränderung im Sinne von Grad II bewertet worden (Abbildung 14).

Auf weitere enthesopathische Veränderungen des Beckens wurden die *Spinae iliacae* begutachtet. Insgesamt wurden 53 *Spinae iliacae anteriores superiores*, davon 40 bewertbar (n = 40/53; 75,5%), 43 *Spinae iliacae anteriores inferiores*, davon 36 bewertbar (n = 36/44;

81,8%), 23 *Spinae iliacae posteriores superiores*, davon 18 bewertbar (n = 18/23; 78,2%) und 21 *Spinae iliacae posteriores superiores*, davon 18 bewertbar (n = 18/21; 85,7%), untersucht.

Tabelle 9: Enthesopathien der *Spinae iliacae anteriores superiores*. Enthesopatische Veränderungen (Grad 0 bis V) im Bereich der *Spina iliaca anterior superior*, wobei sich alle befundbaren *Spinae iliacae anteriores superiores* in der Spalte „Befundbar“ befinden.

	Gesamt	Grad 0	Grad I	Grad II	Grad III	Grad IV	Grad V
Befundbar	n = 40	n = 18	n = 16	n = 5	n = 0	n = 1	n = 0
Rechts	n = 24	n = 10	n = 12	n = 2	n = 0	n = 0	n = 0
Links	n = 16	n = 8	n = 4	n = 3	n = 0	n = 1	n = 0

Tabelle 10: Enthesopathien der *Spinae iliacae anteriores inferiores*. Enthesopatische Veränderungen (Grad 0 bis V) im Bereich der *Spina iliaca anterior inferior*, wobei sich alle befundbaren *Spinae iliacae anteriores inferiores* in der Spalte „Befundbar“ befinden.

	Gesamt	Grad 0	Grad I	Grad II	Grad III	Grad IV	Grad V
Befundbar	n = 36	n = 13	n = 16	n = 5	n = 1	n = 1	n = 0
Rechts	n = 21	n = 7	n = 11	n = 2	n = 0	n = 1	n = 0
Links	n = 15	n = 6	n = 5	n = 3	n = 1	n = 0	n = 0

Tabelle 11: Enthesopathien der *Spinae iliacae posteriores superiores*. Enthesopatische Veränderungen (Grad 0 bis V) im Bereich der *Spina iliaca posterior superior*, wobei sich alle befundbaren *Spinae iliacae posteriorese superiores* in der Spalte „Befundbar“ befinden.

	Gesamt	Grad 0	Grad I	Grad II	Grad III	Grad IV	Grad V
Befundbar	n = 18	n = 4	n = 9	n = 5	n = 0	n = 0	n = 0
Rechts	n = 6	n = 1	n = 2	n = 3	n = 0	n = 0	n = 0
Links	n = 12	n = 3	n = 7	n = 2	n = 0	n = 0	n = 0

Tabelle 12: Enthesopathien der *Spinae iliacae posteriores inferiores*. Enthesopathische Veränderungen (Grad 0 bis V) im Bereich der *Spina iliaca posterior inferior*, wobei sich alle befundbaren *Spinae iliacae posteriores inferiores* in der Spalte „Befundbar“ befinden.

	Gesamt	Grad 0	Grad I	Grad II	Grad III	Grad IV	Grad V
Befundbar	n = 18	n = 4	n = 11	n = 3	n = 0	n = 0	n = 0
Rechts	n = 5	n = 1	n = 2	n = 2	n = 0	n = 0	n = 0
Links	n = 13	n = 3	n = 9	n = 1	n = 0	n = 0	n = 0

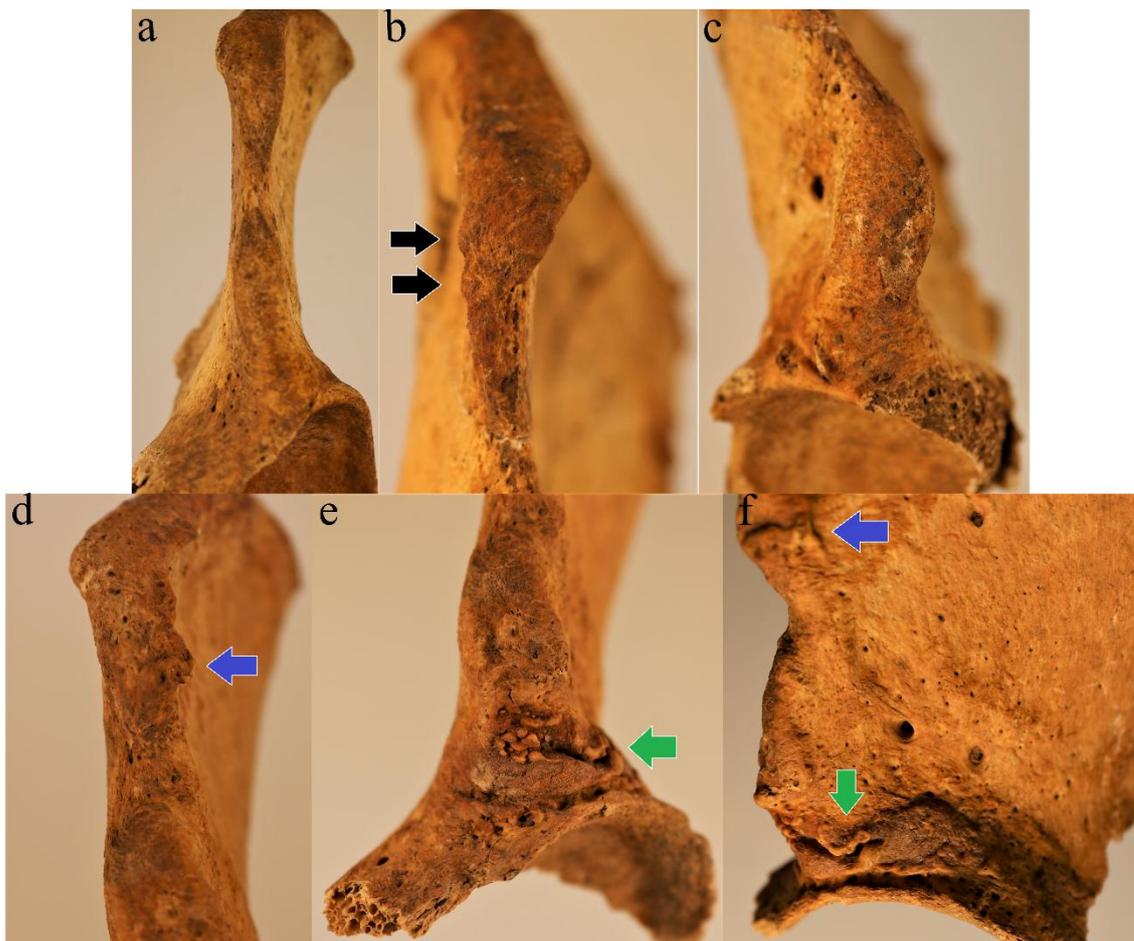


Abbildung 15: Enthesopathiebeispiele der *Spinae iliacae anteriores*. Rechte (b, c) und linke (a, d, e, f) *Ossa coxae*. Fdn. 20503, spätadult bis frühmatur Frau (a), Fdn. 25706, frühadult Mann (b, c), Fdn. 4698, erwachsen m = w (d, e, f). Frontale Ansicht auf die Beckenschaufel (a, b, c, d, e) sowie Ansicht von lateral auf vordere Schaufeldritzel (f): Darstellung von Ausprägungen verschiedener enthesopathischer Veränderungen im Bereich *Spina iliaca anterior superior* und *Spina iliaca anterior inferior* mit geringgradigen Veränderungen und einer glatten Oberfläche, also Grad 0 (a) sowie leichten Veränderungen mit kleinen *Spiculae* (schwarzer Pfeil), also Grad I (b, c), aber auch deutlich ausgeprägten Veränderungen mit Grad II, mit Fortleitung der *Spiculae* (blauer Pfeil) auch teilweise unterhalb der *Spina iliaca anterior inferior* und Bildung einer Lippe nach lateral (grüner Pfeil), ausgelöst durch das *Lig. iliofemorale* (d, e, f) (Nam et al. 2011).

In der Untersuchung aller vier *Spinae iliacae* dominierten keine bis geringgradige Veränderungen mit dem Grad 0 und I. Nur in sehr wenigen Fällen zeigten sich höhergradige Veränderungen (Abbildung 15).

Auf weitere enthesopathische Veränderungen des Beckens wurden zudem die Bereiche oberhalb des *Acetabulum* begutachtet. Insgesamt wurden hierfür 36 Bereiche, davon 16 bewertbar ($n = 16/36$; 44,4%), untersucht. Auch hier zeigten sich, bis auf wenige Ausnahmen (Abbildung 16a), keine bis geringgradige Veränderungen im Sinne eines Grades 0 und I (Abbildung 16b).

Tabelle 13: Enthesopathien der Bereiche oberhalb des *Acetabulum*. Enthesiopathische Veränderungen (Grad 0 bis V) im Bereich des Ursprungs des *M. rectus femoris* oberhalb des *Acetabulum*, wobei sich alle befundbaren Bereiche in der Spalte „Befundbar“ befinden.

	Gesamt	Grad 0	Grad I	Grad II	Grad III	Grad IV	Grad V
Befundbar	n = 16	n = 11	n = 1	n = 4	n = 0	n = 0	n = 0
Rechts	n = 4	n = 3	n = 0	n = 1	n = 0	n = 0	n = 0
Links	n = 12	n = 8	n = 1	n = 3	n = 0	n = 0	n = 0

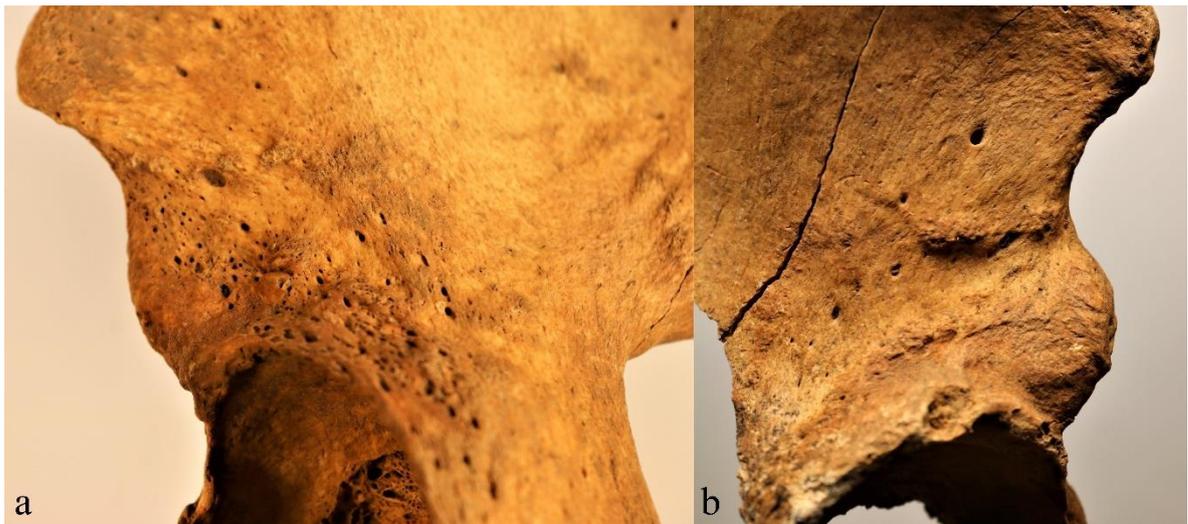


Abbildung 16: Enthesopathiebeispiele der Bereiche oberhalb des *Acetabulum*. Rechtes (b) und linkes (a) *Os coxae*. Fdn. 11738, frühmatur Frau (a), Fdn. 26408, frühmatur Mann (b). Ansicht auf das anteriore Drittel der Schaufel oberhalb vom *Acetabulum* von lateral: Darstellung von verschiedenen enthesopathischen Veränderungen im Bereich des Ansatzes des *M. rectus femoris* oberhalb des *Acetabulum* mit Grad I aufgrund von kleineren Unebenheiten (b) und Grad II bei deutlich ausgeprägteren Ausziehungen mit zusätzlicher Gefäßneubildung (a).

Zur Untersuchung lagen insgesamt 31 *Lineae arcuatae* – wobei 27 davon als befundbar eingestuft wurden ($n = 27/31$; 87%) – vor. In der Begutachtung der *Linea arcuata* zeigten sich lediglich vereinzelte Fälle von enthesopathischen Veränderungen (Abbildung 17).

Tabelle 14: Enthesopathien der *Lineae arcuatae*. Enthesopathische Veränderungen (Grad 0 bis Grad II, Randleiste, Randleiste mit Spiculum) im Bereich der *Linea arcuata*, wobei sich alle befundbaren *Lineae arcuatae* in der Spalte „Befundbar“ befinden.

	Gesamt	Grad 0	Grad I	Grad II	Randleiste	Randleiste mit Spiculum
Befundbar	n = 27	n = 22	n = 1	n = 1	n = 1	n = 2
Rechts	n = 16	n = 13	n = 1	n = 0	n = 1	n = 1
Links	n = 11	n = 9	n = 0	n = 1	n = 0	n = 1

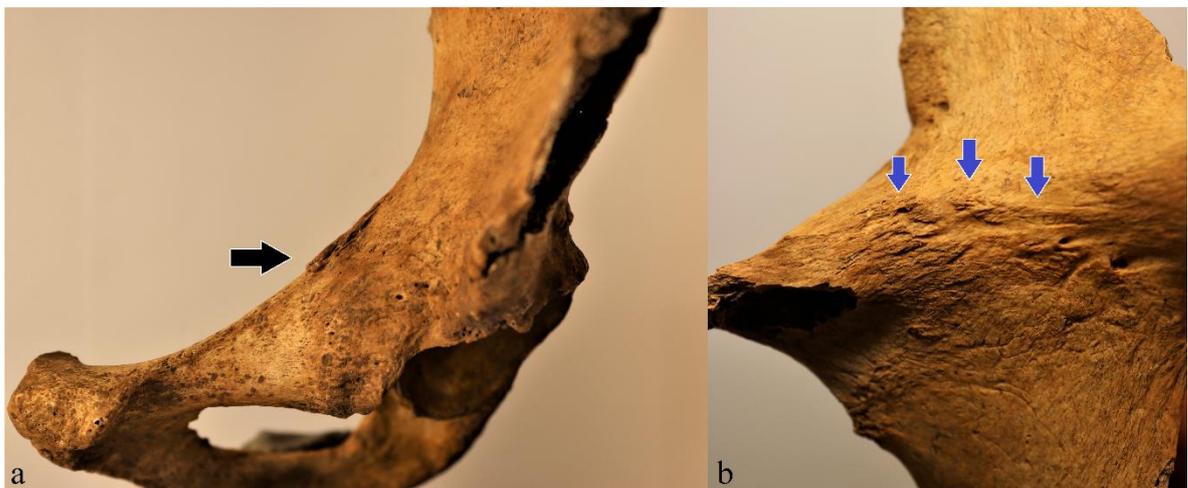


Abbildung 17: Enthesopathiebeispiele der *Lineae arcuatae*. Rechtes (b) und linkes (a) *Os coxae*. Fdn. 18147 (a), Fdn. 1778 (b). Ansicht von schräg oben (a) und von medial (b): Darstellung von verschiedenen enthesopathischen Veränderungen im Bereich der *Linea arcuata* mit Ausbildung von einer messbaren Randleiste (schwarzer Pfeil, a) und aufgerauten Oberflächen mit kleineren Gruben und Gefäßdurchsetzung (blaue Pfeile, b).

Es lagen insgesamt 35 *Tuberositates iliacaе* vor, wobei 30 davon als befundbar eingestuft wurden (n = 30/35; 85,7%). Bei der Ausprägung der enthesopathischen Veränderungen zeigte sich bei den linken *Ossa coxae* eine gleichmäßige Verteilung zwischen dem Grad I, II und III, während bei den rechten *Ossa coxae* vor allem der Grad I und II ausgeprägt ist (Abbildung 18). Auch hier zeigte sich nur in Einzelfällen eine starke enthesopathische Ausprägung hervorgerufen durch die *Ligg. sacroiliaca* (Vleeming et al. 2012).

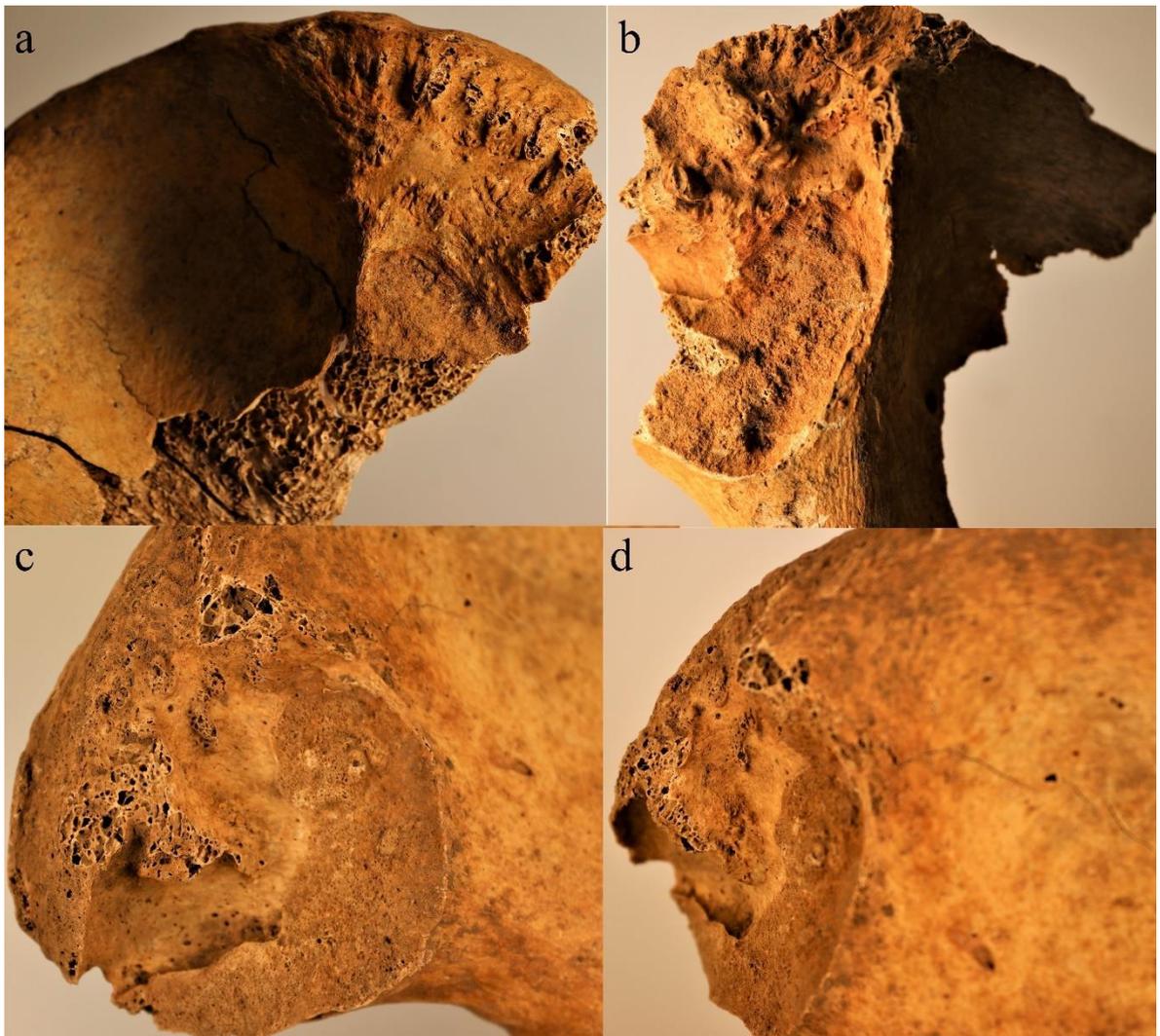


Abbildung 18: Enthesopathiebeispiele der *Tuberositates iliaca*. Rechtes (a) und linke (b, c, d) *Ossa coxae*. Fdn. 26408, frühmatur Mann (a), Fdn. 4174, frühmatur wahrscheinlich Frau (b), Fdn. 11738, frühmatur Frau (c, d). Ansicht auf das hintere Schaufeldrittel von medial (a, b, c) und frontomedial (d): Darstellung der verschiedenen enthesopathischen Veränderungen im Bereich der *Tuberositas iliaca* mit leichten Ausziehungen und damit Grad I (a) sowie zunehmenden Ausziehungen mit Grad II (c, d) und Grad III (b).

Tabelle 15: Enthesopathien der *Tuberositates iliaca*. Enthesopathische Veränderungen (Grad 0 bis V) im Bereich der *Tuberositas iliaca*, wobei sich alle befundbaren *Tuberositates iliaca* in der Spalte „Befundbar“ befinden.

	Gesamt	Grad 0	Grad I	Grad II	Grad III	Grad IV	Grad V
Befundbar	n = 30	n = 3	n = 10	n = 9	n = 5	n = 2	n = 1
Rechts	n = 11	n = 2	n = 5	n = 3	n = 0	n = 1	n = 0
Links	n = 19	n = 1	n = 5	n = 6	n = 5	n = 1	n = 1

3.1.3 Enthesopathische Veränderungen am *Os ischii*

Aufgrund der komplexen Situation der Muskel- und Bandursprünge bzw. -ansätze am *Tuber ischiadicum* ist zur besseren Übersichtlichkeit eine schematische Darstellung aufgeführt (Abbildung 19).

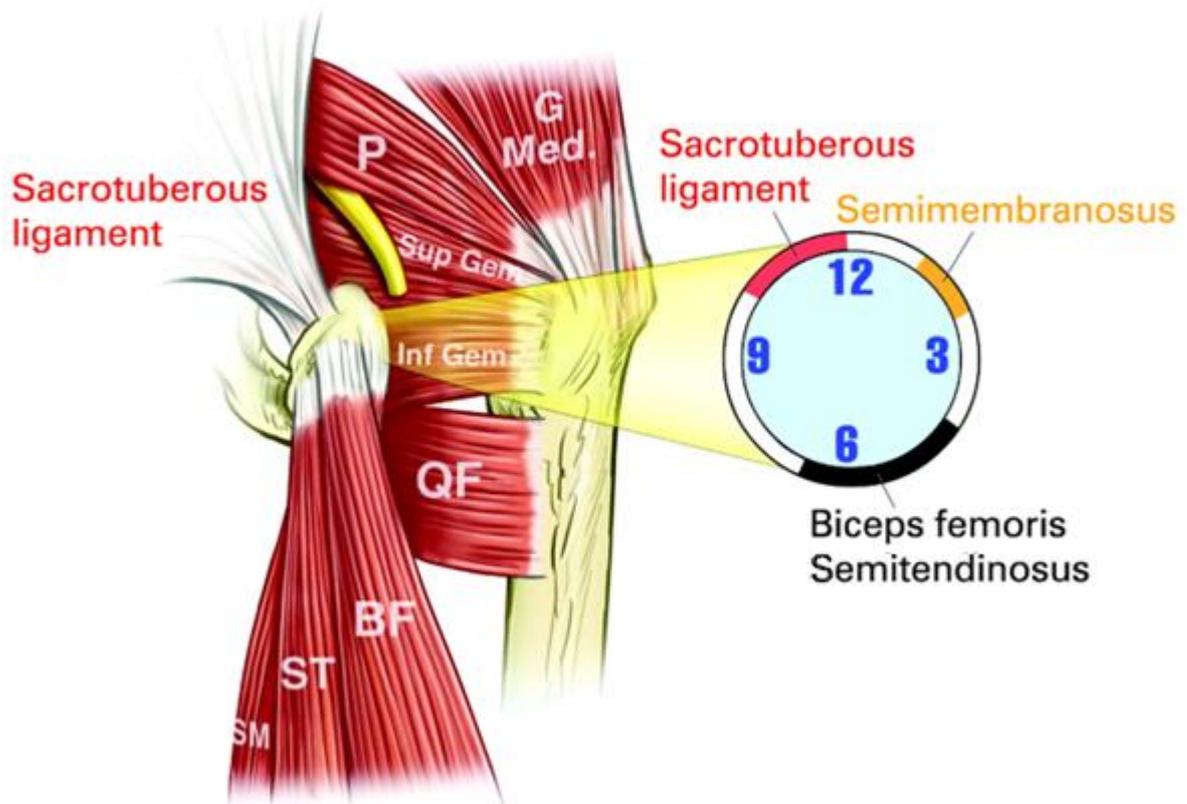


Abbildung 19: Insertion von Muskeln und Bändern am *Tuber ischiadicum*. Beispielhafte Darstellung von Insertionen von Muskeln (BF = *M. biceps femoris*, ST = *M. semitendinosus*, SM = *M. semimembranosus*) und des Bandes (*Lig. sacrotuberale*) am rechten *Tuber ischiadicum* sowie die umgebende Muskulatur (G Med. = *M. gluteus medius*, P = *M. piriformis*, QF = *M. quadratus femoris*, Sup Gem = *M. gemellus superior*, Inf Gem = *M. gemellus inferior*). Die Uhr soll die grobe Ausrichtung von verschiedenen Muskeln und Bändern am Sitzhöcker schematisch verdeutlichen (Franklyn-Miller et al. 2009). Die Verwendung erfolgt mit freundlicher Genehmigung von BMJ Group.

Bei der Untersuchung des *Tuber ischiadicum* lagen insgesamt 52 Sitzbeinhöcker vor, davon wurden 45 als befundbar eingestuft ($n = 45/52$; 86,5%). Die *Tubera ischiadica* weisen vor allem den Grad 0 und I auf (Abbildung 20a, b). Lediglich wenige *Tubera ischiadica* wiesen Veränderungen auf, die auf eine erhöhte oder fehlerhafte Belastung hinweisen (Abbildung 20c, d, e). Diese waren meistens im gesamten Bereich des *Tuber ischiadicum* ausgebildet und nicht gezielt auf einen Muskel (*M. biceps femoris*, *M. semimebranosus* und *M. semitendinosus*) oder das Band (*Lig. sacrotuberale*) zurückzuführen.

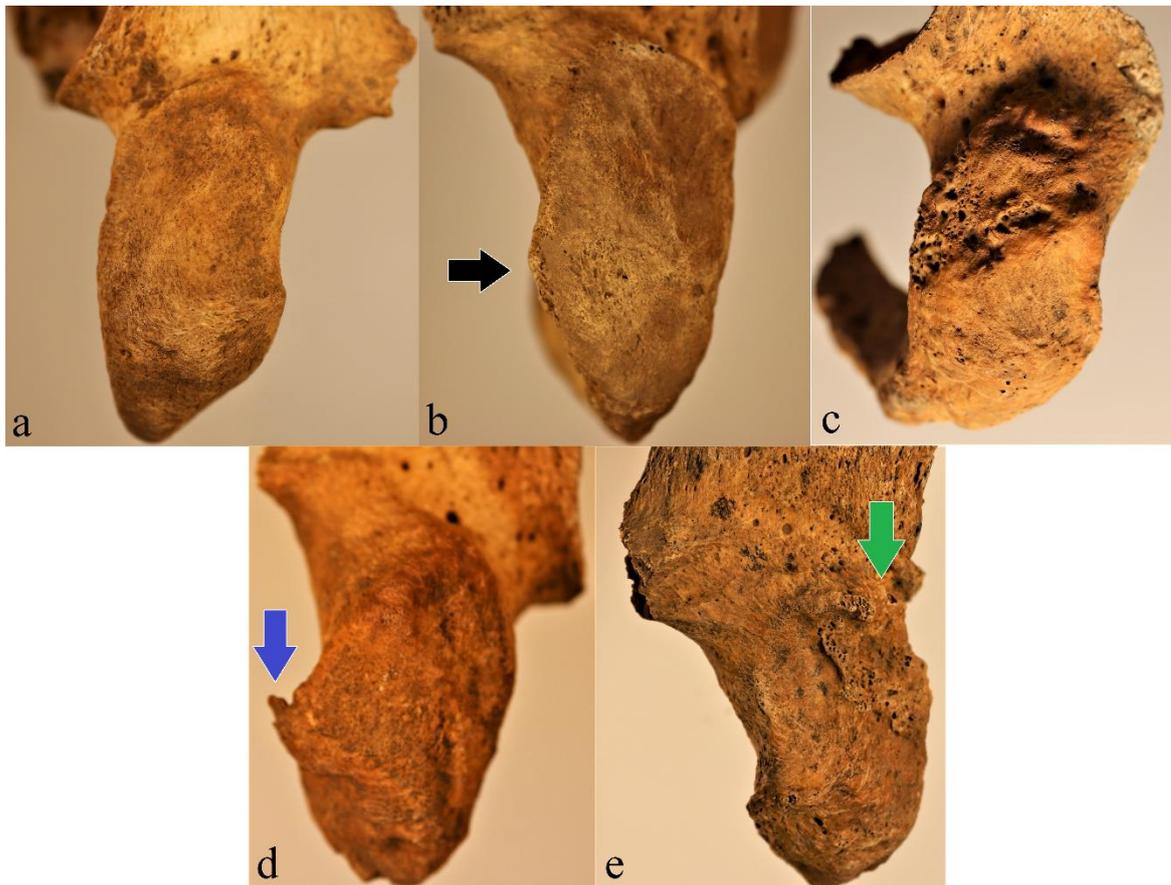


Abbildung 20: Enthesopathiebeispiele der Tubera ischiadica. Rechte (b, d, e) und linke (a, c) *Ossa coxae*. Fdn. 20503, spätadult bis frühmatur Frau (a), Fdn. 22070, wohl frühadulter Mann (b), Fdn. 5350, frühmatur bis spätmatur m = w (c), Fdn. 25706, frühadulter Mann (d), Fdn. 20472, spätadulter Mann (e). Ansicht von dorsal auf das *Tuber ischiadicum*: Darstellung der verschiedenen enthesopathischen Veränderungen im Bereich des *Tuber ischiadicum* mit Grad 0 (a), Grad I mit kleineren Erhebungen unten medial (schwarzer Pfeil) durch den *M. semitendinosus* und leichter Aufrauung durch den *M. semimembranosus* (b), Grad II mit deutlich ausgeprägten Gruben im Bereich des Ursprungs des *M. semimembranosus* (c), Grad III mit einem *Spiculum* im distalen medialen Bereich (blauer Pfeil) hervorgerufen durch den *M. semitendinosus* (d) und Grad IV mit einer deutlichen Grubenbildung oben medial (grüner Pfeil) im Ursprungsbereich des *M. semimembranosus* mit deutlicher Knochenneubildung im Sinne einer *Myositis ossificans* und einer ausgeprägten Verformung nach medial im cranialen Anteil durch den Zug des *Lig. sacrotuberale* und im distalen Bereich eine Ausziehung nach medial durch den *M. semimembranosus* (e).

Es lagen außerdem 24 *Tubera ischiadica*, zwölf von jeder Seite, vor, bei denen die Epiphyse noch offen war und die Epiphyse nicht mehr vorhanden war.

Tabelle 16: Enthesopathien der Tubera ischiadica. Enthesopathische Veränderungen (Grad 0 bis V) im Bereich des Tuber ischiadicum, wobei sich alle befundbaren Tubera ischiadica in der Spalte „Befundbar“ befinden.

	Gesamt	Grad 0	Grad I	Grad II	Grad III	Grad IV	Grad V
Befundbar	n = 45	n = 15	n = 18	n = 6	n = 5	n = 1	n = 0
Rechts	n = 20	n = 7	n = 6	n = 3	n = 3	n = 1	n = 0
Links	n = 25	n = 8	n = 12	n = 3	n = 2	n = 0	n = 0

3.1.4 Enthesopathische Veränderungen am *Os pubis*

Zur Untersuchung der enthesopathischen Veränderungen lagen insgesamt 22 *Tubercula ossium pubium* vor, von denen 15 als befundbar eingestuft wurden (n = 15/22; 68,2%). Es zeigte sich eine deutliche Ausprägung des *Tuberculum ossium pubium*. Nur eines der vorliegenden Muskelansätze wurde als schwach beurteilt. Unterhalb von drei *Tubercula* war außerdem das Periost deutlich vaskularisiert im Sinne eines entzündlichen Prozesses, also einer *Osteitis pubis*. Zusätzlich liegt in einem Fall eine massive Ausziehung, hervorgerufen durch die Adduktorengruppe im Sinne einer *Myositis ossificans circumscripta traumatica* vor (Abbildung 21c, d) (Cunningham und Romanes 1981; Rodriguez et al. 2001).

Tabelle 17: Veränderungen am *Tuberculum ossis pubis*. Ausprägung (gering-, mittel- und hochgradig) des *Tuberculum ossis pubis*, wobei sich alle befundbaren *Tubercula* in der Spalte „Befundbar“ befinden.

	Gesamt	Geringgradig	Mittelgradig	Hochgradig
Befundbar	n = 15	n = 1	n = 4	n = 10
Rechts	n = 5	n = 0	n = 1	n = 4
Links	n = 10	n = 1	n = 3	n = 6

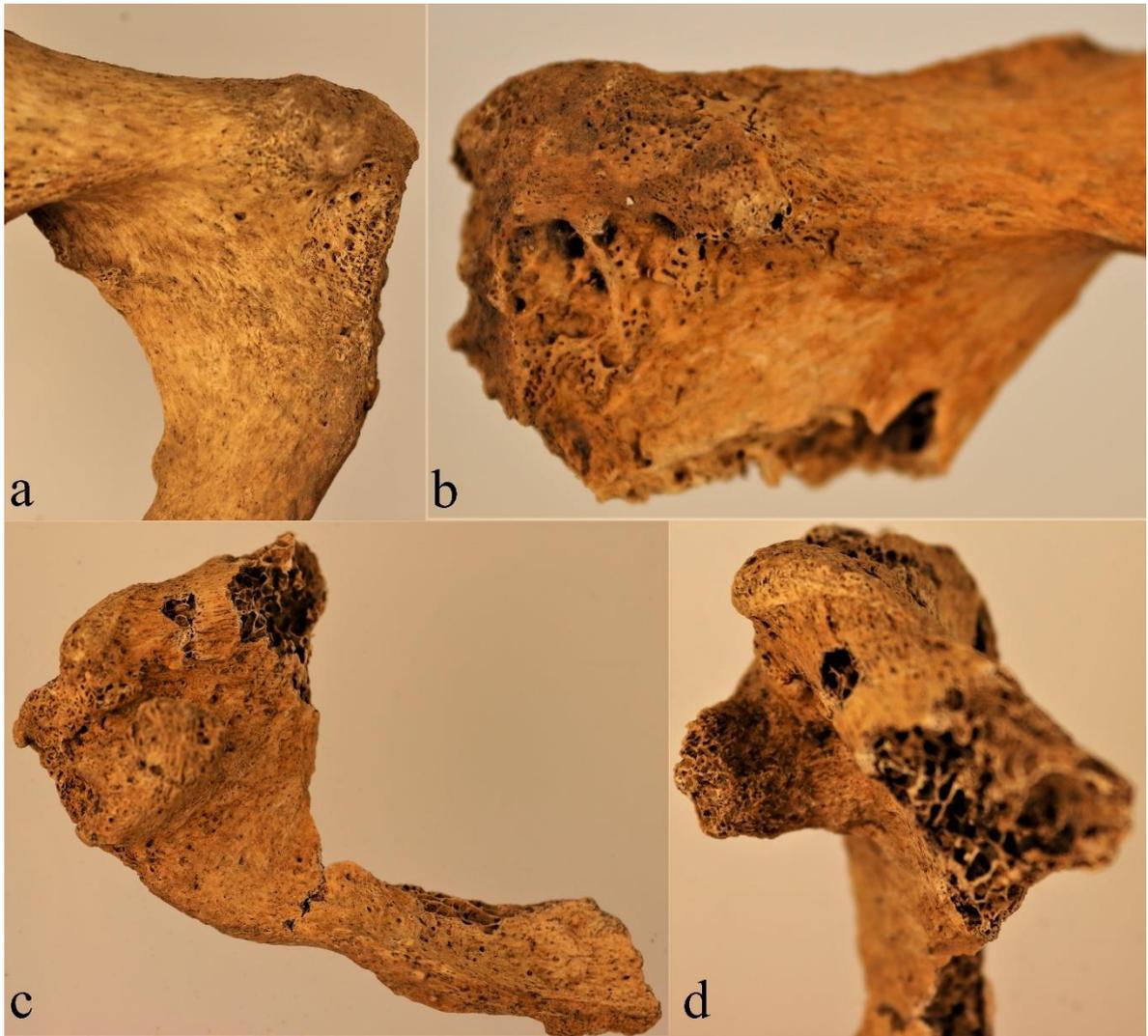


Abbildung 21: Enthesopathiebeispiele am *Os pubis*. Rechtes (a) und linke (b, c, d) *Ossa coxae*. Fdn. 22070, frühadult wahrscheinlich männlich (a), Fdn. 27048, frühadult m = w (b), Fdn. 31010, spätadult bis frühmatur wahrscheinlich weiblich (c, d). Ansicht von frontal (a, b, c) und schräg oben (d) auf *Os pubis*: Darstellung der verschiedenen enthesopathischen Veränderungen in dem Bereich des *Tuberculum pubicum* sowie unterhalb von diesem. (a) zeigt nur geringgradige Veränderungen am *Tuberculum pubicum* mit leichter Vaskularisation unterhalb. (b) hat ein mittelstark ausgeprägtes *Tuberculum pubicum* mit deutlicher Vaskularisation unterhalb mit zusätzlichen kleinen Knochenneubildungen. (c) zeigt einen deutlich ausgeprägten *Tuber ischiadicum* mit ebenfalls deutlicher Vaskularisation unterhalb und einer enormen Ausziehung im Sinne einer *Myositis ossificans circumscripta traumatica*, hervorgerufen durch die Adduktorengruppe.

Zur Untersuchung des *Os pubis* lagen 25 *Pectines ossium pubium* vor, wobei 21 davon als befundbar eingestuft wurden ($n = 21/25$; 84%). In etwa einem Drittel der Fälle zeigten sich keine Veränderungen. In einem Drittel der Fälle zeigten sich leichte enthesopathische Veränderungen zum Beispiel durch Ausbildung von scharfen Kanten oder Randleisten. Die restlichen *Pectines ossium pubium* zeigten deutlichere Veränderungen mit Ausbildung von Randleisten und *Spicula* (Abbildung 21).

Tabelle 18: Enthesopathien der *Pectines ossium pubium*. Enthesopathische Veränderungen (Grad 0, Scharf ausgezogen = scharf ausgezogener Rand, Randleiste, Randleiste mit Grad I bis III = Randleiste mit Ausbildung von *Spicula* Grad I bis Grad III) im Bereich *des Pecten ossis pubis*, wobei sich alle befundbaren Schambeinkämme in der Spalte „Befundbar“ befinden.

	Gesamt	Grad 0	Scharf ausgezogen	Randleiste	Randleisten mit Grad I	Randleisten mit Grad II	Randleisten mit Grad III
Befundbar	n = 21	n = 6	n = 5	n = 4	n = 5	n = 0	n = 1
Rechts	n = 15	n = 5	n = 4	n = 3	n = 2	n = 0	n = 1
Links	n = 6	n = 1	n = 1	n = 1	n = 3	n = 0	n = 0

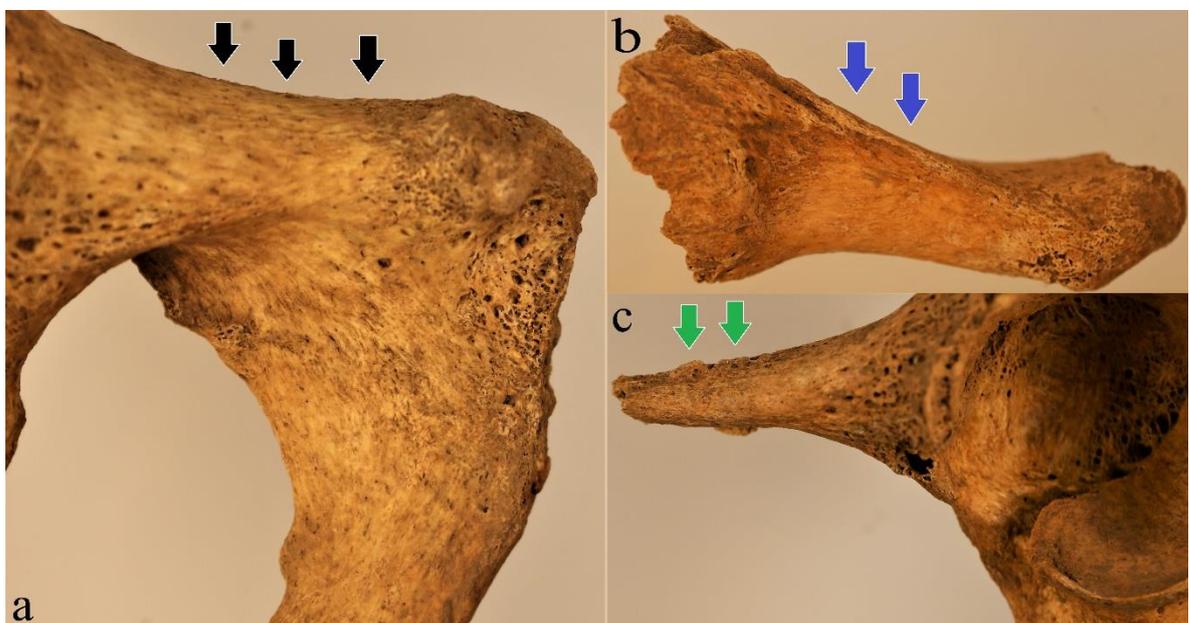


Abbildung 22: Enthesopathiebeispiele am *Pecten ossis pubis*. Rechte (a) und linke (b, c) *Ossa coxae*. Fdn. 22070, frühadult wahrscheinlich Mann (a), Fdn. 7181, frühadult m = w (b), Fdn. 11738, frühmatur Frau (c). Ansicht von frontal (a), oben (b) und frontolateral (c) auf *Os pubis*: Darstellung von verschiedenen enthesopathischen Veränderungen im Bereich des *Pecten ossis pubis* mit unauffälligem Befund (schwarze Pfeile, a), Ausbildung einer scharfen Kante (blaue Pfeile, b) und kleineren *Spicula* bewertet mit Grad I (grüne Pfeile, c).

3.1.5 Enthesopathische Veränderungen am *Foramen obturatum* und *Rami inferiores ossis pubis et Corpus ossis ischii*

Die enthesopathischen Veränderungen an dem *Foramen obturatum* und auf dem Unterrand der *Rami inferiores* des *Os pubis* und *Corpus ossis ischii* wurden jeweils gemeinsam bewertet. Insgesamt konnten 27 *Foramina obturata* und 14 *Rami inferiores* begutachtet werden, davon wurden 24 *Foramina* und 9 *Rami* als befundbar eingestuft (n = 24/27; 88,9%; n = 9/14; 64,3%).

Tabelle 19: Enthesopathien der *Foramina obturata*. Enthesopathische Veränderungen (Grad 0 bis Grad V) im Bereich des *Foramen obturatum*, wobei sich alle befundbaren *Foramina obturata* in der Spalte „Befundbar“ befinden.

	Gesamt	Grad 0	Grad I	Grad II	Grad III	Grad IV	Grad V
Befundbar	n = 24	n = 7	n = 11	n = 6	n = 0	n = 0	n = 0
Rechts	n = 15	n = 5	n = 6	n = 4	n = 0	n = 0	n = 0
Links	n = 9	n = 2	n = 5	n = 2	n = 0	n = 0	n = 0



Abbildung 23: Entsesopathiebeispiele der *Foramina obturata*. Rechte (b) und linke (a) *Ossa coxae*. Fdn. 18147, spätadult wahrscheinlich Mann (a), Fdn. 22070, frühadult wahrscheinlich Mann (b). Ansicht von schräg oben lateral (a) und oben medial (b) auf das *Foramen obturatum*: Darstellung von verschiedenen Ausprägungen der entsesopathischen Veränderungen im Bereich des *Foramen obturatum* mit Grad I (schwarzer Pfeil, b) und Grad II (blauer Pfeil, a).

Bei den *Foramina* ist der Grad I am häufigsten vertreten. Dabei ist anzumerken, dass die Ausziehungen bei allen *Foramina* nach innen, also medial ausgebildet sind (Abbildung 23). Das bedeutet, dass die entsesopathischen Veränderungen vor allem durch den *M. obturatorius internus* hervorgerufen wurden (Drenckhahn und Eckstein 2008).

Tabelle 20: Enthesopathien der *Rami inferiores*. Enthesopathische Veränderungen (Grad 0, Stark ausgezogen = deutlich ausgezogen durch starken Muskelzug, Scharf ausgezogen = Ausbildung eines scharfen Randes an der Muskelmarke, Randleiste mit Grad I bis II = Ausbildung einer Randleiste mit *Spicula* bis Grad II) am Unterrand der *Rami inferiores*, alle befundbaren *Rami inferiores*, wobei sich alle befundbaren *Rami inferiores* in der Spalte „Befundbar“ befinden.

	Gesamt	Grad 0	Stark ausgezogen	Scharf ausgezogen	Randleisten mit Grad I	Randleisten mit Spiculum Grad II
Befundbar	n = 9	n = 1	n = 3	n = 1	n = 2	n = 2
Rechts	n = 4	n = 1	n = 2	n = 0	n = 1	n = 0
Links	n = 5	n = 0	n = 1	n = 1	n = 1	n = 2

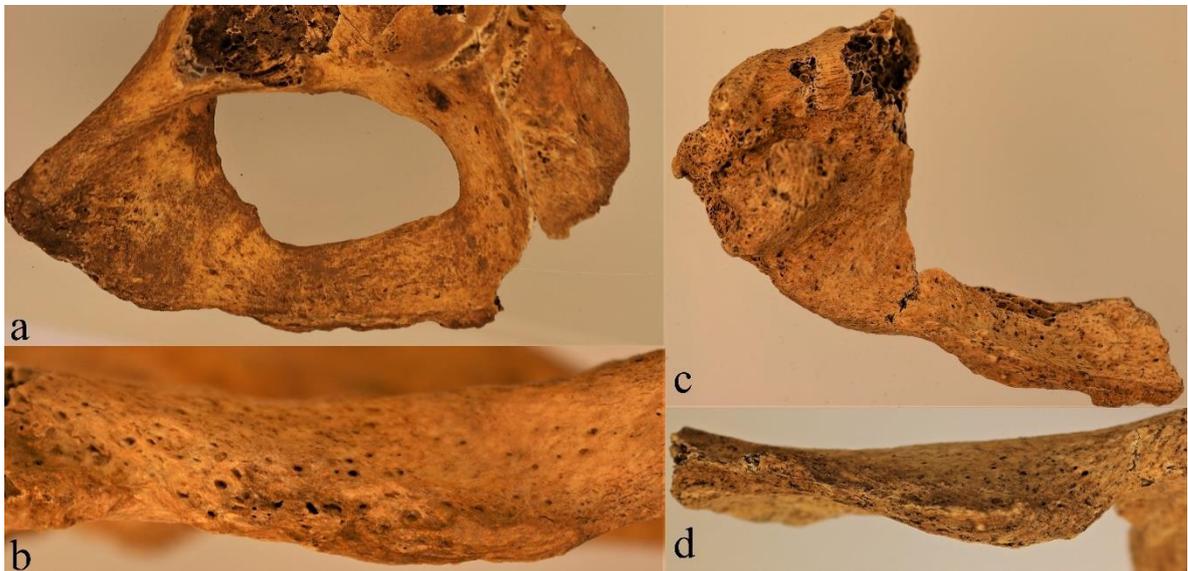


Abbildung 24: Enthesopathiebeispiele der *Rami inferiores*. Linke *Ossa coxae*. Fdn. 19850, spätadult bis frühmatur wahrscheinlich Frau (a, b), Fdn. 31010, spätadult bis frühmatur wahrscheinlich Frau (c, d). Ansicht auf den *Ramus inferior* von frontolateral als Übersichtsaufnahme (a, c) und von unten als Nahaufnahme (b, d): Darstellung der verschiedenen enthesopathischen Veränderungen im Bereich des *Ramus inferior* insbesondere durch den *M. adductor magnus* mit deutlicher Leistenbildung mit Ausziehungen des Grades II sowie Abweichung der vergrößerten Muskelmarke nach medial (a, b, c, d).

Die *Rami inferiores* zeigten an der Unterseite deutliche Ausprägungen durch die Muskulatur (Abbildung 24). Die meisten erhaltenen *Rami inferiores* weisen entweder eine starke Ausprägung oder mindestens leichte enthesopathische Veränderungen auf wie Randleistenbildung oder *Spicula* hervorgerufen durch den *M. adductor magnus* (Broski et al. 2016).

3.1.6 Veränderungen am *Os coxae* aufgeschlüsselt nach Geschlecht

Die ausführlichen tabellarischen Ergebnisse (Tabelle A. 1 bis Tabelle A. 35) sind im Anhang (Seite 142 bis 161) dargestellt. Insgesamt konnte aufgrund der starken Fragmentierung der

Hüftknochen die Geschlechtsbestimmung bei zahlreichen Fragmenten nicht erfolgen. Dies hat zur Folge, dass auch die Fallzahlen bei den jeweiligen Veränderungen nur geringgradig ausfallen und damit statistisch wenig verwertbar sind. Zusammenfassend lässt sich aber sagen, dass keine erheblichen Unterschiede zwischen den als männlich oder weiblich eingestuft Individuen festgestellt werden konnten.

3.1.7 Enthesopatische Veränderungen am *Ossa coxae* aufgeschlüsselt nach Altersgruppen

Die ausführliche Tabelle (Tabelle A. 3 bis Tabelle A. 35) der ermittelten Ergebnisse ist im Anhang auf Seite 143 bis 161 abgebildet. Fasst man alle diese dargestellten Ergebnisse vergleichend zusammen so ergibt sich folgende Tabelle:

Tabelle 21: Ausprägung der Enthesopathien der *Ossa coxae* nach Geschlechtern getrennt betrachtet. Zusammenfassung aller befundbaren enthesopathischen Veränderungen (Grad 0 bis V) der *Ossa coxae* mit berechnetem Mittelwert, aufgeteilt nach Altersgruppen. In der oberen Hälfte der Tabelle ist die linke und in der unteren Hälfte die rechte Seite dargestellt.

	0	I	II	III	IV	V		M
fa	3,5	1	0	0	0	0		0,22
sa	11	17,5	5	2	1,5	0		1,07
fm	6,5	12,5	2,5	2	0,5	0		1,06
sm	1	4,5	0,5	0	0	0		0,92
sen	0	0	0	0	0	0		0
fa	13	17,5	1,5	2	0	0		0,78
sa	8	8,5	4,5	0	1	1		1,15
fm	1	10	1	0	0	0		1
sm	0	1	0	0	0	0		1
sen	2	1	0	0	0	0		0,33

Auch wenn insgesamt nicht viele Muskelmarken bzw. *Ossa coxae* zur Verfügung standen, die einer Altersgruppe zugeordnet werden konnten, sieht man vor allem bei den frühadulten Individuen weniger ausgeprägte enthesopathische Veränderungen. Alle anderen Altersgruppen wiesen im Mittel die gleichen Häufigkeiten auf. Zwischen den rechten und linken Hüftknochen bestand kein signifikanter Unterschied.

3.1.8 Mikroskopische Untersuchungen am *Os coxae*

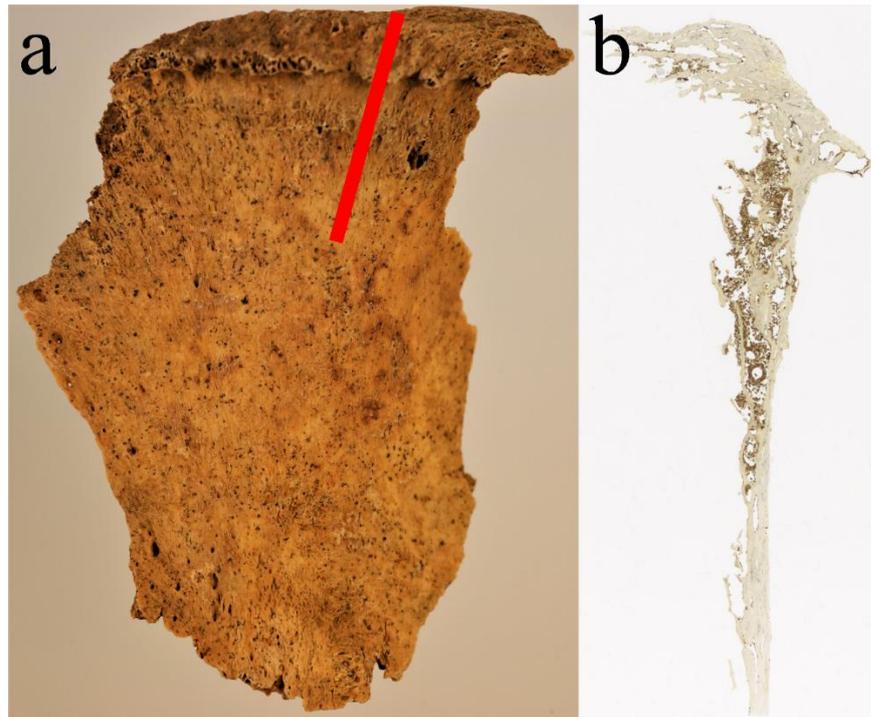


Abbildung 25: Knochendünnschliff aus der Crista iliaca mit Stressläsion Grad IV. *Os coxae* links Fdn. 8653, erwachsen m = w: Darstellung des Beckenfragmentes (mittlerer Abschnitt der *Crista iliaca*) von lateral (a) mit roter Markierung des Bereichs, aus dem der Dünnschliff angefertigt wurde (b). Der Schliff bildet den Beckenknochen in Frontalebene ab.

In der Abbildung 25 ist ein Knochendünnschliff durch die *Crista iliaca* in Frontalebene dargestellt. Hierbei handelt es sich um einen Bereich unmittelbar hinter dem *Tuberculum iliacum*, am ehesten um Veränderungen hervorgerufen durch die *Aponeurosis glutea*. Die Enthesopathie wurde mit dem Grad IV bewertet. Hier zeigt sich an einem Knochendünnschliff in einer 16-fachen Vergrößerung im Polarisationsmikroskop deutliche Ausziehung mit Ausrichtung der Knochenfasern in die Zugrichtung (Abbildung 26b, c). Unter einer 25-fachen Vergrößerung sieht man außerdem einen lamellären Umbau (Abbildung 27).



Abbildung 26: Knochendünnschliff aus der *Crista iliaca* mit Stressläsion Grad IV in 16-facher Vergrößerung. *Os coxae* links Fdn. 8653, erwachsen m = w: Die Knochendünnschliffe des Beckenknochens in Frontalebene wurden im einfachen Durchlicht (a), im polarisierten Durchlicht (b) und im polarisierten Durchlicht unter Verwendung eines Hilfsobjektes rot 1. Ordnung (Quarz, λ -Platte) als Kompensator (c) untersucht.

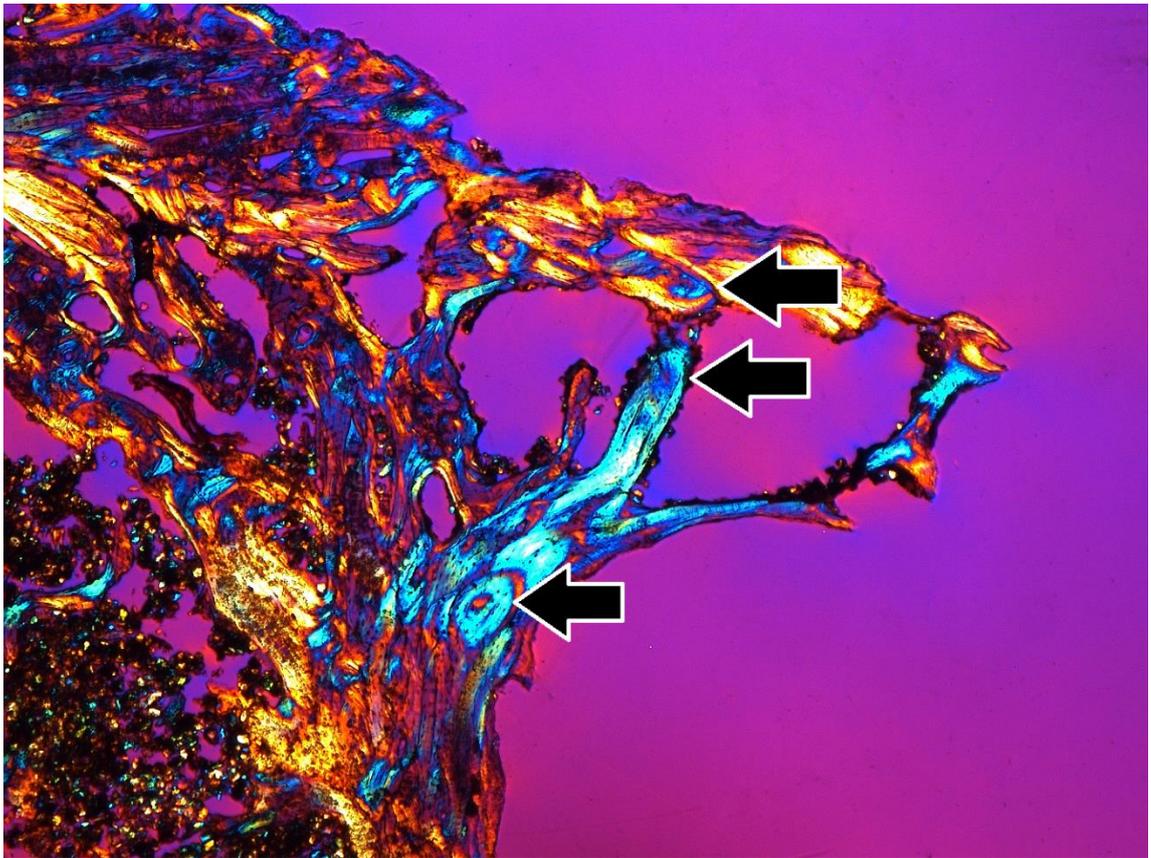


Abbildung 27: Knochendünnschliff aus der *Crista iliaca* mit Stressläsion Grad V in 25-facher Vergrößerung. *Os coxae* links Fdn. 8653, erwachsen m = w: Der Knochendünnschliff des Beckenknochens in Frontalebene wurden im polarisierten Durchlicht unter Verwendung eines Hilfsobjektes rot 1. Ordnung (Quarz, λ -Platte) als Kompensator untersucht. Mit schwarzen Pfeilen sind deutlich sichtbare Knochenlamellen markiert. Die kleinen schwarzen Löcher sichtbar beim untersten Pfeil sind Hohlräume der Osteozyten.

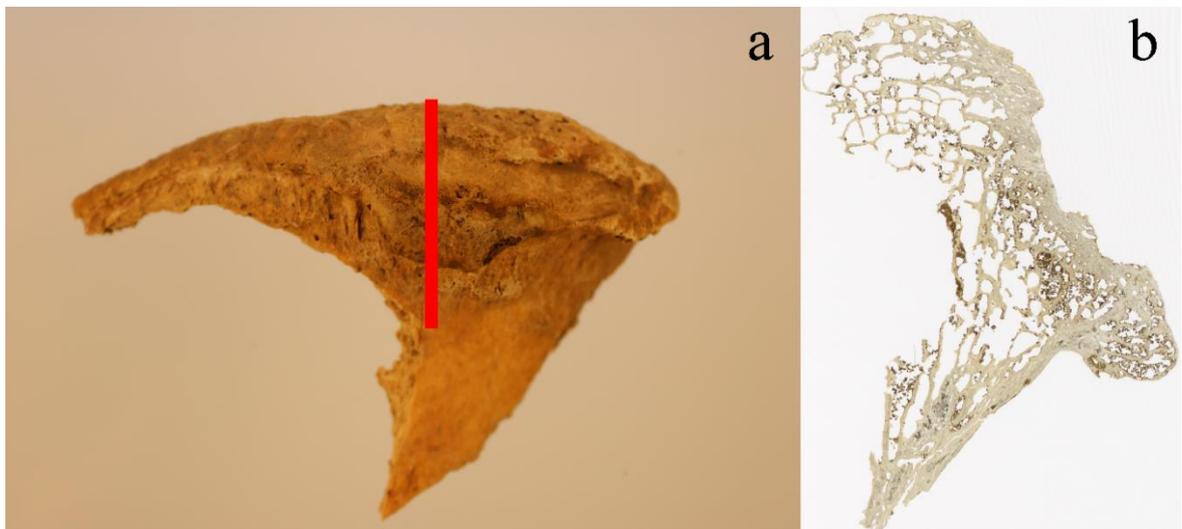


Abbildung 28: Knochendünnschliff aus der *Crista iliaca* mit der Stressläsion Grad V. *Os coxae* links Fdn. 23932, erwachsen m = w: Darstellung des Beckenfragmentes (mittlerer bis distalen Abschnitt der *Crista iliaca*) von lateral (a) mit roter Markierung des Bereiches, aus dem der Dünnschliff angefertigt wurde (b). Der Dünnschliff bildet den Beckenknochen in Frontalebene ab.

Zusätzlich wurde ein weiterer Beckenknochen auf Veränderungen durch den *M. gluteus maximus* bzw. seiner Sehne untersucht (Abbildung 28). Das Präparat wurde aus der Exostose des *Labium externum* der *Crista iliaca* entnommen. Hier sieht man einen gut umgebauten Lamellenknochen mit einer deutlichen Ausrichtung der Trabekel in Zugrichtung des Muskels. Dabei scheinen diese Trabekel sich aus einer Wurzel an der Basis herauszuentwickeln. Die Kollagen-Faserbündel in den Lamellen sind parallel zur Ausrichtung der Trabekel angeordnet, durch eine einheitliche Farbe der Fasern erkennbar (Abbildung 29).

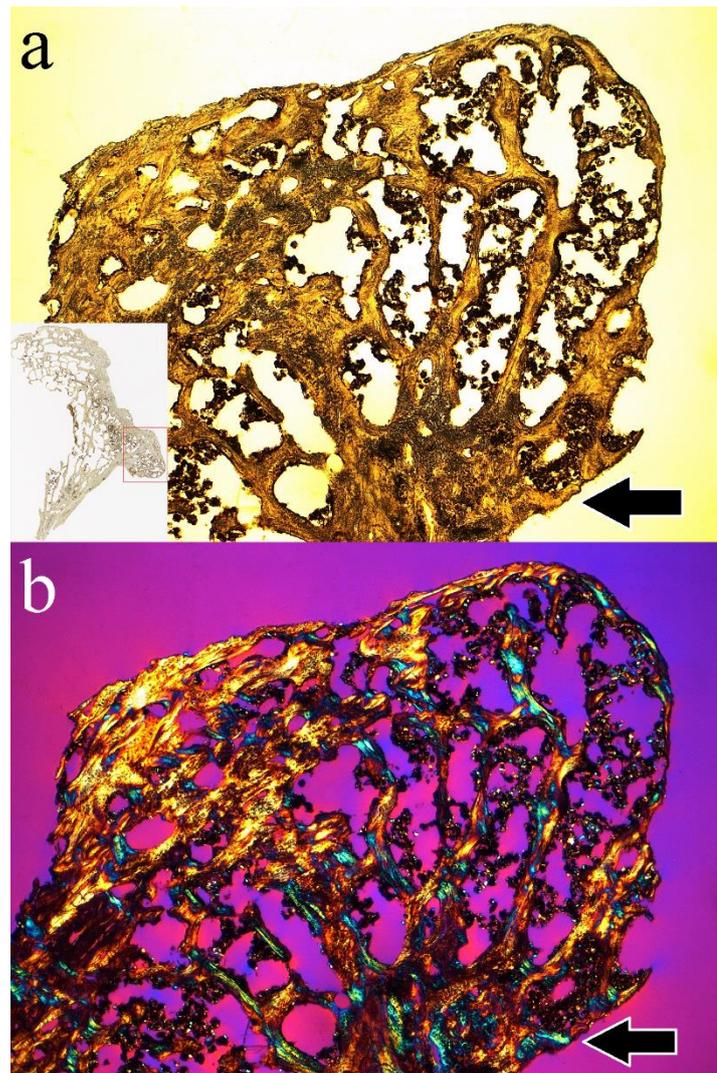


Abbildung 29: Knochendünnschliff aus der *Crista iliaca* mit Stressläsion Grad IV in 16-facher Vergrößerung. *Os coxae* links Fdn. 23932, erwachsen m = w: Die Knochendünnschliffe des Beckenknochens in Frontalebene durch die Exostose wurden im einfachen Durchlicht (a) und im polarisierten Durchlicht unter Verwendung eines Hilfsobjektes rot 1. Ordnung (Quarz, λ -Platte) als Kompensator (b) untersucht. Die Trabekel scheinen sich im unteren Abschnitt des Bildes zu einer Wurzel zu vereinen (schwarzer Pfeil).

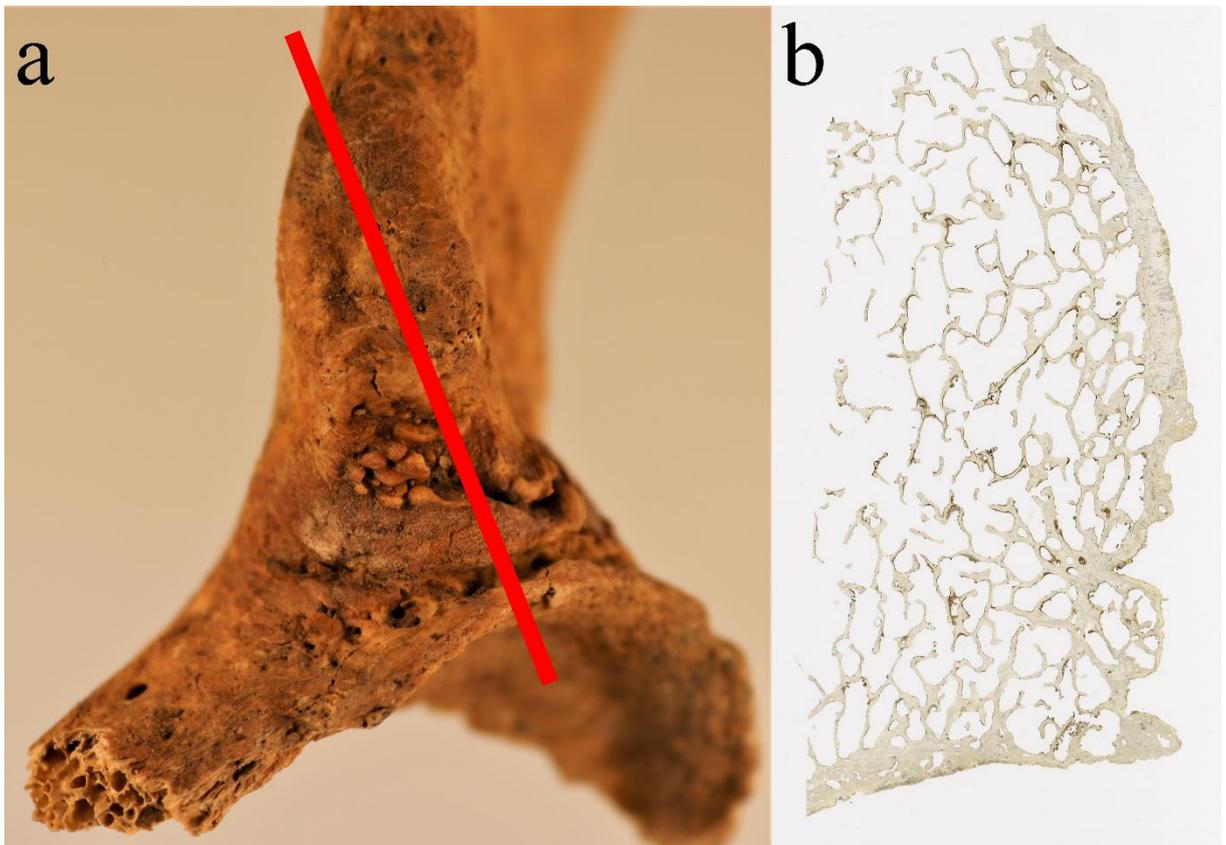


Abbildung 30: Knochendünnschliff aus der Spina iliaca. *Os coxae* links Fdn. 4698, erwachsen m = w: Darstellung der *Spina iliaca anterior inferior* von anterior (a) mit roter Markierung des Bereiches, aus dem der Schliff angefertigt wurde (b). Der Dünnschliff bildet den Beckenknochen in Sagittalebene ab.

In der Abbildung 30 ist eine exostotische Veränderung der *Spina iliaca anterior inferior* sowie des Bereiches unterhalb der *Spina* mit dem entsprechenden Knochendünnschliff dargestellt. Bereits makroskopisch, deutlicher in dem Dünnschliff, sieht man zahlreiche unebene Ausziehungen im Bereich der *Spina* und besonders knapp unterhalb der *Spina iliaca* (Abbildung 30). Solche Veränderungen entsprechen Trajektorien, die sich entsprechend der Zug-richtungen ausgebildet haben. Gut ausgeprägte Kollagenfasern sind bereits in der lichtmikroskopischen Darstellung sichtbar, beinahe über die gesamte anteriore Ebene (Abbildung 31). Im polarisierten Durchlicht und insbesondere mit dem Hilfsobjekt rot 1. Ordnung lassen sich auch die vermuteten unterschiedlichen Zugrichtungen deutlich darstellen (Abbildung 32). Dabei weisen die Faserbündel vor allem im Bereich der *Spina iliaca anterior inferior* einen besonders langen Verlauf auf. Insgesamt stellt sich dieser Knochenabschnitt als gut organisiert dar (Abbildung 32d, Abbildung 33).

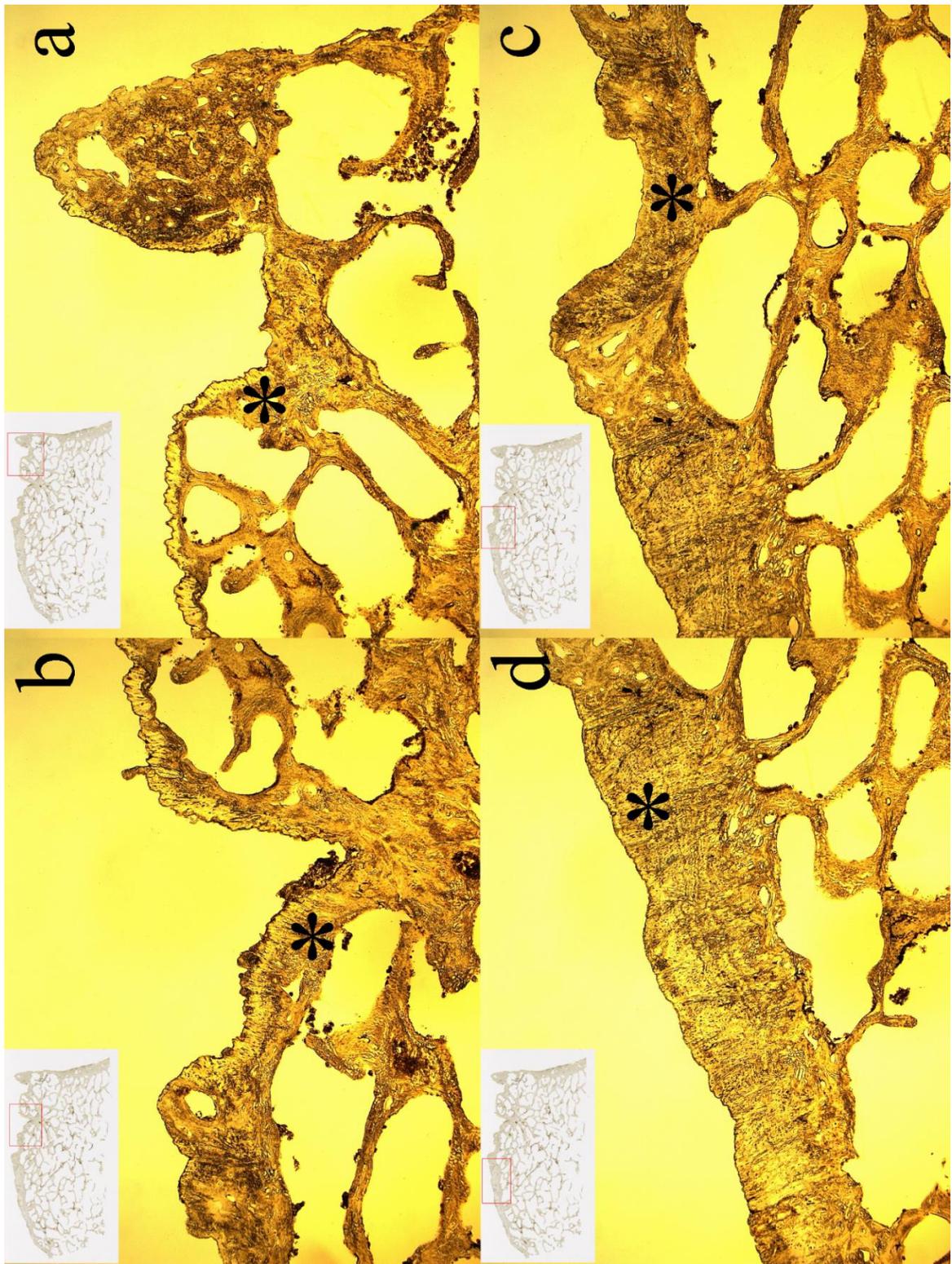


Abbildung 31: Knochendünnschliff aus der *Spina iliaca*, Lichtmikroskop 16-fache Vergrößerung. *Os coxae* links Fdn. 4698, erwachsen m = w: Darstellung des Dünnschliffes des Beckenknochens in Sagittalebene im einfachen Durchlicht. Mit Sternchen (*) sind Stellen markiert, an denen man bereits ohne polarisiertes Licht Kollagenanteile angedeutet sieht.

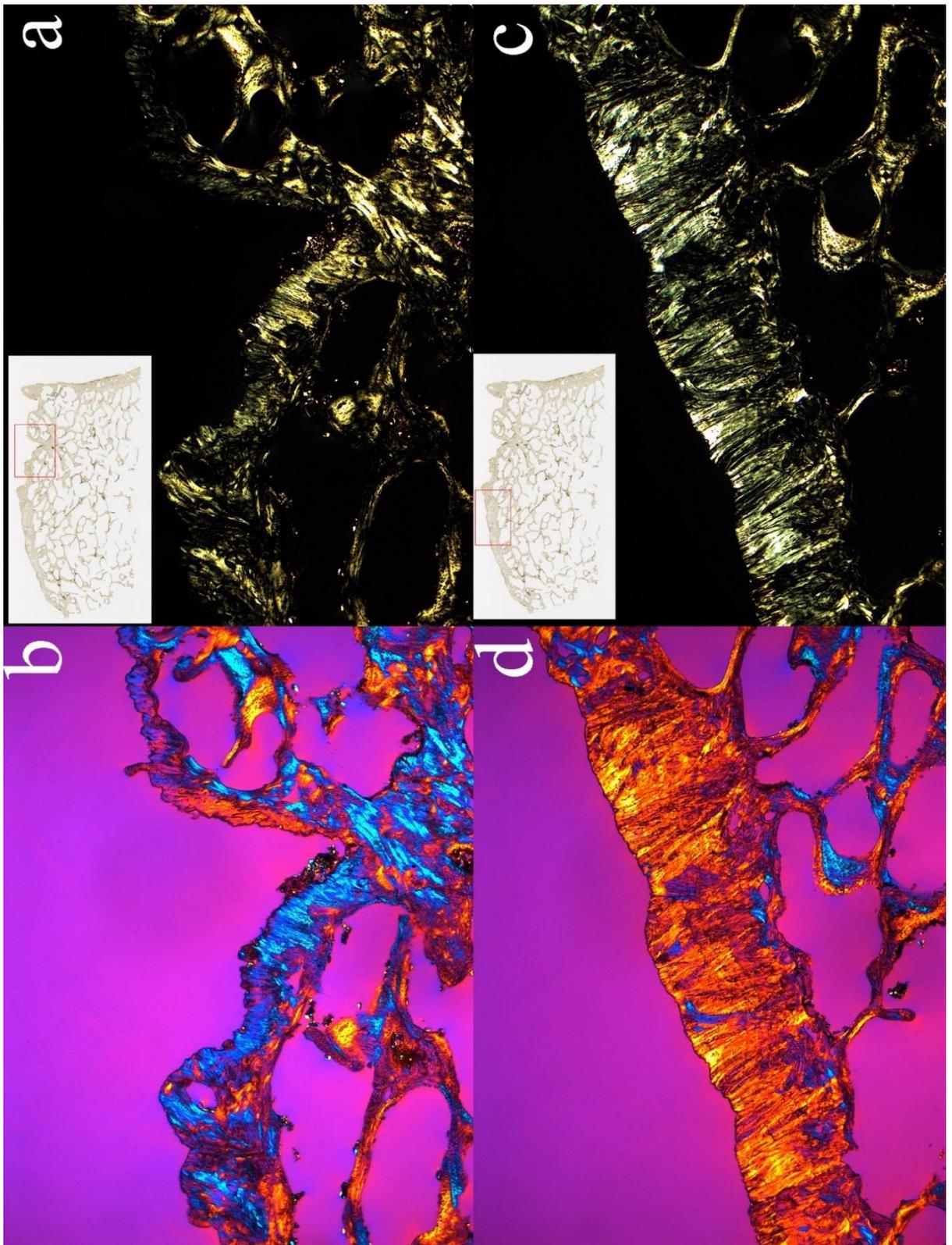


Abbildung 32: Knochendünnschliff aus der *Spina iliaca* in 16-facher Vergrößerung. *Os coxae* links Fdn. 4698, erwachsen m = w: Ausgewählte Elemente der Knochendünnschliffe des Beckenknochens in Sagittalebene im polarisierten Durchlicht (a, c) und im polarisierten Durchlicht unter Verwendung eines Hilfsobjektes rot 1. Ordnung (Quarz, λ -Platte) als Kompensator (b, d) untersucht.

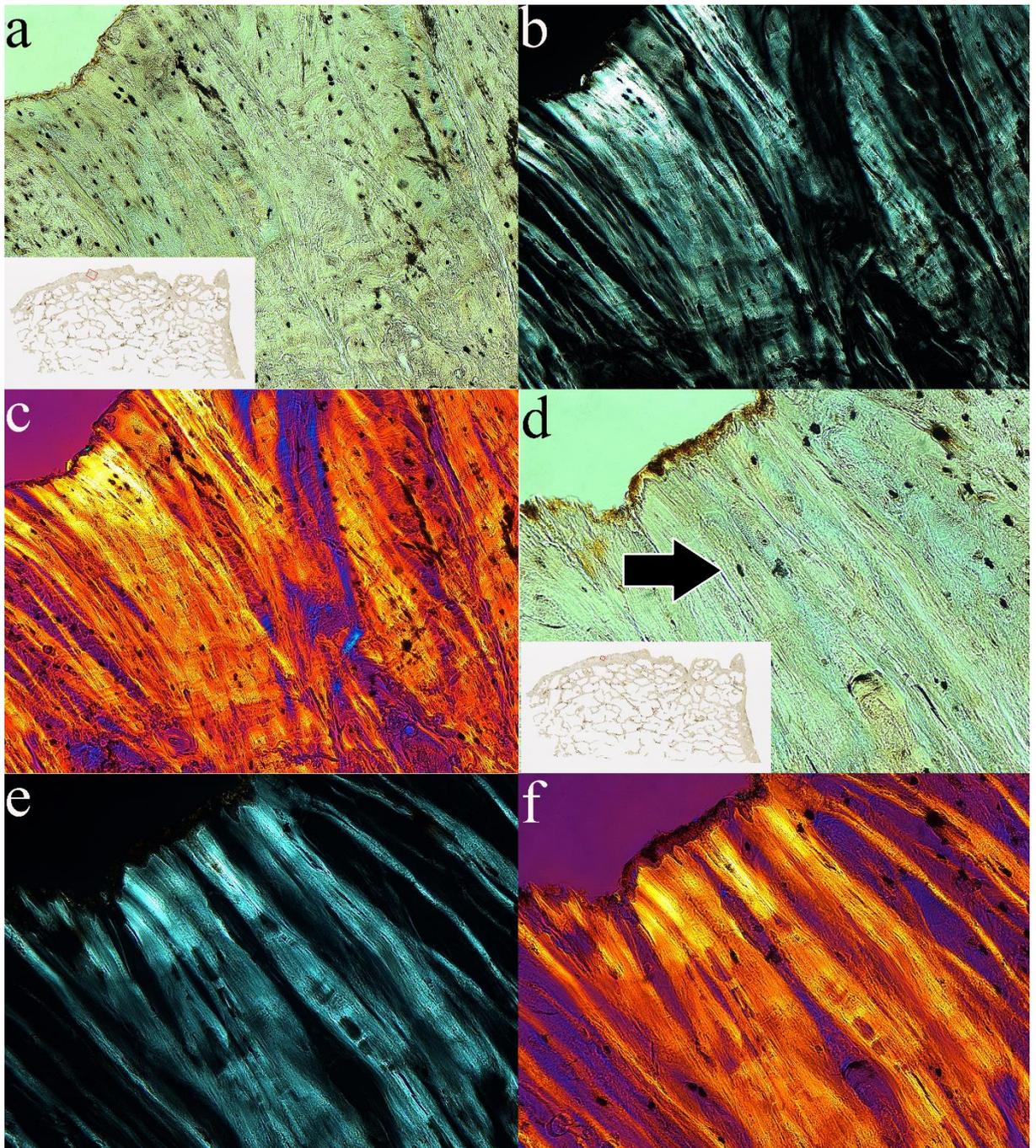


Abbildung 33: Knochendünnschliff aus der *Spina iliaca* in 100/200-facher Vergrößerung. *Os coxae* links Fdn. 4698, erwachsen m = w: 100- (a, b und c) und 200-fache (d, e und f) in dem Bereich der *Spina iliaca anterior inferior* im einfachen Durchlicht (a, d), im polarisierten Durchlicht (b, e) und im polarisierten Durchlicht unter Verwendung eines Hilfsobjektes rot 1. Ordnung (Quarz, λ -Platte) als Kompensator (c, f) untersucht. Mit dem schwarzen Pfeil ist einer von zahlreichen schwarzen Punkten markiert, die eine Osteozytenhöhle darstellen.

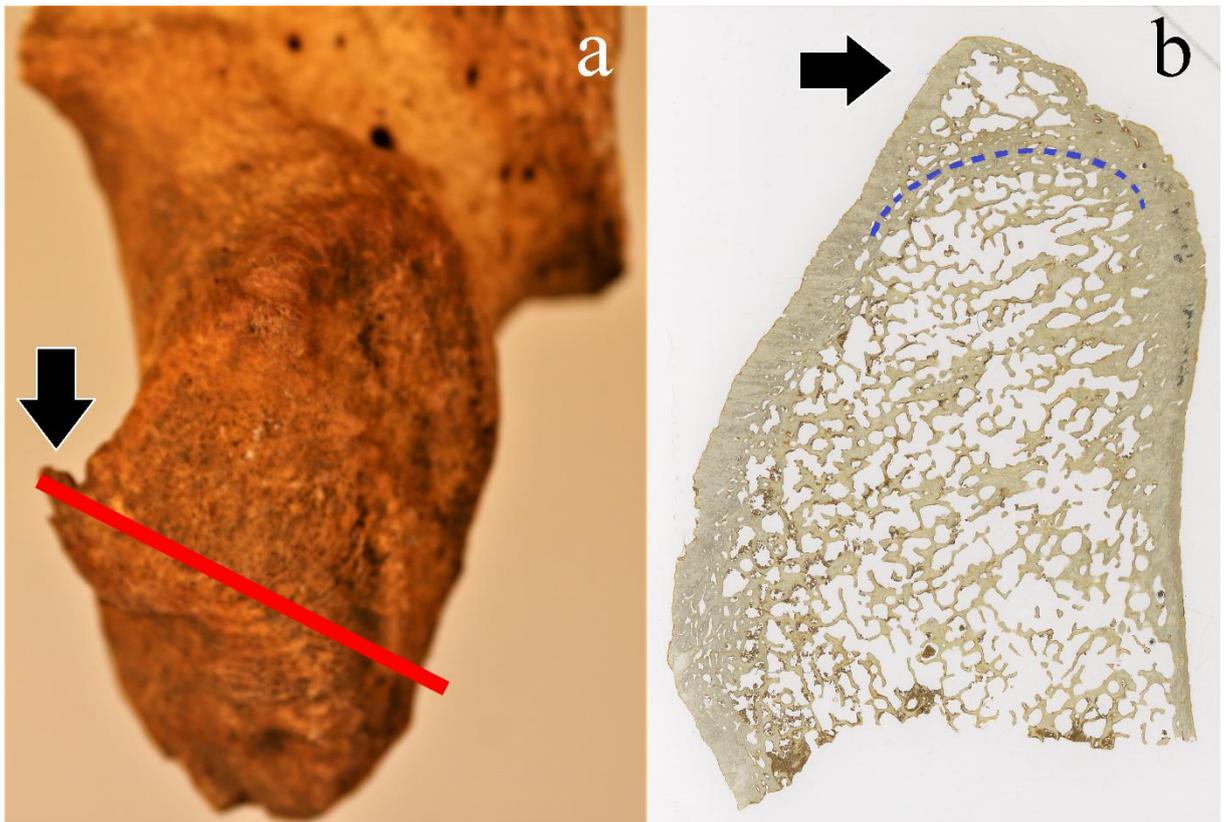


Abbildung 34: Knochendünnschliff aus dem *Tuber ischiadicum*. *Os coxae* rechts Fdn. 25706, frühadult Mann: Darstellung des *Tuber ischiadicum* von dorsal (a) mit roter Markierung des Bereiches aus dem der Schliff angefertigt wurde (b). Das Präparat stellt den Querschnitt durch den *Tuber ischiadicum* dar. Die Spitze in Bild a markiert mit einem schwarzen Pfeil ist entsprechend in Bild b ebenfalls mit schwarzem Pfeil markiert. Die gestrichelte blaue Markierung stellt die Grenze zwischen dem ursprünglichen *Tuber ischiadicum* und der Exostose dar.

Näher untersucht wurde hier ein *Tuber ischiadicum* mit deutlichen enthesopathischen Veränderungen (Abbildung 34a, schwarzer Pfeil). Neben dem ausgeprägten makroskopischen Befund sieht man bereits in der Übersichtsaufnahme nach medial orientiert eine abgrenzbare Exostose. Die Spongiosa wirkt im Bereich der Exostose leicht gelichtet. Dabei lässt sich der ursprüngliche Knochen gegenüber der Exostose mit einer verdichteten Spongiosa abgrenzen (Abbildung 34b, gestrichelte Linie). Noch deutlicher sieht man die verdichtete Abgrenzung zwischen der Exostose und dem ursprünglichen Knochen unter dem Lichtmikroskop (Abbildung 35). Die gesamte Oberfläche des Präparates auf der dorsalen Seite ist dabei von parallel angeordneten Kollagenfasern durchzogen, sichtbar im polarisierten Licht mit Hilfsobjekt (Abbildung 35, Sternchen). Es liegt vollständig organisierter Lamellenknochen vor.

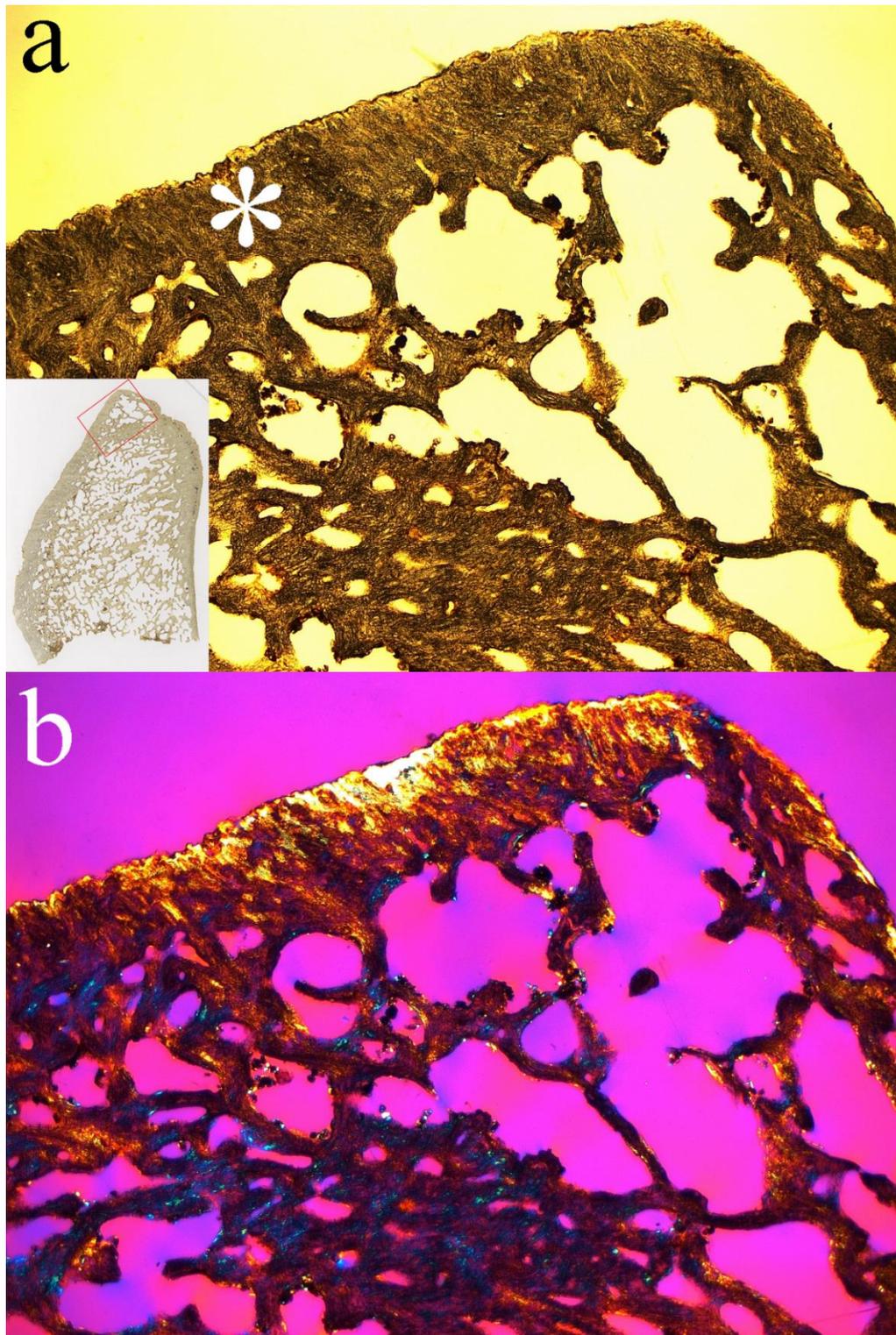


Abbildung 35: Knochendünnschliff aus der *Spina iliaca* in 16-facher Vergrößerung. *Os coxae* rechts Fdn. 25706, frühadult Mann: Die Knochendünnschliffe der Exostose des *Tuber ischiadicum* wurden im einfachen Durchlicht und im polarisierten Durchlicht unter Verwendung eines Hilfsobjektes rot 1. Ordnung (Quarz, λ -Platte) als Kompensator (b) untersucht. Mit weißen Sternchen ist der dorsale Anteil des *Tuber ischiadicum* mit zahlreichen - wohl teilweise - mineralisierten Sehnenfasern markiert.

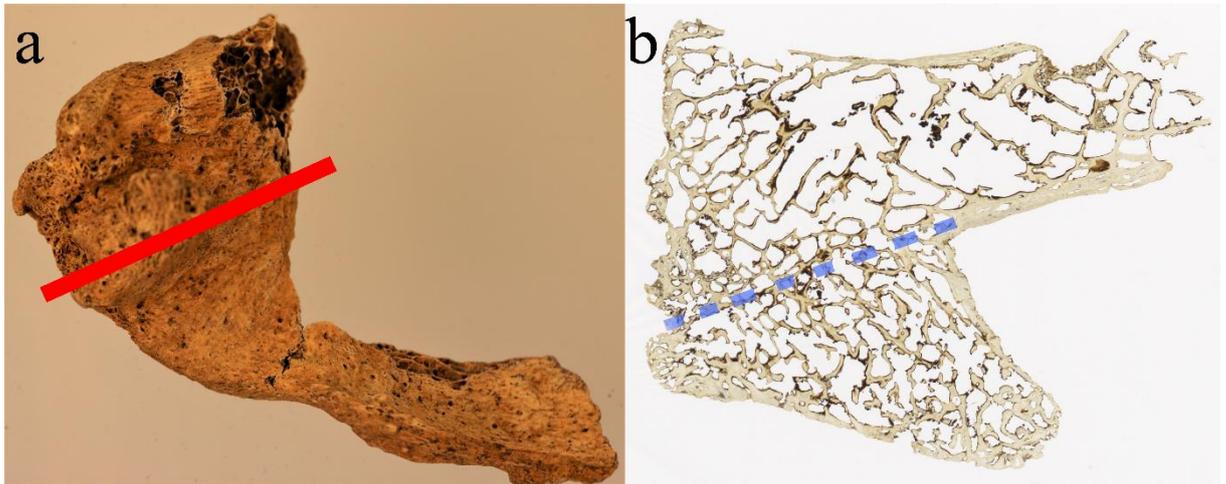


Abbildung 36: Knochendünnschliff aus dem *Os pubis*. *Os coxae* links Fdn. 31010, erwachsen m = w: Darstellung des *Os pubis* von anterior (a) mit roter Markierung des Bereiches, aus dem der Dünnschliff angefertigt wurde (b). Der Dünnschliff bildet den Beckenknochen in Transversalebene ab. Die blaue gestrichelte Linie stellt die Grenze zwischen der Exostose und dem ursprünglichen Knochen dar.

In der Abbildung 36 ist ein Teil des *Os pubis* mit dem *Ramus inferior ossis pubis* dargestellt. Makroskopisch ist eine ausgeprägte Exostose mit fast 2 cm Länge aus dem Knochen herausragend sichtbar. Genau aus diesem Bereich wurde ein entsprechendes Präparat angefertigt. Diese Exostose ist im Knochendünnschliff unterhalb der blau gestrichelten Linie erkennbar (Abbildung 36). Die exostotische Veränderung ist auch unter einer höheren Vergrößerung kaum von dem ursprünglichen Knochen zu unterscheiden. Jedoch ist die Dichte und die Dicke der Trabekel im Bereich der Neubildung höher (Abbildung 37). Dabei weist die Exostose einen vollständig organisierten Lamellenknochen auf.

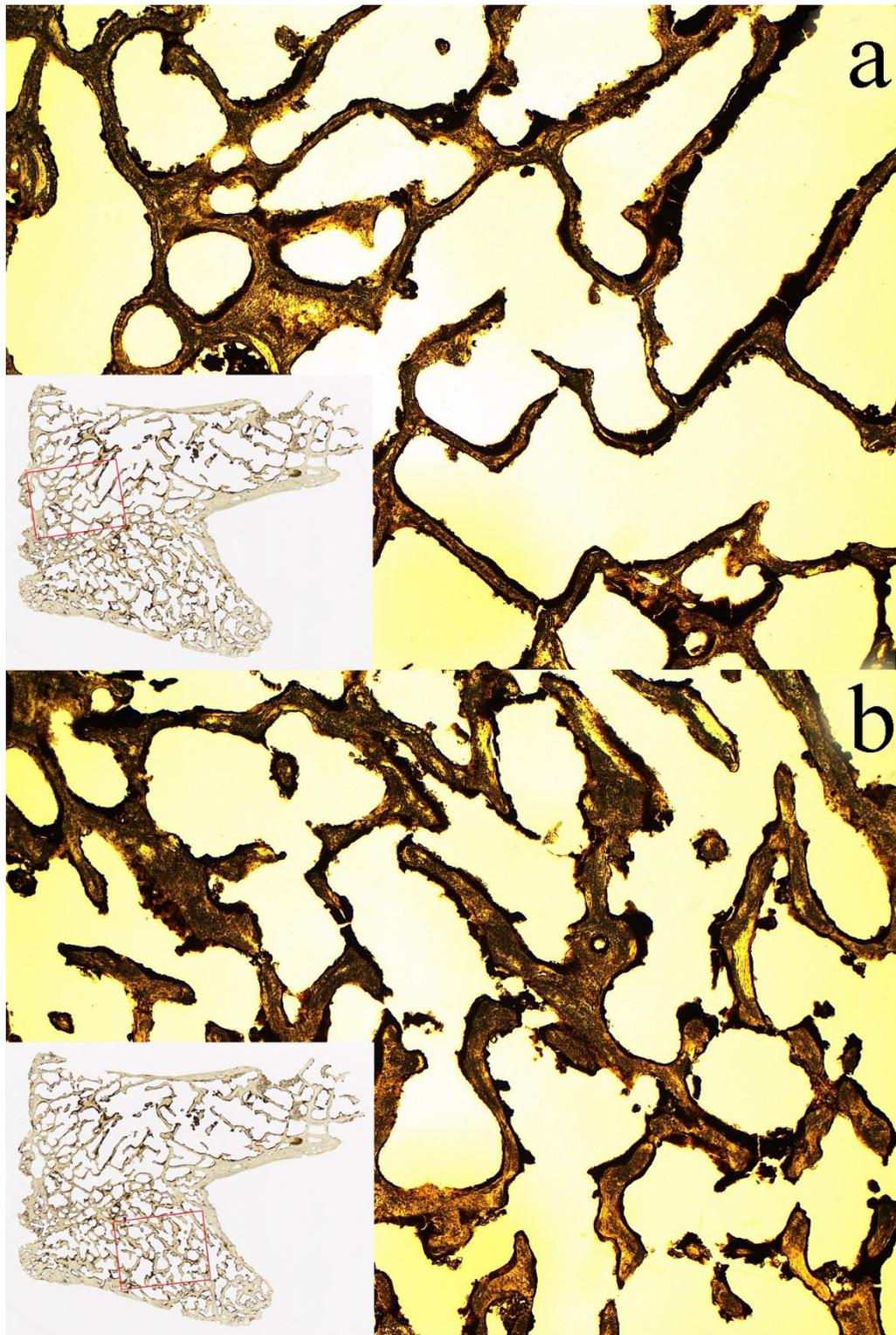


Abbildung 37: Knochendünnschliff aus dem *Os pubis* in 16-facher Vergrößerung. *Os coxae* links Fdn. 31010, erwachsen m = w: Darstellung der Trabekelstruktur innerhalb des *Os pubis* (a) und innerhalb der Exostose (b) im einfachen Durchlicht.

3.2 Untersuchungen am *Os femoris*

Zur Beurteilung der *Ossa femora* wurde - neben der Vermessung der Gesamtlänge, Bestimmung des Geschlechts, Beurteilung der Muskelmarken sowie Untersuchung auf Arthrose und Enthesopathien - mit Hilfe eines Winkelmessers der CC-Winkel des Oberschenkelknochens gemessen. Hinzukommend wurde die Oberfläche medial und lateral der *Linea aspera* auf Gefäßimpressionen und Periostreaktion untersucht. Bei der Untersuchung der Enthesopathien wurden im proximalen Bereich des Knochens die *Fossa trochanterica*, die *Linea intertrochanterica* und der *Trochanter minor* genauer begutachtet. Im mittleren Bereich wurde die *Tuberositas glutea* und ihre Verlängerung zur *Linea aspera* untersucht. Im distalen Bereich lag das Augenmerk auf der Untersuchung des *Tuberculum adductorium* sowie der Ursprünge der Köpfe des *M. gastrocnemius*. Zur Beurteilung des Gelenkstatus wurden außerdem die Gelenkflächen des *Caput femoris*, *Condylus medialis*, *Condylus lateralis* sowie beider *Facies patellaris femoris* untersucht.

3.2.1 Untersuchungen der Gelenke und gelenknaher Strukturen am *Os femoris*

Insgesamt konnten 93 *Capita femorum* begutachtet werden, wobei 46 davon als bewertbar eingestuft wurden (n = 46/93; 49,5%).

Tabelle 22 Arthrose der *Capita femorum*. Arthrosegrad (Grad 0 bis V) des *Caput femoris*, wobei sich alle befundbaren *Capita femorum* in der Spalte „Befundbar“ befinden.

	Gesamt	Grad 0	Grad I	Grad II	Grad III	Grad IV	Grad V
Befundbar	n = 46	n = 1	n = 21	n = 17	n = 4	n = 2	n = 1
Rechts	n = 24	n = 0	n = 12	n = 9	n = 2	n = 1	n = 0
Links	n = 22	n = 1	n = 9	n = 8	n = 2	n = 1	n = 1

Die meisten der vorliegenden Gelenkflächen des *Caput femoris* wurden mit dem Grad I und II bewertet (Abbildung 38), dabei gibt es keinen großen Unterschied zwischen den linken und den rechten *Capita femorum*. Es zeigten sich lediglich drei stark veränderte *Capita femorum* – zwei auf der linken Seite mit jeweils einem Arthrosegrad IV und V und eines auf der rechten Seite mit dem Arthrosegrad IV.

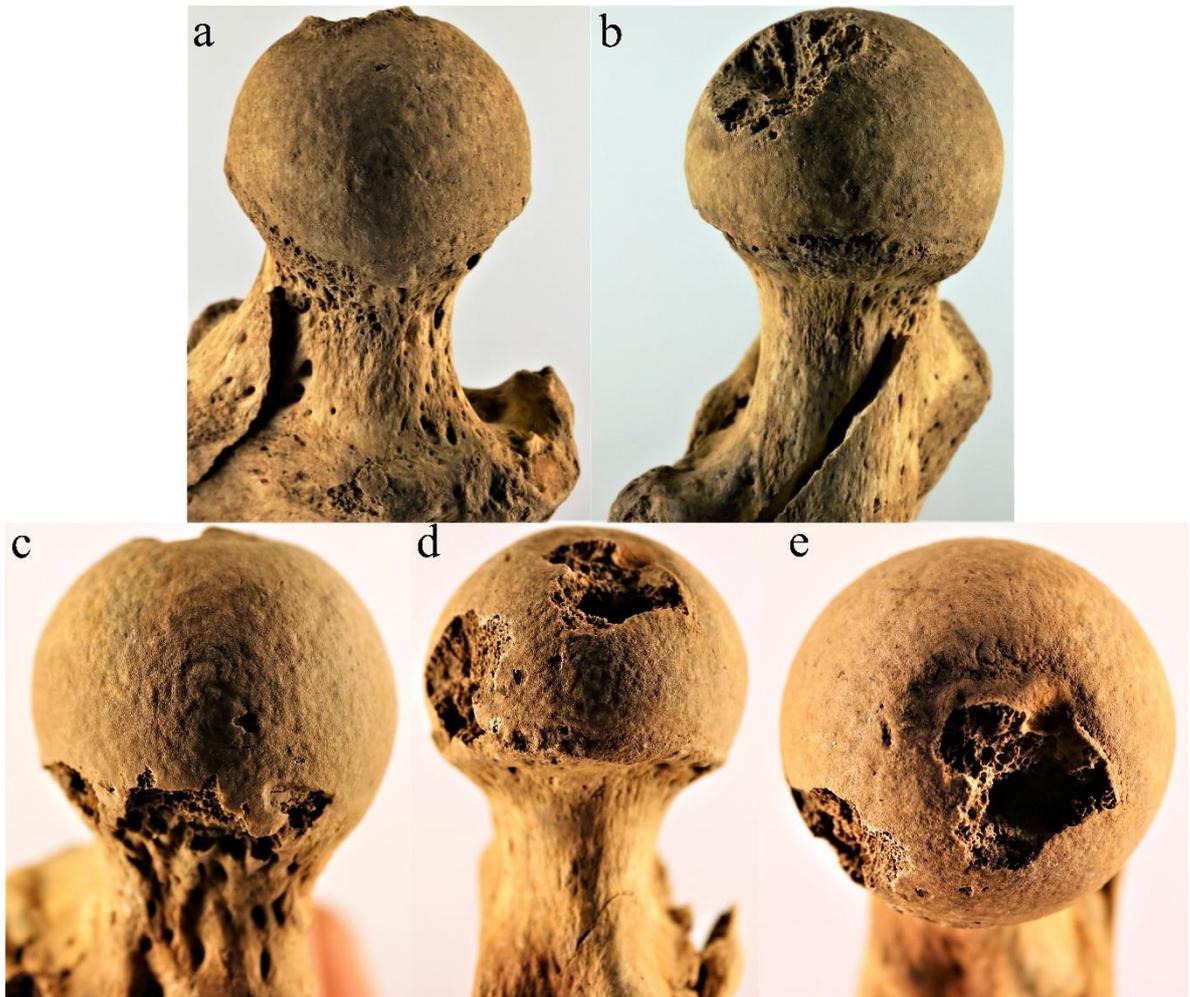


Abbildung 38: Arthrosebeispiele der *Capita femorum*. Rechte (c, d, e) und linke (a, b) *Ossa femora*. Fdn. 9097 (a, b), Fdn. 26568, frühadult Mann (c, d, e). Ansicht auf das *Caput femoris* von oben (a, c), unten (b, d) und medial (e): Darstellung verschiedener arthrotischer Veränderungen im Bereich des *Caput femoris* mit gebuckelter Oberfläche mit Betroffenheit von weniger als 50% und damit Grad II (a, b) sowie mehr als 50% und damit Grad III (c, d, e).

Zusätzlich zeigten sich weitere Veränderungen im Bereich des *Caput et Collum ossium femorum* im Sinne epigenetischer Merkmale. Es konnten hierzu insgesamt 35 Bereiche untersucht werden, von denen 23 befundbar waren ($n = 23/35$; 65,7%). In der dargestellten Tabelle 23 zeigt sich ein leichter Unterschied zwischen den rechten und linken *Colla femorum*, und zwar weisen die linken *Ossa femora* häufiger und stärkere Veränderungen des Typs A auf (Abbildung 39a, c). Die restlichen Veränderungen sind auf beiden Seiten gleichermaßen ausgeprägt. Die ausführliche Tabelle (Tabelle A. 39) befindet sich im Anhang auf der Seite 165.

Tabelle 23: Veränderungen am Femurkopf und -hals im Sinne epigenetischer Merkmale. Dargestellt ist die Verteilung der Veränderungen (Typ A, B und C) am *Femur*, wobei sich alle befundbaren Bereiche in der Spalte „Befundbar“ befinden.

		A	B	C
Befundbar	Gesamt	n = 23	n = 23	n = 23
Rechts	Vorhanden	n = 1	n = 3	n = 4
	Keine Veränderungen	n = 9	n = 7	n = 6
Links	Vorhanden	n = 6	n = 3	n = 3
	Keine Veränderungen	n = 7	n = 10	n = 10

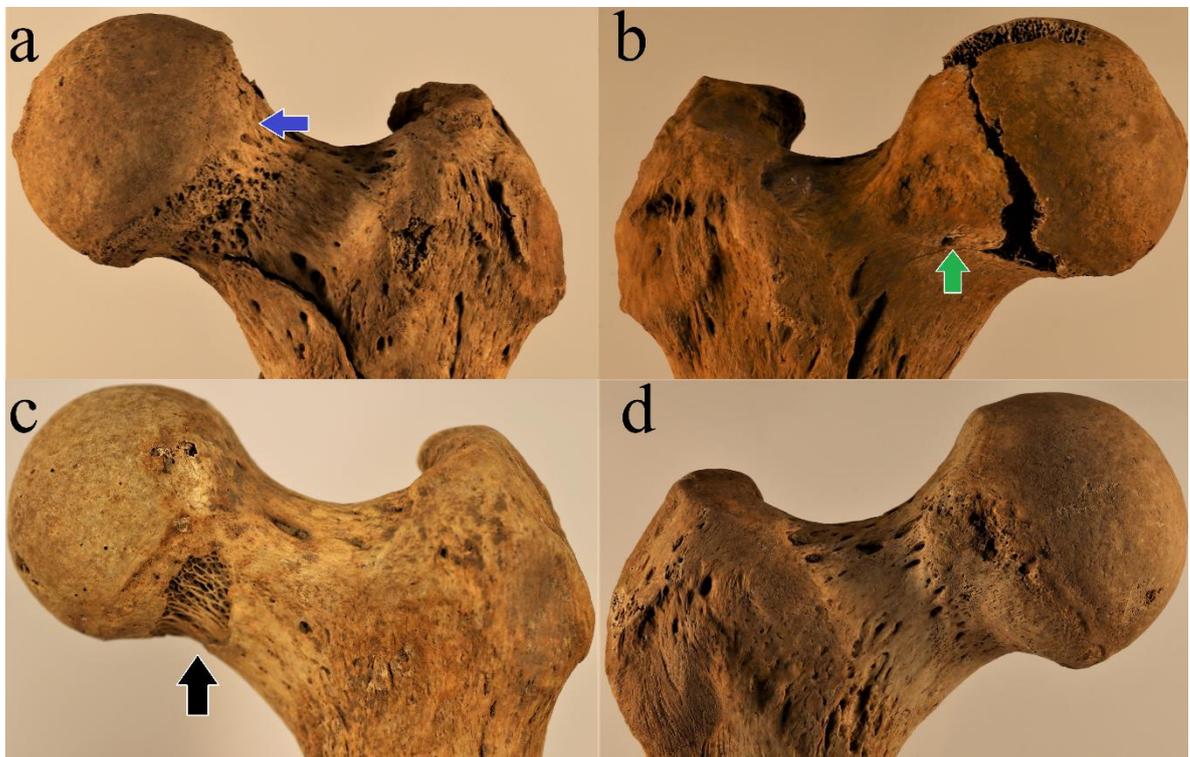


Abbildung 39: Beispiele für Veränderung am Femurkopf und -hals. Rechte (b, d) und linke (a, c) *Ossa femora*. Fdn. 9097 (a), Fdn. 30604, spätadult Mann (b), Fdn. 20950 (c), Fdn. 12579, spätadult männlich (d). Ansicht von frontal auf das proximale Fünftel des *Os femoris*: Beispiele für Prozesse am *Collum femoris* nach Finnegan und Faust (1974) mit Veränderung des Typs A (a, schwarzer Pfeil c), des Typs B (blauer Pfeil a, d) und des Typs C (grüner Pfeil b, c).

Bei den distalen Gelenkflächen konnten insgesamt 86 *Condyli laterales*, 89 *Condyli mediales* und 93 *Facies patellares femorum*, davon waren 45 *Condyli laterales* (n = 45/86; 52,3%), 43 *Condyli mediales* (n = 43/89; 48,3%) und 45 *Facies patellares femorum* (n = 44/93; 47,3%) als befundbar eingestuft worden.

Tabelle 24: Arthrose der *Condyli laterales femorum*. Arthrosegrad (Grad 0 bis Grad V) des *Condylus lateralis femoris*, wobei sich alle befundbaren *Condyli laterales femorum* in der Spalte „Befundbar“ befinden.

	Gesamt	Grad 0	Grad I	Grad II	Grad III	Grad IV	Grad V
Befundbar	n = 45	n = 0	n = 12	n = 18	n = 11	n = 3	n = 1
Rechts	n = 29	n = 0	n = 7	n = 10	n = 8	n = 3	n = 1
Links	n = 16	n = 0	n = 5	n = 8	n = 3	n = 0	n = 0

Tabelle 25: Arthrose der *Condyli mediales femorum*. Arthrosegrad (Grad 0 bis V) des *Condylus medialis femoris*, wobei sich alle befundbaren *Condyli mediales femorum* in der Spalte „Befundbar“ befinden.

.	Gesamt	Grad 0	Grad I	Grad II	Grad III	Grad IV	Grad V
Befundbar	n = 43	n = 1	n = 18	n = 17	n = 3	n = 3	n = 0
Rechts	n = 27	n = 1	n = 10	n = 12	n = 1	n = 3	n = 0
Links	n = 16	n = 0	n = 8	n = 6	n = 2	n = 0	n = 0



Abbildung 40: Arthrosebeispiel der Femurcondylen für Grad I. Rechtes *Os femoris*. Fdn. 22569, spätadult Mann. Ansicht auf das distale femorale Gelenk von dorsal (a), unten (b) sowie schräg unten unter verschiedener Beleuchtung (c, d): Dargestellt sind die beiden femoralen Condylen mit lediglich geringgradigen arthrotischen Veränderungen bei einer geringgradig gebuckelten Oberfläche und unauffälligem Rand, demnach Grad I.



Abbildung 41: Arthrosebeispiel der Femurcondylen für Grad III. Linkes *Os femoris*. Fdn. 23416. Ansicht von dorsal (a) sowie von unten (b, c): Ansicht auf das distale femorale Gelenk von dorsal (a) und unten (b, c): Darstellung der arthrotischen Veränderungen im Bereich der Femurcondylen mit einer deutlichen Randbildung, die mehr als 50% des gesamten Randes einnimmt sowie einer stärker gebuckelten Oberfläche insbesondere auf dem *Condylus lateralis*, so dass beide Condylen mit dem Grad III bewertet wurden.

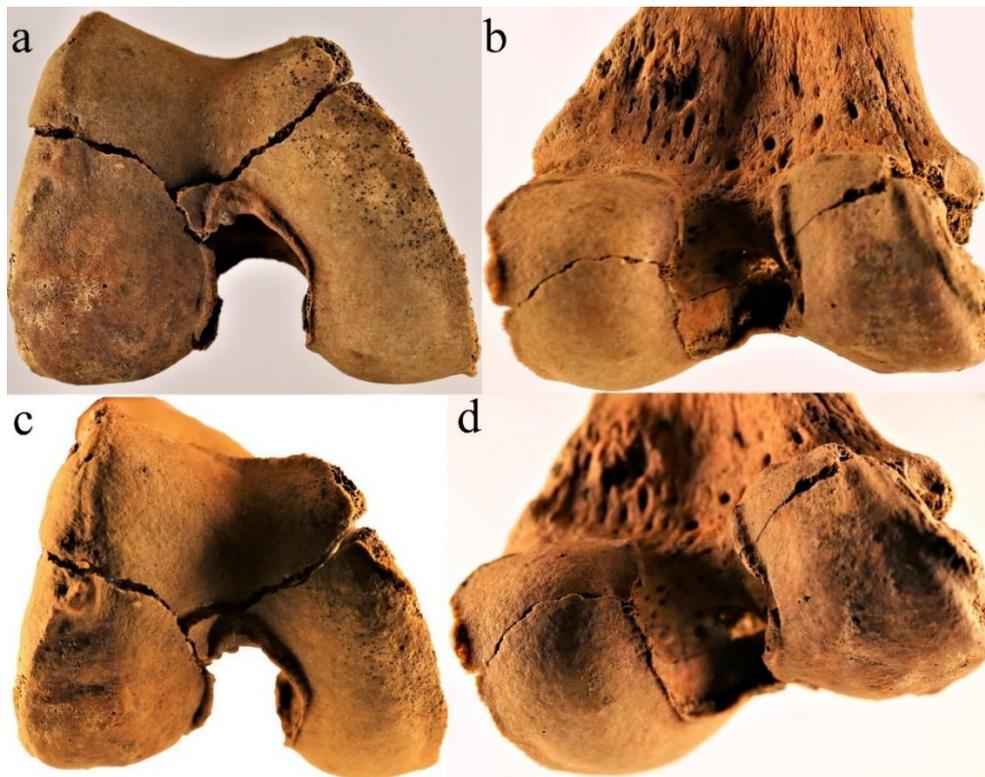


Abbildung 42: Arthrosebeispiel der Femurcondylen für Grad IV. Rechtes *Os femoris*. Fdn. 12424, erwachsen wahrscheinlich Mann. Ansicht von unten (a) sowie schräg unten mit verschiedenen Lichteinfällen (b, c, d): Darstellung von arthrotischen Veränderungen im Bereich der distalen Femurcondylen mit deutlichen Verschleißerscheinungen im Besonderen mit einer ausgeprägten Leistenbildung > 3mm über mehr als 50% des Randes beidseits, also Grad V, wobei medial etwa 50% des Randes überhaupt erhalten sind, und Knochenplaques im vorderen Bereich der lateralen Condyle mit umgebener poröser Oberfläche, also Grad IV; linke Condyle weist eine Fläche von Grad II auf bei Nachweis von gebuckelter Oberfläche.

Bei beiden Femurcondylen dominiert der Grad II, wobei die *Condyli laterales femorum* mehr Gelenkflächen der Stufe III aufweisen (Abbildung 40, Abbildung 41 und Abbildung 42). In der Untersuchung zeigt sich ein geringgradig schlechterer Gelenkstatus der rechten Beine, wobei dieser Unterschied nicht signifikant ist ($p > 0,05$). Bei der Betrachtung der Condylen im Vergleich haben die medialen Condylen sowohl auf der linken wie auch auf der rechten Seite einen signifikant schlechteren Arthrosestatus als die lateralen Condylen ($p < 0,05$).

Tabelle 26: Arthrose der *Facies patellares femorum*. Arthrosegrad (Grad 0 bis V) der *Facies patellaris femoris*, wobei sich alle befundbaren *Facies patellares femorum* in der Spalte „Befundbar“ befinden.

	Gesamt	Grad 0	Grad I	Grad II	Grad III	Grad IV	Grad V
Befundbar	n = 44	n = 1	n = 24	n = 13	n = 5	n = 0	n = 1
Rechts	n = 25	n = 1	n = 12	n = 8	n = 3	n = 0	n = 1
Links	n = 19	n = 0	n = 12	n = 5	n = 2	n = 0	n = 0

Bei der Untersuchung der *Facies patellares femorum* dominiert der Grad I und II (Abbildung 43). Es zeigten sich lediglich wenige Fälle, die eine krankhafte Veränderungen im diesem Bereich aufweisen. Es konnte diesbezüglich kein signifikanter Unterschied zwischen dem linken und dem rechten *Os femoris* nachgewiesen werden.

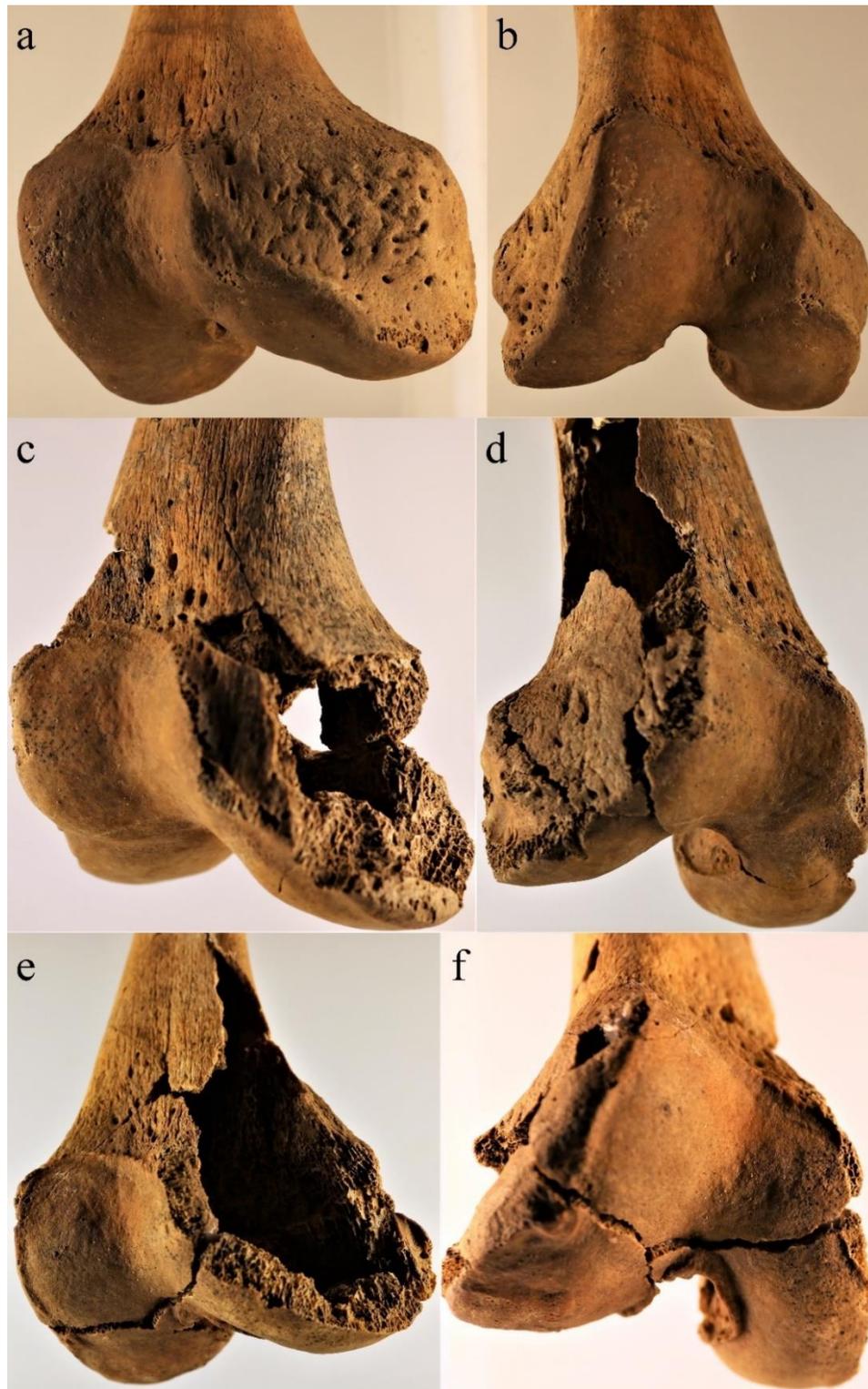


Abbildung 43: Arthrosebeispiele der *Facies patellares femorum*. Rechte *Ossa femora*. Fdn. 22569, spätadult Mann (a, b), Fdn. 10153, erwachsen wohl Mann (c, d), Fdn. 12424, erwachsen wahrscheinlich Mann (e, f). Ansicht von frontomedial (a, c, e) und frontolateral (b, d, f) auf das distale Gelenk des Oberschenkels: Darstellung der Ausprägung von verschiedenen arthrotischen Veränderungen im Bereich der *Facies patellarum femorum* mit Grad I und geringgradig gebuckelter Oberfläche (a, b), mit hochgradig gebuckelter Oberfläche, aber geringgradigen Veränderungen am Rand und somit Grad II (c, d) und deutlich ausgebildeter Randleiste über nahezu dem gesamten Rand und damit Grad III (e, f).

3.2.2 Enthesopathische Veränderungen im proximalen Abschnitt des *Os femoris*

Insgesamt konnten im proximalen Bereich des Oberschenkelknochens 49 *Fossae trochantericae*, 87 *Lineae intertrochantericae* und 69 *Trochanteres minores* begutachtet werden, davon wurden 43 *Fossae trochantericae* (n = 43/49; 87,8%), 69 *Lineae intertrochantericae* (n = 69/88; 78,1%) und 39 *Trochanteres minores* (n = 39/69; 56,5%) als befundbar eingestuft.



Abbildung 44: Enthesopathiebeispiele der *Fossae trochantericae*. Rechtes (d) und linke (a, b, c) *Ossa femora*. Fdn. 4671 (a), Fdn. 20950 (b) Fdn. 31759 (c) Fdn. 8290 (d). Ansicht von medial schräg oben in die *Fossa trochanterica*: Darstellung der Ausprägung von verschiedenen enthesopathischen Veränderungen in der *Fossa trochanterica* mit Grad 0 (a), Grad I mit kleinen Unebenheiten (b), Grad II (c) und Grad III (d) mit deutlich ausgeprägten *Spicula*.

Tabelle 27: Enthesopathien der Fossae trochantericae. Enthesopathische Veränderungen (Grad 0 bis V) im Bereich der *Fossa trochanterica*, wobei sich alle befundbaren *Fossae* in der Spalte „Befundbar“ befinden.

	Gesamt	Grad 0	Grad I	Grad II	Grad III	Grad IV	Grad V
Befundbar	n = 43	n = 24	n = 5	n = 7	n = 4	n = 3	n = 0
Rechts	n = 24	n = 13	n = 3	n = 5	n = 3	n = 0	n = 0
Links	n = 19	n = 11	n = 2	n = 2	n = 1	n = 3	n = 0

Bei der Untersuchung der *Fossa trochanterica* imponierte vor allem der Grad 0. Alle anderen Grade sind in geringer Zahl gleichmäßig verteilt, wobei die linken *Fossae trochantericae* geringgradig mehr Grad IV Veränderungen aufweisen.

Tabelle 28: Enthesopathien der Lineae intertrochantericae. Enthesopathische Veränderungen (Grad 0 bis V) im Bereich der *Linea intertrochanterica*, wobei sich alle befundbaren *Lineae intertrochantericae* in der Spalte „Befundbar“ befinden.

	Gesamt	Grad 0	Grad I	Grad II	Grad III	Grad IV	Grad V
Befundbar	n = 69	n = 9	n = 51	n = 8	n = 1	n = 0	n = 0
Rechts	n = 41	n = 6	n = 30	n = 4	n = 1	n = 0	n = 0
Links	n = 28	n = 3	n = 21	n = 4	n = 0	n = 1	n = 0



Abbildung 45: Enthesopathiebeispiele der Lineae intertrochantericae. Linke *Ossa femora*. Fdn. 1896 (a, b), 31759 (c, d). Ansicht auf proximales Viertel des *Corpus* von frontal (a, c) und medial (b, d): Darstellung von verschiedenen enthesopathischen Veränderungen im Bereich der *Linea intertrochanterica* mit geringgradigen Veränderungen und Ausziehungen sowie Vaskularisation, also Grad I (a) und Grad II-Veränderungen mit deutlich ausgeprägten Ausziehungen teilweise mit tiefen Gruben und zahlreichen Gefäßeinströmen insbesondere im Bereich direkt unterhalb des *Caput femoris* (b).

Bei der *Linea intertrochanterica* wurde am häufigsten der Grad I befundet. Zusätzlich ist zu erwähnen, dass der am stärksten veränderten Bereich bei allen *Lineae intertrochantericae* der Bereich direkt unterhalb des *Caput femoris* darstellt, während der restliche Bereich der *Linea intertrochanterica* nahezu keine Veränderungen aufweist.



Abbildung 46: Enthesopathiebeispiele der *Trochanteres minores*. Rechte *Ossa femora*. Fdn. 31617/1161 (a, b), Fdn. 26356 (c, d), Fdn. 26568 (e, f), Fdn. 2503 (g). Ansicht auf *Trochanter minor* von medial (a, g), frontomedial (c, e), dorsomedial (f) und dorsal (b): Darstellung der enthesopathischen Veränderungen im Bereich des *Trochanter minor* mit wenig bis gar keinen Veränderungen (a, b), geringgradiger Rand- bzw. Leistenbildung (c, d) und deutliche Leistenbildung mit Spaltung des *Trochanter minor* (e, f, g).

Bei den befundbaren *Trochanteres minores* ist die häufigste Veränderung die Ausbildung einer Randleiste, wobei zahlreiche mehr als 1mm Dicke aufweisen. Eine Ausbildung von *Spicula* oder Aufwulstung des Trochanters kommt im Vergleich zur Ausbildung von einer Leiste etwa halb so oft vor (Abbildung 46).

Tabelle 29: Enthesopathien der *Trochanteres minores*. Enthesopatische Veränderungen (Grad 0, geringgradig und mittel- bis hochgradig ausgebildete Randleiste, Grad I) im Bereich des *Trochanter minor*, wobei sich alle befundbaren *Trochanteres minores* in der Spalte „Befundbar“ befinden.

	Gesamt	Grad 0	Geringgradig ausgebildete Randleiste	mittel- bis hochgradig ausgebildete Randleiste	Grad I
Befundbar	n = 39	n = 12	n = 5	n = 14	n = 8
Rechts	n = 21	n = 7	n = 3	n = 6	n = 5
Links	n = 18	n = 5	n = 2	n = 8	n = 3

Bei allen drei proximalen Muskelmarken zeigte sich kein signifikanter Unterschied zwischen den linken und den rechten *Ossa femora*.

3.2.3 Enthesopatische Veränderungen im mittleren Abschnitt des *Os femoris*

Im mittleren Bereich der Oberschenkelknochen wurden *Tuberositas glutea* und *Linea aspera* untersucht. Es lagen 236 *Tuberositates gluteae* vor, wobei davon insgesamt 107 als befundbar eingestuft wurden (n = 107/236; 45,1%).

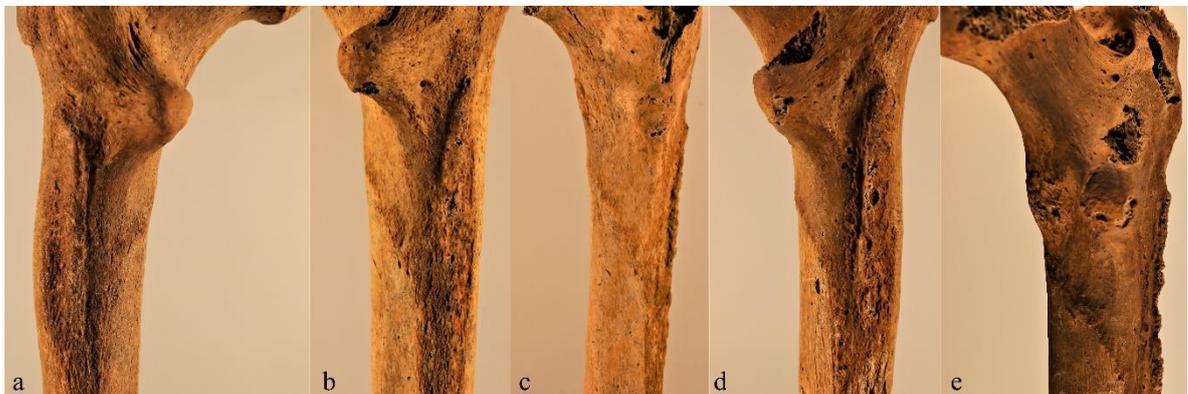


Abbildung 47: Enthesopathiebeispiele der *Tuberositates glutea*. Rechte (b, c, d, e) und linke (a) *Ossa femora*. Fdn. 27864 (a), Fdn. 26356 (b, c), Fdn. 2503 (d, e), Ansicht auf das proximale Drittel des *Corpus femoris* von dorsal (a, b, d) und mediodorsal (c, e): Darstellung der Ausprägung von verschiedenen enthesopatischen Veränderungen im Bereich der *Tuberositas glutea* mit Grad I mit einer gleichmäßigen Aufwulstung nach lateral mit kleineren Unebenheiten (a), Grad I mit deutlich ausgeprägter Leiste und zunehmenden *Spicula* bis zu einem Millimeter (b, c) und Grad II deutlich sichtbaren Unebenheiten und Ausbildung von spitzen Ausziehungen (d, e).

Tabelle 30: Enthesopathien der *Tuberositates gluteae*. Enthesopatische Veränderungen (Grad 0 bis V) im Bereich der *Tuberositas glutea*, wobei sich alle befundbaren *Tuberositates glutea* in der Spalte „Befundbar“ befinden.

	Gesamt	Grad 0	Grad I	Grad II	Grad III	Grad IV	Grad V
Befundbar	n = 107	n = 6	n = 81	n = 17	n = 3	n = 0	n = 0
Rechts	n = 61	n = 4	n = 47	n = 9	n = 1	n = 0	n = 0
Links	n = 46	n = 2	n = 34	n = 8	n = 2	n = 0	n = 0

Bei der Untersuchung der *Tuberositates gluteae* zeigte sich eine deutliche Mehrheit mit Veränderungen des Grades I. Lediglich zwei linke und ein rechtes *Os femoris* weisen Veränderungen im Bereich des Ansatzpunktes für den *M. gluteus maximus* mit dem Grad III auf (Abbildung 47).

Für die Beurteilung der *Linea aspera* standen insgesamt 259 Muskelmarken zur Verfügung, von denen 113 beurteilbar waren (n = 113/258; 43,4%).

Tabelle 31: Enthesopathien der *Lineae asperae*. Enthesopatische Veränderungen (Grad 0 bis V) im Bereich der *Linea aspera*, wobei sich alle befundbaren *Lineae asperae* in der Spalte „Befundbar“ befinden.

	Gesamt	Grad 0	Grad I	Grad II	Grad III	Grad IV	Grad V
Befundbar	n = 113	n = 36	n = 70	n = 5	n = 2	n = 0	n = 0
Rechts	n = 63	n = 21	n = 38	n = 3	n = 1	n = 0	n = 0
Links	n = 50	n = 15	n = 32	n = 2	n = 1	n = 0	n = 0

Bei den untersuchten *Lineae asperae* dominierten deutlich der Grad I (Abbildung 48a). Es konnte kein Unterschied zwischen den linken und den rechten *Lineae* gezeigt werden. Zusätzlich zeigte sich in nahezu allen Fällen eine stärkere Ausprägung der medialen *Linea aspera* gegenüber der lateralen Muskelmarke, insbesondere Fälle mit starken enthesopathischen Veränderungen zum Beispiel hervorgerufen durch den *M. vastus medialis* des *M. quadriceps femoris* (Abbildung 48d, schwarzer Pfeil g) (vgl. Grob et al. 2018).



Abbildung 48: Enthesopathiebeispiele der *Lineae asperae*. Rechte (f, g) und linke (a, b, c, d, e) *Ossa femora*. Fdn. 27864 (a), Fdn. 2624 (b, c), Fdn. 22525 (d, e), Fdn. 16800, erwachsen wahrscheinlich weiblich (f, g). Ansicht auf die Schaftmitte der *Ossa femora* von lateral (a, g), medial (d) und dorsal (c, e, f): Darstellung von verschiedenen Ausprägungen von enthesopathischen Veränderungen im Bereich der *Linea aspera* mit geringgradigen Veränderungen im Sinne eines Grad I und starker Muskelmarke (a), zunehmenden Veränderungen mit deutlich sichtbaren Unebenheiten mit Grad II (grüner Pfeil b, c), sowie zwar teilweise geringerem Erhalt (d, e), aber mit deutlich ausgeprägten Ausziehungen im Sinne eines Grades III (blauer Pfeil d, e, f, schwarzer Pfeil g). Hier sieht man wie bei anderen Knochen bereits beschrieben, Ausprägungen der enthesopathischen Veränderungen insbesondere auf dem medialen Anteil der *Linea aspera*.

3.2.4 Enthesopathische Veränderungen im distalen Abschnitt des *Oss femoris*

Im distalen Abschnitt der *Ossa femora* wurden insgesamt 53 *Tubercula adductoria*, 68 Ursprünge des medialen Kopfes und 54 Ursprünge des lateralen Kopfes des Zwillingsmuskels untersucht. Von den *Tubercula adductoria* wurden 29 ($n = 29/53$; 55,5%), von den Ursprüngen des *Caput mediale m. gastrocnemii* 51 ($n = 51/68$; 75%) und des *Caput laterale* des Zwillingsmuskels 37 ($n = 37/54$; 69%) als befundbar eingestuft.

Tabelle 32: Enthesopathien der *Tubercula adductoria*. Enthesopathische Veränderung (nicht ausgebildet, mäßig ausgebildet, kräftig ausgebildet) im Bereich des *Tuberculum adductorium*, wobei sich alle befundbaren *Tubercula adductoria* in der Spalte „Befundbar“ befinden.

	Gesamt	Nicht ausgebildet	Gering- bis mittelgradig ausgebildet	Hochgradig ausgebildet
Befundbar	n = 29	n = 10	n = 11	n = 8
Rechts	n = 14	n = 7	n = 4	n = 3
Links	n = 15	n = 3	n = 7	n = 5

Bei den untersuchten *Tubercula adductoria* zeigte sich eine gleichmäßige Verteilung zwischen den Ausprägungsgraden. Dabei ist eine hochgradige Ausprägung der *Tubercula* der linken *Ossa femora* etwas häufiger vertreten.

Tabelle 33: Enthesopathien im Bereich des Ursprungs des *Caput mediale* des *M. gastrocnemius*. Enthesopathische Veränderungen (keine, verdickt, Grube) im Bereich des Ursprungs des *Caput mediale*, wobei sich alle befundbaren Bereiche des Ursprungs des *Caput mediale* in der Spalte „Befundbar“ befinden.

	Gesamt	Keine	Verdickt	Grube
Befundbar	n = 51	n = 15	n = 28	n = 8
Rechts	n = 29	n = 9	n = 16	n = 4
Links	n = 22	n = 6	n = 12	n = 4

Tabelle 34: Enthesopathien im Bereich des Ursprungs des *Caput laterale* des *M. gastrocnemius*. Enthesopathische Veränderungen (keine, verdickt, Grube) im Bereich des Ursprungs des *Caput laterale*, wobei sich alle befundbaren Bereiche des Ursprungs des *Caput laterale* in der Spalte „Befundbar“ befinden.

	Gesamt	Keine	Verdickt	Grube
Befundbar	n = 37	n = 33	n = 4	n = 0
Rechts	n = 22	n = 20	n = 2	n = 0
Links	n = 15	n = 13	n = 2	n = 0



Abbildung 49: Enthesopathiebeispiele im Ursprung des *M. gastrocnemius*. Rechte (e, f) und linke (a, b, c, d) *Ossa femora*. Fdn. 20836, erwachsene Frau (a), Fdn. 22569, spätdadulter Mann (b), Fdn. 4281, erwachsener Mann (c), Fdn. 12424, wohl erwachsener Mann (d), Fdn. 21698 (e), Fdn. 1896 (f). Ansicht auf das distale Viertel der *Femora* von dorsal: Darstellung der verschiedenen enthesopathischen Veränderungen im Bereich des Ursprungs des *M. gastrocnemius* insbesondere des *Caput mediale* mit Hypervaskularisation ohne (b) und mit geringgradiger Aufwulstung (a), mit deutlicher Gefäßeinprägung (c) und mit Gefäßeinprägung mit zusätzlicher ausgeprägter Grube im Sinne eines „tennis leg“ (d, e, f).

An den meisten Ursprüngen der *Capita lateralia* der *Mm. gastrocnemii* konnten keine enthesopathischen Veränderungen nachgewiesen werden. Im Gegensatz dazu weisen die

meisten Ursprünge der *Capita medialis* Verdickungen und teilweise gar Ausbildung von Gruben. Zwischen den medialen und lateralen Ursprüngen der *Mm. gastrocnemii* zeigte sich also eine deutliche Ausprägung der enthesopathischen Veränderungen im Bereich des *Caput mediale*. Der mediale Bereich war nicht nur signifikant häufiger ($p < 0,05$) verdickt und aufgewulstet, sondern hatte im Gegensatz zum *Caput laterale* auch Gruben sowohl auf den linken wie auf den rechten *Ossa femora*. Insgesamt weisen 15,7% der befundbaren *Caput mediale* Gruben auf (Abbildung 49d, e, f), also teilweise Ausrisse der Sehne aus dem Knochen im Sinne eines „tennis leg“ (Miller 1977).

3.2.5 Weitere Untersuchungen der Morphologie am *Os femoris*

Zur Schätzung des Körpergewichtes wurden die Durchmesser der Femurköpfe vermessen. Mit Hilfe der Formel nach Grine et al. (1995) wurde anschließend das Körpergewicht berechnet. Die ausführliche Tabelle (Tabelle A. 36) befindet sich auf Seite 162. In der Tabelle 35 ist die verkürzte Darstellung dieser Tabelle abgebildet. Es zeigte sich bei einem durchschnittlichen Durchmesser des *Caput femoris* ein mittleres Körpergewicht von 62,5kg. Es besteht ein geringer Unterschied zwischen dem linken und rechten Femur von etwa 1cm.

Tabelle 35: Durchmesser der *Capita femorum*. Zusammenfassung der Schätzung des Körpergewichtes anhand der *Ossa femora* mit Darstellung der Mittelwerte (M) des Durchmessers (DF) des *Caput femoris* sowie des errechneten Körpergewichtes (KG) und dessen Standardabweichung (SD), wobei sich alle verwendbaren *Capita femorum* in der Spalte „Gesamt“ befinden.

	Gesamt	M der DF [mm]	M des KG [kg]	SD des KG [kg]
Gesamt	n = 31	43,7	62,5	8,3
Rechts	n = 18	44	63,3	8,2
Links	n = 13	43,2	61,4	8,4

Zur Berechnung der Robustizität konnten insgesamt 17 rechte und 24 linke *Ossa femora* herangezogen werden. Dabei zeigte sich eine leicht erhöhte Robustizität auf der linken Seite mit dem Wert von 12,9 gegenüber den rechten mit einer Robustizität im Mittel von 12,6 (Tabelle 36). Dieser Unterschied ist aber zu vernachlässigen.

Tabelle 36: Robustizität der *Ossa femora*. Zusammenfassung der Robustizität der *Ossa femora* mit Darstellung von Mittelwert (M) und Standardabweichung (SD).

	Gesamt	M	SD
Rechts	n = 18	12,6	0,86
Links	n = 19	12,9	0,63

Die Oberfläche der *Ossa femora* wurde zusätzlich auf Gefäßzeichnungen untersucht, wobei mindestens 50% der Fläche erhalten sein musste, damit diese als befundbar eingestuft wurde. Insgesamt konnten 338 Oberflächen untersucht werden, davon wurden 180 Oberflächen, jeweils 99 medial der *Linea aspera* und 81 lateral, als befundbar eingestuft (n = 180/338; 53,3%).

Tabelle 37: Gefäßimpressionen medial der *Linea aspera*. Ausprägung der Gefäßimpressionen (keine, vorhanden) medial der *Linea aspera*, wobei sich alle befundbaren Knochenoberflächen in der Spalte „Befundbar“ befinden.

	Gesamt	Keine	Vorhanden
Befundbar	n = 99	n = 51	n = 48
Rechts	n = 52	n = 28	n = 26
Links	n = 47	n = 24	n = 23

Tabelle 38: Gefäßimpressionen lateral der *Linea aspera*. Ausprägung der Gefäßimpressionen (keine, vorhanden) lateral der *Linea aspera*, wobei sich alle befundbaren Knochenoberflächen in der Spalte „Befundbar“ befinden.

	Gesamt	Keine	Vorhanden
Befundbar	n = 81	n = 66	n = 15
Rechts	n = 41	n = 36	n = 7
Links	n = 40	n = 32	n = 8

Bei der Untersuchung zeigte sich ein deutlicher Unterschied zwischen den medialen und den lateralen Oberflächen. Etwa jede zweite mediale Fläche weist Impressionen auf, während nur etwa jede fünfte laterale Oberfläche diese aufweist. Es gibt hingegen keinen Unterschied zwischen den linken und den rechten *Ossa femora*.

Zusätzlich wurde die gesamte (medial und lateral) Knochenoberfläche auf Periostveränderungen im Sinne einer Periostreaktion untersucht. Dabei standen 106 linke und 113 rechte *Ossa femora* zu Verfügung, wobei jeweils 53 als befundbar eingestuft wurden ($n = 53/106$; 50%; $n = 53/113$; 46,9%)

Tabelle 39: Periostveränderungen auf den *Ossa femora*. Periostzeichnung (keine, vorhanden) auf den *Ossa femora*, wobei sich alle befundbaren Knochenoberflächen in der Spalte „Befundbar“ befinden.

	Gesamt	Keine	Vorhanden
Befundbar	n = 106	n = 39	n = 67
Rechts	n = 53	n = 17	n = 36
Links	n = 53	n = 22	n = 31

Von den befundbaren *Ossa femora* zeigten 67,9% ($n = 36/53$) der rechten und 58,5% ($n = 31/53$) der linken eine vermehrte Periostreaktion. Dabei weist die *Facies lateralis* die Periostreaktionen am häufigsten auf, und zwar in etwa drei Viertel aller befundbaren Fälle.

In der Untersuchung der Muskelmarken konnten insgesamt 154 Knochen auf Entwicklung der Muskelmarken beurteilt werden, davon wurden insgesamt 91 als beurteilbar eingestuft ($n = 91/154$; 59,1%).

Tabelle 40: Veränderung der Muskelmarken an den *Ossa femora*. Ausprägung der Muskelmarken (gering-, mittel- und hochgradig) an den *Ossa femora*, wobei sich alle befundbaren *Ossa femora* in der Spalte „Befundbar“ befinden.

	Gesamt	Geringgradig	Mittelgradig	Hochgradig
Befundbar	n = 91	n = 22	n = 36	n = 33
Rechts	n = 53	n = 14	n = 21	n = 18
Links	n = 38	n = 8	n = 15	n = 15

Bei der Beurteilung der Muskelmarken zeigte sich eine ähnliche Verteilung zwischen gering-, mittel- und hochgradig ausgeprägten Muskelmarken. Eine ähnliche Verteilung war bei dem linken und rechten Femur zu beobachten.

Insgesamt konnten 22 Collum-Corpus-Winkel (CC-Winkel) untersucht werden. Wie in der Tabelle 41 dargestellt, sind die meisten untersuchten CC-Winkel im physiologischen Bereich zwischen 120° und 135°. Lediglich vier *Ossa femora* unterschritten die 120°, davon einer rechts und drei links. Alle vier *Ossa femora*, die die 120° unterschritten, hatten einen CC-Winkel von 118°.

Tabelle 41: CC-Winkel der *Ossa femora*. CC Winkel der *Ossa femora* eingeteilt in vier Gruppen, wobei sich alle geeigneten *Ossa femora* in der Spalte „Befundbar“ befinden.

	Gesamt	< 120°	120°-127°	128°-135°	> 135°
Befundbar	n = 22	n = 4	n = 11	n = 7	n = 0
Rechts	n = 12	n = 1	n = 6	n = 5	n = 0
Links	n = 10	n = 3	n = 5	n = 2	n = 0

3.2.6 Veränderungen am rechten *Os femoris* aufgeschlüsselt nach Geschlecht

In Folgendem wurden anhand der rechten *Ossa femora* die Geschlechter bestimmt und die Knochenveränderungen anhand der Geschlechter aufgeschlüsselt. Zur besseren Übersichtlichkeit wurden Spalten, die keine Ergebnisse beinhalteten aus der Tabelle vollständig entfernt. Vorweg sollte erwähnt werden, dass deutlich mehr Knochen erhalten geblieben sind, die dem männlichen Geschlecht zugeordnet werden konnten. Bei der Bestimmung der Knochenlänge zeigte sich bei den männlich eingeordneten Oberschenkelknochen durchschnittlich ein um etwa 3cm längerer Knochen gegenüber den als weiblich eingestuften Oberschenkelknochen (Tabelle 42).

Tabelle 42: Länge der rechten *Ossa femora* nach Geschlechtern getrennt betrachtet. Femurlänge in [cm] der rechten Oberschenkelknochen aufgeteilt nach Geschlecht mit Angabe von Mittelwert (M), Median (Z) und Standardabweichung (SD).

Geschlecht	M	m > w	m = w	w > m	w
Länge [cm]	41	42	41,5	39	40
	43	43,5	41,5	41	42,5
	44	44	43	41	42,7
	44	44	44	42,2	
	44	44			
	44,4	44			
	45	46			
	45,5	46			
	47	46,2			
	47,5	47			
	48	48			
	48				
	49				
M	45,4	45	42,5	40,8	41,7
Z	45	44	42,3	41	42,5
SD	2,3	1,7	1,06	1,15	1,23

Aufgrund des nahezu identischen Mittelwertes und des Medians erfolgten nachfolgende Berechnungen mittels des Mittelwertes. Mit Hilfe der Formel zur Rekonstruktion der Körperhöhe nach Trotter und Gleser (1952) wurde anschließend die Körperhöhe der weiblichen und männlichen Individuen errechnet. Die männlichen Individuen sind demnach 169 cm $\pm 3,27$ cm (zwischen 159 cm $\pm 3,27$ cm und 178 cm $\pm 3,27$ cm) und die weiblichen 156 cm $\pm 3,27$ cm (zwischen 150,4 cm $\pm 3,27$ cm und 159,6 cm $\pm 3,27$ cm).

Anhand der Tabelle A. 35 wurden die Durchmesser der rechten *Capita femorum* anschließend anhand des Geschlechts aufgeteilt (Tabelle 43). Nach Einsetzen der entstandenen Mittelwerte der eingeordneten Individuen in die Formel nach Ruff et al. (1991) erhält man für die männlichen Individuen ein durchschnittliches Körpergewicht von 71 kg und für die weiblichen Individuen 58,8 kg.

Tabelle 43: Durchmesser der rechten *Capita femorum* nach Geschlechtern getrennt betrachtet. Aufteilung der Durchmesser der *Capita femorum* der rechten Oberschenkelknochen in [cm] aufgeteilt nach Geschlecht mit Angabe von Mittelwert (M), Median (Z) und Standardabweichung (SD).

	M	m>w	m≥w	w > m	w
1	43,8	43,1	43,5	41,1	37,4
2	44,4	44,2	44		38,9
3	45,8	47			39
4	46,1				39,4
5	48				
6	48,4				
7	49,1				
8	49,3				
M	46,9	44,8	43,8	41,1	38,7
Z	47,1	44,2	43,8	41,1	38,9
SD	2	1,6	0,3	0	0,8

In der Tabelle 44 sind die beiden bereits im Kapitel 2 bestimmten Indices der rechten *Ossa femora* getrennt nach den Geschlechtern aufgeschlüsselt dargestellt. Die ausführliche Tabelle (Tabelle A. 37) ist auf der Seite 163 aufgeführt.

Tabelle 44: Messindices an den rechten *Ossa femora* nach Geschlechtern getrennt betrachtet. Verkürzte Darstellung des Mittelwertes (M), Median (Z) und der Standardabweichung (SD) der gemessenen *Indices platymericus* (a) und *pylastricus* (b) der rechten *Ossa femora* aufgeteilt nach Geschlecht.

	m		m > w		m = w		w ≥ m		w > m		w	
	a	b	a	b	a	b	a	b	a	b	a	b
M	83,6	113,7	80,6	109	81,3	108,1	82,9	0	74,8	103,3	74,6	104,3
Z	84,3	113,6	79,4	108,5	81,4	108,1	82,9	0	75,8	104,4	71,9	104,4
SD	7,3	5,1	6,3	9,7	0,7	0,6	8,8	0	1,7	5,5	4,9	4,3

Bereits in der tabellarischen Darstellung (Tabelle 44) und vor allem in der graphischen Darstellung (Abbildung 50) der beiden Indices, zeigen sich signifikant deutlich höhere Werte bei den männlichen Individuen als bei den weiblichen ($p < 0,05$). Dabei ist der *Index platymericus* als auch der *Index pylastricus* bei den männlichen Individuen im Durchschnitt etwa 7 Einheiten größer.

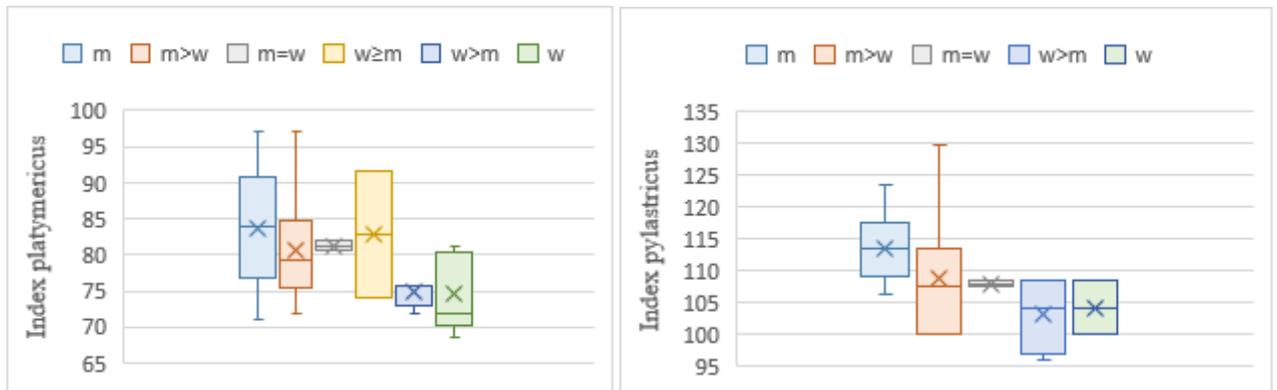


Abbildung 50: Grafische Darstellung der Indices an den *Ossa femora* nach Geschlechtern getrennt betrachtet. *Index platymericus* (linke Grafik) und *Index pylastricus* (rechts Grafik) der rechten *Ossa femora* bei verschiedenen Geschlechtern.

Bei der Berechnung der Robustizität zeigt sich im Mittel eine leicht höhere Robustizität bei den männlichen Individuen (Tabelle 45). Die ausführliche Tabelle (Tabelle A. 38) befindet sich auf der Seite 164.

Tabelle 45: Robustizität der rechten *Ossa femora* nach Geschlechtern getrennt betrachtet. Verkürzte Darstellung der Aufteilung der Robustizität der rechten *Ossa femora*, aufgeteilt nach Geschlecht, reduziert auf Mittelwert (M), Median (Z) und Standardabweichung (SD).

	m	m > w	m = w	w > m	w
M	12,4	13,2	12,9	12,1	10,8
Z	12,4	13	12,9	12,1	10,8
SD	0,43	0,66	1,25	0,35	0

Bei der Verteilung der Ausprägung der Muskelmarken zwischen den Geschlechtern zeigt sich eine signifikant häufigere Ausprägung der starken Marken bei den männlichen Individuen ($p < 0,05$). Weibliche Individuen haben dementsprechend häufiger schwach oder mittelstark ausgebildete Muskelmarken.

Tabelle 46: Muskelmarken der rechten *Ossa femora* nach Geschlechtern getrennt betrachtet. Muskelmarken-
ausprägung (gering-, mittel- und hochgradig) der rechten Oberschenkelknochen, aufgeteilt nach Geschlecht, wobei sich
alle hierfür befundbaren *Ossa femora* in der Spalte „Befundbar“ befinden.

	Gesamt	m	m > w	m = w	w > m	W
Befundbar	n = 53	n = 20	n = 15	n = 4	n = 7	n = 7
geringgradig	n = 14	n = 0	n = 6	n = 2	n = 3	n = 3
mittelgradig	n = 21	n = 7	n = 6	n = 2	n = 2	n = 4
hochgradig	n = 18	n = 13	n = 3	n = 0	n = 2	n = 0

Bei den Gefäßimpressionen medial der *Linea aspera* und den Gefäßimpressionen auf der
lateralen Fläche bestehen zwischen den Geschlechtern keine signifikanten Unterschiede (p
> 0,05).

Tabelle 47: Gefäßimpressionen medial der *Linea aspera* nach Geschlechtern getrennt betrachtet. Aus-
prägung der Gefäßimpressionen (keine, vorhanden) an den rechten Oberschenkelknochen medial der *Linea*
aspera, aufgeteilt nach Geschlecht, wobei sich alle befundbaren *Lineae asperae* in der Spalte „Befundbar“
befinden.

	Gesamt	m	m > w	m = w	w > m	W
Befundbar	n = 53	n = 16	n = 16	n = 6	n = 7	n = 8
Keine	n = 27	n = 4	n = 10	n = 4	n = 5	n = 4
Vorhanden	n = 26	n = 12	n = 6	n = 2	n = 2	n = 4

Tabelle 48: Gefäßimpressionen lateral der *Linea aspera* nach Geschlechtern getrennt betrachtet. Aus-
prägung der Gefäßimpressionen (keine, vorhanden) an den rechten Oberschenkelknochen lateral der *Linea*
aspera, aufgeteilt nach Geschlecht, wobei sich alle befundbaren *Lineae asperae* in der Spalte „Befundbar“
befinden.

	Gesamt	m	m > w	m = w	w > m	W
Befundbar	n = 43	n = 14	n = 13	n = 5	n = 4	n = 7
Keine	n = 36	n = 12	n = 13	n = 3	n = 3	n = 5
Vorhanden	n = 7	n = 2	n = 0	n = 2	n = 1	n = 2

Betrachtet man die enthesopathischen Veränderungen im proximalen Abschnitt der Ober-
schenkelknochen, so stellt man keinen signifikanten Unterschied zwischen den männlichen
und den weiblichen Oberschenkelknochen fest (p > 0,05). Lediglich bei den *Trochanteres*
minores zeigt sich eine geringe Häufung der *Spicula* bei den männlichen *Ossa femora*.

Tabelle 49: Enthesopathien der rechten *Fossae trochantericae* nach Geschlechtern getrennt betrachtet. Enthesopathische Veränderungen (Grad 0 bis V) der *Fossa trochanterica* des rechten Oberschenkelknochens, aufgeteilt nach Geschlecht, wobei sich alle befundbaren *Fossae trochantericae* in der Spalte „Befundbar“ befinden.

	Gesamt	m	m > w	m = w	w > m	w
Befundbar	n = 23	n = 10	n = 4	n = 3	n = 1	n = 5
0	n = 13	n = 6	n = 4	n = 1	n = 1	n = 1
I	n = 3	n = 0	n = 0	n = 1	n = 0	n = 2
II	n = 4	n = 3	n = 0	n = 1	n = 0	n = 0
III	n = 3	n = 1	n = 0	n = 0	n = 0	n = 2
IV	n = 0	n = 0	n = 0	n = 0	n = 0	n = 0
V	n = 0	n = 0	n = 0	n = 0	n = 0	n = 0

Tabelle 50: Enthesopathien der rechten *Lineae intertrochantericae* nach Geschlechtern getrennt betrachtet. Enthesopathische Veränderungen (Grad 0 bis V) der *Linea intertrochanterica* des rechten Oberschenkelknochens, aufgeteilt nach Geschlecht, wobei sich alle befundbaren *Lineae intertrochantericae* in der Spalte „Befundbar“ befinden.

	Gesamt	m	m > w	m = w	w ≥ m	w > m	W
Befundbar	n = 41	n = 14	n = 9	n = 8	n = 2	n = 4	n = 4
0	n = 6	n = 0	n = 3	n = 2	n = 1	n = 0	n = 0
I	n = 30	n = 11	n = 6	n = 4	n = 1	n = 4	n = 4
II	n = 4	n = 3	n = 0	n = 1	n = 0	n = 0	n = 0
III	n = 1	n = 0	n = 0	n = 1	n = 0	n = 0	n = 0
IV	n = 0	n = 0	n = 0	n = 0	n = 0	n = 0	n = 0
V	n = 0	n = 0	n = 0	n = 0	n = 0	n = 0	n = 0

Tabelle 51: Enthesopathien der rechten *Trochanteres minores* nach Geschlechtern getrennt betrachtet. Enthesopathische Veränderungen (Grad 0 bis I, geringgradige und mittel- bis hochgradige Leiste) der *Trochanter* des rechten *Femurs*, aufgeteilt nach Geschlecht, wobei sich alle befundbaren *Trochanteres minores* in der Spalte „Befundbar“ befinden.

	Gesamt	m	m > w	m = w	w > m	W
Befundbar	n = 21	n = 11	n = 4	n = 2	n = 1	n = 3
Grad 0	n = 7	n = 2	n = 2	n = 1	n = 0	n = 2
Geringgradige Leiste	n = 3	n = 2	n = 0	n = 1	n = 0	n = 0
mittel- bis hochgradige Leiste	n = 6	n = 3	n = 1	n = 0	n = 1	n = 1
Grad I	n = 5	n = 4	n = 1	n = 0	n = 0	n = 0

Bei den Veränderungen im Bereich der *Tuberositas glutea* und *Linea aspera* zeigt sich, dass die *Linea aspera* sowohl bei den männlichen als auch bei den weiblichen Individuen gleiche Ausprägungen aufwies. Bei den *Tuberositates gluteae* zeigt sich bei den männlichen Knochen eine Häufung der als Grad II eingeordneten enthesopathischen Veränderungen, während bei den weiblichen Knochen diese Veränderungen nicht festgestellt werden konnten.

Tabelle 52: Enthesopathien der rechten *Tuberositates gluteae* nach Geschlechtern getrennt betrachtet. Enthesopathische Veränderungen (Grad 0 bis V) der *Tuberositas glutea* des rechten Oberschenkelknochens, aufgeschlüsselt nach Geschlecht, wobei sich alle befundbaren *Tuberositates gluteae* in der Spalte „Befundbar“ befinden.

	Gesamt	m	m > w	m = w	w ≥ m	w > m	W
Befundbar	n = 61	n = 22	n = 14	n = 9	n = 2	n = 7	n = 7
0	n = 4	n = 1	n = 2	n = 0	n = 1	n = 0	n = 0
I	n = 47	n = 15	n = 11	n = 6	n = 1	n = 7	n = 7
II	n = 9	n = 6	n = 1	n = 2	n = 0	n = 0	n = 0
III	n = 1	n = 0	n = 0	n = 1	n = 0	n = 0	n = 0
IV	n = 0	n = 0	n = 0	n = 0	n = 0	n = 0	n = 0
V	n = 0	n = 0	n = 0	n = 0	n = 0	n = 0	n = 0

Tabelle 53: Enthesopathien der rechten *Lineae asperae* nach Geschlechtern getrennt betrachtet. Enthesopathische Veränderungen (Grad 0 bis V) der *Linea aspera* des rechten Oberschenkelknochens aufgeschlüsselt nach Geschlechtern, wobei sich alle befundbaren *Lineae asperae* in der Spalte „Befundbar“ befinden.

	Gesamt	m	m > w	m = w	w ≥ m	w > m	W
Befundbar	n = 63	n = 17	n = 17	n = 9	n = 1	n = 12	n = 7
0	n = 21	n = 6	n = 7	n = 3	n = 0	n = 2	n = 3
I	n = 38	n = 10	n = 10	n = 5	n = 1	n = 8	n = 4
II	n = 3	n = 1	n = 0	n = 1	n = 0	n = 1	n = 0
III	n = 1	n = 0	n = 0	n = 0	n = 0	n = 1	n = 0
IV	n = 0	n = 0	n = 0	n = 0	n = 0	n = 0	n = 0
V	n = 0	n = 0	n = 0	n = 0	n = 0	n = 0	n = 0

Die Auswertung der *Tubercula adductoria* ist bei der geringen Fallzahl deutlich eingeschränkt. Aber auch hier haben die männlichen Individuen mehr stark ausgeprägte Muskelansätze für den *M. adductorius magnus* als bei den weiblich eingestufteten Individuen gezeigt. Bei den Ursprüngen des *Caput laterale* des *M. gastrocnemius* besteht zwischen den

Geschlechtern kein signifikanter Unterschied ($p > 0,05$). Bei dem Ursprung des *Caput mediale* des *M. gastrocnemius* besteht der Hauptunterschied darin, dass die männlichen Individuen auch Gruben im Sinne einer osteolytischen Veränderung aufweisen. Bei den weiblichen Individuen konnte dieses Merkmal nicht nachgewiesen werden.

Tabelle 54: Enthesopathien der *Tubercula adductoria* nach Geschlecht. Ausprägungen (keine, mittel, stark) des *Tuberculum adductorium* des rechten Oberschenkelknochens aufgeschlüsselt nach Geschlecht, wobei sich alle befundbaren Bereiche der *Tubercula adductoria* in der Spalte „Befundbar“ befinden.

	Gesamt	m	m > w	m = w	w > m	W
Befundbar	n = 14	n = 4	n = 4	n = 1	n = 1	n = 4
Keine	n = 9	n = 2	n = 2	n = 1	n = 1	n = 3
Mittel	n = 3	n = 0	n = 2	n = 0	n = 0	n = 1
Stark	n = 2	n = 2	n = 0	n = 0	n = 0	n = 0

Tabelle 55: Enthesopathien der rechten Ursprünge der *Capita mediales* des *M. gastrocnemius* nach Geschlecht. Enthesopathische Veränderungen (keine, Aufwulstung, Grube) im Ursprung des *Caput mediale* des *M. gastrocnemius* des rechten Oberschenkelknochens aufgeschlüsselt nach Geschlecht, wobei sich alle befundbaren Bereiche der untersuchten Ursprünge in der Spalte „Befundbar“ befinden.

	Gesamt	m	m > w	m = w	w > m	w
Befundbar	n = 29	n = 11	n = 10	n = 2	n = 1	n = 5
Keine	n = 9	n = 3	n = 3	n = 1	n = 0	n = 2
Aufwulstung	n = 16	n = 5	n = 6	n = 1	n = 1	n = 3
Grube	n = 4	n = 3	n = 1	n = 0	n = 0	n = 0

Tabelle 56: Enthesopathien der rechten Ursprünge der *Capita laterales* des *M. gastrocnemius* nach Geschlecht. Enthesopathische Veränderungen (keine, Aufwulstung, Grube) im Ursprung des *Caput laterale* des *M. gastrocnemius* des rechten Oberschenkelknochens aufgeschlüsselt nach Geschlecht, wobei sich alle befundbaren Bereiche der untersuchten Ursprünge in der Spalte „Befundbar“ befinden.

	Gesamt	m	m > w	m = w	w > m	w
Befundbar	n = 22	n = 5	n = 8	n = 4	n = 2	n = 3
Keine	n = 20	n = 5	n = 6	n = 4	n = 2	n = 3
Aufwulstung	n = 2	n = 0	n = 2	n = 0	n = 0	n = 0
Grube	n = 0	n = 0	n = 0	n = 0	n = 0	n = 0

Insgesamt sind sehr wenige Gelenkflächen der weiblichen Individuen erhalten. Soweit trotzdem eine Beurteilung möglich ist, so bestehen keine Unterschiede zwischen den Geschlechtern. Es deutet sich lediglich bei den *Facies patellares femorum* ein etwas schlechterer

Gelenkstatus bei den männlichen Individuen an, der sich aber bei aktuellen Fallzahlen nicht als signifikant erweist ($p > 0,05$).

Tabelle 57: Arthrose der rechten *Caput femoris*. Arthrosegrad (Grad 0 bis V) des *Caput femoris* des rechten Oberschenkels, aufgeschlüsselt nach Geschlecht, wobei sich alle befundbaren *Capita femora* in der Spalte „Befundbar“ befinden.

	Gesamt	m	m > w	m = w	w > m	w
Befundbar	n = 24	n = 10	n = 4	n = 3	n = 3	n = 4
0	n = 0	n = 0	n = 0	n = 0	n = 0	n = 0
I	n = 12	n = 5	n = 3	n = 2	n = 0	n = 2
II	n = 9	n = 4	n = 1	n = 1	n = 2	n = 1
III	n = 2	n = 0	n = 0	n = 0	n = 1	n = 1
IV	n = 1	n = 1	n = 0	n = 0	n = 0	n = 0
V	n = 0	n = 0	n = 0	n = 0	n = 0	n = 0

Tabelle 58: Arthrose der rechten *Condylus laterales* nach Geschlechtern getrennt betrachtet. Arthrosegrad (Grad 0 bis V) des *Condylus lateralis* des rechten Oberschenkelknochens, aufgeteilt nach Geschlecht, wobei sich alle befundbaren *Condylus laterales* in der Spalte „Befundbar“ befinden.

	Gesamt	m	m > w	m = w	w > m	w
Befundbar	n = 29	n = 7	n = 11	n = 5	n = 1	n = 5
0	n = 0	n = 0	n = 0	n = 0	n = 0	n = 0
I	n = 7	n = 2	n = 3	n = 2	n = 0	n = 0
II	n = 10	n = 2	n = 4	n = 2	n = 0	n = 2
III	n = 8	n = 2	n = 2	n = 1	n = 1	n = 2
IV	n = 3	n = 1	n = 1	n = 0	n = 0	n = 1
V	n = 1	n = 0	n = 1	n = 0	n = 0	n = 0

Tabelle 59: Arthrose der rechten *Condyli mediales* nach Geschlechtern getrennt betrachtet. Arthrosegrad (Grad 0 bis V) des *Condylus medialis* des rechten Oberschenkelknochens aufgeschlüsselt nach Geschlecht, wobei sich alle befundbaren *Condyli mediales* in der Spalte „Befundbar“ befinden.

	Gesamt	m	m > w	m ≥ w	m = w	w ≥ m	w > m	w
Befundbar	n = 27	n = 5	n = 6	n = 2	n = 7	n = 1	n = 1	n = 5
0	n = 1	n = 0	n = 0	n = 1	n = 0	n = 0	n = 0	n = 0
I	n = 9	n = 2	n = 2	n = 1	n = 3	n = 1	n = 0	n = 0
II	n = 13	n = 2	n = 3	n = 0	n = 3	n = 0	n = 1	n = 4
III	n = 1	n = 1	n = 0	n = 0	n = 0	n = 0	n = 0	n = 0
IV	n = 3	n = 0	n = 1	n = 0	n = 1	n = 0	n = 0	n = 1
V	n = 0	n = 0	n = 0	n = 0	n = 0	n = 0	n = 0	n = 0

Tabelle 60: Arthrose der rechten *Condyli laterales* nach Geschlechtern getrennt betrachtet. Arthrosegrad (Grad 0 bis Grad V) der *Facies patellaris femoris* des rechten Oberschenkelknochens aufgeschlüsselt nach Geschlecht, wobei sich alle befundbaren *Facies patellares* in der Spalte „Befundbar“ befinden.

	Gesamt	m	m > w	m = w	w ≥ m	w > m	W
Befundbar	n = 25	n = 6	n = 8	n = 5	n = 1	n = 2	n = 3
0	n = 1	n = 0	n = 0	n = 1	n = 0	n = 0	n = 0
I	n = 12	n = 1	n = 4	n = 3	n = 1	n = 1	n = 2
II	n = 8	n = 4	n = 2	n = 0	n = 0	n = 1	n = 1
III	n = 3	n = 1	n = 1	n = 1	n = 0	n = 0	n = 0
IV	n = 0	n = 0	n = 0	n = 0	n = 0	n = 0	n = 0
V	n = 1	n = 0	n = 1	n = 0	n = 0	n = 0	n = 0

3.2.7 Mikroskopische und röntgenologische Untersuchungen am *Os femoris*

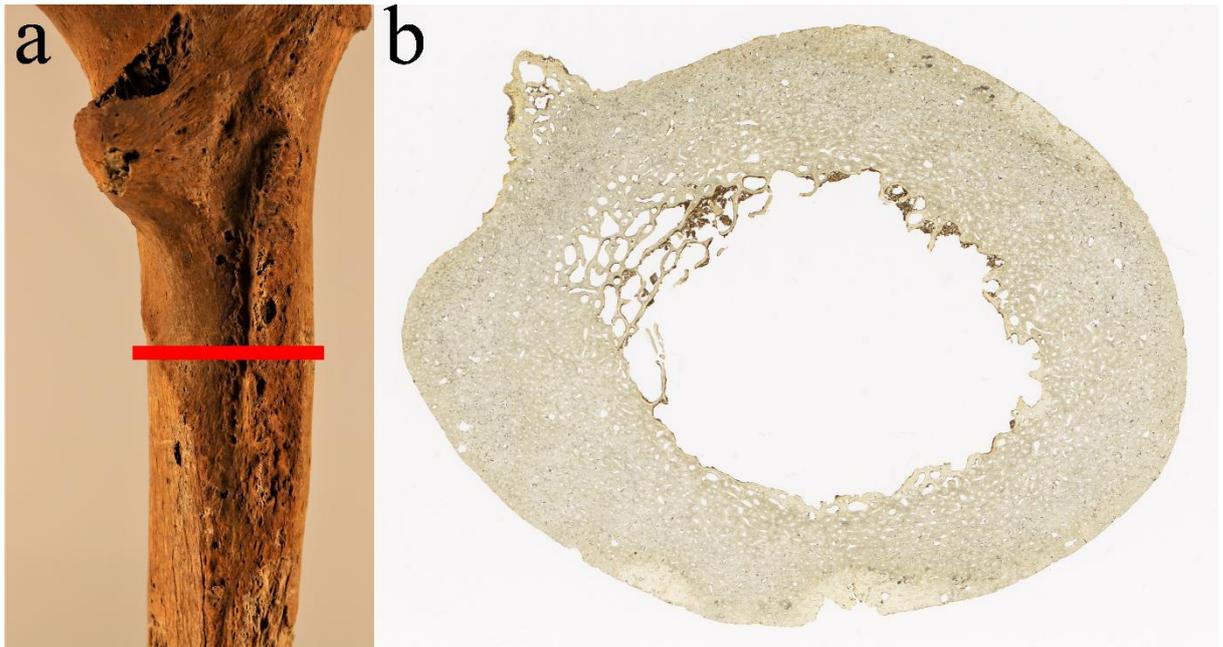


Abbildung 51: Knochendünnschliff aus der *Tuberositas glutea*. *Os femoris* rechts Fdn. 2503, frühadulter Mann: Darstellung der *Tuberositas glutea* des *Os femoris* von dorsal (a) mit roter Markierung des Bereiches aus dem der Dünnschliff angefertigt wurde (b). Das Präparat bildet den Querschnitt durch den Femurschaft ab.

Zur genaueren Untersuchung der Veränderungen im Bereich der *Tuberositas glutea* wurde ein entsprechendes Präparat wie in Abbildung 51 angefertigt. Diese enthesopathischen Veränderungen wurden mit Grad II bewertet. In der Übersichtsaufnahme sieht man bereits geringgradig gelichtetes Knochenmaterial im Bereich der exostotischen Veränderung (Abbildung 51b). Dies wird in höhere Vergrößerung deutlicher (Abbildung 52a). Die detektierbaren kollagenen Faserbündel, die durch ihren parallel angeordneten Faserverlauf auffallen, befinden sich alle auf der lateralen Seite der *Tuberositas glutea* (Abbildung 52b). In einer höheren Vergrößerung wird deutlich, dass diese Kollagenfasern an dem darunterliegenden lamellären Knochen verankert sind, typischerweise erkennbar bei Bändern oder Sehnen (Abbildung 52d). Die gesamte exostotische Veränderung ist vollständig in Lamellenknochen umgebaut.

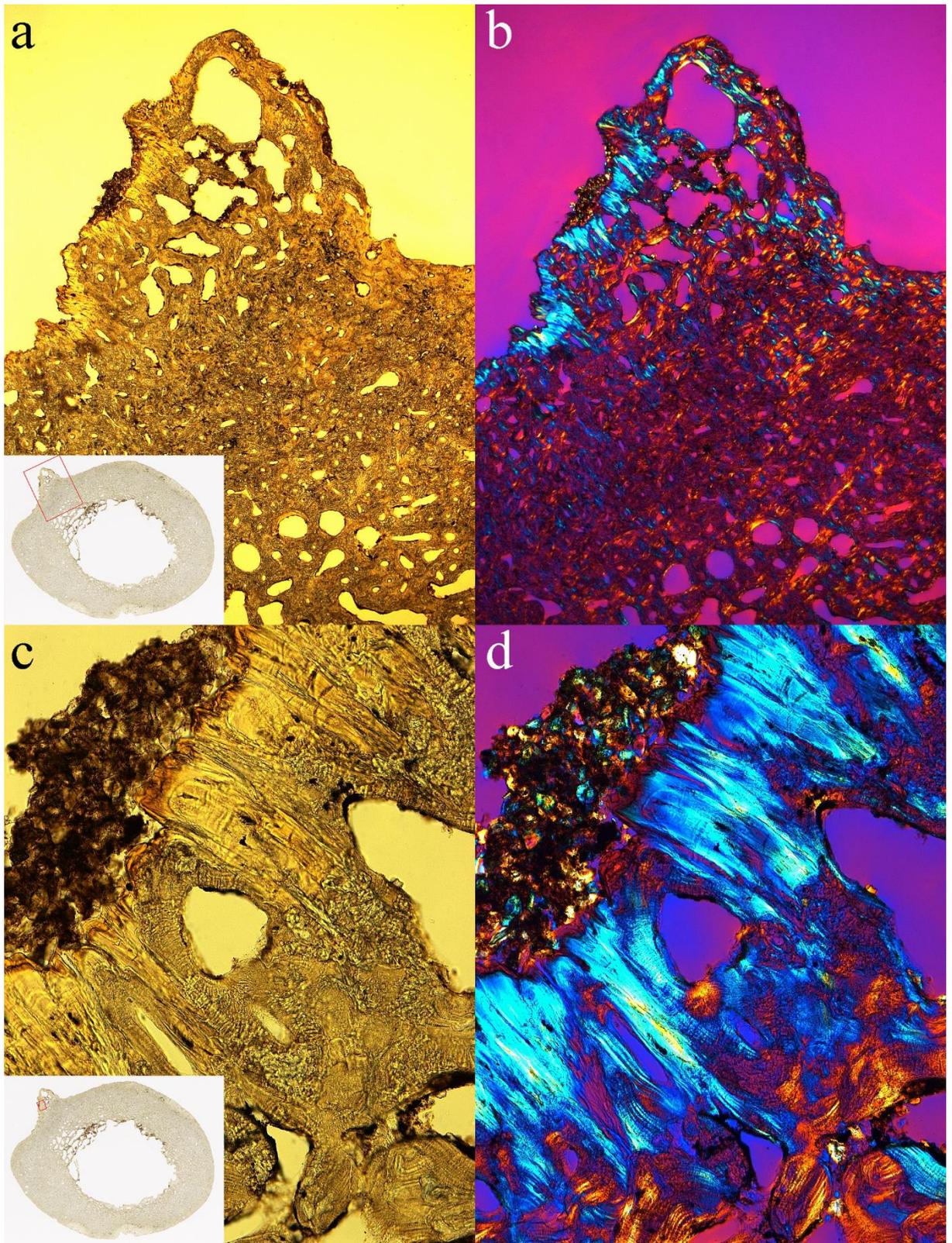


Abbildung 52: Knochendünnschliff aus der *Tuberositas glutea*. *Os femoris* rechts Fdn. 2503, frühadulter Mann: Die Knochendünnschliffe der exostotischen Veränderung wurden im einfachen Durchlicht (a, c) und im polarisierten Durchlicht unter Verwendung eines Hilfsobjektes rot 1. Ordnung (Quarz, λ -Platte) als Kompensator (b, d) untersucht.

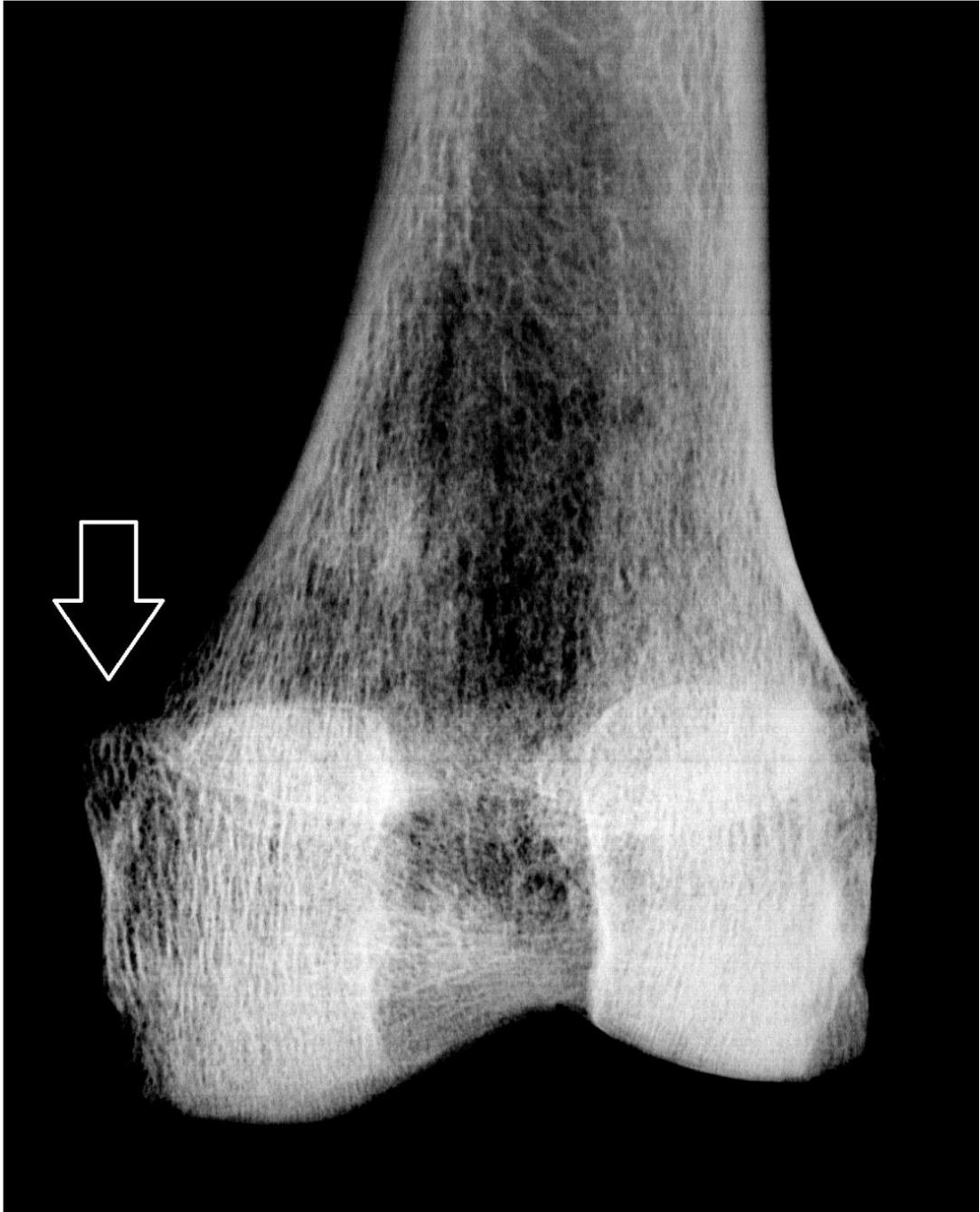


Abbildung 53: Röntgenbild des distalen *Os femoris* im antero-posterioren Strahlengang. *Os femoris* links Fdn. 21698: Röntgenaufnahme des distalen Oberschenkelknochens in a.p.-Projektion. Mit schwarzem Pfeil ist das *Tuberculum adductorium* markiert.

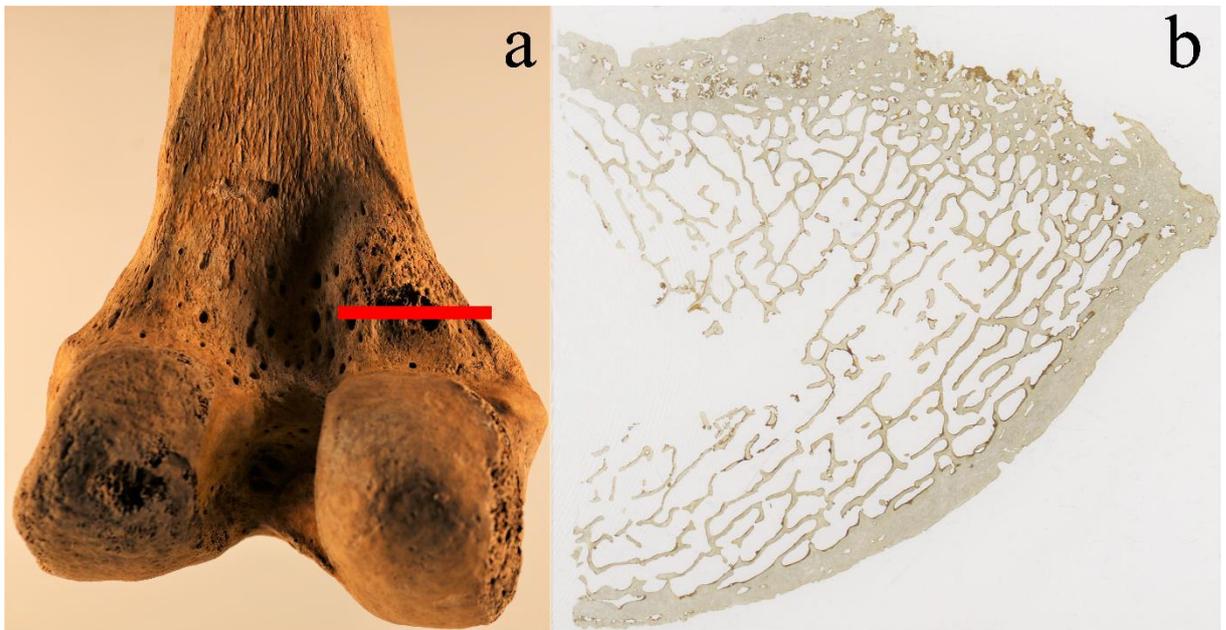


Abbildung 54: Knochendünnschliff aus dem Ursprung des *Caput mediale m. gastrocnemii*. *Os femoris* links Fdn. 21698: Darstellung der Femurcondylen von dorsal (a) mit roter Markierung des Bereiches aus dem der Schliff angefertigt wurde (b). Der Dünnschliff bildet den Querschnitt durch den Ursprung des *M. gastrocnemius medialis* und Teil des Femurschaftes ab.

Hier wurde ein Knochendünnschliff aus dem Ursprung des *Caput mediale* des *m. gastrocnemii* am *Os femoris* angefertigt (Abbildung 53). Zuvor wurde dieser Bereich geröntgt (Abbildung 53). Es stellt sich eine regelrechte Knochenstruktur ohne Unterbrechung der *Corticalis* und somit ohne Hinweis auf Traumen dar. Erwähnenswert ist das prominent ausgebildete *Tuberculum adductorium* (Abbildung 53, schwarzer Pfeil). In dem Präparat sieht man bereits in der Übersichtsaufnahme eine Grube mit zahlreichen Unebenheiten (Abbildung 54b). In höherer Vergrößerung lässt sich Lamellenknochen mit vereinzelt parallel angeordneten Kollagen-Faserbündel nachweisen (Abbildung 55d). In unmittelbarer Nähe der gut erhaltenen Knochensubstanz befinden sich an einigen Stellen erosive Gruben. Hier konnten keine Howship'sche Lakunen nachgewiesen werden. Ein Teil des Knochens weist scharfe Abbrüche auf, die typisch für postmortale (diagenetische) Veränderungen sind. In 100-facher Vergrößerung fallen zudem generalisierte zirkuläre Veränderungen des gesamten Knochengewebes auf, am ehesten im Sinne von „Bohrkanälen“, die durch Pilzbefall verursacht wurden (Abbildung 55).

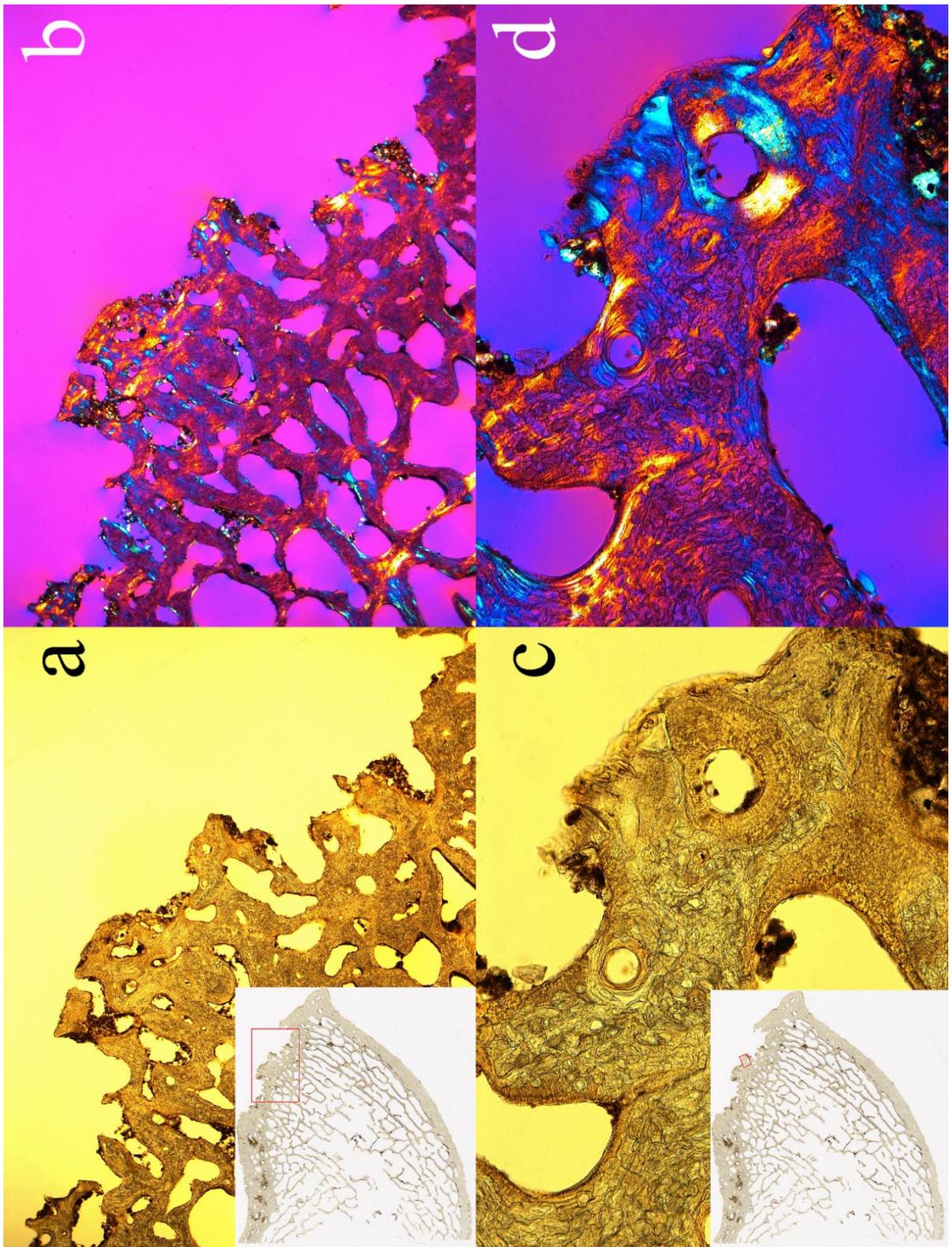


Abbildung 55: Knochendünnschliff dem Ursprung des *Caput mediale m. gastrocnemii*. *Os femoris* links Fdn. 21698: Die Knochendünnschliffe aus dem Ursprung des *Caput mediale* des *M. gastrocnemius* wurden im einfachen Durchlicht (a, c) und im polarisierten Durchlicht unter Verwendung eines Hilfsobjektes rot 1. Ordnung (Quarz, λ -Platte) als Kompensator (b, d) untersucht.

3.3 Untersuchungen an der *Patella*

Zur Untersuchung der *Patellae* auf Arthrosezeichen lagen insgesamt 90 Gelenkflächen vor, wobei 42 als befundbar eingestuft wurden ($n=42/90$; 46,7%). Auf eine tabellarische Unterscheidung zwischen der *Facies patellares laterales et mediales* wurden im Sinne einer funktionellen Gelenkeinheit verzichtet. Bei Erhalt von mindestens 50% der Gelenkfläche wurde diese als befundbar eingestuft. Bei den Gelenkflächen ist vor allem der Grad I und II am häufigsten vertreten.

Tabelle 61: Arthrose der *Facies patellares*. Arthrosegrad (Grad 0 bis V) des *Facies patellaris patellae*, wobei sich alle befundbaren *Facies patellares* in der Spalte „Befundbar“ befinden.

	Gesamt	Grad 0	Grad I	Grad II	Grad III	Grad IV	Grad V
Befundbar	n = 42	n = 1	n = 16	n = 15	n = 7	n = 3	n = 0
Rechts	n = 19	n = 0	n = 7	n = 6	n = 4	n = 2	n = 0
Links	n = 23	n = 1	n = 9	n = 9	n = 3	n = 1	n = 0

Zur Untersuchung lagen insgesamt 101 *Bases et Corpora patellarum* vor, wobei davon insgesamt 79 als befundbar eingestuft wurden ($n = 79/101$; 78,2%).

Tabelle 62: Enthesopathien der *Facies anterior patellae*. Enthesopathischen Veränderungen (Grad 0 bis V) im Bereich der *Basis patellae*, wobei sich alle befundbaren *Facies anterior patellae* in der Spalte „Befundbar“ befinden.

	Gesamt	Grad 0	Grad I	Grad II	Grad III	Grad IV	Grad V
Befundbar	n = 79	n = 30	n = 33	n = 12	n = 4	n = 0	n = 0
Rechts	n = 34	n = 13	n = 16	n = 5	n = 0	n = 0	n = 0
Links	n = 45	n = 17	n = 17	n = 7	n = 4	n = 0	n = 0

In den untersuchten enthesopathischen Veränderungen der *Bases et Corpora patellarum* sind am häufigsten die Grade 0 und I vertreten. Grad III liegt lediglich in vier Fällen auf den linken *Patellae* vor.

3.4 Untersuchungen an der *Tibia*

Alle *Tibiae* wurden in der Länge vermessen und deren Periost auf Reizung sowie Veränderungen durch Gefäßimpressionen untersucht. Außerdem wurden die Gelenkflächen der *Condylī mediales et laterales* sowie *Facies inferior* und *Facies malleoli* auf arthrotische Veränderungen untersucht. Zur Beurteilung der enthesopathischen Veränderungen wurde die *Linea m. solei* und *Syndesmosis tibiofibularis distalis* begutachtet. Insgesamt waren 76 rechte und 77 linke *Tibiae* so weit erhalten, dass man deren Gesamtlänge bestimmen konnte. Diese wurden anhand ihrer Altersgruppe anschließend in einem Diagramm (Abbildung 56) zusammengefasst. Von den 77 linken *Tibiae* konnten 49 der erwachsenen Altersgruppe, 10,5 der Altersgruppe *Iuvenis*, 11,5 der *Infans* II und 6 der *Infans* I zugeordnet werden. Bei den 76 vorliegenden rechten *Tibiae* wurden 48 den Erwachsenen, 12 den *Iuvenis*, 11,5 den *Infans* II und 4,5 den *Infans* I zugeordnet. Die entsprechende ausführliche Tabelle (Tabelle A. 40) befindet sich auf Seite 166.

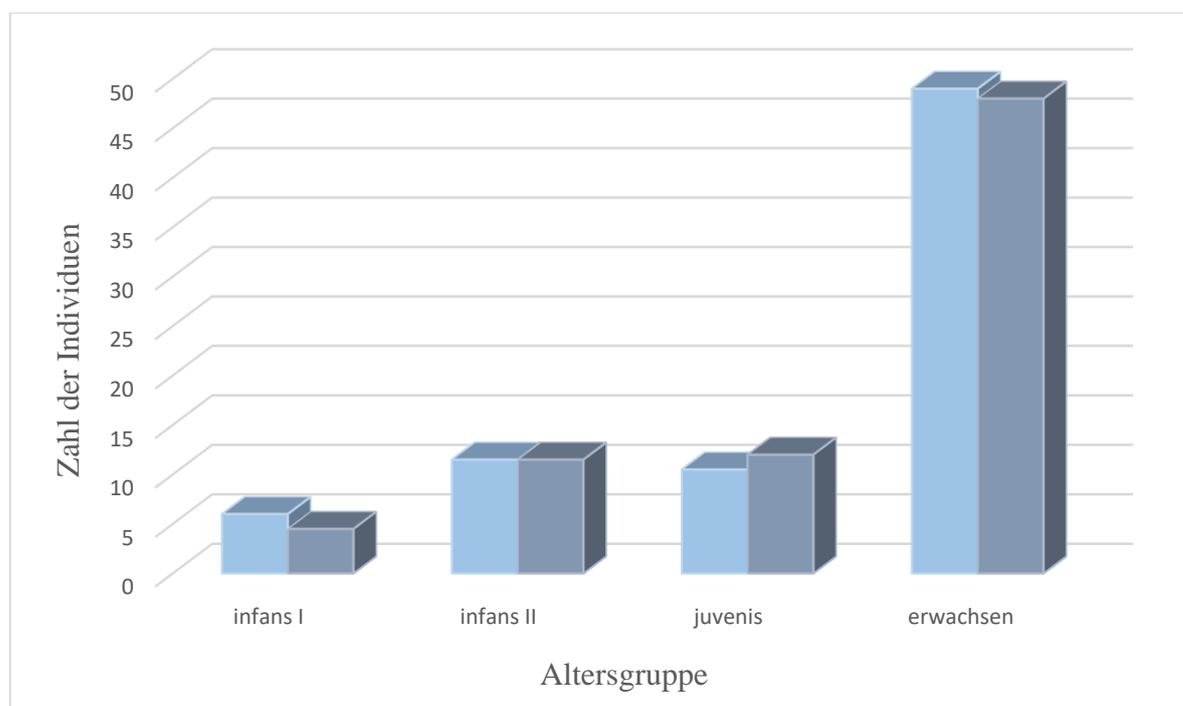


Abbildung 56: Grafische Darstellung der Altersgruppe anhand der *Tibiae*. Einteilung der *Tibiae* in Altersgruppen (blaue Säule linke *Tibiae* und graue Säule rechte *Tibiae*).

3.4.1 Untersuchungen der Gelenke an der *Tibia*

Alle *Tibiae* wurden auf Spuren einer Arthrose untersucht. Dabei lagen von den proximalen Gelenkenden 86 Flächen der *Condylī mediales tibiārum* und 68 Flächen der *Condylī*

laterales tibiae vor, von denen jeweils 47 bzw. 39 befundbar waren (n = 47/86; 54,7%; n = 39/68; 57,3%).

Tabelle 63: Arthrose der *Condyli mediales tibiae*. Arthrosegrad (Grad 0 bis V) des *Condylus medialis tibiae*, wobei sich alle befundbaren *Condyli mediales tibiae* in der Spalte „Befundbar“ befinden.

	Gesamt	Grad 0	Grad I	Grad II	Grad III	Grad IV	Grad V
Befundbar	n = 47	n = 1	n = 22	n = 21	n = 4	n = 0	n = 0
Rechts	n = 18	n = 0	n = 10	n = 7	n = 2	n = 0	n = 0
Links	n = 29	n = 1	n = 11	n = 15	n = 2	n = 0	n = 0

Tabelle 64: Arthrose der *Condyli laterales tibiae*, Arthrosegrad (Grad 0 bis V) des *Condylus lateralis tibiae*, wobei sich alle befundbaren *Condyli laterales tibiae* in der Spalte „Befundbar“ befinden.

	Gesamt	Grad 0	Grad I	Grad II	Grad III	Grad IV	Grad V
Befundbar	n = 39	n = 1	n = 15	n = 16	n = 4	n = 3	n = 0
Rechts	n = 15	n = 0	n = 7	n = 7	n = 0	n = 1	n = 0
Links	n = 24	n = 1	n = 8	n = 9	n = 4	n = 2	n = 0

Die Verteilung der verschiedenen Arthrosegrade zeigt, dass sowohl bei den lateralen als auch bei den medialen Condylen der Grad I und II gehäuft vorkommen. Im Gegensatz zu den medialen Condylen konnte bei den lateralen eine Häufung von höheren Arthrosegrad vor allem Grad IV nachgewiesen werden (Abbildung 57).

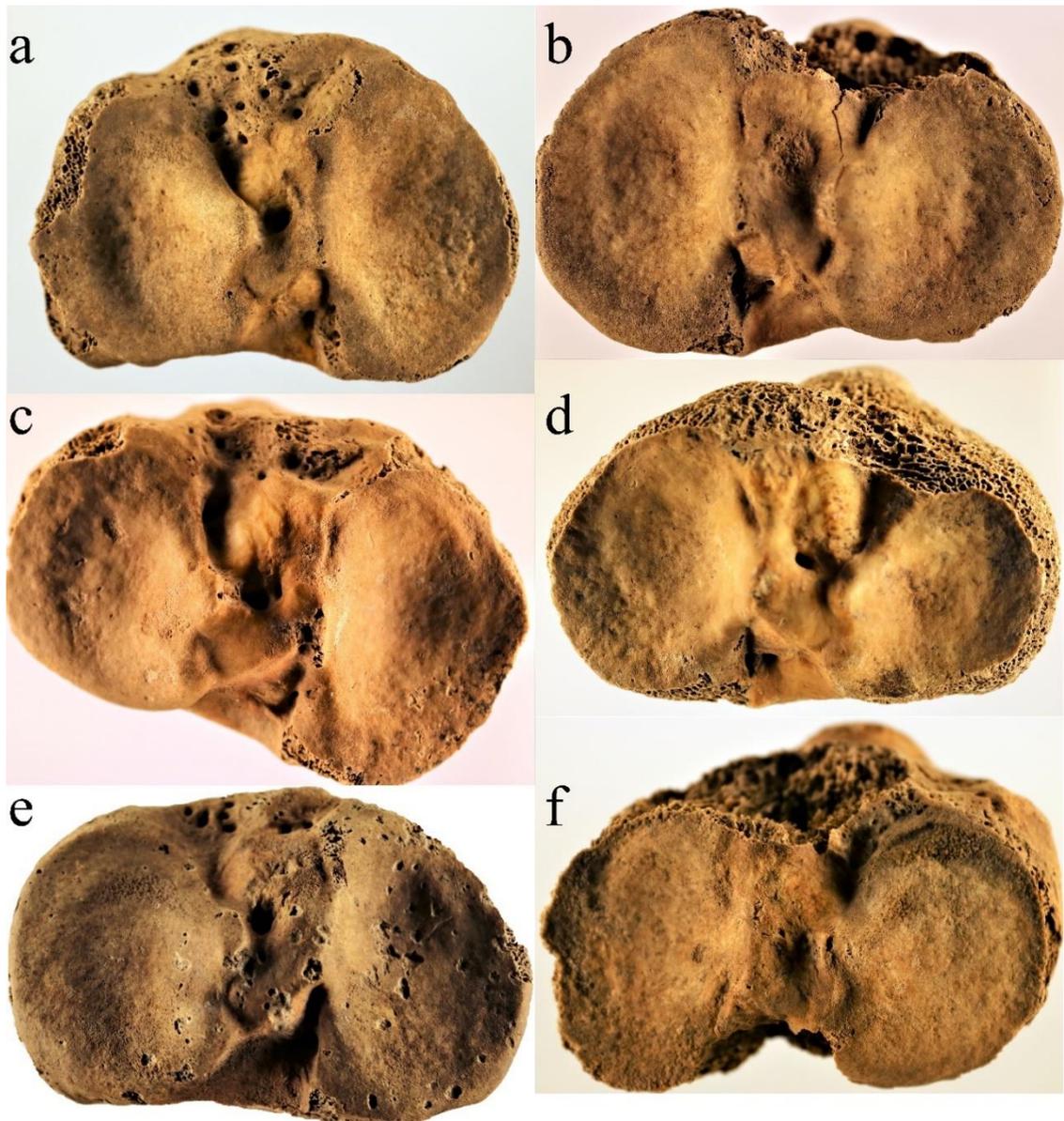


Abbildung 57: Arthrosebeispiele der Tibiacondylen. Rechte (b, d, f) und linke a, c, e) *Tibiae*. Fdn. 23751 (a), Fdn. 16673 (b), Fdn. 22134 (c), Fdn. 7586 (d), Fdn. 18982 (e), Fdn. 26355 (f). Ansicht auf die Schienbeincondylen von oben: Darstellung verschiedener Ausprägungen der arthrotischen Veränderungen der medialen und lateralen Tibiacondylen: (a) An der lateralen Condyle ist etwa 40% des Randes erhalten, die erhaltene Gelenkfläche weist lediglich geringgradig gebuckelte Stellen und damit Grad I auf, während die mediale Fläche eine deutlich stärker gebuckelte Oberfläche aufweist und damit den Grad II, (b) Sowohl die mediale als auch die laterale Condyle weisen den Grad I, bei geringgradig gebuckelter Oberfläche auf, (c) Die laterale Condyle weist einen arthrotischen Grad III mit einer deutlich stärker gebuckelte Oberfläche sowie verteilten kleinen Lochdefekten auf, wobei mehr als 50% der Fläche betroffen sind, während die mediale Condyle Grad II aufweist bei ähnlichen Veränderungen, aber weniger als 50% der betroffenen Fläche, (d) beide Condyle weisen arthrotischen Grad II auf, wobei lateral der gesamte Rand und mindestens 30% der Fläche nicht erhalten sind, (e) Die laterale Condyle weist den Grad IV auf, insbesondere bei grobporösen Gelenkoberflächenveränderungen in der anterioren Hälfte der Gelenkfläche, während die mediale Condyle bei nahezu gänzliche stark gebuckelten Fläche den Grad III aufweist, (f) die laterale Condyle hat der Grad IV bei grober, höckeriger Auflagerung an der Spitze sowie poröser Gelenkoberfläche im anterioren Bereich sowie Randleistenbildung über 50% des Randes, während die mediale Condyle Grad III aufweist bei stark gebuckelter Fläche, wobei der Rand aufgrund des fehlenden Erhalts kaum beurteilbar ist.

Entsprechende Ergebnisse zeigten auch die Untersuchungen an den distalen Gelenkflächen der *Tibiae*. Dabei wurden 75 *Facies articulares inferiores tibiae* und 69 *Facies articulares malleoli tibiae* untersucht. Davon waren jeweils 46 bzw. 42 befundbar (n = 46/75; 61,3%; n = 42/69; 61,4%).

Tabelle 65: Arthrose der *Facies articulares inferior tibiae*. Arthrosegrad (Grad 0 bis V) der *Facies articularis inferior*, wobei sich alle befundbaren *Facies articulares inferior tibiae* in der Spalte „Befundbar“ befinden.

	Gesamt	Grad 0	Grad I	Grad II	Grad III	Grad IV	Grad V
Befundbar	n = 46	n = 1	n = 28	n = 15	n = 2	n = 0	n = 0
Rechts	n = 21	n = 0	n = 14	n = 7	n = 1	n = 0	n = 0
Links	n = 25	n = 1	n = 14	n = 9	n = 1	n = 0	n = 0

Tabelle 66: Arthrose der *Facies articulares malleolorum tibiae*. Arthrosegrad (Grad 0 bis V) der *Facies articularis malleoli*, wobei sich alle befundbaren *Facies articulares malleolorum tibiae* in der Spalte „Befundbar“ befinden.

	Gesamt	Grad 0	Grad I	Grad II	Grad III	Grad IV	Grad V
Befundbar	n = 42	n = 3	n = 28	n = 10	n = 0	n = 1	n = 0
Rechts	n = 20	n = 1	n = 14	n = 4	n = 0	n = 1	n = 0
Links	n = 22	n = 2	n = 14	n = 6	n = 0	n = 0	n = 0

Auch bei den distalen Gelenkflächen ist zu erkennen, dass die überwiegende Zahl der Gelenkflächen den Arthrosegrad I aufweisen (Abbildung 58).

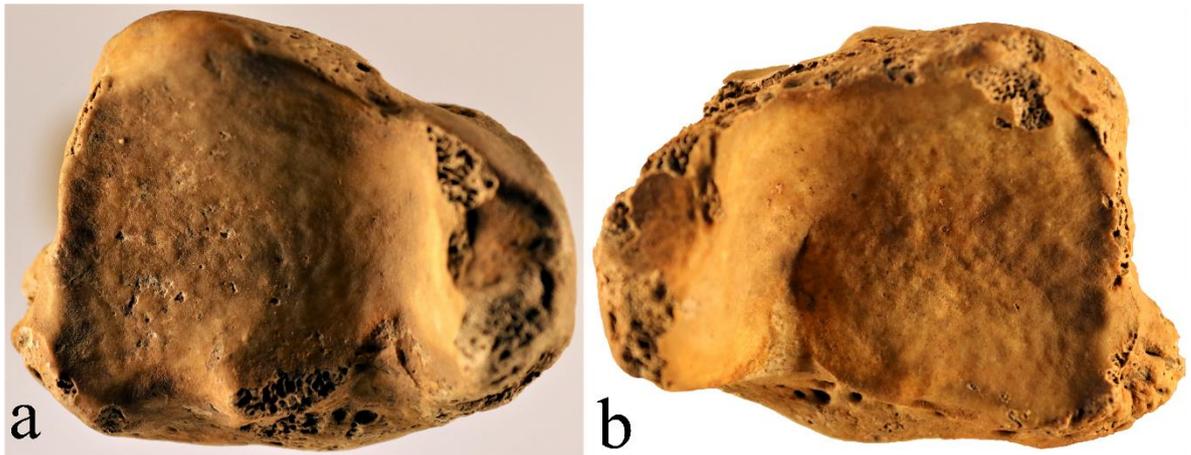


Abbildung 58: Arthrosebeispiele der *Facies articulares inferiores tibiae*. Rechte (b) und linke (a) *Tibiae*. Fdn. 22134 (a), Fdn. 4886 (b). Ansicht auf die *Facies articularis inferior tibiae* von unten: Darstellung der verschiedenen arthrotischen Veränderungen der *Facies articularis inferior tibiae* mit arthrotischem Grad I, bei geringgradig gebuckelter Oberfläche und nicht gänzlich geschlossenem Rand (a) und Grad II mit deutlich ausgeprägter Buckelung der Oberfläche und kleineren Zacken im Bereich des Randes (b).

3.4.2 Enthesopathische Veränderungen an der *Tibia*

Zur Untersuchung der enthesopathischen Veränderungen durch den *M. quadriceps femoris* wurde die *Tuberositas tibiae* begutachtet. Es konnten 45 der *Tuberositates* untersucht werden, wobei 27 davon als beurteilbar eingestuft wurden ($n = 27/45$; 60%).

Tabelle 67: Enthesopathien der *Tuberositates tibiae*. Enthesopathische Veränderungen (Grad 0 bis Grad V) im Bereich der *Tuberositas tibiae*, wobei sich alle befundbaren *Tuberositates tibiae* in der Spalte „Befundbar“ befinden.

	Gesamt	Grad 0	Grad I	Grad II	Grad III	Grad IV	Grad V
Befundbar	n = 27	n = 2	n = 20	n = 5	n = 0	n = 0	n = 0
Rechts	n = 12	n = 1	n = 6	n = 5	n = 0	n = 0	n = 0
Links	n = 15	n = 1	n = 14	n = 0	n = 0	n = 0	n = 0

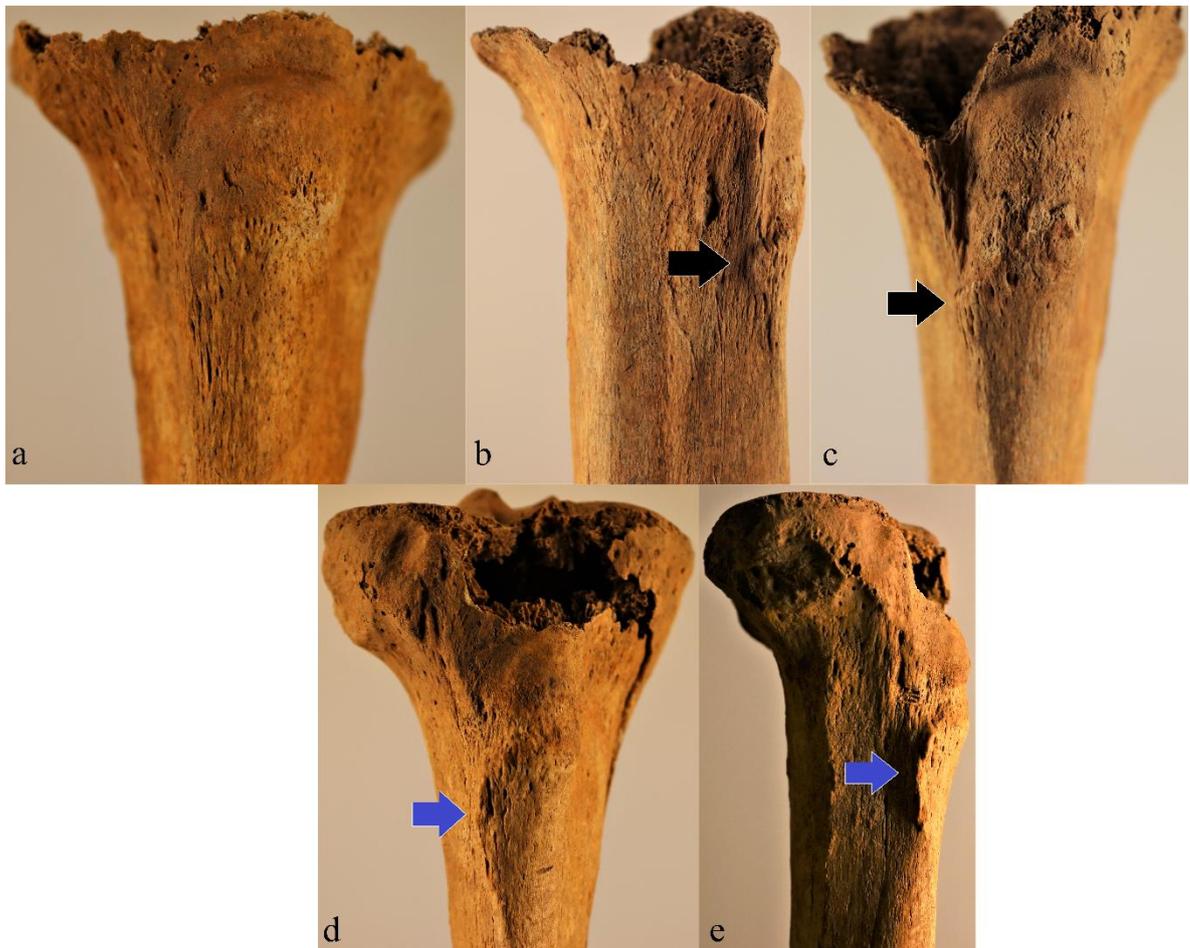


Abbildung 59: Enthesopathiebeispiele der *Tuberositates tibiae*. Rechte *Tibiae*. Fdn. 8309 (a), Fdn. 22348 (b, c), Fdn. 16873 (d, e). Ansicht der *Tuberositas tibiae* von frontal (a, c, d) und von lateral (b, e): Darstellung der *Tuberositas tibiae* (schwarzer und blauer Pfeil) mit verschiedenen Ausprägungen der enthesopathischen Veränderungen mit Grad 0 (a), Grad I (b, c) und Grad II (d, e).

Es wurden insgesamt 172 *Lineae m. solei* untersucht. Von diesen waren 118 für die Befundung geeignet ($n=118/172$; 68,6%). Die deutliche Mehrheit der *Lineae m. solei* zeigten in diesem Bereich Veränderungen, die aber meist nur sehr geringgradig ausgeprägt sind und deshalb mit Grad I gekennzeichnet wurden. Nur in wenigen Fällen zeigte sich höhergradige enthesopathische Veränderungen (Abbildung 60).

Tabelle 68: Enthesopathie der *Linea m. solei*. Enthesopatische Veränderungen (Grad 0 bis Grad V) im Bereich der *Linea m. solei*, wobei sich alle befundbaren *Lineae m. solei* in der Spalte „Befundbar“ befinden.

	Gesamt	Grad 0	Grad I	Grad II	Grad III	Grad IV
Befundbar	n = 118	n = 13	n = 89	n = 14	n = 1	n = 1
Rechts	n = 51	n = 6	n = 39	n = 6	n = 0	n = 0
Links	n = 67	n = 7	n = 50	n = 8	n = 1	n = 1

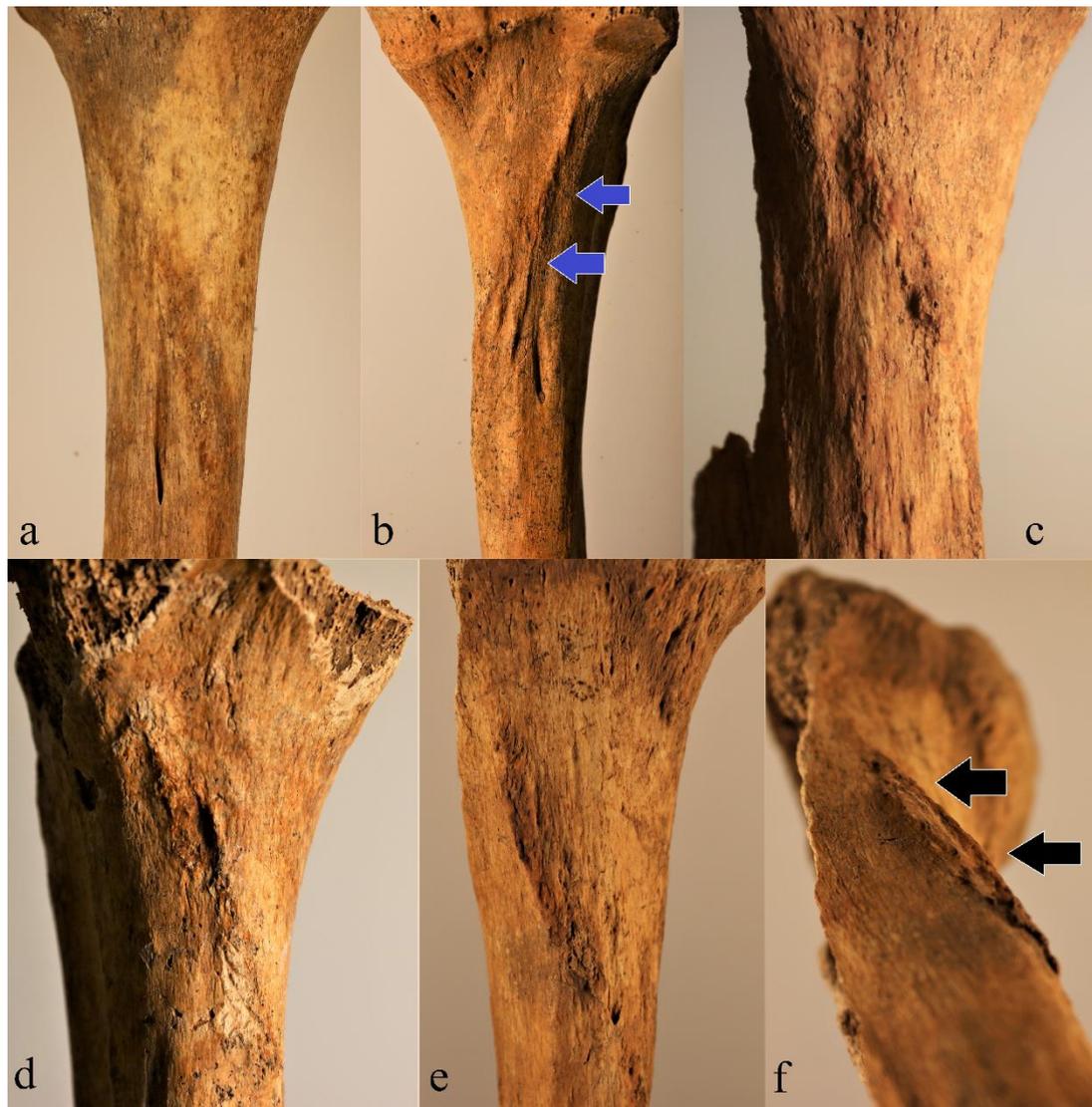


Abbildung 60: Enthesopathiebeispiele der *Linea m. solei*. Rechte (b) und linke (a, c, d, e, f) *Tibiae*. Fdn. 22134 (a), Fdn. 16966 (b), Fdn. 21867 (c), Fdn. 12278 (d), Fdn. 23587 (e, f). Ansicht auf die *Linea m. solei* von dorsal (a, b, c, d, e) und unten dorsal (f): Darstellung der verschiedenen enthesopatischen Veränderungen im Bereich der *Linea m. solei* (schwarzer und blauer Pfeil) mit Grad 0 (a), Grad I (b), Grad II (c), Grad III (d) und Grad IV (e, f).

Interessanterweise fanden sich bei zwölf Kinderknochen ebenfalls entsprechende Veränderungen im Bereich der *Linea m. solei*, die allerdings nur geringgradig ausgebildet waren und immer als Gruben bis zu einer Tiefe von 1,5 mm imponierten.

Eine ähnliche Klassifizierung wurde auf die Befestigungsmarken der Bänder der *Syndesmosis tibiofibularis distalis* angewandt. Insgesamt standen 51 Schienbeine zur Überprüfung der Bandmarken der Syndesmose zur Verfügung, von denen 34 als befundbar eingestuft wurden (n = 34/51; 66,7%). Ähnlich wie bei der *Linea m. solei* dominiert vor allem Grad 0 und Grad I (Abbildung 61).

Tabelle 69: Enthesopathien im tibialen Bereich der *Syndesmoses tibiofibulares distales*. Enthesopathische Veränderungen (Grad 0 bis Grad V) im tibialen Bereich der *Syndesmosis tibiofibularis distalis*, wobei sich alle befundbaren *Syndesmoses tibiofibulares distales* in der Spalte „Befundbar“ befinden.

	Gesamt	Grad 0	Grad I	Grad II	Grad III	Grad IV	Grad V
Befundbar	n = 34	n = 11	n = 16	n = 4	n = 3	n = 0	n = 0
Rechts	n = 17	n = 6	n = 9	n = 1	n = 1	n = 0	n = 0
Links	n = 17	n = 5	n = 7	n = 3	n = 2	n = 0	n = 0

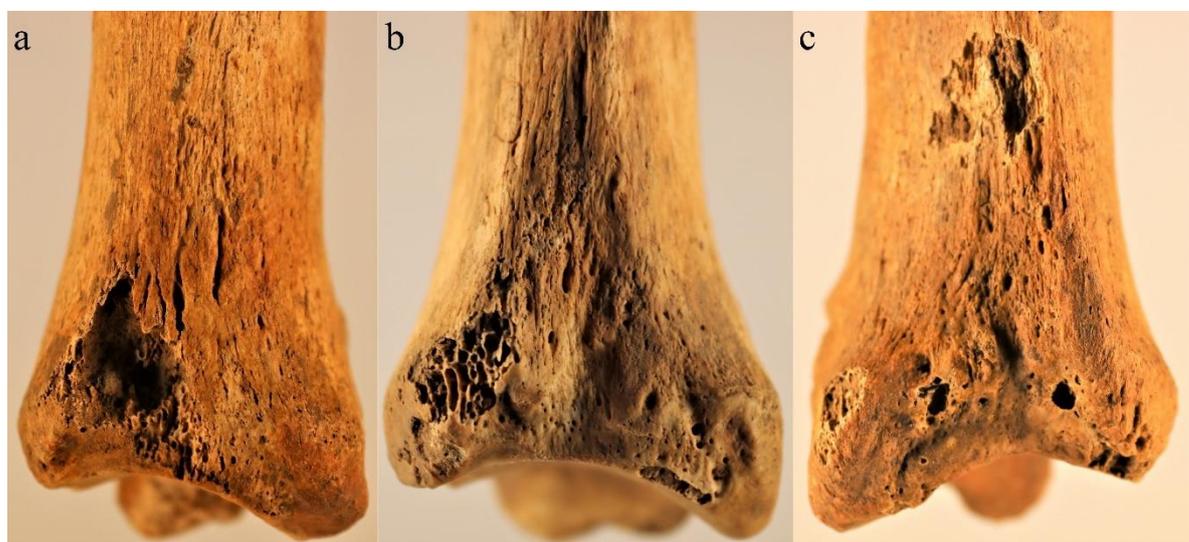


Abbildung 61: Enthesopathiebeispiele im tibialen Bereich der *Syndesmoses tibiofibulares distales*. Rechte (c) und linke (a, b) *Tibiae*. Fdn. 19581 (a), Fdn. 22134 (b), Fdn. 20835 (c). Ansicht auf die *Syndesmosis tibiofibularis distalis* von lateral: Darstellung der enthesopathischen Veränderung der *Tibia* im Bereich der *Syndesmosis tibiofibularis distalis* mit Grad I (a), Grad II (b) und Grad III (c).

3.4.3 Weitere morphologische Untersuchungen an der *Tibia*

Zur Körperhöhenberechnung anhand der Schienbeine konnten insgesamt 50 linke und 49 rechte herangezogen werden. Anhand der Formel nach (Sjøvold 1990) wurde anschließend die Körperhöhe berechnet:

Tabelle 70: Körperhöherekonstruktion anhand der Schienbeinlänge. Darstellung der Rekonstruktion der gemittelten Körperhöhe (M der KH), der maximalen Körperhöhe (Max. KH) und der minimalen Körperhöhe (Min. KH) anhand der Länge der *Tibiae* (M der Tibiallänge) in [cm].

	Gesamt	M der Tibiallänge [cm]	M der KH [cm]	Max. KH [cm]	Min. KH [cm]
Gesamt	n = 99	35	162,5 ± 4,15	179,9 ± 4,15	144,7 ± 4,15
Rechts	n = 49	35,1	162,9 ± 4,15	179,9 ± 4,15	146 ± 4,15
Links	n = 50	34,8	161,9 ± 4,15	175,7 ± 4,15	144,7 ± 4,15

Demnach ist die mittlere Körperhöhe aller erwachsenen Individuen 162,5 cm ± 4,15 cm. Die maximale Körperhöhe beträgt dabei 179,9 cm und die minimale Körperhöhe 144,7 cm. Wie erwartet zeigte sich keine wesentliche Längendifferenz zwischen den linken und der rechten *Tibiae*.

Zur weiteren Begutachtung der *Tibiae* wurde zusätzlich die Oberfläche untersucht. Von den vorliegenden Exemplaren konnten insgesamt 118 *Tibiae* untersucht werden, davon wurden 82 als befundbar eingestuft (n = 82/118; 69,5%).

Tabelle 71: Gefäßimpressionen auf den *Tibiae*. Ausprägung der Gefäßimpressionen (keine, lateral, medial, beidseits = medial und lateral) auf den *Facies lateralis et medialis tibiae*, wobei sich alle befundbaren Oberflächen der *Tibiae* in der Spalte „Befundbar“ befinden.

	Gesamt	Keine	Lateral	Medial	Beidseits
Befundbar	n = 82	n = 46	n = 28	n = 3	n = 3
Rechts	n = 38	n = 23	n = 12	n = 2	n = 1
Links	n = 44	n = 23	n = 16	n = 1	n = 2

Die Gefäßimpressionen waren dagegen vermehrt auf der *Facies lateralis* (Abbildung 62a, b). Es ergaben sich keine Unterschiede zwischen der linken und der rechten *Tibiae*.

Zusätzlich zu der in der Tabelle 71 aufgeführten Gefäßimpressionen zeigte sich eine Gefäßimpression über der *Margo anterior tibiae* auf einer rechten *Tibia* und Gefäßimpressionen über der *Facies posterior* auf zwei linken *Tibiae* (Abbildung 62c, d).



Abbildung 62: Beispiele für Gefäßimpressionen an der Tibia. Rechte (a, b, d) und linke (c) *Tibiae*, Fdn. 19847 (a), Fdn. 26355 (b), Fdn. 22128 (c), Fdn. 16966 (d), Ansicht von lateral auf die *Facies lateralis* (a, b) und dorsal auf die *Facies posterior* (c, d): Beispiele für Gefäßimpressionen auf den Schienbeinen mit geringer (a) und häufiger (b) Ausprägung sowie auf der hinteren Fläche mit typischer unregelmäßiger Randwulstung und glatter Rille im Periost.

In der Untersuchung zeigte sich eine vermehrte Streifung auf der *Facies medialis*. Etwa jede zweite *Tibia* zeigte eine vermehrte Zeichenvermehrung auf dem Periost. Es sind also bei insgesamt 42% der rechten und 52% der linken befundbaren *Tibiae* Periostreaktionen nachweisbar (Abbildung 63).

Tabelle 72: Periostveränderungen auf den Tibiae. Ausprägung der Periostreaktion (keine, lateral, medial, beidseits = medial und lateral) auf der Oberfläche der *Tibia*, wobei sich alle befundbaren Oberflächen der *Tibiae* in der Spalte „Befundbar“ befinden.

	Gesamt	Keine	Lateral	Medial	Beidseits
Befundbar	n = 82	n = 43	n = 7	n = 23	n = 9
Rechts	n = 38	n = 22	n = 3	n = 9	n = 4
Links	n = 44	n = 21	n = 4	n = 14	n = 5

Bei der Untersuchung der *Margo anterior* zeigten sich bei insgesamt zwei linken und drei rechten *Tibiae* Ausbildungen einer Erhebung bzw. Aufwulstung von wenigen cm Breite und Länge mit kleinen Poren für Gefäße im Sinne eines Hämatoms und gelegentlich auch größeren zuführenden Gefäßimpressionen von der *Facies lateralis* und *Facies medialis* (Abbildung 64).

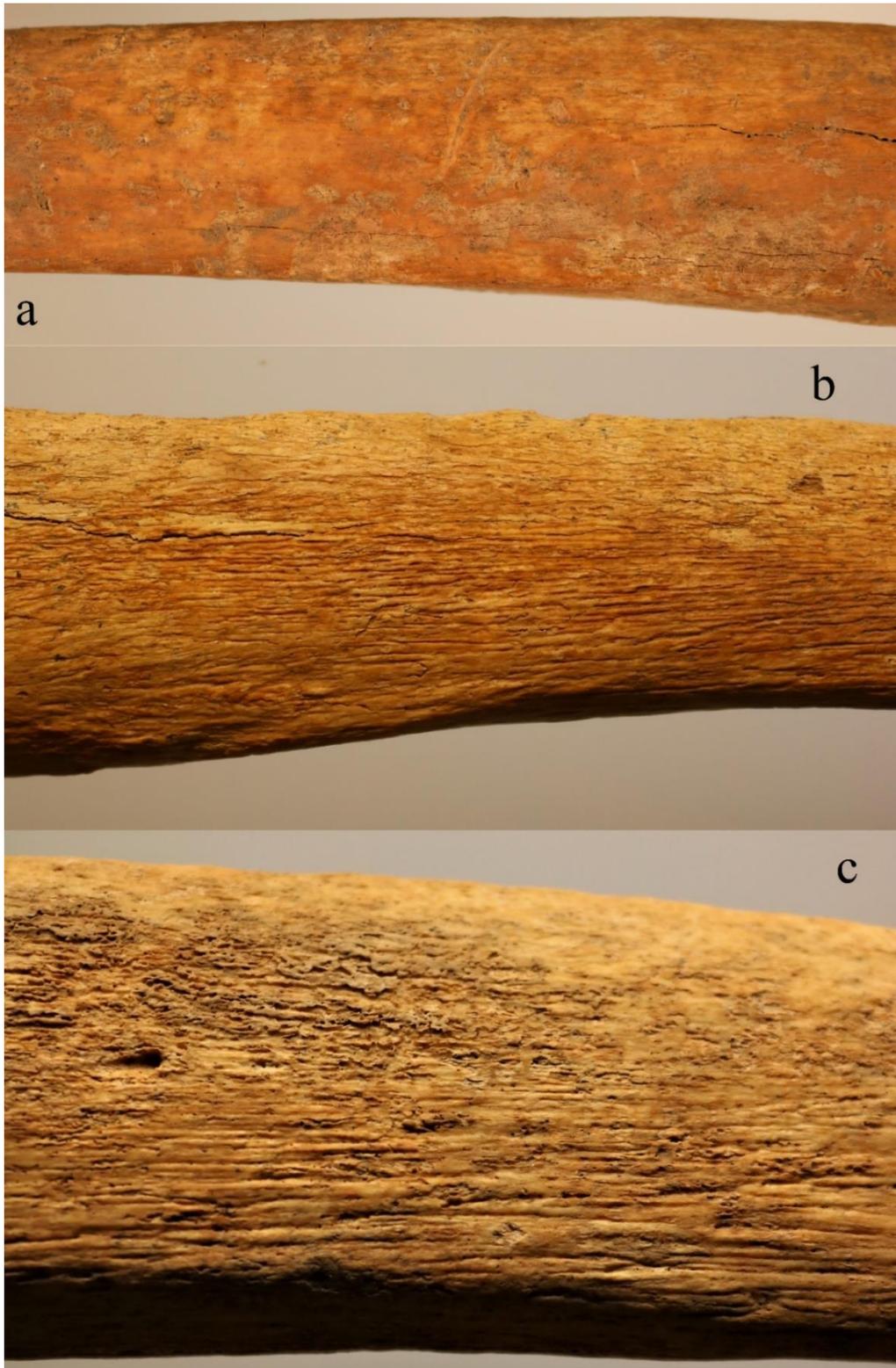


Abbildung 63: Beispiele für Periostreaktionen an der Tibia. Linke Tibiae. Fdn. 3702 (a), Fdn. 6427 (b), Fdn. 22128 (c). Ansicht von medial auf die *Facies medialis*: Darstellung vom Scheinbein-Periost mit fehlender Periostreaktion (a), geringgradig ausgeprägten Streifung (b) und hochgradig ausgeprägter Streifung aufgrund einer Hypervaskularisation (c).

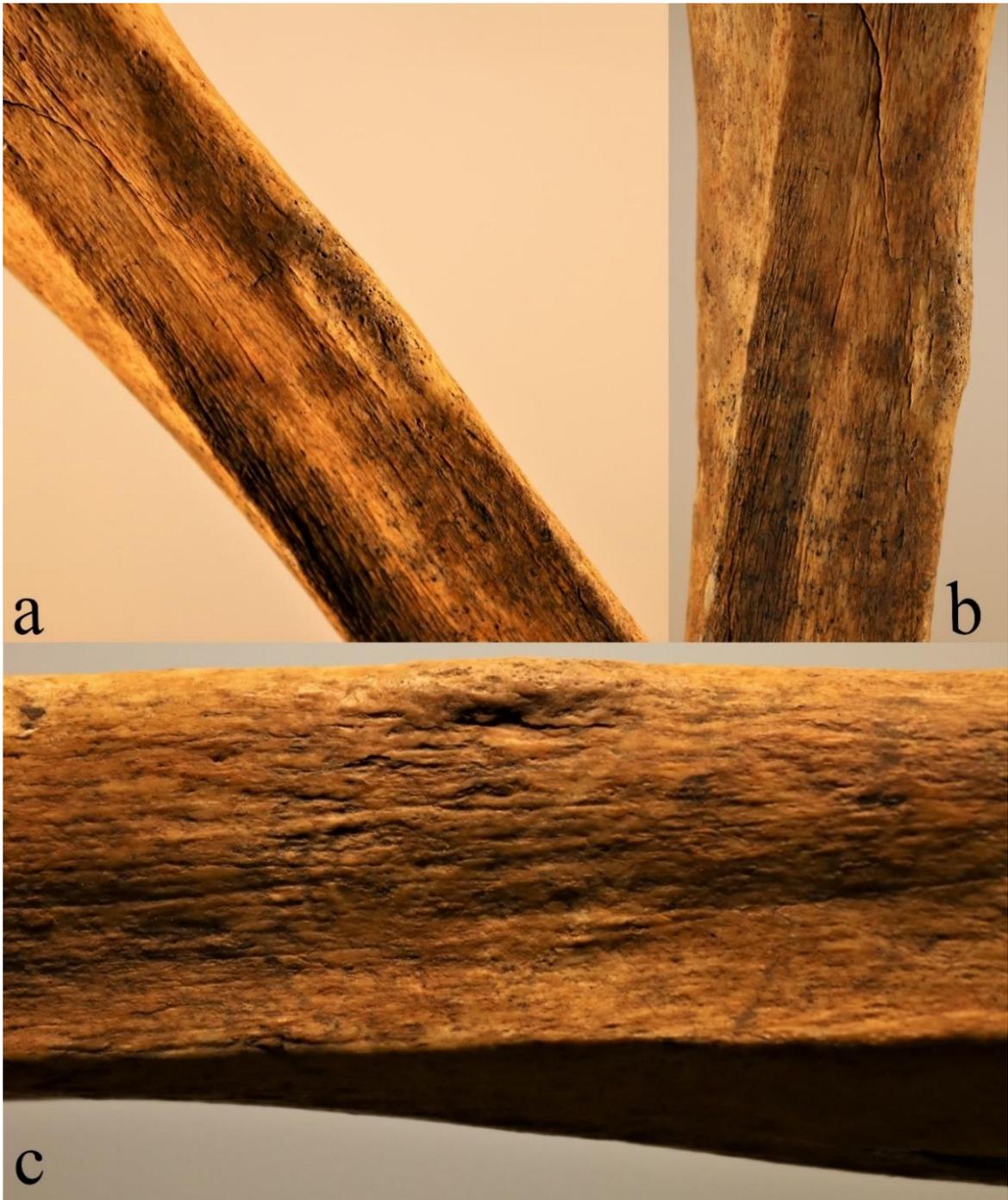


Abbildung 64: Beispiele für Hämatome an der *Tibia*. Rechte (a, b) und linke (c) *Tibiae*, Fdn. 30045 (a, b), Fdn. 7403 (c), Ansicht auf *Margo anterior* von schräg medial (a) und medial (b, c): Darstellung eines Hämatoms auf dem *Margo anterior* mit typischer Aufwulstung nach anterior und Hypervaskularisation von diesem.

3.4.5 Mikroskopische und röntgenologische Untersuchungen an der *Tibia*



Abbildung 65: Knochendünnschliff aus der *Linea m. solei*. *Tibia* links Fdn. 23587, erwachsen: Darstellung der proximalen Hälfte des Schaftes der *Tibia* von dorsal (a) mit roter Markierung des Bereiches, aus dem der Schliff angefertigt wurde (b). Das Präparat stellt den Querschnitt durch den Schaft der *Tibia* in Höhe der *Linea m. solei* dar.

Zur weiteren Untersuchung der *Linea m. solei* erfolgte zusätzlich eine mikroskopische Darstellung einer stark ausgeprägten enthesopathischen Veränderung mit Grad IV. Im Querschnitt durch die *Tibia* kann man sowohl die exostotische Veränderung als auch zum Teil die Grenze zu dem ursprünglichen Knochen erahnen (Abbildung 65). Diese Neubildung besteht fast vollständig aus organisiertem Lamellenknochen (Abbildung 66), jedoch sieht man insbesondere im polarisierten Durchlicht mit Hilfsobjekt rot 1. Ordnung an der Spitze der Exostose unregelmäßige und nicht organisierte Kollagenfasern. In 100-facher Vergrößerung ist gut organisiertes Knochengewebe zu erkennen, jedoch war dieser Prozess zum Todeszeitpunkt nicht abgeschlossen. Daher ist das Gewebe am ehesten als Faserknochen zu bezeichnen (Abbildung 67).

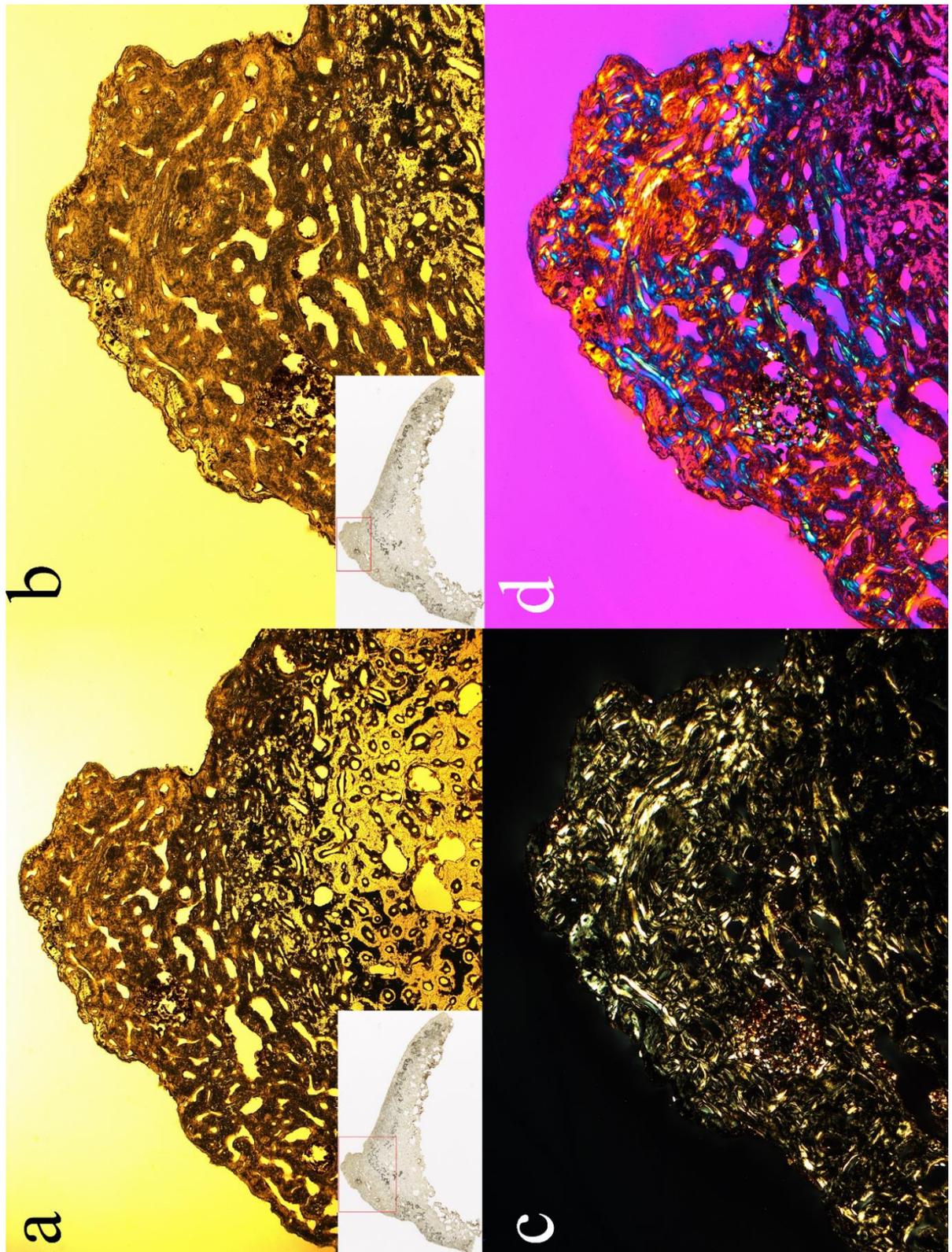


Abbildung 66: Knochendünnschliff aus der *Linea m. solei* in 16- und 25-facher Vergrößerung. *Tibia* links Fdn. 23587, erwachsen: Die Knochendünnschliffe aus der exostotischen Veränderung an der *Tibia* wurden im einfachen Durchlicht (a, b), im polarisierten Durchlicht (c) und im polarisierten Durchlicht unter Verwendung eines Hilfsobjektes rot 1. Ordnung (Quarz, λ -Platte) als Kompensator (d) untersucht.

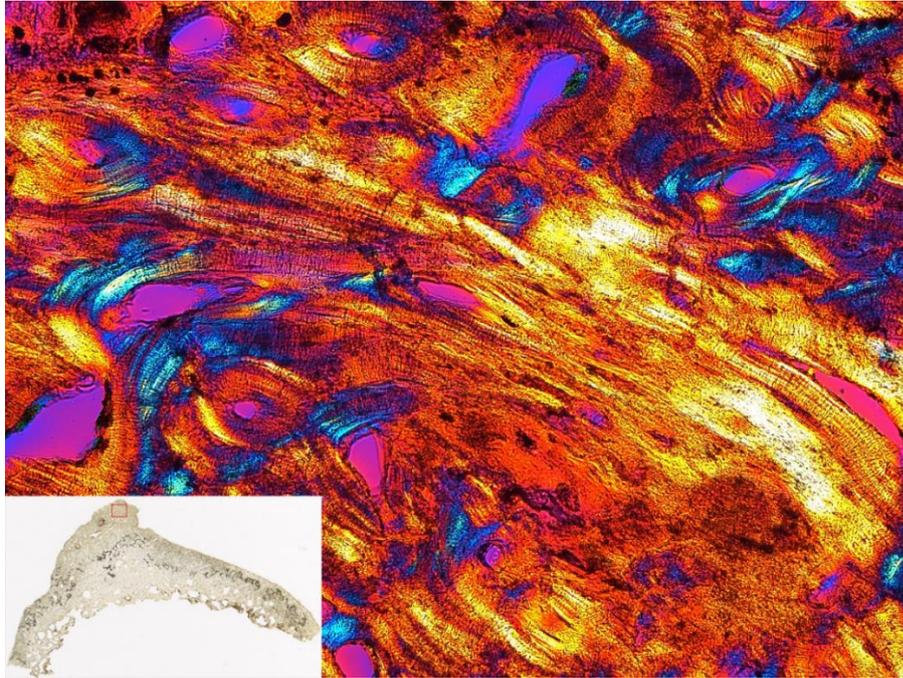


Abbildung 67: Knochendünnschliff aus der *Linea m. solei* in 100-facher Vergrößerung. *Tibia* links Fdn. 23587, erwachsen: Der Knochendünnschliff eines Ausschnittes in der exostotischen Veränderung an der *Tibia* in 100-facher Vergrößerung im polarisierten Durchlicht unter Verwendung eines Hilfsobjektes rot 1. Ordnung (Quarz, λ -Platte) als Kompensator untersucht.

Zur weiteren Untersuchung der *Tibia* insbesondere der Auffälligkeit auf dem *Margo anterior* erfolgte zunächst die röntgenologische Untersuchung mit Fokus auf den pathologischen Prozess in Sagittalebene (Abbildung 68). Die Corticalis ist deutlich sichtbar durch zwei größere Risse längs des Tibiaschaftes unterbrochen, jedoch sind diese makroskopisch und mikroskopisch als postmortal einzuordnen. Gleichzeitig sieht man außerdem eine weitere eher weiche Unterbrechung der Corticalis auf dem *Margo anterior* mit Hervortreten über die Corticalisgrenze (Abbildung 68, schwarzer Pfeil). Dieser Bereich ist gegenüber der Umgebung leicht abgedunkelt.

Makroskopisch sieht man eine fast aufgelagerte, mit Poren durchzogene Veränderung, die sich auch im Knochendünnschliff in der Tiefe gegenüber dem ursprünglichen Knochen abgrenzen (Abbildung 69). In höherer Vergrößerung, insbesondere bei der Betrachtung im polarisierten Licht, kann man erneut eine angedeutete Grenze zwischen der Veränderung und dem ursprünglichen Knochen erahnen. Dieser Prozess scheint hingegen vollständig abgeschlossen zu sein, da auch unter höherer Vergrößerung lediglich Lamellenknochen und kein Faserknochen sichtbar ist (Abbildung 70).

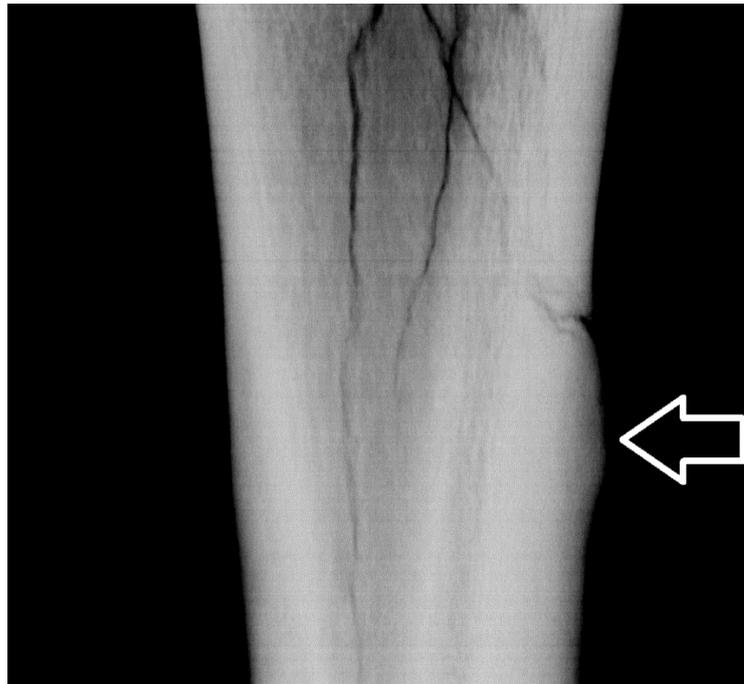


Abbildung 68: Röntgenbild des Tibiaschaftes. *Tibia* rechts Fdn. 30045, erwachsen: Sagittale Röntgenaufnahme des Tibiaschaftes mit Fokus auf die *Margo anterior*. Der schwarze Pfeil markiert die bereits in der makroskopischen Untersuchung auffällige poröse Oberfläche.

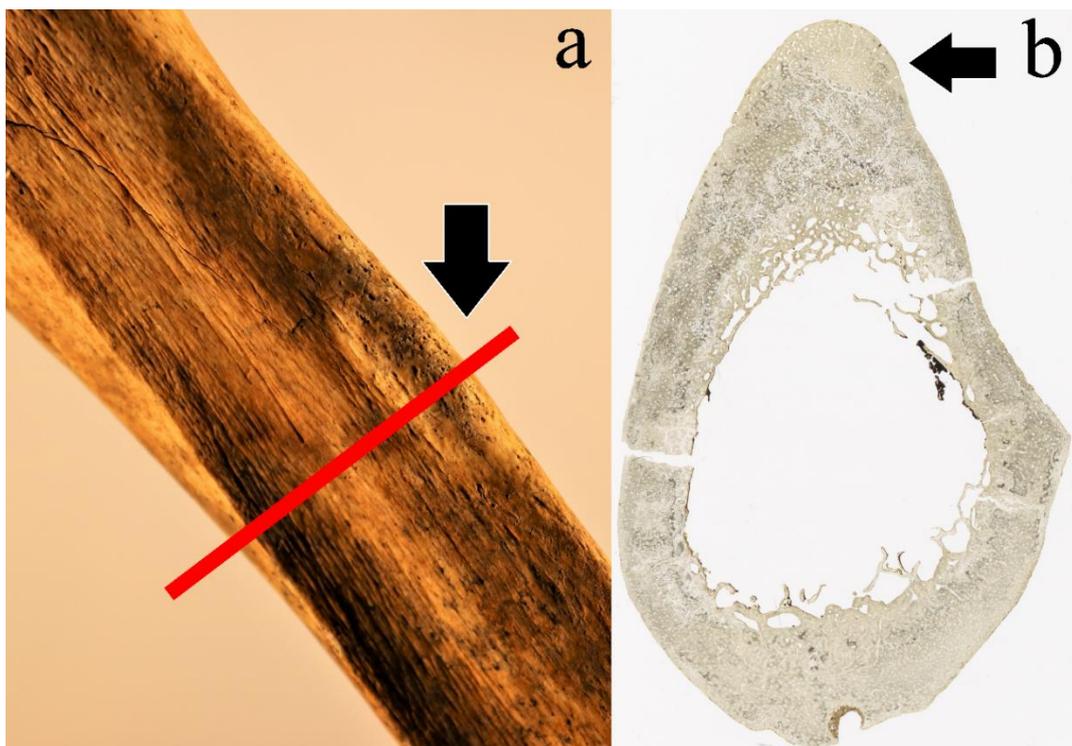


Abbildung 69: Knochendünnschliff aus dem Tibiaschaft. *Tibia* rechts Fdn. 30045: Darstellung des Tibiaschaftes von anterolateral (a) mit roter Markierung des Bereiches aus dem der Schliff angefertigt wurde (b). Das Präparat stellt den Querschnitt durch den Tibiaschaft dar. Mit schwarzem Pfeil ist eine poröse Veränderung im Bereich dem *Margo anterior* markiert.

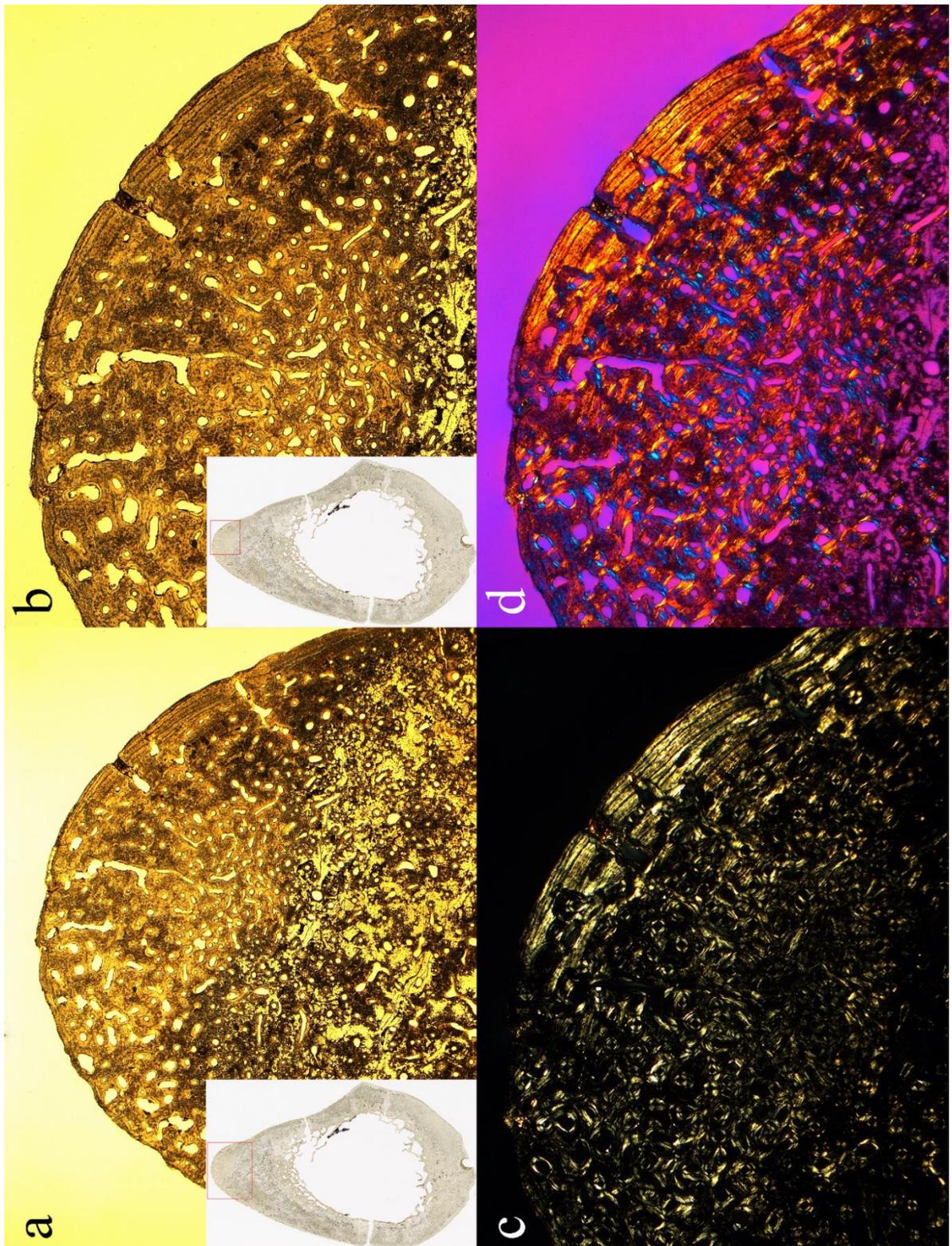


Abbildung 70: Knochendünnschliff aus dem Tibiaschaft in 16- und 25-facher Vergrößerung *Tibia* rechts Fdn. 30045, erwachsen: Die Knochendünnschliffe aus dem *Margo anterior* der *Tibia* in 16-facher (a) und 25-facher Vergrößerung (b, c, d) wurden im einfachen Durchlicht (a, b), im polarisierten Durchlicht (c) und im polarisierten Durchlicht unter Verwendung eines Hilfsobjektes rot 1. Ordnung (Quarz, λ -Platte) als Kompensator (d) untersucht.

3.5 Makroskopische Untersuchungen an der *Fibula*

Neben den *Tibiae* wurden ebenfalls alle *Fibulae* auf Arthrosezeichen untersucht. Zur Untersuchung der *Facies articularis malleoli fibularum* standen 76 Wadenbeine zur Verfügung, von denen 36 als befundbar eingestuft wurden ($n = 36/76$; 47,4%). In der Untersuchung imponierte vor allem der Arthrosegrad I.

Tabelle 73: Arthrose der *Facies articularis malleoli fibulae*. Arthrosegrad (Grad 0 bis V) der *Facies articularis malleoli fibulae*, alle befundbaren *Facies articulares malleolorum fibularum*, wobei sich alle befundbaren *Facies articularis malleoli fibulae* in der Spalte „Befundbar“ befinden.

	Gesamt	Grad 0	Grad I	Grad II	Grad III	Grad IV	Grad V
Befundbar	n = 36	n = 1	n = 19	n = 12	n = 2	n = 1	n = 1
Rechts	n = 18	n = 1	n = 9	n = 7	n = 0	n = 0	n = 1
Links	n = 18	n = 0	n = 10	n = 5	n = 2	n = 1	n = 0

Auch die *Fibulae* wurden im proximalen Bereich, vor allem am *Caput fibulae* und dem distalen Abschnitt am Ansatzbereich der *Syndesmosis tibiofibularis*, auf Spuren einer Enthesopathie untersucht, die den Ursprung des *M. fibularis longus* und des *M. soleus* darstellen. Insgesamt konnten hierbei 76 *Fibulae* auf diese Veränderungen hin untersucht werden, davon wurden 49 als befundbar eingestuft ($n = 49/76$; 64,5%).

Tabelle 74: Enthesopathien der *Capita fibularum*. Enthesopathische Veränderungen (Grad 0 bis V) im Bereich der *Caput fibulae*, wobei sich alle befundbaren *Capita fibularum* in der Spalte „Befundbar“ befinden.

	Gesamt	Grad 0	Grad I	Grad II	Grad III	Grad IV	Grad V
Befundbar	n = 49	n = 11	n = 32	n = 2	n = 3	n = 1	n = 0
Rechts	n = 20	n = 8	n = 20	n = 0	n = 2	n = 0	n = 0
Links	n = 19	n = 3	n = 12	n = 2	n = 1	n = 1	n = 0

Auf der fibularen Fläche der *Syndesmosis tibiofibularis distalis* wurde ebenfalls auf enthesopathische Veränderungen untersucht. Zu dieser Syndesmose gehören neben dem distalen Anteil der *Membrana interossea* vier zusätzliche Bänder: das *Lig. tibiofibulare anterius*, das *Lig. tibiofibulare posterius*, das *Lig. tibiofibulare transversum* und das *Lig. tibiofibulare interosseum* (McKeon et al. 2012). Der am stärksten ausgeprägten Grad der Enthesopathie

eines Bandes wurde zur Bewertung der gesamten Syndesmose herangezogen. Es wurden insgesamt 65 Bereiche untersucht, wobei 44 davon als befundbar eingestuft wurden (n = 44/65; 67,7%). Die Ergebnisse der Untersuchungen des fibularen Bereiches der *Syndesmosis tibiofibularis distalis* decken sich mit den Ergebnissen des tibialen Bereiches der *Syndesmosis tibiofibularis distalis*. Ähnliche Ergebnisse gelten auch für das *Caput fibulae*. Auch hier dominieren überwiegend Grad 0 und Grad I (Abbildung 71).

Tabelle 75: Enthesopathiebeispiele im fibularen Bereich der *Syndesmoses tibiofibulares distales*. Enthesopathische Veränderungen (Grad 0 bis V) im fibularen Bereich der *Syndesmosis tibiofibularis distalis*, wobei sich alle befundbaren *Syndesmoses tibiofibulares distales* in der Spalte „Befundbar“ befinden.

	Gesamt	Grad 0	Grad I	Grad II	Grad III	Grad IV	Grad V
Befundbar	n = 44	n = 16	n = 23	n = 3	n = 1	n = 0	n = 1
Rechts	n = 21	n = 7	n = 11	n = 2	n = 0	n = 0	n = 1
Links	n = 23	n = 9	n = 12	n = 1	n = 1	n = 0	n = 0

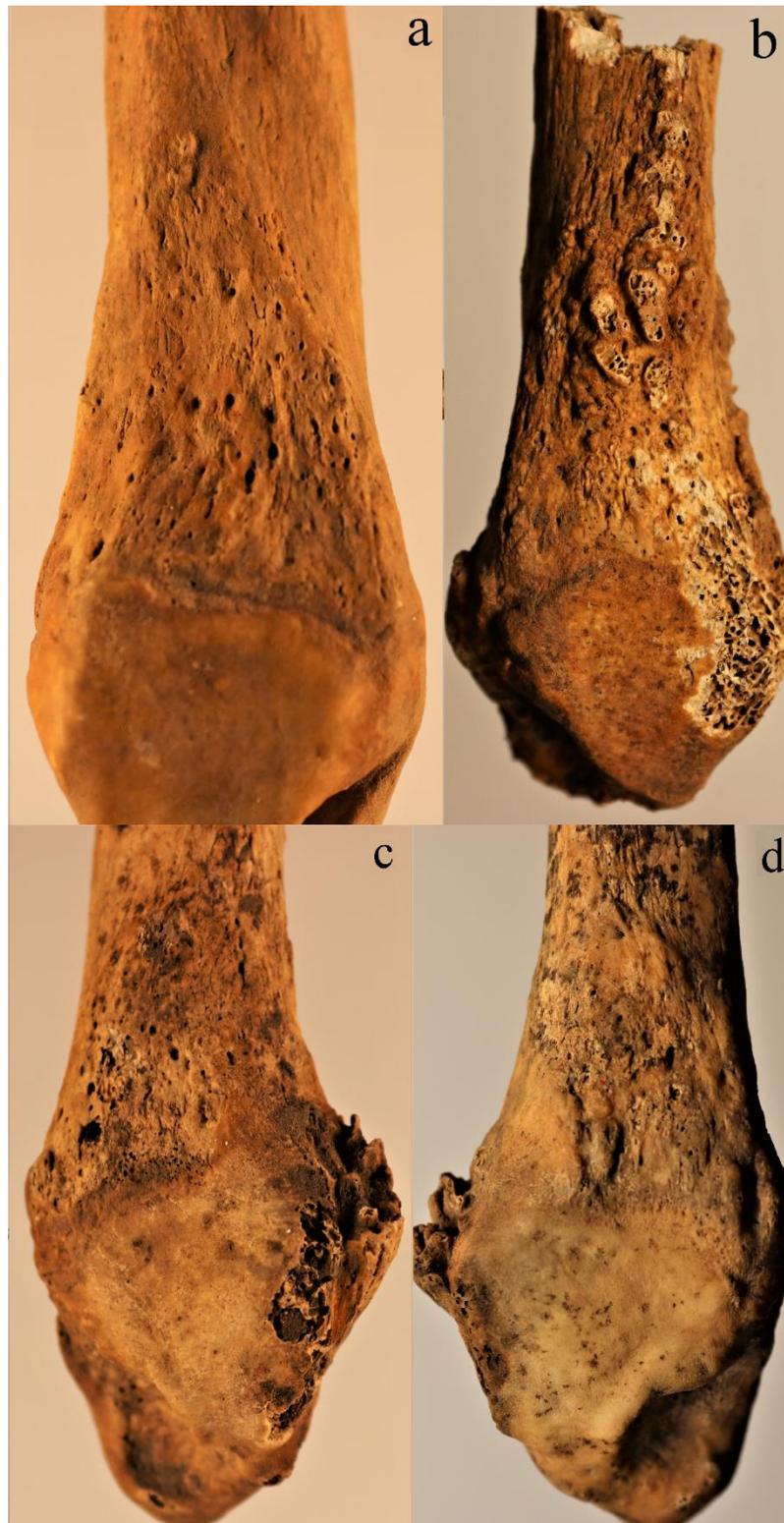


Abbildung 71: Arthrosebeispiele der Fibulae. Rechte (a, d) und linke (b, c) Fibulae, Fdn. 3380 (a), Fdn. 29998 (b), Fdn. 19652 (c), Fdn. 20849/22365 (d), Ansicht von medial: Darstellung der enthesopathischen Veränderungen im fibularen Bereich der *Syndesmosis tibiofibularis distalis* mit zunehmendem Grad von (a) nach (d) mit Grad I (a) hervorgerufen vor allem durch das *Lig. tibiofibulare interosseum*, Grad II (b) hervorgerufen durch das *Lig. tibiofibulare interosseum* und *Lig. tibiofibulare posterius*, Grad III (c) und Grad V (d) hervorgerufen durch das *Lig. tibiofibulare anterius*.

3.5.1 Mikroskopische und röntgenologische Untersuchungen an der *Fibula*



Abbildung 72: Röntgenbild des distalen Anteiles der *Fibula* im lateralen Strahlengang. *Fibula* links Fdn.20849, erwachsen: Röntgenaufnahme in Frontalebene der distalen *Fibula*. Der schwarze Pfeil markiert die enthesopathische Veränderung.

Vor der Probenentnahme für die Dünnschliffanfertigung erfolgte eine röntgenologische Darstellung des distalen Viertels der *Fibula* insbesondere des *Malleolus lateralis fibulae* (Abbildung 72). Hierbei sieht man einen regelrechten Knochen ohne Unterbrechung der Corticalis und somit ohne Hinweis auf Traumata. Auffällig sind kleinere unebene Zacken im anterioren Anteil des *Malleolus*, die als Spuren einer Enthesopathie zu bezeichnen sind.

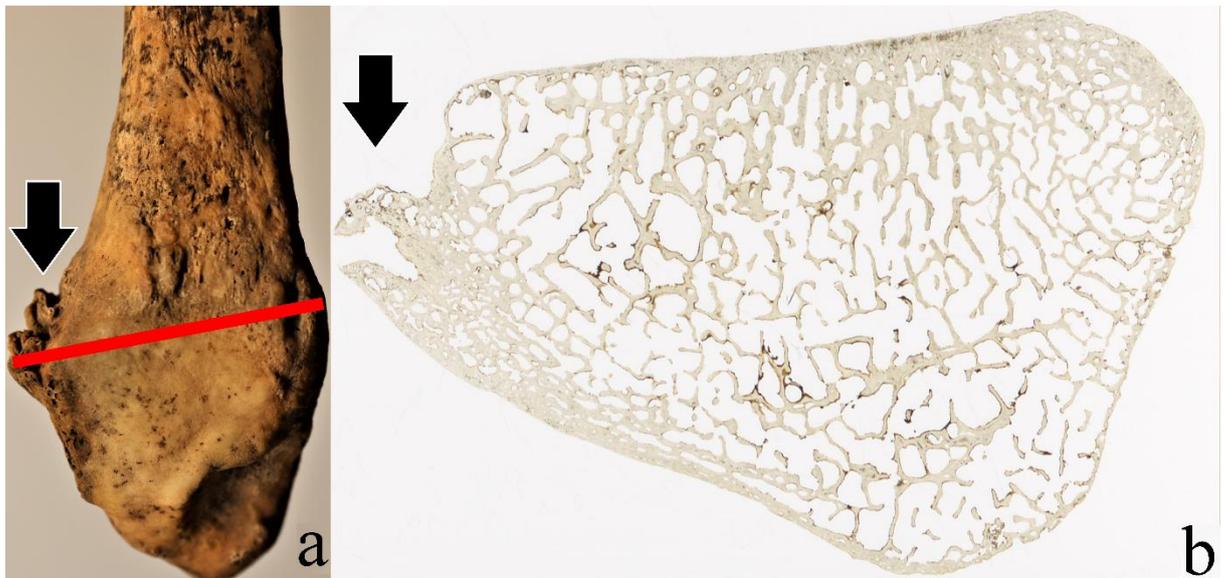


Abbildung 73: Knochendünnschliff aus dem rechten *Malleolus lateralis*. *Fibula* rechts Fdn. 20849/22365, erwachsen: Darstellung des distalen Anteils der *Fibula* von medial (a) mit roter Markierung des Bereiches, aus dem der Dünnschliff angefertigt wurde (b). Das stellt den Querschnitt durch den *Malleolus lateralis* der *Fibula* dar. Die enthesopathische Veränderung in Bild a, markiert mit einem schwarzen Pfeil, ist entsprechend in Bild b ebenfalls mit einem schwarzen Pfeil markiert.

Anschließend wurde ein Knochendünnschliff des *Malleolus* einer *Fibula* (Abbildung 73) mit enthesopathischen Veränderungen vom Grad IV angefertigt. Diese offenbart im Bereich des Ursprungs des *Lig. tibiofibulare anterius* zunächst in der Übersichtsaufnahme eine verdichtete und ungeordnete Knochenstruktur. In stärkerer Vergrößerung (Abbildung 74) insbesondere im polarisierten Durchlicht und mit Hilfsobjekt rot 1. Ordnung sieht man unregelmäßige und nicht organisierte Kollagenfasern in der Mitte der exostotischen Veränderung. Insgesamt ist es ein gut organisiertes Knochengewebe, wobei der Prozess zum Todeszeitpunkt nicht abgeschlossen ist (Abbildung 74d). Aufgrund postmortaler Erosion sind die Howship-Lakunen nicht nachweisbar. Unterhalb der Exostose befinden sich Kollagen Faserbündel, die durch ihren parallel angeordneten Faserverlauf auffallen. Diese sind typisch für Sharpey-Fasern als Verankerung für Sehnen oder Muskulatur (Abbildung 75).

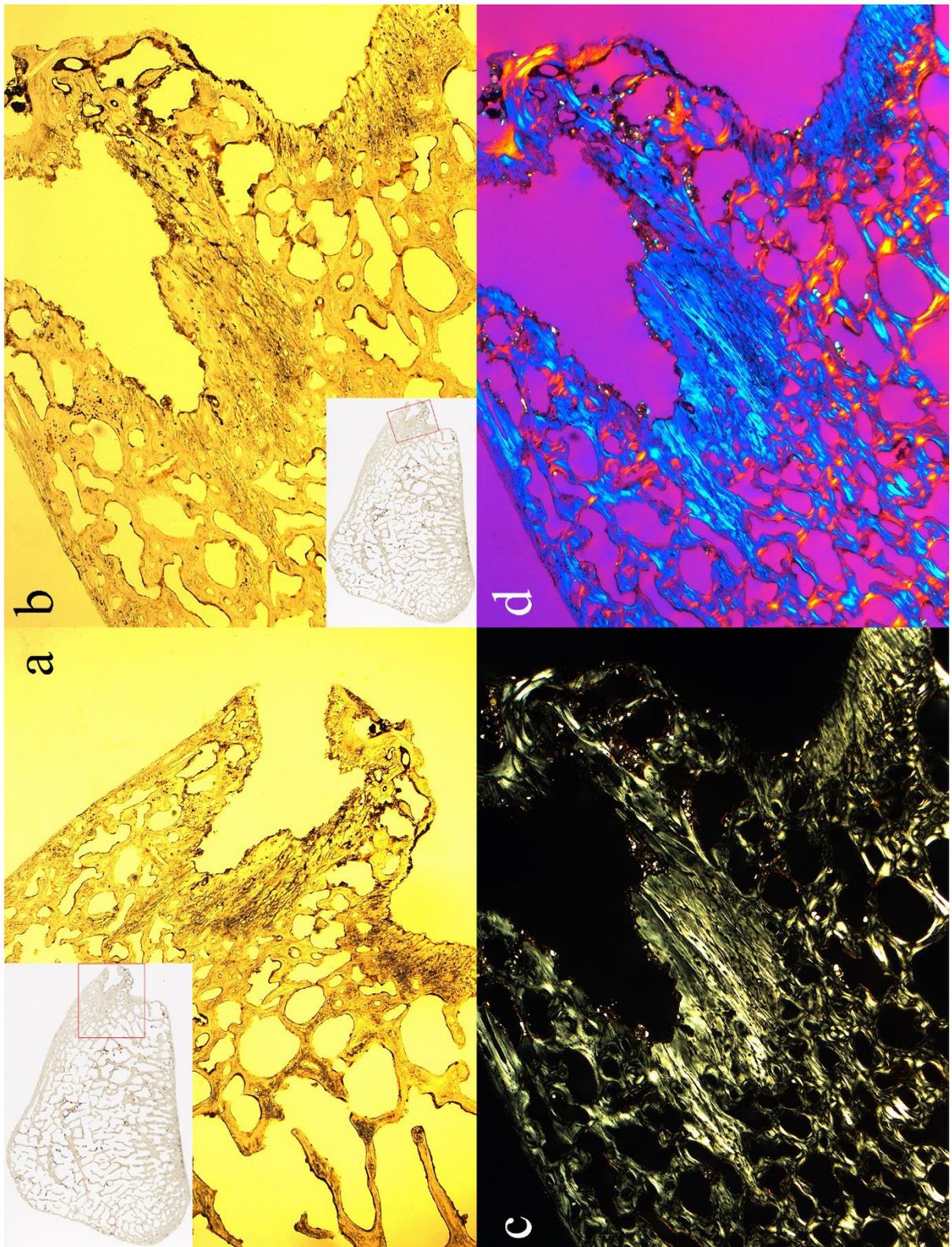


Abbildung 74: Knochendünnschliff aus dem rechten *Malleolus lateralis* in 16- und 25-facher Vergrößerung. *Fibula* rechts Fdn. 20849/22365, erwachsen: Die Knochendünnschliffe der exostotischen Veränderung an der *Fibula* in 16-facher (a) und 25-facher Vergrößerung (b, c, d) wurden im einfachen Durchlicht (a, b), im polarisierten Durchlicht (c) und im polarisierten Durchlicht unter Verwendung eines Hilfsobjektes rot 1. Ordnung (Quarz, λ -Platte) als Kompensator (d) untersucht.

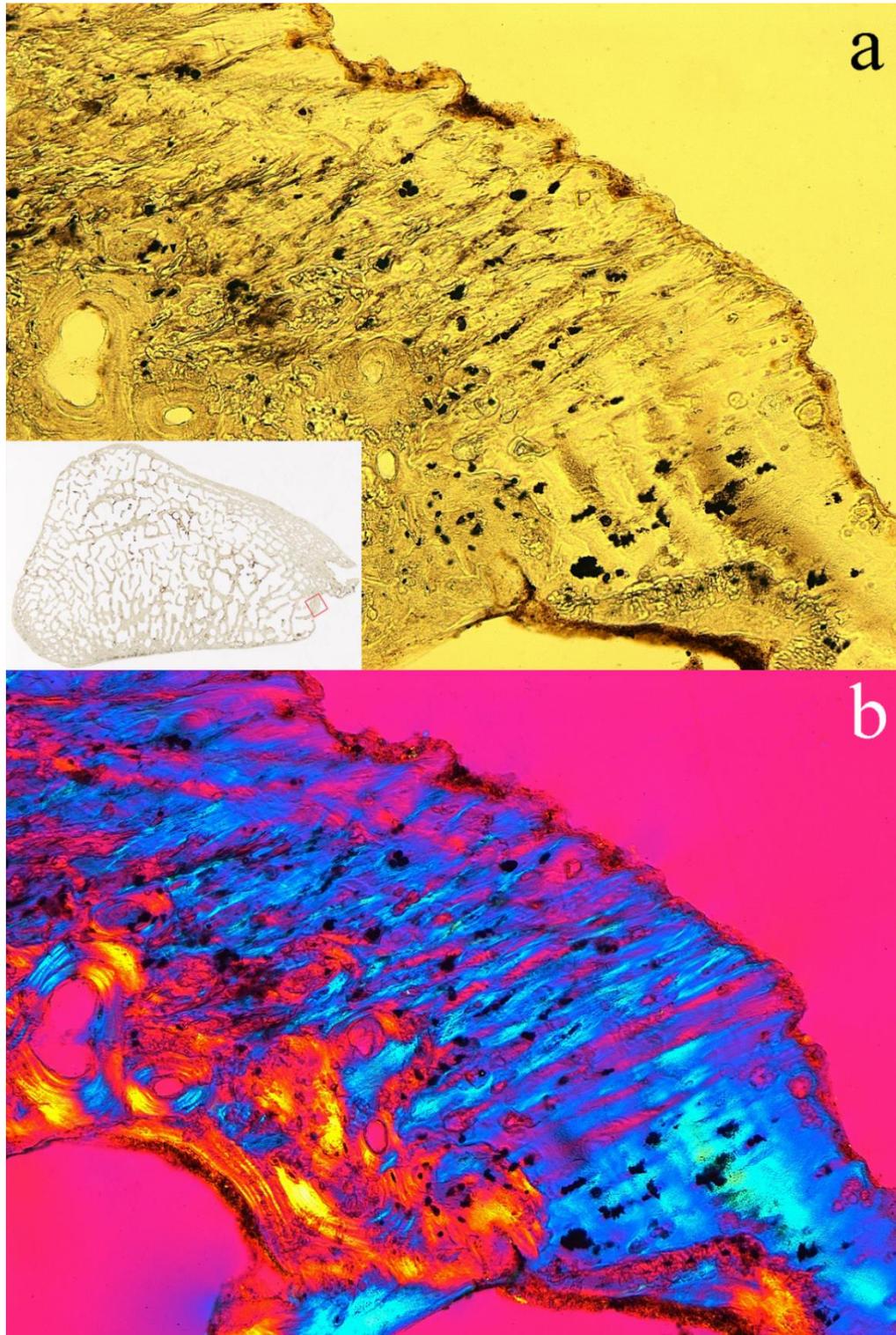


Abbildung 75: Knochendünnschliff aus dem rechten *Malleolus lateralis fibulae* in 100-facher Vergrößerung. *Fibula* rechts Fdn. 20849/22365, erwachsen: Die Knochendünnschliffe des Bereiches unterhalb der exostotischen Veränderung an der Fibula in 100-facher wurden im einfachen Durchlicht (a) und im polarisierten Durchlicht unter Verwendung eines Hilfsobjektes rot 1. Ordnung (Quarz, λ -Platte) als Kompensator (b) untersucht. Hier sehen wir noch gut erhaltene mineralisierte Sharpey'sche Fasern (Sehnenansatz).



Abbildung 76: Knochendünnschliff aus dem linken *Malleolus lateralis*. *Fibula* links Fdn.19652, erwachsen: Darstellung des distalen Anteils der *Fibula* von medial (a) mit roter Markierung des Bereiches, aus dem der Dünnschliff angefertigt wurde (b). Das Präparat stellt den Querschnitt durch den *Malleolus lateralis* dar. Die enthesopathische Veränderung in Bild a, markiert mit einem schwarzen Pfeil, ist entsprechend in Bild b ebenfalls mit einem schwarzen Pfeil markiert.

In der Abbildung 76 ist ein Querschnitt durch den *Malleolus lateralis* der *Fibula* dargestellt. Hierbei ist der anteriore Anteil des *Malleolus* abgebildet, vor allem der Anteil des Knochens, der am ehesten durch das *Lig. tibiofibulare anterius* stark beeinflusst wurde. Diese Enthesopathie wurde mit Grad III bewertet. An dieser Stelle sieht man eine deutliche exostotische Neubildung, die bereits fast vollständig aus einem organisierten Lamellenknochen besteht (Abbildung 77a und b). Im polarisierten Durchlicht (Abbildung 77c) ist zu erkennen, dass es an der Spitze der exostotischen Neubildung (Enthesopathie) zum Todeszeitpunkt des Individuums noch nicht zur Bildung einer lamellären Knochenstruktur gekommen ist. In der Umgebung der Exostose konnte zusätzlich eine Doppellamelle fast über die gesamte Corticalis beobachtet werden (Abbildung 78a). In stärkerer Vergrößerung in polarisiertem Licht sieht man einen bereits umgebauten lamellären Knochen (Abbildung 78b).

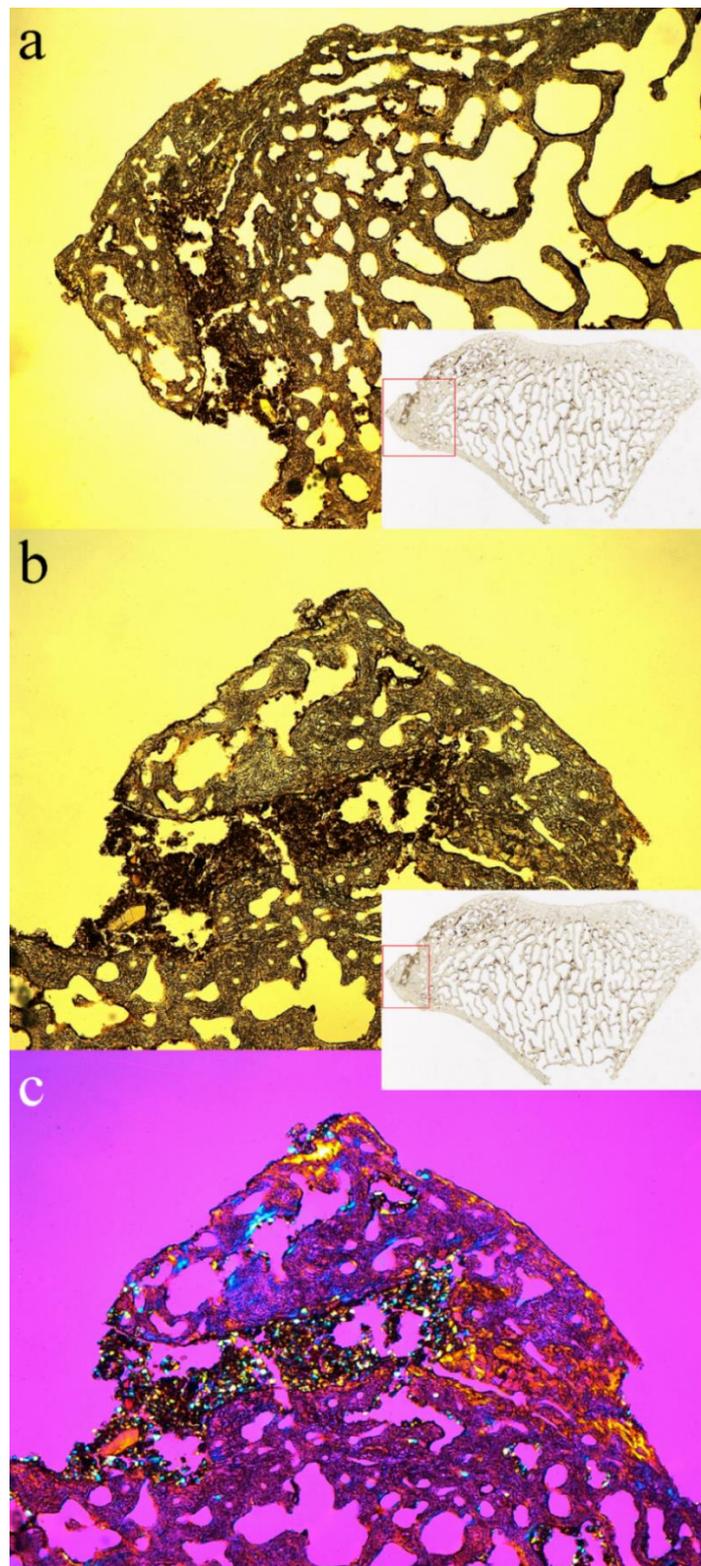


Abbildung 77: Knochendünnschliff aus dem linken *Malleolus lateralis* in 16- und 25-facher Vergrößerung. *Fibula* links Fdn. 20849/22365, erwachsen: Die Knochendünnschliffe der exostotischen Veränderung an der *Fibula* wurden im einfachen Durchlicht (a), im polarisierten Durchlicht (b) und im polarisierten Durchlicht unter Verwendung eines Hilfsobjektes rot 1. Ordnung (Quarz, λ -Platte) als Kompensator (c) untersucht.

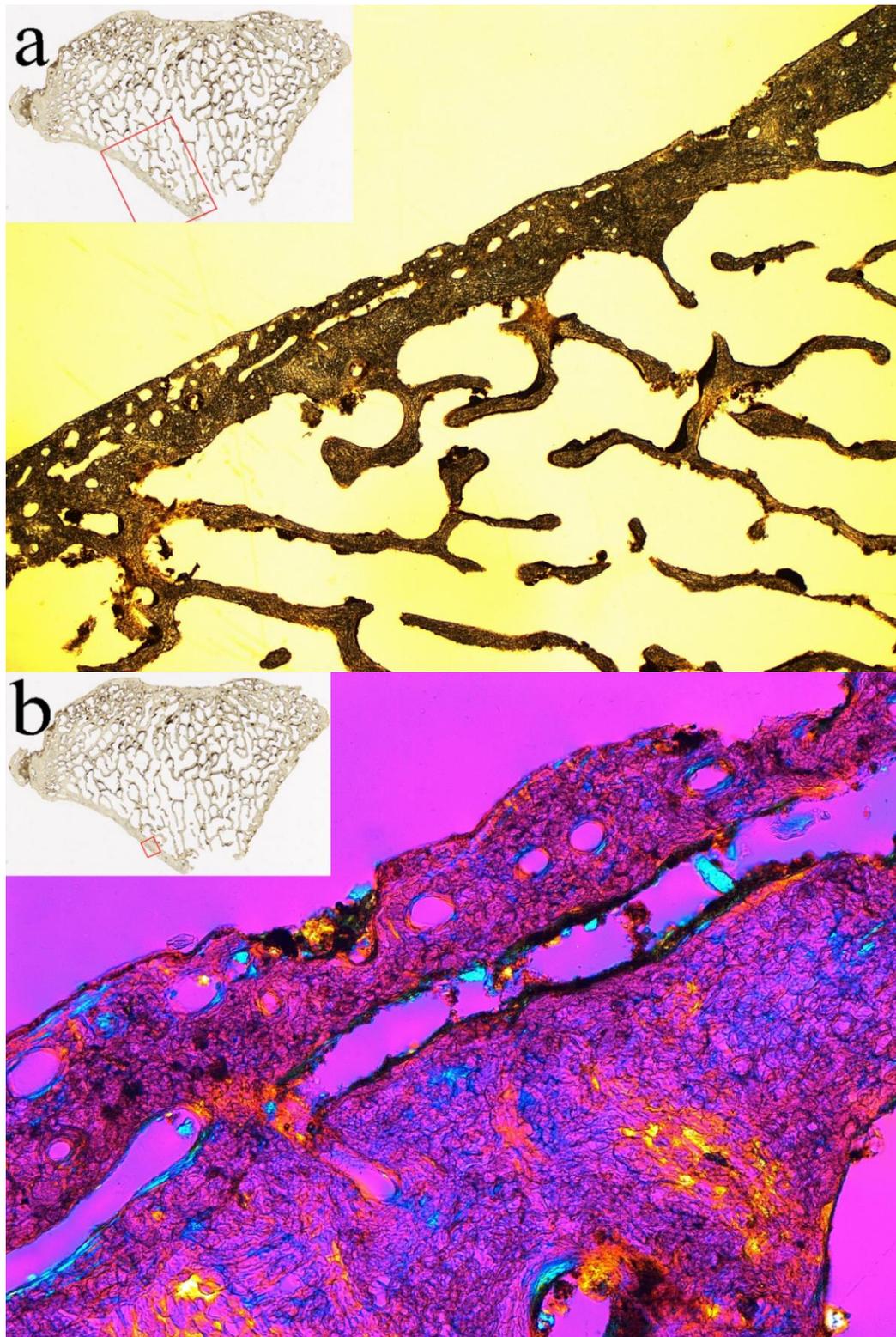


Abbildung 78: Knochendünnschliff aus dem linken *Malleolus lateralis* in 16- und 100-facher Vergrößerung. *Fibula* links Fdn. 20849/22365, erwachsen: Die Knochendünnschliffe der Corticalis in der Umgebung der exostotischen Veränderung an dem *Malleolus lateralis* der *Fibula* im einfachen Durchlicht (a) und im polarisierten Durchlicht unter Verwendung eines Hilfsobjektes rot 1. Ordnung (Quarz, λ -Platte) als Kompensator (b) untersucht.

3.6 Makroskopische Untersuchungen am *Calcaneus*

Am *Calcaneus* wurde das *Tuber calcanei* und die *Procc. laterales et mediales tuberum calcaneorum* auf enthesopathische Veränderungen untersucht. Von den 91 untersuchten *Tubera calcaneorum* wurden insgesamt 47 als befundbar eingestuft (n = 47/91; 51,7%). In dieser Untersuchung dominieren vor allem der Grad I und II, wobei die Grad II-Veränderungen vor allem am rechten *Calcaneus* deutlich häufiger ausgeprägt sind (Abbildung 79).

Tabelle 76: Enthesopathien der *Tubera calcaneorum*. Enthesopathische Veränderungen (Grad 0 bis V) im Bereich des *Tuber calcanei*, wobei sich alle befundbaren *Tubera calcaneorum* in der Spalte „Befundbar“ befinden.

	Gesamt	Grad 0	Grad I	Grad II	Grad III	Grad IV	Grad V
Befundbar	n = 47	n = 4	n = 24	n = 11	n = 6	n = 2	n = 0
Rechts	n = 29	n = 3	n = 13	n = 9	n = 3	n = 1	n = 0
Links	n = 18	n = 1	n = 11	n = 2	n = 3	n = 1	n = 0

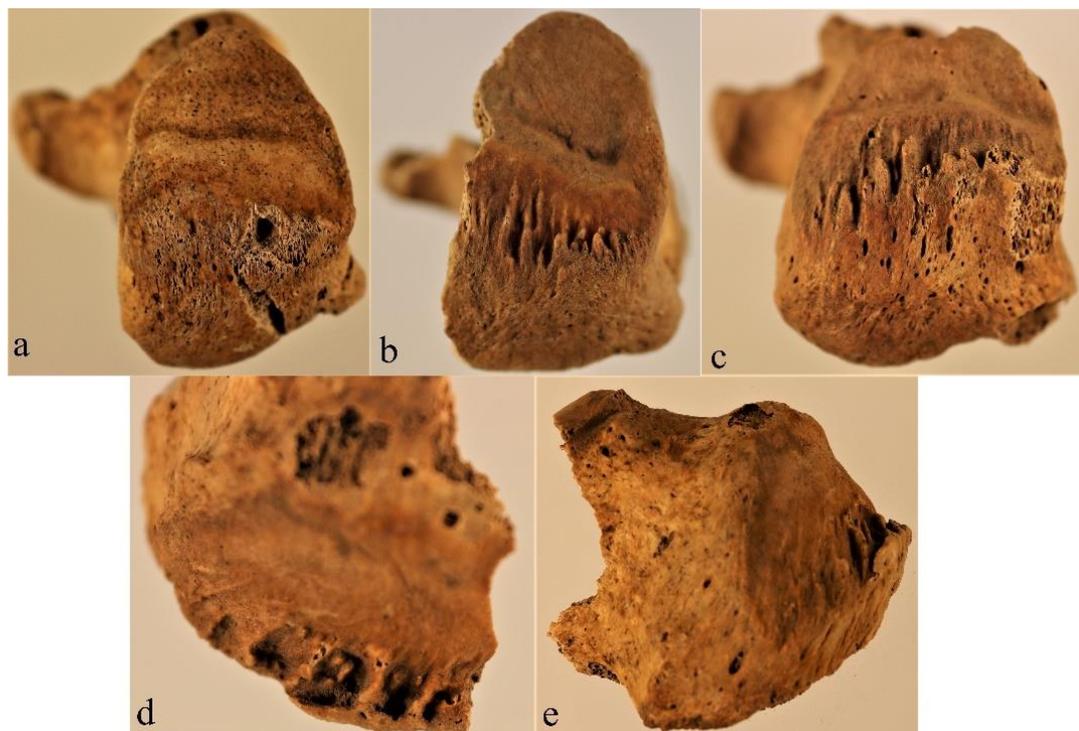


Abbildung 79: Enthesopathiebeispiele am *Tuber calcanei*. Rechte *Calcanei*. Fdn. 30765 (a), Fdn. 3185 (b), Fdn. 1847 (c), Fdn. 24009 (d, e). Ansicht von dorsal (a, b, c), oben (d) und medial (e): Darstellung des *Tuber calcanei* mit enthesopathischen Veränderungen zunehmend von a bis e mit Grad I (a), Grad II (b), Grad III (c) und Grad IV (d, e).

Es konnten insgesamt 51 *Procc. mediales tuberum calcaneorum* und 47 *Procc. laterales tuberum calcaneorum* untersucht werden, wobei jeweils 16 bzw. 10 *Processus* befundbar waren ($n = 16/51$; 32,4%; $n = 10/47$, 21,3%). In der Untersuchung der beiden *Processus* dominiert der Grad 0 sowohl bei dem linken als auch dem rechten *Calcaneus*. Bei den rechten *Calcanei* zeigte sich im Gegensatz zu den linken eine höhere Anzahl von enthesopathischen Veränderungen des Grades I und II (Abbildung 80).

Tabelle 77: Enthesopathien der *Processus tuberum calcaneorum laterales et mediales*. Enthesopathische Veränderungen (Grad 0 bis IV, Grad V wurde wegen der Übersichtlichkeit nicht aufgeführt) im Bereich der *Procc. tuberum calcaneorum lateralis et medialis*, alle *Processus tuberum calcaneorum laterales et mediales*, wobei sich alle befundbaren *Processus tuberum* in der Spalte „Befundbar“ befinden.

	Gesamt	Grad 0	Grad I	Grad II	Grad III	Grad IV
Be- fundbar	n = 16 (med)	n = 9 (med)	n = 5 (med)	n = 2 (med)	n = 0	n = 0
	n = 10 (lat)	n = 7 (lat)	n = 2 (lat)	n = 1 (lat)	n = 0	n = 0
Rechts	n = 12 (med)	n = 6 (med)	n = 4 (med)	n = 2 (med)	n = 0	n = 0
	n = 7 (lat)	n = 4 (lat)	n = 2 (lat)	n = 1 (lat)	n = 0	n = 0
Links	n = 4 (med)	n = 3 (med)	n = 1 (med)	n = 0	n = 0	n = 0
	n = 3 (lat)	n = 3 (lat)	n = 0 (lat)	n = 0	n = 0	n = 0

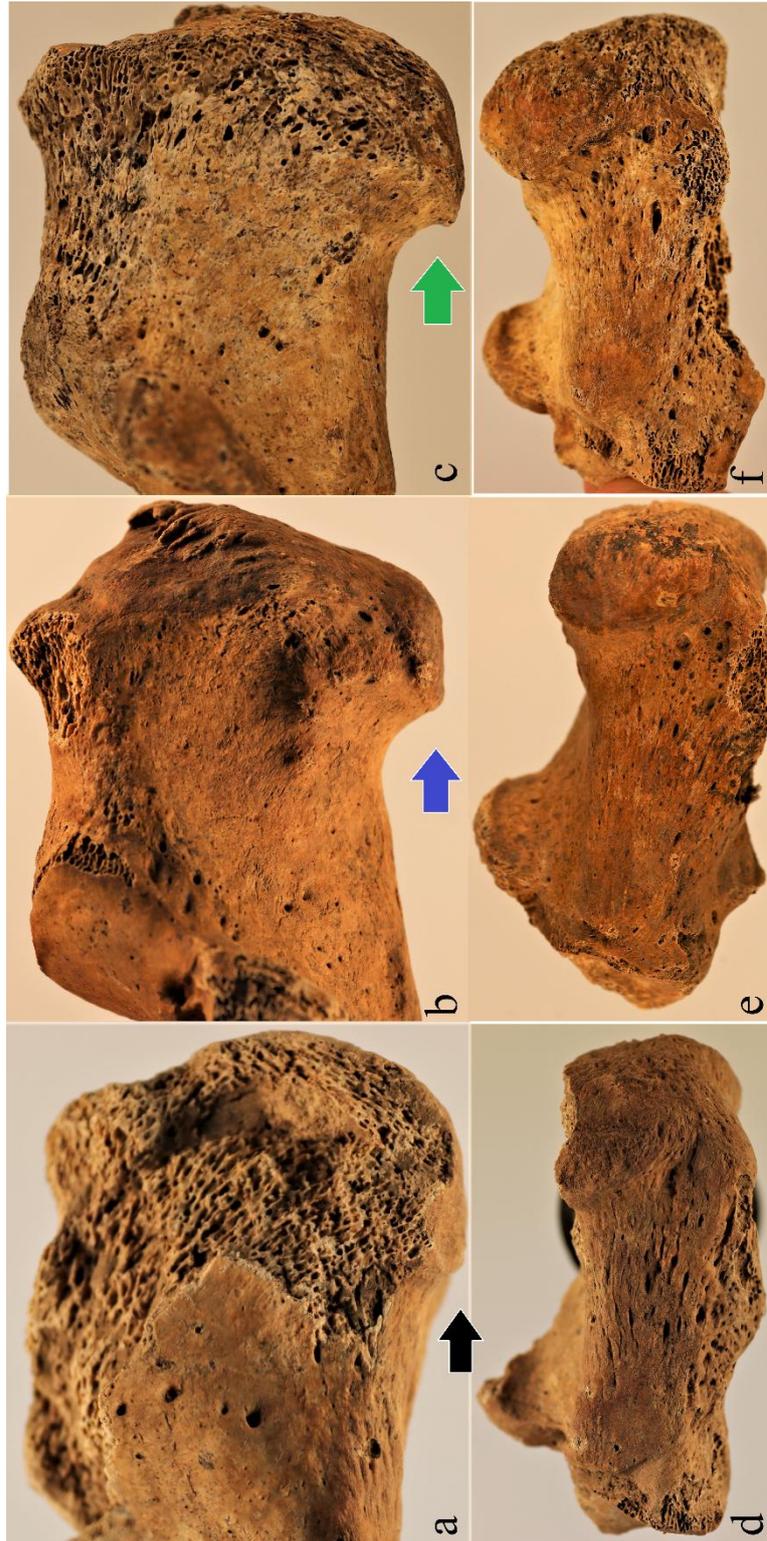


Abbildung 80: Enthesopathiebeispiele am den *Processus laterales et mediales tuberis calcanei*. Rechte *Calcanei*, Fdn. 1847 (a, d), Fdn. 27274 (b, e), Fdn. 12034 (c, f), Ansicht von lateral (a, b, c) und von plantar (d, e, f): Darstellung des *Processus lateralis* (blauer, grüner und schwarzer Pfeil) mit zunehmenden enthesopathischen Veränderungen von links nach rechts mit Grad 0 (a, d), Grad I (b, e) und Grad II (c, f).

3.6.1 Mikroskopische und röntgenologische Untersuchungen am Calcaneus

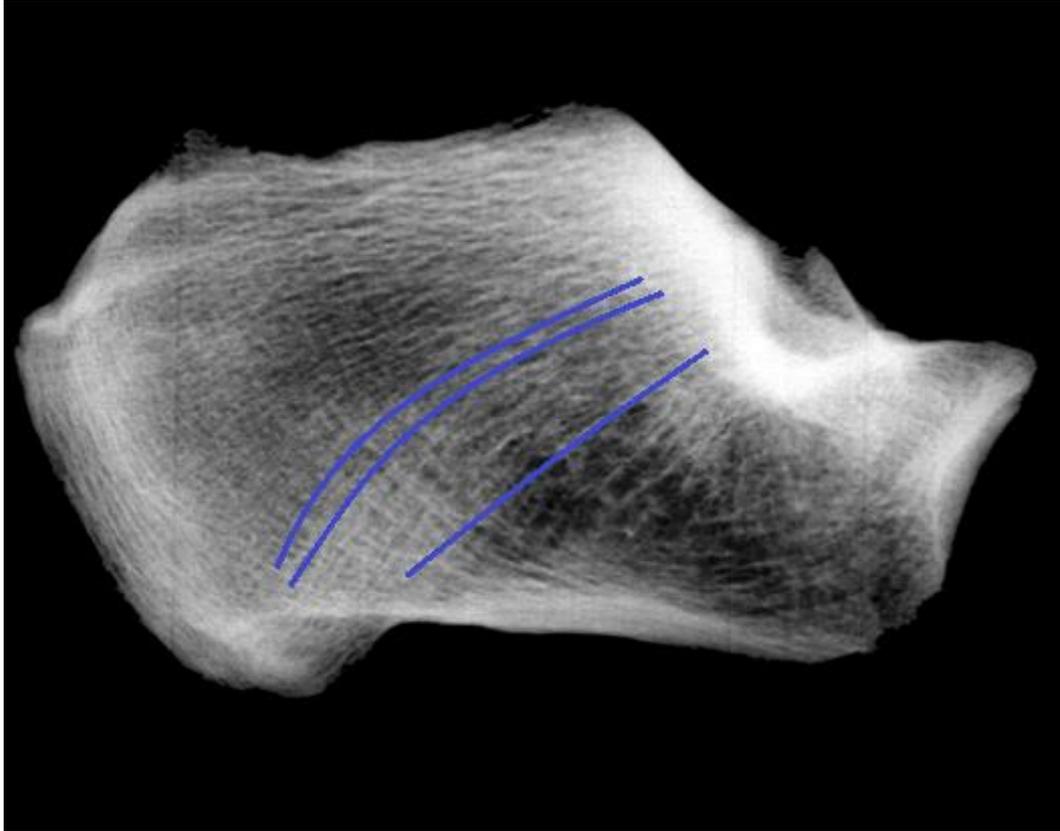


Abbildung 81: Röntgenbild des *Calcaneus*. *Calcaneus* rechts Fdn. 27274: Dargestellt ist eine Röntgenaufnahme des *Calcaneus* im lateralen Strahlengang. Die blauen Linien verdeutlichen den Verlauf der Trabekel in Ausrichtung des Fußgewölbes.

In der röntgenologischen Aufnahme des *Calcaneus* im lateralen Strahlengang zeigt sich ein regelrechter Knochenaufbau ohne Unterbrechung der *Corticalis* und somit ohne Hinweis auf Traumata (Abbildung 81). Im dorsalen Bereich sieht man eine leichte Stufe, gebildet durch die enthesopathische Veränderung im Sinne eines dorsalen oberen Fersenspornes. Die Trabekelstruktur im Bereich des Fersenspornes ist vollkommen intakt.

In dem angefertigten Knochendünnschliff des *Calcaneus* mit einer deutlichen enthesopathischen Veränderung im Bereich des *Tuber calcanei* teilt sich die Spongiosa des Knochens in zwei verschiedene Bereiche. Der oberflächlichere Anteil hat in der Übersichtsaufnahme eine dichtere spongiöse Struktur mit teilweise dickeren Trabekeln als der darunterliegende Bereich (Abbildung 82). Die Grenze zwischen den Bereichen wird begrenzt durch eine dichte Trabekelstruktur (Abbildung 83, schwarze Pfeile).

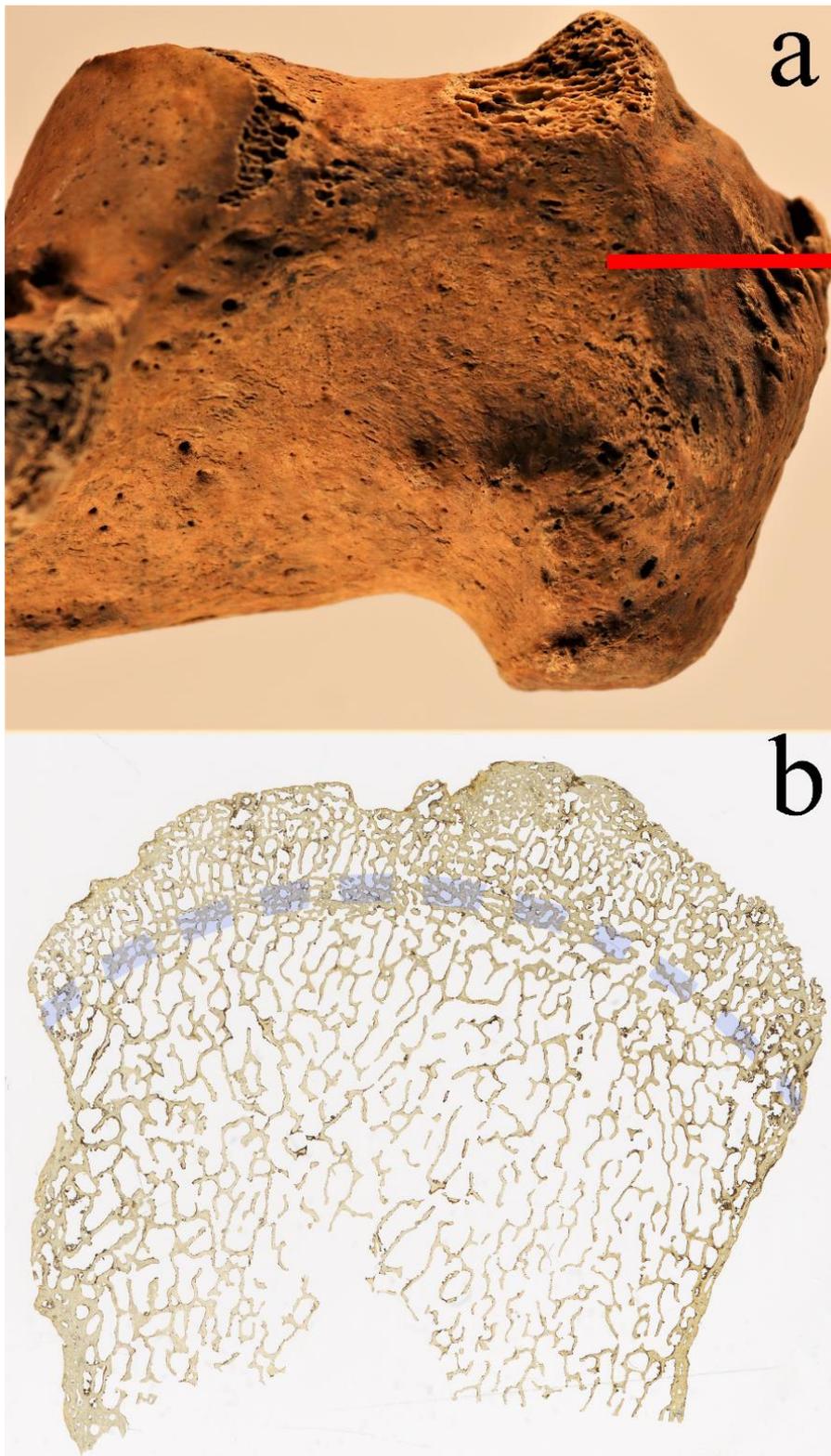


Abbildung 82: Knochendünnschliff aus dem *Calcaneus*. *Calcaneus* rechts Fdn. 27274: Darstellung der hinteren zwei Drittel des *Calcaneus* von lateral (a) mit roter Markierung des Bereiches, aus dem der Dünnschliff angefertigt wurde (b). Der Schliff präsentiert den dorsalen Teil des *Calcaneus* in der Transversalebene ab. Die blaue gestrichelte Linie stellt die Grenze zwischen den verdichteten Trabekeln und dem ursprünglichen Knochen dar.

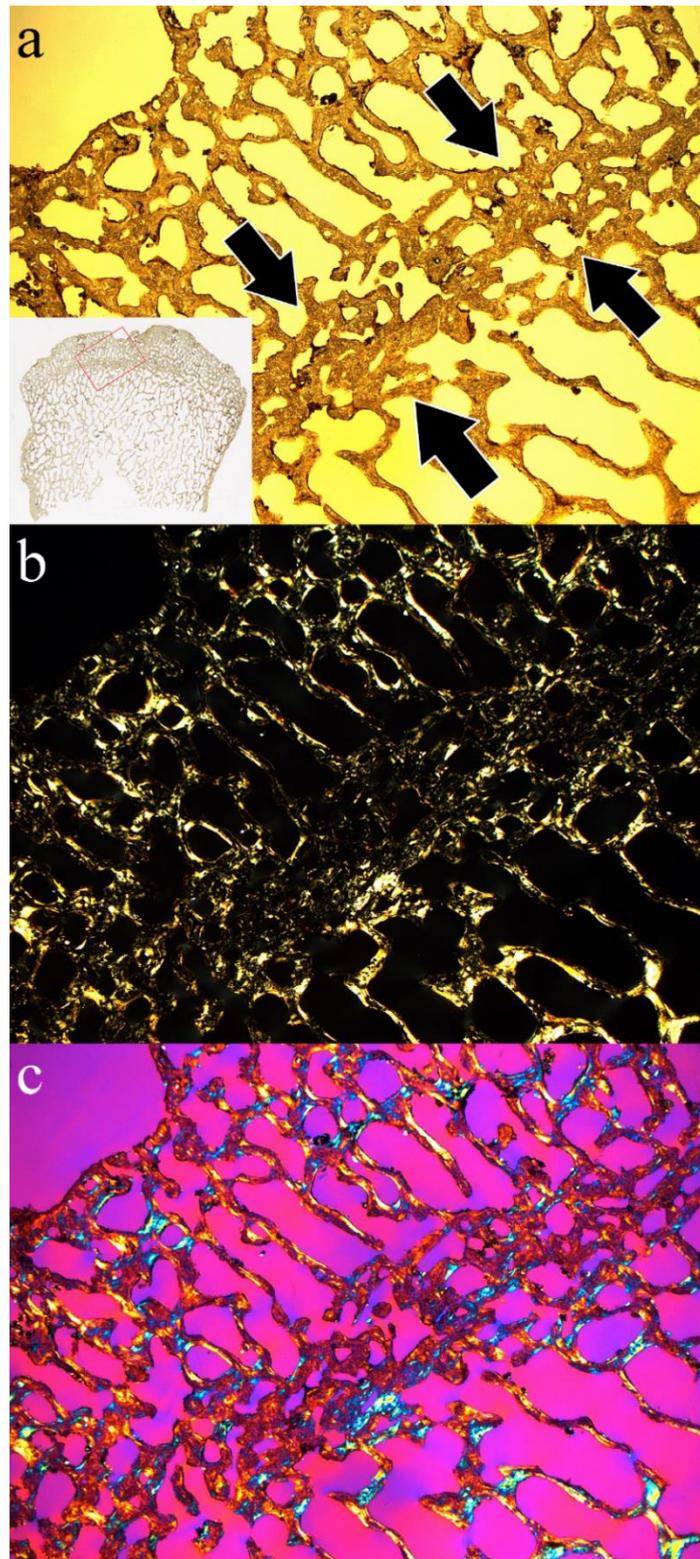


Abbildung 83: Knochendünnschliff dem *Calcaneus*. *Calcaneus* rechts Fdn. 27274: Die Knochendünnschliffe des dorsalen Bereiches des *Calcaneus* wurden im einfachen Durchlicht (a), im polarisierten Durchlicht (b) und im polarisierten Durchlicht unter Verwendung eines Hilfsobjektes rot 1. Ordnung (Quarz, λ -Platte) als Kompensator (c) untersucht. Mit schwarzen Pfeilen markiert ist die Grenze zwischen dem am ehesten ursprünglichen Knochen und dem Bereich mit verdichteter spongöser Struktur.

3.7 Vermessung des *Os metatarsale hallucis*

Zur weiteren Untersuchung wurde außerdem der erste Mittelfußknochen vermessen. Denn anhand dessen Länge lässt sich die Länge des Oberschenkelknochens mit Hilfe der Formeln nach De Groot und Humphrey (2011) sowie mit Hilfe des Durchmessers der *Basis ossis metatarsalis I* und der *Caput ossis metatarsalis I* der Durchmesser des Femurkopfes und das Körpergewicht schätzen.

Dabei konnten insgesamt 45 linke und 31 rechte *Ossa metatarsalia I* in die Untersuchung einbezogen werden.

Tabelle 78: Körperhöherekonstruktion anhand des *Os metatarsale I*. Rekonstruktion der mittleren Femurlänge (M der Femurlänge) sowie der maximalen Femurlänge (Max. Femurlänge) und der minimalen Femurlänge (Min. Femurlänge) nach (De Groot und Humphrey 2011) anhand der gemittelten Länge des *Os metatarsale I* (M der Metatarsallänge) in [cm].

	Gesamt	M der Metatarsallänge [cm]	M der Femurlänge [cm]	Max. Femurlänge [cm]	Min. Femurlänge [cm]
Gesamt	n = 76	5,95	42,69	48,14	38,13
Rechts	n = 31	5,95	42,68	47,27	38,13
Links	n = 45	5,95	42,62	48,14	38,13

Berechnet man den Mittelwert der für die Körperhöhe der *Ossa femora*, der 44,1 cm beträgt, so weicht die durchschnittliche rekonstruierte Femurlänge anhand der *Ossa metatarsalia I* um etwa 1,4 cm ab. Nutzt man wiederum die ermittelten Mittelwerte der verschiedenen Geschlechter mit 43,1 cm, so entsteht eine Differenz von lediglich 0,4 cm. Die berechnete Minimal- und Maximallänge der *Ossa femora* stimmen ebenfalls mit den gemessenen Werten der *Ossa femora* (49 cm bei den männlichen Individuen und 39 cm bei den wohl weiblichen Individuen) überein.

Für die Schätzung des Durchmessers des Femurkopfes (DF) sowie des Körpergewichtes (KG) standen insgesamt 27 linke und 13 rechte Knochen des ersten Mittelfußknochens zur Verfügung.

Tabelle 79: Rekonstruktion des Durchmessers des Femurkopfes anhand des *Os metatarsale I*. Berechnung des Durchmessers des Femurkopfes (DF1) nach (De Groote und Humphrey 2011) anhand des dorsoplantaren Durchmessers (DPP) und die zweite Berechnung (DF2) unter Einbeziehung des mediolateralen Durchmessers (MLD) des *Os metatarsale I*.

	Gesamt	M des DPP [mm]	M des MLD [mm]	M des FMD 1 [cm]	M des FMD 2 [cm]	Max. FM1 [cm]	Max. FM2 [cm]	Min. FM1 [cm]	Min. FM2 [cm]
Gesamt	n = 40	28,6	21,9	4,52	4,45	5,09	5,02	4,07	4,02
Rechts	n = 13	28,7	22,8	4,55	4,48	5,09	5,02	4,07	4,02
Links	n = 27	28,5	21,4	4,51	4,43	5,04	5,02	3,85	3,79

Der durchschnittliche Durchmesser des *Caput femoris* beträgt anhand des dorsoplantaren Durchmessers (DPP) des proximalen Gelenks des *Os metatarsale I* rechts 4,6 cm und links 4,5 cm. Nach Einbeziehen des mediolateralen Durchmessers (MLD) des distalen Gelenks der *Os metatarsale I* so beträgt der durchschnittliche Durchmesser des rechten *Caput femoris* 4,5 cm und der des linken 4,4 cm.

Tabelle 80: Gewichtsrekonstruktion anhand des *Os metatarsale I*. Berechnung des Körpergewichtes (KG1) anhand des des dorsoplanatren Durchmessers (DPP) und die zweite Berechnung (DF2) unter Einbeziehung des mediolateralen Durchmessers (MLD) des *Os metatarsale I* nach (De Groote und Humphrey 2011).

	Gesamt	M des DPP [mm]	M des MLD [mm]	M des KG1 [kg]	Max. KG1 [kg]	Min. KG1 [kg]	M des KG2 [kg]	Max. KG2 [kg]	Min. KG2 [kg]
Gesamt	n = 40	28,6	21,9	64,3	76,53	54,61	62,67	74,98	74,98
Rechts	n = 13	28,7	22,8	64,94	76,53	54,61	63,29	74,94	53,47
Links	n = 27	28,5	21,4	63,99	75,46	49,88	62,38	74,98	48,49

Das durchschnittliche Körpergewicht der Individuen beträgt anhand des dorsoplantaren Durchmessers des proximalen Gelenks der *Os metatarsale I* 64 kg. Nach Einbeziehen des mediolateralen Durchmessers des distalen Gelenks des *Os metatarsale I* beträgt das durchschnittliche Körpergewicht etwa 63 kg.

4. Diskussion

Beim Zusammentragen der Ergebnisse und später bei genauerer Betrachtung sowie Auswertung, zeigte sich aufgrund der Bestattungsart eine eingeschränkte Interpretationsmöglichkeit. Zwar sind viele Knochen des Grabes II sehr gut erhalten, erlauben aber in den meisten Fällen aufgrund der Massenbestattung keine Zuordnung der einzelnen Knochen zu einem einzelnen Individuum. Dadurch wurden die Geschlechts- und Altersbestimmungen deutlich eingeschränkt oder unmöglich gemacht. Dies wiederum hatte zur Folge, dass auch ein Vergleich der enthesopathischen und arthrotischen Veränderungen zwischen den Alters- und Geschlechtergruppen nur eingeschränkt für die Interpretation der Gesamtpopulation genutzt werden konnte, denn die einzelnen Gelenkflächen stellen eine funktionelle Einheit mit einer korrespondierenden Gelenkfläche dar (Klingner und Schultz 2019). Nach der Diskussion zahlreicher Modelle wurden die Arthrosegrade der jeweiligen Gelenkflächen mit ihrer korrespondierenden Gelenkfläche tabellarisch zu einer Gruppe zusammengefasst, so dass eine bessere statistische Aussagekraft entsteht. Unabhängig vom aktuell gewählten Vergleichsmodell führt die Betrachtung der Gelenkflächen, ohne die korrespondierende Fläche zu kennen, zu einer Unterschätzung des Arthrosegrades eines Gelenkes. Denn zunächst wird für ein Gelenk die Teil-Bewertungszahl (T-BWZ) aus dem Rand und einer Fläche zum Beispiel *Caput femoris* bestimmt, wobei der pathologischere Grad der beiden für die T-BWZ herangezogen wird. Anschließend wird aus den zugehörigen T-BWZ zum Beispiel der *Acetabula* und des *Caput femoris* der Mittelwert und damit die Bewertungszahl des Gesamtgelenkes ermittelt und daraus resultiert die Gesamtbewertung des Gelenkes. Dennoch liegen deutlich häufiger Gelenkflächen mit einem niedrigen Arthrosegrad vor, was am Ende zu einer Unterschätzung der arthrotischen Veränderungen für die Gesamtpopulation führen kann.

4.1 Körperstatur

Die Körperhöhe der Individuen aus dem Grab II von Schmerlecke wurden anhand der Oberschenkelknochen geschätzt. Bei einer durchschnittlichen Femurlänge von 43 cm beträgt die Körperhöhe in etwa 163 cm. Demnach waren die Männer durchschnittlich 169 cm groß und die Frauen 156 cm. Es zeigt sich ein ausgeprägter Geschlechtsdimorphismus, wobei die weiblichen Individuen um etwa 13 cm kleiner waren. Trotz des ausgeprägten Unterschiedes sollte kritisch gesehen, dass die Geschlechtszuordnung aufgrund der Knochenmorphologie erfolgt ist und hierzu auch die Länge des Knochens zum Teil dazugehört. In Schmerlecke liegen aber nur einzelne Knochen vor, sodass nicht mehrere Merkmale eines Skeletes genutzt

werden konnten. Dies kann zu einer Fehlinterpretation führen, da - sicherlich auch wie heute - es große Frauen und kleine Männer gibt, die eine sichere Zuordnung zu einem Geschlecht erschweren bzw. zu einer Fehlzuordnungen führten.

Die Ergebnisse der *Femora* ließen sich ebenfalls in der Untersuchung anhand der *Tibiae* und *Ossa metatarsalia I* zeigen. Bei den *Tibiae* beträgt die errechnete Körperhöhe 162,5 cm. Die durchschnittliche Femurlänge, errechnet anhand der *Ossa metatarsalia I*, beträgt 42,7 cm. Eine Zuordnung dieser Knochen zu bestimmten Geschlechtern war nicht möglich.

Die Schätzungen der Körperhöhe entsprachen den anderen mitteleuropäischen Kulturen im Mittel- und Spätneolithikum. So konnte ermittelt werden, dass die Männer in der Walternienburg-Bernburger Kultur (3200-2800 v.Chr.) durchschnittlich 167,1 cm und Frauen 157 cm groß waren. In der Schnurkeramiker Kultur (2800-2200 v.Chr.) waren die Männer 169 cm und die Frauen 160 cm groß, während in der Glockenbecherkultur (2200-1800 v.Chr.) die Männer etwa 169,9 cm groß waren (Bach 1978; Jäger et al. 1998). Auch hier zeigt sich ein deutlicher Geschlechtsdimorphismus.

Anhand des Durchmessers des *Caput femoris*, welcher im Durchschnitt 44 mm allgemein, bei Frauen 38,7 mm und bei Männern 46,9 mm beträgt, wurde das Körpergewicht geschätzt. So betrug nach Auswertung der linken und rechten *Ossa femora* das durchschnittliche Gewicht 62,5 kg, wobei die Frauen etwa 60 kg und Männer 71 kg schwer waren. Diese Schätzung ließ sich anhand der *Ossa metatarsalia I* bestätigen. Dabei zeigte sich bei Einbeziehung des proximalen Gelenks des *Os metatarsale I* ein durchschnittlicher Durchmesser des *Caput femoris* von 45,2 mm sowie ein Körpergewicht von 64,3 kg und bei zusätzlicher Einbeziehung der distalen Gelenkfläche des *Os metatarsale I* ein Durchmesser von 44,5 mm sowie ein Körpergewicht von 62,7 kg. Die Verwendung der Formel mit Einbeziehung beider Gelenkflächen des *Os metatarsale I* hat den Vorteil, dass sowohl der Koeffizient als auch das Bestimmtheitsmaß höher sind und damit genauere Werte für den Durchmesser des *Caput femoris* als auch des Körpergewichtes errechnet werden können (De Groote und Humphrey 2011). Der Nachteil besteht jedoch darin, dass Bereiche, also DPP und MLD, vollständig erhalten sein müssen. Das Heranziehen der *Os metatarsale I* kann jedoch höchstens als Indiz genutzt werden. Zum einen ist es auch hier unmöglich diese kleine Einzelknochen einem bestimmten Individuum oder gar Geschlecht zuzuordnen und zum anderen gibt es keine spezifische Berechnungsformel, die zwischen den Geschlechtern differenziert, obwohl hier klare Unterschiede bestehen.

Auch in diesem Fall, ähnliche wie bei der Knochenlänge, sollte kritisch beleuchtet werden, dass der Durchmesser des *Caput femoris* unter anderem zur Identifikation des Geschlechts herangezogen wurde, so dass bei der Auftrennung der Durchmesser nach Geschlechtern ein Fehlschluss im Sinne eines Zirkelschlusses angenommen werden könnte. Jedoch erlauben die einbezogenen Durchmesser der *Capita femora* eine eindeutige Geschlechtszuordnung, so dass nur von einer geringen Fehlerquote auszugehen ist.

Laut dem Mikrozensus 2017 beträgt die durchschnittliche Körperhöhe einer Frau in Deutschland aktuell 168 cm bei einem Gewicht von 68,7 kg und die eines Mannes 179 cm bei einem durchschnittlichen Gewicht von 85 kg. Damit sind die Frauen in Deutschland heute ähnlich der untersuchten Population etwa 13 cm kleiner als die Männer. Beim Gewicht liegt die Differenz etwas höher, wobei sie heute etwa 16,5 kg beträgt (Statistisches Bundesamt (Destatis) 2018). Dabei darf man aber keinesfalls außer Acht lassen, dass die heutige Gesellschaft deutlich älter und damit durchschnittlich schwerer als auch kleiner als eine vergleichbare Gesellschaft mit höherem Anteil an jungen Menschen bzw. mit durchschnittlich jüngerem Lebensalter ist. Daneben besteht vor allem in Deutschland heute ein höheres und kalorienreicheres Nahrungsangebot und haben daher zusätzlich ein erhöhtes Gewicht gegenüber unseren Vorfahren.

Berechnet man den BMI der untersuchten Population, liegt dieser durchschnittlich bei 24,7, für Frauen 24,6 und für Männer 24,9. Damit liegt der durchschnittliche BMI 1,3 Punkte niedriger als die der aktuellen Bevölkerung in der Erhebung 2017 (Statistisches Bundesamt Destatis 2018). Dabei muss wahrscheinlich sogar eine höhere Differenz aufgrund des Einschlusses der 18- bis 20-jährigen in der Erhebung von 2017 angenommen werden.

Insgesamt kann man also annehmen, dass die heutige Bevölkerung im Vergleich zu der untersuchten Population nicht nur eine deutlich größere Körperhöhe aufweist, sondern auch insgesamt im Verhältnis zu der Körperhöhe ein deutlich höheres Gewicht.

4.2 Alter und Geschlecht

Anhand der *Ossa femora* konnte etwa die Hälfte der Knochen den männlichen Individuen, etwa 40% den weiblich und zehn Prozent keinem Geschlecht zugeordnet werden. Das Sterbealter der meisten erwachsenen Individuen liegt in der frühadulten Gruppe. Dies bestätigen die Altersbestimmungen sowohl anhand der Beckenknochen als auch der

Oberschenkelknochen. Einen signifikanten Unterschied zwischen den weiblichen und männlichen Individuen konnte nicht festgestellt werden ($p > 0,05$).

Zur Bestimmung des Sterbealters der Kinder wurden sowohl das rechte als auch das linke Schienbein als ein Individuum gezählt wurde, sofern diese eindeutig einem anderen Individuum zugeordnet werden konnten, zum Beispiel bei einer eindeutigen Längendifferenz mit einer Fehlertoleranz von einem cm (Tabelle A. 40). Wertet man die *Tibiae* der Kinder aus, so liegt das häufigste Sterbealter der nicht erwachsenen Individuen in der Altersklasse Infans II. Dieser Befund ist ungewöhnlich, da normalerweise die größte Sterblichkeit der Kinder der Altersklassen Infans Ia und Ib am höchsten ist. Offenbar hat der schlechte Knochenerhalt in diesem gestörten Kollektivgrab zu diesem Ergebnis geführt. Erfolgt die Gegenüberstellung der nicht erwachsenen Individuen und der erwachsenen Individuen anhand der linken *Tibiae* (Abbildung 56), so sind 28 Individuen vor dem zwanzigsten Lebensalter und 67 nach dem zwanzigsten Lebensjahr verstorben. Dies spricht für eine deutliche Kindersterblichkeit, die für das neolithische Zeitalter aufgrund von unzureichender hygienischer sowie medizinischer Versorgung und möglichen Nahrungsmangel typisch war (Veit 1996). Dies zeigte sich auch bereits bei den Untersuchungen der kindlichen *Ossa femora* durch Klingner und Schultz (2019), bei der insgesamt 46 kindliche Individuen, also jünger als 20 Jahre, nachgewiesen werden konnten. Jedoch war mit Infans I und II das häufigste Sterbealter registriert worden. Betrachtet man die Zahlen der *Tibiae*, so wurden 7,9% in der Altersgruppe der Infans I, 14,9% in der Altersgruppe der Infans II, 13,6% in der Altersgruppe der *Iuvenis* und 63,6% den Erwachsenen zugeordnet. Betrachtet man die Zahlen der kindlichen Oberschenkelknochen, untersucht durch Klingner und Schultz (2019), und die untersuchten erwachsenen Oberschenkelknochen, so wurden 8,7% der Altersgruppe *Infans* I, 11,2% zur Gruppe der *Infans* II, 2,4% der Altersgruppe der *Iuvenis*, 15,5% der Altersgruppe der Frühadulten, 6,3% der spätadulten Altersklasse, 2,4% zu der Altersklasse der *Matura* und 53,4% den Erwachsenen zugeordnet. Trotz der hohen Kindersterblichkeit ist sogar von einem deutlich noch höheren Anteil auszugehen. Denn generell gilt, dass die Population der Kleinkinder und Jugendlichen durch die geringe Knochenmasse der kleineren Knochen, entsprechende Witterungsverhältnisse im Sinne der Diagenese, Erosion sowie postmortale Zerstörung durch Landwirtschaft und Ausgrabung deutlich unterschätzt wird. Dieses Phänomen wird auch „Kleinkinderdefizit“ bezeichnet (Bach und Bach 1971). Zusätzlich kommt hinzu, dass die *Tibiae* im Vergleich zu den der *Ossa femora* im gleichen Lebensabschnitt offenbar kürzer sind, dadurch lässt sich auch der seltener erhaltene Anteil der *Infans* I der *Tibia* erklären. Bedenkt man außerdem, dass Tiere Zugang zu den Knochen hatten, so ist die

Wahrscheinlichkeit umso höher, dass vor allem kleinere Knochen - insbesondere die der Extremitäten - häufiger durch diese entwendet worden sind (Klingner und Schultz 2012). Die Verteilungen des Sterbealters wurde bereits bei anderen dokumentierten Gräbern aus dem Zeitalter des Neolithikums wie den Skeletresten von Asparn/Schletz (Teschler-Nicola et al. 1996), Kleinhadersdorf (Tiefenböck 2010), der bandkeramischen Serie von Sondershausen und Bruchstedt (Bach 1978) sowie den Skelettfunden der Bernburger Kultur von Benzingerode (Meyer et al. 2008) ähnlich festgestellt. Ein eindeutiges geschlechtsspezifisches Mortalitätsrisiko konnte anhand der *Ossa coxae* nicht ermittelt werden. Anhand der *Ossa femora* deutet sich lediglich ein leicht niedrigeres Sterbealter der weiblichen Individuen an. Dieses Phänomen wurde bereits auch bei anderen Populationen anderer geografischer Räume und Zeiten beobachtet und ist am ehesten auf die schlechte medizinische und hygienische Versorgung der Frauen im Rahmen der Geburt sowie der Schwangerschaft zurückzuführen (Bach 1978; Pfeiffer et al. 2014). Dennoch besteht nur ein geringgradiger Unterschied bei dem Mortalitätsrisiko zwischen den weiblichen und männlichen Individuen aus dem Grab II von Schmerlecke zum Beispiel im Vergleich zu jüngeren untersuchten Populationen aus der Bronzezeit (Berner 1992; Falkensetin 2005). Untersuchungen anderer neolithischer Gräber wie der Schurkeramiker und der Skeletreste von Kleinhadersdorf haben jedoch auch nur geringgradige Unterschiede aufgezeigt, die jeweils auf geringe Fallzahlen und die Schwierigkeit der Interpretation bei Sammelgräbern zurückgeführt wurden (Dresely 2004; Tiefenböck und Teschler-Nicola 2015). Eine weitere Erklärung dieses geringen Unterschiedes wäre ebenfalls eine andere Gesellschaftsform von nomadischen Populationen sowie Jägern und Sammlern im Vergleich zu den Agrargesellschaften. Dabei zeigten zahlreiche Untersuchungen, dass die Geburtenrate in Agrargesellschaften zugenommen hat, aber damit auch die Gesamtmortalität und entsprechend die Wahrscheinlichkeit einer Frau im Rahmen der Geburt zu versterben. Einer der wichtigsten Gründe, die für diese Entwicklung verantwortlich gemacht werden, ist die stärkere Einbindung der Kinder in die alltägliche Arbeit insbesondere die Feldarbeit. Denn die Aufgabe einer Agrarkultur ist nicht mehr das Essen zu finden, sondern das Land entsprechend zu pflegen, damit es genug Ertrag abwirft und hierfür werden Arbeiterinnen und Arbeiter benötigt (Dumond 1975; Handwerker 1983). Außerdem waren Kinder eine ökonomische Sicherheit in höherem Alter insbesondere in bäuerlichen Gesellschaftsstrukturen (Nag et al. 1978).

Das häufigste Sterbealter der erwachsenen Individuen befindet sich in der adulten, also zwischen der frühadulten und spätadulten Altersgruppe. Auch dies entspricht den Erkenntnissen

aus den früheren Untersuchungen anderer neolithischer Populationen (Feustel und Ullrich 1965; Bach 1978).

4.3 Soziale Strukturen

Anhand des Gesundheitsstatus der Knochen sowie der nachgewiesenen Krankheitsspuren kann man Schlussfolgerungen bezüglich des sozialen Status eines Individuums schließen (Schultz 2001; Schultz et al. 2007). So konnte in einigen Populationen gezeigt werden, dass eine höhere Häufigkeit sowie eine Intensität pathologischer Prozesse mit einem schlechter gestellten Sozialstatus einhergeht (Jantzen und Freder 2005). Trotz dieser Beobachtung konnten in einigen Populationen zunächst scheinbar paradoxe Befunde mit einer Häufung der Erkrankungen mit Arthrose der Männer in der Oberschicht beobachtet werden. Es handelt sich dabei um Männer des slawischen Stammes der Obodriten (slawische Fürsten- bzw. Königsfamilie). Der Grund liegt am ehesten in der Vorbildfunktion sowie Erarbeitung der Stellung durch Körperkraft und Waffenkunst sowie Erfolge in kriegerischen Auseinandersetzungen und daraus resultierender erhöhter Belastung (Teegen und Schultz 2017).

Anhand der Lage der Individuen der untersuchten Population im Grab und der Beilagen konnte keine Differenzierung zwischen gesellschaftlichen Klassen beim Ausgraben ausgemacht werden. Da die meisten Knochen keinem Individuum zugeordnet werden konnten, trug dies ebenfalls nicht zu weiteren Einordnungen bei.

Hinweise auf einen ausgeprägten gesellschaftlichen bzw. sozialen Geschlechtsdimorphismus, wie sie bereits bei anderen neolithischen Gräbern gesichert werden konnten, gab es am ehesten aufgrund einer Massenbestattung nicht (Falkenstein 2008).

4.4 Allgemeine Veränderungen der Knochenmorphologie

In der allgemeinen Untersuchung der Knochenmorphologie zeigt sich vor allem bei den Oberschenkelknochen ein Geschlechtsdimorphismus. Die als männlich eingestuften Knochen haben nicht nur ausgeprägtere Muskelmarken, sondern auch eine erhöhte Robustizität, höheren *Index platymericus* (83,6 bei den männlich und 74,6 bei den weiblichen) und *pylastericus* (113,7 bei den männlichen und 104,3 bei den weiblichen) sowie größere Femurkopfdurchmesser (43 cm bis 49 cm bei den männlichen und 39 cm bis 41 cm bei den weiblichen). Die beiden Indices entsprechen den Untersuchungen anderer europäischen

Populationen und Populationen aus dem neolithischen Zeitalter (Bello und Rodriguez 1908; Martin 1914; Schlyvitch 1938; Černý und Velemínský 1998).

Ein stärker ausgeprägter Pilaster mit konsekutiv höherem *Index pylastricus* sprechen für ein Steigen und Fortbewegen auf unebenem Untergrund (Manouvrier 1893). Alle aufgeführten Aspekte sprechen für eine höhere physische Belastung der unteren Extremitäten bei den männlichen Individuen, so dass angenommen werden kann, dass sie deutlich längere Laufstrecken zurückgelegt haben oder im Rahmen von geschlechtsspezifischen Aufgaben zum Beispiel mehr beziehungsweise schwerere Lasten getragen haben.

4.5 Arthrotische Veränderungen

Arthrose beschreibt eine degenerative Gelenkerkrankung bzw. einen ausgeprägten Gelenkverschleiß. Die Ursachen sind vielfältig. Dazu gehören unter anderem Überbelastung und Fehlbelastung im Rahmen von Fehlstellungen z.B. *Coxa valga* oder posttraumatisch. Aber auch genetische, entzündliche, metabolische, hormonelle und viele weitere Ursachen spielen für die Entstehung von Arthrose eine Rolle. Heutzutage ist es am ehesten ein Zusammenspiel aus zahlreichen Faktoren, so dass eine eindeutige Ursache in vielen Fällen nicht geklärt werden kann (Söder und Aigner 2011). Eine weitere, oft vergessene Ursache kann auch ein Bewegungsmangel sein (Lee et al. 2015). Aufgrund von Atrophie durch Minderbelastung kommt es zu einer konsekutiven Abnahme der Muskelführung und damit auch der Stabilisierung und des Schutzes des Gelenkes, so dass es bereits bei mittlerer körperlicher Belastung zunächst zu Mikrotraumen und im Verlauf zu Gelenkarthrose kommen kann. Damit ist Minderbewegung mit der konsekutiven Muskelatrophie ein Risikofaktor für Arthrose (Schipplein und Andriacchi 1991; Slemenda 1997; Amaro et al. 2007). Zusätzlich kommt es bei Minderbelastung zu einer Unterentwicklung des schützenden Knorpels mit einem geringeren Proteoglycangehalt (Kiviranta et al. 1988; Urquhart et al. 2011). Kommt Übergewicht als weiterer Risikofaktor hinzu, so kann bereits bei alltäglicher Belastung die Entwicklung einer Arthrose um ein Vielfaches begünstigt werden.

Ausgehend von gut ausgeprägten Muskelmarken sind als Ursache am ehesten die übermäßige Belastung und Verletzung als Folge für die Entstehung von Arthrose bei den Individuen von Schmerlecke zu sehen. Wertet man die Arthrosegrade ab Grad III als krankhaft verändert, so sind am häufigsten mit 40% rechts und 25% links die lateralen Gelenkflächen des Knies sowie Gelenkflächen des *Articulatio coxae* (rechts 19,4%, links 24%) und der *Articulatio femoropatellaris* (rechts 25%, links 15,4%) betroffen. Dagegen zeigten sich die

medialen Gelenkflächen des *Articulatio femorotibialis* (rechts 17,9%, links 6,9%) und der *Articulatio talocrurale* (rechts 12%, links 10,7%) deutlich seltener betroffen. Bis auf das Hüftgelenk zeigten alle Gelenke eine höhere Betroffenheit auf der rechten Extremität. Trotz des insgesamt jungen Sterbealters zeigten diese Individuen degenerative Entwicklungen der Gelenke. Dies deutet auf eine ausgeprägte Überlastung durch häufige und übermäßige Bewegung hin, zum Beispiel im Rahmen von Zurücklegen langer Strecken oder das Tragen von schweren Lasten über große Entfernungen.

Vergleicht man die Häufigkeitsverteilung von arthrotischen Veränderungen dieser neolithischen Population mit den aktuellen Daten aus Deutschland, wird deutlich, dass im Gegensatz zur Gegenwart, das Knie scheinbar deutlich weniger degenerative Veränderungen aufwies. Demnach besteht laut einer Studie des Robert-Koch-Instituts aus dem Jahre 2013 bei etwa 53% der Befragten zwischen dem 18. und 79. Lebensjahr eine diagnostizierte Gonarthrose und bei etwa 26% eine Coxarthrose (Fuchs et al. 2013). Die Ursache der Zunahme der Gonarthrose in der modernen Bevölkerung liegt am ehesten am aktuellen Lebensstil mit hauptsächlich sitzenden Tätigkeiten, wenig sportlicher Betätigung und erhöhtem Übergewicht. Diese Faktoren verbunden mit dem Erreichen von einem höheren Lebensalter führe zu einer Zunahme der Gonarthrosen der modernen Gesellschaft (Wallace et al. 2017).

Diese Beobachtung gilt nicht nur für neolithische, sondern auch für frühmittelalterliche Population, in denen das Kniegelenk das Gelenk war, das von den vier großen Extremitätengelenken am wenigsten von Arthrose betroffen war (Schultz 1996).

Der insgesamt geringe Anteil an krankhaften arthrotischen Veränderungen der Gelenke, nicht nur des Kniegelenkes, hat neben der regelmäßigen körperlichen Betätigung mit dazugehörigen Muskelführung einen weiteren entscheidenden Aspekt, das Übergewicht. Dies wurde bereits beim durchschnittlich höheren BMI der modernen Gesellschaft gegenüber der Population aus dem Grab II gezeigt. Sicherlich wird der BMI nicht allein für diese Entwicklung verantwortlich sein, zumal die Formel vor allem bei Menschen mit höherem Muskelanteil, das zum Teil auch auf die Menschen aus Schmerlecke zutrifft, falsch hohe Werte liefert und daher nur bedingt verwertbar ist (Jitnarin et al. 2014). Dennoch kann man dies als weiteres Indiz zur Erklärung der vorliegenden Ergebnisse ansehen.

Bei Beurteilung der möglichen Beinstellungen wurden zur besseren Aussagekraft und aufgrund der geringen Fallzahlen die Veränderungen der tibialen und femoralen Gelenkflächen als eine funktionelle Einheit, also *Articulatio femorotibialis* verstanden und tabellarisch aus den Tabelle 24, Tabelle 25, Tabelle 63, Tabelle 64 und in der Tabelle 81 zusammengefasst.

Tabelle 81: Arthrose der *Articulationes femorotibiales*. Arthrotische Veränderungen (Grad 0 bis V) an den Condylen der *Articulationes femorotibiales* links und rechts der *Ossa femora* und *Tibiae*.

	Gesamt	Grad 0	Grad I	Grad II	Grad III	Grad IV	Grad V
rechts medial	n = 28	n = 1	n = 10	n = 12	n = 2	n = 3	n = 0
rechts lateral	n = 29	n = 0	n = 7	n = 10	n = 8	n = 3	n = 1
links medial	n = 29	n = 1	n = 12	n = 14	n = 2	n = 0	n = 0
links lateral	n = 24	n = 1	n = 8	n = 9	n = 5	n = 1	n = 0

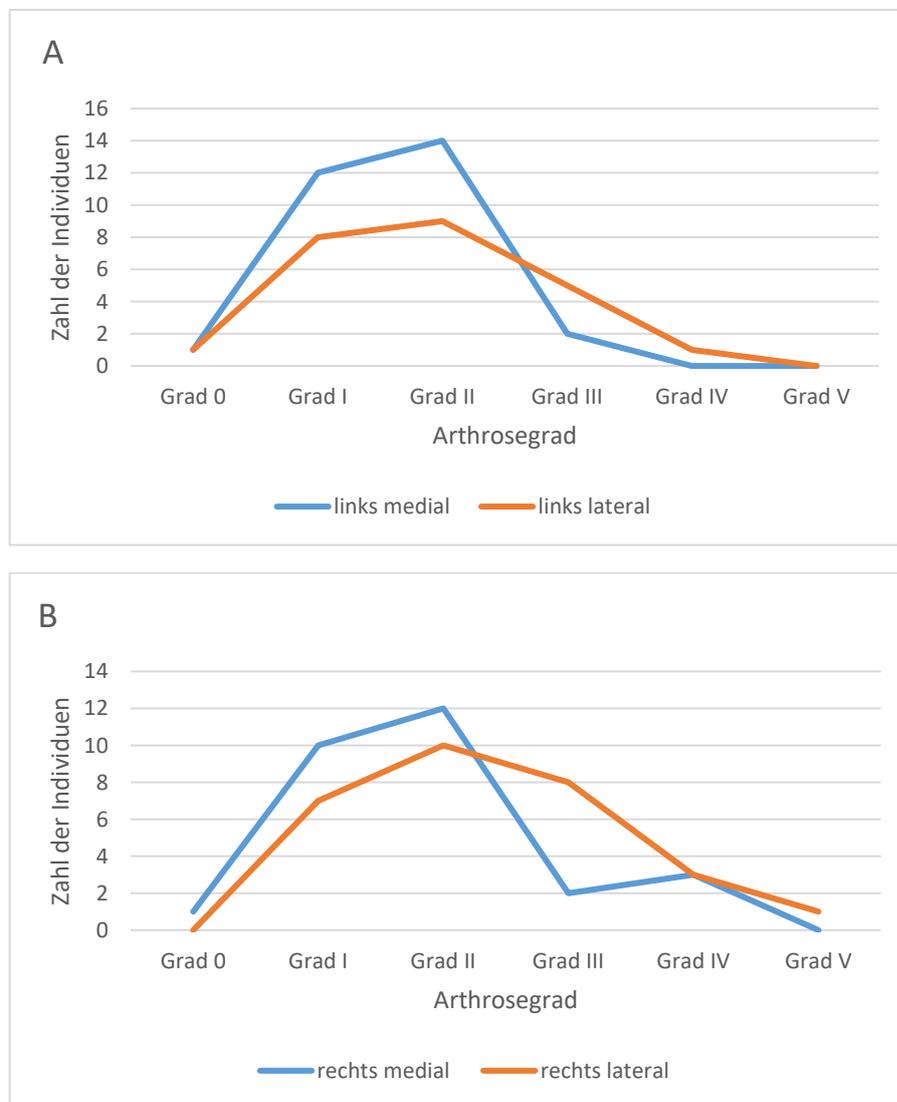


Abbildung 84: Grafische Darstellung der Arthrose der *Articulationes femorotibiales*. Zwei grafische Darstellung der arthrotischen Veränderungen (Grad 0 bis V) an den Condylen der *Articulationes femorotibiales* links (A) und rechts (B) der *Ossa femora* und *Tibiae*, zusammengestellt anhand der Tab. 81

Bereits grafisch zeigt sich eine leichte Tendenz zu einem schlechteren Gelenkstatus auf der lateralen Seite der *Articulatio femorotibialis*. Dieser Unterschied ist statistisch signifikant ($p < 0,05$). Ausgeprägtere Verschleißerscheinungen auf der lateralen Seite könnten für eine X-Beinstellung sprechen. Diese führt durch ungleichmäßige Belastung bzw. Gewichtsverteilung zu einer Zunahme der arthrotischen Veränderungen im Bereich der lateralen Condylen. Unterstützt wird diese These durch den gemessenen CC-Winkel (Tabelle 41), der in den meisten Fällen deutlich unterhalb der 128° und in vier Fällen mit 118° im Sinne einer *Coxa vara* gemessen wurde. Durch einen niedrigen CC-Winkel wird die Last des Rumpfes nicht gleichmäßig auf darunterliegende Strukturen verteilt und das Kniegelenk liegt nicht mehr innerhalb der Traglinie, Mikulicz Linie genannt, sondern ist nach medial verschoben. Insgesamt sind diese Veränderungen bei der Schmerlecke Population aber nur sehr geringgradig ausgeprägt, so dass man lediglich von einer X-Beinstellung der Individuen des Grabes II und nicht von einem *Genu valgum* ausgehen kann. Eine milde X-Beinstellung ist nach heutigem Stand eine physiologische Stellung der Beine (Baumgartl 1964). Ein abnehmender CC-Winkel geht ebenfalls mit erhöhtem Alter einher (Drenckhahn und Eckstein 2008). Denkbar wäre daher, dass insbesondere die vier *Femora* älteren Individuen angehören. Jedoch konnte das Alter dieser Oberschenkelknochen nicht eindeutig bestimmt werden.

4.6 Enthesopathische Veränderungen

Verschiedene körperliche Belastungen führen zu entsprechenden Veränderungen der Sehnen- sowie Muskelursprünge und -ansätze (Enthesen) am Knochen. Erfolgt die Belastung gleichmäßig und regelmäßig so kommt es aufgrund des Band- und Muskelzuges zu einer Reorganisation des Knochens durch osteolytische sowie ossifizierende Prozesse und anschließend zur Ausbildung einer Knochenleiste. Kommt es wiederum zu einer plötzlichen Fehlbelastung durch Traumen oder ungewohnten Bewegungen, wird die Energie über ein Vielfaches der typischen Belastung über Sehnen und Bänder anschließend in die Verankerung durch die Sharpey-Faser am Periost und in den Knochen weitergeleitet und führt zu Einrissen im Periost. Die Einrisse haben zur Folge, dass es zu einer Einblutung in die Gelenkkapsel des Sehnen- oder Bandapparates mit Ausbildung eines Hämatoms kommt und, dass es im weiteren Verlauf über das Stadium einer bindegewebigen Organisation zu Knochenneubildung im Sinne einer *Myositis ossificans circumscripta traumatica* kommen kann (Pannewitz 1940; Paterson 1970). Zusätzlich wird die Blutzufuhr der kleinsten Kapillaren

zur Oberfläche unterbrochen und das unterversorgte Knochengewebe wird abgebaut. Das nekrotische Material hinterlässt nach dem Abräumen am Knochen eine Grube bzw. *Fossa*. Eine chronische Fehlbelastung oder Überlastung kann im Verlauf zu einer aseptischen Entzündung im entsprechenden Areal führen. Entzündliche Prozesse sind vor allem durch eine raue Oberfläche mit porösen Oberflächenveränderungen und Vaskularisationen gekennzeichnet. Dieser Prozess wird auch als Insertionstendinose bzw. -tendopathie bezeichnet (Loiacono et al. 2019). Beispiele an den unteren Extremitäten dafür sind Patellaspitzensyndrom, Achillodynie und Gracilis-Syndrom. Vor allem bei jüngeren Menschen spielt dieser Pathomechanismus der nicht entzündlichen Enthesopathien eine wichtige Rolle (Villotte und Knüsel 2013).

Auch das Alter spielt einen wichtigen Faktor bei der Entwicklung von Enthesopathien. Dabei geht man davon aus, dass chronisch einwirkende Mikrotraumen zu den entsprechenden Pathologien führen (Resnick und Niwayama 1983; Robb 1998; Freemont 2002). Im Unterschied zu den traumatischen Veränderungen sind diese vor allem an den unteren Extremitäten gleichmäßig und eher seitensymmetrisch ausgebildet. An den oberen Extremitäten sind diese wiederum eher rechtsbetont, was durch die dominierende Nutzung des rechten Arms bedingt ist (Henderson et al. 2013).

In Anbetracht des jungen Sterbealters der Betroffenen sind die enthesopathischen Veränderungen der Knochen der Individuen aus Grab II auf übermäßige körperliche Belastung zurückzuführen. Dabei sind vor allem Veränderungen von Grad I und Grad II ubiquitär am häufigsten, wobei diese sowohl durch Ligamentopathien zum Beispiel in der *Syndesmosis tibiofibularis distalis* als auch durch Myotendopathien zum Beispiel durch den *M. soleus* an der *Linea m. solei* hervorgerufen wurden. Gelegentlich konnten auch schwerwiegende Veränderungen fast an allen Muskelmarken beobachtet werden, so dass am ehesten von einer ubiquitären Belastung der Beine auszugehen ist. Beispielhaft für einen solchen pathologischen Prozess stellt der Befund der *Tibia* mit der Fundnummer 23587 (ab Seite 98) dar. Insbesondere in der mikroskopischen Darstellung wird das Ausmaß der Belastung deutlich (Abbildung 66). Im polarisierten Licht erkennt man ungeordnete Kollagenfasern im Sinne eines Faserknochens (Abbildung 67). Dies könnte auf rezidivierende Belastungen hindeuten. Im Verlauf würden auch dieser Knochen zu einem lamellären Knochen umgebaut werden (Shapiro und Wu 2019). Bewegung vor allem auf unebenem Untergrund mit langen Gehstrecken, Sprüngen und plötzlichen Bremsbewegungen beim Bergabgehen können ähnliche Veränderungen an den Knochen hervorrufen. Dies erklärt auch die eher gleichmäßige

Verteilung der Veränderungen bzw. eher kleinere Rezidive an fast allen untersuchten Muskelmarken.

Anders verhält es sich bei einer Population, die ihre Nahrung vor allem aus dem Ackerbau gewonnen hat, wie zum Beispiel die Population aus dem frühmittelalterlichen Gräberfeld Barbing Kreuzhof. Durch die Arbeit mit dem Pflug sind nicht nur die oberen Extremitäten, zum Beispiel der *M. pectoralis major*, deutlich belastet, sondern auch die unteren Extremitäten. Insbesondere sind die Adduktoren, vor allem an der *Linea aspera* und der *M. triceps surae* durch Belastungen verändert (Wanner 2007). Dies konnte jedoch bei den Knochen aus dem Grab II aus Schmerlecke nicht im gleichen Umfang nachgewiesen werden. Zwar ist die *Linea aspera* medial etwas stärker betroffen als lateral, weist aber keine ausgeprägten Veränderungen im Sinne von Enthesopathien auf. Auch die Veränderungen an der *Linea m. solei* oder dem Ursprung des lateralen Kopfes des Zwillingsmuskels heben sich gegenüber anderen Muskelmarken nicht besonders ab. Dagegen bestehen bei den Ursprüngen des medialen Kopfes des Zwillingsmuskels teilweise vergrößerte und entzündlich veränderten Muskelmarken und weisen somit auf reitende Tätigkeit hin (mehr hierzu im Kapitel 4.7). Diese Beobachtung deckt sich auch mit dem Befund einer Vergrößerung des Ansatzes des *M. adductor magnus* am distalen Femurende, da dieser Muskel maßgeblich beim Reitvorgang gefordert wird.

Die gleichmäßig verteilten Veränderungen mit einigen starken Fällen von Enthesopathien ähneln mehr einer nomadischen Reiterpopulation wie der aus den Gräbern von Liushui in Westchina (Xinjiang) (Gresky et al. 2008). Auch diese aus China stammenden Skelete weisen robuste Knochen mit deutlichen Zeichen einer ausgeprägten physischen Be- bzw. Überlastung auf, die teilweise schon einen pathologischen Charakter angenommen haben. Die Veränderungen insbesondere an der *Tuberositas tibiae* und dem *Tuber calcanei* deuten auf lange Laufwege über unebenen Untergrund hin. Insgesamt wurden 31% der *Tuberositates* als pathologisch und 18,6% der *Tuber calcanei* gewertet (Gresky et al. 2016). Ähnliche Ergebnisse zeigten sich auch bei den Knochen aus Grab II, so dass die Annahme besteht, dass es sich ebenfalls um ein Nomadenvolk gehandelt haben könnte. Am Beispiel vom *Calcaneus* mit der Fundnummer 27274 (ab Seite 116) sieht man eine derartige chronische Belastungssituation mit einer deutlichen Verdickung des *Tuber calcanei*. Einen weiteren Hinweis auf eine Nomadenpopulation geben die im Grab II in großer Zahl gefundenen Hundezähne, die zu Schmuck verarbeitet waren. Bekanntlich haben Hunde in viehzüchtenden Nomadenkulturen eine Hüte- und Schutzfunktion (Ewersen und Schmölcke 2013). Diese These, dass es sich bei den in Schmerlecke bestatteten Menschen um Angehörige einer nomadischen

Reiterkultur gehandelt haben könnte, findet auch im geschichtlichen Umfeld dieser Zeitperiode einer Entsprechung. In dieser Zeit kam es zum Auftreten der aus dem Osten einbrechenden Jamnaja-Kultur (Anthony und Brown 2011; Kaiser und Winger 2015).

Auch die Veränderungen am distalen Schien- und Wadenbein zeigen gering- bis mittelgradige enthesopathische Veränderungen vor allem im Bereich der distalen *Syndesmosis tibiofibularis*, die am ehesten auf Sprünge sowie Verstauchungen beim Laufen auf steinigem und unebenen Untergrund zurückzuführen sind. Die Insertionstendinose im Bereich der Syndesmose entsteht durch das plötzliche Auseinanderdrücken der festen Bandverbindung zwischen dem Waden- und Scheinbein durch den breiten Anteil der *Trochlea tali* im Rahmen einer Dorsalflexion des Fußes. Je größer die Höhe und damit einwirkende Kraft desto stärker ist auch die anschließende Bänderzerrung (Norkus und Floyd 2001). Im Fall der Fibula mit der Fundnummer 19652 (ab der Seite 110) handelt es sich um eine Exostose, die fast vollständig aus einem Lamellenknochen besteht. Bei geringem Anteil an unorganisiertem Kollagen an der Spitze der Exostose (Abbildung 77c) besteht aber der Verdacht auf ein Rezidiv im Sinne einer erneuten Stressreaktion durch zum Beispiel plötzlichen Bandzug. Diese eher chronische Belastung mit vermuteten Rezidiven wirkte sich auch entsprechend auf die Umgebung aus. Hierbei kam es zu einer Zerrung mit Zerstörung kleiner Gefäße und Entwicklung einer subperiostalen Blutung bedingt durch den Zug an der exostotischen Neubildung. Durch Reorganisation und Abheilung kam es dann im Verlauf zu Ausbildung einer Doppel-lamelle (Abbildung 78). Bei der Fibula mit der Fundnummer 20849 (ab der Seite 106) handelt es sich wiederum um entweder eine schwerwiegendere oder um eine deutlich frischere Verletzung. Hier sehen wir deutlich ungeordnete Kollagenanteile mitten im Bereich des Ansatzes des *Lig. tibiofibulare anterius* (Abbildung 74d). Diese unterscheiden sich deutlich von den geordneten Fasern einer Sehne oder eines Bandes, vergleichend die Sharpey-Fasern bei derselben *Fibula* unterhalb der Läsion (Abbildung 75) (Nebelung et al. 2003). Vermutlich handelt es sich um eine frische Verletzung mit frischen Anteilen von einem noch nicht zu Lamellenknochen umgebauten Faserknochen.

Für Bagatelltraumata sprechen eher kleinere Läsionen, die wohl auf ehemalige Hämatome auf dem *Margo anterior tibiae* zurückzuführen sind. Im Fall der Tibia mit der Fundnummer 30045 (ab der Seite 101) mit einem derartigen Trauma handelt es sich aufgrund des vollständig zu Lamellenknochen umgebauten Unterschenkelknochens um einen vollständig ausgeheilten Vorgang.

Andere Veränderungen sehen wir heutzutage vor allem bei Menschen, die sich besonders stark sportlich betätigen. Vor allem die Knochendünnschliffe aus dem Becken stellen solche pathologischen Prozesse zusammen. Als Beispiel sind Verletzung der Hamstring-Gruppe mit enthesopathischen Veränderungen am *Tuber ischiadicum* (Abbildung 34) anzuführen. Verletzungen dieser Art wurden unter anderem beim Sprinten oder starkem Überdehnen der Muskelgruppe beobachtet (Askling et al. 2006). Außerdem konnten einige enthesopathische Veränderungen im Bereich des *Os pubis*, die ebenfalls durch Überlastung entstehen, detektiert werden. Dabei kann eine *Osteitis pubis* oder gar durch einen sehr starken Reiz auch eine *Myositis ossificans traumatica*, ausgelöst durch die Adduktoren-Gruppe, entstehen. Dies könnte man bei dem Präparat aus dem *Os coxae* mit der Fundnummer 31010 als Ursache für die Exostose vermuten (Abbildung 34). Veränderungen in diesem Bereich wurden zum Beispiel bei Läufern beobachtet (Hiti et al. 2011). Einige der Enthesopathien haben sich über eine längere Zeit entwickelt und haben trotz einer starken Ausprägung einen vollständig umgebauten Lamellenknochen mit einer typischen Ausrichtung der Trabekelstruktur entsprechend der Belastung, erkennbar bei der *Crista iliaca* des *Os coxae* mit den Fundnummer 23932 (Abbildung 29) (Lanyon 1973).

Neben den erwachsenen Knochen bestanden auch bei den Kinderknochen enthesopathische Veränderungen wie im Kapitel 3.4.2 bei den *Tibiae* beschrieben. Diese Veränderungen können ein Hinweis auf erhöhte Aktivität im Sinne von Sport oder Arbeit gedeutet werden. Insbesondere bei Populationen, die sich im Übergang zu einer Agrargesellschaft befinden oder bereits eine sind, wie es auch zum Teil bei der Population aus dem Grab II aus Schmerlecke zu vermuten wäre, wurden die Kinder verstärkt in die alltägliche Arbeit aufgrund von wachsender Belastung eingebunden. Ähnliches beobachtete man zum Beispiel bei der Population aus Nordamerika in der Woodland-Periode (Beginn ca. 1000 v.Chr.) (Claassen 2002).

4.7 Veränderungen durch Reiten an der Knochen- und Gelenkmorphologie

Bestimmte Bewegungsabläufe und Muskelbeanspruchungen hinterlassen typische Merkmale, die auf eine bestimmte Tätigkeit oder auf einen Beruf schließen lassen können. Darauf wurde zuvor schon kurz hingewiesen. Auch das Reiten, insbesondere ohne einen Sattel und Steigbügel, führt zu einer deutlichen Beanspruchung der medialen Muskulatur der Beine vor allem der Oberschenkeladduktoren und des medialen Kopfes des Unterschenkelzwillingsmuskels. Nicht selten kommt es durch Überlastung auch zu einer Zerrung der entsprechenden Muskulatur und Ausbildung enthesopathischer Veränderungen im Bereich der medialen

Linea aspera, des *Tuberculum adductorium* sowie der Stelle oberhalb des *Condylus femoris medialis* und des Ursprunges des *M. triceps surae* am *Os femoris*. Zusätzlich kommt es auch zu einer Zunahme der Belastung im Bereich des *Ramus inferior ossis pubis* sowie *Corpus ossis pubis* des Beckens, also den Ursprüngen der Oberschenkeladduktoren, bis hin zu einer Schambeinentzündung (Józsa et al. 1991; Pálfi 1992; Blondiaux 1994). Neben der muskulären Belastung durch das Reiten kommt es ebenfalls zu Veränderungen am *Caput femoris* durch Ausbildung einer sogenannten Reiterfacette (Poiries Facette) (Molleson und Blondiaux 1994; Pálfi und Dutour 1996; Owsley et al. 2001). Diese entsteht durch eine Außenrotation und Adduktion, dem Spreizen der Beine. Hierdurch wirkt ein erhöhter Druck nahe dem Gelenk auf den Gelenkhals des Oberschenkelknochens ein und eine zusätzliche aufgeraute Gelenkfläche wird ausgewalzt (Kölbl 1996).

Trotz fehlender Anzeichen von Pferdeknochen oder Reitzug im Grab II – was nicht erstaunt, da es sich um ein zerstörtes Kollektivgrab handelt, das Jahrhunderte lang benutzt wurde -, gibt es zahlreiche Indizien für ein Reiten der Individuen aus Schmerlecke. Insgesamt sind 7 von 9 also 78% der *Rami inferiores ossis pubis* entweder stark ausgeprägt oder weisen mindestens geringgradige enthesopathische Veränderungen auf und 3 von 15 also 20% das *Corpus ossis pubis* zeigen Zeichen von Überbelastung und entzündlicher Veränderung. Bei 3 von 23, also 13% der *Capita femorum*, konnte eine Reiterfacette nachgewiesen werden. Zwar ist die *Linea aspera* medial etwas stärker als lateral ausgeprägt, aber es zeigte sich bei lediglich 7 von 113 also 6% der *Lineae* Stressläsion mit Grad II oder höher. Bei insgesamt 28 von 51 (54,9%) medialen Ursprüngen des *M. triceps surae* und lediglich bei 4 von 37 (10,8%) konnten eine Verdickung mit teilweise entzündlichen Veränderungen (Abbildung 85a) nachgewiesen werden. In 8 von 51 (16%) der untersuchten Fälle der medialen Ursprünge des *M. triceps surae* am *Os femoris* konnte eine Grube im Sinne einer Zerrung nachgewiesen werden (Abbildung 85b), jedoch in keinem Fall auf der lateralen Seite. Das *Tuberculum adductorium* ist in etwa einem Drittel der Fälle stark ausgeprägt. Vor allem wenn diese Veränderungen gemeinsam in einem Knochen auftreten wie bei dem *Os femoris* mit der Fundnummer 21698 (ab der Seite 81), was sich entsprechend sowohl im Röntgenbild als auch im Knochendünnschliff nachweisen lässt, ist das ein noch deutlicheres Indiz fürs Reiten. Im Vergleich zu Völkern, wie den Reitnomaden aus Liushui, sind diese Veränderungen seltener. Nichtsdestotrotz kann dies ein Hinweis auf den Beginn einer vermehrten Reittätigkeit darstellen (Gresky et al. 2016).

Bemerkenswert ist, dass sowohl die stark ausgeprägten *Tubercula adductoria* als auch die Zerrungen durch den *M. triceps surae* nur bei männlichen Individuen nachgewiesen werden

konnten. Dies kann wiederum ein Indiz dafür sein, dass vor allem männliche Individuen geritten sind.

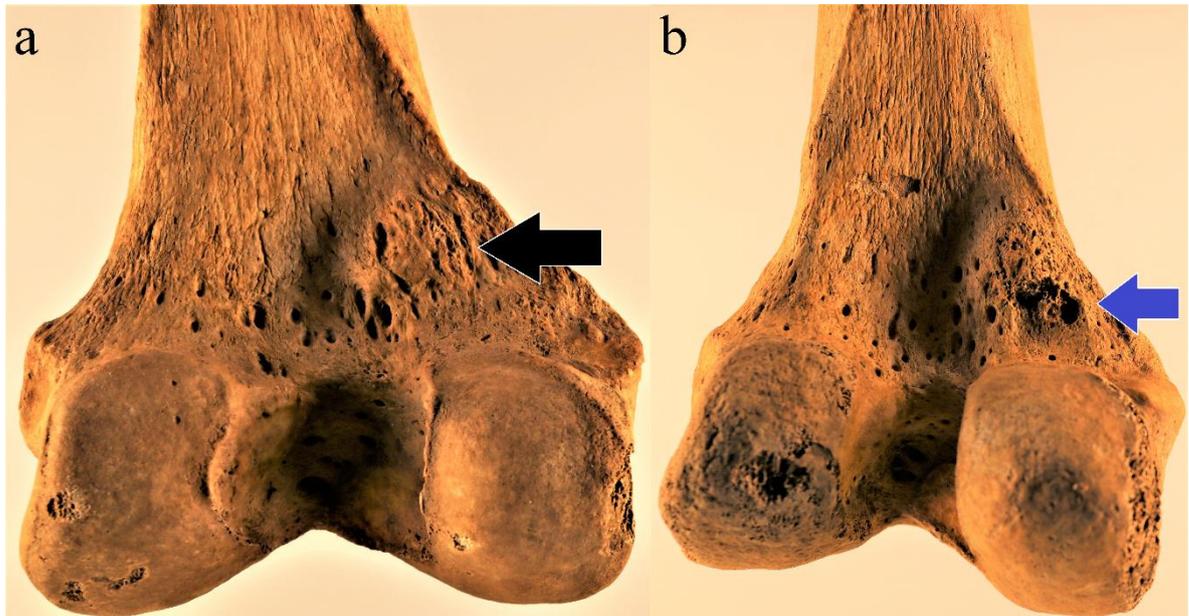


Abbildung 85: Enthesopathiebeispiele im Ursprung des *M. gastrocnemius*. Linke *Ossa femora*. Fdn. 23416 (a), Fdn. 21698 (b). Ansicht auf das distale Viertel der *Femora* von dorsal: Darstellung der verschiedenen enthesopathischen Veränderungen im Bereich des Ursprungs des *M. gastrocnemius* insbesondere der *Condylus medialis* mit Hypervaskularisation sowie deutlichen Aufwulstung (schwarzer Pfeil) (a) und mit Gefäßinsprossung mit zusätzlicher ausgeprägter Grube (blauer Pfeil) (b).

4.8 Weitere unspezifische Stressmarker

Neben den bereits beschriebenen Muskel- und Bändermarken zeigen die Knochen auf ihrer Oberfläche ebenfalls Veränderungen durch Stresseinwirkung wie eine Periostreaktion. Das Erscheinungsbild einer Knochenhautreaktion auf den Langknochen kann viele Beschaffenheiten aufweisen. Häufig stellen sie sich als feine langstreifige Leisten mit teilweise poröser Oberfläche dar. Diese Neubildungen sind am ehesten auf Hämatome, die auf Mikrotraumen im Rahmen von physischer Überbelastung oder Mangelernährung, aber auch auf entzündliche Prozesse zurückzuführen. Die Mangelernährung steht am ehesten mit dem Vitamin C Mangel in Zusammenhang, da dieses für die intrazelluläre Synthese von Kollagen verantwortlich ist, ein Hauptbestandteil des Knochens (Schultz und Teschler 1987; White et al. 2006; Heinrich et al. 2014).

Auch die Langknochen aus dem Grab II von Schmerlecke, insbesondere das *Os femoris* und die *Tibiae*, weisen Zeichen von einer Periostreaktion auf. Eine spezifische Ursache für diese Veränderung kann anhand der unteren Extremitäten nicht eindeutig geklärt werden. In Frage

kommen sowohl eine Dauerbelastung wie Laufen und Tragen von schweren Lasten sowie eine Mangelernährung. Zur Sicherung eines Vitamin C Mangels wäre eine zusätzliche Untersuchung des Schädels in Hinblick auf Meningitis und Stomatitis notwendig. Die Skeletreste von Kleinhadersdorf aus dem Zeitalter des Frühneolithikums zeigen ebenfalls gehäufte Anzeichen von Periostreaktionen, insbesondere an den Oberschenkelknochen und Schienbeinen. Die Untersuchungen der Knochen von Kleinhadersdorf ergaben keine gehäufte Anzeichen für Entzündungsprozesse, die im Zusammenhang mit Immunschwäche stehen könnten, so dass ein Vitamin C Mangel als Ursache für die Periostreaktion als eher unwahrscheinlich erscheint, jedoch ein saisonaler Mangel denkbar wäre (Tiefenböck 2010).

4.9 Pseudopathologische Befunde

Bei der paläopathologischen Untersuchung ist nicht nur eine gute Beobachtungsgabe sowie gute anatomische Kenntnisse vonnöten, um einen Knochen adäquat beurteilen zu können. Es ist auch entscheidend intravitale Veränderungen von peri- und postmortalen Veränderungen zu unterscheiden, um Fehlschlüsse auf mögliche pathologische Prozesse zu vermeiden. Perimortale Veränderungen, zum Beispiel durch Nager sowie Bestattungsrituale oder postmortale Veränderungen durch Bodenerosion, landwirtschaftlichen Maschinen wie Pflug oder verschiedene Ausgrabungswerkzeuge, können manchmal intravitale Veränderungen imitieren. Die Beurteilung der Veränderungen am Knochen erfolgte anhand der Oberflächenbeschaffenheit einer möglichen pathologischen Veränderung, Randmorphologie, Farbe und die Veränderungen der Umgebung, wie zum Beispiel Vaskularisationsprozesse oder zuführende Gefäße, die sich durch Impressionen im Knochen zeigten.

Eine postmortal entstandene Veränderung durch Ausgrabungswerkzeuge (Abbildung 86) oder landwirtschaftliche Maschinen lässt sich deutlich gegenüber der übrig erhaltenen Oberfläche abgrenzen. Häufig sind deutliche scharfe Kanten oder Unterbrechungen des Oberflächenreliefs auf der Einschlagseite zu erkennen. Die gegenüberliegende Kante ist zusätzlich durch Herausbrechen der Compacta beim Rausziehen des Werkzeugs gekennzeichnet. Auch diese Kanten sind glatt und unterbrechen unmittelbar die Knochenoberfläche ohne einen fließenden Übergang. Die Bruchoberfläche ist glatt und häufig heller als die Umgebung. Es fehlen Vaskularisationsprozesse oder zuführende Gefäße, die im Rahmen von Heilungs- und Entzündungsprozessen bei einer Hieb- oder Schnittverletzung typisch wären (Verhoff et al. 2006). Bei einer perimortalen Schnittverletzung würde es natürlich keine Heilungsvorgänge geben; dann wäre aber die Schnittfläche patiniert und erodiert (Diagenese).



Abbildung 86: Beispiel einer postmortalen „Werkzeugpathologie“ am Knochen. Linke *Tibia*, Fdn. 27847: Gesamtansicht von lateral (Bild oben), Nahansicht von frontal auf die *Margo anterior* (Bild unten): Postmortale Veränderungen hervorgerufen durch Ausgrabungswerkzeug.

Bei erosiven Veränderungen (Abbildung 87) kommt es ebenfalls zum Auflösen, Abbrechen oder Abblättern der Knochenoberfläche zu glatten und scharfen Randbereichen, die sich teilweise aber gegenseitig unterbrechen. Ein Übergang durch einen Wall fehlt. Die erodierte Oberfläche erscheint heller und zeigt häufig auf die darunterliegenden Strukturen des Knochens. Poröse Veränderungen des umgebenden Periosts oder Prozesse, die durch Gefäße hervorgerufen werden, fehlen. Entzündliche Veränderungen wiederum, die das Periost angreifen und durch Erosionen imitiert werden können, benötigen vaskuläre Prozesse (Verhoff et al. 2006).



Abbildung 87: Beispiel eines postmortalen Prozesses durch Bodenerosion („Verwitterung“). Rechte *Tibia*. Fdn. 28605. Gesamtansicht (Bild oben) und Nahaufnahme (Bild unten) von medial: Erosive Veränderungen der Oberfläche durch den Erdboden.

Diese entstehen im Rahmen einer Angiogenese durch das Ausschütten des vaskulären endothelialen Wachstumsfaktors zur Abgrenzung eines entzündlichen Herdes (Shaik-Dasthagirisaheb et al. 2013). Sie hinterlassen auch nach Abheilen der Entzündung weiterhin Veränderungen auf dem Periost. Ohne diese erscheint ein entzündlicher Prozess als unwahrscheinlich. Entsprechend kann die Diagenese diese Spuren verfälschen und Diagnosestellung erschweren.

5. Zusammenfassung

Es wurden die menschlichen Skelettfunde aus dem der Wartbergkultur zugehörigen Kollektivgrab II von Erwitte-Schmerlecke (Galeriegrab) mit paläopathologischen Methoden und Techniken untersucht. Die Untersuchungen konzentrierten sich auf wesentliche Skeletelemente der Unterextremität (*Os coxae*, *Femur*, *Tibia*, *Fibula*, *Calcaneus* und *Os metatarsale hallucis*). Trotz des für diese Zeitstellung guten Erhaltungszustandes der Skelettfunde konnten die Knochen nur in seltenen Fällen einem bestimmten Individuum zugeordnet werden. Dies erschwerte die Interpretation der nachgewiesenen morphologischen Veränderungen deutlich. Die anhand der *Femora* geschätzte Populationsgröße beträgt mindestens 190 Individuen. Es ist aber sicher davon auszugehen, dass in diesem Grab deutlich mehr Individuen begraben waren. Wie bei vorgeschichtlichen Populationen üblich, bestand eine hohe Kindersterblichkeit. Die größte Sterblichkeit wurde allerdings für die frühadulte Altersgruppe beobachtet. Auch dieser Befund ist für eine neolithische Erwachsenenpopulation typisch. Ein Unterschied in der Sterbehäufigkeit zwischen weiblichen und männlichen Individuen wurde nicht festgestellt.

Im Vergleich zu den Menschen, die heute in der gleichen Region leben, wiesen die Individuen aus dem Grab II eine deutlich niedrigere Körperhöhe auf. Mit einer durchschnittlichen Körperhöhe der Männer von 169cm und der Frauen mit 156cm bestand außerdem ein deutlicher Geschlechtsdimorphismus.

Ein Sexualdimorphismus bestand ebenfalls bei der Robustizität der Langknochen und der Ausbildung von Muskelmarken. Beide Parameter sind bei den männlichen Individuen deutlicher ausgeprägt. Dieser Befund deutet auf geschlechtsspezifische Aufgaben hin, die offenbar mit einer erhöhten körperlichen Belastung der männlichen Individuen einherging. Hingegen fand sich kein Unterschied zwischen Männern und Frauen bei der Ausbildung und der Häufigkeit sowohl einer Arthrose als auch der Enthesopathien.

Insgesamt weisen die Skelettfunde aus Schmerlecke deutliche morphologische Veränderungen auf, die durch körperliche Belastung verursacht wurden. Weiterhin gibt es Hinweise darauf, dass die in Schmerlecke Bestatteten lange Strecken zu Fuß auf unebenem Untergrund zurücklegten. Obwohl es sich bei diesen Menschen sicherlich nicht um Hochleistungssportler gehandelt hat, dürften sie doch täglich größere Strecken zu Fuß zurückgelegt haben. Eine zusammenfassende Gesamtaussage über die damals herrschenden Lebensbedingungen ist aufgrund der Vorlage isolierter Skeletelemente der Unterextremität schwierig. Dennoch legen die Untersuchungsergebnisse aufgrund der relativ häufig auftretenden physischen

Stressmerkmale den Schluss nahe, dass es sich bei dieser Population um Vertreter einer Nomadengesellschaft gehandelt haben dürfte. Weiterhin deutet der Nachweis und hier besonders die Ausprägung von Muskelmarken am *Femur* darauf hin, dass offenbar ein Teil der Bestatteten häufig und intensiv, wohl schon ab dem Kindesalter geritten ist (diesbezüglich ist möglicherweise eine Beziehung zur Jamnaja-Kultur zu diskutieren). Auch dieser Befund spricht dafür, dass es sich bei der Schmerlecker Population um Nomaden gehandelt haben könnte. Eindeutige Hinweise auf Pferde konnten bisher osteologisch allerdings nicht gesichert werden.

Eine gleichmäßige physische Belastung ist wohl auch der Grund für die vergleichsweise milde Ausprägung der arthrotischen Veränderungen. Vor allem eine suffiziente Muskelführung und die Ausbildung starker Bänder dürften die Gelenke der Unterextremität vor degenerativen Veränderungen bewahrt haben. Die geringgradige Ausbildung degenerativer Veränderungen erklärt sich sicherlich auch teilweise durch das vergleichsweise junge Sterbealter der Bestatteten. Auffällig ist, dass im Vergleich zu heutigen Populationen die Gonarthrose eine weniger zentrale Rolle spielte.

Aus vielen archäologischen Quellen sind uns unterschiedliche Lebensweisen neolithischer Populationen bekannt. Im Neolithikum lebten sowohl reine, d.h. obligatorische Ackerbauern als auch nomadische Hirtenkulturen; es gab aber auch Gemeinschaften, die Viehzucht und fakultativen Ackerbau betrieben. Im Fall von Schmerlecke fällt auf, dass trotz der in dieser geografischen Region verbreiteten fruchtbaren Lössböden bisher keine Siedlungen der Wartbergkultur bekannt geworden sind. Die Ergebnisse der osteologischen Untersuchung an den Schmerlecker Skelettfunden deuten darauf hin, dass es sich bei dieser Population wohl nicht um eine reine Ackerbauerngesellschaft gehandelt hat.

Obwohl die neolithische Population von Schmerlecke noch über keine schriftliche Überlieferung verfügte, um uns über ihre Lebensweise und die damaligen Lebensbedingungen zu informieren, ermöglicht eine mit den Methoden und Techniken der Paläopathologie durchgeführte osteologische Untersuchung aufschlussreiche Einblicke in vergangene Zeithorizonte.

6. Anhang

Tabelle A. 1: Arthrose der *Acetabula* links nach Geschlechtern getrennt betrachtet. Arthrosegrad (Grad 0 bis V) der Gelenkfläche des *Acetabulum* links aufgeschlüsselt nach Geschlecht, wobei sich alle linken befundbaren *Acetabula* in der Spalte „Befundbar“ befinden.

	Gesamt	m	m > w	m ≥ w	m = w	w ≥ m	w > m	w
Befundbar	n = 30	n = 0	n = 2	n = 2	n = 19	n = 0	n = 2	n = 5
0	n = 0	n = 0	n = 0	n = 0	n = 0	n = 0	n = 0	n = 0
I	n = 7	n = 0	n = 0	n = 0	n = 7	n = 0	n = 0	n = 0
II	n = 14	n = 0	n = 0	n = 0	n = 10	n = 0	n = 1	n = 3
III	n = 4	n = 0	n = 1	n = 0	n = 0	n = 0	n = 1	n = 2
IV	n = 4	n = 0	n = 1	n = 2	n = 1	n = 0	n = 0	n = 0
V	n = 1	n = 0	n = 0	n = 0	n = 1	n = 0	n = 0	n = 0

Tabelle A. 2: Arthrose der *Acetabula* rechts nach Geschlechtern getrennt betrachtet. Arthrosegrad (Grad 0 bis V) der Gelenkfläche des *Acetabulum* rechts aufgeschlüsselt nach Geschlecht, wobei sich alle rechten befundbaren *Acetabula* in der Spalte „Befundbar“ befinden.

	Gesamt	m	m > w	m ≥ w	m = w	w ≥ m	w > m	w
Befundbar	n = 30	n = 8	n = 3	n = 2	n = 8	n = 3	n = 4	n = 2
0	n = 0	n = 0	n = 0	n = 0	n = 0	n = 0	n = 0	n = 0
I	n = 6	n = 0	n = 1	n = 0	n = 2	n = 0	n = 1	n = 2
II	n = 17	n = 5	n = 2	n = 2	n = 3	n = 2	n = 3	n = 0
III	n = 2	n = 1	n = 0	n = 0	n = 1	n = 0	n = 0	n = 0
IV	n = 3	n = 2	n = 0	n = 0	n = 1	n = 0	n = 0	n = 0
V	n = 2	n = 0	n = 0	n = 0	n = 1	n = 1	n = 0	n = 0

Tabelle A. 3: Enthesopathien der *Spinae iliaca anteriores superiores* rechts nach Geschlechtern getrennt betrachtet. Enthesopathischen Veränderungen (Grad 0 bis V) im Bereich der Spina iliaca anterior superior rechts aufgeschlüsselt nach Geschlecht, wobei sich alle rechten befundbaren *Spinae iliaca anteriores superiores* in der Spalte „Befundbar“ befinden.

	Gesamt	m	m > w	m ≥ w	m = w	w ≥ m	w > m	w
Befundbar	n = 24	n = 6	n = 3	n = 2	n = 7	n = 1	n = 4	n = 1
0	n = 10	n = 1	n = 2	n = 2	n = 2	n = 0	n = 2	n = 1
I	n = 12	n = 5	n = 1	n = 0	n = 4	n = 0	n = 2	n = 0
II	n = 2	n = 0	n = 0	n = 0	n = 1	n = 1	n = 0	n = 0
III	n = 0	n = 0	n = 0	n = 0	n = 0	n = 0	n = 0	n = 0
IV	n = 0	n = 0	n = 0	n = 0	n = 0	n = 0	n = 0	n = 0
V	n = 0	n = 0	n = 0	n = 0	n = 0	n = 0	n = 0	n = 0

Tabelle A. 4: Enthesopathien der *Spinae iliaca anteriores superiores* links nach Geschlechtern getrennt betrachtet. Enthesopathischen Veränderungen (Grad 0 bis V) im Bereich der Spina iliaca anterior superior links aufgeschlüsselt nach Geschlecht, wobei sich alle linken befundbaren *Spinae iliaca anteriores superiores* in der Spalte „Befundbar“ befinden.

	Gesamt	m	m > w	m ≥ w	m = w	w ≥ m	w > m	w
Befundbar	n = 16	n = 0	n = 0	n = 0	n = 11	n = 0	n = 3	n = 2
0	n = 8	n = 0	n = 0	n = 0	n = 6	n = 0	n = 1	n = 1
I	n = 4	n = 0	n = 0	n = 0	n = 3	n = 0	n = 0	n = 1
II	n = 3	n = 0	n = 0	n = 0	n = 1	n = 0	n = 2	n = 0
III	n = 0	n = 0	n = 0	n = 0	n = 0	n = 0	n = 0	n = 0
IV	n = 1	n = 0	n = 0	n = 0	n = 1	n = 0	n = 0	n = 0
V	n = 0	n = 0	n = 0	n = 0	n = 0	n = 0	n = 0	n = 0

Tabelle A. 5: Enthesopathien der *Spinae iliacaе anteriores inferiores* links nach Geschlechtern getrennt betrachtet. Enthesopathischen Veränderungen (Grad 0 bis V) im Bereich der *Spina iliaca anterior inferior* links aufgeschlüsselt nach Geschlecht, wobei sich alle linken befundbaren *Spinae iliacaе anteriores inferiores* in der Spalte „Befundbar“ befinden.

	Gesamt	m	m > w	m ≥ w	m = w	w ≥ m	w > m	w
Befundbar	n = 15	n = 1	n = 0	n = 1	n = 9	n = 0	n = 2	n = 2
0	n = 6	n = 0	n = 0	n = 1	n = 3	n = 0	n = 1	n = 1
I	n = 5	n = 0	n = 0	n = 0	n = 4	n = 0	n = 0	n = 1
II	n = 3	n = 0	n = 1	n = 0	n = 1	n = 0	n = 1	n = 0
III	n = 1	n = 0	n = 0	n = 0	n = 1	n = 0	n = 0	n = 0
IV	n = 0	n = 0	n = 0	n = 0	n = 0	n = 0	n = 0	n = 0
V	n = 0	n = 0	n = 0	n = 0	n = 0	n = 0	n = 0	n = 0

Tabelle A. 6: Enthesopathien der *Spinae iliacaе anteriores inferiores* rechts nach Geschlechtern getrennt betrachtet. Enthesopathischen Veränderungen (Grad 0 bis V) im Bereich der *Spina iliaca anterior inferior* rechts aufgeschlüsselt nach Geschlecht, wobei sich alle rechten befundbaren *Spinae iliacaе anteriores inferiores* in der Spalte „Befundbar“ befinden.

	Gesamt	m	m > w	m ≥ w	m = w	w ≥ m	w > m	w
Befundbar	n = 21	n = 5	n = 1	n = 3	n = 8	n = 1	n = 2	n = 1
0	n = 7	n = 1	n = 0	n = 3	n = 2	n = 1	n = 0	n = 0
I	n = 11	n = 4	n = 1	n = 0	n = 5	n = 0	n = 1	n = 0
II	n = 2	n = 0	n = 0	n = 0	n = 0	n = 0	n = 1	n = 1
III	n = 0	n = 0	n = 0	n = 0	n = 0	n = 0	n = 0	n = 0
IV	n = 1	n = 0	n = 0	n = 0	n = 1	n = 0	n = 0	n = 0
V	n = 0	n = 0	n = 0	n = 0	n = 0	n = 0	n = 0	n = 0

Tabelle A. 7: Enthesopathien der *Spinae iliace posterior superior* links nach Geschlechtern getrennt betrachtet. Enthesopathischen Veränderungen (Grad 0 bis V) im Bereich der *Spina iliaca posterior superior* links aufgeschlüsselt nach Geschlecht, wobei sich alle linken *Spinae iliace posterior superior* in der Spalte „Befundbar“ befinden.

	Gesamt	m	m > w	m ≥ w	m = w	w ≥ m	w > m	w
Befundbar	n = 12	n = 2	n = 2	n = 0	n = 5	n = 0	n = 2	n = 1
0	n = 3	n = 2	n = 0	n = 0	n = 0	n = 0	n = 1	n = 0
I	n = 7	n = 0	n = 1	n = 0	n = 5	n = 0	n = 0	n = 1
II	n = 2	n = 0	n = 1	n = 0	n = 0	n = 0	n = 1	n = 0
III	n = 0	n = 0	n = 0	n = 0	n = 0	n = 0	n = 0	n = 0
IV	n = 0	n = 0	n = 0	n = 0	n = 0	n = 0	n = 0	n = 0
V	n = 0	n = 0	n = 0	n = 0	n = 0	n = 0	n = 0	n = 0

Tabelle A. 8: Enthesopathien der *Spinae iliace posterior superior* rechts nach Geschlechtern getrennt betrachtet. Enthesopathischen Veränderungen (Grad 0 bis V) im Bereich der *Spina iliaca posterior superior* rechts aufgeschlüsselt nach Geschlecht, wobei sich alle rechten befundbaren *Spinae iliace posterior superior* in der Spalte „Befundbar“ befinden.

	Gesamt	m	m > w	m ≥ w	m = w	w ≥ m	w > m	w
Befundbar	n = 6	n = 2	n = 0	n = 0	n = 2	n = 0	n = 1	n = 1
0	n = 1	n = 0	n = 0	n = 0	n = 1	n = 0	n = 0	n = 0
I	n = 2	n = 0	n = 0	n = 0	n = 1	n = 0	n = 1	n = 0
II	n = 3	n = 2	n = 0	n = 0	n = 0	n = 0	n = 0	n = 1
III	n = 0	n = 0	n = 0	n = 0	n = 0	n = 0	n = 0	n = 0
IV	n = 0	n = 0	n = 0	n = 0	n = 0	n = 0	n = 0	n = 0
V	n = 0	n = 0	n = 0	n = 0	n = 0	n = 0	n = 0	n = 0

Tabelle A. 9: Enthesopathien der *Spinae iliace posteriores inferiores* links nach Geschlechtern getrennt betrachtet. Enthesopathischen Veränderungen (Grad 0 bis V) im Bereich der *Spina iliaca posterior inferior* links aufgeschlüsselt nach Geschlecht, wobei sich alle linken befundbaren *Spinae iliace posteriores inferiores* in der Spalte „Befundbar“ befinden.

	Gesamt	m	m > w	m ≥ w	m = w	w ≥ m	w > m	w
Befundbar	n = 13	n = 2	n = 2	n = 0	n = 7	n = 0	n = 1	n = 1
0	n = 3	n = 2	n = 0	n = 0	n = 1	n = 0	n = 0	n = 0
I	n = 9	n = 0	n = 1	n = 0	n = 6	n = 0	n = 1	n = 1
II	n = 1	n = 0	n = 1	n = 0	n = 0	n = 0	n = 0	n = 0
III	n = 0	n = 0	n = 0	n = 0	n = 0	n = 0	n = 0	n = 0
IV	n = 0	n = 0	n = 0	n = 0	n = 0	n = 0	n = 0	n = 0
V	n = 0	n = 0	n = 0	n = 0	n = 0	n = 0	n = 0	n = 0

Tabelle A. 10: Enthesopathien der *Spinae iliace posteriores inferiores* rechts nach Geschlechtern getrennt betrachtet. Enthesopathischen Veränderungen (Grad 0 bis V) im Bereich der *Spina iliaca posterior inferior* rechts aufgeschlüsselt nach Geschlecht, wobei sich alle rechten befundbaren *Spinae iliace posteriores inferiores* in der Spalte „Befundbar“ befinden.

	Gesamt	m	m > w	m ≥ w	m = w	w ≥ m	w > m	w
Befundbar	n = 5	n = 1	n = 0	n = 0	n = 2	n = 0	n = 1	n = 1
0	n = 1	n = 0	n = 0	n = 0	n = 1	n = 0	n = 0	n = 0
I	n = 2	n = 0	n = 0	n = 0	n = 1	n = 0	n = 0	n = 1
II	n = 2	n = 1	n = 0	n = 0	n = 0	n = 0	n = 1	n = 0
III	n = 0	n = 0	n = 0	n = 0	n = 0	n = 0	n = 0	n = 0
IV	n = 0	n = 0	n = 0	n = 0	n = 0	n = 0	n = 0	n = 0
V	n = 0	n = 0	n = 0	n = 0	n = 0	n = 0	n = 0	n = 0

Tabelle A. 11: Enthesopathien der Bereiche oberhalb des *Acetabulum links* nach Geschlechtern getrennt betrachtet. Enthesopathischen Veränderungen (Grad 0 bis V) im Bereich des Oberrandes des *Acetabulum links* aufgeschlüsselt nach Geschlecht, wobei sich alle linken befundbaren *Acetabula* in der Spalte „Befundbar“ befinden.

	Gesamt	m	m > w	m ≥ w	m = w	w ≥ m	w > m	w
Befundbar	n = 12	n = 0	n = 2	n = 1	n = 4	n = 1	n = 1	n = 3
0	n = 8	n = 0	n = 0	n = 1	n = 4	n = 1	n = 0	n = 2
I	n = 1	n = 0	n = 1	n = 0	n = 0	n = 0	n = 0	n = 0
II	n = 3	n = 0	n = 1	n = 0	n = 0	n = 0	n = 1	n = 1
III	n = 0	n = 0	n = 0	n = 0	n = 0	n = 0	n = 0	n = 0
IV	n = 0	n = 0	n = 0	n = 0	n = 0	n = 0	n = 0	n = 0
V	n = 0	n = 0	n = 0	n = 0	n = 0	n = 0	n = 0	n = 0

Tabelle A. 12: Enthesopathien der Bereiche oberhalb des *Acetabulum rechts* nach Geschlechtern getrennt betrachtet. Enthesopathischen Veränderungen (Grad 0 bis V) im Bereich des Oberrandes des *Acetabulum rechts* aufgeschlüsselt nach Geschlecht, wobei sich alle rechten befundbaren *Acetabula* in der Spalte „Befundbar“ befinden.

	Gesamt	m	m > w	m ≥ w	m = w	w ≥ m	w > m	w
Befundbar	n = 4	n = 1	n = 0	n = 1	n = 1	n = 1	n = 0	n = 0
0	n = 3	n = 0	n = 0	n = 1	n = 1	n = 1	n = 0	n = 0
I	n = 0	n = 0	n = 0	n = 0	n = 0	n = 0	n = 0	n = 0
II	n = 1	n = 1	n = 0	n = 0	n = 0	n = 0	n = 0	n = 0
III	n = 0	n = 0	n = 0	n = 0	n = 0	n = 0	n = 0	n = 0
IV	n = 0	n = 0	n = 0	n = 0	n = 0	n = 0	n = 0	n = 0
V	n = 0	n = 0	n = 0	n = 0	n = 0	n = 0	n = 0	n = 0

Tabelle A. 13: Enthesopathien der *Lineae gluteae anteriores* links nach Geschlechtern getrennt betrachtet. Enthesopathischen Veränderungen (Grad 0 bis V) im Bereich der *Linea glutea anterior* links aufgeschlüsselt nach Geschlecht, wobei sich alle linken befundbaren *Lineae gluteae anteriores* in der Spalte „Befundbar“ befinden.

	Gesamt	m	m > w	m ≥ w	m = w	w ≥ m	w > m	w
Befundbar	n = 19	n = 2	n = 1	n = 0	n = 10	n = 0	n = 2	n = 4
0	n = 13	n = 1	n = 0	n = 0	n = 9	n = 0	n = 2	n = 1
I	n = 6	n = 1	n = 1	n = 0	n = 1	n = 0	n = 0	n = 3
II	n = 0	n = 0	n = 0	n = 0	n = 0	n = 0	n = 0	n = 0
III	n = 0	n = 0	n = 0	n = 0	n = 0	n = 0	n = 0	n = 0
IV	n = 0	n = 0	n = 0	n = 0	n = 0	n = 0	n = 0	n = 0
V	n = 0	n = 0	n = 0	n = 0	n = 0	n = 0	n = 0	n = 0

Tabelle A. 14: Enthesopathien der *Lineae gluteae anteriores* rechts nach Geschlechtern getrennt betrachtet. Enthesopathischen Veränderungen (Grad 0 bis V) im Bereich der *Linea glutea anterior* rechts aufgeschlüsselt nach Geschlecht, wobei sich alle rechten befundbaren *Lineae gluteae anteriores* in der Spalte „Befundbar“ befinden.

	Gesamt	m	m > w	m ≥ w	m = w	w ≥ m	w > m	w
Befundbar	n = 14	n = 3	n = 0	n = 1	n = 9	n = 0	n = 1	n = 0
0	n = 6	n = 1	n = 0	n = 1	n = 4	n = 0	n = 0	n = 0
I	n = 8	n = 2	n = 0	n = 0	n = 5	n = 0	n = 1	n = 0
II	n = 0	n = 0	n = 0	n = 0	n = 0	n = 0	n = 0	n = 0
III	n = 0	n = 0	n = 0	n = 0	n = 0	n = 0	n = 0	n = 0
IV	n = 0	n = 0	n = 0	n = 0	n = 0	n = 0	n = 0	n = 0
V	n = 0	n = 0	n = 0	n = 0	n = 0	n = 0	n = 0	n = 0

Tabelle A. 15: Enthesopathien der *Lineae gluteae posteriores* links nach Geschlechtern getrennt betrachtet. Enthesopathischen Veränderungen (Grad 0 bis V) im Bereich der *Linea glutea posterior* links aufgeschlüsselt nach Geschlecht, wobei sich alle linken befundbaren *Lineae gluteae posteriores* in der Spalte „Befundbar“ befinden.

	Gesamt	m	m > w	m ≥ w	m = w	w ≥ m	w > m	w
Befundbar	n = 21	n = 2	n = 2	n = 1	n = 10	n = 0	n = 3	n = 3
0	n = 16	n = 1	n = 1	n = 0	n = 9	n = 0	n = 3	n = 2
I	n = 5	n = 1	n = 1	n = 1	n = 1	n = 0	n = 0	n = 1
II	n = 0	n = 0	n = 0	n = 0	n = 0	n = 0	n = 0	n = 0
III	n = 0	n = 0	n = 0	n = 0	n = 0	n = 0	n = 0	n = 0
IV	n = 0	n = 0	n = 0	n = 0	n = 0	n = 0	n = 0	n = 0
V	n = 0	n = 0	n = 0	n = 0	n = 0	n = 0	n = 0	n = 0

Tabelle A. 16: Enthesopathien der *Lineae gluteae posteriores* rechts nach Geschlechtern getrennt betrachtet. Enthesopathischen Veränderungen (Grad 0 bis V) im Bereich der *Linea glutea posterior* rechts aufgeschlüsselt nach Geschlecht, wobei sich alle rechten befundbaren *Lineae gluteae posteriores* in der Spalte „Befundbar“ befinden.

	Gesamt	m	m > w	m ≥ w	m = w	w ≥ m	w > m	w
Befundbar	n = 8	n = 2	n = 0	n = 0	n = 3	n = 0	n = 2	n = 1
0	n = 6	n = 2	n = 0	n = 0	n = 2	n = 0	n = 1	n = 1
I	n = 2	n = 0	n = 0	n = 0	n = 1	n = 0	n = 1	n = 0
II	n = 0	n = 0	n = 0	n = 0	n = 0	n = 0	n = 0	n = 0
III	n = 0	n = 0	n = 0	n = 0	n = 0	n = 0	n = 0	n = 0
IV	n = 0	n = 0	n = 0	n = 0	n = 0	n = 0	n = 0	n = 0
V	n = 0	n = 0	n = 0	n = 0	n = 0	n = 0	n = 0	n = 0

Tabelle A. 17: Enthesopathien der *Lineae gluteae inferiores* links nach Geschlechtern getrennt betrachtet. Enthesopathischen Veränderungen (Grad 0 bis V) im Bereich der *Linea glutea inferior* links aufgeschlüsselt nach Geschlecht, wobei sich alle linken befundbaren *Lineae gluteae inferiores* in der Spalte „Befundbar“ befinden.

	Gesamt	m	m > w	m ≥ w	m = w	w ≥ m	w > m	w
Befundbar	n = 23	n = 2	n = 2	n = 1	n = 10	n = 1	n = 2	n = 5
0	n = 10	n = 1	n = 1	n = 0	n = 4	n = 1	n = 2	n = 1
I	n = 13	n = 1	n = 1	n = 1	n = 6	n = 0	n = 0	n = 4
II	n = 0	n = 0	n = 0	n = 0	n = 0	n = 0	n = 0	n = 0
III	n = 0	n = 0	n = 0	n = 0	n = 0	n = 0	n = 0	n = 0
IV	n = 0	n = 0	n = 0	n = 0	n = 0	n = 0	n = 0	n = 0
V	n = 0	n = 0	n = 0	n = 0	n = 0	n = 0	n = 0	n = 0

Tabelle A. 18: Enthesopathien der *Lineae gluteae inferiores* rechts nach Geschlechtern getrennt betrachtet. Enthesopathischen Veränderungen (Grad 0 bis V) im Bereich der *Linea glutea inferior* rechts aufgeschlüsselt nach Geschlecht, wobei sich alle rechten befundbaren *Lineae gluteae inferiores* in der Spalte „Befundbar“ befinden.

	Gesamt	m	m > w	m ≥ w	m = w	w ≥ m	w > m	w
Befundbar	n = 14	n = 4	n = 1	n = 1	n = 5	n = 0	n = 3	n = 0
0	n = 2	n = 0	n = 0	n = 0	n = 2	n = 0	n = 0	n = 0
I	n = 9	n = 4	n = 1	n = 1	n = 2	n = 0	n = 1	n = 0
II	n = 3	n = 0	n = 0	n = 0	n = 1	n = 0	n = 2	n = 0
III	n = 0	n = 0	n = 0	n = 0	n = 0	n = 0	n = 0	n = 0
IV	n = 0	n = 0	n = 0	n = 0	n = 0	n = 0	n = 0	n = 0
V	n = 0	n = 0	n = 0	n = 0	n = 0	n = 0	n = 0	n = 0

Tabelle A. 19: Enthesopathien der *Lineae arcuatae* links nach Geschlechtern getrennt betrachtet. Enthesopathischen Veränderungen (Grad 0 bis II, Randleiste, Randleiste mit *Spiculum*) im Bereich der *Linea arcuata* links aufgeschlüsselt nach Geschlecht, wobei sich alle linken befundbaren *Lineae arcuatae* in der Spalte „Befundbar“ befinden.

	Gesamt	m	m > w	m ≥ w	m = w	w ≥ m	w > m	w
Befundbar	n = 11	n = 1	n = 2	n = 0	n = 4	n = 0	n = 3	n = 2
0	n = 9	n = 1	n = 1	n = 0	n = 3	n = 0	n = 3	n = 1
I	n = 1	n = 0	n = 0	n = 0	n = 1	n = 0	n = 0	n = 0
II	n = 1	n = 0	n = 0	n = 0	n = 0	n = 0	n = 0	n = 1
Randleiste	n = 0	n = 0	n = 0	n = 0	n = 0	n = 0	n = 0	n = 0
Randleiste mit Spiculum	n = 1	n = 0	n = 1	n = 0	n = 0	n = 0	n = 0	n = 0

Tabelle A. 20: Enthesopathien der *Lineae arcuatae* rechts nach Geschlechtern getrennt betrachtet. Enthesopathischen Veränderungen (Grad 0 bis II, Randleiste, Randleiste mit *Spiculum*) im Bereich der *Linea arcuata* rechts aufgeschlüsselt nach Geschlecht, wobei sich alle rechten befundbaren *Lineae arcuatae* in der Spalte „Befundbar“ befinden.

	Gesamt	m	m > w	m ≥ w	m = w	w ≥ m	w > m	w
Befundbar	n = 16	n = 4	n = 2	n = 2	n = 2	n = 3	n = 3	n = 0
0	n = 13	n = 3	n = 2	n = 2	n = 2	n = 1	n = 3	n = 0
I	n = 1	n = 0	n = 0	n = 0	n = 1	n = 0	n = 0	n = 0
II	n = 0	n = 0	n = 0	n = 0	n = 0	n = 0	n = 0	n = 0
Randleiste	n = 1	n = 0	n = 0	n = 0	n = 0	n = 1	n = 0	n = 0
Randleiste mit Spiculum	n = 1	n = 1	n = 0	n = 0	n = 0	n = 0	n = 0	n = 0

Tabelle A. 21: Enthesopathien der *Cristae iliacae* links nach Geschlechtern getrennt betrachtet. Enthesopathischen Veränderungen (Grad 0 bis V) im Bereich der *Crista iliaca* links aufgeschlüsselt nach Geschlecht, wobei sich alle linken befundbaren *Cristae iliacae* in der Spalte „Befundbar“ befinden.

	Gesamt	m	m > w	m ≥ w	m = w	w ≥ m	w > m	w
Befundbar	n = 24	n = 0	n = 3	n = 0	n = 14	n = 0	n = 2	n = 5
0	n = 8	n = 0	n = 1	n = 0	n = 5	n = 0	n = 1	n = 1
I	n = 9	n = 0	n = 1	n = 0	n = 3	n = 0	n = 1	n = 4
II	n = 3	n = 0	n = 0	n = 0	n = 3	n = 0	n = 0	n = 0
III	n = 1	n = 0	n = 0	n = 0	n = 1	n = 0	n = 0	n = 0
IV	n = 2	n = 0	n = 1	n = 0	n = 1	n = 0	n = 0	n = 0
V	n = 1	n = 0	n = 0	n = 0	n = 1	n = 0	n = 0	n = 0

Tabelle A. 22: Enthesopathien der *Cristae iliacae* links nach Geschlechtern getrennt betrachtet. Enthesopathischen Veränderungen (Grad 0 bis V) im Bereich der *Crista iliaca* rechts aufgeschlüsselt nach Geschlecht, wobei sich alle rechten befundbaren *Cristae iliacae* in der Spalte „Befundbar“ befinden.

	Gesamt	m	m > w	m ≥ w	m = w	w ≥ m	w > m	w
Befundbar	n = 33	n = 3	n = 2	n = 1	n = 22	n = 1	n = 4	n = 0
0	n = 9	n = 1	n = 1	n = 1	n = 5	n = 1	n = 0	n = 0
I	n = 20	n = 2	n = 1	n = 0	n = 14	n = 0	n = 3	n = 0
II	n = 1	n = 0	n = 0	n = 0	n = 0	n = 0	n = 1	n = 0
III	n = 2	n = 0	n = 0	n = 0	n = 2	n = 0	n = 0	n = 0
IV	n = 0	n = 0	n = 0	n = 0	n = 0	n = 0	n = 0	n = 0
V	n = 1	n = 0	n = 0	n = 0	n = 1	n = 0	n = 0	n = 0

Tabelle A. 23: Enthesopathien der *Tubera ischiadica* links nach Geschlechtern getrennt betrachtet. Enthesopathischen Veränderungen (Grad 0 bis V) im Bereich der *Tubera ischiadica* links aufgeschlüsselt nach Geschlecht, wobei sich alle linken befundbaren *Tubera ischiadica* in der Spalte „Befundbar“ befinden.

	Gesamt	m	m > w	m ≥ w	m = w	w ≥ m	w > m	w
Befundbar	n = 25	n = 0	n = 2	n = 1	n = 16	n = 1	n = 1	n = 4
0	n = 8	n = 0	n = 1	n = 1	n = 5	n = 0	n = 0	n = 1
I	n = 12	n = 0	n = 0	n = 0	n = 7	n = 1	n = 1	n = 3
II	n = 3	n = 0	n = 0	n = 0	n = 3	n = 0	n = 0	n = 0
III	n = 2	n = 0	n = 1	n = 0	n = 1	n = 0	n = 0	n = 0
IV	n = 0	n = 0	n = 0	n = 0	n = 0	n = 0	n = 0	n = 0
V	n = 0	n = 0	n = 0	n = 0	n = 0	n = 0	n = 0	n = 0

Tabelle A. 24: Enthesopathien der *Tubera ischiadica* rechts nach Geschlechtern getrennt betrachtet. Enthesopathischen Veränderungen (Grad 0 bis V) im Bereich der *Tubera ischiadica* rechts aufgeschlüsselt nach Geschlecht, wobei sich alle rechten befundbaren *Tubera ischiadica* in der Spalte „Befundbar“ befinden.

	Gesamt	m	m > w	m ≥ w	m = w	w ≥ m	w > m	w
Befundbar	n = 20	n = 3	n = 1	n = 2	n = 8	n = 3	n = 3	n = 0
0	n = 7	n = 1	n = 0	n = 0	n = 3	n = 1	n = 2	n = 0
I	n = 6	n = 0	n = 1	n = 2	n = 1	n = 2	n = 0	n = 0
II	n = 3	n = 0	n = 0	n = 0	n = 2	n = 0	n = 1	n = 0
III	n = 3	n = 1	n = 0	n = 0	n = 2	n = 0	n = 0	n = 0
IV	n = 0	n = 0	n = 0	n = 0	n = 0	n = 0	n = 0	n = 0
V	n = 1	n = 1	n = 0	n = 0	n = 0	n = 0	n = 0	n = 0

Tabelle A. 25: Enthesopathien der *Tuberositates iliaca* links nach Geschlechtern getrennt betrachtet. Enthesopathischen Veränderungen (Grad 0 bis V) im Bereich der *Tuberositas iliaca* links aufgeschlüsselt nach Geschlecht, wobei sich alle linken befundbaren *Tuberositates iliaca* in der Spalte „Befundbar“ befinden.

	Gesamt	m	m > w	m ≥ w	m = w	w ≥ m	w > m	w
Befundbar	n = 19	n = 0	n = 3	n = 1	n = 7	n = 1	n = 3	n = 4
0	n = 2	n = 0	n = 0	n = 0	n = 1	n = 0	n = 0	n = 0
I	n = 4	n = 0	n = 1	n = 2	n = 1	n = 1	n = 0	n = 0
II	n = 6	n = 0	n = 1	n = 0	n = 2	n = 0	n = 2	n = 1
III	n = 5	n = 0	n = 0	n = 0	n = 2	n = 0	n = 1	n = 2
IV	n = 1	n = 0	n = 0	n = 0	n = 0	n = 0	n = 0	n = 1
V	n = 1	n = 0	n = 1	n = 0	n = 0	n = 0	n = 0	n = 0

Tabelle A. 26: Enthesopathien der *Tuberositates iliaca* rechts getrennt nach Geschlechtern getrennt betrachtet. Enthesopathischen Veränderungen (Grad 0 bis V) im Bereich der *Tuberositas iliaca* rechts aufgeschlüsselt nach Geschlecht, wobei sich alle rechten befundbaren *Tuberositates iliaca* in der Spalte „Befundbar“ befinden.

	Gesamt	m	m > w	m ≥ w	m = w	w ≥ m	w > m	w
Befundbar	n = 11	n = 4	n = 1	n = 1	n = 3	n = 1	n = 1	n = 0
0	n = 2	n = 0	n = 1	n = 1	n = 0	n = 0	n = 0	n = 0
I	n = 5	n = 3	n = 0	n = 0	n = 0	n = 1	n = 1	n = 0
II	n = 3	n = 1	n = 0	n = 0	n = 2	n = 0	n = 0	n = 0
III	n = 0	n = 0	n = 0	n = 0	n = 0	n = 0	n = 0	n = 0
IV	n = 1	n = 0	n = 0	n = 0	n = 1	n = 0	n = 0	n = 0
V	n = 0	n = 0	n = 0	n = 0	n = 0	n = 0	n = 0	n = 0

Tabelle A. 27: Enthesopathien der *Tubercula ossium pubium* links nach Geschlechtern getrennt betrachtet. Ausprägungen (gering-, mittel und hochgradig) des *Tuberculum ossis pubis* links aufgeschlüsselt nach Geschlecht, wobei sich alle linken befundbaren *Tubercula ossium pubium* in der Spalte „Befundbar“ befinden.

	Gesamt	m	m > w	m ≥ w	m = w	w ≥ m	w > m	w
Befundbar	n = 10	n = 1	n = 0	n = 1	n = 6	n = 0	n = 2	n = 0
Geringgradig	n = 1	n = 0	n = 0	n = 0	n = 1	n = 0	n = 0	n = 0
Mittelgradig	n = 3	n = 1	n = 0	n = 0	n = 2	n = 0	n = 0	n = 0
Hochgradig	n = 6	n = 0	n = 0	n = 1	n = 3	n = 0	n = 2	n = 0

Tabelle A. 28: Enthesopathien der *Tubercula ossium pubium* rechts nach Geschlechtern getrennt betrachtet. Ausprägungen (gering-, mittel und hochgradig) des *Tuberculum ossis pubis* rechts aufgeschlüsselt nach Geschlecht, wobei sich alle rechten befundbaren *Tubercula ossium pubium* in der Spalte „Befundbar“ befinden.

	Gesamt	m	m > w	m ≥ w	m = w	w ≥ m	w > m	w
Befundbar	n = 4	n = 1	n = 1	n = 0	n = 1	n = 0	n = 0	n = 1
Geringgradig	n = 0	n = 0	n = 0	n = 0	n = 0	n = 0	n = 0	n = 0
Mittelgradig	n = 0	n = 0	n = 0	n = 0	n = 0	n = 0	n = 0	n = 0
Hochgradig	n = 4	n = 1	n = 1	n = 0	n = 1	n = 0	n = 0	n = 1

Tabelle A. 29: Enthesopathien der *Pectines ossium pubium* links nach Geschlechtern getrennt betrachtet. Enthesopathischen Veränderungen (Grad 0, Scharf ausgezogen, Randleiste = Ausbildung einer Randleiste, Randleiste mit Grad I, II und III = Ausbildung einer Randleiste mit *Spicula* verschiedener Stufen) des *Pecten ossis pubis* links aufgeschlüsselt nach Geschlecht, wobei sich alle linken befundbaren *Pectines ossium pubium* in der Spalte „Befundbar“ befinden.

	Gesamt	m	m > w	m ≥ w	m = w	w ≥ m	w > m	w
Befundbar	n = 6	n = 0	n = 1	n = 0	n = 2	n = 0	n = 1	n = 2
0	n = 1	n = 0	n = 1	n = 0	n = 0	n = 0	n = 0	n = 0
Scharf ausgezogen	n = 1	n = 0	n = 0	n = 0	n = 1	n = 0	n = 0	n = 0
Randleiste	n = 1	n = 0	n = 0	n = 0	n = 0	n = 0	n = 0	n = 1
Randleiste mit Spiculum I	n = 3	n = 0	n = 0	n = 0	n = 1	n = 0	n = 1	n = 1
Randleiste mit Spiculum II	n = 0	n = 0	n = 0	n = 0	n = 0	n = 0	n = 0	n = 0
Randleiste mit Grad III	n = 0	n = 0	n = 0	n = 0	n = 0	n = 0	n = 0	n = 0

Tabelle A. 30: Enthesopathien der *Pectines ossium pubium* links nach Geschlechtern getrennt betrachtet. Enthesopathischen Veränderungen (Grad 0, Scharf ausgezogen, Randleiste = Ausbildung einer Randleiste, Randleiste mit Grad I, II und III = Ausbildung einer Randleiste mit *Spicula* verschiedener Stufen) des *Pecten ossis pubis* rechts aufgeschlüsselt nach Geschlecht, wobei sich alle rechten befundbaren *Pectines ossium pubium* in der Spalte „Befundbar“ befinden.

	Gesamt	m	m > w	m ≥ w	m = w	w ≥ m	w > m	w
Befundbar	n = 15	n = 4	n = 4	n = 0	n = 5	n = 1	n = 1	n = 0
0	n = 5	n = 1	n = 2	n = 0	n = 2	n = 0	n = 0	n = 0
Scharf ausgezogen	n = 4	n = 0	n = 2	n = 0	n = 2	n = 0	n = 0	n = 0
Randleiste	n = 3	n = 1	n = 0	n = 0	n = 1	n = 1	n = 0	n = 0
Randleiste mit Spiculum I	n = 2	n = 1	n = 0	n = 0	n = 0	n = 0	n = 1	n = 0
Randleiste mit Spiculum II	n = 0	n = 0	n = 0	n = 0	n = 0	n = 0	n = 0	n = 0
Randleiste mit Grad III	n = 1	n = 1	n = 0	n = 0	n = 0	n = 0	n = 0	n = 0

Tabelle A. 31: Enthesopathien der *Foramina obturata* links nach Geschlechtern getrennt betrachtet. Enthesopathischen Veränderungen (Grad 0 bis V) im Bereich des *Foramen obturatum* links aufgeschlüsselt nach Geschlecht, wobei sich alle linken befundbaren *Foramina obturata* in der Spalte „Befundbar“ befinden.

	Gesamt	m	m > w	m ≥ w	m = w	w ≥ m	w > m	w
Befundbar	n = 9	n = 2	n = 0	n = 1	n = 3	n = 0	n = 1	n = 2
0	n = 2	n = 0	n = 0	n = 1	n = 1	n = 0	n = 0	n = 0
I	n = 5	n = 1	n = 0	n = 0	n = 2	n = 0	n = 0	n = 2
II	n = 2	n = 1	n = 0	n = 0	n = 0	n = 0	n = 1	n = 0
III	n = 0	n = 0	n = 0	n = 0	n = 0	n = 0	n = 0	n = 0
IV	n = 0	n = 0	n = 0	n = 0	n = 0	n = 0	n = 0	n = 0
V	n = 0	n = 0	n = 0	n = 0	n = 0	n = 0	n = 0	n = 0

Tabelle A. 32: Enthesopathien der *Foramina obturata* links nach Geschlechtern getrennt betrachtet. Enthesopathischen Veränderungen (Grad 0 bis V) im Bereich des *Foramen obturatum* rechts aufgeschlüsselt nach Geschlecht, wobei sich alle rechten befundbaren *Foramina obturata* in der Spalte „Befundbar“ befinden.

	Gesamt	m	m > w	m ≥ w	m = w	w ≥ m	w > m	w
Befundbar	n = 15	n = 3	n = 2	n = 0	n = 5	n = 1	n = 3	n = 1
0	n = 5	n = 0	n = 1	n = 0	n = 1	n = 1	n = 2	n = 0
I	n = 6	n = 3	n = 0	n = 0	n = 2	n = 0	n = 0	n = 1
II	n = 4	n = 0	n = 1	n = 0	n = 2	n = 0	n = 1	n = 0
III	n = 0	n = 0	n = 0	n = 0	n = 0	n = 0	n = 0	n = 0
IV	n = 0	n = 0	n = 0	n = 0	n = 0	n = 0	n = 0	n = 0
V	n = 0	n = 0	n = 0	n = 0	n = 0	n = 0	n = 0	n = 0

Tabelle A. 33: Enthesopathien der *Rami inferiores* links nach Geschlechtern getrennt betrachtet. Enthesopathischen Veränderungen (Grad 0, stark ausgeprägt, scharf ausgezogen, Randleiste = Ausbildung einer Randleiste, Randleiste mit Grad I und II = Ausbildung einer Randleiste mit *Spicula* verschiedener Stufen) der *Rami inferiores* links aufgeschlüsselt nach Geschlecht, wobei sich alle linken befundbaren *Rami inferiores* in der Spalte „Befundbar“ befinden.

	Gesamt	m	m > w	m ≥ w	m = w	w ≥ m	w > m	w
Befundbar	n = 5	n = 1	n = 0	n = 0	n = 0	n = 0	n = 1	n = 3
0	n = 0	n = 0	n = 0	n = 0	n = 0	n = 0	n = 0	n = 0
Stark ausgeprägt	n = 1	n = 0	n = 0	n = 0	n = 0	n = 0	n = 0	n = 1
Scharf ausgezogen	n = 1	n = 0	n = 0	n = 0	n = 0	n = 0	n = 0	n = 1
Randleiste	n = 1	n = 1	n = 0	n = 0	n = 0	n = 0	n = 0	n = 0
Randleiste mit Spiculum I	n = 0	n = 0	n = 0	n = 0	n = 0	n = 0	n = 0	n = 0
Randleiste mit Grad II	n = 2	n = 0	n = 0	n = 0	n = 0	n = 0	n = 1	n = 1

Tabelle A. 34: Enthesopathien der *Rami inferiores* rechts nach Geschlechtern getrennt betrachtet. Enthesopathischen Veränderungen (Grad 0, stark ausgeprägt, scharf ausgezogen, Randleiste = Ausbildung einer Randleiste, Randleiste mit Grad I und II = Ausbildung einer Randleiste mit *Spicula* verschiedener Stufen) der *Rami inferiores* rechts aufgeschlüsselt nach Geschlecht, wobei sich alle rechten befundbaren *Rami inferiores* in der Spalte „Befundbar“ befinden.

	Gesamt	m	m > w	m ≥ w	m = w	w ≥ m	w > m	w
Befundbar	n = 4	n = 1	n = 1	n = 0	n = 2	n = 0	n = 0	n = 0
0	n = 1	n = 0	n = 0	n = 0	n = 1	n = 0	n = 0	n = 0
Stark ausgeprägt	n = 2	n = 0	n = 1	n = 0	n = 1	n = 0	n = 0	n = 0
Scharf ausgezogen	n = 0	n = 0	n = 0	n = 0	n = 0	n = 0	n = 0	n = 0
Randleiste	n = 0	n = 0	n = 0	n = 0	n = 0	n = 0	n = 0	n = 0
Randleiste mit Spiculum I	n = 1	n = 1	n = 0	n = 0	n = 0	n = 0	n = 0	n = 0
Randleiste mit Grad II	n = 0	n = 0	n = 0	n = 0	n = 0	n = 0	n = 0	n = 0

Tabelle A. 35: Enthesopathien am Becken nach Alter getrennt betrachtet. Aufteilung der enthesopathischen Veränderungen verschiedener Knochenpunkte (Unterhalb des *Tuberculum pubicum*, *Pecten ossis pubis*, *Foramen obturatum*, *Linea glutea*, *Crista iliaca*, *Spina iliaca anterior superior*, *Spina iliaca anterior inferior*, *Tuber ischiadicum*, *Linea arcuata*, *Tuberositas auricularis*) der linken und rechten *Ossa coxae* nach Altersgruppen (fa = frühadult, sa = spätadult fm = frühmatur, sm = spätmatur, sen = senil).

	<i>Unterhalb des Tuberculum pubicum</i>		<i>Pecten ossis pubis</i>		<i>Foramen obturatum</i>		<i>Linea glutealis</i>		<i>Crista iliaca</i>	
	li	re	li	re	li	re	li	re	li	re
fa	2x 0	2x 0	scharf	2x 0, scharf	I	2x 0, 2x I	---	2x 0, 3x I	---	2x I
fa - sa	---	---	---	scharf	---	---	---	I	---	---
sa	0	---	---	Rand 0,9; 1,8; II	3x I	I, II	2x 0, 9x I	2x 0, 3x I	2x I, IV	0
sa - fm	II, IV	---	I	---	2x II	---	2x 0, I	---	0	---
fm	---	---	---	I	2x I	---	3x I	3x I, II	I	I
fm - sm	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
sm	---	---	---	---	I	---	---	I	I	---
sen	---	0	---	Leiste 2,5mm dick		Leiste 2,5mm dick		---	---	---
	<i>Spina iliaca anterior superior</i>		<i>Spina iliaca anterior inferior</i>		<i>Tuber ischiadicum</i>		<i>Linea arcuata</i>		<i>Tuberositas auricularis</i>	
	li	re	li	re	li	re	li	re	li	re
fa	---	2x I	---	0, 2x I	---	0, 3x I	---	2x 0, I, II, III	---	2x I, III
fa - sa	---	II	---	---	0	---	---	2x 0	---	---
sa	I	0, I	2x 0, II	0, I	I, II, III	I, IV	2x 0, 2x I	0, I	I, II, 2x III, IV	I, II
sa - fm	0, II	---	0	---	0, I	---	0	---	---	---
fm	0, 2x I	2x I	2x I	2x I	0, 2x I	---	0	0	2x III	I
fm - sm	---	---	---	---	II	---	---	---	---	---
sm	I	---	0	---	I	---	---	---	---	---
sen	---	---	---	I	---	0	---	---	---	---

Tabelle A. 36: Rekonstruktion des Körpergewichtes anhand der *Capita femorum*. Durchmesser des *Caput femoris* (DF) der rechten und linken Oberschenkelknochen sowie die Schätzung des Körpergewichtes (KG) anhand dieser mit Darstellung des Mittelwertes(M), Median (Z) und der Standardabweichung (SD).

Individuum	links		Individuum	rechts	
	DF [mm]	KG [kg]		DF [mm]	KG [kg]
1	38,99	51,93	1	38,99	51,93
2	37,22	47,92	2	45,79	67,35
3	45,57	66,85	3	38,88	51,68
4	40,71	55,83	4	43,45	62,04
5	43,57	62,32	5	44,44	64,29
6	43,26	61,61	6	44,23	63,81
7	48,81	74,2	7	43,08	61,21
8	39,77	53,7	8	39,36	52,77
9	49,55	75,88	9	41,11	56,74
10	45,32	66,29	10	49,27	75,24
11	45,46	66,60	11	43,75	62,73
12	38,9	51,73	12	49,09	74,84
13	44,14	63,61	13	48,02	72,41
			14	48,39	73,25
			15	37,37	48,26
			16	44	63,29
			17	47,01	70,12
			18	46,05	67,94
M	43,18	61,42		44,02	63,33
Z	43,57	62,32		44,12	63,55
SD	3,7	8,39		3,59	8,15

Tabelle A. 37: Indices des *Os femoris* nach Geschlechtern getrennt betrachtet. Indices platymericus (a) und pylastricus (b) der rechten *Ossa femora* aufgeteilt nach Geschlechtern mit Darstellung des Mittelwertes (M), Median (Z) und der Standardabweichung (SD).

	m		m > w		m = w		w ≥ m		w > m		w	
	a	b	a	b	a	b	a	b	a	b	a	b
1	70,9		71,9		80,7		74,1		71,9	108,7	68,5	
2	75,2		73,5	100		107,5	91,7		75,8	96,2	71,9	100
3	75,2	123,5	74,6	129,9	82	108,7			75,8		71,9	108,7
4	76,9	107,5	76,3							100	79,4	
5	76,9	111,1	78,1	108,7					75,8	108,7	81,3	
6	77,5	116,3	78,7									
7	81,3	106,4	79,4									
8	82	114,9	81,3									
9	84,3		81,3	107,5								
10	85,5		84	113,6								
11	85,5		85,5	103,1								
12	86,2	113,6	86,2	100								
13	90,9		97,1									
14	90,9	119,1										
15	91,7	111,1										
16	93,5											
17	97,1											
M	83,6	113,7	80,6	109	81,3	108,1	82,9		74,8	103,3	74,6	104,3
Z	84,3	113,6	79,4	108,5	81,4	109,1	82,9		75,8	104,4	71,9	104,4
SD	7,3	5,1	6,3	9,7	0,7	0,6	8,8		1,7	5,5	4,9	4,3

Tabelle A. 38: Robustizität der *Ossa femora* nach Alter und Geschlechtern getrennt betrachtet. Aufteilung der Robustizität der rechten Oberschenkelknochen nach Alter (erw = erwachsen, fa = frühadult, sa = spätadult), und Geschlecht.

Geschlecht	m	m > w	m = w	w > m	w
Robustizität	12,3 (erw)	13,5 (fa)	14,1 (erw)	11,7 (erw)	10,8 (matur)
	12,4 (erw)	12,3 (erw)	11,6 (fa)	12,4 (erw)	
	13 (erw)	13 (erw)			
	11,7 (fa)	13 (erw)			
	11,9 (sa)	14,3 (erw)			
	12,4 (sa)				
	13 (sa)				
	12,5 (matur)				
M	12,4	13,2	12,9	12,1	10,8
Z	12,4	13	12,85	12,05	10,8
SD	0,43	0,66	1,25	0,35	0

Tabelle A. 39: Veränderungen am *Collum femoris* nach Geschlechtern getrennt betrachtet. Veränderungen am *Collum femoris* (A, b, C) der rechten und linken Oberschenkelknochen nach Finnegan und Faust (1974) ausführlich und sofern möglich aufgeteilt nach Geschlechtern (m = Mann, w = Frau, m > w = wahrscheinlich Mann, w ≥ m = wohl Frau). x = Veränderungen ist vorhanden mit einem Kommentar in Klammern für die Ausprägung, 0 = keine Veränderungen.

Indivi- duum	rechts			Indivi- duum	links		
	A	B	C		A	B	C
1 m	0	0	x (leicht)	1	x (stark)	0	0
2 m	0	x	0	2	x	x (leicht)	0
3 w	0	0	0	3	-	-	-
4	-	-	-	4	-	-	-
5	-	-	-	5	0	0	0
6	-	-	-	6	0	0	x
7 m > w	x (leicht)	0	x (po- rös)	7	-	-	-
8	-	-	-	8	x	0	0
9 m	0	0	x (po- rös)	9	x (leicht)	x (leicht)	0
10	-	-	-	10	0	0	0
11	-	-	-	11	0	0	x
12 m	0	x	0	12	x (stark)	0	0
13	-	-	-	13	-	-	-
14 w ≥ m	0	0	0	14	-	-	-
15 w	0	0	0	15	x (leicht)	0	0
16 m	0	0	x	16	0	0	x
17 m	0	x (leicht)	0	17	0	0	0
18				18	0	x (leicht)	0

Tabelle A. 40: Tibialänge nicht erwachsener Individuen nach Alter getrennt betrachtet. Länge und eingeordnetes Alter der nicht erwachsenen linken und rechten *Tibiae*. Das Alter der Individuen wurde anhand der Länge entsprechend geschätzt.

Alter	Links [cm]		Rechts [cm]	Alter
< 6 Monate	6		13,5	30 Monate - 3 Jahre
6 Monate	9		14,1	3 Jahre
18 Monate	11,1		16	4 - 5 Jahre
30 Monate	12,9		16,7	5 - 6 Jahre
30 Monate	13,1		18	6 - 7 Jahre
30 Monate	13,2		18,4	7 Jahre
7 Jahre	19		19	7 Jahre
7 - 8 Jahre	20,6		19,5	7 - 8 Jahre
8 Jahre	20,9		20	7 - 8 Jahre
9 Jahre	21,3		20,3	8 Jahre
9 - 10 Jahre	21,9		20,7	8 Jahre
11 Jahre	23,4		21,5	9 Jahre
11 Jahre	23,6		21,5	9 Jahre
11 - 12 Jahre	23,8		25	12 – 13
12 - 13 Jahre	25,2		25,7	13 Jahre
13 Jahre	25,7		26,2	13 - 14 Jahre
13 Jahre	25,7		26,4	13 - 14 Jahre
13 - 14 Jahre	26,3		26,5	14 Jahre
14 Jahre	26,5		27	14 Jahre
14 - 15 Jahre	27,5		28,8	15- 19 Jahre
14 - 15 Jahre	27,7		29,5	15- 19 Jahre
15- 19 Jahre	30		29,6	15- 19 Jahre
15- 19 Jahre	30		30	15- 19 Jahre
15- 19 Jahre	30,5		30,5	15- 19 Jahre
15- 19 Jahre	30,7		31	15- 19 Jahre
15- 19 Jahre	30,8		32	15- 19 Jahre
15- 19 Jahre	30,8		33	15- 19 Jahre
15- 19 Jahre	31			

7. Literaturverzeichnis

- Allen H: A System of Human Anatomy. Henry C. Lea's Son & Co., Philadelphia 1884
- Amaro A, Amado F, Duarte J, Appell H (2007): Gluteus Medius Muscle Atrophy is Related to Contralateral and Ipsilateral Hip Joint Osteoarthritis. *Int J Sports Med* 28, 1035–1039
- Anderson J: Skeletal 'anomalies' as genetics indicators. In: Brothwell D (Hrsg.): *The Skeletal Biology of Earlier Human Populations*. Pergamon Press, Oxford 1968, 135–147
- Anthony DW, Brown DR (2011): The Secondary Products Revolution, Horse-Riding, and Mounted Warfare. *J World Prehist* 24, 131–160
- Ascádi G, Nemeskéri J: *History of human life span and mortality*. Akadémiai Kiadó, Budapest 1970
- Asking C, Saartok T, Thorstensson A (2006): Type of acute hamstring strain affects flexibility, strength, and time to return to pre-injury level. *Br J Sports Med* 40, 40–44
- Bach A: Neolithische Populationen im Mittel-Elbe-Saale-Gebiet. Zur Anthropologie des Neolithikums unter besonderer Berücksichtigung der Bandkeramiker. In: Feustel R (Hrsg.): *Weimarer Monographien zur Ur- und Frühgeschichte*. Band 1; Museum für Ur- und Frühgeschichte Thüringens, Weimar 1978, 1–177
- Bach H, Bach A: Teil II: Anthropologische Untersuchungen. In: Bach H, Dušek S (Hrsg.): *Slawen in Thüringen: Geschichte, Kultur und Anthropologie im 10. bis 12. Jahrhundert; nach den Ausgrabungen bei Espenfeld*. Band 2; Böhlau Verlag, Weimar 1971, 133–134
- Baumgartl F: *Das Kniegelenk - Erkrankungen, Verletzungen und ihre Behandlung mit Hinweisen für die Begutachtung*. Springer, Berlin, Heidelberg 1964
- Belcastro M, Mariotti V, Facchini F, Bonfigliani B (2006): Musculoskeletal stress and adult age markers in the Krapina Hominid collection: the study of Femora. *Period Biol* 108, 219–329

- Bello S, Rodriguez (1908): Sur quelques variations morphologique du fémur humain. L'Anthropologie 19, 437–450
- Berner M (1992): Das frühbronzezeitliche Gräberfeld von Franzhausen I, Niederösterreich 2. Demographische Analyse. Anthropol Anz 50, 13–26
- Blondiaux J: A propos de la Dame d'Hochfelden et de la pratique cavalière: Discussion autour des sirtes fonctionnels fémoraux. In: Buchet L (Hrsg.): La femme pendant le Moyen Age et l'Epoque moderne: actes des Sixièmes Journées anthropologiques de Valbonne, 9-10-11 juin 1992. CNRS, Paris 1994, 97–109
- Broski SM, Murthy NS, Krych AJ, Obey MR, Collins MS (2016): The adductor magnus “mini-hamstring”: MRI appearance and potential pitfalls. Skeletal Radiol 45, 213–219
- Černý V, Velemínský P: Anthropologie des Neolithikums in Böhmen. In: Zápotocká M (Hrsg.): Bestattungsritus des böhmischen Neolithikums (5500 - 4200 B.C.): Gräber und Bestattungen der Kultur mit Linear-, Stichband- und Lengyelkeramik. Archäologisches Institut der Akademie der WissenschaftenderTschechischenRepublik, Praha 1998, 145–157
- Claassen C: Mothers' workloads and Children's labor during the Woodland Period. In: Nelsom S, Rosen-Ayalon M (Hrsg.): In pursuit of gender: worldwide archaeological approaches. AltaMira Press, Lanham 2002, 225–235
- Cunningham DJ, Romanes GJ: Cunningham's Textbook of anatomy (Oxford medical publications). 12th ed; Oxford University Press, London ; New York 1981
- De Groote I, Humphrey LT (2011): Body mass and stature estimation based on the first metatarsal in humans. Am J Phys Anthropol 144, 625–632
- Drenckhahn D, Eckstein F: Untere Extremität. In: Benninghoff A, Drenckhahn Detlev, Christ B (Hrsg.): Zellen- und Gewebelehre, Entwicklungslehre, Skelett- und Muskelsystem, Atemsystem, Verdauungssystem, Harn- und Genitalsystem (Makroskopische Anatomie, Histologie, Embryologie, Zellbiologie). Band 1; 17. Auflage; Elsevier, München 2008, 341–411

- Dresely V: Schnurkeramik und Schnurkeramiker im Taubertal (Forschungen und Berichte zur Vor- und Frühgeschichte in Baden-Württemberg). Band 81; Kommissionsverlag K. Theiss, Stuttgart 2004
- Dumond DE (1975): The Limitation of Human Population: A Natural History: The demographic transition of modern times is a return to a pattern familiar to our hunting ancestors. *Science* 187, 713–721
- Ewersen J, Schmölcke U: Untersuchungen zur Haltung und Nutzung von Haushunden auf meso- und neolithischen Fundplätzen im nördlichen Deutschland. In: Ramminger B (Hrsg.): *Universitätsforschungen zur prähistorischen Archäologie - Studien zur Jungsteinzeit in Norddeutschland I*. Band 240; Dr. Rudolf Habelt GmbH, Bonn 2013, 267–299
- Falkensetin F: Aspekte von Alter und Geschlecht im Bestattungsbrauchtum der nordalpinen Bronzezeit. In: Müller J (Hrsg.): *Alter und Geschlecht in ur- und frühgeschichtlichen Gesellschaften: Tagung Bamberg, 20.-21. Februar 2004 (Universitätsforschungen zur prähistorischen Archäologie)*. Band 126; Dr. Rudolf Habelt, Bonn 2005
- Falkenstein F: Geschlechterrollen und Sozialstatus im Spiegel der neolithischen Gräberfelder von Aiterhofen-Ödmühle und Trebur. In: Häusser A, Spatz H, Falkenstein F, Lindig S, Zeeb A (Hrsg.): *Kumpf, Kalotte, Pfeilschaftglätter: zwei Leben für die Archäologie: Gedenkschrift für Annemarie Häusser und Helmut Spatz (Internationale Archäologie. Studia honoraria)*. Band 27; VML, Verlag Marie Leidorf, Rahden/Westf 2008, 77–95
- Ferembach D, Schwidetzky I, Stloukal M: *Empfehlungen für die Alters- und Geschlechtsdiagnose am Skelett*. Elsevier, Amsterdam, Jena u.a. 1979
- Feustel R, Ullrich H: Totenhütten der neolithischen Walternienburger Gruppe. In: Behm-Blancke G (Hrsg.): *Alt-Thüringen (Jahresschrift des Museums für Ur- und Frühgeschichte Thüringens)*. Band 7; Hermann Böhlaus Nachfolger, Weimar 1965, 105–202

- Finnegan M, Faust MA: Bibliography of Human and Non-human Non-metric Variation. Band Research Reports Number 14; University of Massachusetts, dep. of Anthropology, Amherst 1974
- Franklyn-Miller A, Falvey E, McCrory P (2009): The gluteal triangle: a clinical patho-anatomical approach to the diagnosis of gluteal pain in athletes. *Br J Sports Med* 43, 460–466
- Freemont AJ (2002): Enthesopathies. *Curr Diagn Pathol* 8, 1–10
- Fuchs J, Rabenberg M, Scheidt-Nave C (2013): Prävalenz ausgewählter muskuloskelettaler Erkrankungen: Ergebnisse der Studie zur Gesundheit Erwachsener in Deutschland (DEGS1). *Bundesgesundheitsblatt - Gesundheitsforschung - Gesundheitsschutz* 56, 678–686
- Grauer AL (2018): A century of paleopathology. *Am J Phys Anthropol* 165, 904–914
- Gresky J, Xinhua W, Wagner M, Schmidt-Schultz T, Schultz M (2008): Alltagsstress in Liushui Krankheitsbilder des Bewegungsapparates im bronzezeitlichen Westchina. *Eurasia Antiq* 14, 167–191
- Gresky J, Wagner M, Schmidt-Schultz TH, Schwarz L, Wu X, Aisha A, Tarasov PE, Schultz M (2016): ‘You must keep going’ – Musculoskeletal system stress indicators of prehistoric mobile pastoralists in Western China. *Quat Int* 405, 186–199
- Grine FE, Jungers WL, Tobias PV, Pearson OM (1995): Fossil Homo femur from Berg Aukas, northern Namibia. *Am J Phys Anthropol* 97, 151–185
- Grob K, Manestar M, Filgueira L, Kuster MS, Gilbey H, Ackland T (2018): The interaction between the vastus medialis and vastus intermedius and its influence on the extensor apparatus of the knee joint. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 26, 727–738
- Handwerker WP (1983): The First Demographic Transition: An Analysis of Subsistence Choices and Reproductive Consequences. *Am Anthropol* 85, 5–27

- Heinrich PC, Müller M, Graeve L, Löffler G, Petrides PE (Hrsg.): Löffler/Petrides Biochemie und Pathobiochemie (Springer-Lehrbuch). 9., vollständig überarbeitete Auflage; Springer, Berlin Heidelberg 2014
- Henderson CY, Mariotti V, Pany-Kucera D, Villotte S, Wilczak C (2013): Recording Specific Enteseal Changes of Fibrocartilaginous Enteses: Initial Tests Using the Coimbra Method: Recording Enteseal Changes. *Int J Osteoarchaeol* 23, 152–162
- Hiti CJ, Stevens KJ, Jamati MK, Garza D, Matheson GO (2011): Athletic Osteitis Pubis: *Sports Med* 41, 361–376
- Huang BK, Campos JC, Michael Peschka PG, Pretterklieber ML, Skaf AY, Chung CB, Pathria MN (2013): Injury of the Gluteal Aponeurotic Fascia and Proximal Iliotibial Band: Anatomy, Pathologic Conditions, and MR Imaging. *Radiographics* 33, 1437–1452
- Jäger U, Bruchhaus H, Finke L, Kromeyer-Hauschild K, Zellner K (1998): Säkularer Trend bei der Körperhöhe seit dem Neolithikum. *Anthropol Anz* 56, 117–130
- Jantzen C, Freder J: Prähistorische Anthropologie. In: Jöns H, Lüth F, Schäfer H (Hrsg.): Archäologie unter dem Strassenpflaster: 15 Jahre Stadtkernarchäologie in Mecklenburg-Vorpommern (Beiträge zur Ur- und Frühgeschichte Mecklenburg-Vorpommerns 39). Archäologisches Landesmuseum und Landesamt für Bodendenkmalpflege Mecklenburg-Vorpommern, Schwerin 2005, 37–40
- Jitnarin N, Poston WSC, Haddock CK, Jahnke SA, Day RS (2014): Accuracy of Body Mass Index-defined Obesity Status in US Firefighters. *Saf Health Work* 5, 161–164
- Józsa L, Pap I, Fóthi E (1991): Enthesopathies (insertion tendopathies) as indicators of overuse of tendons and muscles in ancient Hungarian populations. *Ann Hist Nat Musei Natl Hung* 83, 269–276
- Kaiser E, Winger K (2015): Pit graves in Bulgaria and the Yamnaya Culture. *PrZ* 90, 114–140
- Kiviranta I, Tammi M, Jurvelin J, Säämänen A-M, Helminen HJ (1988): Moderate running exercise augments glycosaminoglycans and thickness of articular cartilage in the knee joint of young beagle dogs. *J Orthop Res* 6, 188–195

- Klingner S, Schultz M: Erste Ergebnisse zu den anthropologisch-paläopathologischen Untersuchungen der Bestatteten in den Galeriegräbern von Erwitte-Schmerlecke. In: Hinz M, Müller J (Hrsg.): Siedlung, Grabenwerk, Großsteingrab: Studien zu Gesellschaft, Wirtschaft und Umwelt der Trichterbechergruppen im nördlichen Mitteleuropa (Frühe Monumentalität und soziale Differenzierung 2). Habelt, Bonn 2012, 431–444
- Klingner S, Schultz M: Menschliche Skelettfunde repräsentieren biohistorische Urkunden – Rekonstruktion jungsteinzeitlicher Lebensbedingungen am Beispiel der Kollektivgrabnekropole von Erwitte-Schmerlecke, Lkr. Soest, Nordrhein-Westfalen. In: Meller H, Friederich, Susanne (Hrsg.): Salzmünde - Regel oder Ausnahme? Salzmünde - rule or exception? Internationale Tagung vom 18. bis 20. Oktober 2012 in Halle (Saale). Band 16; Landesamt für Denkmalpflege und Archäologie Sachsen-Anhalt, Landesmuseum für Vorgeschichte, Halle (Saale) 2017, 507–513
- Klingner S, Schultz M: Physical strain on megalithic grave builders from Wartberg and Funnel Beaker Culture in Northern Germany – Erwitte-Schmerlecke, Völlinghausen, Calden I, Großenrode II and Rheine. In: Müller J, Hinz M, Wunderlich M (Hrsg.): Megaliths, societies, landscapes: early monumentality and social differentiation in Neolithic Europe (Frühe Monumentalität und soziale Differenzierung 18). Verlag Dr. Rudolf Habelt GmbH, Bonn 2019, 1083–1095
- Kölbl S: Arthritis und Arthrosis. In: Czarnetzki A (Hrsg.): Stumme Zeugen ihrer Leiden: Paläopathologische Befunde. Attempto Verlag Tübingen GmbH, Tübingen 1996, 41–64
- Lanyon LE (1973): Analysis of surface bone strain in the calcaneus of sheep during normal locomotion. *J Biomech* 6, 41–49
- Lee J, Chang RW, Ehrlich-Jones L, Kwok CK, Nevitt M, Semanik PA, Sharma L, Sohn M-W, Song J, Dunlop DD (2015): Sedentary behavior and physical function: Objective Evidence from the Osteoarthritis Initiative. *Arthritis Care Res* 67, 366–373
- Loiacono C, Palermi S, Massa B, Belviso I, Romano V, Di Gregorio A, Sirico F, Sacco AM (2019): Tendinopathy: Pathophysiology, Therapeutic Options, and Role of Nutraceuticals. A Narrative Literature Review. *Medicina* 55, 447–458

- Lovejoy CO, Meindl RS, Pryzbeck TR, Mensforth RP (1985): Chronological metamorphosis of the auricular surface of the ilium: A new method for the determination of adult skeletal age at death. *Am J Phys Anthropol* 68, 15–28
- Manouvrier L (1893): Etude sur les variations morphologiques du corps du fémur dans l'espèce humaine. *BMSAP* 4, 111–144
- Mariotti V, Facchini F, Belcastro MG (2004): Enthesopathies--proposal of a standardized scoring method and applications. *Coll Antropol* 28, 145–159
- Martin R: Lehrbuch der Anthropologie in systematischer Darstellung: mit besonderer Berücksichtigung der anthropologischen Methoden; für Studierende, Ärzte und Forschungsreisende; mit 460 Abbildungen im Text, 3 Tafeln und 2 Beobachtungsblättern. University Library Heidelberg 1914
- McKeon KE, Wright RW, Johnson JE, McCormick JJ, Klein SE (2012): Vascular Anatomy of the Tibiofibular Syndesmosis. *J Bone Jt Surg* 94, 931–938
- Meyer C, Schierhold K (2015): Auf den Hund gekommen – Tierzahnschmuck aus den Gräbern von Erwitte-Schmerlecke. *Archäol Westfal-Lippe* 12, 41–44
- Meyer C, Kranzbühler J, Drings S, Bramanti B, Nehlich O, Richrads MP, Alt KW: Die menschlichen Skelettfunde aus der neolithischen Totenhütte von Benzingerode. In: Die Totenhütte von Benzingerode: Archäologie und Anthropologie; Detlef W. Müller zum 65. Geburtstag (Archäologie in Sachsen-Anhalt Sonderband 7). LfA Sachsen-Anhalt, Halle (Saale) 2008, 1–93
- Miller WA (1977): Rupture of the musculotendinous juncture of the medial head of the gastrocnemius muscle. *Am J Sports Med* 5, 191–193
- Molleson T, Blondiaux J (1994): Riders' Bones from Kish, Iraq. *Camb Archaeol J* 4, 312–316
- Nag M, Peet RC, Bardhan A, Hull TH, Johnson A, Masnick GS, Polgar S, Repetto R, Tax S (1978): An Anthropological Approach to the Study of the Economic Value of Children in Java and Nepal [and Comments and Reply]. *Curr Anthropol* 19, 293–306

- Nam D, Osbahr DC, Choi D, Ranawat AS, Kelly BT, Coleman SH (2011): Defining the Origins of the Iliofemoral, Ischiofemoral, and Pubofemoral Ligaments of the Hip Capsuloligamentous Complex Utilizing Computer Navigation. *HSS J* 7, 239–243
- Nebelung W, Becker R, Urbach D, Röpke M, Roessner A (2003): Histological findings of tendon-bone healing following anterior cruciate ligament reconstruction with hamstring grafts. *Arch Orthop Trauma Surg* 123, 158–163
- Norkus SA, Floyd RT (2001): The anatomy and mechanisms of syndesmotic ankle sprains. *J Athl Train* 36, 68–73
- Ortner DJ: Introduction. 2. Auflage; Academic Press 2003
- Owsley D, Bruwelheide K, Kardash R (2001): Recovery and Analysis of Jamestown Rediscovery South Churchyard Burials from the 1999 Field Season. *J Jamestown Rediscovery Cent* 1, 1–8
- Pálfi G (1992): Traces des activités sur les squelettes des anciens Hongrois. *BMSAP* 4, 209–231
- Pálfi Gy, Dutour O (1996): Activity-induced skeletal markers in historical anthropological material. *Int J Anthropol* 11, 41–55
- Pannewitz G (1940): Zur Frage der Myositis ossificans traumatica. *Dtsch Z Für Chir* 254, 20–34
- Paterson D (1970): Myositis ossificans circumscripta. Report of four cases without history of injury. *J Bone Jt Surg* 52, 296–301
- Pfeiffer S, Doyle LE, Kurki HK, Harrington L, Ginter JK, Merritt CE (2014): Discernment of mortality risk associated with childbirth in archaeologically derived forager skeletons. *Int J Paleopathol* 7, 15–24
- Poiries P-J: Ostéologie. In: Poiries P-J (Hrsg.): *Traité d’anatomie humaine*. Band 1; Ancienne Maison Delahaye, L. Bataille et Cie, Paris 1911, 210–530
- Resnick D, Niwayama G (1983): Entheses and enthesopathy. Anatomical, pathological, and radiological correlation. *Radiology* 146, 1–9

- Robb JE (1998): The interpretation of skeletal muscle sites: a statistical approach. *Int J Osteoarchaeol* 8, 363–377
- Rodriguez C, Miguel A, Lima H, Heinrichs K (2001): Osteitis Pubis Syndrome in the Professional Soccer Athlete: A Case Report. *J Athl Train* 36, 437–440
- Rouge-Maillart C, Rouge D (2004): The determination of male adult age at death by central and posterior coxal analysis--a preliminary study. *J Forensic Sci* 49, 208–214
- Ruff CB, Scott WW, Liu AY-C (1991): Articular and diaphyseal remodeling of the proximal femur with changes in body mass in adults. *Am J Phys Anthropol* 86, 397–413
- Schierhold K, Reuther N (2014): Frühe Bestattungsriten – Abschluss der Grabungen in Erwitte-Schmerlecke. *Archäol Westfal-Lippe* 13, 59–62
- Schierhold K, Klingner S, Cichy E, Baales M (2015): Häuser für die Toten – die spätneolithischen Galeriegräber in Erwitte-Schmerlecke. *Archäol Westfal-Lippe* 10, 35–38
- Schipplein OD, Andriacchi TP (1991): Interaction between active and passive knee stabilizers during level walking. *J Orthop Res* 9, 113–119
- Schlyvitch B (1938): Knochenfunde in einem prähistorischen Grabe bei Trebenischte. (Rassen-morphologische Untersuchungen an den Skelettresten der unteren Extremität). *Z Morphol Anthropol* 37, 259–274
- Schultz M: Ergebnisse der paläopathologischen Untersuchung an den menschlichen Skeletten aus dem merowingischen. Reihengräberfeld von Kleinlangheim. In: Pescheck C (Hrsg.): *Das fränkische Reihengräberfeld von Kleinlangheim, Lkr. Kitzinger/Nordbayern. Germanische Denkmäler der Völkerwanderungszeit.* Zabern Verlag, Mainz 1996, 177–213
- Schultz M (2001): Paleohistopathology of bone: A new approach to the study of ancient diseases. *Am J Phys Anthropol* 116, 106–147
- Schultz M: Methoden der Licht- und Elektronenmikroskopie. In: Knußmann R, Barlett HL (Hrsg.): *Anthropologie. Handbuch der vergleichenden Biologie des Menschen.* Band 1; Fischer, Stuttgart/New York 1988a, 698–730

- Schultz M: Paläopathologische Diagnostik. In: Knußmann R, Barlett HL (Hrsg.): Anthropologie. Handbuch der vergleichenden Biologie des Menschen. Band 1; Fischer, Stuttgart/New York 1988b, 480–496
- Schultz M, Drommer R: Möglichkeiten der Präparateherstellung aus dem Gesichtsschädelbereich für die makroskopische und mikroskopische Untersuchung unter Verwendung neuer Kunststofftechniken. In: Schuchardt K (Hrsg.): Experimentelle Mund-Kiefer-Gesichts-Chirurgie (Fortschritte der Kiefer- und Gesichtschirurgie). Band 28; Georg Thieme Verlag, Stuttgart/New York 1983, 95–97
- Schultz M, Teschler N (1987): Krankhafte Veränderungen an den Skeletten aus dem Karner der St. Martins-Kirche in Klosterneuburg, Niederösterreich Teil I-IV. *Ann Naturhistorischen Mus Wien* 89, 225–311
- Schultz M, Schmidt-Schultz TH, Xinhua W (2007): Ergebnisse der paläopathologisch-anthropologischen Untersuchung der menschlichen Skelettfunde aus dem Grab 26 von Liushi, Xinjiang (China). *Eurasia Antiq* 13, 181–197
- Shaik-Dasthagirisaheb YB, Varvara G, Murmura G, Saggini A, Potalivo G, Caraffa A, Antinolfi P, Tetè S, Tripodi D, Conti F, et al. (2013): Vascular Endothelial Growth Factor (VEGF), Mast Cells and Inflammation. *Int J Immunopathol Pharmacol* 26, 327–335
- Shapiro F, Wu J (2019): Woven bone overview: structural classification based on its integral role in developmental, repair and pathological bone formation throughout vertebrate groups. *Eur Cell Mater* 38, 137–167
- Sjøvold T (1990): Estimation of stature from long bones utilizing the line of organic correlation. *Hum Evol* 5, 431–447
- Slemenda C (1997): Quadriceps Weakness and Osteoarthritis of the Knee. *Ann Intern Med* 127, 97
- Söder S, Aigner T (2011): Arthrose: Ätiologie, Typisierung, Stadieneinteilung und histologische Graduierung. *Pathol* 32, 183–192

- Sołtysiak A: Death and decay at the dawn of the city: interpretation of human bone deposits at Tell Majnuna : areas MTW, EM and EMS. Institute of Archaeology, University of Warsaw, Warszawa 2010
- Statistisches Bundesamt (Destatis) (2018): Mikrozensus - Fragen zur Gesundheit - Körpermaße der Bevölkerung - 2017. 17
- Stloukal M, Hanáková H (1978): Die Länge der Längsknochen Altslawischer Bevölkerungen - Unterbesonderer Berücksichtigung von Wachstumsfragen. *Homo* 29, 53–69
- Szilvássy J: Altersdiagnose am Skelett. In: Knußmann R (Hrsg.): Anthropologie. Handbuch der vergleichenden Biologie des Menschen. Band 1; Fischer, Stuttgart/New York 1988, 421–443
- Teegen W-R, Schultz M: Starigard / Oldenburg – Hauptburg der Slawen in Wagrien VII. Die menschlichen Skeletreste. (Offa-Bücher). Band 89; 1. Auflage; Wachholtz, Kiel 2017
- Teschler-Nicola M, Gerold F, Kanz F: Anthropologische Spurensicherung: die traumatischen und postmortalen Veränderungen an den linearbandkeramischen Skelettresten von Asparn/Schletz. In: Windl H (Hrsg.): Rätsel um Gewalt und Tod vor 7.000 Jahren – eine Spurensicherung. Katalog des Niederösterreichischen Landesmuseums, Asparn a. d. Zaya 1996, 4–12
- Tiefenböck B, Teschler-Nicola M: Teil II: Anthropologie. In: Horejs B (Hrsg.): Das linearbandkeramische Gräberfeld von Kleinhadersdorf (Mitteilungen der Prähistorischen Kommission). Band 82; Verl. der Österr. Akad. der Wiss, Wien 2015, 297–392
- Tiefenböck BE: Die krankhaften Veränderungen an den linearbandkeramischen Skelettresten von Kleinhadersdorf, NÖ – ein anthropologischer Beitrag zur Rekonstruktion der Lebensbedingungen im Frühneolithikum. *Anthrop. Dipl-Arb.* 2010
- Todd TW (1920): Age changes in the pubic bone. I. The male white pubis. *Am J Phys Anthropol* 3, 285–334
- Trotter M, Gleser GC (1952): Estimation of stature from long bones of American Whites and Negroes. *Am J Phys Anthropol* 10, 463–514

- Urquhart DM, Tobing JFL, Hanna FS, Berry P, Wluka AE, Ding C, Cicuttini FM (2011):
What Is the Effect of Physical Activity on the Knee Joint? A Systematic Review:
Med Sci Sports Exerc 43, 432–442
- Veit U: Studien zum Problem der Siedlungsbestattung im europäischen Neolithikum.
Waxmann, Münster/New York 1996
- Verhoff M, Kreutz K, Ramsthaler F, Schiwy-Bochat K-H (2006): Forensische Anthropologie und Osteologie - Übersicht und Definition. Dtsch Ärztebl 12, 782–788
- Villotte S, Knüsel CJ (2013): Understanding Enthesal Changes: Definition and Life Course Changes: Understanding Enthesal Changes. Int J Osteoarchaeol 23, 135–146
- Vleeming A, Schuenke MD, Masi AT, Carreiro JE, Danneels L, Willard FH (2012): The sacroiliac joint: an overview of its anatomy, function and potential clinical implications. J Anat 221, 537–567
- von Hagens G (1979): Impregnation of soft biological specimens with thermosetting resins and elastomers. Anat Rec 194, 247–255
- Wallace IJ, Worthington S, Felson DT, Jurmain RD, Wren KT, Maijanen H, Woods RJ, Lieberman DE (2017): Knee osteoarthritis has doubled in prevalence since the mid-20th century. Proc Natl Acad Sci 114, 9332–9336
- Wanner IS: Belastungsmuster und habituelle Aktivitäten der klassischen Maya von Xcambó und der altbairischen Population von Barbing-Kreuzhof – Untersuchung histologischer, biomechanischer und makromorphologischer Belastungsmerkmale am Langknochen. Nat. Diss. Hildesheim 2007
- Weiss E (2007): Muscle markers revisited: Activity pattern reconstruction with controls in a central California Amerind population. Am J Phys Anthropol 133, 931–940
- White C, Maxwell J, Dolphin A, Williams J, Longstaffe F (2006): Pathoecology and paleodiet in Postclassic: Historic Maya from northern coastal Belize. Mem Inst Oswaldo Cruz 101, 35–42